

اثر سطوح مختلف شدت نور بر برخی ویژگی‌های ظاهری و فیزیولوژیکی گل شب بو

رویا عباس نژاد^۱، زهره جبارزاده^{۱*} و مریم رضوی^۲

^۱ ارومیه، دانشگاه ارومیه، دانشکده کشاورزی، گروه علوم باغبانی

^۲ ارومیه، سازمان پارک‌ها و فضای سبز

تاریخ دریافت: ۹۴/۳/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۴/۹/۱۷

چکیده

گل شب بو با نام علمی (*Matthiola incana* L.) یکی از مهمترین گل‌های بریده مهم در ایران است. این تحقیق به منظور بررسی تأثیر شدت نور بر برخی صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی گل شب بو، رقم (Miracle White) انجام گرفت. آزمایش بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۵ تیمار، ۵ تکرار و ۲ مشاهده انجام شد. شدت نور ۱۵۰ میکرومول بر مترمربع برثانیه به عنوان شاهد و شدت نورهای ۲۲۵، ۳۰۰، ۳۷۵ و ۴۵۰ میکرومول بر مترمربع برثانیه، تیمارهای این آزمایش را تشکیل دادند. شاخص‌های مورد اندازه‌گیری شامل ارتفاع گیاه، سطح و تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ و ساقه، کلروفیل کل، a و b، کاروتنوئیدها، آنتوسیانین و قندهای محلول کل بود. نتایج نشان داد که سطح و تعداد برگ با افزایش نور تا شدت $300 \mu\text{mols}^{-1}\text{m}^{-2}$ (به ترتیب ۳۰ و ۱۹ درصد) افزایش معنی‌دار و پس از آن نسبت به شرایط نور زیاد، کاهش نشان دادند، همچنین وزن تر و خشک برگ و ساقه با افزایش نور تا شدت $300 \mu\text{mols}^{-1}\text{m}^{-2}$ بیش از ۲۵ درصد افزایش معنی‌داری یافتند. در این پژوهش، ارتفاع گیاه با افزایش نور کاهش یافت و این کاهش در شدت نور $450 \mu\text{mols}^{-1}\text{m}^{-2}$ معنی‌دار بود. میزان آنتوسیانین با اضافه شدن نور افزایش معنی‌داری نشان داد. این بررسی همچنین نشان داد که افزایش نور تا حد قابل تحمل گیاه، سبب افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی و میزان قندهای محلول کل نسبت به شاهد شد. در مجموع، یافته‌های این پژوهش نشان داد که شدت نور می‌تواند اثرات مثبت و مطلوبی بر رشد و گلدهی شب بو داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: شب بو، شدت نور، رنگیزه‌های فتوسنتزی، قندهای محلول کل.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۴۳۴۸۹۲۷۱، پست الکترونیکی: z.jabbarzadeh@urmia.ac.ir

مقدمه

زمستان (فصل بیکاری گلخانه‌ها) محسوب می‌شود (۹) و (۱۱). نور یکی از مهم‌ترین فاکتورهای محیطی است که در رشد و گل‌دهی و تجمع رنگیزه‌ها در گل‌های زینتی بسیار موثر می‌باشد. بنابراین کاهش شدت نور می‌تواند باعث کاهش در رشد و نمو و گل‌دهی شود. شدت‌های مختلف نوری بر متابولیسم ترکیبات فنولی از جمله آنتوسیانین‌ها نیز موثرند (۶). با توجه به نقش مهم نور در فتوسنتز (رنگیزه‌ها و القای سنتز آن‌ها) و گیاهان، اگرچه اغلب، تلاش در جهت افزایش سطوح نوری در پرورش گل می‌باشد اما شدت نور زیاد نیز می‌تواند یک مشکل در طول تابستان

