

برآورد شاخص سطح برگ اقاچیا و بررسی همبستگی آن با شرایط فیزیوگرافیک و مشخصه‌های خاک و رویش (مطالعه موردی جنگل کاری بام ملایر)

امین خادمی^{1*}، بهروز کرد¹، سارا پور عباسی²

تاریخ دریافت: 89/7/5 تاریخ پذیرش: 89/8/13

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی شاخص سطح برگ گونه اقاچیا در جنگل کاری بام ملایر در شمال این شهر در مساحتی حدود 89 هکتار انجام شد. شاخص سطح برگ به روش مستقیم و با جمع‌آوری کلیه برگ‌های تعداد 20 پایه (از قطر متوسط هر طبقه قطری) برداشت شده، محاسبه سطح متوسط برگ‌ها و اندازه‌گیری سطح تاج پوشش هر پایه تعیین شد. برای تعیین مشخصه‌های خاک و بررسی ارتباط آن با میزان شاخص سطح برگ، 20 نمونه از عمق 0 تا 10 و 10 تا 30 سانتی‌متری تهیه و مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج به‌دست آمده شاخص سطح برگ گونه اقاچیا 3/78 تعیین شد که با افزایش طبقات قطری شاخص سطح برگ نیز افزایش یافت. بر اساس تحلیل‌های آماری انجام شده، بین شیب و شاخص سطح برگ ارتباط معنی‌داری وجود دارد. از بین ویژگی‌های توده و خاک، قطر برابرسینه، ارتفاع، بیوماس اندام‌های هوایی، درصد نیتروژن، کربن آلی و سیلت بیشترین همبستگی را با شاخص سطح برگ نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: شاخص سطح برگ، جنگل کاری، اقاچیا، مشخصه‌های خاک، مشخصه‌های رویشی، ملایر

1- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر

2- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر

* مسوول مکاتبات: Email: aminkhademi@ iau-malayer.ac.ir

مقدمه

در قرن اخیر چند عامل زیست محیطی مانند تخریب زمین و بیابانزایی، تهدید تنوع زیستی، تضعیف منابع آب، از بین رفتن جنگل‌ها و مراتع و تغییر اقلیم از چالش‌های مهم در توسعه پایدار به شمار می‌روند. تغییر اقلیم و افزایش گرمای جهانی تاثیر منفی بر اکوسیستم‌های خشکی و آبی دارد و بیوماس و ماده آلی که به‌عنوان شاخص‌های اولیه کیفیت رویشگاه در نظر گرفته می‌شود در نتیجه تغییر اقلیم و افزایش دمای جهانی، کاهش می‌یابد. بیوماس و ماده آلی خاک در ارتباط مستقیم با شاخص سطح برگ^۱ می‌باشد (شکیبا^۲، ۲۰۰۰). در مناطق و اکوسیستم‌های جنگلی شاخص سطح برگ عاملی مهم و متغیری کلیدی است که با بسیاری از فرایندهای فیزیکی، بیولوژیک و فیزیولوژیک جوامع گیاهی ارتباط دارد. این شاخص همبستگی زیادی با حاصل‌خیزی، رویش و محصول در جنگل دارد. همچنین بین حاصل‌خیزی خاک، شاخص سطح برگ، رویش درختان و میزان بیوماس رابطه مستقیمی وجود دارد (اریاس^۳، ۲۰۰۷ و وانگ^۴، ۲۰۰۷). نتایج تحقیق هوندا و همکاران^۵ (۲۰۰۰)، سان و همکاران^۶ (۲۰۰۲) و افااس و همکاران^۷ (۲۰۰۵) نشان می‌دهد که رابطه مثبت و معنی‌داری بین شاخص سطح برگ با ارتفاع، حجم گونه‌ها، بیوماس اندام‌های هوایی، بیوماس اندام زیرزمینی،

