Archive of SID

نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد نهم، شماره ۱(۳۳)، بهار ۱۳۹۴، صفحه ۱۲۲-۱۰۹

اثر سایه‌اندازی بر برخی صفات مهم فیزیولوژیک در عدس

فرشته دارابی[۱]*، علی حاتمی[۲]، محمدجواد زارع[۲] و رحیم ناصری[۳]

چکیده

نور از عوامل محدود کننده رشد گیاهان زراعی در سیستم‌های کشت مخلوط و زراعت-جنگل محسوب می‌شود، به همین دلیل آزمایشی جهت تعیین تاثیر شدت‌های نوری مختلف در دو رقم عدس انجام گرفت. آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا گردید. فاکتورهای مورد بررسی شامل سایه‌اندازی در پنج سطح بدون سایه (شاهد)، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد سایه و ارقام عدس (*Lens culinaris* Medic) شامل زیبا و ILL4400 بود. در این پژوهش صفات فیزیولوژیک تحت برهمکنش سایه‌اندازی × رقم اختلاف معنی‌داری از خود نشان دادند. با افزایش میزان سایه‌اندازی، رقم زیبا دارای بیشترین میزان کلروفیل a و b بود. میزان کارتنویید، محتوای آب نسبی و شاخص سطح برگ با افزایش سایه‌اندازی روندی صعودی داشتند. بیشترین میزان کارتنویید و محتوای آب نسبی در تیمار ۱۰۰ درصد سایه‌اندازی و رقم ILL4400 و کمترین میزان کارتنویید در تیمار عدم تنش (نور کامل) و رقم زیبا مشاهده گردید. بیشترین میزان وزن مخصوص برگ در این پژوهش در تیمار شاهد (نور کامل) و رقم زیبا مشاهده شد و با افزایش سایه‌اندازی از وزن مخصوص برگ کاسته شد. با افزایش سایه‌اندازی از عملکرد دانه کاسته شد، بیشترین عملکرد دانه (۲۵۳۲ کیلوگرم در هکتار) در تیمار شاهد (نور کامل) و رقم زیبا و کمترین عملکرد دانه (۱۱۳۷ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۱۰۰ درصد سایه‌اندازی و رقم ILL4400 مشاهده گردید. بنابراین، نتایج نشان داد که رقم زیبا در سطوح بالاتر سایه از شاخص سطح برگ، میزان نسبی آب برگ و میزان کلروفیل a بیشتری برخوردار بود، پس در شرایط کشت مخلوط و آگروفارستری که نور یک عامل محدودکننده می‌باشد، کشت عدس رقم زیبا می‌تواند موفقیت آمیز باشد.

واژگان کلیدی: شاخص سطح برگ، کلروفیل، محتوای آب نسبی.

۱- دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران (* نگارنده‌ی مسئول) m.darabi8161@yahoo.com
۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
تاریخ دریافت: ۹۳/۷/۲۰
۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ایلام، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، ایلام، ایران
تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۹

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

عدس از جمله گیاهانی است که غالباً در اراضی حاشیه‌ای و در خاک‌های نه چندان حاصلخیز کشت می‌شود (Singh and Saxena,1993). در کشورهای درحال توسعه تقریباً یک چهارم نیاز پروتئین توسط حبوبات تامین می‌شود و عدس با دارا بودن حدود ۲۸ درصد پروتئین نقش مهمی در تغذیه مردم این نواحی ایفا می‌کند. این گیاه قادر است از طریق تثبیت نیتروژن، موجب بهبود حاصلخیزی خاک و در نتیجه کاهش استفاده از کود شیمیایی شود (Singh and Saxena,1993). کشور ایران از نظر تولید عدس با میانگین نزدیک به ۰/۲ میلیون تن در رتبه نهم و از نظر سطح برداشت با میانگین نزدیک به ۰/۲ میلیون هکتار در رتبه ششم و کشور کانادا دارای رتبه نخست با میزان تولید نزدیک ۲ میلیون تن و سطح برداشت نزدیک ۱/۴ میلیون هکتار می‌باشند و کشورهای هند، ترکیه و آمریکا در مقام‌های بعدی قرار دارند (FAO, 2010).

نور یکی از عوامل اصلی مؤثر بر فتوسنتز و رشد گیاه و منبع انرژی برای تثبیت کربن است. در طول روز کیفیت و مقدار تشعشع فعال فتوسنتزی (PAR)[۱] تغییر می‌کند و گیاهان سعی می‌کنند تعادلی بین تغییرات نور و حفاظت از سیستم فتوسنتزی و یا تعمیر آسیب احتمالی ایجاد کنند (Hazem *et al.*, 2012).

قابلیت گیاهان در انجام فتوسنتز در روشنایی شدید به مقدار کلروفیل و یا جذب و اخذ فتون مانند آنچه در گیاهان سایه‌پسند مصداق دارد بستگی نداشته لیکن بیشتر به روابط موجود بین نفی نوری فتوسنتز و درجه تخریب کلروفیل ارتباط دارد، البته تخریب نوری کلروفیل با افزایش بتاکاروتن و گزانتوفیل (رنگدانه برگ) و فسفولیپیدها می‌تواند کاهش یابد (Boaedman, 1977). نشان داده شده است که نتیجه تنش نوری کمبود فتوسنتز و لذا کاهش در بدست آوردن کربن خالص می‌باشد (Bakhshy *et al.*, 2013). وانگ و همکاران (Wang *et al.*, 2003) در آزمایش‌های خود روی گیاه گندم نشان دادند که تنش سایه‌اندازی در مرحله بعد از گرده‌افشانی موجب کاهش فتوسنتز می‌گردد. آزمایش‌های کرامر و کوزلووسکی (Kramer and Koslowski, 1979) نیز نشان داد که سطوح کلروفیل برگ به‌وسیله نور کنترل می‌شود. بیان شده است که کلروفیل به‌طور مداوم در حضور نور سنتز و تحت تاثیر اکسیداسیون تخریب می‌شود. هادی و همکاران (Hadi *et al.*, 2006) نیز در آزمایش‌های خود روی لوبیا و نصراله‌زاده و همکاران (Nasrullahzadeh *et al.*, 2007) روی باقلا نشان دادند که شاخص سطح برگ تحت تیمار سایه‌اندازی افزایش قابل توجهی از خود نشان می‌دهد. اسکادری و همکاران (Scuderi *et al.*, 2003) گزارش داده‌اند که بین شاخص سطح برگ و شدت تابش نور همبستگی منفی وجود دارد، به‌طوری‌که بعضی از گیاهان شاخص سطح برگ را در واکنش به سایه افزایش می‌دهند.

