بررسی مقدار زیتوده و ارتباط آن با عوامل فیزیوگرافی و خاک در جنگل‌های شاخه‌زاد بلوط (مطالعهٔ موردی جنگل‌های منطقهٔ اندبیل خلخال)

امین خادمی*[۱]، ساسان بابایی کفاکی[۲] و اسداله متاجی[۲]
[۱]عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر
[۲]استادیار واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی
(تاریخ دریافت: ۲۸ / ۸ / ۸۷، تاریخ پذیرش: ۲۹ / ۱ / ۸۸)

چکیده
به‌منظور بررسی مقدار زیتوده در جنگل‌های شاخه‌زاد بلوط، پژوهشی در منطقهٔ جنگلی شاخه‌زاد اوری در شمال شرقی خلخال در مساحتی حدود ۲۷۸ هکتار به انجام رسید. پس از تلفیق نقشه‌های شیب، جهت، ارتفاع و تراکم تاج پوشش، تعداد واحدهای همگن و مساحت آن‌ها تعیین شد. ۶۳ جست‌گروه اوری با توجه به شرایط محیطی و تیپولوژی توده به‌عنوان نمونه انتخاب و برداشت شد. پس از کف‌بر کردن نمونه‌ها، ریشه‌ها نیز جمع‌آوری شدند. وزن تر اندام‌ها به‌طور جداگانه توزین و برای تعیین وزن خشک و زیتوده، اندام‌ها به کورهٔ چوب‌خشک‌کنی منتقل شدند. برای محاسبهٔ وزن لاشریزه از زیر پایه‌های برداشت‌شده در سطحی معادل ۴۰۰ سانتی‌متر مربع لاشریزه‌های موجود جمع‌آوری و وزن شدند. برای تعیین ویژگی‌های خاک و بررسی ارتباط آن با مقدار بیوماس، نمونه‌هایی از عمق ۰ تا ۱۰ و ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متری تهیه شد. نتایج حاصل از بررسی‌ها نشان می‌دهد که بیوماس اندام‌های مختلف اوری در توده مورد بررسی در طول دورهٔ رشد (۱۴ سال) به‌طور متوسط ۲۳٫۴ تن در هکتار بوده که از این مقدار ۶۵٫۲ درصد در اندام‌های هوایی، ۲۹٫۲ درصد در اندام‌های زیرزمینی و ۵٫۶ درصد مربوط به لاشریزه است. نتایج نشان می‌دهد که سطح مقطع و قطر برابر سینه با ضریب همبستگی ۰٫۷۷ و ۰٫۶۵ بیشترین همبستگی را با بیوماس اندام هوایی دارند. همچنین از بین شرایط محیطی رویشگاه، ارتفاع از سطح دریا و درصد تراکم تاج پوشش رابطهٔ معنی‌داری با مقدار بیوماس دارند.

واژه‌های کلیدی: زیتوده، جنگل شاخه‌زاد، بلوط اوری، شرایط فیزیوگرافی و خاک، خلخال .

*نویسندهٔ مسئول: تلفن: ۰۹۱۳۶۳۶۴۰۱۱ Email: khademi_54a@yahoo.com

مقدمه و هدف

مهم‌ترین تأثیر جنگل بر آب و هوا، تأثیر بر مقدار دی-اکسید کربن آن است. گیاهان سبز به‌وسیلهٔ فتوسنتز، کربن را از اتمسفر می‌گیرند و طی مراحل چرخهٔ کربس، اتم کربن و اکسیژن را از هم جدا می‌کنند؛ اکسیژن به هوا باز می‌گردد و از کربن برای ساختن زیتوده که شامل ریشه، ساقه، برگ و میوه است استفاده می‌کنند (مقدم، ۱۳۸۰). جنگل‌ها از مهم‌ترین اکوسیستم‌های خشکی‌اند که نقش مهمی در جریان انرژی، ماده و تبدیل این دو، بین زمین و اتمسفر بازی می‌کنند (Sun *et al*., 2004). همچنین بین حاصلخیزی خاک، رویش درختان و مقدار بیوماس رابطهٔ مستقیمی وجود دارد (Arias, 2007). هدف از این تحقیق، برآورد مقدار بیوماس موجود در اندام‌های هوایی و زیرزمینی گونهٔ اوری در تراکم‌های مختلف تاج پوشش جنگل شاخه‌زاد منطقه و بررسی ارتباط میزان موجودی بیوماس با عوامل محیطی (جهت جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، شیب و درصد تراکم تاج پوشش) و همچنین تعیین همبستگی بیوماس با رویش قطری و ارتفاعی جست‌ها و مشخصه‌های فیزیکی (درصد رس، سیلت و ماسه) و شیمیایی (مقدار نیتروژن، پتاسیم، فسفر، کربن آلی و اسیدیته) نمونه‌های خاک است.

بر اساس آمار معاونت جنگل‌های خارج از شمال (۱۳۸۵) جنگل‌های بلوط شاخه‌زاد در ایران مساحتی نزدیک به ۵ میلیون هکتار را شامل می شود که از لحاظ کمی و کیفی تحت تأثیر عوامل مختلف از جمله برداشت بی‌رویه، وجود دام در عرصه، تغییر کاربری به-شدت دچار تخریب شده است. روش و نتایج این تحقیق می‌تواند الگویی برای پژوهش‌های مشابه در زاگرس و توده‌های شاخه‌زاد ارتفاعات خزری باشد.

