فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۱۵ شمارهٔ ٤ ، صفحهٔ ٤٢٦-٤١٧ ، (١٣٨٦)

برآورد بیوماس برگ و شاخص سطح برگ دو گونه عمده در جنگلهاي ياسوج

حمیدرضا عدل[1]

۱- دانش‌آموخته دکترای منابع طبیعی دانشگاه تهران. پست الکترونیک: hadl_45@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۸۵/۱۰/۲٦ تاریخ پذیرش: ۸۵/۱۲/۱٦

چکیده

جنگلهای یاسوج نماینده جنگلهای بخش زاگرس جنوبی قلمداد می‌شوند که از نظر تراکم و ترکیب گونه‌ای از اهمیت ویژه‌ای در سطح کشور برخوردارند. دو گونه عمده این جنگلها را بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) و بنه (*Pistacia mutica*) تشکیل می‌دهند. در این تحقیق با استفاده از اندازه‌گیری اجزاء مختلف درختان و یافتن رابطه‌های همبستگی بین مؤلفه‌های مختلف، دو شاخص اکولوژیک میزان بیوماس برگ و شاخص سطح برگ (Leaf Area Index) برآورد شده است. برای این منظور تعدادی از درختان بلوط ایرانی و بنه به روش تصادفی- سیستماتیک انتخاب و مؤلفه‌هایی نظیر قطر برابر سینه، ارتفاع درخت، ارتفاع تاج و دو قطر بزرگ و کوچک تاج اندازه‌گیری شدند. همچنین برگ‌های قطاعی از تاج درختان که بر حسب کوچکی یا بزرگی تاج درختان بین یک‌هشتم تا یک‌چهارم کل درخت بودند، چیده شد. پس از توزین، وزن خشک برگها در آزمایشگاه تعیین گردید. برای محاسبه شاخص سطح برگ از روش Gravimetric Method استفاده شد که در آن رابطه بین «سطح برگ» و «وزن خشک» به‌عنوان معیاری برای برآورد مساحت کل برگ‌های درخت می‌باشد. برای تعمیم نتایج بدست آمده از درختان نمونه به کل جنگل از روش «درخت متوسط» (Mean Tree Method) استفاده شد. نتایج نشان داد میزان بیوماس برگ گونه‌های بلوط ایرانی و بنه به‌ترتیب ۱۳۱۷/۳ و ۵۷/۲ کیلوگرم در هکتار است. برای برآورد سریع این شاخص نیز روابط ریاضی مربوط به درختان ارائه گردید. متوسط شاخص سطح برگ در منطقه مورد مطالعه حدود ۱/۲ برآورد شد. همچنین آزمایش تجزیه برگ گونه‌های نام برده برای بررسی‌های بیشتر در زمینه میزان عناصر موجود در برگ انجام شد.

واژه‌های کلیدی: بلوط ایرانی، بنه، بیوماس برگ، جنگل یاسوج، شاخص سطح برگ.

مقدمه

امروزه استفاده از شاخصهای اکولوژیک برای شناخت وضعیت اکوسیستمها و پایش و ارزیابی تغییرات ایجاد شده طی زمان، در کشورهای پیشرفته به‌صورت امری متداول درآمده است. این موضوع برای کشور ما که از یک سو منابع طبیعی آن بر اثر عوامل مختلف دستخوش تخریب و ناپایداری قرار دارد و از سوی دیگر فقدان اطلاعات پایه، امکان برقراری سامانه پایش منابع را با چالش جدی روبرو ساخته است، از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. از جمله شاخصهای اکولوژیک که ضعف اطلاعات مربوط به آن به‌خوبی مشهود است، آگاهی از توان تولید بیوماس و شاخص سطح برگ Leaf Area Index (LAI) اکوسیستمهای جنگلی و گونه‌های آن است. این تحقیق که در جنگلهای یاسوج به اجرا درآمده است سعی در برآورد میزان بیوماس برگ دو گونه مهم جنگلهای منطقه رویشی زاگرس یعنی بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) و بنه (*Pistacia mutica*) و همچنین میزان شاخص سطح برگ این دو گونه که بیش از ۹۰ درصد ترکیب پوشش درختی جنگلهای یاسوج را تشکیل می‌دهد، دارد.

در اکوسیستمهای جنگلی، اهمیت مطالعه بیوماس جنگل از آنجا ناشی می‌شود که میزان آن بیانگر توان تولید

Archive of SID

www.SID.ir

در واحد سطح و یا زمان می‌باشد. در این میان نقش بیوماس برگ به‌دلیل انجام عمل فتوسنتز و تولید ماده آلی و همچنین برگشت سالانه عناصر در جریان چرخه بیولوژیکی مواد بین بخش زنده و غیرزنده اکوسیستم از درجه اهمیت بیشتری برخوردار است. بنا به اعتقاد سون (۱۳۵٦) به‌طور تقریبی حدود ٦٦ درصد از عناصر معدنی جذب شده از خاک، در برگ گیاهان متمرکز می‌شود. پس از ریزش برگ‌ها، در صورت ماندگاری آنها در کف جنگل، عناصر موجود در فرآیند معدنی شدن آزاد شده و این چرخه تکرار می‌شود. اما در بخش عمده‌ای از جنگلهای ایران و از جمله جنگلهای یاسوج که دستخوش چرای شدید و از بین رفتن پوشش گیاهی و در نتیجه تخریب و فرسایش خاک هستند، چرخه عناصر به‌طور کامل انجام نشده و بخشی از عناصر مورد نیاز گیاهان به‌تدریج از دسترس آنها خارج می‌شوند. در این زمینه تجزیه برگ درختان و مقایسه آن با آزمایشهای خاک می‌تواند معیاری برای سنجش عناصر خارج شده از اکوسیستم جنگل باشد.