گل شب بو با نام علمی (*Matthiola incana* L.) از تیره چلیپاییان (Brassicaceae)، از گیاهان زینتی مهم کشور محسوب می‌شود که به علت داشتن عطر مطبوع و فرم زیبا میزان تقاضای آن در بازار گل افزایش داشته است (۱۵). این گیاه دارای دو فرم با گل‌های کم‌پر و پرپر است. از بین ارقام کم‌پر و پرپر این گل، نوع پرپر به جهت بازاری‌پسندی بیشتر از جمله گل‌های مهمی بوده که در کنار گل مریم، میخک و رز جزء چهار نوع گل اصلی بریدنی صادراتی ایران به شمار می‌رود. این گل به دلیل مقاومت زیاد در مقابل سرما یکی از بهترین گزینه‌ها برای فصل

(۳۰). مطالعه ریه و همکاران (۳۵) نشان داد اثر درصدهای مختلف نور (درصد سایه دهی بصورت ۵۰٪، ۷۵٪ و ۹۵٪) در مقایسه با شاهد (بدون سایه) در گل زینتی *Jeffersonia dubia* سبب بهبود صفاتی مانند ارتفاع گیاه، تعداد برگ، سطح برگ، وزن تر و خشک گیاه و رنگیزه‌های فتوستیزی تحت تیمار نوری مناسب (۵۰ درصد سایه دهی) شد. مشاهده اثرات شدت نور کم $91 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}$ و شدت نور زیاد $580 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}$ بر زمان گل‌دهی، تعداد کل جوانه گل و کیفیت گیاه در گل رز نشان داد که در شدت نور بیشتر صفات مورد نظر بهبود یافتند (۲۷). از آنجا که یکی از ارکان کیفیت گل، فتوستیز و رنگیزه‌های فتوستیزی می‌باشند و از طرفی شدت نور بر مقدار آن‌ها موثر است و همچنین با توجه به این‌که گل شب بو از مهمترین گل‌های تولیدی در پارک‌ها و فضای سبز شهری است که تا زمان گل‌دهی در گل‌خانه و در فصل زمستان پرورش می‌یابد و ارقام مختلف آن حداکثر کیفیت خود را در درصدی از نور و دمای مناسب کسب می‌کنند، لذا در این پژوهش تاثیر سطوح مختلف نور بر رشد و برخی شاخص‌های فیزیولوژیکی در یک رقم گل شب بو (Miracle White) مورد بررسی قرار گرفت تا به‌این وسیله سطح بهینه شدت نور جهت بهبود کیفیت و کمیت گل شب بو به‌دست آید.

مواد و روشها

این پژوهش در سال ۱۳۹۲ بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۵ تکرار و ۲ مشاهده در یکی از گل‌خانه‌های مخصوص پرورش گیاه شب بوی سازمان پارک‌ها و فضای سبز شهرستان ارومیه، اجرا گردید. به‌منظور انجام آزمایش، از بذور یکی از ارقام تجاری شب بو (Miracle White) که دارای گل‌هایی به رنگ سفید بود، استفاده گردید. بذرها در آبان ماه کشت شده و یک ماه پس از سبز شدن بذور و رسیدن گیاهچه‌ها به مرحله ۲ تا ۴ برگ، گیاهچه‌ها از بسترهای کشت به گلدان‌های کوچک به قطر ۵ سانتی متر انتقال و سپس به گل‌خانه سرد با دمای ۱۳-۱۲ درجه