اسکولز و همکاران (Schuize *et al.*, 1997) عنوان کرده‌اند که در حالت مطلوب، یک گیاه زراعی باید دارای شاخص سطح برگ اپتیمم باشد که اجازه فتوسنتز بهینه را به گیاه بدهد و اگر شاخص سطح برگ بسیار کم باشد، نور کافی جذب نخواهد شد و اگر شاخص زیاد باشد، برگ‌های پایینی توانایی جذب نور کافی را نداشته و بنابراین نمی‌توانند به وظیفه خود عمل کنند. زندگی گیاه بیشتر به قابلیت آن در ادامه فتوسنتز در روشنایی ضعیف بستگی دارد، شدت‌های روشنایی پایین‌تر از نقطه آستانه تحمل

۱- Photosynthetically Active Radiation

www.SID.ir

Archive of SID

سبب بروز خسارت بر گیاه می‌شود که اثر بارز آن عبارت از کاهش در مقدار مواد قندی که به دنبال تغییرات متابولیسمی روی می‌دهد (Forghani *et al.*, 2010). برگ‌هایی که در سایه رشد یافته‌اند به دلیل اینکه سیستم آوندی و سلول‌های مزوفیلی اسفنجی توسعه کمتری می‌یابند نسبت به برگ‌هایی که در معرض آفتاب رشد کرده اند نازک‌تر و سطح آن بزرگتر است (Fails *et al.*, 1982). از آن‌جایی‌که بسیاری از گیاهان در سیستم‌های مختلف زراعی از جمله کشت مخلوط و یا سیستم‌های زراعت و جنگل در مجاورت یکدیگر رشد و نمو می‌کنند، بنابراین بررسی رفتارها و واکنش‌های مختلف و به‌طورکلی انجام وظیفه آنها در کنار یکدیگر می‌تواند از نظر زراعت بسیار مهم و ضروری باشد (Nasrullahzadeh *et al.*, 2011).

بنابراین هدف از اجرای این پژوهش ارزیابی اثرات سایه‌اندازی با استفاده از سایه‌اندازهای مصنوعی روی رشد و عملکرد دانه در دو رقم عدس بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام با طول جغرافیایی '۴۶٫۲۸ ،عرض جغرافیایی'۳۳٫۲۷ و ارتفاع ۱۱۷۴ متر از سطح دریا، در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ انجام شد. آب و هوای منطقه مورد آزمایش نیمه مرطوب با تابستانی گرم و خشک و زمستان نسبتاً سرد و متوسط بارندگی سالانه آن ۶۰۰ میلی‌متر می‌باشد (Naseri *et al.*, 2010).

آزمایش به صورت فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار اجرا گردید. فاکتورهای مورد بررسی در این آزمایش، سایه‌اندازی (عدم سایه (شاهد)، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد سایه) و دو رقم عدس (زیبا و ILL4400) بودند. کشت دو رقم عدس در۳ اسفند ۱۳۹۱ انجام شد. زمین محل اجرای آزمایش را در تابستان شخم عمیق زده و در اواسط آذر ماه عملیات آماده‌سازی تکمیلی زمین شامل شخم، دیسک‌زنی، و کرت‌بندی انجام شد. بلافاصله پس از کاشت، همه مزرعه به روش جوی و پشته آبیاری گردید. مزرعه آزمایشی در طول دوره رشد، در فاصله زمانی ۷ روز به‌صورت مرتب آبیاری شد. واحد آزمایشی در ابعاد ۲×۱/۳۰ متر ایجاد و در هر واحد آزمایشی ۵ ردیف به طول ۲متر و به فاصله ۲۵ سانتی‌متر از همدیگر در جهت شمالی جنوبی بود. فاصله بذور در روی ردیف ۲ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در این پژوهش تراکم ۲۰۰ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. با توجه به آزمون خاک (جدول ۱) میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و ۱۰-۱۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره استفاده شد و نیازی به استفاده از کود پتاس در این آزمایش نبود. از توری‌های مخصوص با ضخامت مناسب برای سایه‌اندازها استفاده شد. در این پژوهش از پارچه‌های برزنتی استفاده شد. توری‌ها به صورت ردیفی برش داده شده و روی چارچوب‌هایی به ابعاد ۲×۲ با توجه به ابعاد کرت‌ها نصب و در ارتفاع یک متری روی کرت‌ها قرار گرفتند. برای اعمال تیمار ۲۵ درصد سایه، شبکه‌هایی متشکل از توری‌هایی با نسبت یک به چهار (یک لایه)، برای۵۰ درصد سایه از نسبت دو به چهار (دو لایه)، ۷۵ درصد از نسبت سه به چهار (سه لایه) و برای ۱۰۰ درصد از نسبت چهار به چهار (چهار لایه) استفاده شد. میزان کلروفیل a، b و کارتنوئیدها در آغاز گلدهی به کمک روش (Lichtenthaler and Wellburn, 1983) اندازه‌گیری شد، به این صورت که ۰/۲۵ گرم برگ تازه را با استفاده از ۵ میلی‌لیتر آب مقطر در هاون چینی کاملاً ساییده تا توده یکنواختی به دست آید. سپس مخلوط حاصل را به یک فالکون منتقل کرده و حجم آن با آب مقطر به ۱۲/۵ میلی‌لیتر رسانده شد، سپس ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره برداشته و با ۴/۵ میلی‌لیتر استون

www.SID.ir

Archive of SID

۸۰٪ مخلوط شد و محلول حاصل را به مدت ۱۰ دقیقه در ۳۰۰۰ دور سانتریفیوژ قرار داده و پس از سانتریفوژ میزان جذب نور توسط عصاره حاصل با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (APEL-PD-D303UV 180) و در طول موج‌های ۶۶۳ (کلروفیل a) ۶۴۶ (کلروفیل b) و ۴۷۰ (کارتنوئید) تعیین گردید. غلظت کلروفیل a، b و کارتنوئید از طریق روابط زیر به‌دست آمد:

$$\text{Chlorophyll a}=12.21\ (A_{663})-2.81(A_{646})$$
$$\text{Chlorophyll b}=20.13(A_{646})-5.03(A_{663})$$
$$\text{Carotenoids}=(1000A_{470}-3.27[\text{chla}]-104[\text{chlb}])/227$$

