

تأثیر تناوب کیفیت نور بر رشد رویشی و زایشی بنفشه آفریقایی (*Saintpaulia ionantha* Wendl.)

Effect of alternating light quality on the vegetative and reproductive growth of African violet (*Saintpaulia ionantha* Wendl.)

کریم داداشی^۱، منصور مطلوبی^{۲*}، علیرضا مطلبی آذر^۲، مینا امانی^۳

۱ و ۲ به ترتیب فارغ التحصیل کارشناسی ارشد و عضو هیات علمی گروه باغبانی دانشکده کشاورزی

۲ و ۳ به ترتیب عضو هیات علمی گروه باغبانی دانشکده کشاورزی و دانشجوی دکتری

آدرس: تبریز، دانشگاه تبریز، دانشکده کشاورزی، گروه باغبانی، کد پستی 5166616471

Email: mmaltoobi@gmail.com

matloobi@tabrizu.ac.ir

همراه: 09123346278

Karim Dadashi¹, Mansour Matloobi^{2*}, Alireza Motallebiazar², Mina Amani³

1, Graduated MSc of Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

2, Associate Professor of Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

3, Ph.D, Student of Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

*Corresponding author: email: mmaltoobi@gmail.com

چکیده

بنفشه آفریقایی با نام علمی *Saintpaulia ionantha* Wendl. متعلق به خانواده Gesneriaceae به عنوان یک گیاه آپارتمانی بسیار محبوب است. هدف از این تحقیق، بررسی اثر تیمار نور قرمز، آبی، ترکیب نور قرمز و آبی (یک قسمت آبی و سه قسمت قرمز) و سفید فلورسنت بر رشد رویشی و زایشی گیاه بنفشه آفریقایی بود. آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار نوری در ۱۶ تکرار در فاز اول و ۱۶ تیمار نوری و ۴ تکرار در فاز دوم اجرا شد. بیشترین ارتفاع در مرحله اول و دوم مربوط به گیاهان تحت تیمار نور قرمز با میانگین ۸/۱۶ و ۱۲/۵ سانتی متر بود. گیاهان تیمار شده با نور ترکیبی آبی و قرمز بیشترین تعداد برگ در فاز اول آزمایش را تولید کردند. همین گیاهان در فاز دوم زمانیکه با نور آبی تیمار شدند از تعداد برگهای خود کاستند. در فاز اول نور فلورسنت و قرمز به تنهایی بیشترین سطح کانوپی (حدود ۳۵۰ سانتی متر مربع) را گسترش دادند در حالیکه در فاز دوم گسترش کانوپی در نور فلورسنت به حداکثر میزان خود (۵۰۰ سانتی متر مربع) رسید. نتایج مشابه برای صفت سطح برگ نیز مشاهده شد. نور آبی در فاز اول بیشترین تعداد گل را تولید کرد، هرچند در فاز دوم گیاهان منتقل شده از نور فلورسنت به نور ترکیبی آبی و قرمز برترین تیمار بودند. نتیجه کلی آزمایش حاکی از آنست که نور آبی نقش مهمی در زود گلدهی و نور قرمز تاثیر مهمی در گسترش کانوپی گل بنفشه آفریقایی دارد.

واژگان کلیدی: ال ای دی، طیف های نور، فلورسنت، گل دهی، گیاه گلدانی.

مقدمه

نور در طبیعت به عنوان منبع انرژی برای بسیاری از موجودات از جمله گیاهان است. نور یک محرک مهم محیطی است که رشد، مورفولوژی و فیزیولوژی گیاهان را هدایت می کند. پاسخ مورفولوژیکی به کیفیت نور در گیاهان، بخشی از یک استراتژی برای انطباق با محیط نور در حال تغییر است. این امر توسط برهمکنش بین گیرنده های نوری گیاهان حساس به طول موج های خاص و مسیرهای سیگنال دهی پایین دست آنها تنظیم می شود. بارزترین اثر ترکیب نور بر ساختار ساقه، سندروم دوری از سایه است. این پدیده رشد طولی گیاهان را توصیف می کند که در تراکم بالا رشد می کنند تا از سایه تاج فرار کنند (۱۴). در مناطق شمالی، شدت نور ممکن است یک عامل محدودکننده برای تولید گیاهان و شاخ و برگ باکیفیت بالا باشد. به خصوص در طول فصل زمستان در مناطق شمالی، پرورش دهندگان با شدت نور کم دست و پنجه نرم می کنند که مانع از تشکیل رنگدانه کافی در

شاخ و برگ گیاهان می‌شود و در نتیجه گیاهان جذابیت و ارزش کمتری برای مصرف‌کنندگان خواهد داشت. استفاده از نور مکمل از لامپ‌های سدیم فشار قوی تاکنون بهترین گزینه برای تشدید رنگ برگ و افزایش کیفیت گیاهان بوده است، اما این امر باعث افزایش انرژی و هزینه‌های تولید نیز می‌شود. در سال‌های اخیر استفاده از دیودهای ساطع‌کننده نور (LED) در بخش باغبانی رایج شده است. LEDها در سال‌های اخیر به دلیل ویژگی‌های فراوانی که شامل صرفه‌جویی در انرژی، سازگاری با محیط‌زیست، اندازه کوچک، وزن کم و کاربردهای روشنایی در زمینه‌های مختلف می‌باشد، شهرت زیادی به دست آورده‌اند (۲۱). کیفیت طیف نور و شدت نور ساطع شده توسط LED را می‌توان دقیقاً مطابق با نیاز گیاه تغییر داد (۷). لامپ‌های LED برای باغبانی، تکثیر گیاهان و تولید غذا استفاده می‌شوند (۲۲). چراغ‌های رشد LED مکمل یا جایگزینی مطمئن برای نور طبیعی برای رشد گل‌دان‌ها و گیاهان جوان در گلخانه‌ها می‌باشند (۶). LEDها انتخاب طیف نوری با طول‌موج موردنظر را برای جذب بهینه توسط کلروفیل برای انجام فرایند فتوسنتز ارائه می‌دهند (۱۲). یکی از مهم‌ترین جنبه‌های پرورش و رشد گل بنفشه آفریقایی، نور می‌باشد. میزان نیاز نوری این گیاه متوسط است. شدت و کیفیت نور، عامل اصلی تنظیم زمان گلدهی و تعداد گل‌های تولید شده است. ترکیبات خاص نوری ممکن است طوری تنظیم شود که در تمام طول دوره زندگی یک گیاه مشخصه‌های موردنظر مانند هم‌زمانی گلدهی، رشد رویشی طبق برنامه، کنترل رشد و نمو گیاه، یا شتاب دادن به رشد و شادابی تا حد ممکن بهینه گردد (۷). طی پژوهشی گزارشی شده است در گونه زیتنی لیسیانوس شاخص‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی نظیر ارتفاع و قطر بوته، محتوی ماده تر و خشک بوته و میزان کلروفیل تحت تأثیر مثبت شدت نور قرار می‌گیرند (۱۶). در مطالعه‌ای دیگر گزارش شده است که نور قرمز و آبی ال‌ای‌دی باعث افزایش ارتفاع دانهال خیار نسبت به نور آبی و قرمز لامپ رشته‌ای گردید (۱۸). نتایج آزمایشی روی حنا و اطلسی تحت تیمارهای نور آبی، قرمز و نور آبی و قرمز و لامپ فلورسنت قطر ساقه را افزایش داده است (۱)؛ بنابراین باتوجه به اهمیت کیفیت نور بر رشد گیاهان، این تحقیق به منظور مقایسه اثر تیمار نور قرمز، آبی و یا ترکیب نور قرمز و آبی LED و سفید فلورسنت روی زمان گلدهی، ویژگی‌های رشد و مورفولوژی و همچنین مقایسه دمای محیط با دمای گیاه و تأثیر آن بر رشد و زمان گلدهی بنفشه آفریقایی انجام شد.

مواد و روش‌ها

تهیه مواد گیاهی

برای شروع آزمایش، ابتدا قلمه‌های برگ گل بنفشه آفریقایی ("Standard Blue" *Saintpaulia ionantha* Wendl.) از گیاهان مادری سالم که قبلاً در شرایط پرورشی نگهداری می‌شدند، تهیه شدند و سپس در بستر کشت حاوی کوکوپیت و پرلیت (۵۰ درصد حجمی از هر بستر) کشت شدند. بعد از رشد گیاهچه‌ها، زمانی که نمونه‌ها تقریباً ۵ الی ۸ برگ داشتند، به بسترهای اصلی حاوی نسبت مساوی (۵۰ درصد حجمی) کوکوپیت و پرلیت منتقل شدند.