شاخص سطح برگ (LAI) به‌عنوان مجموع مساحت یک طرف برگ گیاهان در واحد سطح زمین تعریف می‌شود و این شاخص به‌صورت یک عدد و بدون واحد معین نشان داده می‌شود. این تعریف برای پهن برگان مناسب است. برخی از محققان برای گونه‌های دارای برگهای سوزنی و غیرپهن پیشنهاد محاسبه نصف مجموع مساحت برگ در واحد سطح زمین را ارائه داده‌اند (Jonckheere *et al*., 2004).

نقش و اهمیت LAI در ارتباط و وابستگی آن با بسیاری از فرآیندهای اکولوژیک نظیر میزان فتوسنتز و تبخیر و تعرق، تولید خالص نخستین، ضریب تبادل انرژی بین گیاهان و اتمسفر آشکار می‌شود (Pierce & Running, 1988). از نظر (Jonckheere *et al*., 2004) برآورد LAI برای بسیاری از مطالعات مربوط به اتمسفر ضروری است و از آن می‌توان به‌عنوان یک مؤلفه بحرانی که واکنش تاج پوشش گیاهان نسبت به تغییرات جهانی محیط زیست را به‌خوبی نشان می‌دهد استفاده کرد. این شاخص همچنین برای مقایسه توسعه تاج پوشش گیاهان در طول زمان و در شرایط محیطی متفاوت برای گونه‌های مختلف بکار گرفته می‌شود. میزان LAI گیاهان به ترکیب گونه‌ها، مراحل توسعه یا توالی جوامع گیاهی، فصول مختلف سال و به‌طور قوی به شرایط حاکم بر رویشگاه و اقدامات مدیریتی اعمال شده بر آن وابسته است. مجموع عوامل فوق همراه با تفاوت در روش‌های برآورد، باعث دامنه تغییرات زیادی برای مقادیر محاسبه شده LAI در گزارشهای علمی شده است. دامنه تغییرات LAI براساس نتایج مطالعات منتشر شده از ۰/٤ برای *Quercus petrea* تا ١٤ برای گونه *Pseudotsuga menziesii* گزارش شده است (Jonckheere *et al*., 2004). البته مقادیر بیشتری نیز در منابع مختلف گزارش شده است، برای نمونه می‌توان به ۱۷/۲ برای گونه *Cryptomeria japonica* و یا ١٦/٦ برای جنگلهای دالانی همیشه سبز تایلند (میسرا، ۱۳۷۲) و یا حتی میزان ٤١/٨ برای بخشی از جنگلهای چین (Ni *et al*., 2001 به نقل از Jockheere *et al*., 2004) اشاره کرد.

روش‌های برآورد LAI به دو دسته کلی روش‌های مستقیم و غیرمستقیم تقسیم می‌شوند. در روش مستقیم که جزء روش‌های قدیمی‌تر است، سطح برگ گیاهان به‌صورت مستقیم مورد اندازه‌گیری قرار می‌گیرد. طولانی بودن زمان برآورد، هزینه‌های زیاد و همچنین نمونه‌برداری تخریبی (Distructive Sampling)، در صورت جمع‌آوری برگ ناشی از قطع درختان، از جمله محدودیت‌های این روش است. روش‌های غیرمستقیم که امروزه در اغلب کشورها به‌کار می‌روند، با استفاده از مؤلفه‌هایی که به سهولت قابل اندازه‌گیری هستند، میسر می‌شود. انجام عمل برآورد در این گونه روش‌ها که از تنوع زیادی نیز برخوردار است به‌طور عمده بر پایه اندازه‌گیری میزان نور عبور یافته از میان تاج پوشش درختان و با استفاده از

Archive of SID

www.SID.ir

ابزارهای پیشرفته به‌ویژه وسایل اپتیکی و بررسی انعکاس طیف نوری بر روی داده‌های ماهواره‌ای و یا عکس‌های هوایی استوار است. البته بسیاری از محققان برای ارزیابی صحت برآورد غیرمستقیم LAI و همچنین پیشنهاد معادلات همبستگی بین شیوه‌های مختلف برآورد غیرمستقیم، همچنان از روش‌های مستقیم استفاده می‌نمایند.