در مرحله گلدهی کامل محتوی نسبی آب برگ با استفاده از روش سانچز (Sanchez, 1998) و با استفاده از فرمول لویت (Levitt, 1980) به شرح زیر اندازه گیری شد.

$$RWC(\%)=\frac{wf-wd}{wt-wd}\times 100$$

که در آن Wf: وزن تر بافت گیاه، Wt: وزن آماس یافته گیاه (اشباع شده از آب) و Wd: وزن خشک بافت گیاه می‌باشد.

شاخص سطح برگ با نمونه‌برداری و اندازه‌گیری سطح برگ‌ها با استفاده از دستگاه مساحت سنج دیجیتال (CI-203 Ca CONVEYOR ATTACHMENT) استفاده شد. از هر واحد آزمایشی ده بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و از هر بوته ۱۰ برگ از قسمت‌های مختلف انتخاب و میانگین نهایی آنها اندازه‌گیری شد و در واحد سطح زمین با رعایت حاشیه و از ۳خط میانی هر کرت آزمایش تعیین شد و وزن مخصوص برگ از نسبت وزن برگ به سطح برگ محاسبه شد.

$$SLW=\frac{LW}{LA}\ g/m^2$$

که در آن LW: وزن برگ و LA: سطح برگ می‌باشد.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (Version 9.1) و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار و طراحی نمودارها از برنامه Excel انجام شد.

نتایج و بحث

کلروفیل a

کلروفیل a تحت تاثیر متقابل رقم×سایه‌اندازی در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت (جدول ۲). همان‌گونه که نمودار برهمکنش رقم× سایه‌اندازی نشان می‌دهد در هر دو رقم مورد آزمایش، با افزایش سطوح سایه، میزان کلروفیل a افزایش یافت و در همه سطوح سایه میزان کلروفیل a رقم زیبا بیشتر از رقم ILL4400 بود به‌طوری‌که بیشترین میزان کلروفیل a با میانگین ۲/۶۴ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه برگ در ۱۰۰ درصد سایه و رقم زیبا و کمترین میزان مربوط به رقم ILL4400 و عدم سایه (شاهد) با میانگین ۰/۶۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه برگ حاصل شد، میانگین درصد تغییرات کلروفیل a در تیمار ۱۰۰، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد سایه‌اندازی نسبت به تیمار عدم سایه‌اندازی به‌ترتیب در رقم زیبا ۵۲/۲، ۴۳/۷، ۳۶/۲ و ۱۹/۶ درصد و در رقم ILL4400 این تغییرات به‌ترتیب ۴۴/۸، ۳۶/۶، ۳۶/۸ و ۱۱/۵ درصد به‌دست آمد (شکل ۱). کوهن و همکاران (Cohen *et al.*, 2005) گزارش دادند که سایه‌اندازی در بعضی از گیاهان و متعاقب آن افزایش کلروفیل بیشتر، یک مکانیسم سازگاری در مقابل کمبود نور است و ذخیره کلروفیل بیشتر، دریافت نور را افزایش داده و ظرفیت فتوسنتزی را بالا می‌برد. در شدت‌های نوری بالا، مولکول‌های کلروفیل به اکسیداسیون نوری حساس هستند و تعادل در سطوح پایین نوری برقرار می‌شود. بنابراین، برگ‌های موجود در سایه، کلروفیل بیشتری

www.SID.ir

Archive of SID

نسبت به برگ‌های رشد کرده در نور کامل خورشید دارا هستند.

لاکشمی و همکاران (Lakshmi Praba *et al.*, 2004) عنوان کرده‌اند که سایه موجب افزایش کلروفیل برگ برنج می‌شود. آنها اعلام کردند که افزایش کلروفیل به دلیل تقویت سیستم ذخیره‌سازی مواد غذایی از طریق تولیدات فتوسنتزی صورت می‌گیرد. فرقانی و همکاران (Forghani *et al.*, 2010) گزارش دادند که اعمال محدودیت نوری در گیاه ذرت موجب شد که به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان کلروفیل در محدودیت نوری و نور کامل خورشید (شاهد) حاصل شود.

کلروفیل b

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها برای صفت کلروفیل b نشان داد که این صفت تحت تاثیر اثر متقابل رقم×سایه‌اندازی قرار گرفت (جدول ۲). عکس‌العمل دو رقم عدس در سطوح مختلف سایه نشان داد که بیش‌ترین میزان کلروفیل b در رقم زیبا و ۱۰۰ درصد سایه (۱/۶۶ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه برگ) و کم‌ترین مقدار در رقم ILL4400 و عدم سایه (شاهد) (۴۵/ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه برگ) حاصل شد و در همه سطوح سایه‌اندازی میزان کلروفیل رقم زیبا بیش از رقم ILL4400 بود (شکل ۲). در رقم زیبا با افزایش سطوح سایه میزان کلروفیل افزایش یافته اما در رقم ILL4400 بین سطوح ۲۵ تا ۱۰۰ درصد سایه اختلاف معنی‌داری حاصل نشد، اما نسبت به نورکامل (شاهد) کلروفیل بیشتری حاصل شد، میانگین درصد تغییرات کلروفیل b در تیمار ۱۰۰، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد سایه‌اندازی نسبت به تیمار عدم سایه‌اندازی به‌ترتیب در رقم زیبا ۴۶/۱، ۲۶/۳، ۲۰/۴ و ۱۵/۶ درصد و در رقم ILL4400 این تغییرات نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ۳۸/۳، ۳۶/۶، ۳۵/۷ و ۲۹/۶ درصد به‌دست آمد (شکل ۲).