مقدار لاشبرگ، میزان نیتروژن و کربن آلی خاک وجود دارد. اهمیت میزان زیوزن برگ و شاخص سطح برگ در جامعه گیاهی از آنجا ناشی می‌گردد که در واقع عمل فتوسنتز به‌عنوان فرایند تولید ماده آلی در برگ انجام می‌شود و برگ‌ها اندام اصلی دریافت نور، فتوسنتز و تعرق می‌باشند (ژنگ و همکاران^۸، ۲۰۰۰). تقریباً حدود ۷۵ درصد از عناصر معدنی جذب شده از خاک در برگ گیاهان متمرکز می‌گردد که پس از ریزش برگ‌ها این مواد به خاک باز گشته و موجب افزایش ذخیره مواد آلی و سایر عناصر غذایی در خاک می‌شوند. در نتیجه تجزیه لاشبرگ‌ها، پوشش مرده و هوموس خاک تولید می‌گردد و خواص فیزیکی خاک اصلاح می‌شود. همچنین با ریزش برگ‌ها، انباشتی از نیتروژن در هوموس خاک فراهم می‌شود. به این ترتیب، برگ‌ها برای زنجیره ریزه‌خواری موجودات زنده، در سیستم خاک غذا فراهم می‌کنند (مقدم، ۱۳۸۴). شاخص سطح برگ بیشتر گیاهان بین ۲ تا ۶ است، نگه-داشتن شاخص سطح برگ در حد مطلوب برای کارایی بهتر نور حایز اهمیت است (مقدم، ۱۳۸۴). برای تعیین ویژگی‌های خاک و بررسی ارتباط آنها با شاخص سطح برگ در جنگل شمال، نمونه‌هایی از سه عمق ۰ تا ۱۰، ۱۰ تا ۲۰ و ۲۰ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک برداشت شد که نتایج تحقیق نشان داد از میان ویژگی‌های توده و خاک، متغیر درصد رس در عمق ۰ تا ۱۰ سانتی-متر بیشترین همبستگی را با شاخص سطح برگ

¹ Leaf Area Index

² Shakiba

³ Arias

⁴ Wang

⁵ Honda et al.

⁶ Sun et al.

⁷ Afas et al.

⁸ Geng et al.

توده جنگلی (قطر، ارتفاع و میزان بیوماس) و مشخصات فیزیکی (درصد رس، سیلت و ماسه) و شیمیایی (میزان نیتروژن، پتاسیم، فسفر، کربن آلی و اسیدپته) خاک انجام شد.

مواد و روش‌ها

۱. مشخصات منطقه

پارک جنگلی ملایر در شمال شرقی این شهر در موقعیت جغرافیایی $48^{\circ} 30'$ تا $49^{\circ} 00'$ طول شرقی و $34^{\circ} 00'$ تا $34^{\circ} 30'$ عرض شمالی و در ارتفاع 1806 تا 1930 متر از سطح دریا واقع شده است. براساس آمارهای هواشناسی، میزان بارندگی سالیانه در منطقه 300/5 میلی متر و متوسط درجه حرارت سالیانه 13/2 درجه سانتی-گراد می باشد. پتانسیل بالقوه تبخیر و تعرق سالانه 1200 میلی متر و تعداد روزهای یخبندان 67/5 روز در سال است. نوع اقلیم منطقه با توجه به ضریب آمبرژه ($Q_2 = 43/4$) نیمه خشک سرد می باشد. تعداد ماه های خشک 5 ماه بوده و از اوایل خرداد ماه شروع و تا اوایل آبان ادامه دارد (سازمان هواشناسی³، 2008).

این پارک در سال 1352 با هدف ایجاد فضای سبز و تفرجگاه در منطقه ای به مساحت 89 هکتار احداث و برای جنگل کاری پارک از گونه های اقاقیای معمولی (*Robinia pseudacacia* L.)، زبان گنجشک (*Fraxinus rotundifolia* Mill.)، عرعر (*Ailanthus glandulosa* Desf.)، سرونقره ای (*Cupressus arizonica* Greene.) و کاج تهران (*Pinus eldarica* Medw.) استفاده

