دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

مقایسه سطح ویژه برگ سه گونه بلوط بومی زاگرس در باغ گیاه‌شناسی ملی ایران

پریسا پناهی[۱]، مهدی پورهاشمی[۲] و مریم حسنی‌نژاد[۳]

۱- استادیار مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور
(نویسنده مسوول: Panahi@rifr-ac.ir)
۲ و ۳- استادیار و پژوهشگر مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۲/۶/۲

چکیده

سطح ویژه برگ (نسبت سطح برگ به وزن خشک آن) از جمله مهم‌ترین شاخص‌های بوم‌شناختی است که به طور کلی نشان دهنده تبادل انرژی و زی‌توده بوم‌سازگان است. مقدار این شاخص به شرایط محیطی و عملکرد درونی گیاه وابسته بوده و نوسانات زیادی در توده‌های جنگلی دارد. در این پژوهش سعی شد تأثیر موقعیت قرار گرفتن برگ در تاج درخت و همچنین سن برگ بر این شاخص بررسی شود. برای این منظور سه گونه بومی بلوط جنگل‌های زاگرس شامل بروودار (*Quercus brantii*)، مازودار (*Q. infectoria*) و وی‌ول (*Q. libani*) که سال‌هاست در مجموعهٔ زاگرس باغ گیاه‌شناسی ملی ایران کاشته شده‌اند، انتخاب شدند. ابتدا از هر گونه پنج درخت گزینش شد. برگ‌های نوری از نیمه زبرین تاج، برگ‌های سایه‌ای از نیمه زیرین تاج، برگ‌های جوان از جوان‌ترین برگ کامل روی شاخه‌های یک‌ساله و برگ‌های مسن از اولین برگ در بن شاخه‌ها نمونه‌گیری شدند. از هر نوع برگ، ۳۰ نمونه جمع‌آوری شد. وزن تر و سطح برگ‌ها در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد و پس از خشک کردن برگ‌ها در آون، وزن خشک آنها نیز به‌دست آمد و سپس مقایسات آماری لازم انجام شد. نتایج نشان داد که سطح ویژه برگ‌های نوری، سایه‌ای، جوان و مسن در سه گونه مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری ($P < ۰/۰۰۱$) دارند. همچنین سطح ویژه برگ‌های جوان و مسن فقط در گونه مازودار اختلاف آماری معنی‌داری ($P < ۰/۰۰۱$) دارد، درصورتی‌که سطح ویژه برگ‌های نوری و سایه‌ای در هر سه گونه با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ($P < ۰/۰۱$) دارند و مقدار آن برای برگ‌های نوری کمتر از برگ‌های سایه‌ای می‌باشد. نتایج این پژوهش بخوبی تغییرات سطح ویژه برگ را در سه گونه مورد بررسی نشان داد و تأثیر شرایط محیطی و عملکرد درونی گیاه را بر مقدار این شاخص اثبات نمود.

واژه‌های کلیدی: برگ جوان، برگ سایه‌ای، برگ مسن، برگ نوری، زی‌توده برگ، سطح برگ

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.2.2.0]

مقدمه

سطح ویژه برگ[1] (نسبت سطح برگ به وزن خشک برگ برحسب سانتی‌متر مربع بر گرم) یک متغیر کلیدی است که به درک بهتر عملکرد بوم‌سازگان‌های جنگلی کمک می‌کند (۲۸،۱۶،۱۰).

سطح برگ معرف سطحی است که توانایی جذب نور خورشید را برای انجام عمل فتوسنتز دارد و وزن خشک برگ بیانگر هزینه‌های متابولیکی است که برای ساختن برگ مصرف می‌شود؛ بنابراین سطح ویژه برگ به طور کلی بیانگر نسبت سود به هزینه است. در مقیاس وسیع‌تر سطح ویژه برگ نشان‌دهنده تبادل انرژی و زی‌توده بوم‌سازگان است (۱۸).

ازآنجایی‌که نور تنها عامل کنترل‌کننده و تأثیرگذار بر عملکرد برگ نیست، بدیهی است که تغییرات زیادی در مقدار سطح ویژه برگ گونه‌های مختلف قابل مشاهده باشد (۱۹). با توجه به نتایج پژوهش‌های انجام شده، مقدار این شاخص بسیار وابسته به شرایط محیطی و همچنین عملکرد درونی گیاه است (۴۲،۴۱،۳۶،۳۲،۲۰،۱۳). معمولاً گونه‌هایی که مقدار سطح ویژه برگ آنها زیاد است، دارای نیتروژن بیشتری بوده، نسبت جذب گازکربنیک آنها در واحد وزن برگ و نسبت جذب نیتروژن آنها در واحد سطح ریشه بیشتر می‌باشد و همچنین نسبت فتوسنتز آنها به ازای یک واحد نیتروژن برگ بیشتر است (۱۵). از سوی دیگر گونه‌هایی که مقدار سطح ویژه برگ آنها کم است، معمولاً نسبت وزن خشک به وزن تر آنها بیشتر بوده و برگ‌ها و ریشه‌های آنها طول عمر بیشتری دارند (۳۷،۳۵،۸،۷). علاوه بر این استفاده از سطح ویژه برگ برای محاسبه شاخص سطح برگ[2] گونه‌های مختلف در روشی که موسوم به روش وزنی[3] است، بسیار متداول است. بنابراین همواره به مطالعه این شاخص و بررسی نوسانات و تغییرات آن تأکید شده است (۳۱،۲۹،۳).

در پژوهش‌های مختلفی به تغییرات سطح ویژه برگ بین گونه‌های مختلف در شرایط محیطی یکسان (۳۸،۲۲،۱۷)، نوسانات آن در شرایط محیطی مختلف (۳۰،۱۹)، نوسانات آن در درختان با ارتفاع‌های متفاوت (۲۵،۲۱،۱۸)، تأثیر نوع برگ بر مقدار این شاخص (۱۸،۱۱،۹) و همچنین نوسانات این شاخص در طول فصل رویش (۲۳) اشاره شده است، اما هنوز ابهامات زیادی درمورد عوامل تأثیرگذار بر این شاخص و میزان و نحوه تأثیر آنها وجود دارد. معمولاً درختان با ارتفاع‌های مختلف (درختان کوتاه‌قد تا بلندقد) برای به حداکثر رساندن کارآیی فتوسنتزی خود در شرایط محیطی ناهمگن، عمل‌کردهای تن‌کارشناختی متفاوتی دارند (۳۹،۲۷،۲۴). ساختار برگ در درختان با ارتفاع‌های مختلف نیز متفاوت است. در اغلب گونه‌ها بدلیل تفاوت در میزان نور دریافتی، سطح یک برگ و همچنین سطح ویژه آن در اشکوب زبرین کمتر از اشکوب زیرین است (۴۰،۲۴،۱۱). همچنین در مطالعه گونه‌های مختلف گیاهی

1- Specific leaf area 2- Leaf area index 3- Gravimetric method

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.2.2.0]

موجود در ۱۵ زیستگاه مختلف در کشور هلند، مقدار سطح ویژه برگ‌های جوان کمی کمتر از برگ‌های مسن گزارش شد (۳۰). روند افزایشی سطح ویژه برگ از ابتدای تابستان تا انتهای فصل رویش (انتهای تابستان) نیز در دو گونه درختی *Abies grandis* و *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca* در جنگل‌های آمریکا اثبات شد (۲۳). در تنها پژوهشی که داخل کشور به بررسی تغییرات شاخص سطح ویژه برگ درخت بنه (*Pistacia mutica*) در جنگل‌های یاسوج پرداخته است، مشخص شد که مقدار سطح ویژه برگ در قسمت‌های مختلف تاج و همچنین در جهت‌های مختلف تاج با یکدیگر اختلاف دارند (۱۲).