گیاهان آفتاب‌پسند رشد یافته در روشنایی ضعیف، تعداد تیغه‌های تیلاکوییدی خود را در استرومای کلروپلاست افزایش داده‌اند و در روشنایی با شدت‌های پایین گیاهان آفتاب پسند و یا سایه‌پسند نیز کلروفیل خود را افزایش می‌دهند. افزایش کلروفیل، استفاده از روشنایی و با طول موج‌هایی که بیشتر در منطقه‌ی نور قرمز تیره قرار دارند را ممکن می‌کند (Nicolas *et al.*, 2008). وقتی گیاه به هر دلیلی نتواند به حد مطلوب تشعشع دریافت کند به منظور جبران این نقصان با افزایش تعداد کلروپلاست و تراکم کلروفیل برگ از نقاطی که حداقل نور تابیده و جذب می‌شود، می‌تواند به فتوسنتز فعال خود ادامه دهد (Muthuchelian *et al.*, 1989). فرقانی و همکاران (Forghani *et al.*, 2010) گزارش دادند که اثر سطوح مختلف نور بر میزان کلروفیل گیاه ذرت نشان داد که تنش نوری با ۰/۶۷ میلی‌گرم در گرم بیشترین و نور کامل (شاهد) با ۰/۴۱ میلی‌گرم در گرم، کم‌ترین میزان صفت مذکور را تولید کرد.

کارتنوئید

اثر متقابل رقم×سایه‌اندازی از نظر کارتنوئید در سطح احتمال یک درصد از نظر آماری معنی‌دار گردید (جدول۲). عکس‌العمل دو رقم عدس در سطوح مختلف سایه‌اندازی نشان داد که با افزایش سطوح سایه مقدار کارتنوئید افزایش یافت و این افزایش در رقم ILL4400 بیشتر از رقم زیبا بود به‌طوری‌که در هر دو رقم در شرایط ۱۰۰ درصد سایه ضمن قرار گرفتن در یک گروه بیشترین میزان کارتنوئید و در عدم سایه (شاهد) و رقم زیبا کم‌ترین میزان کارتنوئید حاصل شد، میانگین درصد تغییرات کارتنوئید در تیمار ۱۰۰، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد سایه‌اندازی نسبت به تیمار عدم سایه‌اندازی به‌ترتیب در رقم زیبا ۶۵/۳، ۴۱/۳، ۳۷ و ۶۳۲ درصد و در رقم ILL4400 این تغییرات نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب

www.SID.ir

Archive of SID

۵۰، ۲۹/۷، ۲۳/۵ و ۱۶/۱ درصد به‌دست آمد (شکل ۳). افزایش تراکم کلروفیل در کلروپلاست یا تقلیل تراکم سایر رنگیزه‌های برگ مانند گزانتوفیل‌ها و کاروتن همراه است (Araus *et al.*, 1986). مقاومت در مقابل تجزیه کلروفیل در گیاهان سایه پسند در افزایش آن مؤثر است و نیز در تعدادی از گیاهان کاهشی در شدت تنفس به چشم می‌خورد که موجب حفظ فـرآورده‌های فتوسنتزی می‌شود (Boaedman, 1977).

محتوای نسبی آب برگ

اثر متقابل رقم×سایه‌اندازی در سطح احتمال ۱ درصد بر محتوای آب نسبی معنی‌دار گردید (جدول ۲). با افزایش سطوح سایه‌اندازی محتوای نسبی آب برگ افزایش یافت و در همه سطوح سایه‌اندازی محتوای نسبی آب برگ رقم ILL4400 بیش از رقم زیبا بود به‌طوری‌که در ۱۰۰ درصد سایه و رقم ILL4400 با میانگین ۸۵/۹۳ درصد بیشترین میزان آب نسبی برگ و در عدم سایه (شاهد) و رقم زیبا با میانگین ۶۷/۷۶ درصد کم‌ترین میزان آب نسبی برگ حاصل شد، میانگین درصد تغییرات میزان آب نسبی برگ در تیمار ۱۰۰، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد سایه‌اندازی نسبت به تیمار عدم سایه‌اندازی به‌ترتیب در رقم زیبا ۱۳/۳، ۵/۰۴، ۳/۲ و ۲/۷ درصد و در رقم ILL4400 این تغییرات نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ۱۸/۲، ۱۵/۷، ۱۰/۴ و ۷/۵ درصد به‌دست آمد (شکل ۴). قاسمی گلعذانی و همکاران (Ghassemi–Golezani *et al.*, 2013) گزارش دادند که با افزایش سطوح سایه محتوای آب نسبی برگ سویا افزایش یافت.

شاخص سطح برگ

نتایج تجزیه واریانس مشخص نمود که صفت شاخص سطح برگ تحت تاثیر رقم×سایه‌اندازی در سطح احتمال ۱ درصد قرار گرفت (جدول ۲). در هر دو رقم با افزایش سطوح سایه‌اندازی شاخص سطح برگ افزایش یافت اما شاخص سطح برگ رقم بیش از رقم زیبا بود هرچند در هر دو رقم بین سطوح ۵۰ درصد تا ۱۰۰ درصد سایه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد اما بیشترین میزان شاخص سطح برگ در تیمار ۱۰۰ درصد سایه حاصل شد و رقم زیبا در شرایط عدم سایه (شاهد) کم‌ترین میزان شاخص سطح برگ حاصل گردید، میانگین درصد تغییرات شاخص سطح برگ در تیمار ۱۰۰، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد سایه‌اندازی نسبت به تیمار عدم سایه‌اندازی به‌ترتیب در رقم زیبا ۴۶/۵، ۴۶/۳، ۴۶/۲ و ۳۴/ درصد و در رقم ILL4400 این تغییرات نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ۲۴/۰۷، ۲۱/۸، ۱۵/۹ و ۱۵/۱۸ درصد به‌دست آمد (شکل ۵). افزایش شاخص سطح برگ بر اثر سایه‌اندازی یکی از راه‌هایی است که برای افزایش سطح فتوسنتز کننده به‌منظور تضمین عملکرد در شدت‌های نوری پایین رخ می‌دهد. بنابراین، جبران فتوسنتز پایین در واحد سطح برگ، از ویژگی برگ‌های قرار گرفته در سایه محسوب می‌شود. قاسمی گلعذانی و همکاران (Ghassemi–Golezani *et al.*, 2013) نیز گزارش داده اند که با افزایش سطوح سایه، شاخص سطح برگ سویا افزایش یافت. همچنین رسوپولاس و همکاران (Roussopoulos *et al.*, 1998) در گیاه پنبه نیز افزایش سطح برگ در شدت‌های پایین نوری را گزارش کرده اند. در آزمایش‌های هادی و همکاران (Hadi *et al.*, 2006) با استفاده از چهـــار سطح سایه‌اندازی بر روی گیاه لوبیا، افزایش سطح برگ، وزن مخصوص برگ و نسبت سطح برگ مشاهده شد. بررسی سطوح مختلف نوری بر لوبیا نشان داد که نور، شاخص سطح برگ، سطح ویژه برگ و نسبت سطح برگ در گیاهان لوبیا را افزایش می‌دهد (Lambers *et al.*, 1998).

