نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰، ص. ۱۸۰-۱۷۲

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 172-180

تأثیر کمّیت و کیفیت نور بر برخی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ارقام ذرت (*Zea maize* L.) در شرایط گلخانه

مرتضی گلدانی[1*] و مهدی نصیری محلاتی[1]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۵/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۱۷

چکیده

تغییرات کمّی و کیفی نور خصوصیات رشدی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بطوریکه جهت انجام فتوسنتز مناسب، نور با شدت زیاد لازم است. تأثیر کمّیت و کیفت نور بر برخی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ارقام ذرت (*Zea maize* L.)، در آزمایشی گلخانه‌ای در سال ۱۳۸۷ مورد بررسی قرار گرفت. تیپ‌های رشدی ذرت شامل هیبرید زودرس (۳۷۰) و هیبرید دیررس (۷۰۴) در سه شرایط نور ی شامل نور طبیعی، نور اضافی به مدت دو ساعت و شرایط کاهش کمی و کیفی نور (شرایط پرده) در طول مدت رشد در یک آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و در جعبه‌هایی به ابعاد ۵۰×۳۰ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر انجام شد. نتایج نشان داد که در هر دو رقم سطح برگ با طولانی‌تر شدن دوره نور تا ۲۸ روز پس از کاشت افزایش یافت و پس از آن نسبت به شرایط نور طبیعی کاهش نشان داد، ولی وزن خشک برگ و ساقه با طولانی‌تر شدن دوره نور تا مرحله زایشی افزایش یافت. نسبت طول به عرض برگ در تیمار نور اضافی تا برگ هفتم افزایش یافت، ولی سپس کاهش نشان داد. و در شرایط شدت نور کم نسبت طول به عرض برگ بیشتر شد. میزان کلروفیل با طولانی‌تر شدن دوره نور تا ظهور برگ ششم (۴۲ روز پس از کاشت) افزایش یافت، ولی پس از آن تا مرحله زایشی کاهش نشان داد، البته میزان کلروفیل در هر دو رقم در شرایط پرده نسبت به دو شرایط نوری دیگر کم شد. ارتفاع گیاه و شاخص ورس در هر دو رقم با ازدیاد نور افزایش یافت. بطورکلی، سطح برگ، وزن خشک برگ و ساقه، ارتفاع و شاخص ورس در هر سه تیمار نور در رقم زودرس کمتر بود. این بررسی نشان داد که افزایش نور بیش از حد طبیعی منجر به افزایش وزن خشک گیاه ذرت می‌شود. به طوری که رقم دیررس با طول دوره رشد طولانی‌تر نور بیشتری جذب کرده که منجر به افزایش وزن خشک شد.

واژه‌های کلیدی: ارتفاع، سطح برگ، شاخص ورس، میزان کلروفیل، وزن خشک

مقدمه

انرژی حاصل از نور تأمین کننده رشد گیاهان است. در طبیعت گیاهان این نور را از خورشید دریافت می‌کنند. بدین ترتیب در گلخانه ممکن است به افزودن نور مصنوعی جهت تأمین نور کافی برای رشد گیاه احتیاج باشد. انواع مختلفی از نورهای مصنوعی وجود دارد که با تغییر در طیف نور ایجاد می‌شود و فرآیند فتوسنتز هم در نور طبیعی و هم در نور مصنوعی امکان پذیر می‌باشد (Rostaee, 1996). لامپ سدیمی دارای پایداری طولانی و طیف قوی زرد – قرمز است. لامپ‌های سدیمی انتخاب مناسبی برای گیاهان گلدار است. ترکیب نور متال هالید و سدیم طیف نوری وسیعی را ارائه می‌دهد که در شرایط کافی نبودن نور طبیعی از آن استفاده می‌شود (Rostaee, 1996; Kafi et al., 2000).

مقدار استفاده برگ از نوری که دریافت می‌کند به شدت و کیفیت نور، فاصله برگ از منبع، رنگیزه‌های موجود در برگ و همچنین مدت تابش نور و سن برگ، ساختار برگ و مقدار کلروفیل آن بستگی دارد (Kafi et al., 2000). کلروفیل‌متر سبزینگی برگ را خیلی سریع اندازه‌گیری می‌کند و عدد آن بطور مستقیم با مقدار کلروفیل برگ مرتبط است (Piekelk et al., 1997). از جمله عوامل مؤثر بر عدد کلروفیل‌متر تفاوت تابش، تراکم گیاهی، رقم و وضعیت مواد غذایی به‌ویژه نیتروژن است که منجر به تغییر رنگ برگ‌ها می‌شود (Tood et al., 2005).