با توجه به ضرورت مسأله و همچنین عدم وجود اطلاعات جامع و کافی در مورد نوسانات سطح ویژه برگ گونه‌های درختی بومی، در این پژوهش سعی شد تأثیر گونه، سن برگ (برگ‌های جوان و برگ‌های مسن) و همچنین محل قرارگرفتن برگ در تاج (برگ‌های سایه‌ای و برگ‌های نوری) تعدادی از بلوط‌های بومی که حدود دو دهه پیش در مجموعهٔ زاگرس باغ گیاه‌شناسی ملی ایران کاشته شده و استقرار یافته‌اند، بررسی شود. این باغ با مساحت ۱۴۵ هکتار در حاشیه اتوبان تهران-کرج، در مجاورت پارک جنگلی چیتگر و در مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور واقع شده است. باغ گیاه‌شناسی ملی ایران شامل مجموعه‌های رویشی مختلفی است که هر کدام نشان دهنده منطقه فیتوجغرافیایی خاصی از کشور و یا سایر مناطق جهان می‌باشند (۲). تأسیس باغ‌های گیاه‌شناسی با اهداف مختلفی صورت می‌گیرد که از مهمترین آنها می‌توان به نگهداری و حفاظت از گونه‌های گیاهی بومی و غیربومی، انجام تحقیقات و پژوهش‌های مختلف درمورد گیاهان، آموزش افراد مختلف از قبیل دانشجویان و دانش‌آموزان، آموزش عمومی و آشنا ساختن مردم با اهمیت گیاهان و لزوم حفاظت از آنها، حفاظت از ذخایر ژنتیکی و گونه‌های در معرض انقراض و پژوهش در مورد تکثیر و پرورش گونه‌های گیاهی اشاره نمود (۲۶،۱۴،۲). پژوهش پیش‌رو نیز در راستای اهداف پژوهشی باغ گیاه‌شناسی ملی ایران به اجرا درآمد. اجرای این پژوهش لزوم نمونه‌گیری صحیح از برگ درختان را برای مطالعات مرتبط با شاخص‌های متنوع بوم‌شناختی و تن‌کارشناختی برگ از قبیل شاخص سطح برگ، زی‌وزن برگ، فتوسنتز و تبخیر و تعرق اثبات نموده و تغییرات سطح ویژه برگ را در گونه‌های مختلف یک جنس نشان خواهد داد. در نتیجه گام اولیه برای انجام مطالعات آینده از قبیل بررسی تغییرات درون‌گونه‌ای این متغیر و همچنین نوسانات شاخص‌های مختلف تن‌کارشناختی و بوم‌شناختی تحت تأثیر سطح ویژه برگ مهیا خواهد شد.

در یک تقسیم‌بندی کلی، مجموعه‌های باغ گیاه‌شناسی ملی ایران را می‌توان به دو گروه مجموعه‌های جنگلی و غیرجنگلی تفکیک نمود. قطعه زاگرس از جمله مهم‌ترین مجموعه‌های جنگلی باغ می‌باشد که طی دو دهه گذشته سعی شده گونه‌های مختلف

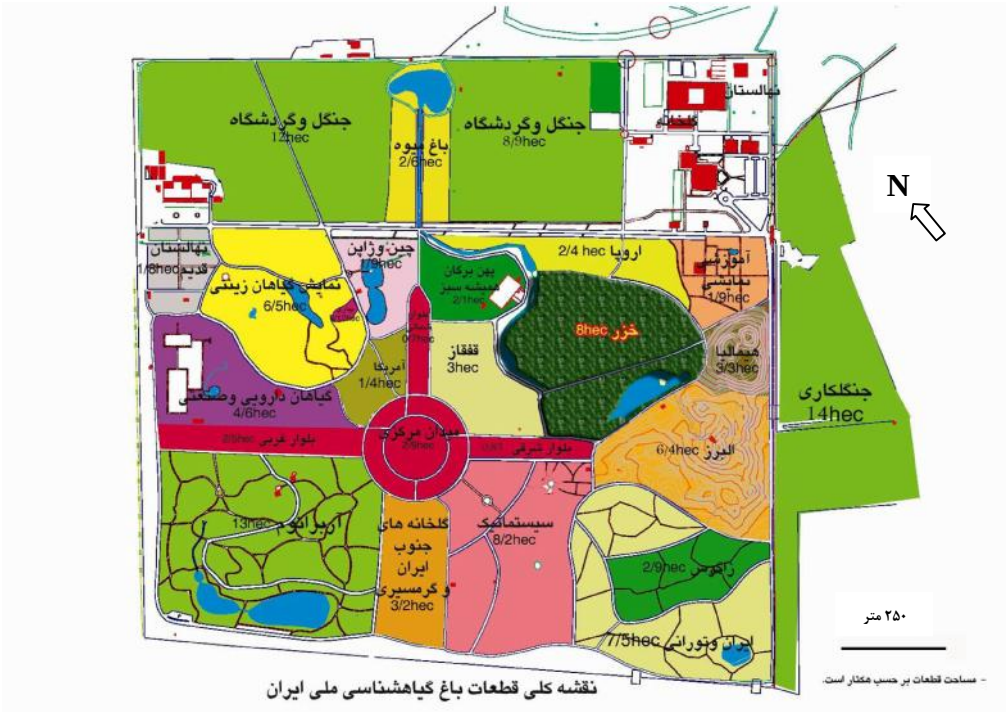
[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.2.2.0]

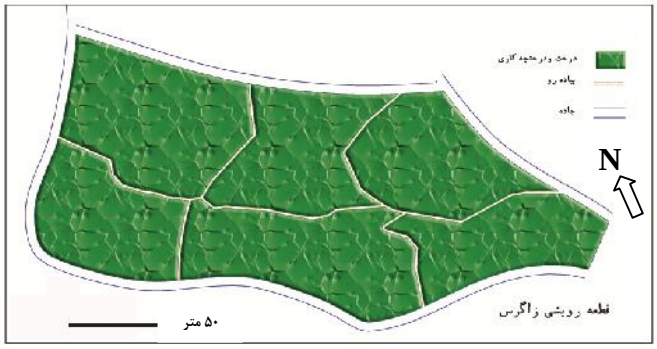
چوبی و علفی جنگل‌های زاگرس به این قطعه منتقل و کاشته شوند. از آنجایی‌که جنس بلوط جنس غالب درختی جنگل‌های زاگرس می‌باشد، فراوانی سه گونه بومی بلوط جنگل‌های زاگرس در این مجموعه قابل توجه است، از این‌رو در پژوهش پیش‌رو گونه‌های بلوط مدنظر قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مجموعه زاگرس باغ گیاه‌شناسی ملی ایران (شکل ۱) با مساحت ۳/۲ هکتار و در مورد سه گونه بومی بلوط شامل برودار (*Quercus brantii* Lind l.)، مازودار (*Q. infectoria* Oliv.) و وی‌ول (*Q. libani* Oliv.) انجام شد.