در کشور ایران به‌دلیل نوپا بودن این نوع تحقیقات در عرصه‌های منابع طبیعی و فقدان وسایل و تجهیزات مورد نیاز، برآورد غیر مستقیم LAI در عمل با مشکل جدی روبرو است. در این تحقیق پس از اندازه‌گیری و توزین برگ‌های تعداد ٦٣ اصله از درختان بلوط ایرانی و بنه و محاسبه رابطه بین وزن خشک برگ و سطح آن، LAI به روش مستقیم برآورد شده است. سوابق تحقیق نشان می‌دهد در ایران این نوع مطالعات به‌ویژه برای جنگلهای منطقه رویشی زاگرسی انجام نشده است. در دیگر کشورها مطالعات زیادی در این زمینه صورت پذیرفته که برای مثال می‌توان به مطالعات برآورد سطح برگ تاج پوشش درختان به‌وسیله تجزیه و تحلیل نور عبور یافته از تاج پوشش درختان (Martens *et al.*,1993)، محاسبه ضریب همبستگی زیاد (r^2 = ۰/۹٤) بین نتایج دو روش مستقیم و غیر مستقیم برآورد LAI در جنگلهای سوزنی‌برگ (Pierce & Running, 1988)، مروری بر روشهای برآورد LAI (Jonckheere *et al.*, 2004) و تحلیل کلی بر بررسیهای به‌عمل آمده پیرامون LAI (Asner *et al.*, 2002) اشاره نمود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این بررسی در جنگل یاسوج با عرض جغرافیایی ´۰۲ °۵۱ تا ´۵۲ °۵۱ شمالی و طول جغرافیایی ´۲۲ °۳۰ تا ´۰۳ °۳۱ شرقی انجام شده است. این جنگلها در دامنه ارتفاعی ۱۸۰۰ تا ۲۷۰۰ متر از سطح دریا انتشار دارند، میانگین بارندگی سالانه نزدیکترین ایستگاه هواشناسی، ۷۷۸ میلیمتر است و در سیستم اقلیمی آمبرژه، در طبقات نیمه خشک سرد تا مرطوب سرد واقع می‌شوند.

روش‌ها

برای برآورد بیوماس برگ از روش مستقیم اندازه‌گیری و توزین آن یعنی چیدن برگ درختان نمونه استفاده شد. برای این منظور تعداد ۳۳ درخت بلوط و ۳۰ درخت بنه به روش تصادفی – سیستماتیک انتخاب و تمام برگ‌های قطاعی از تاج درختان (برحسب بزرگی و کوچکی تاج بین یک‌هشتم تا یک‌چهارم تاج) جدا نموده و وزن آنها با ترازوی دقیق محاسبه شد (برای جلوگیری از خطاهای ناشی از تأثیر شیب و سایر عوامل دیگر بر شکل تاج درختان، عمل جداسازی برگ در جهت‌های مختلف جغرافیایی از یک درخت به درخت دیگر به‌صورت سیستماتیک صورت گرفت).

علاوه بر وزن برگ درختان، اطلاعات دیگری از درختان مورد نظر مانند قطر برابر سینه، ارتفاع درخت، ارتفاع تاج، قطرهای کوچک و بزرگ تاج نیز مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. از این اطلاعات برای تعیین روابط بین میزان بیوماس برگ و سایر مؤلفه‌های مربوط به درختان که در اصطلاح علمی به آن معادلات Allometric گفته می‌شود، استفاده شد. شکل کلی معادله‌ای که به‌طور غالب در محاسبه مربوط به تعیین بیوماس (اعم از برگ یا وزن درختان) مورد کاربرد قرار می‌گیرد (Satoo & Madgwick, 1982) عبارت است از: $Y = a.b^x$ یا $\log Y = \log a + b\log(x)$ در این رابطه Y معرف بیوماس کل درخت یا برگ آن و یا شاخص سطح برگ است و x یکی از مؤلفه‌های مربوط به درختان مانند قطر برابر سینه است.

Archive of SID

www.SID.ir

برای ارائه بهترین معادله همبستگی بین بیوماس برگ (بر حسب وزن خشک) و دیگر شاخصهای مربوط درختان، حدود ۲۱ متغیر با استفاده از نرم‌افزار آماری STATGRAF بکار گرفته شد. انتخاب نوع متغیر یا متغیرهایی که بهترین ضریب همبستگی را نشان می‌داد، در چارچوب رابطه آماری چند متغیره (Multiple Regression) به‌کمک شیوه انتخاب گام‌به‌گام (Stepwise selection) بدست آمد.

متغیرهای ۲۱ گانه که در این بررسی مورد استفاده قرار گرفتند عبارتند از:

- DBH (قطر برابر سینه)، H (ارتفاع درخت)، hc (ارتفاع تاج)، Dc (قطر بزرگ تاج) و dc (قطر کوچک تاج).
- توان دوم هر یک از متغیرهای فوق.
- ترکیب مختلف متغیرهای فوق شامل: $DBH \times H$، $DBH \times hc$، $Dc \times dc$، $Dc \times dc \times H$، $Dc \times dc \times hc$، $\frac{Dc+dc}{2}$، $H \times \frac{(Dc+dc)}{2}$، $hc \times \frac{(Dc+dc)}{2}$، $H^2 \times \frac{(Dc+dc)}{2}$ و $hc^2 \times \frac{(Dc+dc)}{2}$ حجم کروي تاج.