شدت نور بر فرآیندهای داخلی گیاه تأثیر می‌گذارد. برای مثال، پدیده‌های فتومورفوژنز وابسته به نور، معمولاً تحت تأثیر نورهای با شدت کم قرار می‌گیرند، ولی جهت انجام فتوسنتز مطلوب نور با شدت

۱ و ۲- به ترتیب استادیار و استاد گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: E-mail: morteza_goldani@yahoo.com)

زیاد لازم است (Emam & Seghateslami, 2005). بین شدت نور و شدت فتوسنتز یک رابطه مثبت افزایشی وجود دارد و از نظر تئوری، فتوسنتز در هر شدت نوری هر چند ناچیز انجام می‌گیرد، ولی در عمل در شدت‌های نور کم تنفس بر فتوسنتز پیشی می‌گیرد (Kafi et al., 2000). حداقل شدت نور لازم برای فتوسنتز مفید ۵۳۸۰ تا ۱۰۷۶۰ لوکس می‌باشد که در این حالت تبادل گازی فتوسنتز بیشتر از تبادل گازی تنفس می‌باشد (Koocheki & Nassiri, 1992). تجمع ماده خشک فصلی، انتگرال میزان جذب تراکم جریان فوتون فتوسنتزی به وسیله کانوپی گیاه زراعی و کارایی تبدیل تراکم جریان فوتون فتوسنتزی جذب شده به ماده خشک می‌باشد (Zamani & Koocheki, 1995). شاخص سطح برگ در ذرت از زمان کاشت تا زمان ظهور تاسل بصورت تصاعدی افزایش می‌یابد و در مرحله کاکلدهی به حداکثر می‌رسد. از این به بعد با پیشرفت رشد بطرف رسیدگی فیزیولوژیکی، به علت پیری برگ‌ها کاهش می‌یابد. کارایی مصرف نور نیز از زمان کاکلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیکی کاهش می‌یابد بهبود تجمع ماده خشک را می‌توان به افزایش جذب، توزیع بهتر در درون کانوپی و سرعت فتوسنتز بالاتر برگ نسبت داد (Rahimian & Banayan, 1997). نتایج برخی مطالعات انجام شده در شرایط گلخانه نشان داده است (King, 1994; Galston, 1994) که بیان ژن تحت کنترل نور بوده و نمو گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بطوریکه کیفیت نور سلول‌های مزوفیلی و غلاف آوندی را تحت تأثیر قرار داده و باعث نمو کلروپلاست می‌شود (Eskins et al., 1985). نتایج مطالعه آزمایشگاهی نشان داد که سه خصوصیت رنگ، شدت و طول مدت نور بر رشد گیاه مؤثر است، به طوری‌که نسبت نور قرمز به قرمز دور متأثر از طول مدت و جریان فوتون تیمارهای نور بوده و نمو و تولید آنتوسیانین را بطور معنی‌داری تحت تأثیر قرار می‌دهد (Mancinelli, 1990). در بررسی اثر شدت نور بر گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) گزارش شده است که در سه شرایط شدت نور ۹۰۰۰، ۶۰۰۰ و ۲۰۰۰ فوت کندل، میانگین ارتفاع گیاهان به ترتیب ۸/۶۴، ۶/۱۹ و ۲/۶۶ سانتی‌متر بدست آمد (Debchaudhury, 2005). در آزمایش دیگر، گیاهان گلرنگ در سه گروه (هر گروه پنج گیاه) به فاصله ۲۰، ۶۰ و ۱۰۰ سانتی‌متر از منبع نور مصنوعی قرار گرفتند، نتایج نشان داد که نزدیکترین گروه به نور دارای بیشترین ارتفاع بود و برگ‌ها و گلبرگ عریض‌تر نسبت به دو گروه دیگر بودند و گیاهان دورتر از منبع نور فتوسنتز ناکافی و رشد ضعیف داشتند. با توجه به اهمیت کمّیت و کیفیت نور بر رشد گیاهان، این تحقیق به منظور تأثیر کمّیت و کیفیت نور بر برخی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی دو رقم زودرس و دیررس ذرت (*Zea mays* L.) در شرایط گلخانه‌ای انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۸۷ در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی واقع در پردیس دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. به منظور حفظ ثبات در محیط ریشه از محیط کشت مخلوط خاک، خاکبرگ و کود گاوی پوسیده به نسبت ۱:۱:۳ استفاده شد. کشت در جعبه‌هایی به ابعاد ۵۰ ×۳۰ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر انجام شد. هر جعبه شامل دو ردیف کاشت بود. عملیات کاشت در نیمه اول خرداد و در عمق حدوداً پنج سانتی‌متر خاک انجام شد.

آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول و دوم به ترتیب شامل دو رقم (V_1 = رقم دیر رس (S.C. 704) و V_2= رقم زودرس (S.C. 370)) و سه سطح نور (نور طبیعی (نور مستقیم خورشید در طول رشد گیاه)، نور اضافی به مدت دو ساعت توسط لامپ سدیمی (بعد از غروب آفتاب) و شرایط کاهش کمی و کیفی نور با استفاده از پرده (به طوری که در طول مدت رشد گیاه از نور مستقیم خورشید جلوگیری شد) بود. شدت تشعشع فعال فتوسنتزی[1] (PAR) توسط دستگاه نورسنج اندازه‌گیری شد، در مرحله شروع رشد زایشی (نه برگی) میزان PAR توسط تشعشع سنج اندازه گیری شد و به ترتیب برای لامپ‌های سدیمی، شرایط نور طبیعی و شرایط پرده ۳۳۳۰، ۱۰۳۰۰۰ و ۳۷۰۰۰ ماکرومول بر متر مربع بر ثانیه متغیر بود.