وزن مخصوص برگ

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل رقم×سایه‌اندازی در سطح احتمال ۱ درصد بر وزن مخصوص برگ معنی‌دار شد (جدول ۲). در هر دو رقم مورد آزمایش، با افزایش سطوح سایه وزن مخصوص برگ کاهش یافت اما رقم زیبا نسبت به رقم ILL4400 وزن مخصوص برگ بیشتری داشت. شاخص سطح برگ رقم زیبا در سطوح عدم سایه (شاهد)، ۲۵ و ۵۰ درصد سایه‌اندازی ضمن قرار گرفتن در یک گروه، بیشترین میزان را نشان داد. کمترین میزان وزن مخصوص برگ در ۱۰۰ درصد سایه و رقم ILL4400 تولید شد، میانگین وزن مخصوص برگ در تیمار عدم سایه‌اندازی نسبت به تیمار ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد سایه‌اندازی به‌ترتیب در رقم زیبا ۱/۹، ۲/۹، ۱۵ و۵۸/۷ درصد و در رقم ILL4400 این تغییرات نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ۱/۶، ۲۳/۷، ۵۲/۲ و ۶۵/۹ درصد به‌دست آمد (شکل ۶). میزان نور در طی مراحل مختلف رشد و نمو گیاه، سطح برگ و شکل آن را به‌شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد. در مقایسه، برگ‌های در معرض سایه سطح بیشتری نسبت به برگ‌های در معرض نور نشان می‌دهند، ولی برگ‌های تحت نور ضخیم‌تر هستند (لایه‌های بیشتری از سلول‌های پالیساد مزوفیلی دارند) همچنین، این برگ‌ها وزن بیشتری را به ازای هر واحد سطح برگ دارند، به صورت بسیار متراکم و با دمبرگ‌های کوتاه بر روی ساقه قرار می‌گیرند و به ازای واحد وزن خشک دارای کلروفیل بیشتری نیز هستند (Fails *et al*., 1982). سیستم آوندی و سلول‌های مزوفیلی اسفنجی در برگ‌های در معرض نور، توسعه بیشتری می‌یابند. لمبرس و همکاران (Lambers *et al*., 1998) نیز اعلام کردند که برگ‌های گیاهان رشد کرده در سایه، تا حدودی دارای ضخامت کمتری در مقایسه با گیاهان شاهد هستند. قاسمی گلعذانی و همکاران (Ghassemi–Golezani *et al*., 2013) نیز گزارش داده‌اند که با افزایش سطوح سایه وزن مخصوص برگ سویا افزایش یافت.

عملکرد دانه

عملکرد دانه تحت تأثیر متقابل رقم×سایه‌اندازی تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال آماری ۱ درصد نشان داد (جدول ۲). با افزایش درصد سایه‌اندازی مقدار عملکرد دانه در هر دو رقم کاهش یافت. شدت کاهش در رقم زیبا علیرغم برتری در تمامی سطوح نسبت به ILL44400، بیشتر بوده و با کاهش میزان نور تفاوت دو رقم نیز کمتر شده است (شکل ۷). بیشترین میزان عملکرد دانه در رقم زیبا و عدم سایه با میانگین ۲۵۳۲/۵کیلوگرم در هکتار و کمترین میزان عملکرد دانه در رقم ILL44400 در ۱۰۰ درصد سایه با میانگین ۱۱۳۷/۴۷ کیلوگرم در هکتار حاصل شد، میانگین درصد عملکرد دانه در تیمار ۱۰۰، ۷۵، ۵۰ و ۲۵ درصد سایه‌اندازی نسبت به تیمار عدم سایه‌اندازی به‌ترتیب در رقم زیبا ۷/۹، ۱۷/۳، ۳۵/۰۴ و۴۰/۰۲ درصد و در رقم ILL4400 این تغییرات نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ۹/۸، ۳۱/۴، ۴۶/۹ و ۴۷/۲ درصد به‌دست آمد (شکل ۷). با کاهش فعالیت سایه‌اندازی در طول دوره پر شدن دانه، عملکرد دانه در گیاهان ذرت، سویا و آفتابگردان کاهش یافته است (Andrade, 1995). نخفروشان و همکاران (Nakh Feroushan *et al*., 1998) در بررسی شاخص‌های مورفولوژی و فیزیولوژیکی مؤثر بر عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف عدس نشان دادند که مقدار عملکرد دانه تحت تاثیر ژنوتیپ قرار می‌گیرد.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به‌دست آمده مشخص گردید که ایجاد سایه‌اندازی می‌تواند تاثیر معنی‌داری بر صفات فیزیولوژیکی داشته باشد. رقم زیبا در سطوح بالاتر سایه در مقایسه با رقم ILL4400 از شاخص

www.SID.ir

Archive of SID

سطح برگ، میزان نسبی آب برگ و میزان کلروفیل a بیشتری برخوردار بود، بنابراین تحت شرایط سایه و انتخاب رقم زیبا می‌توان به عملکرد دانه قابل قبولی دست یافت. در شرایط کشت مخلوط و آگروفارستری که نوریک عامل محدودکننده می‌باشد، کشت عدس رقم زیبا نسبت به رقم ILL4400 موفقیت آمیزتر خواهد بود.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1- Physical and chemical properties of soil experimental site