اتاقک رشد و تیمار نوری

این آزمایش در چهار اتاقک رشد گیاهی که هر کدام مجهز به تیمار نوری متفاوت بودند اجرا شد. ابعاد هر اتاقک ۱۰۰ در ۸۰ در ۹۰ سانتی‌متر (ارتفاع) بود و شرایط محیطی آن در 24 ± 2 درجه سلسیوس از لحاظ دمایی و 60 ± 10 درصد از لحاظ رطوبت نسبی تنظیم شده بود. سه اتاقک با یکی از نورهای LED و یک اتاقک با نور سفید فلورسنت با مشخصات ذیل نوردهی می‌شد: نور قرمز ال‌ای‌دی (LED power 88 W, peak wavelength: 650)، نور آبی (LED power, 88 W, peak wavelength: 465)، نور ترکیبی آبی و قرمز به نسبت (یک قسمت نور آبی و سه قسمت نور قرمز: با همان مشخصات قبلی اشاره شده برای لامپ‌های LED) و نور فلورسنت سفید سرد (Dulux T PLUS 26 W/840, Osram). شدت نور با تنظیم ارتفاع لامپ‌ها از گیاهان در سطح کانوپی در حد $120 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ حفظ شد. دوره روشنایی لامپ‌ها در طول شبانه‌روز ۱۲ ساعت بود.

انتقال گیاهچه‌ها

گلدان‌هایی با قطر ۱۰ سانتی‌متر برای انتقال گیاهچه‌ها استفاده شدند. بستر کشت شامل کوکوپیت و پرلیت به نسبت حجمی ۵۰٪ بود. گلدان‌ها روزانه مورد بازدید قرار گرفتند و در صورت نیاز (زمانیکه سینی ته گلدان کاملاً خشک می‌شد) آبیاری با محلول غذایی از قبل آماده شده انجام می‌شد. ترکیب عناصر در محلول غذایی مورد استفاده به شرح ذیل بود:

N-NO_3^- : 7.1 mM; N-NH_4^+ : 0.8 mM; H_2PO_4^- : 1 mM; K^+ : 3.7 mM; Ca^{2+} : 2 mM; Mg^{2+} : 0.5 mM; SO_4^{2-} : 0.7 mM

هدایت الکتریکی محلول غذایی باتوجه به سن رشدی گیاهان بین ۰/۶۵ تا ۰/۹۵ دسی‌زیمنس بر متر و pH آن در حدود ۶/۵ تنظیم می‌شد.

نحوه اعمال تیمارها

گیاهان در مرحله اول آزمایش به مدت ده هفته در شرایط تیمارهای نوری قرار گرفتند. در هر اتاقک رشد ۱۶ گلدان بنفشه آفریقایی قرار داده شد که از این تعداد ۱۲ گلدان در مرحله دوم آزمایش با ۱۲ گلدان از سه اتاقک نوری دیگر (۴ گلدان از هر

اتاقک) معاوضه شد، به طوری که در نهایت هر اتاقک نوری متشکل از ۱۶ گیاه (۴ گلدان ثابت و ۱۲ گلدان معاوضه شده) با ترکیب جدید در مرحله دوم آزمایش بود. مرحله دوم آزمایش نیز مثل مرحله اول به مدت ده هفته ادامه یافت.



شکل ۱. اتاقک‌های تیمار گیاهان تحت طیف‌های نوری مختلف LED

اندازه‌گیری پارامترهای رشدی موردنظر

در طی مرحله اول و دوم آزمایش، هر هفته، ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاه از جمله ارتفاع بوته، طول و عرض برگ، دمای برگ گیاه (توسط دستگاه ترمومتر)، سطح کانوپی گیاهان (تصویر بردای به فرمت JPEG از پلان گیاهان با استفاده از دوربین دیجیتال کانن مدل IXUS 155 اندازه‌گیری شد. تصاویر بدست آمده بعد از انتقال به نرم‌افزار Image z (Version 1.4) جهت اندازه‌گیری سطح کانوپی (بیشترین قطر تاج) مورد استفاده قرار گرفتند. مساحت سطح برگ با استفاده از یک رابطه رگرسیونی که بین طول پهنک برگ و سطح برگ برقرار شد، بدست آمد. برای بدست آوردن این رابطه رگرسیونی از یک نمونه صد عددی برگ در اندازه‌های مختلف که بصورت تصادفی انتخاب شده بود استفاده گردید. اندازه‌گیری سطح کانوپی گل هم بصورت تفکیک بخش رنگی گل کانوپی از بخش سبز برگ با استفاده از نرم‌افزار Image z انجام شد. در پایان آزمایش تعداد گل در هر تیمار شمارش و ثبت گردید.

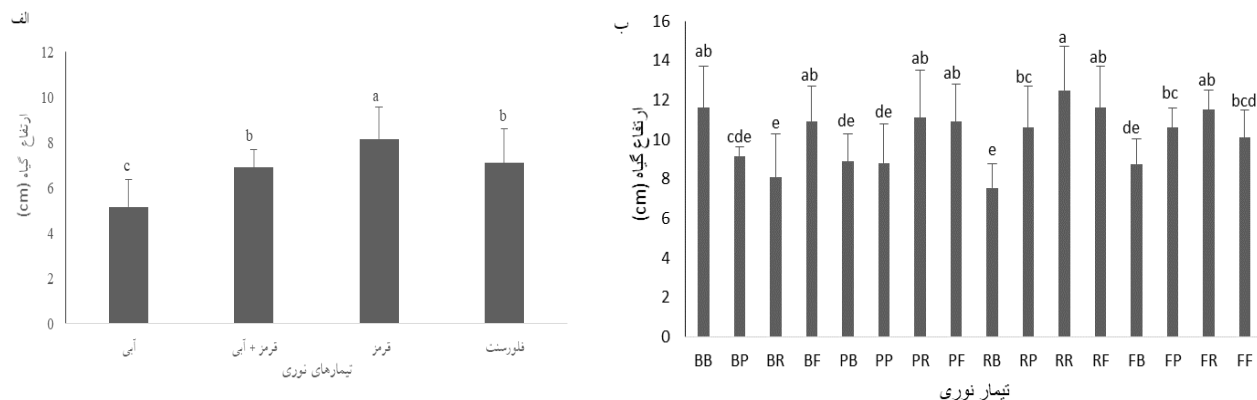
تجزیه و تحلیل آماری

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و ۱۶ تکرار در مرحله اول (شامل نور LED قرمز، آبی و آبی - قرمز و نور فلورسنت سفید) و ۱۶ تیمار و ۴ تکرار در مرحله دوم انجام شد. در هر فاز آزمایش گیاهان به مدت ده هفته با نورهای مختلف تیمار شدند. تجزیه داده‌ها بصورت آنالیز واریانس و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از نرم افزار SPSS 22 (IBM Inc., Chicago, USA) صورت گرفت و ترسیم نمودارها به کمک نرم‌افزار Excel انجام گرفت.

نتایج

ارتفاع گیاه در مرحله اول و دوم: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای نوری بر روی صفت ارتفاع گیاهان در پایان مرحله اول و دوم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱ و ۲). مقایسه میانگین ارتفاع گیاهان در پایان مرحله اول نشان داد که گیاهان تحت تیمار نور قرمز بیشترین ارتفاع را با میانگین ۸/۱۶ سانتی‌متر داشت و اختلاف معنی‌دار زیادی با ارتفاع گیاهان در تیمار نور آبی، نور ترکیبی (قرمز - آبی) و فلورسنت نشان داد (شکل ۲-الف). مقایسه میانگین ارتفاع گیاهان در پایان مرحله دوم نشان داد که بیشترین ارتفاع مربوط به گیاهانی است که در مرحله دوم هم تحت تیمار نور قرمز بودند که دارای میانگین ۱۲/۵ سانتی‌متر بوده و اختلاف معنی‌داری با بقیه تیمارها در ارتفاع گیاهان داشت. گیاهانی که در مرحله دوم از تیمارهای دیگر به تیمار نور فلورسنت آورده شده بودند، افزایش ارتفاع معنی‌داری با بقیه تیمارها با میانگین ۱۱/۱۲ سانتی‌متر نشان دادند، درحالی‌که گیاهان تحت تیمار نور فلورسنت در مرحله اول و دوم دارای میانگین ۱۰/۰۷۵ سانتی‌متر ارتفاع بودند. کمترین ارتفاع مربوط به تیمارهایی بود که در مرحله دوم از نور قرمز به آبی (RB) و از آبی به قرمز (BR) آورده شده بودند که به ترتیب دارای میانگین ۷/۵۵ سانتی‌متر و ۸/۰۷۵ سانتی‌متر بودند. گیاهانی که در مرحله دوم از تیمارهای نور قرمز، نور ترکیبی و فلورسنت به تیمار نور آبی انتقال یافته بودند اختلاف معنی‌داری در کاهش ارتفاع با میانگین ۸/۳۹ سانتی‌متر نشان دادند (شکل ۲-ب).