برای تعیین ارتفاع بوته در مرحله تاسل دهی، سه بوته بطور تصادفی انتخاب و برای تعیین شاخص ورس، در مرحله تاسل‌دهی از میانگره سوم پایین بوته‌ها سه سانتی‌متر جدا شده پس از خشک کردن آنها در دمای ۷۵ سانتی‌گراد آون به مدت ۴۸ ساعت و توزین آنها، مقایسه شاخص ورس در تیمارهای مختلف براساس وزن خشک بدست آمده، انجام شد. تعیین سطح برگ (با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ)، وزن خشک برگ و ساقه از زمان سبز شدن به فاصله ۱۴ روز با نمونه‌گیری از سه بوته (در چهار مرحله) انجام شد. اندازه‌گیری طول و عرض برگ‌ها و ثبت عدد کلروفیل برگ‌ها (توسط دستگاه کلروفیل‌متر) در زمان ظهور و کامل شدن برگ‌ها انجام شد.

محاسبات آماری مورد نیاز با استفاده از نرم افزار Mstat– C انجام و از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

اثر کمیت و کیفیت نور بر ارتفاع بوته ذرت

اختلاف ارتفاع بوته در شرایط طبیعی، در شرایط نور اضافی

1- Photosynthesis active radiation

توسط لامپ سدیمی و در شرایط پرده به ترتیب ۱۸۳، ۱۹۷ و ۱۵۹ سانتی‌متر معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بود (جدول ۱). بر همکنش رقم و نور از نظر ارتفاع بوته نشان دادکه بیشترین ارتفاع (۱۸۳ سانتی‌متر) در شرایط نور اضافی توسط لامپ سدیمی در رقم دیررس ۷۰۴ و کمترین (۱۶۵ سانتی‌متر) آن در رقم زودرس ۳۷۰ در شرایط پرده به دست آمد (جدول ۱).

ارتفاع بوته تحت تأثیر طول دوره رشد رویشی، و فتوپریود می‌باشد و حداکثر ارتفاع در مرحله پایانی گرده‌افشانی تاج گل بدست می‌آید (Kafi et al., 2000). نتایج آزمایشی (Mancinelli, 1990) نشان داده است که گیاهانی که تنها در معرض نور لامپ سدیمی قرار داشتند در مقایسه با گیاهان در معرض طیف کامل نور کوچکتر و کوتاهتر بودند. به نظر می‌رسد که با افزایش دوره نوری (با استفاده از نور مصنوعی) و افزایش طول دوره رشد، میزان فتوسنتز در گیاه بیشتر شده و علاوه بر افزایش جثه، ارتفاع گیاه نیز زیاد می‌شود.

اثر کمیت و کیفیت نور بر شاخص ورس ذرت

اختلاف بین تیمارهای نور از نظرشاخص ورس معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود (جدول ۱)، به طوریکه بیشترین و کمترین شاخص ورس به ترتیب در شرایط نور اضافی توسط لامپ سدیمی (۰/۸۱ گرم) و در شرایط پرده (۰/۳۵ گرم) بدست آمد (جدول ۱). اثر متقابل رقم و نور از نظر شاخص ورس معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۱) بود، به طوری که بیشترین شاخص ورس برای رقم دیرس ۷۰۴ در شرایط نور اضافی توسط لامپ سدیمی (۱/۹۶ گرم) و کمترین آن در شرایط پرده برای رقم زودرس ۳۷۰ (۳۲/ ۰گرم) بود (جدول ۱). از جمله عواملی که شاخص ورس را تحت تأثیر قرار می دهد، طول دوره رشد، تشعشع، آب و عناصر غذایی است به طوری که با افزایش طول دوره رویشی در ارقام دیررس و دریافت تشعشع بیشتر، گیاه بزرگتر شده و قطر ساقه بیشتری برخوردار خواهد بود (Zamani & Koocheki, 1995; Zamani & Najafi, 1995).

برای استحکام ساقه و افزایش وزن خشک ساقه در بوته نیاز به دریافت و جذب تشعشع مطلوب می‌باشد. به نظر می‌رسد که با کاهش دریافت تشعشع و عدم تخریب نوری اکسین، میانگره‌ها نازکتر شود. بطوریکه بوته‌ها در شرایط نور ضعیف تردارای قطر ساقه کمتر، ضعیف‌تر و حساس‌تر به خوابیدگی هستند (Dwyer, 2003).

اثر کمیت و کیفیت نور بر الگوی تجمع ماده خشک ذرت

روند تجمع ماده خشک در برگ و در ساقه (شکل ۱) در تیمارهای نور برای دو رقم دیررس و زودرس نشان داد که از زمان سبز شدن تا شروع مرحله زایشی روند تجمع ماده خشک برای تمام تیمارها افزایشی بود، ولی بعد از مرحله زایشی روند تجمع ماده خشک در برگ‌ها کاهش یافت. به طوری که در تیمار نور اضافی کاهش وزن خشک کمتر بود.