(الف)



(ب)

شکل ۱- نقشه باغ گیاه‌شناسی ملی ایران (الف) و مجموعه زاگرس (ب)

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.2.2.0]

برای نمونه‌برداری از برگ‌ها، ابتدا از هر گونه پنج درخت نمونه گزینش شد. در انتخاب درختان نمونه، هم‌سن بودن آنها (۲۰ ساله)، عدم هم‌پوشانی تاج آنها و قرار گرفتن تاج آنها در یک آشکوب مورد توجه قرار گرفت. تاج درختان نمونه به دو بخش زبرین و زیرین تقسیم شد و در انتهای فصل رویش (اواخر تابستان) از کل پنج درخت نمونه مربوط به هر گونه، به طور تصادفی ۳۰ برگ نوری از نیمه زبرین و ۳۰ برگ سایه‌ای از نیمه زیرین تاج جمع‌آوری شدند (۲۳،۶). نمونه‌گیری فقط از برگ‌های موجود روی شاخه‌های یک‌ساله انجام شد (۲۳). همچنین برای هر گونه، از کل پنج درخت نمونه، ۳۰ برگ جوان و ۳۰ برگ مسن نمونه‌گیری شدند (۶).

برای برگ‌های جوان، جوان‌ترین برگ کامل بر روی شاخه یک‌ساله و برای برگ‌های مسن، قدیمی‌ترین برگ سبز در بن شاخه مدنظر قرار گرفتند (۳۰). برگ‌های جمع‌آوری‌شده بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شده و با استفاده از ترازوی دیجیتالی توزین (وزن تر) و پس از اندازه‌گیری سطح آنها توسط دستگاه سطح‌برگ‌سنج، به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد در داخل آون قرار داده شدند (۳۰،۱۸). سپس برگ‌ها خارج شده و بمدت ۳۰ تا ۴۵ دقیقه در دسیکاتور قرار گرفتند و بار دیگر وزن شدند (وزن خشک). برای انجام تحلیل‌های آماری، ابتدا برای اثبات نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-سمیرنوف استفاده شد. به‌منظور مقایسه سطح ویژه برگ‌های نوری با برگ‌های سایه‌ای و همچنین برگ‌های جوان با برگ‌های مسن در هر یک از گونه‌های مورد مطالعه از آزمون t مستقل، برای تجزیه واریانس سطح ویژه برگ‌های نوری، برگ‌های سایه‌ای، برگ‌های جوان و برگ‌های مسن بین سه گونه از تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA) و برای مقایسه میانگین‌ها از روش مقایسات چندگانه دانکن استفاده شد (۴). برای الگوسازی وزن خشک برگ و سطح برگ از الگوهای مختلف رگرسیونی ساده خطی و غیرخطی استفاده شد و معادلات رگرسیونی بر اساس حداقل مربعات، برازش داده شدند. اعتبارسنجی الگوها با استفاده از شاخص‌های ضریب تبیین، انحراف‌معیار الگوی برازش یافته، تحلیل واریانس رگرسیون، آزمون t ضریب‌های الگو و تبعیت توزیع مقادیر باقیمانده‌ها از توزیع نرمال انجام شد. مقایسه دوبه‌دو ضرایب (شیب و ضریب ثابت) الگوهای رگرسیونی بدست‌آمده برای بررسی معنی‌داربودن اختلاف آنها نیز با استفاده از آزمون t انجام شد. کلیه محاسبات و تجزیه و تحلیل‌های آماری در محیط نرم‌افزارهای EXCEL و SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

همبستگی بین وزن خشک برگ‌های نوری، سایه‌ای، جوان و مسن با سطح برگ‌های متناظر آنها در دو گونه برودار و وی‌ول بسیار خوب یا خوب، اما در گونه مازودار ضعیف یا متوسط بود (شکل ۲). در مواردی که همبستگی‌ها قابل توجه بود، پس از ترسیم ابر نقاط و برازش الگوهای مختلف و در نظر گرفتن شاخص‌های اعتبارسنجی، بهترین الگوی رگرسیونی نیز ترسیم شد که در تمام

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.2.2.0]

موارد الگو خطی بود. نتیجه تحلیل رگرسیون ساده برای تعیین الگوی برآورد سطح برگ گونه‌های مورد مطالعه به تفکیک نوع برگ در جدول ۱ ارائه شده است. نتیجه آزمون t برای بررسی معنی‌دار بودن اختلاف ضرایب الگوهای رگرسیونی بصورت دوبه‌دو نیز در جدول ۲ ارائه شده است. همان‌طور که مشخص می‌باشد چون در تمام موارد شیب الگوها با یکدیگر اختلاف آماری معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ خطا داشتند، بنابراین الزامی به بررسی معنی‌دار بودن اختلاف ضرایب ثابت نبود. به‌عبارت دیگر می‌توان گفت رگرسیون‌های محاسبه‌شده مربوط به جوامع مختلفی هستند. همچنین آماره‌های توصیفی (میانگین، بیشینه و کمینه) سطح ویژه برگ‌های نوری، سایه‌ای، جوان و مسن در سه گونه مورد بررسی در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۱- نتیجه تحلیل رگرسیون ساده برای تعیین مدل برآورد سطح برگ گونه‌های مورد مطالعه

متغیر مستقل	گونه	معادله	ضریب تبیین اصلاحی	مقدار F	سطح معنی‌داری	اشتباه معیار	سطح معنی‌داری ضریب‌های مدل	
							مقدار ثابت	X
وزن خشک برگ نوری (گرم)	برودار	Y = 48.202 X + 6.978	۰/۹۱	۲۷۱/۹۱	***	۲/۱۱	***	***
	وی‌ول	Y = 52.876 X + 11.974	۰/۷۲	۵۸/۳۷	***	۱/۵۷	***	***
وزن خشک برگ سایه‌ای (گرم)	برودار	Y = 39.71 X + 21.937	۰/۷۵	۷۰/۳۴	***	۲/۸۴	***	***
	وی‌ول	Y = 136.44 X + 2.094	۰/۷۹	۱۰۳/۵۷	***	۲/۴۵	ns	***
وزن خشک برگ مسن (گرم)	مازودار	Y = 114.77 X + 6.224	۰/۷۵	۶۸/۹۵	***	۳/۰۶	**	***
	برودار	Y = 45.92 X + 13.888	۰/۸۶	۱۶۵/۶۹	***	۳/۸۶	***	***
	وی‌ول	Y = 95.952 X + 3.069	۰/۸۶	۱۵۴/۴۰	***	۱/۹۲	**	***
وزن خشک برگ جوان (گرم)	برودار	Y = 40.38 X + 13.232	۰/۹۴	۴۴۱/۳۶	***	۱/۹۳	***	***
	وی‌ول	Y = 42.981 X + 15.041	۰/۵۶	۳۰/۲۶	***	۱/۶۹	***	***