داشته است (زرگران، 1380). شاخص سطح برگ می تواند برای ارزیابی تولیدات و کیفیت توده مورد استفاده قرار گیرد. همچنین یک ارتباط کلی بین مقدار شاخص سطح برگ با ارتفاع، قطر و محصول توده وجود دارد و سطح برگ هر درخت می تواند با استفاده از قطر برابرسینه به-عنوان متغیر مستقل و معادله آلومتریک برآورد شود (اریاس، 2007). شاخص سطح برگ از مهمترین مشخصه های ساختاری اکوسیستم های جنگلی است که بیشترین تاثیر را در تغییرات انرژی، آب و گاز دارد و نگه داشتن شاخص سطح برگ در مقدار مناسب می تواند منجر به تولید بیشتر اکوسیستم گردد (جانسون¹، 2002). میزان شاخص سطح برگ علاوه بر ژنتیک به فاکتورهای محیطی رویشگاه نیز بستگی دارد، با استفاده از سطح برگ و تاج پوشش هر درخت می توان شاخص سطح برگ پایه ها و توده را برآورد کرد (روبرتز و دیان²، 2003). در صورت استفاده از پوشش گیاهی و کاشت درختان در قالب جنگل-کاری می توان به فضای سبز، تولید چوب و مزایای زیست محیطی دست یافت. گونه اقاقیا گونه ای کم توقع و سازگار با شرایط آب و هوایی اکثر مناطق رویشی ایران بوده و به دلیل خزان برگ ها در زمستان تحت تاثیر سرمای بیش از حد زمستان قرار نمی گیرد. این تحقیق با هدف برآورد شاخص سطح برگ گونه اقاقیا در جنگل کاری مورد مطالعه و بررسی ارتباط آن با شرایط محیطی (شیب و جهت جغرافیایی)، ویژگی های

¹ Johansson

² Roberts & Dean

³ Department of Meterology

تعیین شاخص سطح برگ، تعداد 20 اصله از پایه‌هایی که در محدوده میانگین قطری هر یک از طبقات قطری قرار داشتند (5 نمونه از هر طبقه) با در نظر گرفتن کلیه شرایط محیطی (شیب، جهت‌های جغرافیایی و خصوصیات خاک) انتخاب گردیدند. تمامی برگ‌های موجود در روی پایه‌های برداشت شده از دم‌برگ جدا و شمارش شدند، سپس تعداد 100 برگ (برگچه-های موجود در روی یک برگ مرکب) از هر پایه به صورت تصادفی انتخاب و تصویر آنها بر روی کاغذ کالک ترسیم و برش داده شدند. وزن کاغذهای برش داده شده با ترازوی دقیق تا دقت 0/001 گرم اندازه‌گیری شده و با مقایسه آن با وزن کاغذ کالک با مساحت مشخص، متوسط سطح برگ¹ هر پایه تعیین شد (مصداتی، 1384 و خادمی، 1388). برای برآورد سن و رویش متوسط توده، دیسک‌هایی به ضخامت 5 سانتی-متر از قطر برابر سینه پایه‌ها بریده شد که پس از سنباده‌زنی، تعداد دوایر سالیانه شمارش و سن پایه مشخص شد. مساحت تاج پوشش هر پایه با اندازه‌گیری دو قطر عمود بر هم تاج تعیین و از تقسیم مساحت برگ‌های هر پایه بر مساحت تاج پوشش، شاخص سطح برگ هر پایه تعیین و در نهایت شاخص سطح برگ گونه افاقیا در هر طبقه قطری و رویشگاه محاسبه گردید. شاخص سطح برگ با استفاده از رابطه (1) محاسبه شد (مقدم، 1384، خادمی و همکاران، 1388 و اریاس، 2007).

گردید. فاصله کاشت پایه‌ها 4 × 4 متر بوده و پارک از 3 تپ پهن‌برگ خالص، سوزنی‌برگ خالص و مخلوط پهن‌برگ و سوزنی‌برگ، هر کدام به مساحت 22، 37/5 و 28/7 هکتار تشکیل شده است. منطقه مورد مطالعه در سه طبقه شیب کمتر از 15، 15 تا 30 و 30 تا 45 درصد به ترتیب با مساحت 52/6، 29/2 و 7/2 هکتار قرار دارد همچنین؛ بیش از 54 درصد از منطقه با شیب کمتر از 10 درصد فاقد جهت جغرافیایی می‌باشد.