جدول ۱ - بر همکنش نور و رقم برارتفاع و شاخص ورس ارقام زودرس و دیر رس ذرت در گلخانه

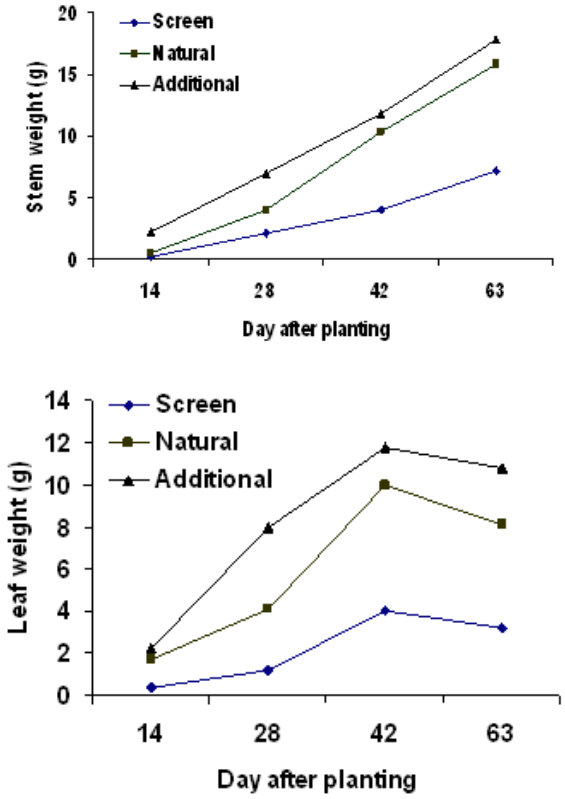
Table 1- The interaction of light and cultivars on plant length and Lodging index of late and early season cultivars of maize in the green house

شاخص ورس (گرم) Lodging index (g)	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) Length plant (cm)	Treatment تیمار
0.77	183.00	L_1
0.81	197.00	L_2
0.35	159.00	L_3
0.78	19.00*	LSD (0.05)
0.79	158.00	V_1
0.49	140.00	V_2
1.06	162.00	L_1V_1
0.50	140.00	L_1V_2
1.96	183.00	L_2V_1
0.65	149.00	L_2V_2
0.38	129.00	L_3V_1
0.32	131.00	L_3V_2
0.17	27.00	LSD (0.05)

L_1، L_2 و L_3: به ترتیب نور طبیعی، نور اضافی و نور در شرایط پرده؛ V_1: رقم دیررس و V_2: رقم زودرس

L_1, L_2 and L_3 are levels of natural light, additional light and screen, respectively; V_1: late season and V_2: early season

احتمالاً دلیل کاهش کمتر وزن خشک، تأخیر در ریزش برگ‌ها به علت افزایش نور و اتکاء بیشتر گیاه به فتوسنتز جاری باشد. اختلاف تجمع ماده خشک در تیمارهای مختلف نور معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۱$) بود، به طوری که بیشترین تجمع ماده خشک برگ در تیمار نور اضافی (۱۲ گرم دربوته) و کمترین آن برای تیمار پرده (چهار گرم در بوته) بدست آمد. حداکثر و حداقل تجمع ماده خشک در ساقه به ترتیب ۱۷ گرم در بوته و ۱۰ گرم در بوته بود (شکل ۱). تا قبل از ظهور گل‌تاجی روند تغییرات ماده خشک گیاه مشابه بود. احتمالاً با افزایش سن گیاه پس از گرده‌افشانی مقداری از مواد محلول برگ بتدریج به قسمت‌های دیگر انتقال می‌یابد، بویژه برگ‌هایی که رو به زردی می‌روند، بخشی از نیتروژن غیرساختمانی خود را به اندام‌های دیگر بویژه به دانه منتقل می‌کنند که این امر با کاهش نور (کاهش دوره نوری) شدت می‌گیرد. صالحی (Salehi, 2005) اظهار داشت که پیری زودرس برگ‌ها، افت شدیدتر فتوسنتز جاری و انتقال مجدد بیشتر برای پرشدن دانه‌ها با کاهش نور منجر به کاهش شدیدتر وزن خشک بخصوص در ساقه می‌شود. در بین ارقام و تیمارهای نور، افزایش وزن خشک ساقه تا زمان برداشت ادامه داشت و بیشترین وزن خشک برگ تا ابتدای دوره پرشدن دانه و سپس کاهش نشان داد که مؤید آن است که انتقال مجدد مواد احتمالاً عمدتاً از برگ تأمین شده است نه از ساقه. بنظر می‌رسد که علت کاهش وزن برگ بیشتر در انتهای رشد برای تیمار پرده نسبت به تیمارهای دیگر نشاندهنده اتکاء بیشتر گیاه به انتقال مجدد است. طی آزمایشی سرعت رشد، میزان فتوسنتز و زیست توده گیاهان در شرایط نور کامل نسبت به نور فلورسانس بیشتر بود و تعداد زیادی از گیاهان که تنها در معرض نور فلورسانس بودند به علت کمبود مواد فتوسنتزی و کمبود مولکول‌های ساختمانی از بین رفتند (Mancinelli, 1990). به نظر می‌رسد که یکی از علل افزایش زیست توده در شرایط نور اضافی، فراهمی نور مطلوب (افزایش دوره نوری) جهت انجام فتوسنتز و ذخیره مواد فتوسنتزی است.