***: معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۰۱، **: معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱، ns عدم معنی‌داری

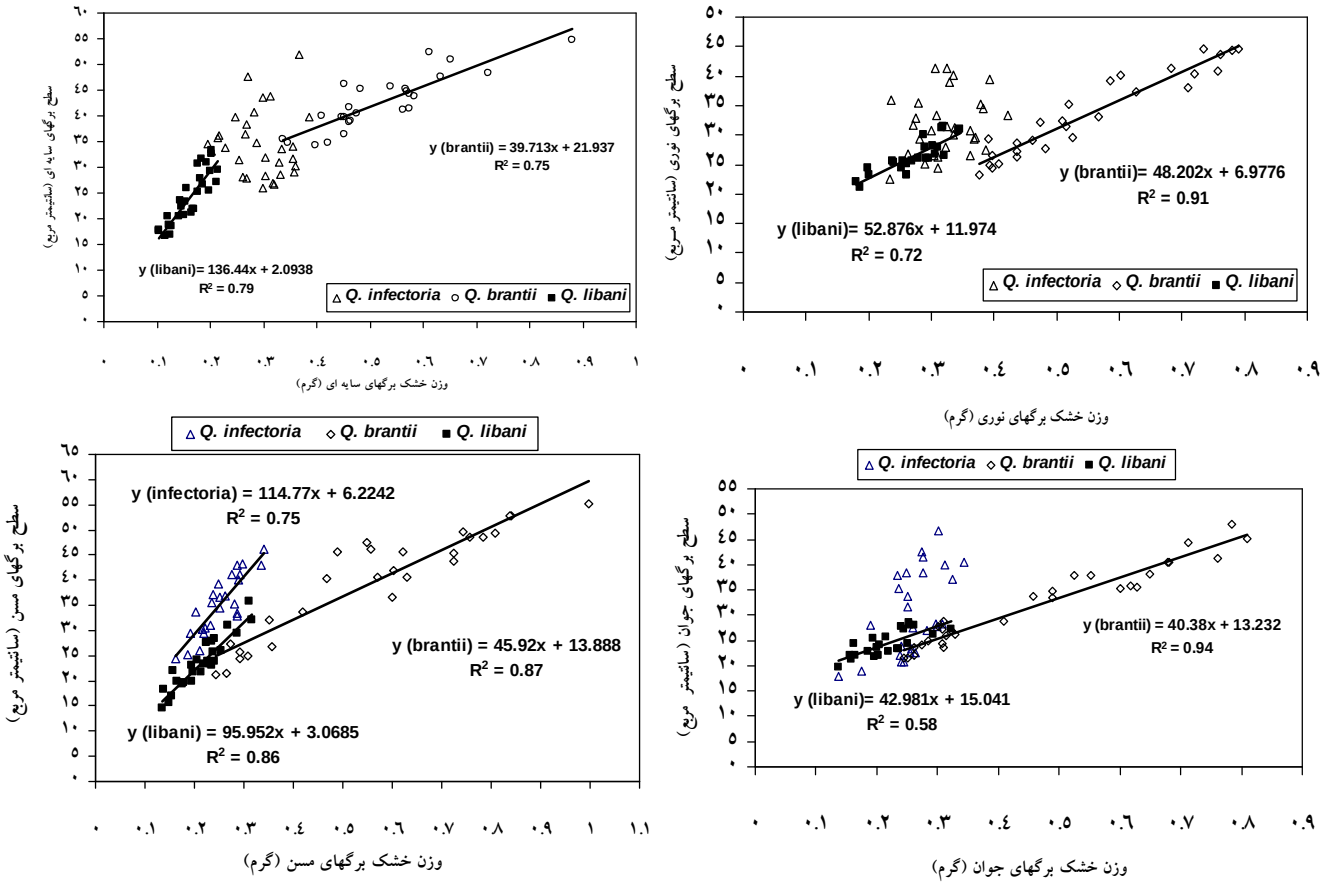
جدول ۲- بررسی معنی‌دار بودن شیب الگوهای رگرسیونی محاسبه شده با استفاده از آزمون t

متغیر مستقل	مدل‌های مورد مقایسه	درجه آزادی	t محاسباتی	t جدول
وزن خشک برگ نوری (گرم)	برودار با وی‌ول	۴۹	۱۸/۱۵	۲/۰۱
وزن خشک برگ سایه‌ای (گرم)	برودار با وی‌ول	۵۲	۱۳/۸۶	۲/۰۰۷
	برودار با وی‌ول	۵۰	۹/۵۷	۲/۰۰۹
وزن خشک برگ مسن (گرم)	مازودار با وی‌ول	۴۸	۱۳/۲۶	۲/۰۱۱
	برودار با مازودار	۴۸	۱۷/۶۶	۲/۰۱۱
وزن خشک برگ جوان (گرم)	برودار با وی‌ول	۵۰	۹/۹	۲/۰۰۹

تجزیه واریانس سطح ویژه برگ‌های نوری، سایه‌ای، جوان و مسن در سه گونه برودار، مازودار و وی‌ول نشان داد که اختلاف معنی‌داری (P<۰/۰۰۱) بین مقادیر متغیرهای فوق در سه گونه مورد بررسی وجود دارد (جدول ۴).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.2.2.0]



شکل ۲- ارتباط بین وزن خشک برگ (گرم) و سطح برگ (سانتی‌متر مربع) به تفکیک نوع برگ و گونه

جدول ۳- آماره‌های توصیفی سطح ویژه برگ‌های نوری، سایه‌ای، جوان و مسن در سه گونه مورد مطالعه (اعداد داخل پرانتز انحراف معیار هستند)