نتایج بررسی عدل (۱۳۷۳) در اندازه‌گیری بیوماس برگ گونه‌های بلوط و بنه در جنگل یاسوج نشان می‌دهد که متوسط مقدار بیوماس برگ برای بلوط ۲۴۹۸ گیلوگرم و بنه ۷۶ کیلوگرم در هکتار است.

نتایج تحقیق بردبار (۱۳۸۳) در جنگلکاری‌های اکالیپتوس و آکاسیای استان فارس نشان می‌دهد که مقدار بیوماس ذخیره‌شده در گونهٔ اکالیپتوس کامالدولنسیس (*Eucalyptus camaldulensis*) در فسا در رویشگاه نسبتاً حاصلخیز، ۳٫۶۲ و در رویشگاه ضعیف، ۲٫۲۷ تن در هکتار در سال بوده است. این مقدار برای گونهٔ آکاسیا سالیسینا (*Acacia salisina*) در رویشگاه ضعیف، ۱٫۵ تن در هکتار در سال محاسبه شد. Vesterdal (2002) مقدار ذخیرهٔ بیوماس را در جنگلکاری بلوط ۱۹ ساله، حدود ۲ تن در هکتار برآورد کرد. Zhang (2003) در بررسی خود مقدار ذخیرهٔ بیوماس در جنگل‌های چین را در نتیجهٔ رویش درختان، سالانه ۱۱۸ میلیون تن برآورد کرد. Peichl (2006) روند توسعهٔ توالی در اکوسیستم و بیوماس اندام‌های هوایی و زیرزمینی تودهٔ کاج جنگلکاری‌شده در کانادا را مورد ارزیابی قرار داد. نتایج نشان می‌دهد که ذخیرهٔ بیوماس اندام‌های هوایی در توده ۲، ۱۵، ۳۰ و ۶۵ ساله به ترتیب ۰٫۷، ۷۶، ۱۱۹ و ۱۹۶ تن در هکتار و بیوماس ریشه در کلاس سنی ۲، ۱۵، ۳۰ و ۶۵ به‌ترتیب ۰٫۱ ، ۱۰، ۱۸ و ۳۸ تن در هکتار برآورد شد. نتایج تحقیق Kirby (2007) در پاناما نشان می‌دهد که بیوماس گیاهان در جنگل‌های مدیریت‌شده ۳۵۵ تن در هکتار، در جنگل‌هایی با مدیریت به‌روش سنتی ۱۶۵ تن در هکتار و در مراتع ۵۲ تن در هکتار است. دیگر نتایج نشان می‌دهد که حفاظت از جنگل‌ها و جلوگیری از تبدیل آن‌ها به مراتع اثر مثبتی در افزایش بیوماس در جنگل‌های مدیریت-شده و سنتی دارد و در جنگل‌های مدیریت‌شده با برداشت تک‌گزینی از کاهش ذخیرهٔ جنگل جلوگیری می‌شود.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقهٔ مورد بررسی

تودهٔ مورد بررسی با مساحت ۲۷۸٫۴ هکتار در ۶ کیلومتری شمال شرقی شهرستان خلخال و در ارتفاع ۲۵۲۷- ۱۹۸۰ متری از سطح دریا (″۲۸ ′۳۴ °۴۸ تا ″۱۶ ′۳۶ °۴۸ طول شرقی و ″۴۳ ′۳۸ °۳۷ تا ″۶ ′۴۰ °۳۷ عرض شمالی) واقع شده است. براساس آمارهای

هواشناسی، بارندگی سالیانه در منطقه ۳۸۴٫۶ میلی‌متر و متوسط درجهٔ حرارت سالیانه ۸٫۷ درجهٔ سانتیگراد است. پتانسل تبخیر و تعرق سالانه حدود ۱۱۰۰ میلی‌متر و طول ایام یخبندان ۹۲٫۵ روز در سال است. در روش آمبرژه نوع اقلیم منطقه با توجه به ضریب ۵۷٫۲ =Q_2 نیمه‌مرطوب با زمستان سرد است. طول فصل خشک در این رویشگاه ۴ ماه است که از خرداد آغاز و تا شهریور ادامه دارد. منطقهٔ مورد بررسی، دو دره شرقی- غربی است که دامنه‌های مشرف به آن عمدتاً شمالی و جنوبی است. دیگر جهات اصلی در مساحت کوچک وجود داشتند که تکرارپذیر نبودند و در نهایت پلی‌گون آن‌ها حذف شد. بیش از ۹۲ درصد رویشگاه در طبقات شیب ۳۰ تا ۸۰ درصد و حدود ۷۹ درصد در طبقهٔ ارتفاعی ۲۱۰۰ تا ۲۴۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد.

روش بررسی

در این بررسی پس از برداشت موقعیت محدودهٔ مناطق جنگلی با استفاده از GPS[1] و پیاده کردن آن بر روی نقشهٔ توپوگرافی، مساحت منطقه در محیط GIS[2] تعیین و نقشه‌های جهت جغرافیایی، شیب و ارتفاع منطقهٔ مورد بررسی تهیه شد. سپس با جنگل‌گردشی، گونه‌های درختی و درختچه‌ای موجود در منطقه جمع‌آوری و شناسایی شدند. نقشهٔ درصد تراکم تاج‌پوشش با توجه به تاج‌پوشش و تصویر عمودی اندام‌های هوایی بر روی زمین تعیین شد. بر اساس مقدار تراکم تاج‌پوشش، منطقه به ۵ طبقهٔ کمتر از ۵، ۲۵- ۵، ۵۰-۲۵، ۷۵-۵۰ و بیش از ۷۵ درصد تقسیم شد (مقدم، ۱۳۸۰).