شکل ۱- اثر نور بر وزن ساقه و برگ گیاه ذرت در شرایط نور طبیعی، نور اضافی و پرده

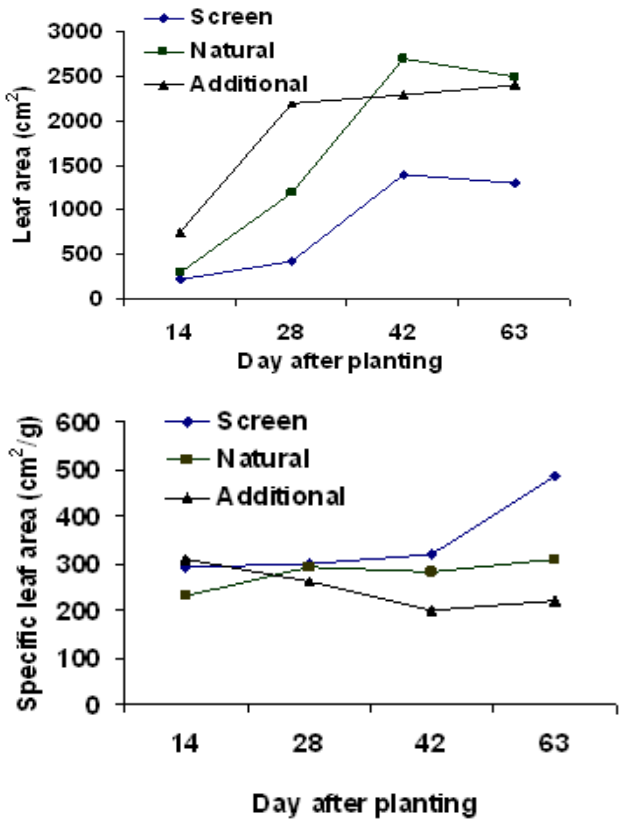
Fig. 1- The effect of light on stem and leaf weight of maize in natural light, additional light and screen conditions

اثر کمّیت و کیفیت نور بر سطح برگ ذرت

بیشترین سطح برگ در تیمار نور طبیعی (۲۸۳۳ سانتی‌متر مربع)، نور اضافی (۲۲۱۳ سانتی‌متر مربع) و پرده (۱۶۳۷ سانتی‌متر مربع) بدست آمد (شکل ۲). سطح برگ و دوام سطح برگ متأثر از میزان نور می‌باشد، به طوری که با افزایش شدت نور سطح برگ، دوام سطح برگ و زیست توده گیاه افزایش می‌یابد (Sarmadnia & Koocheki, 1990). برخی محققین (Zamani & Koocheki, 1995; King, 1994) اظهار داشتند زمانی‌که گیاه در معرض افزایش نور (توسط نور مصنوعی) قرار می‌گیرد، نسبت به تیمار نور طبیعی از رشد و زیست توده بیشتری برخوردار هستند. از طرفی دیگر، در شرایط کمبود مواد فتوسنتزی (در شرایط کمبود نور) سرعت گسترش سطح برگ کمتر از سرعت زوال آنها است و مقدار مواد ذخیره کربوهیدرات گیاه به نسبت سطح برگ کاهش می‌یابد، ولی مقدار کربوهیدرات مورد نیاز برای ادامه رشد گیاه افزایش می‌یابد (Beheshti et al., 2002; Ajam & Bahrani, 2000). لذا در شرایط نور اضافی و افزایش زیست توده گیاه قادر نخواهد بود که کربوهیدرات مورد نیاز برای ادامه رشد کامل گیاه را فراهم کند، در نتیجه گسترش سطح برگ متوقف می‌شود (King & David, 1994; Teiel, 2007; Salehi, 2005). در این مطالعه نیز با مصرف کود اوره به میزان ۵۰ کیلو گرم در هکتار به عنوان کود سرک، روند کاهشی سطح برگ در تیمار نور اضافی متوقف شد (شکل ۲).

اثر کمّیت و کیفیت نور بر نسبت طول به عرض برگ ذرت

اختلاف بین تیمارهای نور از نظر نسبت طول به عرض معنی‌دار ($p\leq ۰/۰۵$) بود، به طوری که در روند رشد گیاه بیشترین نسبت در شرایط پرده و کمترین آن در شرایط نور طبیعی حاصل شد، ولی اختلاف بین تیمارهای طبیعی و نور اضافی معنی‌دار نبود (جدول ۴).