۲. روش بررسی

این مقاله بخشی از طرح پژوهشی تعیین میزان ذخیره کربن در بیوماس موجود در گونه افاقیا با استفاده از آنالیز زیست توده است که با توجه به امکان قطع پایه‌ها و جمع‌آوری کلیه برگ‌ها، تعیین شاخص سطح برگ به روش مستقیم انجام شد. در این بررسی پس از تعیین محدوده جنگل کاری بر روی نقشه توپوگرافی، مساحت منطقه با پلانی متر تعیین شده و نقشه جهت‌های جغرافیایی، شیب منطقه و تپ توده مورد مطالعه تهیه (با توجه به اختلاف ارتفاع کم منطقه مورد مطالعه نقشه ارتفاع تهیه نشد) و بر این اساس واحدهای همگن تعیین گردید. با توجه به کاشت لکه‌ای گونه‌ها، محدوده حضور گونه افاقیا (*Robinia pseudoacacia*) در روی نقشه مشخص شده و با آماربرداری صددرصد، قطر برابر سینه، دو قطر عمود بر هم تاج پوشش، ارتفاع، طول تاج و تعداد در هکتار پایه‌های افاقیا تعیین و قطر متوسط پایه‌ها در طبقات قطری مختلف محاسبه گردید. برای

¹ Leaf area mean

$$\text{رابطه (1)} = \frac{\text{تعداد برگ} \times \text{متوسط سطح برگ (سانتی متر مربع)}}{\text{سطح تاج پوشش (سانتی متر مربع)}} = \text{شاخص سطح برگ}$$

نتایج

۱. نتایج مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک
 بافت خاک در بیشتر نمونه‌ها لومی، لومی - رسی و لومی - شنی بود. میزان فسفر قابل جذب در بیشتر نمونه‌ها کم و میزان پتاسیم قابل جذب و کربن آلی در عمده نمونه‌ها در حد مطلوب بود. میزان نیتروژن قابل جذب در سطوح کم شیب و مناطقی که سن گونه‌های ااقیا بالاست، در حد قابل قبول بوده‌است. با کاهش ارتفاع از سطح دریا و شیب، میزان کربن آلی و نیتروژن افزایش و درصد شن کاهش نشان داد.

۲. نتایج مشخصه‌های کمی و میزان شاخص سطح برگ

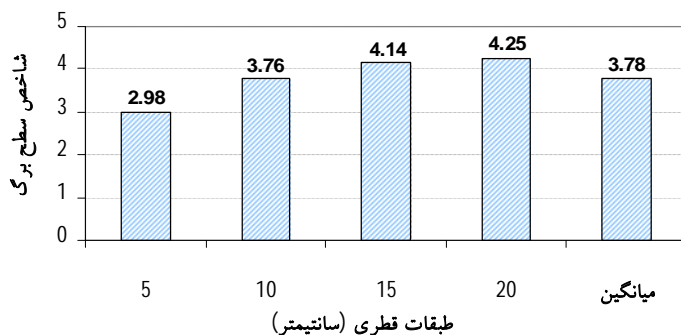
جدول یک متوسط قطر برابر سینه، ارتفاع، رویش قطری و ارتفاعی گونه ااقیا را در طبقات مختلف قطری را نشان می‌دهد. بیشترین رویش ارتفاعی در طبقه قطری 5 سانتی‌متری و بیشترین رویش قطری در طبقه قطری 20 سانتی‌متری اتفاق افتاده‌است. نتایج نشان داد که با افزایش طبقات قطری، رویش قطری افزایش، اما رویش ارتفاعی کاهش می‌یابد.