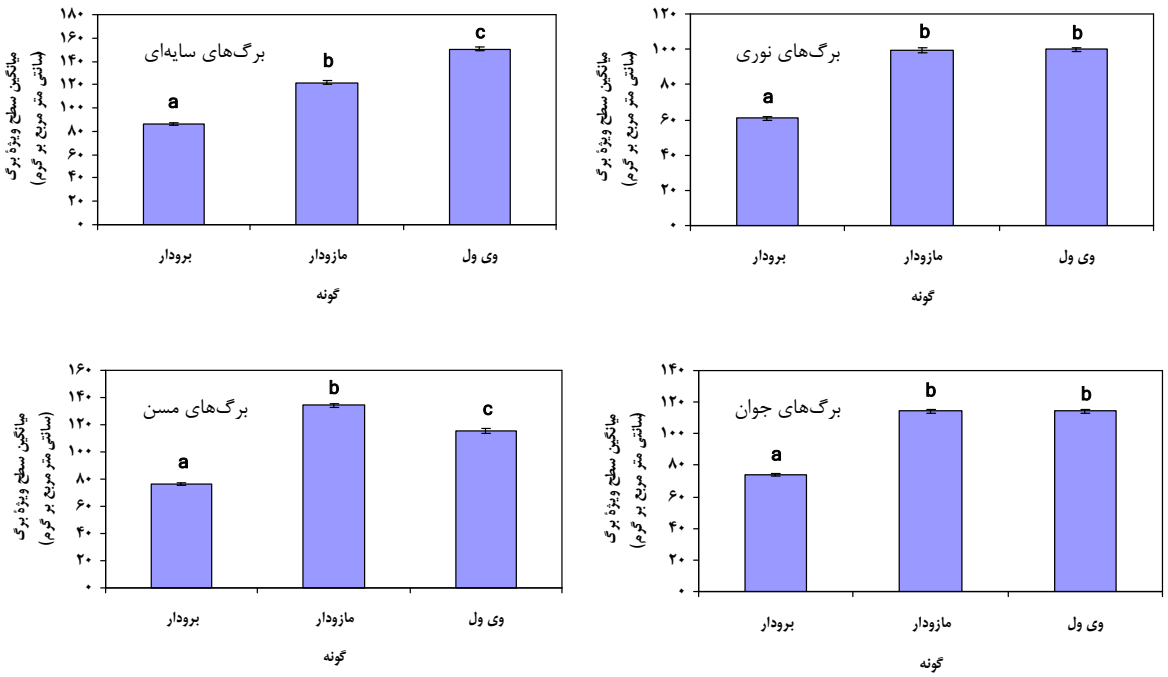
گونه	نوع برگ	آماره توصیفی		
		میانگین (سانتی‌متر مربع بر گرم)	بیشینه (سانتی‌متر مربع بر گرم)	کمینه (سانتی‌متر مربع بر گرم)
برودار	نوری	۶۰/۷۵ (۵/۶)	۷۵/۱۱	۴۹/۳۰
	سایه‌ای	۸۶/۳۹ (۶/۵)	۱۳۲/۶۲	۶۲/۲۸
	جوان	۷۴/۳۲ (۴/۳)	۹۳/۲۳	۵۴/۲۰
	مسن	۷۶/۴۷ (۴/۷)	۱۴۹/۲۲	۴۰/۶۳
مازودار	نوری	۹۹/۴ (۶/۶)	۱۵۲/۹۹	۷۱/۲۲
	سایه‌ای	۱۲۱/۸۵ (۸/۱)	۱۷۶/۷۹	۸۱/۰۸
	جوان	۱۱۴/۳۵ (۶/۳)	۱۶۱/۵۷	۸۱/۳۹
	مسن	۱۳۴/۳۷ (۷/۶)	۱۶۵/۵۶	۹۰/۷۶
وی‌ول	نوری	۹۹/۸۷ (۵/۲)	۱۲۳/۶۷	۸۲/۸۳
	سایه‌ای	۱۵۰/۳ (۹/۴)	۱۷۴/۸۴	۱۲۷/۷۹
	جوان	۱۱۴/۲۲ (۷/۵)	۱۴۹/۲۵	۸۴/۶۹
	مسن	۱۱۵/۴۶ (۸/۸)	۱۶۷/۷۶	۹۷/۴۹

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.2.2.0]

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس سطح ویژه برگ‌های نوری، سایه‌ای، جوان و مسن در سه گونه مورد مطالعه

شاخص	F	سطح معنی‌داری
سطح ویژه برگ‌های نوری	۸۱/۷۷	<۰/۰۰۱
سطح ویژه برگ‌های سایه‌ای	۶۴/۳۶	<۰/۰۰۱
سطح ویژه برگ‌های جوان	۳۹/۳۲	<۰/۰۰۱
سطح ویژه برگ‌های مسن	۸۰/۲۹	<۰/۰۰۱

گروه‌بندی میانگین‌های شاخص‌های سطح ویژه برگ‌های نوری، سایه‌ای، جوان و مسن بین سه گونه موردمطالعه نیز در شکل ۳ ارایه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود میانگین سطح ویژه برگ‌های نوری و میانگین سطح ویژه برگ‌های جوان در گونه برودار با دو گونه دیگر اختلاف معنی‌داری داشته، به طوری که این گونه در یک گروه مجزا طبقه‌بندی شده است. از نظر دو شاخص میانگین سطح ویژه برگ‌های سایه‌ای و میانگین سطح ویژه برگ‌های مسن نیز هر سه گونه در گروه‌های مجزا طبقه‌بندی شدند.



شکل ۳- گروه‌بندی میانگین‌های سطح ویژه برگ‌های نوری، سایه‌ای، جوان و مسن در سه گونه مورد مطالعه (حروف انگلیسی مشابه در هر شکل نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد می‌باشد. اشتباه معیار نیز بصورت میله‌ای نشان داده شده است).

نتایج مقایسه سطح ویژه برگ‌های نوری با برگ‌های سایه‌ای و همچنین برگ‌های مسن با برگ‌های جوان در هر یک از سه گونه موردبررسی در جدول ۵ ارائه شده است.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.2.2.0]

جدول ۵- نتایج آزمون t مستقل برای مقایسه سطح ویژه برگ‌های نوری با برگ‌های سایه‌ای و همچنین برگ‌های مسن با برگ‌های جوان در سه گونه

گونه	نوع برگ	سطح معنی‌داری
برودار	نوری با سایه‌ای	***
	جوان با مسن	ns
مازودار	نوری با سایه‌ای	**
	جوان با مسن	***
وی‌ول	نوری با سایه‌ای	***
	جوان با مسن	ns

***: معنی‌داری در سطح ۰/۰۰۱ خطا، **: معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ خطا، ns: عدم معنی‌داری

همان‌طور که مشاهده می‌شود سطح ویژه برگ‌های جوان و مسن دو گونه برودار و وی‌ول با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند، در حالی که مقدار این شاخص در برگ‌های جوان و مسن گونه مازودار اختلاف آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۵ دارد. در گونه مازودار متوسط سطح ویژه برگ‌های مسن به طور محسوسی بیشتر از برگ‌های جوان (۱۳۴/۴ در برابر ۱۱۴/۴ سانتی‌مترمربع بر گرم) می‌باشد. همچنین سطح ویژه برگ‌های نوری و سایه‌ای در هر سه گونه با یکدیگر اختلاف معنی‌دار ($P<۰/۰۰۱$) دارند و مقدار آن برای برگ‌های نوری کمتر از برگ‌های سایه‌ای است. بنابراین می‌توان بیان نمود که محل قرار گرفتن برگ در داخل تاج بر مقدار سطح ویژه برگ گونه‌های مورد مطالعه تأثیرگذار بوده است.