پس از تلفیق نقشه‌های تراکم تاج پوشش، شیب، جهت و ارتفاع، واحدهای همگن و مساحت آن‌ها تعیین شد. ۶۳ جست‌گروه شاخه‌زاد اوری با در نظر گرفتن کلیه شرایط محیطی و تیپولوژی توده به‌عنوان نمونه انتخاب شد. نمونه‌ها به‌صورت تصادفی در واحدهای همگن تعیین‌شده در روی نقشه جانمایی شدند، سپس این نقاط با استفاده از GPS در عرصه مشخص و جست‌گروه‌های مورد نظر کف‌بر شدند (با توجه به مجوز سازمان جنگل‌ها و مراتع). برای بررسی مقدار رویش و تعیین تعداد جست‌گروه‌ها در هر هکتار، آماربرداری از توده به‌صورت تصادفی و با پلات‌های ۱۵ آری مربعی شکل انجام شد (طهماسبی، ۱۳۷۴؛ حیدری، ۱۳۸۵). جست‌گروه‌های مشخص‌شده در هر واحد همگن به‌عنوان مرکز پلات در نظر گرفته شد. در کل پلات تعداد جست‌گروه‌ها، نوع و تعداد گونه‌ها تعیین شد. همچنین در هر پلات ۵ قطعه نمونهٔ یک آری در مرکز و ۴ گوشهٔ پلات پیاده و مشخصه‌هایی چون قطر بن، قطر برابر سینه و ارتفاع جست‌ها اندازه‌گیری شد. قطر پایه‌های موجود در جست‌گروه‌ها با متر نواری اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها در مجموع پلات‌ها به‌عنوان قطر برابر سینهٔ گونهٔ اوری در نظر گرفته شد.

پس از کف‌بر کردن نمونه‌ها، قطورترین جست به‌عنوان تنه و دیگر جست‌ها به‌عنوان شاخه در نظر گرفته شد. با حفر خاک اطراف کنده تا شعاع یک متری و عمق ۵۰ سانتی‌متری (به‌دلیل عمق کم خاک در رویشگاه مورد بررسی) ریشه‌های اصلی و فرعی با قطر بیش از ۲ میلی‌متر جمع‌آوری شدند. با توجه به قطر متوسط (قطر یقه و برابرسینه) جست‌های اوری و سنین برآوردشده از دیسک‌ها در قطرهای برابر سینه و یقه، سن متوسط توده برآورد شد. وزن تر اندام‌ها به‌طور جداگانه توزین شد و برای تعیین وزن خشک، اندام‌ها به کورهٔ چوب‌خشک‌کنی انتقال یافت و به‌مدت ۳ روز در دمای ۸۰ درجهٔ سانتیگراد نگهداری شد و بر این اساس، مقدار بیوماس اندام‌های هوایی و زیرزمینی مورد محاسبه قرار گرفت (بردبار، ۱۳۸۳). برای محاسبهٔ وزن لاشریزه از زیر پایه‌هایی که برای برداشت انتخاب شده بودند در سطحی به ابعاد ۲۰ ×۲۰ سانتی‌متر لاشریزه‌های موجود جمع‌آوری و وزن آن‌ها تا دقت یک گرم تعیین شد و با توجه به میانگین تراکم تاج پوشش هر پلی‌گون (۲٫۵، ۱۵، ۳۷٫۵، ۶۲٫۵ و ۸۷٫۵ درصد) به سطح یک هکتار تعمیم داده شد (Afas *et al*., 2005).

[1]Global Positioning System
[2]Geographical Information System

وزن لاشریزه در هکتار= وزن لاشریزه در cm^2 ۴۰۰ × میانگین تراکم تاج پوشش در هر طبقه × ۲۵ × 10^4.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS انجام شد. برای مقایسهٔ اختلاف میانگین‌ها (میزان بیوماس و رویش در تراکم‌های مختلف تاج-پوشش) از آزمون دانکن و برای تعیین تأثیر عوامل محیطی بر بیوماس از آزمون مربع کای استفاده شد (هدف تعیین معنی‌دار بودن یا عدم معنی‌داری ارتباط بین عوامل محیطی با فراوانی مربوط به متغیر بیوماس اندام‌های مختلف بود که چون در طبقات مختلفی قرار داشتند، از آزمون مربع کای استفاده شد). با استفاده از معادله‌های رگرسیون، همبستگی بین بیوماس اندام‌های مختلف با ارتفاع، قطر برابر سینه، سطح مقطع و مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین شد.