اسیدیته خاک pH	هدایت الکتریکی EC (dS/m^{-1})	کربن آلی O.C (%)	کل نیتروژن Total nitrogen (%)	پتاسیم Available K (ppm)	فسفر قابل جذب Available P (ppm)	بافت خاک Soil texture
7.4	0.97	1.28	0.12	310	7.2	لوم رسی (Loam Clay)

جدول۲- تجزیه واریانس برخی صفات فیزیولوژیک دو رقم عدس تحت سطوح مختلف نور

Table 2 – Analysis of variance for some physiological traits of two varieties of lentil under different levels of light

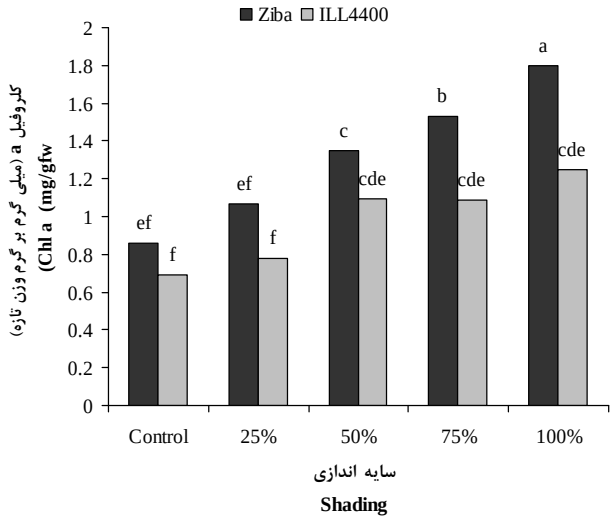
(S.O.V)	منابع تغییرات	درجه آزادی df	کلروفیلa Chl a	کلروفیلb Chl b	کارتنوئید Car	محتوای نسبی آب RWC	شاخص سطح برگ LAI	وزن مخصوص برگ SLW	عملکرد دانه Seed yield
Replication	تکرار	2	0.194^{ns}	0.00025^{ns}	0.00001^{ns}	12.58^{ns}	0.0081^{ns}	0.165^{ns}	29275.3^{ns}
Shading	سایه اندازی	4	1.264^{**}	0.135^{**}	0.0632^{**}	133.22^{**}	0.624^{**}	20.857^{**}	1270126^{**}
cultivar	رقم	1	0.231^{**}	0.176^{**}	0.0039^{*}	188^{**}	0.594^{*}	18.466^{**}	1047649^{**}
×cultivar Shading	سایه اندازی× رقم	4	0.933^{**}	0.6^{**}	0.0076^{**}	85.68^{**}	1.098^{**}	48.08^{**}	533434^{**}
error	خطای آزمایشی	18	0.026	0.006	0.0006	15.12	0.1047	1.21	43629.5
C.V. (%)	ضریب تغییرات (درصد)		12.84	10.06	7.67	5.18	11.07	16.39	11.89

ns ، *و** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns,* and **: non significant, Significant at the 5 and 1% probability levels, respectively

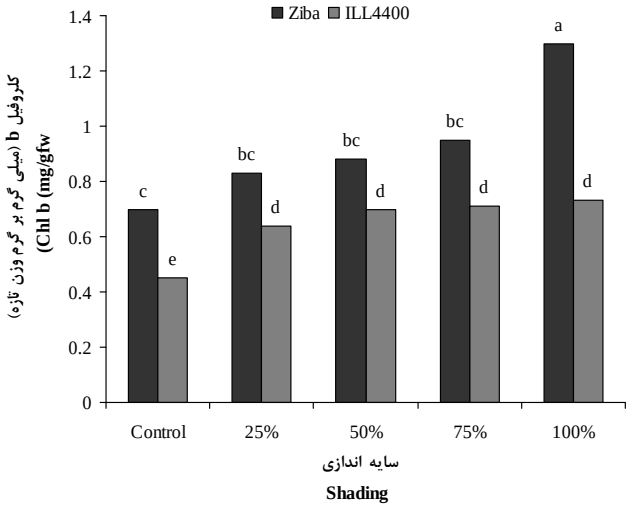
www.SID.ir

Archive of SID



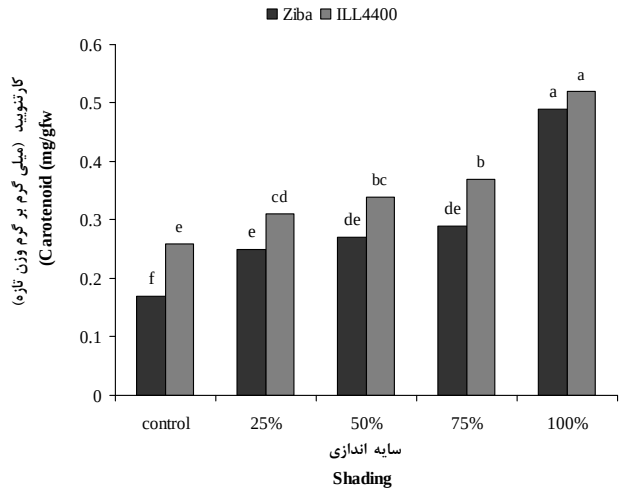
شکل ۱- اثر ترکیب تیماری سایه‌اندازی و رقم بر کلروفیل a

Figure 1- Treatment combination of shading and cultivar on chlorophyll a content of lentil



شکل ۲- اثر ترکیب تیماری سایه‌اندازی و رقم بر کلروفیل b

Figure 2- Treatment combination of shading and cultivar on chlorophyll b content of lentil