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی



شکل ۲- میانگین ارتفاع گیاهان در تیمارهای مختلف نوری در مرحله اول (الف) و مرحله دوم (ب) در هفته دهم تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند. * (نور آبی B)، (نور ترکیبی قرمز + آبی P)، (نور قرمز R)، (نور فلورسنت F).

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تیمار نوری بر صفات رویشی گیاه بنفشه آفریقایی در مرحله اول

میانگین مربعات							
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	طول برگ	عرض برگ	دمای برگ	تعداد برگ	سطح کانوبی گیاهان
تیمار نوری	۳	۴/۸۰**	۰/۰۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۲۷ ^{ns}	۳۲۱/۶۸*	-
اشتباه آزمایشی	۶۰	۰/۹۶۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۰/۲۹	۸۸/۰۴	-
تیمار نوری	۳	۱۱/۱۷**	۰/۷۱**	۰/۶۹**	۰/۷۰**	۷۶۶/۸۵**	-
اشتباه آزمایشی	۶۰	۱/۱۸	۰/۱۰	۰/۰۷	۰/۰۷	۱۶۹/۱۵	-
تیمار نوری	۳	۲۳/۹۲**	۳/۴۴**	۲/۹۳**	۱/۲۵**	۱۱۹۲/۱۰۴**	۴۲۸۹۲/۳**
اشتباه آزمایشی	۶۰	۱/۷۱	۰/۳۱	۰/۱۸	۰/۲۸	۲۰۱/۷۹	۲۶۰۵/۳۹

**، * و ^{ns} به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیرمعنی دار

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمار نوری بر صفات رویشی گیاه بنفشه آفریقایی در مرحله دوم

میانگین مربعات							
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	طول برگ	عرض برگ	دمای برگ	تعداد برگ	سطح کانوبی گیاهان
تیمار نوری	۱۵	۵/۲۴**	۱/۱۳**	۰/۹۹**	۱/۰۳**	۳۵۵/۸۳**	-
اشتباه آزمایشی	۴۸	۱/۳۱	۰/۲۹	۰/۱۶	۰/۳۱	۱۵۵/۸۰	-
تیمار نوری	۱۵	۹۰/۷۳ ^{ns}	۱/۲۷**	۱/۰۵**	۰/۱۸ ^{ns}	۳۳۰/۶۶**	-
اشتباه آزمایشی	۴۸	۸۲/۱۸	۰/۲۷	۰/۱۷	۰/۱۰	۱۳۲/۷۰	-
تیمار نوری	۱۵	۸/۳۶**	۱/۰۱**	۰/۸۸**	۰/۲۸*	۳۱۰/۱۹**	۱۵۰۶۵/۳۷**
اشتباه آزمایشی	۴۸	۱/۰۰۹	۰/۲۸	۰/۲۴	۰/۱۲	۱۲۱/۰۸	۱۴۰۹/۳۵

**، * و ^{ns} به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱٪، ۵٪ و غیرمعنی دار

طول و عرض برگ در مرحله اول و دوم: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای نوری بر روی

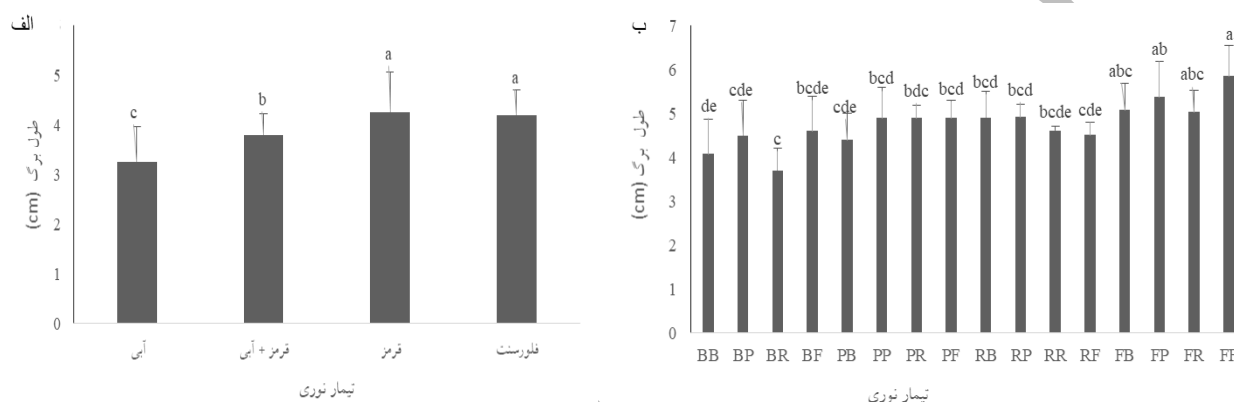
صفت طول برگ گیاهان در پایان مرحله اول و دوم در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۱ و ۲). مقایسه میانگین طول

برگ گیاهان نشان داد که بیشترین طول برگ در پایان مرحله اول مربوط به گیاهان تحت تیمارهای نوری قرمز و فلورسنت بود که

دارای میانگین به ترتیب ۴/۲۶ سانتی متر و ۴/۲ سانتی متر بود که اختلاف معنی داری با بقیه تیمارهای نوری داشت. گیاهان تحت

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

تیمار نور آبی با میانگین ۳/۲۶ سانتی متر کمترین طول برگ در پایان مرحله اول را داشتند (شکل ۳-الف). برطبق جدول مقایسه میانگین طول برگ گیاهان در پایان مرحله دوم، بیشترین طول برگ مربوط به گیاهانی بود که در مرحله اول و دوم تحت تیمار نور فلورسنت بودند که دارای اختلاف معنی داری با بقیه تیمارها با میانگین ۵/۸۲ سانتی متر بودند. نکته قابل توجه این است که گیاهانی که در مرحله اول تحت تیمار نور فلورسنت بودند بعد از انتقال به تیمارهای نوری قرمز، آبی و ترکیبی در مرحله دوم، اختلاف معنی داری در افزایش اندازه طول برگ آن‌ها به ترتیب با میانگین ۵/۰۴، ۵/۰۸، ۵/۳۸ سانتی متر مشاهده شد (شکل ۳-ب).



شکل ۳- میانگین طول برگ گیاهان در تیمارهای مختلف نوری در مرحله اول (الف) و مرحله دوم (ب) در هفته دهم

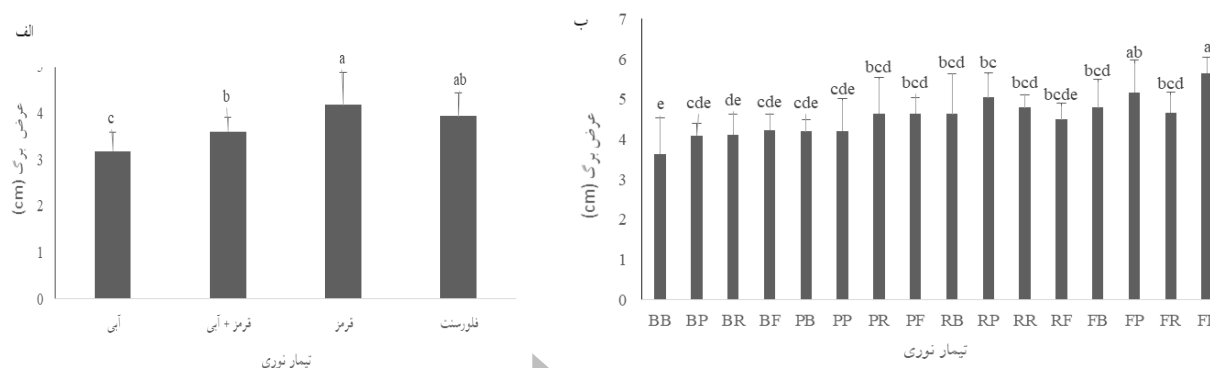
تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