نتایج

در بررسی منطقه، ۱۵ گونهٔ درختی و درختچه‌ای و ۷ تیپ جنگلی شناسایی شد. اوری (*Quercus macranthera*) و کرب (*Acer campestre*) فراوان‌ترین گونه‌های موجود در منطقه‌اند و تیپ بلوط خالص و بلوط-کرب بیش از ۸۲ درصد توده را تشکیل می‌دهند. متوسط قطر برابرسینه و ارتفاع گونهٔ اوری در رویشگاه مورد بررسی به‌ترتیب ۳٫۲ سانتی‌متر و ۲٫۱۹ متر است. با توجه به قطر متوسط اوری و سنین برآوردشده از دیسک‌ها، سن متوسط اوری ۱۴ سال برآورد شد (جدول ۱). نتایج آزمون دانکن در مورد مقایسهٔ میانگین قطر برابر سینه و ارتفاع گونهٔ اوری در تراکم-های مختلف تاج‌پوشش نشان می‌دهد که متوسط قطر برابر سینه و ارتفاع در تراکم‌های کمتر از ۵، ۷۵-۵۰ و ۱۰۰-۷۵ درصد متمایز از سایر گروه‌هاست (جدول ۲).
بافت خاک در همهٔ نمونه‌ها لومی، لومی-رسی و لومی-سیلتی است. شوری خاک در همهٔ نمونه‌ها کم است و محدودیت خاصی ایجاد نمی‌کند. مقدار کربن آلی و نیتروژن خاک زیاد است، ضمن اینکه با افزایش عمق خاک، مقدار این عناصر بیشتر می‌شود و با افزایش ارتفاع از سطح دریا به‌دلیل افزایش رطوبت (در شرایط میکروکلیمای منطقه و وجود مه در ارتفاعات بالا) اسیدیته کاهش می‌یابد. مقدار فسفر قابل جذب در بیشتر نمونه‌ها کم بوده و مقدار پتاسیم قابل جذب در بیشتر نمونه‌ها در حد مطلوب است (جدول۳).
مقدار مجموع بیوماس اندام‌های مختلف اوری در طول دورهٔ رشد توده (۱۴ سال) به‌طور متوسط ۲۳٫۴ تن در هکتار برآورد شد. بیوماس اندام‌های هوایی بیش از بیوماس اندام زیرزمینی است و از اندام‌های مختلف هوایی، بیشترین مقدار در تنه (قطورترین پایهٔ هر جست‌گروه) ذخیره شده است (جدول ۴). مقدار بیوماس موجود در هر هکتار در همهٔ طبقات تراکم تاج-پوشش اختلاف معنی‌داری دارد و با افزایش درصد تراکم تاج‌پوشش بر آن افزوده می‌شود (جدول ۵).
از بین عوامل فیزیوگرافیک (ارتفاع از سطح دریا، جهت جغرافیایی و شیب) تنها ارتفاع از سطح دریا ارتباط معنی‌داری با بیوماس نشان می‌دهد (جدول‌های ۶، ۷ و ۸). همچنین تراکم پوشش درختی با مقدار بیوماس رابطهٔ معنی‌داری دارد (جدول ۹). از بین فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی خاک، نیتروژن قابل جذب با ضریب تعیین ($R = 0/405$) و سطح معنی‌داری ($Sig = 0/026$) بیشترین همبستگی را با مقدار بیوماس دارد و در سطح اطمینان ۹۵ درصد رابطهٔ معنی‌داری بین دو مشخصه دیده می‌شود. معادله‌های مختلف رگرسیون بین بیوماس اندام‌های هوایی و قطر برابر سینه و ارتفاع درختان در توده، مورد بررسی قرار گرفت و معادله‌ای که بالاترین ضریب همبستگی را در بین پارامترهای یادشده نشان می‌داد، انتخاب شد.
نتایج نشان می‌دهد که سطح مقطع، قطر برابرسینه و ارتفاع با ضریب همبستگی ۰٫۷۷۳، ۰٫۶۵۲ و ۰٫۵۹۷ بیشترین همبستگی را با بیوماس اندام هوایی دارند (شکل های ۱،۲ و ۳). با توجه به شاخه‌زاد بودن توده، جست‌گروه‌ها اغلب در یک محدودهٔ ارتفاعی قرار دارند. بنابراین در توده‌های مشابه استفاده از مشخصهٔ سطح مقطع برای برآورد بیوماس اندام هوایی مناسب است

جدول۱- نتایج حاصل از مطالعات کمی گونهٔ اوری

تراکم تاج پوشش	قطر بن (cm)	قطر برابر سینه (cm)	ارتفاع (m)
<۵	۵/۱	۲/۶	۱/۷۷
۵-۲۵	۵/۵	۳/۰	۲/۱۲
۲۵-۵۰	۵/۶	۳/۱	۲/۱۸
۵۰-۷۵	۵/۷	۳/۵	۲/۳۲
۷۵<	۶/۱	۳/۹	۲/۵۴
متوسط	۵/۶	۳/۲	۲/۱۹

جدول۲- نتایج آزمون دانکن در مورد میانگین قطر و ارتفاع

تراکم تاج پوشش	قطر بن (cm)	قطر برابر سینه (cm)	ارتفاع (m)
<۵	A ۵/۱	A ۲/۵۶	A ۱/۷۷
۵-۲۵	B۵/۴۸	B ۳	B ۲/۱۱
۲۵-۵۰	BC۵/۵۸	B ۳/۱۴	B ۲/۱۸
۵۰-۷۵	C۵/۷۳	C ۳/۵	C ۲/۳۲
۷۵<	D ۶/۱	D ۳/۹	D۲/۵۴