شاخص سطح برگ گونه‌های مورد بررسی، از طریق روشی موسوم به gravimetric method محاسبه شد. این روش بر پایه تعیین رابطه بین «مساحت برگ» هرگونه با «وزن خشک برگ» استوار است. بدین منظور برای هرگونه از قسمت‌های مختلف تاج ۵ درخت نمونه، مقدار معینی از برگ درختان جدا نموده و در کوره آزمایشگاهی به‌مدت ٤٨ ساعت در درجه حرارت ٦٥ درجه سانتیگراد قرار داده شد تا وزن خشک برگ گونه‌ها تعیین شود. برای محاسبه سطح برگ از دستگاه Delta T Area meter استفاده شد که تعداد ۱۰۰ برگ از هر گونه با این دستگاه اندازه‌گیری شد. بعد سطح برگ ویژه Specific Leaf Area (بر حسب سانتیمترمربع برگرم) برای هر دو گونه محاسبه شد. با دستیابی به رابطه بین این دو مؤلفه، میزان سطح برگ هر درخت نمونه براساس وزن کل برگ آن برآورد گردید.

به‌منظور تعمیم نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری درختان نمونه به کل جنگل، از روش «درخت متوسط» (Mean Tree Method) استفاده شد. در این روش میانگین اطلاعات جمع‌آوری شده از هر قطعه نمونه و یا هر درخت نمونه، اندازه‌های درخت متوسط را معین می‌نماید. سپس با محاسبه تعداد کل درختان در واحد سطح جنگل مورد نظر و ضرب نمودن اندازه‌های درخت متوسط به تعداد کل درختان، هدف مورد نظر بدست آمد.

در این مطالعه پس از اندازه‌گیری و تعیین اندازه‌های «درخت متوسط» گونه‌های بلوط و بنه، از اطلاعات مربوط به وضعیت کمی و کیفی جنگلهای یاسوج مندرج در طرح جنگلداری یاسوج (بی‌نام، ۱۳۵۰) و یافته‌های پژوهشی فرهمند (۱۳۷۸)، برای تعیین تعداد کل گونه‌ها در واحد سطح استفاده شده است.

همچنین برای تعیین میزان عناصر موجود در برگ گونه‌های مورد بررسی، میزان معینی از برگ جمع‌آوری شده از درختان نمونه به روش جذب اتمی (Atomic Absorbtion) در آزمایشگاه مورد تجزیه قرار گرفت.

نتایج

پس از جمع‌آوری اطلاعات زمینی، در آزمایشگاه نسبت وزن خشک برگ درختان تعیین شد. متوسط رطوبت برگ در گونه بلوط ٤٣ درصد و در گونه بنه ٥٣ درصد محاسبه گردید. از طریق اندازه‌گیری‌های انجام شده با دستگاه Delta T Area meter، نسبت سطح به وزن خشک برگ گونه‌های بلوط و بنه به‌ترتیب (cm^2/gr) ۱۷۱/۲ و (cm^2/gr) ۲۱٤/۲ بدست آمد (این نسبت که برای دو طرف سطح برگ محاسبه می‌شود را سطح برگ

Archive of SID

www.SID.ir

ویژه یا SLA می‌نامند). همچنین نتایج بدست آمده از اطلاعات برداشت شده برای هر درخت نمونه، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و روابط همبستگی بین وزن خشک برگ و سایر متغیرهای مربوط به درختان نمونه محاسبه شد.

نتایج نشان می‌دهد در گونه بلوط ایرانی، از مجموع ۲۱ متغیری که به شیوه گام‌به‌گام تحت آزمون قرار گرفتند، متغیر مستقل $hc \times \frac{(Dc+dc)}{2}$ بیشترین میزان همبستگی را با متغیر وابسته بیوماس برگ در شکل معادله زیر از خود نشان می‌دهد:

$$Y = 0/368\left[hc\frac{(Dc+dc)}{2}\right]$$

ضریب همبستگی در این رابطه برابر با r^2 = ۰/۹٤ خواهد بود.

برای گونه بنه، متغیر قطر برابر سینه (DBH) نسبت به سایر متغیرها از درجه اهمیت بیشتری برخوردار است و شکل معادل به‌شرح زیر پیشنهاد می‌شود:

LnY=-1/314+1/49 Ln(DBH)

ضریب همبستگی رابطه فوق، r^2 = ۰/۹۵ محاسبه شده است.

در معادلات فوق متغیر Y نشان دهنده میزان بیوماس برگ (بر حسب کیلوگرم وزن خشک)، DBH بر حسب سانتیمتر و سایر مؤلفه‌ها بر حسب متر است.

جدول ۱ نتایج آماری بدست آمده از اطلاعات درختان نمونه، مربوط به اندازه‌های «درخت متوسط» را نشان می‌دهد.