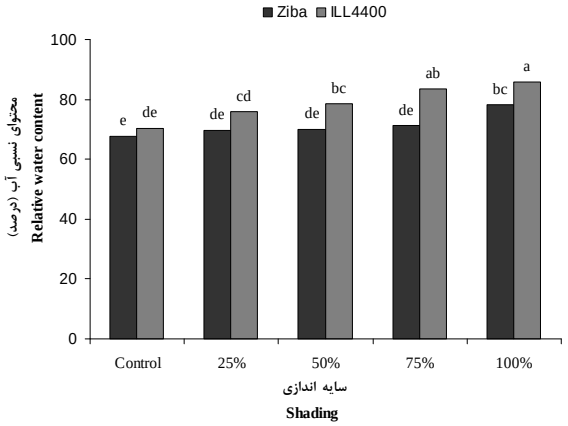


شکل ۳- اثر ترکیب تیماری سایه‌اندازی و رقم بر میزان کارتنویید

Figure 3- Treatment combination of shading and cultivar on carotenoid

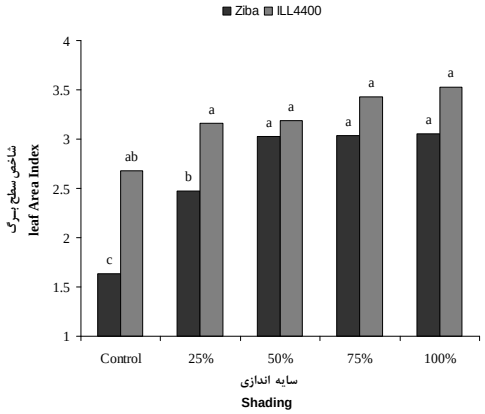
www.SID.ir

Archive of SID



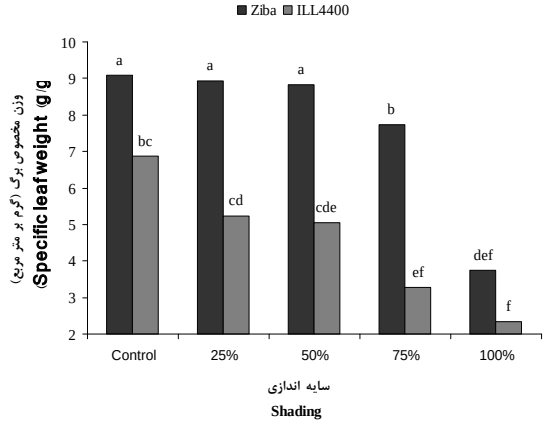
شکل ۴- اثر ترکیب تیماری سایه‌اندازی و رقم بر محتوای نسبی آب

Figure 4- Treatment combination of shading and cultivar on water relative content of lentil



شکل ۵- اثر ترکیب تیماری سایه‌اندازی و رقم بر شاخص سطح برگ

Figure 5- Treatment combination of shading and cultivar on leaf area leaf

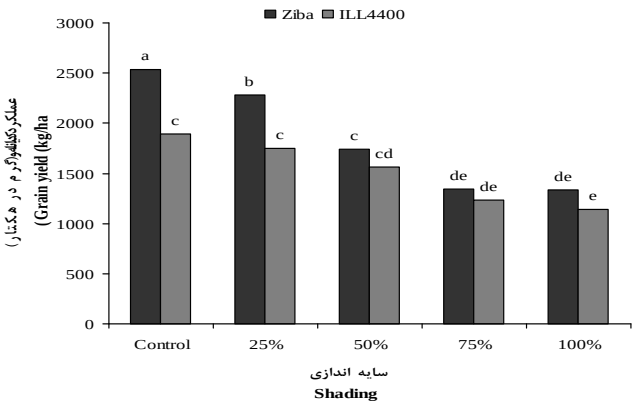


شکل ۶- اثر ترکیب تیماری سایه‌اندازی و رقم بر وزن مخصوص برگ

Figure 6- Treatment combination of shading and cultivar on leaf specific weight

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷- اثر ترکیب تیماری سایه‌اندازی و رقم بر عملکرد دانه

Figure 7- Treatment combination of shading and cultivar on grain yield

References

منابع مورد استفاده

- Andrade, F.H. 1995. Analysis of growth and yield of maize, sunflower and soybean grown at Balcarce, Argentina. *Field Crops Research*. 42:1-12.
- Araus, J.L., I. Alegre, I. Tapia, R. Calafell and M.D. Serret. 1986. Relationship between photosynthetic capacity ad leaf structures in several shade. *American Journal of Botany*. 13: 1760-1770.
- Bakhshy, J., S. Zehtab-Salmasi, K. Ghassemi–Golezani, and M. Moghaddam. 2013. The interactive effects of water and shade stresses on field performance of soybean. I*nternational Journal of Agronomy and Plant Production*. 4(9): 2330-2334.
- Boaedman, N.K. 1977. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. *Annu.Rev*. *Plant Physiol*. 28: 355-377.
- Cohen, S., E. Raveh, Y. Grava, and Goldschmidt. 2005. Physiological responses of leaves, tree growth and fruit yield of grape-fruit trees under reflective shade screens. *Scientia Hortic.* 107: 25-35.
- Fails, B.S., A.J. Lewis, and J.A. Barden. 1982. Net photosynthesis and transpiration of sun and shade grown *ficuse benjamina* leaves. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 107: 758-761.
- FAO. 2010. FAO Bulletin of Statistics.
- Forghani, A., N. Kodabandeh, D. Habibi, and A. Bankeh Saz. 2009. Response of chlorophyll a and b content, proline and grain yield of maize to light stress and different levels of plant density. *Agronomic Researches Journal.* 2(1): 30-37.