* (نور آبی B)، (نور ترکیبی قرمز و آبی P)، (نور قرمز R)، (نور فلورسنت F).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای نوری بر صفت عرض برگ گیاهان در پایان مرحله اول و دوم در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۱ و ۲). مقایسه میانگین عرض برگ گیاهان نشان داد که بیشترین عرض برگ مربوط به گیاهانی بود که تحت تیمار نوری قرمز رشد کرده بودند و اختلاف معنی داری با عرض برگ گیاهان تحت تیمارهای نوری فلورسنت، آبی و نور ترکیبی قرمز و آبی با میانگین ۴/۱۸ سانتی متر داشتند. گیاهان تحت تیمار نور فلورسنت اختلاف معنی داری در عرض برگ با گیاهان تحت تیمار نور قرمز و ترکیبی با میانگین ۳/۹۳ سانتی متر نداشتند، ولی با گیاهان تحت تیمار نور آبی در عرض برگ در پایان مرحله اول اختلاف معنی داری داشت. همچنین گیاهان تحت تیمار نور آبی کمترین عرض برگ را در پایان مرحله اول با میانگین ۳/۱۸ سانتی متر به خود اختصاص دادند (شکل ۴-الف). طبق شکل ۴-الف، گیاهان تحت تیمار نور فلورسنت بیشترین عرض برگ را در مرحله دوم با اختلاف معنی داری نسبت به بقیه تیمارهای نوری با میانگین ۵/۶۵ سانتی متر نشان دادند. همچنین گیاهانی که در مرحله اول تحت تیمار نور فلورسنت قرار داشتند با انتقال به تیمار نور ترکیبی قرمز و آبی اختلاف معنی داری در

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

رشد عرض برگ نسبت به بقیه تیمارها با میانگین ۵/۱۷ سانتی متر نشان دادند. گیاهان تحت تیمار نور آبی (BB) با میانگین ۳/۶۴ سانتی متر کمترین عرض برگ را نسبت به سایر تیمارها به خود اختصاص دادند، درحالی که گیاهان انتقال یافته از تیمار نور آبی به سایر تیمارها (BF, BR, BP) اختلاف معنی داری با گیاهان تحت تیمار نور آبی (BB) با میانگین ۴/۲۲ سانتی متر از خود نشان دادند. گیاهان تحت تیمار نور ترکیبی قرمز و آبی در مرحله دوم (PP) مانند گیاهان انتقال یافته از نور ترکیبی به نور آبی (PB) عمل کردند و اختلاف معنی داری با همدیگر نداشتند (شکل ۴-ب).



شکل ۴- میانگین عرض گیاهان در تیمارهای مختلف نوری در مرحله اول (الف) و مرحله دوم (ب) در هفته دهم

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

* (نور آبی B)، (نور ترکیبی قرمز و آبی P)، (نور قرمز R)، (نور فلورسنت F).

تعداد نهایی برگ در مرحله اول و دوم: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای نوری بر تعداد نهایی

برگ گیاهان مرحله پایان مرحله اول و دوم در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۱ و ۲). مقایسه میانگین این صفت

نشان داد که بیشترین تعداد برگ گیاهان مربوط به تیمارهای نور ترکیبی قرمز و آبی با میانگین آبی با میانگین ۶۵/۸۸ بود و اختلاف

معنی دار زیادی با بقیه تیمارهای نوری نشان داد. همچنین تعداد نهایی برگ گیاهان در تیمارهای نور قرمز، آبی و فلورسنت

اختلاف معنی داری نشان نداد و به ترتیب دارای میانگین‌های ۴۹/۱۸ و ۴۹/۸۱ و ۴۷/۲۵ بود (شکل ۵-الف). مقایسه میانگین تعداد

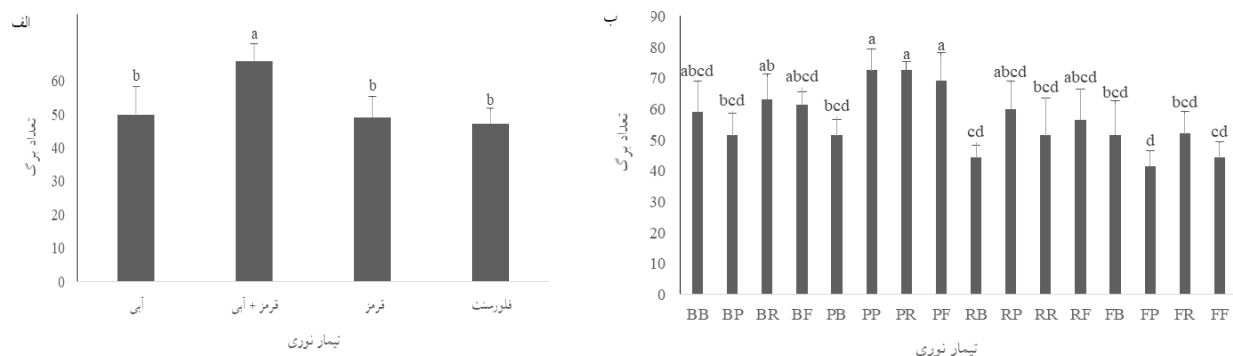
نهایی برگ در پایان مرحله دوم نشان داد که بیشترین تعداد برگ مربوط به تیمارهای نور ترکیبی قرمز و آبی انتقال یافته در مرحله

دوم به تیمارهای نور قرمز، فلورسنت و نور ترکیبی قرمز و آبی بود که اختلاف معنی داری باهم نداشتند، ولی با سایر تیمارها در

تعداد نهایی برگ اختلاف معنی دار زیادی داشتند. گیاهان تحت تیمار FP یا گیاهان انتقال یافته از تیمار نور فلورسنت به تیمار نور

ترکیبی قرمز و آبی با میانگین ۴۴/۲۵ در پایان مرحله دوم، کمترین تعداد برگ را در بین تیمارها به خود اختصاص داد و اختلاف

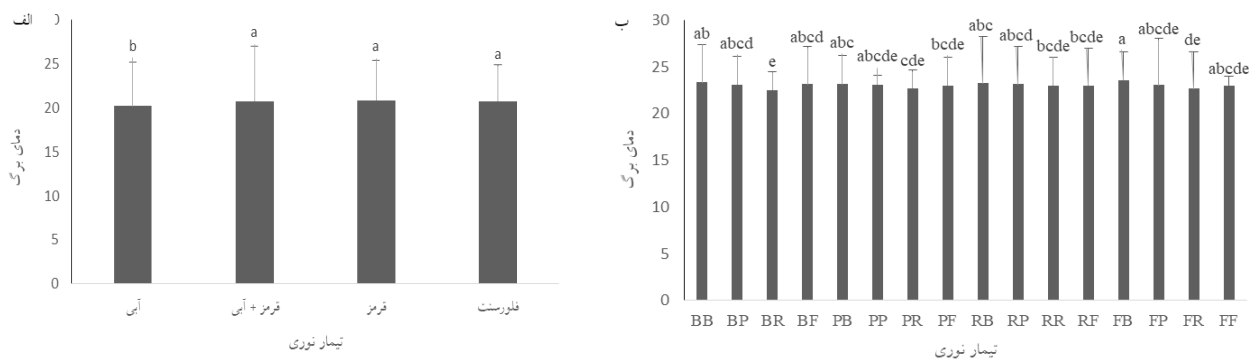
معنی داری نسبت به سایر تیمارها نشان داد. گیاهان انتقال یافته از تیمار نور آبی به تیمار نور قرمز با میانگین ۶۳/۲۵ در پایان مرحله دوم، اختلاف معنی دار با گیاهان تحت تیمارهای FF، RB، FP در تعداد نهایی برگ داشتند (شکل ۵-ب).



شکل ۴- میانگین تعداد نهایی برگ گیاهان در تیمارهای مختلف نوری در مرحله اول (الف) و در مرحله دوم (ب) در هفته دهم تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند. * (نور آبی B)، (نور ترکیبی قرمز و آبی P)، (نور قرمز R)، (نور فلورسنت F).