جدول ۱- مقادیر مربوط به اندازه‌گیری مؤلفه‌های مختلف درخت متوسط، در دو گونه بلوط و بنه (اعداد داخل پرانتز اشتباه معیار اندازه‌گیری است)

نام گونه	قطر برابر سینه DBH (سانتیمتر)	ارتفاع درخت H (متر)	ارتفاع تاج Hc (متر)	قطر بزرگ تاج Dc (متر)	قطرکوچك تاج Dc (متر)	بیوماس برگ (کیلوگرم وزن خشك)
بلوط	۲۸/۹ (۱/۵۶)	۷/۹۰ (۰/۲۹)	۵/۸۰ (۰/۲۷)	۷/۰۵ (۰/۳)	۶/۱۱ (۰/۲۴)	۱۴/۶۶۰ (۱/۲۷)
بنه	۳۷/۶ (۲/۳)	۶ (۰/۲)	۴/۰۶ (۰/۱۵)	۶/۵۸ (۰/۲۴)	۵/۹۵ (۰/۲۴)	۱۱/۳۲۸ (۰/۹۴)

چنانچه ابعاد «درخت متوسط» را به‌عنوان معرف جنگلهای منطقه مورد بررسی بپذیریم، در این صورت با محاسبه تعداد کل درختان متعلق به هرگونه در واحد سطح، با استفاده از رابطه زیر متوسط بیوماس برگ جنگلهای یاسوج برآورد می‌شود:

بیوماس برگ درخت متوسط × متوسط تعداد در هکتار (اصله) = متوسط بیوماس برگ در هکتار (وزن خشک)

براساس روش پیشنهادی و بر اساس اطلاعات موجود تعداد در واحد سطح گونه بلوط و بنه به‌ترتیب برابر ۸۹/۸٦ و ۵/۰۵ در هر هکتار است. بنابراین مقادیر مورد انتظار وزن خشک بیوماس برگ گونه بلوط ایرانی ۱۳۱۷/۳ کیلوگرم در هکتار و برای گونه بنه ۵۷/۲ کیلوگرم

Archive of SID
www.SID.ir

در هکتار برآورد می‌شود. بر همین اساس میزان شاخص سطح برگ LAI دو گونه فوق در واحد سطح (هکتار) با توجه به سطح برگ ویژه آنها در مجموع برابر با ۱/۲ خواهد بود.

نتایج بدست آمده از تجزیه برگ درختان نیز در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- میزان مهمترین عناصر موجود در برگ درختان بلوط و بنه در جنگلهای یاسوج

گونه‌ها	عناصر پر مصرف (درصد)				عناصر کم مصرف (p.p.m)				
	ازت	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	آهن	منگنز	روي	مس
Q.brantii	۰/۴۳	۰/۱۳	۰/۶۴	۲	۰/۲۷۵	۱۱۹	۲۵	۲۹	۰/۹
P.mutica	۰/۲	۰/۰۶	۰/۴۹	۳/۴	۰/۸۳۵	۷۳	۲۵	۱۸	۰/۹

بحث

بررسی انجام شده نشان داد امکان برقراری رابطه بین بیوماس برگ درختان و متغیرهایی که اندازه‌گیری آنها به سهولت امکان‌پذیر است (نظیر قطر برابر سینه و ارتفاع تاج) با ضریب همبستگی زیاد وجود دارد. به‌دلیل عدم انجام تحقیق مشابه در سطح کشور، امکان مقایسه نتایج حاصل از این بررسی وجود ندارد. در سایر کشورها به‌ویژه در آمریکا و کانادا مطالعات زیادی انجام شده است. از جمله می‌توان به مطالعات Gower & Norman (1991) اشاره کرد که برای برآورد سریع LAI در جنگل‌کاریهای سوزنی‌برگ و پهن‌برگ جنگلهای Wisconsin آمریکا، از دو روش برآورد مستقیم و غیرمستقیم LAI استفاده کردند. در روش مستقیم برای تعیین LAI چهار گونه سوزنی‌برگ و یک گونه بلوط قرمز (*Quercus rubra*)، با قطع تنها ۱۰ درخت نمونه از هرگونه و طی مراحل توزین برگ‌ها و بدست آوردن سطح برگ ویژه (به‌کمک دستگاه سنجش مساحت Delta T) میزان LAI را بر حسب قطر برابر سینه درختان با استفاده از رابطه کلی Allometric محاسبه نمودند. ضریب همبستگی (r^2) مشاهده شده از ۰/۹۰ تا ۰/۹۵ برحسب نوع گونه‌ها متغیر بوده است. LAI محاسبه شده برای بلوط قرمز ۳/۱ گزارش شده است.

در مورد روابط همبستگی پیشنهادی در بخش نتایج این مقاله، ضروری است بر روی این نکته تأکید شود که اصولاً در چنین مطالعاتی همواره سعی بر ارائه مدل‌ها و یا استفاده از متغیرهایی است که علاوه بر دقت برآورد قابل قبول، از مزیت سادگی و سهولت محاسبه نیز برخوردار باشند. در این زمینه می‌توان برای برآورد بیوماس برگ گونه بلوط ایرانی با ارائه رابطه ریاضی زیر:

$$LnY = 0/716Ln\left[hc\frac{(Dc+dc)}{2}\right]$$

دقت اندازه‌گیری را اندکی بهبود بخشید و ضریب همبستگی را به r^2 =۰/۹۸ رسانید.