www.SID.ir

Archive of SID

- Ghassemi–Golezani, K., J. Bakhshy, S. Zehtab-Salmasi, and M. Moghaddam. 2013. Changes in leaf characteristics and grain yield of soybean (*Glycine max* L.) in response to shading and water stress. *International Journal of Bioscience.* 3 (2): 71-79.
- Hadi, H., K. Ghassemi-GoIezani, F. Rahimzade Khoei, M. Valizadeh, and M.R. Shakiba. 2006. Responses of common bean (*Phaseulus vulgaris* L.) to different levels of shade. *J. Agron.* 5 (4): 595-599**.**
- Hazem, M.K., C. Robert, I. A. Suleyman, and B. Karolina. 2012. Fluorescence parameters as early indicators of light stress in barley. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*. 112: 1–6.
- Kramer, P.J. and T. Koslowski. 1979. Physiology of wood plants. New York, Academic Press. p. 811.
- Lakshmi Praba, M., M. Vanangamudi and V. Thandapani. 2004. Effect of low light on yield and physiological attributes of rice. *Crop Managements& Physiology*. 29 (2): 71-73.
- Lambers, H., F. Stuart Chapin and T.L. Pons. 1998. Plant physiological ecology. Springer-Verlag, New York, Inc.
- Levitt, J. 1980. Response of plants to environmental stresses. Vol. 2. Water, radiation, salt and other stresses. Academic Press, New York, U.S.A. 650 p.
- Lichtenthaler, H.K., and A.R. Wellburn. 1983. Determinations of total carotenoida and chorophylls a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochemical Society transactions*. 591-592.
- Muthuchelian, K., K. Paliwal, A. Gnanam, and A. Paliwalk. 1989. Influence of shading on photosynthetic and transpiration rate, stomatal diffusive resistance, nitrate reductase and biomass adaptation of cotton to arid conditins. *Genome Research*. 11: 1988-1995.
- Nakh Feroushan, A., A. Kochaki and A. Bagheri. 1998. Effect of effective indices of physiology and morphology on grain yield and its components in bean. *Iranian Journal of Crop Science.* 1: 20-37. (In Persian)
- Naseri, R., Kh, Fasihi, A. Hatami, and M.M.Poursiahbidi. 2010. Effect of planting pattern on yield, yield components, oil and protein contents in winter safflower *cv. Sina* under rainfed conditions. *Iranian Journal of Crop Science*. 12 (3): 227-238. (In Persian).
- Nasrolah Zadeh, S., K. Ghsemi Golezani, and Y. Raei. 2011. Effect of shading effects on some growth indices and grain yield of bean. *Agricultural Knowledge and Sustainable Production.* 21(3): 134-146. (In Persian).
- Nasrullahzadeh, S., K. Ghassemi–Golezani, A .Javanshir, M .Valizade, and M.R. Shakiba. 2007. Effects of shade stress on ground cover and grain yield of faba bean (*Vicia faba* L.). *Journal of Food Agriculture and Environment*. 5: 337- 340.
- Nicolas, E., V.L. Barradas, M.F. Ortuno, A. Navarro, A. Torrecillas, and J.J. Alarcon. 2008. Environmental and stomatal control of transpiration, canopy conductance and

www.SID.ir

Archive of SID

decoupling coefficient in young lemon trees under shading net. *Environmental and Experimental Botany*. 63(1): 200-206.

- Roussopoulos, D., A. Liakatas, and W.J. Whitington. 1998. Cotton responses to different light temperature regimes. *Agric. Sci.* 131: 227-283.
- Sanchez, S.R. 1998. Turgor maintenance, osmotic adjustment and soluble sugar and proline accumulation in 49 pea cultivars in response to water stress. *Field Crops Res*. 59: 225-235.
- Schuize, E.D., M.L. Fuchs, and M. Fuchs. 1997. Spatial distribution of photosynthetic capacity and performance in a mountain spruce forest of Northern Germany. III, the significance of the evergreen habit. *Ecologi*. 30: 239-248.
- Scuderi, D., D. Romano, and F. Giuffrida. 2003. Responses of *Picas benjamina* L. to shade levels. *Acta Hortic*. 614:645-648.
- Singh, K.B., and M.C. Saxena. 1993. Breeding for stress tolerance in cool-season food legumes. The Hague, the Netherlands: Martinus Nijhoff/Junk.
- Wang Z., Y. Yin, M. He, Y. Zehang, H. Lu, Q. Li, and S. Shi. 2003. Allocation of photosynthates and grain growth of two wheat cultivars with different potential grain growth in response to pre- and post-anthesis shading. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 189(5): 280- 285.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Shading on some Important Physiological Traits in Lentil Crop

Darabi, F. [1*], A. Hatami[2], M.J. Zarea[2], and R. Naseri[3]

Received: October 2014, Accepted: 28 February 2015

Abstract

Light is one of the growth-reducing factors in mixed cropping and agroforestry systems. Therefore, an experimental field was conducted to justiffy the effect of light intensity on two lentil cultivars. It was performed in a factorial experiment based on randomized complete block design with three replications at Agricultural Research Station of Ilam University during 2012-2013 cropping season. The factors under study consisted of shading in four levels (0 shading, 25, 50, 75 and 100% of shadings) and two cultivars lentil (*Lens culinaris* Medic) (Ziba and ILL4400). Results showed that physiologic traits were significantly affected by cultivar × shading intraction. Ziba cultivar had the highest chlorophyll a and b content in 100% shading. Carotenoid content, relative water content and leaf area index also increased with increasing in shading. The highest and lowest carotenoid and relative water contents were observed in 100% shading × ILL4400 cultivar and control treatment × Ziba cultiva, respectively. The highest leaf specific weight observed in control treatment × Ziba cultivar and decreased with increasing shading. Grain yield decreased with increasing shading. The highest and lowest mean grain yield, 2522 kg.ha^{-1} and 1137 kg.ha^{-1}, were observed in control treatment × Ziba cultivar and 100% shading and ILL4400 cultivar, respectively. Based on the results of this study, Ziba cultivar had the highest leaf area index, relative water content and chlorophyll a in higher shading treatments; hence, it can perform better than ILL4400 in mixed cropping and agroforestry systems where the light is limited factor.

Key words: Leaf area index, Chlorophyll, Relative water content.

1- M.Sc student in Agronomy, Faculty of Agriculture, Ilam, Iran.
2- Assistant Prof., Department of Agronomy and plant breeding, Faculty of Agriculture, Ilam, Iran.
3- Young Researchers and Elite Club, Ilam Branch, Islamic Azad University, Ilam, Iran.
**** Corresponding Author:*** *m.darabi8161@yahoo.com*

www.SID.ir