شکل ۲ - اثر نور بر سطح برگ و سطح ویژه برگ گیاه ذرت در شرایط نور طبیعی، نور اضافی و پرده

Fig. 2- The effect of light on maize leaf area and specific leaf area in natural light, additional light and screen conditions

نسبت طول به عرض برگ در دو رقم تحت تأثیر تیمارهای مختلف نور قرار نگرفت، ولی در روند رشد اثر متقابل رقم و نور از نظر نسبت طول به عرض برگ معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بود. به طوری که حداکثر و حداقل آن به ترتیب در تیمار پرده و رقم زودرس بدست آمد (جدول ۴). در شرایط پرده که شدت نور کاهش می‌یابد، عرض برگ نسبت به طول برگ‌ها بیشتر تحت تأثیر قرار گرفت، بنظر می‌رسد که کاهش سطح برگ در تیمار نوری شرایط پرده بیشتر تحت تأثیر کاهش عرض برگ بودکه با کاهش طول دوره رشد درگیاه زودرس عرض برگ کاهش بیشتری نشان داد (جدول‌های ۲ و ۳). کاهش سطح برگ در شرایط نور تکمیلی پس از دوره زایشی، احتمالاً مربوط به کافی نبودن شدت تشعشع لامپ‌ها و همزمان سایه اندازی برگ‌ها در کانوپی در مراحل انتهایی رشد و در نتیجه قرار گرفتن فتوسنتز کانوپی در زیر نقطه جبرانی و کاهش ذخایر کربوهیدرات‌ها و مواد پروتئینی باشد (Galsto, 1994). همانطور که در جدول‌های ۲ و ۳ مشاهده می‌شود تأثیر نور کم برطول برگ‌ها بیشتر در برگ‌های بالایی است که احتمالاً نشاندهنده آنست که گیاه در مراحل ابتدایی رشد نسبت به کاهش نور به دلیل نیاز کمتر به مواد فتوسنتزی، واکنش کمتری نشان می‌دهد. بنظر می‌رسد که افزایش طول برگ یکی از استراتژی‌های رسیدن به منبع نور و قرار دادن برگ در معرض نور بیشتر است، به عبارت دیگر، تغییر ساختار کانوپی در جهت قرار دادن حداکثر سطح برگ در معرض نور می‌باشد.

اثر کمّیت و کیفیت نور بر میزان کلروفیل ذرت

اختلاف بین تیمارهای نور از نظر میزان کلروفیل معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بود، به طوری که در روند رشد گیاه بیشترین میزان در شرایط نور اضافی بدست آمد و کمترین آن در شرایط پرده حاصل شد (جدول۵). میزان کلروفیل برگ در دو رقم تحت تأثیر تیمارهای مختلف نور قرار گرفت و در روند رشد گیاه میزان کلروفیل در رقم دیررس بیشتر بود (جدول۵). اثر متقابل تیمارهای مختلف نور ورقم از نظرمیزان کلروفیل معنی‌دار ($p\leq$۰/۰۵) بود (جدول ۵)، به طوری که حداکثر آن به ترتیب در تیمار نور اضافی و رقم دیررس و حداقل آن در شرایط پرده و رقم زودرس بدست آمد. نتایج برخی تحقیقات نشان داده‌اند (Hoel & Solhaug, 1998; Dana & Guamet, 2004; Tood et al., 2005) که تفاوت میزان تشعشع از طریق تغییر در آرایش کلروپلاست درون سلول‌های گیاهی مقادیر کلروفیل برگ را تحت تأثیر قرار می‌دهد، بطوریکه علاوه بر اینکه در شرایط شدت نور کم میزان کلروفیل کاهش یافته و سبزینه‌گی برگ‌ها نیزکمتر می‌شود، کلروپلاست‌ها هم عمود بر زاویه تابش و موازی دیواره سلولی قرار می‌گیرند که این نیز باعث تغییر در مقادیر کلروفیل‌متر می‌شود.

جدول ۲- بر همکنش نور و رقم بر نسبت طول برگ ارقام زودرس و دیر رس ذرت

Table 2- The interaction between light and cultivar on leaves length (cm) of late and early season cultivars of maize

برگ نهم Ninth leaf	برگ هشتم Eighth leaf	برگ هفتم Seventh leaf	برگ ششم Sixth leaf	برگ پنجم Fifth leaf	برگ چهارم Forth leaf	برگ سوم Third leaf	برگ دوم Second leaf	برگ اول First leaf	تیمار Treatment
76	71	60	63	47	31	25	16	9	L_1
84	84	76	65	52	36	25	12	6	L_2
82	84	75	59	52	26	24	12	5	L_3
4.50	4.90	6.60	7.20	5.02	3.90	2.20	1.80	0.47*	LSD (0.05)
84	84	74	62	51	25	25	15	6.7	V1
77	76	66	62	49	24	24	12	6.4	V2
80	79	68	61	49	33	27	18	9.8	L_1V_1
72	63	51	65	45	29	24	13	8.3	L_1V_2
92	90	80	61	53	26	25	13	5.2	L_2V_1
76	78	73	68	50	26	24	11	6.1	L_2V_2
82	83	75	62	52	26	25	13	5.2	L_3V_1
82	86	76	54	51	26	22	11	5.0	L_3V_2
6.40	7.10	9.30	10.50	7.10	5.50	3.10	2.60	0.67	LSD (0.05)