دمای برگ در پایان مرحله اول و دوم: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای نوری بر دمای برگ گیاهان در پایان مرحله اول و دوم در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۱ و ۲). مقایسه میانگین دمای برگ در پایان مرحله اول نشان داد که دمای گیاهان تحت تیمارهای نوری قرمز، فلورسنت و نور ترکیبی قرمز و آبی اختلاف معنی داری با دمای گیاهان تحت تیمار نور آبی داشتند که به ترتیب دارای میانگین‌های ۲۰/۸۵، ۲۰/۷۶ و ۲۰/۷۶ درجه سانتی‌گراد بودند. کمترین دمای برگ با میانگین ۲۰/۲۳ درجه سانتی‌گراد در تیمار نور آبی به دست آمد و اختلاف معنی دار زیادی با بقیه تیمارها در دمای برگ نشان دادند (شکل ۶-الف). بر اساس نتایج مقایسه میانگین بر صفت دمای برگ در پایان مرحله دوم، بیشترین دمای برگ مربوط به تیمار نور FB (گیاهان انتقال یافته از نور فلورسنت به نور آبی) بود که اختلاف معنی داری نسبت به سایر تیمارها با میانگین دمای ۲۳/۶ درجه سانتی‌گراد داشت. در رتبه دوم میانگین بیشترین دمای برگ در پایان مرحله دوم، تیمار نوری BB قرار دارد که با تیمارهای نوری FR، PR، BR اختلاف معنی دار زیادی در دمای برگ گیاهان دارد. گیاهان تحت تیمار نور BR با میانگین ۲۲/۵۲ درجه سانتی‌گراد، کمترین دمای برگ را در بین همه تیمارها به خود اختصاص دادند و اختلاف معنی داری با همه تیمارها در دمای برگ داشتند (شکل ۶-ب).

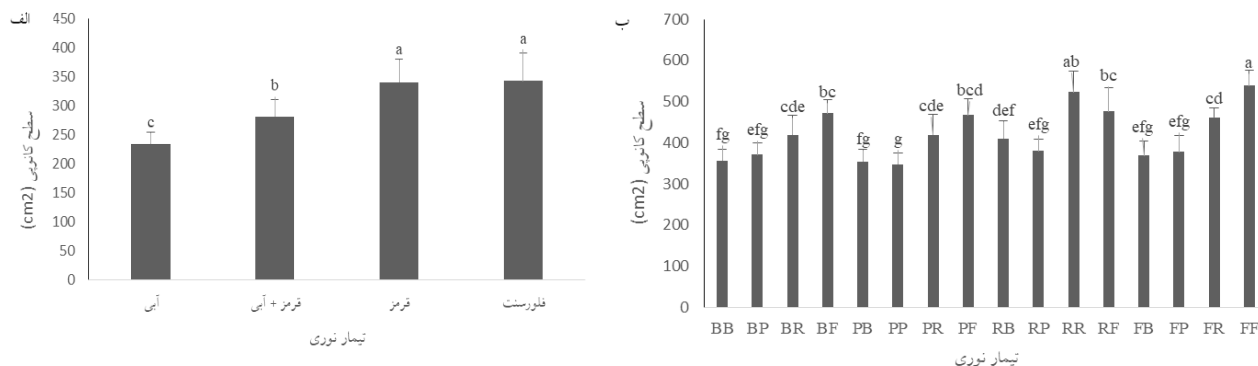
نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی



شکل ۵- میانگین دمای برگ گیاهان در تیمارهای مختلف نوری در مرحله اول (الف) و مرحله دوم (ب) در هفته دهم تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند. * (نور آبی B)، (نور ترکیبی قرمز و آبی P)، (نور قرمز R)، (نور فلورسنت F).

مساحت سطح کانوپی در پایان مرحله اول و دوم: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای نوری بر مساحت سطح نهایی گیاهان در پایان مرحله اول و دوم در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. مقایسه میانگین مساحت سطح کانوپی در پایان مرحله اول نشان داد که سطح کانوپی گیاهان تحت تیمارهای نوری قرمز و فلورسنت اختلاف معنی داری نسبت به گیاهان تحت تیمارهای نوری آبی و قرمز - آبی داشته و بیشترین سطح کانوپی را دارند. البته گیاهان تحت تیمار نوری فلورسنت و قرمز نسبت به هم اختلاف معنی داری نداشته و به ترتیب دارای میانگین‌های ۳۴۲/۹۹ و ۳۴۰/۳۸ سانتی‌متر مربع بودند. گیاهان تحت تیمار نور آبی کمترین مساحت سطح کانوپی را با میانگین ۲۳۴/۳۷ سانتی‌متر مربع به خود اختصاص دادند (شکل ۷-الف). بر اساس مقایسه میانگین مساحت سطح کانوپی، گیاهان تحت تیمار نور فلورسنت انتقال یافته از مرحله اول به تیمار نور فلورسنت در مرحله دوم دارای بیشترین مساحت سطح کانوپی بودند و اختلاف معنی داری نسبت به سایر تیمارها با میانگین ۵۳۸/۷۴ سانتی - متر مربع نشان دادند. گیاهانی که در مرحله دوم از تیمارهای نوری قرمز، آبی و قرمز - آبی به زیر تیمار نوری فلورسنت در مرحله دوم انتقال یافته بودند در رتبه دوم بیشترین مساحت سطح کانوپی قرار گرفتند که تأثیر نور فلورسنت در بلنمدت نسبت به نور قرمز در افزایش مساحت سطح کانوپی گیاهان را نشان می‌دهد. همچنین گیاهان انتقال یافته از تیمار نوری فلورسنت به سایر تیمارها کاهش مساحت سطح کانوپی را نشان می‌دهند که نور قرمز در بین آن‌ها اثر کمتری در کاهش مساحت سطح کانوپی داشته است. گیاهان تحت تأثیر تیمار نور قرمز در مرحله اول بیشترین سطح کانوپی را داشتند، ولی در مرحله دوم در رتبه دوم بیشترین مساحت سطح کانوپی قرار دارند و اختلاف معنی داری با تیمارهای RF، BF، PF، FF نشان ندادند، ولی با سایر تیمارها اختلاف

معنی‌داری در مساحت سطح کانوپی گیاهان داشتند. گیاهانی که در مرحله اول دوره رشد تحت تیمار نور آبی بودند در مرحله دوم هم کاهش مساحت سطح کانوپی را در تیمار نور آبی نشان دادند، ولی گیاهان انتقال‌یافته به تیمارهای دیگر (BF, BR, BP) افزایش در مساحت سطح کانوپی را نشان دادند که نشان‌دهنده کنترل رشد ساقه و برگ توسط نور آبی است (شکل ۷-ب).



شکل ۷- میانگین مساحت سطح کانوپی گیاهان در تیمارهای مختلف نوری در مرحله اول (الف) در مرحله دوم (ب) در هفته دهم

تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

* (نور آبی B)، (نور ترکیبی قرمز و آبی P)، (نور قرمز R)، (نور فلورسنت F).

سطح برگ در پایان مرحله اول و دوم: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارهای نوری بر روی

صفت سطح برگ گیاهان در پایان مرحله اول و دوم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (شکل ۷). نتایج مقایسه میانگین

نشان داد که گیاهان تحت تیمار نور قرمز و فلورسنت به ترتیب با میانگین ۱۲/۵ و ۱۲/۰۳ سانتی‌متر مربع، بیشترین سطح برگ را

داشتند که این اختلاف معنی‌دار نبود، ولی با گیاهان تیمارهای نوری آبی و آبی - قرمز اختلاف معنی‌دار داشتند. کمترین سطح برگ

متعلق به گیاهان تحت تیمار نور آبی بود که دارای میانگین ۵/۲۸ سانتی‌متر مربع شد (شکل ۸-الف). مقایسه میانگین در مرحله دوم

بر روی صفت مساحت سطح برگ گیاهان رشدیافته تحت تیمار نور فلورسنت بیشترین مساحت سطح برگ را با

میانگین ۲۳/۷ سانتی‌متر مربع به خود اختصاص دادند. این گیاهان با گیاهانی که ۵۰ درصد دوره رشد اولیه را تحت تیمار نور

فلورسنت بودند و ۵۰ درصد دیگر را تحت تیمارهای دیگر بودند، اختلاف معنی‌داری در مساحت سطح برگ نشان دادند، ولی با

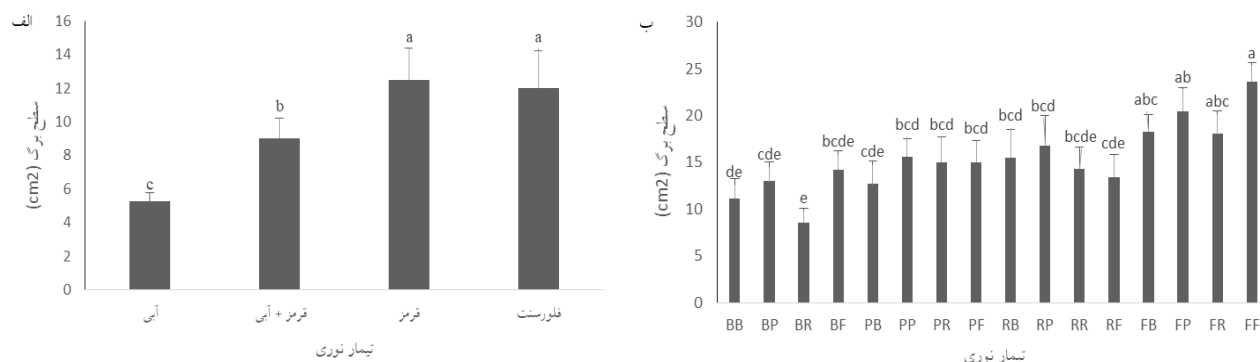
سایر گیاهانی که دوره رشد اولیه را تحت تیمارهای نوری آبی و قرمز و نور ترکیبی قرمز - آبی بودند اختلاف معنی‌داری داشتند.