همان‌طور که اشاره شد سطح ویژه برگ از جمله مهمترین متغیرهایی است که بر برخی فعالیت‌های تن‌کارشناختی گیاه مانند تبادلات گازی، میزان مواد غذایی برگ، نرخ رشد نسبی و همچنین ظرفیت فتوسنتزی گیاه تأثیرگذار بوده (۳۸،۳۳،۳) و با عملکرد گیاه ارتباط مستقیمی دارد. در این پژوهش مشخص شد که اختلاف سطح ویژه برگ بین گونه‌های مختلف و همچنین در قسمت‌های مختلف تاج و شاخه قابل توجه است (جدول ۳). در نظر داشتن این موضوع در روش‌های مستقیم اندازه‌گیری شاخص سطح برگ که مبتنی بر روش وزنی هستند، بسیار حائز اهمیت بوده و عدم توجه به آن خطای فاحشی را در محاسبه شاخص سطح برگ ایجاد می‌نماید. در صورتی که در نمونه‌گیری برگ برای محاسبه شاخص سطح برگ فقط از برگ‌های یک قسمت مشخص از تاج درخت و یا از یک آشکوب مشخص استفاده شود، با توجه به اینکه سطح ویژه برگ‌های قسمت‌های مختلف تاج با یکدیگر تفاوت دارد، بسته به اینکه نمونه‌گیری از کدام بخش تاج انجام شده است، مقدار شاخص سطح برگ محاسبه‌شده به طور محسوسی کمتر یا بیشتر از مقدار واقعی برآورد می‌شود، از این‌رو نتایج بدست‌آمده اریب بوده و قابل استناد نیستند (۱۱). با توجه به این موضوع، در پژوهش‌های مختلف خارجی به اهمیت نمونه‌گیری صحیح برگ برای

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.2.2.0]

محاسبه سطح ویژه برگ و نوسانات آن در قسمت‌های مختلف تاج درختان اشاره شده است (۱۸،۵).

گروه‌بندی میانگین‌های سطح ویژه برگ‌های نوری، سایه‌ای، جوان و مسن نشان داد که بین سه گونه مورد مطالعه اختلاف آماری معنی‌داری وجود دارد و این اختلاف در مورد سطح ویژه برگ‌های سایه‌ای و سطح ویژه برگ‌های مسن به‌قدری است که باعث شده هر سه گونه در گروه‌های مجزا طبقه‌بندی شوند (شکل ۳). هرچند در مورد سطح ویژه برگ‌های جوان و همچنین برگ‌های نوری، دو گونه مازودار و وی‌ول در یک گروه قرار می‌گیرند، اما در مجموع تأثیر گونه بر سطح ویژه برگ به اثبات رسید. در سه پژوهش مجزا شامل بررسی سطح ویژه برگ ۳۵ گونه علفی و درختچه‌ای (۳۸)، بررسی سطح ویژه برگ ۱۹۴۳ گونه گیاهی (۲۲) و بررسی سطح ویژه برگ ۸۹ گونه درختی پهن‌برگ در یک جنگل بارانی گرمسیری در کشور چین (۱۷) نیز به تغییرات سطح ویژه برگ در گونه‌های مختلف اشاره شده است که همسو با نتایج پژوهش پیش‌رو است. همچنین در پژوهش حاضر مشخص شد که درمجموع سطح ویژه برگ‌های نوری، سایه‌ای، جوان و مسن در گونه برودار کمتر از دو گونه دیگر است. به عبارت دیگر در گونه برودار برگ‌ها ضخیم‌تر از دو گونه دیگر بوده و مقدار ماده خشک آنها در واحد سطح برگ بیشتر از دو گونه دیگر است. در پژوهشی که درمورد سطح ویژه برگ ۲۶ گونه علفی و چوبی انجام شد، کمترین مقدار برای گونه *Eucalyptus tetrodonta* (۳۲/۵ سانتی‌متر مربع بر گرم) و بیشترین مقدار برای گونه *Bromus erectus* (۴۸۱ سانتی‌متر مربع بر گرم) بدست آمد (۱۹). در برخی پژوهش‌های داخلی نیز که عمدتاً با هدف برآورد شاخص سطح برگ انجام شده است، سطح ویژه برگ برخی گونه‌های درختی به طور کلی محاسبه شده است که بخوبی بیانگر تفاوت این شاخص در گونه‌های مختلف درختی است. به‌عنوان مثال سطح ویژه برگ برودار و بنه در جنگل‌های یاسوج به ترتیب ۱۷۱/۲ و ۲۱۴/۲ سانتی‌متر مربع بر گرم (۱) و برای گونه داغداغان (*Celtis caucasica*) در جنگل شهری تایله سنندج، ۱۰۳/۵ سانتی‌متر مربع بر گرم محاسبه شد (۳۴).

در بخش دیگری از این پژوهش مشخص شد که در هر سه گونه بلوط مورد مطالعه، سطح ویژه برگ‌های بخش زیرین تاج (برگ‌های سایه‌ای) به طور معنی‌داری بیشتر از برگ‌های نیمه زبرین تاج (برگ‌های نوری) می‌باشد، به طوری که در سه گونه برودار، مازودار و وی‌ول، سطح ویژه برگ‌های سایه‌ای به ترتیب ۲۶ درصد، ۲۲ درصد و ۵۰ درصد بیشتر از برگ‌های نوری متناظر به دست آمد. دلیل اصلی این امر تفاوت میزان نور دریافتی از محیط می‌باشد که برای برگ‌های نوری به طور محسوسی بیشتر از برگ‌های سایه‌ای است (۴۰،۲۴). در تحقیق مشابهی که درمورد راش اروپایی (*Fagus sylvatica*) در کشور سوئد انجام شد، سطح ویژه برگ‌های نوری ۶۷ درصد کمتر از برگ‌های سایه‌ای بدست آمد (۱۱). در مورد سه گونه سوزنی برگ *Pinus monticola*، *P.*

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.2.2.0]

Pseudotsuga menziesii var. *glauca* و *ponderosa* در جنگل‌های آمریکا نیز مشخص شد که با افزایش ارتفاع شاخه‌ها، مقدار سطح ویژه برگ کاهش می‌یابد، اما روند نزولی آن در سه گونه با یکدیگر اختلاف دارد (۱۸). بررسی شاخص سطح ویژه برگ دو گونه *Abies grandis* و *P. menziesii* var. *glauca* در هشت رویشگاه مختلف در آمریکا نیز تأثیر معنی‌دار موقعیت تاج را بر مقدار این شاخص اثبات نمود (۲۳). در پژوهش‌های داخلی نیز با بررسی تغییرات سطح ویژه برگ درخت بنه در جنگل‌های یاسوج مشخص شد که مقدار این شاخص در قسمت‌های مختلف تاج و همچنین در جهت‌های مختلف تاج با یکدیگر اختلاف دارند، به طوری‌که در جهت شمالی و جنوبی، سطح ویژه برگ در مناطق بالای تاج درخت به ترتیب بین ۶۸/۰۹ تا ۷۹/۱ و ۶۶/۶ تا ۷۶/۶ و در جهت غربی و شرقی به ترتیب ۵۵/۱ تا ۶۳/۶ و ۶۲/۴ تا ۶۸/۶ سانتی‌متر مربع بر گرم می‌باشد (۱۲).