جدول۳- نتایج حاصل از تجزیهٔ فیزکی و شیمیایی نمونه‌های خاک منطقهٔ مورد بررسی

عمق (سانتی-متر)	اسیدیته	شوری خاک	کربن آلی ٪	نیتروژن قابل جذب ٪	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	گچ ٪	اشباع بازی ٪	رس ٪	ماسه ٪	سیلت ٪	بافت خاک
۰-۱۰	۶/۷	۰/۱۹	۱/۱	۰/۱۵	۵	۳۰۶	۵	۴۲	۲۵	۲۵	۵۰	C L
۱۰-۳۰	۶/۶	۰/۱۷	۱	۰/۱۵	۶	۲۸۵	۴/۵	۳۸	۲۷	۱۸	۵۵	Si C L
۰-۱۰	۶/۴۲	۰/۲۳	۱/۳	۰/۱۴	۳	۲۸۰	۳/۴	۴۱	۱۵	۴۴	۴۰	L
۱۰-۳۰	۶/۳	۰/۲۳	۱/۳	۰/۱۳	۴	۲۱۵	۳	۳۴	۲۰	۵۲	۲۸	L
۰-۱۰	۶/۴	۰/۲۵	۲/۶	۱/۹	۵	۲۹۰	۴/۷	۵۴	۸	۳۰	۶۲	Si L
۱۰-۳۰	۶/۲	۰/۲۱	۲/۴	۱/۷	۵/۵	۲۶۵	۴/۵	۴۶	۱۸	۴۰	۴۲	L
۰-۱۰	۶/۲	۰/۲۶	۳/۳	۰/۳	۶	۴۱۰	۴/۲	۶۲	۱۶	۳۸	۴۶	L
۱۰-۳۰	۶	۰/۱۸	۲/۸	۰/۲۸	۸	۳۲۰	۴/۹	۷۰	۱۲	۴۹	۳۹	L
۰-۱۰	۶/۳	۰/۵۶	۳/۳۶	۰/۳۲	۶	۶۵۰	۵/۲	۷۸	۸	۲۴	۶۸	Si L
۱۰-۳۰	۶/۱	۰/۴	۳/۳	۰/۳۲	۶	۴۶۰	۶/۱	۶۸	۱۶	۴۰	۴۴	L

جدول۴- مقدار بیوماس اندام‌های هوایی و زیرزمینی در هر هکتار از تراکم‌های مختلف در طول دورهٔ رشد

تراکم تاج پوشش (درصد)	بیوماس تنه (تن در هکتار)	بیوماس شاخه (تن در هکتار)	بیوماس برگ (تن در هکتار)	بیوماس ریشه (تن در هکتار)	بیوماس لاشبرگ (تن در هکتار)	بیوماس اندام‌های هوایی (تن در هکتار)	بیوماس اندام زیرزمینی (تن در هکتار)	مجموع بیوماس (تن در هکتار)	متوسط بیوماس سالیانه (تن در هکتار)
<۵	۰/۵۶۷	۰/۶۱۷	۰/۱۳۲	۰/۶۵۹	۰/۰۰۴۲	۱/۳۱۶	۰/۶۵۹	۱/۹۷۹	۰/۱۴۱
۵-۲۵	۳/۷۴۵	۲/۹۱۵	۰/۷۰۲	۳/۴۶۷	۰/۰۹۷۶	۷/۳۶۲	۳/۴۶۷	۱۰/۹۲۶	۰/۷۸
۲۵-۵۰	۵/۳۴۵	۳/۸۷۰	۰/۹۹۴	۶/۳۷۸	۰/۸۰۸	۱۰/۲۱۰	۶/۳۷۸	۱۷/۳۹۶	۱/۲۴۳

۵۰-۷۵	۱۳/۲۵۱	۱۰/۰۴۱	۲/۷۴۲	۱۰/۸۷۷	۱/۸۴۷	۲۶/۰۳۴	۱۰/۸۷۷	۳۸/۷۸۵	۲/۷۷
۷۵<	۱۷/۰۶۹	۱۱/۱۸۹	۳/۱۲۹	۱۲/۷۶۸	۳/۷۸۰	۳۱/۳۸۷	۱۲/۷۶۸	۴۷/۹۳۵	۳/۴۲۴
میانگین	۷/۹۹۵	۵/۷۲۶	۱/۵۴۰	۶/۸۳۰	۱/۳۱۲	۱۵/۲۶۲	۶/۸۳۰	۲۳/۴۰۴	۱/۶۷۲

جدول ۵- نتایج آزمون دانکن در مورد ذخیرهٔ بیوماس اندام‌های مختلف در هر هکتار از تراکم-های مختلف در طول دورهٔ رشد

تراکم تاج‌پوشش (درصد)	فراوانی نمونه‌ها	سطح اطمینان ۹۵ درصد				
		۱	۲	۳	۴	۵
<۵	۱۲	A۱/۹۷۹				
۵-۲۵	۱۸		B۱۰/۹۲۶			
۲۵-۵۰	۸			C۱۷/۳۹۶		
۵۰-۷۵	۱۱				D۳۸/۷۸۵	
۷۵<	۱۴					E۴۷/۹۳۵
سطح معنی‌داری		۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰

جدول۶- آزمون مربع کای بیوماس اندام هوایی و زیرزمینی در هکتار و ارتفاع از سطح دریا

ارتفاع از سطح دریا	فراوانی نمونه‌ها	ارزش برآوردی پیرسون	سطح معنی‌داری
۲۰۰۰ – ۲۱۰۰	۴		
۲۱۰۰ – ۲۲۰۰	۱۳		
۲۲۰۰ – ۲۳۰۰	۲۱		
۲۳۰۰ – ۲۴۰۰	۱۱	۱۲۴/۶۹۶	۰/۰۴
۲۴۰۰- ۲۵۰۰	۱۲		
۲۵۰۰- ۲۶۰۰	۲		
تعداد کل	۶۳		

جدول۷- آزمون مربع کای بیوماس اندام هوایی و زیرزمینی در هکتار و جهات جغرافیایی

جهت جغرافیایی	فراوانی نمونه‌ها	ارزش برآوردی پیرسون	سطح معنی‌داری
شمالی	۳۳		
جنوبی	۳۰	۶۰/۹۲۲	۰/۴۴۳ns
تعداد کل	۶۳		

ns به‌معنی عدم معنی‌داری است.