L_1، L_2 و L_3: به ترتیب نور طبیعی، نور اضافی و نور در شرایط پرده؛ V_1: رقم دیررس و V_2: رقم زودرس

L_1, L_2 and L_3 are levels of natural light, additional light and screen, respectively; V_1: late season and V_2: early season

جدول ۳ - بر همکنش نور و رقم بر نسبت عرض برگ ارقام زودرس و دیررس ذرت

Table 3- The interaction between light and cultivars on leaves width (cm) of late and early season cultivars of maize

برگ نهم Ninth leaf	برگ هشتم Eighth leaf	برگ هفتم Seventh leaf	برگ ششم Sixth leaf	برگ پنجم Fifth leaf	برگ چهارم Forth leaf	برگ سوم Third leaf	برگ دوم Second leaf	برگ اول First leaf	تیمار Treatment
6.70	5.30	4.10	4.30	3.10	2.50	1.90	1.50	1.10	L_1
7.30	5.70	4.70	4.00	3.40	2.50	1.60	1.20	1.30	L_2
7.30	5.10	4.00	3.10	3.00	2.20	1.70	1.20	1.50	L_3
0.53	0.7	0.74	0.40	0.22	0.20	0.19	0.18	0.10*	LSD (0.05)
7.50	5.50	4.40	3.80	2.20	2.50	1.80	1.40	1.40	V_1
6.70	5.20	4.10	3.80	2.10	2.30	1.70	1.30	1.20	V_2
7.30	6.20	4.80	4.80	3.40	2.60	2.10	1.50	1.20	L_1V_1
6.20	4.40	3.30	3.80	2.80	2.30	1.80	1.40	1.00	L_1V_2
7.30	5.20	4.20	3.20	3.20	2.50	1.70	1.30	1.50	L_2V_1
7.00	6.20	5.20	4.80	3.30	2.50	1.60	1.20	1.20	L_2V_2
7.70	5.20	4.30	3.30	3.20	2.50	1.60	1.30	1.50	L_3V_1
7.00	5.00	3.80	3.00	2.80	2.10	1.60	1.20	1.50	L_3V_2
0.75	0.99	1.04	0.6	0.21	0.28	0.27	0.26	0.15	LSD (0.05)

L_1، L_2 و L_3: به ترتیب نور طبیعی، نور اضافی و نور در شرایط پرده؛ V_1: رقم دیررس و V_2: رقم زودرس

L_1, L_2 and L_3 are levels of natural light, additional light and screen, respectively; V_1: late season and V_2: early season

جدول ٤- بر همکنش نور و رقم بر نسبت طول به عرض برگ ارقام زودرس و دیر رس ذرت

Table 4- The interaction between light and cultivars on leaves length/ width ratio of late and early season cultivars of maize

برگ نهم Ninth leaf	برگ هشتم Eighth leaf	برگ هفتم Seventh leaf	برگ ششم Sixth leaf	برگ پنجم Fifth leaf	برگ چهارم Forth leaf	برگ سوم Third leaf	برگ دوم Second leaf	برگ اول First leaf	تیمار Treatment
11	14	15	15	15	13	13	11	8	L_1
12	15	17	17	15	15	15	10	4	L_2
11	17	19	19	17	16	15	10	3	L_3
1.16	1.69	1.66	1.02	1.4	1.49	1.21	1.12	0.53*	LSD (0.05)
11	16	17	17	16	14	14	11	5	V_1
12	15	17	17	16	15	14	10	6	V_2
11	13	15	13	14	13	12	12	8	L_1V_1
12	14	15	17	17	13	14	10	8	L_1V_2
12	17	19	19	17	15	15	11	3	L_2V_1
11	13	14	14	14	15	15	10	5	L_2V_2
11	16	18	19	17	15	15	11	3	L_3V_1
12	18	20	19	18	17	14	10	3	L_3V_2
1.64	2.40	2.35	1.44	1.97	1.12	1.72	1.58	0.75	LSD (0.05)

L_1، L_2 و L_3: به ترتیب نور طبیعی، نور اضافی و نور در شرایط پرده؛ V_1: رقم دیررس و V_2: رقم زودرس

L_1, L_2 and L_3 are levels of natural light, additional light and screen, respectively; V_1: late season and V_2: early season

جدول ٥ - بر همکنش نور و رقم بر میزان کلروفیل ارقام زودرس و دیر رس ذرت

Table 5- The interaction between light and cultivars on leaf chlorophyll amount of late and early season cultivars of maize