با هدف بررسی ارتباط شاخص سطح برگ با ویژگی‌های فیزیکی (درصد رس، سیلت و ماسه) و شیمیایی (میزان نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کربن آلی و اسیدیته) خاک و با توجه به سطحی بودن خاک منطقه، نمونه‌هایی از عمق 0 تا 10 و 10 تا 30 سانتی‌متری پایه‌هایی که برگ‌های آنها جمع‌آوری شد، تهیه گردید (زرگران، 1380 و اریاس، 2007) و ضمن تجزیه فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک، ارتباط شاخص سطح برگ با شرایط شرایط خاک و مشخصه‌های رویش از طریق رگرسیون و با استفاده از نرم افزارهای آماری SPSS و Excel بررسی گردید. همچنین در تجزیه و تحلیل داده‌ها جهت تعیین تاثیر عوامل محیطی بر روی شاخص سطح برگ گونه ااقیا از آزمون مربع کای (ضریب همبستگی پیرسون) استفاده شد (خادمی، 1388).

جدول 1. نتایج حاصل از مطالعات کمی گونه ااقیا در جنگل کاری مورد مطالعه

رویش ارتفاعی (سانتی متر)	ارتفاع (متر)	رویش قطری (میلی متر)	قطر برابر سینه (سانتی متر)	سن متوسط	مساحت (هکتار)	تعداد	طبقه قطری (سانتی متر)
18,32	2,86	4,1	6,07	14,8	2,8	1749	5
15,13	3,48	4,2	9,66	23	8,46	5286	10
13,23	4,34	4,5	14,76	32,8	3,62	2263	15
12,8	4,79	4,5	18,22	40,5	1,5	945	20
14,5	3,68	4,25	10,8	25,39	میانگین توده		

شاخص سطح برگ گونه اقاچیا در جنگل کاری مورد مطالعه 3,78 می باشد که با افزایش طبقات قطری شاخص سطح برگ بیشتر می شود (شکل 1).



شکل 1. شاخص سطح برگ گونه اقاچیا در طبقات قطری مختلف جنگل کاری مورد مطالعه

داد که میانگین شاخص سطح برگ در طبقات قطری 15 و 20 سانتی متری از اختلاف معنی داری برخوردار نیستند (جدول های 2 و 3).

3. مقایسه شاخص سطح برگ در طبقات قطری مختلف
 نتایج آزمون دانکن در مورد شاخص سطح برگ گونه اقاچیا در طبقات قطری مختلف نشان

جدول 2. تجزیه واریانس صفات مورد ارزیابی گونه اقاچیا

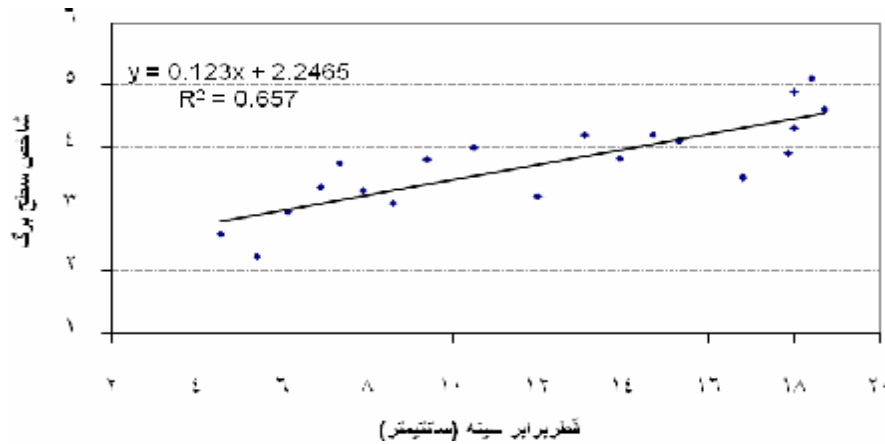
سطح معنی داری	آزمون F	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	تیمار
0,000	20,667	1,669	3	5,006	خطا
		0,081	16	1,292	کل
			19	6,297	