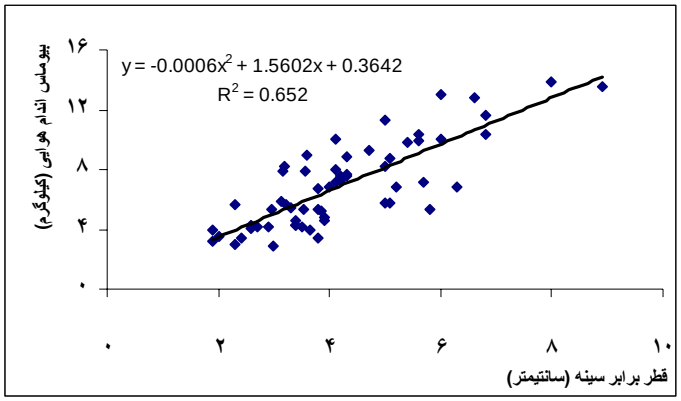
جدول۸- آزمون مربع کای بیوماس اندام هوایی و زیرزمینی در هکتار و شیب

درصد شیب	فراوانی نمونه‌ها	ارزش برآوردی پیرسون	سطح معنی‌داری
< ۱۵	۱		
۱۵ – ۳۰	۷		
۳۰ -۴۵	۱۸		
۴۵ - ۶۰	۲۴	۲۳۵/۴۷۳	۰/۱۲۴ns
۶۰ – ۸۰	۱۲		
۸۰ <	۱		
تعداد کل	۶۳		

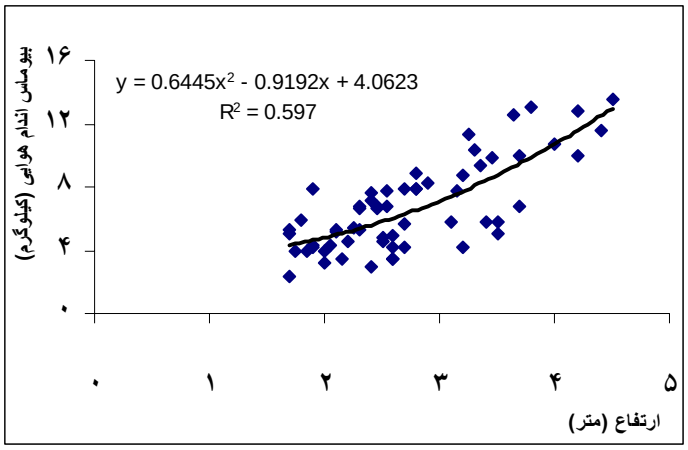
ns به‌معنی عدم معنی‌داری است.

جدول ۹- آزمون کای بیوماس اندام هوایی و زیرزمینی در هکتار و تراکم پوشش درختی

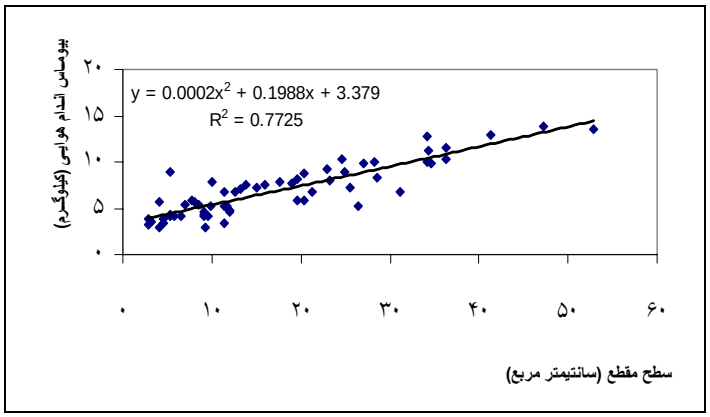
تراکم تاج‌پوشش (درصد)	فراوانی نمونه‌ها	ارزش برآوردی پیرسون	سطح معنی‌داری
< ۵	۱۲		
۵ – ۲۵	۱۸		
۲۵ – ۵۰	۸	۲۴۴/۵۰۰	۰/۰۰۰
۵۰ – ۷۵	۱۱		
۷۵ <	۱۴		
تعداد کل	۶۳		



شکل۱- رابطهٔ بین قطر برابر سینه و بیوماس اندام‌های هوایی



شکل۲- رابطهٔ بین ارتفاع و بیوماس اندام‌های هوایی



شکل۳- رابطهٔ بین سطح مقطع برابر سینه و بیوماس اندام‌های هوایی

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان می‌دهد که با افزایش تراکم تاج‌پوشش، رویش قطری و ارتفاعی افزایش می‌یابد. کیفیت رویشگاه نقش بسزایی در عوامل رویشی درختان دارد، به نحوی‌که می‌توان این افزایش رشد را نتیجهٔ در اختیار داشتن آب و مواد غذایی بیشتر دانست. بر این اساس می‌توان بیان داشت که با افزایش تراکم تاج-پوشش، کیفیت رویشگاه نیز بهتر می‌شود که نتایج تحقیق Arias (2007) درستی این موضوع را تأیید می-کند.