همچنین برای گونه بنه نیز می‌توان رابطه ریاضی زیر را با r^2 = ۰/۹۶ ارائه داد که در آن دقت اندازه‌گیری و ضریب همبستگی اندکی بهبود می‌یابد، ولی به‌دلیل استفاده از چند متغیر و نیاز به محاسبات زیادتر، استفاده از آن توصیه نمی‌شود.

$$LnY = -1/18 + 1/124Ln(DBH) + 0/315Ln\left[hc\frac{(Dc+dc)}{2}\right]$$

Archive of SID

www.SID.ir

در استفاده از روش درخت متوسط برای تعمیم نتایج بدست آمده از اندازه‌گیری قطعات نمونه (یا درختان نمونه)، باید به این موضوع توجه داشت که اگرچه این روش دارای مزیت سهولت محاسبه و سادگی متغیرهای مورد اندازه‌گیری می‌باشد ولی خطای اندازه‌گیری آن به‌ویژه در توده‌های جنگلی ناهمسال بسیار زیاد است.

Kimminis (1988)، میزان اشتباه برآورد با این روش را بین ۲۵ تا ٤٥ درصد گزارش کرده است. درحالی‌که Satoo & Madgwick (1981) در بررسی بیوماس جنگل، استفاده از روش درخت متوسط را همراه با خطای برآورد پایین توأم می‌دانند.

برآورد بیوماس برگ براساس تعداد اصله درخت شمارش شده در واحد سطح جنگلهای یاسوج توسط فرهمند (۱۳۷۸) انجام شده است. مطالعه وی تحت عنوان ارزیابی کمی و کیفی طرح جنگل‌داری یاسوج، از جمله معدود بررسیهایی است که تغییرات ایجاد شده در جنگلهای غرب کشور، طی یک دوره زمانی ۲۷ ساله را نشان می‌دهد. در واقع بر اساس اطلاعات مندرج در کتابچه طرح جنگل‌داری یاسوج (بی‌نام، ۱۳۵۰) تعداد در هکتار دو گونه بلوط ایرانی و بنه به‌ترتیب برابر با ۱۷۰/٤٤ و ٦/۷۸ اصله در هکتار و میانگین حجم دو گونه نیز به‌ترتیب ۳۰/٤ و ۱/۳ سیلو در هکتار بوده است. درحالی‌که در سال ۱۳۷۸ یعنی پس از گذشت ۲۷ سال، تعداد در هکتار گونه بلوط ایرانی با کاهش قابل توجه ٤۷ و حجم در هکتار آن نیز با کاهش ٥٤/٦ درصدی روبرو شده است. درخصوص گونه بنه، اگرچه تعداد در هکتار با کاهش ۲٥/٥ درصد روبرو شده است ولی از نظر حجم در هکتار از افزایشی معادل ٥۳/۳ درصد برخوردار شده است.

بنابراین با قبول آمارهای فوق، می‌توان گفت بیوماس برگ یا به‌عبارتی تولید سالانه برگ گونه بلوط ایرانی و بنه به‌ترتیب برابر ۲٤۹۸ و ٦۷/۷ کیلوگرم در هکتار بوده است که پس از گذشت ۲۷ سال به ۱۳۱۷/۳ و ٥۷/۲ کیلوگرم در هکتار رسیده است.

با توجه به اینکه اساس محاسبه LAI نیز برآورد حاصل از بیوماس برگ بوده است، چنین نتیجه‌گیری می‌شود که مجموع LAI دو گونه مورد مطالعه که خود به‌تنهایی نزدیک به ۹٤ درصد ترکیب پوشش درختی را شامل می‌شوند (فرهمند، ۱۳۷۸)، طی دو مقطع زمانی آماربرداری از ۲/۲ به ۱/۲ رسیده است. برای مقایسه LAI محاسبه شده با سایر گزارشهای علمی و ارزیابی جایگاه جنگلهای یاسوج به‌عنوان معرف بخش مهمی از جنگلهای ناحیه رویشی زاگرسی، اطلاعات قابل توجهی پیرامون میانگین LAI گزارش شده و دامنه تغییرات آن برای ۱٥ بیوم عمده در سطح کره زمین براساس بررسی‌های به‌عمل آمده در جدول ۳ ارائه شده است (Asner, *et al*., 2002). این اطلاعات که حاصل از جمع‌بندی ۹۳۱ گزارش منتشر شده در سطح جهانی است، نشان می‌دهد دامنه میانگین LAI از ۱/۳ (با انحراف معیار ۰/۹ ±) برای بیابان‌ها تا ۸/۷ (با انحراف معیار ٤/۳ ±) برای جنگلهای دست کاشت متغیر است.

همان‌گونه که مشاهده می‌شود LAI جنگلهای یاسوج در مقایسه با میانگین شاخص فوق برای بیوم‌های مختلف دنیا، نزدیکی زیادی به بیوم بیابان از خود نشان می‌دهد. درحالی‌که از نظر تقسیم‌بندیهای متداول این ناحیه رویشی را باید جزء جنگلهای پهن‌برگ خزان‌کننده مناطق معتدله به‌حساب آورد. البته این موضوع در چارچوب مقایسه با میانگین LAI بیوم‌های مختلف، سنخیت دارد و نباید کمینه LAI گزارش شده برای بیوم جنگلهای پهن‌برگ خزان‌کننده معتدله (۰/٤) را فراموش کرد. ضمن آن‌که خطاهای ناشی از کاربرد روش «درخت متوسط» و همچنین جداسازی برگ‌های قطاعی از تاج درختان و نه کل آن و بالاخره زمان انجام عملیات آماربرداری (مهرماه) و احتمال از بین رفتن بخشی از بیوماس برگ توسط

Archive of SID
www.SID.ir

حشرات برگخوار و جمع‌آوری میوه و بذر درختان بنه توسط جوامع محلی را نباید نادیده گرفت.