جدول 3. نتایج آزمون دانکن در مورد شاخص سطح برگ گونه اقاچیا در طبقات قطری مختلف

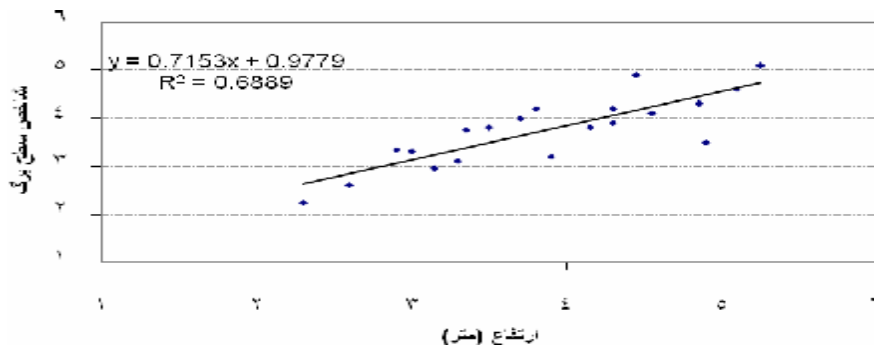
سطح اطمینان 95 درصد			فراوانی نمونه ها	طبقات قطری (سانتی متر)
3	2	1		
		2,975A	5	5
	3,775B		5	10
4,144C			5	15
4,249C			5	20
0,567	1,000	1,000		سطح معنی داری

گونه افاقیا به ترتیب با ضریب همبستگی 0,83، 0,81 و 0,82 ارتباط معنی‌داری وجود دارد (شکل‌های 2، 3 و 4)

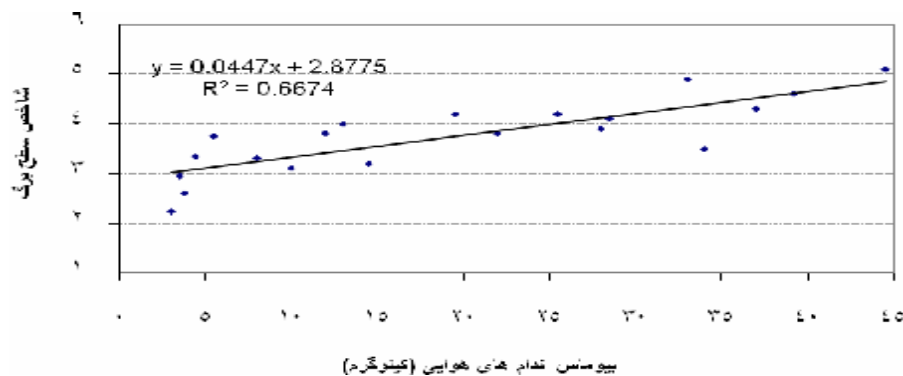
۴. رابطه شاخص سطح برگ با میزان رویش قطری، ارتفاعی و میزان بیوماس اندام‌های هوایی نتایج نشان داد که بین شاخص سطح برگ با ارتفاع، قطر برابر سینه و بیوماس اندام‌های هوایی



شکل 2- رابطه بین قطر برابر سینه و شاخص سطح برگ گونه افاقیا



شکل 3- رابطه بین ارتفاع و شاخص سطح برگ گونه افاقیا



شکل 4- رابطه بین شاخص سطح برگ و بیوماس اندام‌های هوایی گونه افاقیا

۵. رابطه شاخص سطح برگ با مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

از بین مشخصه‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، نیتروژن قابل جذب با ضریب همبستگی ($R = 0,758$) و سطح معنی‌داری ($Sig = 0,001$)، کربن آلی با ضریب همبستگی ($R = 0,400$) و سطح معنی‌داری ($Sig = 0,010$) و درصد سیلت با ضریب همبستگی ($R = 0,365$) و سطح معنی‌داری ($Sig = 0,020$)، بیشترین همبستگی را با شاخص سطح برگ دارند.

۶. رابطه شاخص سطح برگ با فاکتورهای محیطی

نتایج آزمون مربع کای نشان داد که بین شیب و طبقات قطری با شاخص سطح برگ ارتباط معنی‌داری وجود دارد (جدول‌های 4 و 5)، اما رابطه معنی‌داری بین جهت‌های جغرافیایی و شاخص سطح برگ گونه اقاچیا در جنگل‌کاری مورد مطالعه وجود ندارد (جدول 6).