تولید سالیانهٔ بیوماس در جنگل مورد بررسی، به‌بطور متوسط ۱/۶۷ تن در هکتار است که با افزایش تراکم، به‌شدت افزایش می‌یابد، به‌طوری‌که این مقدار در تراکم بالای ۷۵ درصد، بیش از ۲۲ برابر تراکم کمتر از ۵ درصد است. نتایج آزمون مربع کای نشان می‌دهد که از بین عوامل فیزیوگرافیک تنها ارتفاع از سطح دریا ارتباط معنی‌داری را با بیوماس نشان می‌دهد، به‌عبارتی عوامل شیب و جهت بر مقدار بیوماس در تودهٔ موردبررسی تأثیر چندانی ندارد. در ارتفاعات بالاتر به-دلیل نبود جاده‌های دسترسی، امکان وجود عوامل خسارت‌زا از جمله انسان و دام اندک است و این موضوع سبب شده در ارتفاعات بالاتر، رویش قطری و ارتفاعی و در نتیجه مقدار بیوماس افزایش یابد. در بین ویژگی‌های توده، تراکم پوشش گیاهی و مقدار بیوماس

رابطهٔ معنی‌داری را نشان می‌دهند. بیشترین مقدار بیوماس در اندام‌های هوایی دیده می‌شود که نتایج بررسی Peichl (2006) نیز این موضوع را تأیید می‌کند. از بین ویژگی‌های خاک، نیتروژن قابل جذب ارتباط معنی‌داری با بیوماس اندام‌های هوایی دارد و با افزایش این عنصر مقدار رویش بیشتر می‌شود که (Afas 2005 *et al.*,) در بلژیک، Wang (2007) در جنگل‌های چین و Arias (2007) در کاستاریکا نیز در تحقیقات خود به نتایج مشابهی در این زمینه رسیدند. در ارتفاعات بالاتر، به‌دلیل افزایش تراکم توده جنگلی مقدار نیتروژن قابل جذب و کربن آلی خاک افزایش می‌یابد و این موضوع سبب افزایش رویش و بیوماس در ارتفاعات بالاتر می‌شود.

از آنجا که کوددهی در جنگل مشکل و هزینه‌بر است، برای افزایش مقدار نیتروژن خاک باید از گونه‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن در ترکیب گونه‌های درختی و درختچه‌ای جنگل استفاده کرد. همچنین حمایت از گونه‌های بومی همزیست با قارچ‌های میکوریز موجب افزایش نیتروژن خاک و در نتیجه افزایش رشد و بیوماس اندام‌های هوایی می‌شود (Afas et al., 2005; Arias, 2007). در نظر گرفتن مسئلهٔ اگروفارستری (تلفیق زراعت و جنگلداری) با توجه به شرایط اقتصادی ـ اجتماعی حاکم بر جنگل‌های زاگرس و حضور بسیار زیاد دام در عرصه و در نظر گرفته شدن این منطقه به‌عنوان قطب دامداری، کشت علوفه در فضای باز تاج - پوشش درختان ضمن تأمین مقداری از علوفهٔ مورد نیاز دام‌های موجود از سرشاخه‌زنی و جمع‌آوری برگ‌های درختان بلوط خواهد کاست و موجب حفاظت بیشتر خاک خواهد شد. افزایش بیوماس علاوه بر تولید چوب بیشتر، موجب می‌شود که جذب دی‌اکسید کربن و ذخیرهٔ کربن افزایش یابد که کاهش گازهای گلخانه‌ای را به‌دنبال خواهد داشت.

بر اساس آمار معاونت جنگل‌های خارج شمال (۱۳۸۵) مساحت جنگل زاگرس در تراکم تاج پوشش کمتر از ۵، ۲۵- ۵، ۵۰- ۲۵ و بیش از ۵۰ درصد به ترتیب ۱۷۷۲۵۵۰ (۳۵/۱ درصد)، ۲۷۳۲۰۵۰ (۵۴/۱ درصد)، ۳۱۸۱۵۰ (۶/۳ درصد) و ۲۲۷۲۵۰ (۴/۵ درصد) هکتار است. با توجه به افزایش تولید بیوماس در تراکم‌های بیشتر (کمتر از ۵، ۲۵- ۵، ۵۰- ۲۵ و بیش از ۵۰ درصد به ترتیب ۰/۱۴، ۰/۷۸، ۱/۲۴ و ۳/۱ تن در هکتار در سال) قادر خواهیم بود که با حذف عوامل مخرب از جنگل‌های زاگرس و در نتیجهٔ، افزایش تراکم تاج-پوشش جنگل، ذخیرهٔ زیادی از بیوماس را در این مناطق داشته باشیم. به‌طور کلی با توجه به وجود مسائل پیچیده در اکوسیستم‌های طبیعی و مسائلی مانند تأثیر عوامل اقلیمی و دیگر عوامل بر رویش درختان، ضروری است که تحقیقات گسترده‌ای در این زمینه صورت گیرد. با توجه به توانمندی‌ها و قابلیت‌های موجود در کشور پیشنهادهایی به شرح ذیر ارائه می‌شود:

- بررسی تأثیر عملیات حفاظتی، حمایتی و جنگل-شناسی بر تغییر مقدار بیوماس در رویشگاه‌های مختلف جنگلی؛
- کاهش فشار وارد به جنگل‌های اجتماعی با کم کردن وابستگی جنگل‌نشینان به جنگل به‌منظور احیای جنگل و افزایش تراکم توده‌های جنگلی؛
- لحاظ‌کردن ارزش‌ها و کارکردهای زیست‌محیطی جنگل در طرح‌های مدیریتی این منابع و برآورد ارزش اقتصادی دقیق این نوع کارکردها و دخالت دادن آن در بیلان طرح.