کمترین مساحت سطح برگ مربوط به گیاهانی است که در مرحله اول تحت تیمار نور آبی و در مرحله دوم تحت تیمار نور قرمز

بودند و دارای میانگین ۸/۵۶ سانتی‌متر مربع مساحت سطح برگ هستند. نکته قابل‌توجه در این صفت گیاهان تحت تیمار نور قرمز

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی

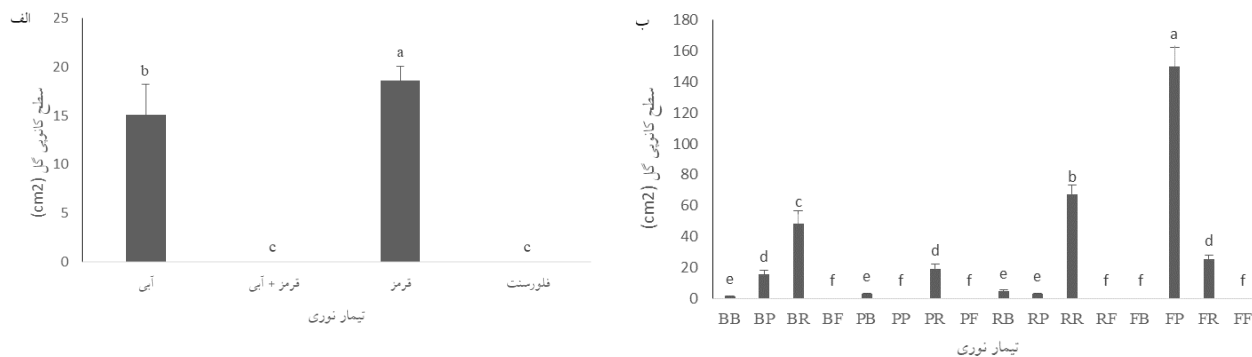
بودند که در مرحله اول بیشترین سطح برگ را داشتند، ولی در مرحله دوم نسبت به سایر تیمارها نتوانستند افزایش در سطح برگ را نشان دهند. این گیاهان حتی در زیر نور فلورسنت که بیشترین تأثیر را در افزایش سطح برگ نشان دادند کمترین عملکرد در افزایش سطح برگ نشان می‌دهند (شکل ۸-ب).



شکل ۸- میانگین مساحت سطح برگ گیاهان در تیمارهای مختلف نوری در مرحله اول (الف) در مرحله دوم (ب) در هفته دهم تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند. * (نور آبی B)، (نور ترکیبی قرمز و آبی P)، (نور قرمز R)، (نور فلورسنت F).

سطح کانوپی گل در پایان مرحله اول و دوم: گیاهان تحت تیمار نور آبی و قرمز بیشترین سطح کانوپی گل را داشتند و دارای میانگین ۱۸/۵۸ سانتی‌متر مربع مساحت سطح کانوپی گل با اختلاف معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها بودند. گیاهان تحت تیمار نور آبی هم با میانگین ۱۵/۰۷ سانتی‌متر مربع سطح کانوپی گل در رده دوم قرار دارد. گیاهان تحت تیمار نور قرمز و نور فلورسنت در مرحله اول گل ندادند (شکل ۹-الف). با توجه به مقایسه میانگین داده‌ها بر روی صفت سطح کانوپی گل در مرحله دوم، گیاهانی که در مرحله اول تحت تیمار نور فلورسنت بودند و در مرحله دوم تحت تیمار نور ترکیبی آبی و قرمز بودند بیشترین سطح کانوپی گل با میانگین ۱۴۹/۹ سانتی‌متر مربع را نشان دادند که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها در مساحت سطح کانوپی گل داشتند. گیاهانی که در مرحله اول و دوم تحت تیمار نور قرمز بودند در رتبه دوم بیشترین سطح کانوپی با میانگین ۶۷/۴۷ سانتی‌متر مربع قرار گرفتند. گیاهان تحت تیمارهای BB, BF, PB, PP, PF, RF, FB, FF در پایان مرحله دوم در زمان اندازه‌گیری گل نداشتند یا عمر گل‌هایشان تا پایان مرحله دوم تمام شده بود (شکل ۹-ب).

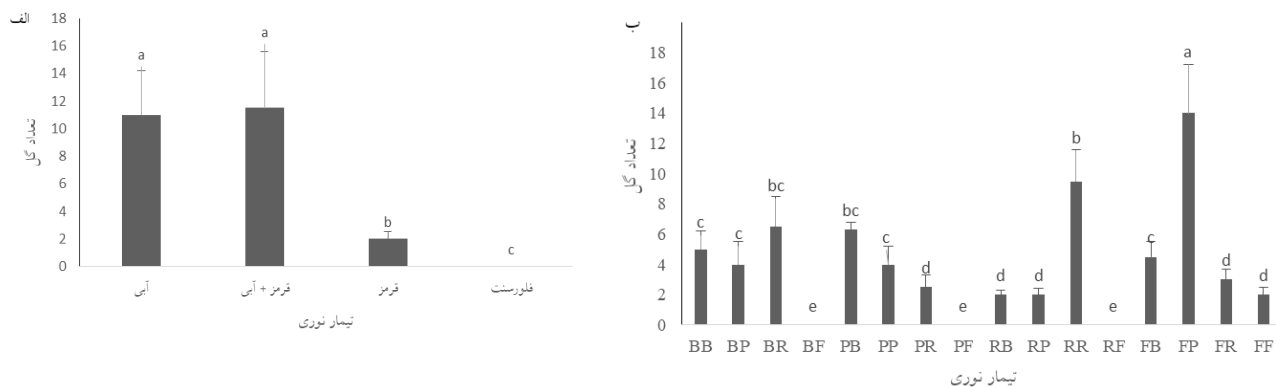
نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی



شکل ۹- میانگین مساحت سطح کانوپی گل در تیمارهای مختلف نوری در مرحله اول (الف) در مرحله دوم (ب) در هفته دهم تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند. * (نور آبی B)، (نور ترکیبی قرمز و آبی P)، (نور قرمز R)، (نور فلورسنت F).

تعداد گل در پایان مرحله اول و دوم: نمودار میانگین نشان می‌دهد مانند صفت سطح کانوپی گل، تعداد گل هم در پایان مرحله اول در گیاهان تحت تیمار نور آبی و نور قرمز - آبی بیشتر بوده یا به عبارت دیگر زودتر از گیاهان تحت تیمارهای قرمز و فلورسنت وارد فاز گلدهی شدند. میانگین تعداد گل در پایان مرحله اول در تیمار نور ترکیبی با میانگین ۱۱/۵ و در تیمار نور آبی با میانگین ۱۱ بود. گیاهان تحت تیمار نور قرمز در این زمان بطور میانگین تنها دو عدد گل تولید کرده بودند، در حالیکه گیاهان تحت تیمار نور فلورسنت در پایان مرحله اول گلدهی نداشتند (شکل ۱۰-الف). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که گیاهانی که در مرحله اول تحت تیمار نور فلورسنت بودند و گلدهی نداشتند بعد از انتقال به تیمار نور ترکیبی بیشترین گلدهی را با میانگین ۱۴ عدد گل در هر گلدان نشان دادند. گیاهان که در مرحله دوم از تیمارهای دیگر به تیمار نور فلورسنت منتقل شدند تا پایان مرحله دوم گلدهی نداشتند یا عمر گل کوتاهی داشتند. گیاهان تحت تیمار نور قرمز دیرتر به گلدهی رفتند، ولی نسبت به نور فلورسنت تعداد گل بیشتر و همچنین زودتر به گلدهی رفتند. گیاهان تحت تیمار نور ترکیبی و نور آبی زودتر از بقیه تیمارها به گلدهی رفتند، در پایان مرحله دوم باز هم گل داشتند، ولی تعدادشان کم بود. این نشان‌دهنده عمر بیشتر گل تحت این تیمارها در این گیاه‌ها می‌باشد (شکل ۱۰-ب).