جدول 4. آزمون مربع کای شاخص سطح برگ و درصد شیب

سطح معنی‌داری	ارزش برآوردی پیرسون	فراوانی نمونه‌ها	درصد شیب
0,005	37,778	9	< 15
		9	15 – 30
		2	30 - 45
		20	تعداد کل

جدول 5. آزمون مربع کای شاخص سطح برگ و طبقات قطری

سطح معنی‌داری	ارزش برآوردی پیرسون	فراوانی نمونه‌ها	تراکم تاج پوشش (درصد)
0,013	60,000	5	5
		5	10
		5	15
		5	20
		20	تعداد کل

جدول 6. آزمون مربع کای شاخص سطح برگ و جهت‌های جغرافیایی

سطح معنی‌داری	ارزش برآوردی پیرسون	فراوانی نمونه‌ها	جهت‌های جغرافیایی
0,792ns	36,389	9	بدون جهت
		4	شرقی
		7	غربی
		20	تعداد کل

ns به معنی عدم معنی‌داری است.

بحث و نتیجه‌گیری

(2003) در آنتاریو مطابقت دارد. از بین مشخصه-های فیزیکی و شیمیایی خاک، نیتروژن قابل جذب، کربن آلی و درصد سیلت بیشترین همبستگی را با شاخص سطح برگ دارند و در سطح اطمینان 95 درصد رابطه معنی‌داری بین این مشخصه‌ها وجود دارد و با افزایش میزان نیتروژن و کربن آلی میزان شاخص سطح برگ بالا می‌رود. نتایج تحقیق افس و همکاران (2005) در بلژیک، سان و همکاران (2002) در توده‌های کاج در فنلاند و خادمی و همکاران (1387) در جنگل شاخه‌زاد بلوط در خلخال نشان می‌دهد که با افزایش میزان نیتروژن شاخص سطح برگ افزایش می‌یابد. نتایج تحقیق هوندا و همکاران (2000) نشان می‌دهد که رابطه مثبت و معنی‌داری بین شاخص سطح برگ با کربن آلی خاک وجود دارد.

نتایج بررسی نشان داد که بین شاخص سطح برگ با ارتفاع و قطر برابر سینه گونه اقاچیا ارتباط معنی‌داری وجود دارد، از طرفی بین شاخص سطح برگ گونه اقاچیا و بیوماس اندام‌های هوایی همبستگی زیادی وجود دارد که نتایج بررسی

سطح برگ درختان عاملی تعیین کننده در بسیاری از فرایندهای زیستی جنگل مانند تبادلات گازی، عبور نور از تاج پوشش، تبخیر و تعرق، فتوسنتز، چرخه کربن و نیتروژن می‌باشد (مقدم، 1384). بین شاخص سطح برگ و محصول سرپا ارتباط معنی‌داری وجود دارد و اگر آب و مواد غذایی خاک برای رشد درختان در حد مطلوب باشد، بیشترین مقدار شاخص سطح برگ و محصول فراهم می‌شود (اریاس، 2007). در این تحقیق شاخص سطح برگ گونه اقاچیا در جنگل-کاری مورد مطالعه به روش مستقیم اندازه‌گیری و حدود 3/78 برآورد گردید که با افزایش طبقه قطری شاخص سطح برگ افزایش می‌یابد. نتایج آزمون دانکن نشان داد که میانگین شاخص سطح برگ در طبقات قطری 15 و 20 سانتی‌متری از اختلاف معنی‌داری برخوردار نیستند. بر اساس نتایج به دست آمده بین عامل فیزیوگرافیک شیب با شاخص سطح برگ رابطه معنی‌داری وجود دارد که این موضوع با نتایج بررسی اولسوف¹

¹ Olthof (2003)

سپاسگزاری

این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی با عنوان بررسی میزان ذخیره کربن در جنگل کاری با گونه اقاچیا (*Robinia pseudoacacia L.*) و نقش آن در کاهش گازهای گلخانه‌ای بوده است و بدین وسیله نویسندگان مقاله از دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر به دلیل حمایت مالی در انجام این تحقیق صمیمانه تقدیر و تشکر می‌نمایند.