منابع

بردبار، کاظم، ۱۳۸۳. بررسی پتانسیل ذخیرهٔ کربن در جنگلکاری‌های اکالیپتوس و آکاسیای استان فارس، مجلهٔ پژوهش و سازندگی، ۷۰: ۹۵–۱۰۳.

بی‌نام، ۱۳۸۵. طرح تعیین تراکم تاج‌پوشش جنگل‌های زاگرس، معاونت جنگل‌های خارج شمال سازمان جنگل‌ها و مراتع و آبخیزداری کشور، ص ۶۷.

حیدری، رضا، ۱۳۸۵. بررسی روش‌های مختلف آماربرداری فاصله‌ای در جنگل‌های زاگرس، رسالهٔ دکتری، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تهران، ص۸۳.

طهماسبی، مسعود، ۱۳۷۴. بررسی مناسب‌ترین ابعاد شبکهٔ آماربرداری و سطح قطعه نمونه برای دقت معین در جنگل‌های بلوط غرب، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تهران، ص۹۱.

عدل، حمیدرضا، ۱۳۷۳. اندازه‌گیری بیوماس برگ و شاخص سطح برگ گونه‌های بلوط و بنه در جنگل‌های یاسوج، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه تهران، ص ۷۹.

مقدم، محمدرضا، ۱۳۸۰. اکولوژی توصیفی و آماری پوشش گیاهی، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۵۱۲، ص ۲۴۸.

Afas, N., A. Pellis & U. Niinemets, 2005. Growth and production of a short rotation coppice culture of poplar. II. Clonal and year-to-year differences in leaf and petiole characteristic and stand leaf area index. *Journal of Biomass and bioenergy*, 28: 536-457.

Arias, D., 2007. Calibration of LAI-2000 to estimate leaf area index and assessment of its relationship with stand productivity in six native and introdced tree species in Costa Rica, *Forest Ecology and Mangement*, 247: 185-193.

Kirby, R., 2007. Variation in carbon storage among tree species; implications for the managegment of a small-scale carbon sink project, *Forest Ecology and Management*, 247: 84-92.

Peichl, M., 2006. Abov- and belowground ecosystem biomass and carbon pools in an age-sequence of temperate pine plantation. *Agricultural and Foret meteorology*, 140(1-4): 51-63.

Sun, R., J.M. Chen, Y. Zhou & Y. Liu, 2004. Spatial distribution of net primary prlductivity and evapotranspiration in Changbaishan natural reserve. China, using Landsat ETM+ data, *Canadian Journal of Remote sensing*, 30:731-742.

Vesterdal, L., 2002. Change in soil organic carbon following afforestation of former arable land, *Forest Ecology and Management*, 169(1-2): 137-147.

Wang, P., 2007. Measurements and simulation of forest leaf area index and net primary productivity in Northern china, *Journal of Environmental Management*, 85:607-615.

Zhang, X.O., 2003. Potential carbon sequestration in China's forest. *Environmental Science & Policy*, 6: 421-432.

Investigation on the amount of biomass and it's relationship with physiographic and edaphic factors in oak coppice stand (Case study Khalkhal, Iran)

A. Khademi[*1], S. Babaei[2] and M. Mataji[2]
[1]Scientific member of Islamic Azad University (IAU) Malayer Branch, I. R. Iran
[2]Assistant Professor, Science & Research branch, Islamic Azad University (IAU), Tehran, I. R. Iran
(Received: 18 November 2008, Accepted: 18 April 2009)

Abstract
In order to investigate the amount of biomass in Oak (*Quercus macranthera*) coppice stand, an area of 278 hectare of Khalkhal forest locating at the northeast of Ardebil was selected as the study area. After combining slope, aspect and altitude maps, the number of land form units (polygons) as well as their areas were determined. Then 63 stump sprouts were selected in such a way that all environmental and typological conditions were taken into account. After determining the overall weight of different parts of trees to measure the dry weight as well as the amount of biomass, different parts of trees were delivered to kiln. The woody debris was collected and weighted in an area of 400 cm^2 under each stump sprouts. For determining the soil properties and evaluating its relationships with the amount of biomass, soil samples were taken from depth of 0 –10 and 10-30 cm. The mean amount of biomass was 23.4 tons per hectare of which 65.2% were stored in aerial organs, 29.2% in underground organs and 5.6% in woody debris. There was a significant difference between the amount of biomass in different densities of crown cover. Among the physiographic factors, only the altitude had a significant relationship with the biomass. Basal area and diameter at breast height (DBH) exhibit the highest correlation with the biomass.

Key words: Biomass, Coppice stand, Oak tree, Physiographic and edaphic conditions, Khalkhal.

[*]Corresponding author Tel: +98 913 6364011 Email: khademi_54a@yahoo.com