نشریه تولید و فراوری محصولات زراعی و باغی



شکل ۱۰- میانگین تعداد گل در تیمارهای مختلف نوری در مرحله اول (الف) و مرحله دوم (ب) در هفته دهم تیمارهای دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی داری با یکدیگر در آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند. * (نور آبی B)، (نور ترکیبی قرمز و آبی P)، (نور قرمز R)، (نور فلورسنت F).

بحث

در این آزمایش تیمار نور قرمز در مقایسه با تیمارهای دیگر باعث افزایش ارتفاع گیاه شد و نور آبی بیشتر نقش مهارکننده ارتفاع را داشته است. نتیجه دیگری که در ارتفاع گیاهان دیده می شود این است که گیاهانی که ۵۰ درصد دوره رشد را تحت تیمار نور آبی و ۵۰ درصد دیگر را تحت تیمار نور قرمز و بالعکس بودند کمترین ارتفاع را داشتند. تفاوت بین پاسخ های مورفولوژیکی گیاه به نور قرمز و آبی با تفاوت در مشارکت نسبی فیتوکرومها و گیرنده های نوری حساس آبی (کریپتوکرومها و فوتوتروپینها) در مهار گسترش ساقه مرتبط است (۱۳). افزایش سهم نور آبی در استفاده از نور ترکیبی قرمز و آبی در گل رز و گوجه فرنگی نیز باعث کاهش ارتفاع شده است و همچنین نور قرمز باعث افزایش ارتفاع گیاه گوجه فرنگی شده بود (۳) که این نتیجه مرتبط با ارتفاع گیاه در تیمار PB, PP در این آزمایش است.

بررسی روی طول و عرض برگها در پایان آزمایش نشان داد که گیاهان تحت تیمار نور فلورسنت، طول و عرض بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشتند و گیاهان تحت تیمار نور قرمز که در مرحله اول طول و عرض برگ بیشتری داشتند، در مرحله دوم قابل مقایسه با تیمار نور فلورسنت نبودند و کاهش رشد در اندازه برگ نشان دادند و گیاهان تحت تیمار نور آبی همگی در پایان آزمایش کمترین اندازه برگ از نظر طول و عرض نشان دادند. سبزیان و همکاران (۱۷) نشان دادند که گیاهانی که در زیر نور مصنوعی رشد می کنند، رشد بیشتری را نشان می دهند و گیاهانی که در زیر نور LED ترکیبی قرمز و آبی رشد می کنند، به طور قابل توجهی کوچک تر از سایر تیمارها هستند. نور فلورسنت به دلیل داشتن طیف نور سبز می تواند بیشتر از نور قرمز یا آبی به

داخل تاج‌پوش‌ها و برگ‌ها نفوذ کند و می‌تواند باعث افزایش فتوسنتز در سلول‌ها یا برگ‌هایی شود که نور قرمز و آبی به آن‌ها نمی‌رسد (۱۹) که احتمالاً دلیل بیشترشدن طول و عرض گیاهان تحت تیمار نور فلورسنت در آزمایش حاضر به این علت باشد. در پژوهش حاضر گیاهانی که ۱۰۰ درصد دوره رشد خود را تحت تیمار نور ترکیبی قرمز و آبی بودند بیشترین تعداد برگ را داشتند و با گیاهانی که ۵۰ درصد دوره رشد خود اولیه را تحت تیمار نور ترکیبی بودند و ۵۰ درصد دیگر را تحت تیمار نور فلورسنت و قرمز بودند هم‌تراز هستند. درحالی‌که گیاهان تحت تیمار نور RB کمترین تعداد برگ را داشتند. مطالعاتی که برای این صفت تاکنون انجام گرفته نیز تأییدکننده نتیجه آزمایش حاضر هست. برای مثال در آزمایشی تیمار نور ترکیبی آبی و قرمز با نسبت ۱:۱ برای تکثیر گیاهان پنبه مؤثرترین تیمار بود (۱۰). در پژوهش دیگری بیشترین تعداد برگ در نور سفید در بنفشه آفریقایی در رقم Optimara و به دنبال آن ترکیب نور آبی و نور قرمز در همان رقم مشاهده شد. در همان آزمایش کمترین تعداد برگ باز هم در تیمار نور سفید در بنفشه آفریقایی در رقم Rhapsody مشاهده شد. این نتایج نشان می‌دهد که واکنش گیاهان به کیفیت‌های مختلف نوری در درون رقم‌ها نیز می‌تواند متفاوت باشد (۲).

نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که گیاهان تحت تیمار نور آبی بیشترین دمای برگ را در پایان مرحله دوم داشتند. نور آبی انرژی زیادی تولید می‌کند و عامل باز شدن روزنه‌ها در سطح برگ هست، باعث تعرق در برگ گیاه در دوره‌های اولیه رشد به‌خاطر جوان بودن و ضخامت ناکافی برگ می‌شود و دستگاه ترمومتر به‌خاطر تبخیر برگ و آب‌روی برگ دمای پایین‌تری نشان می‌دهد، اما علت دمای بالا در پایان مرحله دوم از نظر ما به این صورت است که به احتمال گیاه برای سازگاری بیشتر با محیط نور آبی و عدم تعرق بیشتر، فعالیت‌های فتوسنتزی را بیشتر می‌کند که در واکنش‌های فتوسنتزی آب مصرف می‌شود. از طرف دیگر، گیاه رشد بیشتری می‌کند و به دلیل مصرف آب داخل سلول‌ها، آب کافی برای تعرق از روزنه‌ها و کم‌کردن دمای سطح برگ باقی نمی‌ماند (۲۰، ۱۱). دلایلی که می‌توان برای اختلاف معنی‌دار سطح کانوپی در انواع کیفیت‌های مختلف نوری بیان کرد به این صورت است: ۱- نور آبی قدرت نفوذ و انرژی بیشتری دارد، برای اینکه گیاهان تحت این تیمار نوری بتوانند از صدمات نور مضر از جمله آسیب به فتوسنتز و ساختار بیوشیمیایی درون‌سلولی گیاه در امان بمانند، این میزان انرژی را صرف ضخیم کردن برگ‌ها می‌کنند؛ بنابراین سطح برگ و سطح کانوپی کمتری را تولید کردند و برعکس نور قرمز قدرت نفوذ و انرژی کمتری دارد که باعث افزایش عملکرد فتوسنتز و افزایش سطح کانوپی شده است و ضخامت برگ آن‌ها کمتر از باقی نورها شده است (۸). در مطالعه‌ای استفاده از نور

RB در طول رشد گیاهان گوجه‌فرنگی باعث کاهش سطح برگ و افزایش طول ساقه و کاهش زیست‌توده در مقایسه با نور فلورسنت شد (۹).

از طریق فتوستتیز، نور به‌ویژه طول‌موج‌های آبی و قرمز، انرژی موردنیاز برای رشد و نمو گیاه را تأمین می‌کنند، اما از طریق گیرنده‌های نوری، نور چندین فرآیند مورفوژنتیکی از جمله افزایش طول گیاه، انبساط برگ، باز شدن روزنه، ساعت شبانه‌روزی و گلدهی را تنظیم می‌کند (۴). نتایج به‌دست‌آمده به این دلیل می‌تواند باشد که گیرنده‌های نوری تیمار قرمز که فیتوکروم‌ها می‌باشند، در القای گلدهی نقش دارند، ولی کریپتوکروم‌ها که به‌عنوان گیرنده‌های نور آبی می‌باشند، در مورفولوژی گیاه و انتقال به مرحله گلدهی و توسعه گل نقش دارند (۱۵)؛ بنابراین این گیرنده‌ها باعث شده‌اند که گیاهان تحت تیمار نور آبی و قرمز سریع‌تر وارد مرحله گلدهی شده و در نتیجه زودتر از باقی تیمارها به شکوفایی گل برسند. این آزمایش‌ها نشان می‌دهد که LEDها می‌توانند به طور مؤثر برای کنترل گلدهی گیاهان استفاده شوند و همچنین اهمیت ترکیب طیفی نورهای مورد استفاده برای این کاربرد را برجسته می‌کنند. در آزمایشی مشخص شد که نور آبی بیشترین تأثیر خود را بر روی گلدهی در چندین گیاه روزبند (*Rudbeckia hirta*, *Antirrhinum majus*, *Fuchsia × hybrida*) و سه رقم گل اطلسی (*Petunia × hybrida*) داشت، زمانی که نسبت نور قرمز: مادون‌قرمز متوسط اعمال شد، اگر نسبت قرمز به مادون‌قرمز خیلی زیاد یا خیلی کم باشد، گلدهی کاهش می‌یابد (۵).