علاوه بر تفاوت در سطح ویژه برگ‌های نوری و سایه‌ای در بلوط‌های مورد مطالعه، نتایج بدست‌آمده نشان داد که فقط در گونه مازودار سطح ویژه برگ‌های جوان و مسن با یکدیگر اختلاف آماری معنی‌دار ($P<0/001$) دارند و در دو گونه دیگر تفاوت آماری وجود نداشت (جدول ۵). در پژوهش مشابهی نیز با مطالعه سطح ویژه برگ‌های جوان و مسن گونه‌های گیاهی غالب در ۱۵ زیستگاه مختلف در کشور هلند مشخص شد که در کل، سطح ویژه برگ‌های جوان کمی کمتر (به طور متوسط چهار درصد) از برگ‌های مسن بود، ولی این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود (۳۰).

در الگوسازی ارتباط بین وزن خشک برگ و سطح برگ نیز الگوی خطی ساده برای تمام انواع برگ در دو گونه برودار و وی‌ول نتایج خوبی را به‌همراه داشت و برای گونه مازودار فقط در مورد برگ‌های مسن این ارتباط مشاهده شد. در پژوهش‌های دیگری نیز الگوهای خطی ساده برای بررسی ارتباط بین دو متغیر وزن خشک برگ و سطح برگ محاسبه شده‌اند. به عنوان مثال برای ۱۹ توده جنگلی مختلف با گونه غالب بلوط، راش و زبان‌گنجشک در کشور سوئد روابط خطی ساده‌ای برای برآورد سطح برگ با استفاده از متغیر مستقل وزن خشک محاسبه شد که ضریب‌تبیین آنها بین ۰/۹۲ تا ۰/۹۷ بود (۱۱).

در مجموع نتایج این پژوهش بخوبی تأثیر گونه، شرایط محیطی و عملکرد درونی بلوط‌های مورد مطالعه را بر سطح ویژه برگ آنها نشان داد و نوسانات این شاخص را در گونه‌های مختلف بلوط موردمطالعه و همچنین در قسمت‌های مختلف تاج درخت نشان داد. با توجه به نتایج این پژوهش پیشنهاد می‌شود در صورت امکان در پژوهش‌های بعدی به بررسی نوسانات درون‌گونه‌ای سطح ویژه برگ، تغییرات آن در درختان با ارتفاع‌های مختلف و همچنین سایر گونه‌های درختی شاخص باغ گیاه‌شناسی ملی ایران پرداخته شود. انجام پژوهش‌های مشابه در رویشگاه‌های طبیعی نیز امکان مقایسه نتایج و دست‌یابی به اطلاعات کاملتر را فراهم خواهد ساخت.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.2.2.0]

تشکر و قدردانی

این پژوهش با استفاده از امکانات مالی و همچنین تجهیزات آزمایشگاهی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور انجام شده است که بدین‌وسیله از مسئولین محترم سپاسگزاری می‌شود.

منابع

1. Adl, H. 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
2. Anonymous. 2011. National botanical garden of Iran. Publication of Research Institute of Forests and Rangelands of Iran, Tehran, 63 pp.
3. Asner, G.P., R.E. Martin, R. Tupayachi, R. Emerson, P. Martinez, F. Sinca, G.V.N. Powell, S.J. Wright and A.E. Lugo. 2011. Taxonomy and remote sensing of leaf mass per area (LMA) in humid tropical forests. Ecological Applications, 21(1): 85-98.
4. Bihamta, M.R. and M.A. Zare Chahouki. 2008. Principles of statistics for the natural resources science. University of Tehran Press, Tehran, 300 pp. (In Persian)
5. Bouriaud, O., K. Soudani and N. Bréda. 2003. Leaf area index from litter collection: impact of specific leaf area variability within a beech stand. Canadian Journal of Remote Sensing, 29: 371-380.
6. Calvo-Alvarado, J.C., N.G. McDowell and R.H. Waring. 2008. Allometric relationships predicting foliar biomass and leaf area: sapwood area ratio from tree height in five Costa Rican rain forest species. Tree Physiology, 28: 1601-1608.
7. Choong, M.F., P.W. Lucas, J.S.Y. Ong, B. Pereira, H.T.W. Tan and I.M. Turner. 1992. Leaf fracture toughness and sclerophylly: their correlations and ecological implications. New Phytologist, 121: 597-610.
8. Coley, P.D., J.P. Bryant and F.S. Chapin. 1985. Resource availability and plant herbivore defence Science, 230: 895-899.
9. Èermák, J. 1998. Leaf distribution in large trees and stands of the floodplain forest in southern Moravia. Tree Physiology, 18: 727-737.
10. Ellsworth, D.S. and P.B. Reich. 1993. Canopy structure and vertical patterns of photosynthesis and related leaf traits in a deciduous forest. Oecologia, 96: 169-178.
11. Eriksson, H., L. Eklundh, K. Hall and A. Lindroth. 2005. Estimating LAI in deciduous forest stands. Agricultural and Forest Meteorology, 129: 27-37.
12. Fallah Chai, M.M. and M. Yusefi. 2010. Specific leaf area and content of N, P, K, and Ca in *Pistacia mutica* (Case Study: Yasuj forests). Journal of Sciences and Techniques in Natural Resources, 5(1): 11-22. (In Persian)
13. Gunn, S., J.F. Farrar, B.E. Collis and M. Nason. 1999. Specific leaf area in barley: individual leaves versus whole plants. New Phytologist, 143: 45-51.
14. Jalili, A. and Z. Jamzad. 2009. Strategic trial in landscape design and greenery for Iran (Based on National Botanical Garden of Iran). Publication of Research Institute of Forests and Rangelands of Iran, Tehran, 406 pp. (In Persian)
15. Lambers, H. and H. Poorter. 1992. Inherent variation in growth rate between higher plants: a search for physiological causes and ecological consequences. Advances in Ecological Research, 23: 187-261.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.2.2.0]