وانگ (2007) در جنگل‌های چین، هوندا و همکاران (2000) در آسیای مرکزی، سان و همکاران (2002) در توده‌های کاج در فنلاند، اریاس (2007) در کاستاریکا و خادمی و همکاران (1387) در جنگل‌های شاخه‌زاد بلوط درستی این مطلب را تأیید می‌کند. شاخص سطح برگ با خصوصیات رشد گونه‌های گیاهی، شیوه‌های مدیریت، نوع عملیات احیایی، شرایط فیزیکی و شیمیایی خاک، میزان بیوماس و میزان ترسیب کربن در ارتباط است، بنابر این افزایش شاخص سطح برگ علاوه بر تولید بیشتر چوب موجب جذب بیشتر دی‌اکسیدکربن و ذخیره کربن می‌شود که این امر کاهش گازهای گلخانه‌ای را به دنبال خواهد داشت (پست و کاون^۱، 2000). جنگل کاری با گونه‌های بومی سازگار و همزیست با قارچ‌های میکوریز علاوه بر پایین آوردن هزینه‌های نگهداری باعث حاصل خیزی خاک و بهبود شرایط برای حضور سایر گونه‌ها می‌گردد. بنابراین ملاحظه می‌گردد که با لحاظ کردن ارزش‌ها و کارکردهای زیست‌محیطی جنگل کاری‌ها (به‌خصوص ترسیب کربن، کاهش آلودگی و اثرات روانی) و برآورد ارزش اقتصادی دقیق این نوع کارکردها و دخالت دادن آن در بیان طرح می‌توان از تخریب این منابع جنگلی پیشگیری و گام مؤثری در حفاظت، احیاء و توسعه آن برداشت.

¹ Post & Kwon, 2000

5- Afas, N., Pellis, A. and Niinemets, U., 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: 536-547.

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

7- Department of Meteorology., 2007. Internal Report, "Data and Files of the Department of Meteorology" Tehran, Iran.

8- Geng, Y.B., Dong, Y.S. and Meng, W.Q., 2000. Progresses of terrestrial carbon cycle studies. *Advance in Earth Science*, 19: 297-306.

9- Honda, Y., Yamamoto, H., and Kajiwara K., 2000. *Biomass Information in Central Asia*. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University: 263: 1-33.

10- Johansson, T., 2002. Increment and biomass in 26- to 91-year – old European aspen and some practical implication. *Journal of Biomass and bioenergy*, 23: 245-255.

11- Olthof, I., 2003. Overstory and under story LAI as indicators of forest response to ice storm damage. *Ecological indicators*, 3: 49 – 64 .

12- Post, M. and Kwon, K.C., 2000. Soil carbon sequestration and land-use change, processes and potential. *Global Change Biology*, 6: 317-327.

13- Roberts, S. and Dean, T., 2003. Family influences on leaf estimates derived from crown and

منابع

1- خادمی، ا.، بابایی، س. و متاجی، ا. 1388. بررسی شاخص سطح برگ آوری و ارتباط آن با شرایط فیزیوگرافی و خاک رویشگاه، فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر، 2: 289-280.

2- زرگران، م. 1380. بررسی زیوزن برگ و شاخص سطح برگ و رابطه آنها با برخی از ویژگی‌های توده و خاک در قطعه دائمی جنگل - های میان بند خزر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع - طبیعی گرگان، 97 صفحه.

3- مصداقی، م. 1384. بوم شناسی گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، 216 صفحه.

4- مقدم، م. 1384. اکولوژی گیاهان خاکروی. انتشارات دانشگاه تهران، 512 صفحه.

productivity and evapotranspiration in Changbaishan natural reserve. China, using Land sat ETM⁺ data. Canadian Journal of Remote sensing, 30: 731-742.

16- 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.

tree dimensions in *Pinus taeda*. Forest Ecology and Management. 173: 261-270.

14- shakiba, A. 2000. potential effect of climate change on carbon sequestration in soil. Ph.D thesis, The university of School of Geography. 298 P.

15- Sun, R., Chen, J.M., Zhou, Y., and Liu, Y., 2004. Spatial distribution of net primary