جدول ۳- اطلاعات مربوط به شاخص سطح برگ مهمترین بیوم‌های مختلف (Asner *et al.*, 2001)

نوع بیوم یا اکوسیستم	تعداد مشاهدات (نمونه‌ها)	میانگین	انحراف معیار	کمینه	بیشینه
کل بیوم‌ها	۹۳۱	۵/۲	۴/۱	۰/۰۱	۴۷
محصولات زراعي	۸۸	۴/۲	۳/۳	۰/۲	۲۰/۳
بیابان (Deserts)	۶	۱/۳	۰/۹	۰/۶	۲/۸
جنگلهاي پهن‌برگ خزان‌کننده بورآل	۵۸	۲/۶	۱۰	۰/۳	۶
جنگلهاي سوزني‌برگ خزان‌کننده بورآل	۹۴	۳/۵	۳/۳	۰/۵	۲۱/۶
جنگلهاي سوزني‌برگ خزان کننده نیمه معتدله – نیمه بورآل	۱۷	۴/۶	۲/۴	۰/۵	۸/۵
جنگلهاي پهن‌برگ خزان کننده معتدله	۱۸۷	۵/۱	۱/۸	۰/۴	۱۶
جنگلهاي پهن‌برگ همیشه‌سبز معتدله	۵۸	۵/۸	۲/۶	۰/۸	۱۲/۵
جنگلهاي سوزني برگ همیشه‌سبز بورآل	۲۱۵	۶/۷	۰/۶	۰/۰۱	۴۷
جنگلهاي پهن‌برگ خزان کننده استوايي	۱۸	۳/۹	۲/۵	۰/۶	۸/۹
جنگلهاي پهن‌برگ همیشه‌سبز استوايي	۶۱	۴/۹	۲	۱/۵	۱۲/۳
علفزار (grasslands)	۲۸	۲/۵	۳	۰/۳	۱۵/۴
جنگلهاي دست کاشت (Plantations)	۷۷	۸/۷	۴/۳	۱۶	۱۸
درختچه‌زار (Shrublands)	۵	۱/۲	۱/۶	۰/۴	۴/۵
توندرا (Tundra)	۱۳	۲/۷	۲/۴	۰/۲	۷۱۲
تالاب‌ها (Wetlands)	۶	۶/۳	۲/۳	۲/۵	۸/۴

در مورد نتایج بدست آمده از تجزیه آزمایشگاهی برگ درختان، با توجه به‌این‌که تجزیه برگی نشان دهنده وضع حاصلخیزی خاک و تغذیه درختان است (زرین کفش، ۱۳۸۰)، بنابراین مقایسه میزان عناصر موجود در برگ درختان یک منطقه در دوره‌های زمانی مختلف می‌تواند تا حدی نشان‌دهنده میزان سرعت از دسترس خارج شدن عناصر مورد نیاز و یا ورود عناصر به چرخه بیولوژیکی اکوسیستم باشد. زرین کفش (۱۳۵۰) درصد عناصر پرمصرف موجود در برگ درختان بلوط ایرانی و بنه را گزارش نموده است. مقایسه مقادیر این عناصر که در جدول ٤ ارائه شده است با مقادیر مندرج در جدول ۲، حکایت از کاهش قابل ملاحظه ازت و فسفر به‌عنوان دو عنصر اساسی مورد نیاز در فرآیند تولید مواد آلی و سرعت بخشیدن به چرخه مواد شیمیایی دارد. در عوض افزایش نسبی میزان کلسیم، منیزم و پتاسیم را در برگ درختان موجب می‌شود. از طرف دیگر مشاهدات صحرایی حکایت از عدم وجود لاشبرگ بر روی خاکهای جنگلی منطقه مورد بررسی دارد. این موضوع به‌خوبی نشان می‌دهد، بخش عمده‌ای از برگهایی که در هر سال خزان می‌کنند فرصت تبدیل شدن به هوموس و ایجاد افق

Archive of SID

www.SID.ir

آلی بر روی خاک این مناطق را ندارند. به‌عبارت دیگر مقادیر زیادی از این عناصر هرسال به‌دلایل مختلفی نظیر: چرای مفرط دام در جنگل و فرسایش خاک از دسترس درختان و گیاهان کف جنگل خارج می‌شوند.

جدول ۴- درصد عناصر معدني پرمصرف در برگ درختان بلوط ايراني و بنه (زرين كفش، ۱۳۵۰)

گونه‌ها	ازت	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم
Quercus brantii	۰/۷۴	۰/۱۲	۰/۶۳	۰/۱۵	۰/۱۸
Pistacia mutica	۰/۷۵	۰/۱۷	۰/۶۲	۲/۵	۰/۷۲

شاید بتوان این موضوع را عامل اصلی مشکلی دانست که در سال‌های اخیر نگرانی مسئولان اداره کل منابع طبیعی استان کهگیلویه و بویراحمد درخصوص پژمردگی درختان بلوط ایرانی را موجب شده است. در این زمینه بررسی‌های تخصصی بیشتر توصیه می‌شود.