16. Landsberg, J.J. and R.H. Waring. 1997. A generalized model of forest productivity using simplified concepts of radiation-use efficiency, carbon balance and partitioning. Forest Ecology and Management, 95: 209-228.
17. Long, W., R. Zang, B.S. Schamp and Y. Ding. 2011. Within- and among-species variation in specific leaf area drive community assembly in a tropical cloud forest. Oecologia, 167(4): 1103-1113.
18. Marshall, J.D. and A.A. Monserud. 2003. Foliage height influences specific leaf area of three conifer species. Canadian Journal of Forest Research, 33: 164-170.
19. Milla, R., P.B. Reich, Ü. Niinemets and P. Castro-Diez. 2008. Environmental and developmental controls on specific leaf area are little modified by leaf allometry. Functional Ecology, 22: 565-576.
20. Niinemets, Ü. 2001. Global-scale climatic controls of leaf dry mass per area, density, and thickness in trees and shrubs. Ecology, 82: 453-469.
21. Niinemets, Ü. and O. Kull. 1995. Effects of light availability and tree size on the architecture of assimilative surface in the canopy of *Picea abies*: variation in needle morphology. Tree Physiology, 15: 307-315.
22. Niklas, K.J., E.D. Cobb, Ü. Niinemets, P.B. Reich, A. Sellin, B. Shipley and I.J. Wright. 2007. 'Diminishing returns' in the scaling of functional leaf traits across and within species groups. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 104: 8891-8896.
23. Nippert, J.B. and J.D. Marshall. 2003. Sources of variation in ecophysiological parameters in Douglas-fir and grand fir canopies. Tree Physiology, 23: 591-601.
24. Oberbauer, S.F. and B.R. Strain. 1986. Effects of canopy position and irradiance on the leaf physiology and morphology of *Pentaclethra macroloba* (Mimosaceae). American Journal of Botany, 73: 409-416.
25. Osada, N., H. Takeda, A. Furukawa and M. Awang. 2002. Changes in shoot allometry with increasing tree height in a tropical canopy species, *Elateriospermum tapos*. Tree Physiology, 22: 625-632.
26. Panahi, P., Z. Jamzad, M. Pourhashemi, M. Hasaninejad and M. Ehsani. 2007. Quantitative and qualitative study of Hyrcanian section of the National Botanical Garden of Iran in support of its optimum management. Technical Report No: 5271, Research Institute of Forests and Rangelands of Iran, Tehran, 78 pp. (In Persian)
27. Pearcy, R.W. 1987. Photosynthetic gas exchange responses of Australian tropical forest trees in canopy, gap and understory microenvironments. Functional Ecology, 1: 169-178.
28. Pierce, L.L., S.W. Running and J. Walker. 1994. Regional-scale relationships of leaf area index to specific leaf area and leaf nitrogen content. Ecological Applications, 4: 313-321.
29. Poorter, H. 1989. Interspecific variation in relative growth rate: On ecological causes and physiological consequences. In: Lambers, H., M.L. Cambridge, H. Konings and T.L. Pons (eds.) Causes and consequences of variation in growth rate and productivity of higher plants. The Hague, Netherlands: SPB Academic Publishing, 45-68.
30. Poorter, H. and R. De Jong. 1999. A comparison of specific leaf area, chemical composition and leaf construction costs of field plants from 15 habitats differing in productivity. New Phytologist, 143: 163-176.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.2.2.0]

31. Poorter, H. and E. Garnier. 1999. Ecological significance of inherent variation in relative growth rate. In: Pugnaire, F. and X. Valladares (eds.) Handbook of functional plant ecology. New York, USA: Marcel Dekker, 81-120.
32. Poorter, H. and O. Nagel. 2000. The role of biomass allocation in the growth response of plants to different levels of light, CO_2, nutrients and water: a quantitative review. Australian Journal of Plant Physiology, 27: 595-607.
33. Poorter, H. and A. Van der Werf. 1998. Is inherent variation in RGR determined by LAR at low irradiance and by NAR at high irradiance? A review of herbaceous species In: Lambers, H., H. Poorter, M.M.I. Van Vuuren (eds.) Inherent variation in plant growth. Physiological mechanisms and ecological consequences. Leiden, Netherlands: Backhuys Publishers, 309-336.
34. Pourhashemi, M., S. Eskandari, M. Dehghani, T. Najafi, A. Asadi and P. Panahi. 2012. Biomass and leaf area index of *Celtis caucasica* Wild. in Taileh urban forest, Sanandaj. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 19(4): 609-620. (In Persian)
35. Reich, P.B. 1998. Variation among plant species in leaf turnover rates and associated traits: implications for growth at all life stages. In: Lambers, H., H. Poorter, M.M.I. Van Vuuren (eds.) Inherent variation in plant growth. Physiological mechanisms and ecological consequences. Leiden, Netherlands: Backhuys Publishers, 467-487.
36. Roumet, C., G. Laurent and J. Roy. 1999. Leaf structure and chemical composition as affected by elevated CO_2: genotypic responses of two perennial grasses. New Phytologist, 143: 73-81.
37. Ryser, P. 1996. The importance of tissue density for growth and life span of leaves and roots: a comparison of five ecologically contrasting grasses. Functional Ecology 10: 717-723.
38. Shipley, B. 1995. Structured interspecific determinants of specific leaf area in 34 species of herbaceous angiosperms. Functional Ecology 9: 312-319.
39. Thomas, S.C. and F.A. Bazzaz. 1999. Asymptotic height as a predictor of photosynthetic characteristics in Malaysian rain forest trees. Ecology, 80: 1607-1622.
40. Thomas, S.C. and K. Ickes. 1995. Ontogenetic changes in leaf size in Malaysian rain forest trees. Biotropica, 27: 427-434.
41. Westoby, M., D. Warton and P.B. Reich. 2000. The time value of leaf area. American Naturalist, 155: 649-656.
42. Wuytack, T., R. Samson, K. Wuyts, S. Adriaenssens, F. Kardel and K. Verheyen. 2013. Do leaf characteristics of white willow (*Salix alba* L.), northern red oak (*Quercus rubra* L.) and scots pine (*Pinus sylvestris* L.) respond differently to ambient air pollution and other environmental stressors? Water, Air and Soil Pollution 224(8), Number of article: 1635, (In Press).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.2.2.0]

Comparison of Specific Leaf Area in Three Native Oaks of Zagros in National Botanical Garden of Iran

Parisa Panahi[1], Mahdi Pourhashemi[2] and Maryam Hasaninejad[3]

1- Assistant Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran
(Corresponding author: Panahi@rifr-ac.ir)
2 and 3- Assistant Professor and Researcher, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran
Received: February 6, 2013 Accepted: August 24, 2013

Abstract

Specific leaf area **(**the ratio of leaf area to dry mass) is one of the most important ecological variables can be viewed as the tradeoff between ecosystem mass balance and ecosystem energy balance. This variable is further particularly sensitive to changes in the external environment and in the internal functioning of the plant. In this research, we studied the effect of species and leaf position in the crown on SLA. Five sample trees of three oak species (*Quercus brantii*, *Q. infectoria* and *Q. libani*) were selected in Zagros collection of National Botanical Garden of Iran. For each of the species selected, 30 youngest fully expanded leaf (young leaf) as well as the oldest green and viable leaf (old leaf) were selected. Furthermore, 30 sun leaves and 30 shade leaves were selected from the half upper parts and half lower part of the crowns, respectively. The leaves were weighted (wet weight) and their areas were measured by leaf area meter in laboratory. The leaf samples were then dried at 70°C for 48h and weighted again (dry weight). The SLA of all kinds of sample leaves had significant differences among oak species. There only were significant differences between the SLA of the young and old leaves in *Q. infectoria*. Furthermore, the SLA of the sun and shade leaves showed significance differences in all studied species, so that the sun leaves had lower SLA than the shade leaves. This research proved the effect of environmental and inherent function of oak species on SLA.

Keywords: Leaf area, Leaf biomass, Old leaf, Shade leaf, Sun leaf, Young leaf

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2026-11-17]

[DOR: 20.1001.1.24237140.1392.1.2.2.0]