برگ نهم Ninth leaf	برگ هشتم Eighth leaf	برگ هفتم Seventh leaf	برگ ششم Sixth leaf	برگ پنجم Fifth leaf	برگ چهارم Forth leaf	برگ سوم Third leaf	برگ دوم Second leaf	برگ اول First leaf	تیمار Treatment
43	43	42	41	40	31	30	30	30	L1
42	40	42	46	44	39	38	34	34	L2
39	39	40	39	36	35	31	30	31	L3
3.3	3.3	3.0	4.7	4.1	2.3	4.4	4.4	6.2*	LSD (0.05)
43	42	43	44	41	36	34	35	36	V_1
40	40	41	40	37	34	31	25	31	V_2
47	46	46	44	43	34	32	34	34	L_1V_1
40	41	40	38	37	28	27	25	25	L_1V_2
43	40	42	49	47	40	39	37	36	L_2V_1
43	41	42	43	42	38	37	30	32	L_2V_2
40	40	40	40	34	36	32	34	38	L_3V_1
38	39	40	38	31	34	30	26	36	L_3V_2
4.7	4.7	4.2	6.65	5.8	3.24	6.25	6.21	8.7	LSD (0.05)

L_1، L_2 و L_3: به ترتیب نور طبیعی، نور اضافی و نور در شرایط پرده؛ V_1: رقم دیررس و V_2: رقم زودرس

L_1, L_2 and L_3 are levels of natural light, additional light and screen, respectively; V_1: late season and V_2: early season

منابع

1- Ajam, H., and Bahrani, M.J. 2000. Effects of planting patterns and density on yield and yield components of two corn hybrids. Agricultural Sciences and Technology Journal 12(1): 53-59.

2- Beheshti, A., Koocheki, A., and Nassiri Mahalati, M. 2002. The effect of planting pattern on light interception and radiation use efficiency in canopy of three maize cultivars. Seed and Plant 18 (4): 417-431. (In Persian with English Summary)

3- Dana, E., and Guiamet, M.J. 2004. Distortion of the SPAD 502 chlorophyll meter readings by changes in irradiance and leaf water status. Agronomy 24: 41-46.

4- Debchaudhury, S. 2005. Sunless sunflower: how the intensity of artificial light affect the growth of sunflower plants. California State Science Fair.

5- Dwyer, L.M. 2003. Row spacing and fertilizer nitrogen effects on Plant growth and grain yield of maize. Canadian Journal of Plant Science 83: 241-248.

6- Emam, Y., and Seghateleslami, M.J. 2005. Crop Yield. Shiraz Daneshgahi Publication 376 pp. (In Persian)

7- Eskins, K., Duysen, M., Dybas, L., and McCarthy, S. 1985. Light quality effects on corn chloroplast development. Agricultural of Research Service 77: 29-34.

8- Galston, A.W. 1994. Life Processes of Plant. The Scientific American Library, New York. 205-220 pp

9- Hoel, B.O., and Solhaug, K.A. 1998. Effect of irradiance on chlorophyll estimation with the Mhnolate SPAD 502 leaf chlorophyll meter. Annals of Botany 82: 386-392.

10- Kafi, M., Lahootee, M., Zand, E., Shareefee, H.R., and Goldani, M. 2000. Plant Physiology. Jihad Daneshgahi Publication, Iran 289-300 pp. (In Persian)

11- King, D.A. 1994. Influence of light level on the growth and morphology of sampling in a Panamanian forest. American Journal of Botany 81(8): 948-957.

12- Koocheki, A., and Nassiri Mahalati, M. 1992. Crop Ecology. Jihad Daneshgahi. Publication, Iran 256-285pp. (In Persian)

13- Mancinelli, L. 1990. Interaction between light quality and light quantity in the photoregulation of antocyanin production. Plant Physiology 92: 1191-1195.

14- Piekelk,W.P., Lingenfelter, D., Beegle, D., and Fox, H. 1997. The early season chlorophyll meter test for corn. Agronomy Facts 53. http://cropsoil.psu.edu/extension/facts/agronomy-facts-53

15- Rahimian, H., and Banayan, M. 1997. Genetic Improvement of Field Crops. Jihad Daneshgahi Publication, Iran 145-156 pp. (In Persian)

16- Rostaee, A.1996. LES Cultures Vegetales Hors Sol. Jihad Daneshgahi Publication. 300-330 pp (In Persian)

17- Salehi, B. 2005. Effect of row spacing and plant density on grain yield and yield components in maize (cv. SC 704) in Mianeh. Iranian Journal of Crop Sciences 6(4): 383-395. (In Persian with English Summary)

18- Sarmadnia, G. H., and Koocheki, A. 1990. Crop Physiology. Jihad Daneshgahi Publication, Iran p. 25-30. (In Persian)

19- Teitel, M. 2007. The effect of screened opening on greenhouse microclimate. Agriculture and Forest Meteorology 143: 159-175.
20- Todd, A., Peterson, T.M., Blackmer, D.D., Francis, J., and Schepers, S. 2005. Using a chlorophyll meter to improve N management; Soil Scientist G93-1171-A.
21- Zamani, G., and Koocheki, A. 1995. The effect of planting pattern and density on light interception, yield and yield components of maize cultivar. Agricultural Sciences and Technology Journal 2(2): 17-30. (In Persian with English Summary)
22- Zamanian, M., and Najafi, A. 2002. Assessment of row spacing and plant density effects on silage yield and morphological characters of corn (SC 704). Seed and Plant 18(2): 200-214. (In Persian with English Summary)