نتیجه‌گیری نهایی

در این آزمایش تمامی صفات اندازه‌گیری شده تحت تأثیر کیفیت نور قرار گرفتند، هرچند این تأثیر در فازهای آزمایش متفاوت بود. بطور کلی به نظرمی رسد تیمار ترکیبی آبی و قرمز برای ایجاد یک تعادل منطقی بین رشد رویشی و زایشی (گلدهی) انتخاب مناسبی باشد. استفاده از نور آبی در فاز اول در اکثر موارد به گلدهی زود هنگام منجر شد هرچند گیاهان منتقل شده از نور فلورسنت به نور ترکیبی آبی قرمز در فاز دوم بیشترین تعداد گل را تولید کردند. این آزمایش مشخص می‌کند کیفیت نور می‌تواند بعنوان یک ابزار مهم در تنظیم تعداد، سطح گلدهی و گسترش کانوپی در گل بنفشه آفریقایی با توجه به تقاضای بازار هدف مورد استفاده قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

از دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز به‌خاطر همکاری‌های صمیمانه‌شان تشکر و قدردانی می‌شود.

1. Akbarian B., M. Matloobi and N. Mahna. 2016. Effects of LED Light on Seed Emergence and Seedling Quality of Four Bedding Flowers. *Journal of Ornamental Plants* 2: 115-123.
2. Aslanpour, M., M. Shoor, B. Ghalekahi, A. Sharifi and M. Kharazi. 2018. Evaluation of the effect of light quality treatments on growth and flowering of saintpaulia seedlings (*Saintpaulia ionantha* WENDI). *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies* 9(6).
3. Bergstrand, K. J., L. M. Mortensen, A. Suthaparan and H. R. Gislerød. 2016. Acclimatisation of greenhouse crops to differing light quality. *Scientia Horticulturae* 204(1): 1-7.
4. Chen, X. L., L. C. Wang, T. Li, Q. C. Yang and W. Z. Guo. 2019. Sugar accumulation and growth of lettuce exposed to different lighting modes of red and blue LED light. *Scientific Reports* 9(1): 1-10.
5. Craig, D. S., and E. S. Runkle. 2016. An intermediate phytochrome photoequilibria from night-interruption lighting optimally promotes flowering of several long-day plants. *Environmental and Experimental Botany* 121: 132-138.
6. Darko, E., P. Heydarizadeh, B. Schoefs and M. R. Sabzalian. 2014. Photosynthesis under artificial light: the shift in primary and secondary metabolism. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 369(1640): 20130243.
7. Folta, K. M., and K. S. Childers. 2008. Light as a growth regulator: Controlling plant biology with narrow-bandwidth solid-state lighting systems. *HortScience* 43(7): 1957-1964.
8. Holmes, M. G., and H. Smith. 1975. The function of phytochrome in plants growing in the natural environment. *Nature* 254(5500): 512-514.
9. Lanoue, J., E. D. Leonardos and B. Grodzinski. 2018. Effects of light quality and intensity on diurnal patterns and rates of photo-assimilate translocation and transpiration in tomato leaves. *Frontiers in Plant Science* 9: 756.
10. Li, Q., and C. Kubota. 2009. Effects of supplemental light quality on growth and phytochemicals of baby leaf lettuce. *Environmental and Experimental Botany* 67(1): 59-64.
11. Lin, K. H., M. Y. Huang, W. D. Huang, M. H. Hsu, Z. W. Yang and C. M. Yang. 2013. The effects of red, blue, and white light-emitting diodes on the growth, development, and edible quality of hydroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L. var. capitata). *Scientia Horticulturae* 150: 86-91.
12. Mitchell, C. A., M. P. Dzakovich, C. Gomez, R. Lopez, J. F. Burr, R. Hernández, C. Kubota, C. J. Currey, Q. Meng, E. S. Runkle and C. M. Bourget. 2015. Light-Emitting Diodes in Horticulture. *Horticultural Reviews: Volume 43*: 1-88.
13. Ouzounis, T., X. Fretté, E. Rosenqvist and C. O. Ottosen. 2014. Spectral effects of supplementary lighting on the secondary metabolites in roses, chrysanthemums, and campanulas. *Journal of Plant Physiology* 171(16): 1491-1499.
14. Pierik, R., and M. de Wit. 2014. Shade avoidance: phytochrome signalling and other aboveground neighbour detection cues. *Journal of Experimental Botany* 65(11): 2815-2824.
15. Pinho, P., K. Jokinen and L. Halonen. 2012. Horticultural lighting—present and future challenges. *Lighting Research & Technology* 44(4): 427-437.
16. Rahnemoonfar, M., N. Etemadi, A. Nikbakht, M. Gheisari and M. R. Sabzalian. 2014. Effect of shade, organic matter and planting time on morphological and physiological characteristics of lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) (Raf.) Shinn. *Plant Productions* 37(3): 1-11.
17. Sabzalian, M. R., P. Heydarizadeh, M. Zahedi, A. Boroomand, M. Agharokh, M. R. Sahba and B. Schoefs. 2014. High performance of vegetables, flowers, and medicinal plants in a red-blue LED incubator for indoor plant production. *Agronomy for Sustainable Development* 34: 879-886.
18. Su N. N., Q. Wu and J. Cui J. 2012. Effects of supplemental lighting with led light quality on growth and photosynthetic characteristics of cucumber seedlings. *China Vegetables* 1: 48-54.
19. Terashima, I., T. Fujita, T. Inoue, W. S. Chow and R. Oguchi. 2009. Green light drives leaf photosynthesis more efficiently than red light in strong white light: revisiting the enigmatic question of why leaves are green. *Plant and Cell Physiology* 50(4): 684-697.
20. Wang, J., W. Lu, Y. Tong and Q. Yang. 2016. Leaf morphology, photosynthetic performance, chlorophyll fluorescence, stomatal development of lettuce (*Lactuca sativa* L.) exposed to different ratios of red light to blue light. *Frontiers in Plant Science* 7: 250.
21. Wishkerman, A., and E. Wishkerman. 2017. Application note: A novel low-cost open-source LED system for microalgae cultivation. *Computers and Electronics in Agriculture* 132: 56-62.

22. Yeh, N., T. J. Ding and P. Yeh. 2015. Light-emitting diodes' light qualities and their corresponding scientific applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 51, 55-61.

Effect of alternating light quality on the vegetative and reproductive growth of African violet (*Saintpaulia ionantha* Wendl.)

Abstract

African violet (*Saintpaulia ionantha* Wendl.) belonging to the family *Gesneriaceae* is a very popular apartment plant. The aim of this study was to investigate the effect of red, blue, red and blue light (one part blue and three parts red) and white fluorescent on the vegetative and reproductive growth of African violet plants. The experiment was conducted in a completely randomized design with 4 treatments and 16 replications in the first phase, 16 treatments with 4 replications in the second phase. The tallest plants in the first and second stages was related to the plants treated with red light with an average of 8.16 and 12.5 cm. Plants treated with mixed blue and red light produced the highest number of leaves in the first phase of the experiment. However, these plants reduced their number of leaves in the second phase when treated with the blue light. In the first phase, the fluorescent and red light alone developed the most canopy area (about 350 cm²), while in the second phase, the canopy spread in fluorescent light reached its maximum rate (500 cm²). Similar results were observed for the leaf area trait. Blue light produced the highest number of flowers in the first phase, although in the second phase, plants transferred from fluorescent light to the mixed blue and red light were the best treatments. The overall result of the experiment indicates that the blue light plays an important role in early flowering and the red light has an important effect on the rate of canopy extension.

Keywords: Canopy surface area, Fluorescent, Leaf area, Light spectra, Ornamental plants.