در پایان همان‌گونه که در مقدمه توضیح داده شد، به‌دلیل عدم وجود ابزار و تجهیزات مورد نیاز، از روش برآورد مستقیم برای تعیین LAI در جنگلهای یاسوج استفاده شد. مهمترین محدودیتهای این روشها، مشکل بودن اندازه‌گیری و نیاز به صرف مدت زمان طولانی برای اجرای عملیات در سطح وسیع است. استفاده از تکنیکهای مرتبط با سنجش از دور نه‌تنها این امکان را برای اندازه‌گیری LAI در سطح وسیع فراهم می‌آورد، بلکه قابلیت تکرار و پایش تغییرات را نیز میسر می‌سازد. البته برای تعیین دقت اندازه‌گیری در روش‌های غیرمستقیم برآورد LAI ، استفاده از روش‌های مختلف برآورد مستقیم همواره جایگاه خود را حفظ خواهند نمود.

منابع مورد استفاده

– بی‌نام.، ۱۳۵۰. طرح جنگلداری یاسوج، منطقه سروک. گروه جنگل‌داری دانشکده منابع طبیعی کرج، دانشگاه تهران، ۲۷۲ صفحه.

– زرین کفش، م.، ۱۳۵۰. بررسی قسمتی از خاک‌های جنگلی یاسوج. دانشکده جنگل‌داری دانشگاه تهران، ٢٤: ۱۰۵–۹۷.

– زرین کفش، م.، ۱۳۸۰. خاک‌شناسی جنگل. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، ۳٦۱ صفحه.

– سون، اس.، ۱۳٥٦. ترجمه متین، ا.، اثر جنگل در خاکها. انتشارات دانشگاه جندی شاپور، اهواز، ۲٥٦ صفحه.

– فرهمند، م.، ۱۳۷۸. بررسی تغییرات کمی و کیفی طرح جنگل‌داری یاسوج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، ۸٦ صفحه.

– میسرا، کی. سی.، ۱۳۷۲. ترجمه مدیر شانه‌چی، م.، اکولوژی گیاهی. مؤسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی، ۵۰۹ صفحه.

- Asner, G.P., Scurlock, M.O. and Hicke, A., 2002. Global synthesis of Leaf Area Index observations. Global Ecology and Biogeography, 22 p.
- Gower, S.T. and Norman, J.M., 1991. Rapid Estimation of Leaf Area Index In Conifer and Broad-leaf Plantation. Ecology, 72(5): 1896-1900.
- Jonkheere, I., Fleck, S., Nackaerts, K. and Coppin, P., 2004. Review of methods for in situ leaf area index determination: Part I , Theories, sensors and hemispherical photography. Agricultural and Forest Meteorology, 121(1-2): 19-35.
- Kimminis, J.P., 1988. Community organization: methods of study and prediction of the productivity and yield of forest ecosystems. Canadian Journal of Botany, 66: 2654-2672.
- Martens, S.N., Ustin, S.L. and Rousseau, R.A., 1993. Estimation of Tree Canopy Leaf Area Index by Gap Fraction Analysis. Forest Ecology and Management, 61: 91-108.
- Pierce, L. I. and Runnings, S.W., 1988. Rapid estimation of coniferous forest leaf area index using a portable integration radiometer. Ecology, 69: 1762-1767.
- Satoo, T. and Madgwick, H.A.I., 1982. Forest Biomass. Forestry sciences, 152p.

Archive of SID

www.SID.ir

Estimation of leaf biomass and leaf area index of two major species in Yasuj forests

H.R. Adl [1]

1- Ph.D. Natural Resources, Forest Management. E-mail: hadl_45@yahoo.com

Abstract

Yasuj forests are regarded as the representative of south Zagros forests that are especially important due to density and species diversity. Two major species of these forests are *Quercus brantii* and *Pistacia mutica*. In this research leaf biomass and leaf area index (LAI) were assessed by the measurement of various parts of trees and finding correlation between different variables. In order to perform this research, a number of trees were selected by systematic randomized method and different variables such as diameter at breast, height, height of tree crown and small and large diameters of tree crown were measured. Also the leaves of a sector of the tree crown were picked off and after weighting, their dry weight were measured in laboratory. Gravimetric method was applied for calculating LAI in which the relationship between leaf area and its dry weight is used to estimate the total area of whole trees leaves. Mean Tree Method was used to generalize the result to the whole forest. The results showed that the amount of leaf biomass for *Quercus brantii* and *Pistacia mutica* were 1317.3 and 57.2 (kg/ha), respectively. For rapid estimation of this index allometric equations were suggested. Mean LAI in studied site was estimated to be about 1.2. Also analysis tests were done for more evaluation of the amount of elements in leaves.

Key words: leaf biomass, Leaf Area Index, *Quercus brantii*, *Pistacia mutica*, Yasuj Forests.

Archive of SID

www.SID.ir