در اکثر کشورها باشد (۳۹). سطوح نوری زیاد ممکن است حتی به گونه‌های مقاوم به نور در نتیجه توقف رشد، زردی برگ‌ها، لکه‌های نکروزه قهوه‌ای رنگ روی برگ‌ها خسارت برسانند. گونه‌های گیاهی برای رشد و نمو و عملکرد بهینه نیازمند تراکم نور (شدت نور) معین می‌باشند که باید در اختیار آنها قرار گیرد تا تمامی پدیده‌های حیاتی که مربوط به نور می‌باشند به نحو احسن انجام گیرد. این دامنه نور را می‌توان شدت نور بهینه نامید (۳). بنابراین باید شدت نور بهینه را برای هر رقم گیاهی تعیین کرده و از روش‌های رایج در تنظیم نور در پرورش گیاه استفاده نمود. یک روش رایج برای افزایش شدت نور در گلخانه‌ها، استفاده از لامپ‌های فشار قوی مختلفی است که می‌توان نور را چند درصد افزایش داد. لامپ‌های سدیمی دارای پایداری طولانی و طیف قوی نارنجی - قرمز هستند. لامپ‌های سدیمی انتخاب مناسبی برای گیاهان گلدار هستند. بنابراین در شرایط کافی نبودن نور طبیعی می‌توان از این لامپ‌ها استفاده کرد (۱۰). با افزایش مجموع نور قابل دسترس گیاه، به علت داشتن برگ بیشتر، سطح برگ گیاه افزایش پیدا می‌کند (۳۴). شدت نور بر رشد گیاه، وزن تر، وزن خشک، اندازه گیاه، تولید شاخه و برگ، تعداد و اندازه گل‌ها تاثیر می‌گذارد (۳۱). بررسی اثر شدت نور و درصد سایه‌دهی در رشد و گل‌دهی ۸ گونه گیاهی شامل ابری، بگونیا، حنا، همیشه بهار، اطلسی، مریم‌گلی، پروانش و آهار نشان داد، محدوده شدت نور (۴۳-۵ مول بر مترمربع بر دقیقه) سبب افزایش مجموع وزن خشک گیاه در همه گونه‌ها شد و بیشترین تعداد گل و کاهش زمان به گل رفتن برای تمام گونه‌ها در این محدوده اتفاق افتاد (۱۶). اثر شدت‌های مختلف نور (درصد سایه دهی به‌صورت ۲۹٪، ۴۳٪، ۵۴٪، ۶۰٪، ۶۸٪) در مقایسه با شاهد (بدون سایه) برای مشاهده اثرات آن‌ها در زمان گل‌دهی و کیفیت گیاه روی گل میمون نشان داد، صفاتی مانند ارتفاع گیاه، سطح برگ، وزن تر گیاه، زمان گلدهی و تعداد کل جوانه گل تحت تاثیر تیمار سایه است

و (با دقت ۰/۰۰۱ گرم) وزن شدند. برای اندازه‌گیری وزن خشک، برگ و ساقه گیاهان هر گلدان در آون در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت. پس از خشک شدن نمونه‌ها (تا رسیدن به وزن ثابت)، مجدداً با ترازو اندازه‌گیری شدند.

تعیین سطح برگ گیاه: برای مقایسه سطح برگ گیاه شاهد با گیاهان تحت تیمار، برگ‌های بالغ از ردیف‌های بالای گیاه از هر گلدان جدا شد (به‌طور تصادفی از هر تیمار انتخاب شده بود). سپس سطح برگ با استفاده از دستگاه سطح‌سنج (Leaf Area Meter, Am 200) اندازه‌گیری شد.

سنجش مقدار قندهای محلول: به منظور اندازه‌گیری میزان قندهای محلول کل، ۰/۱ میلی لیتر از عصاره الکلی نگهداری شده در یخچال (ابتدا ۰/۵ گرم از بافت برگ، نگهداری شده در فریزر انتخاب و در هاون کاملاً له گردید. سپس ۵ میلی لیتر اتانول ۹۵ درصد به آن اضافه و به لوله آزمایش درب دار منتقل گردید و به مدت ۳۰ ثانیه ورتکس (به شدت تکان داده) استفاده شد. بعد مایع رویی جدا و به لوله درب‌دار به حجم ۲۰ سی‌سی منتقل شد. سپس دو مرتبه و هر بار ۵ میلی لیتر اتانول ۷۰ درصد به بخش جامد باقی مانده اضافه و کاملاً شستشو گردید. کلیه مراحل فوق در نور کم انجام گرفت)، با ۳ میلی لیتر آنترون تازه تهیه شده (۱۵۰ میلی گرم آنترون + ۱۰۰ میلی لیتر اسیدسولفوریک ۷۲ درصد، W/W) مخلوط شد. لوله‌های آزمایش به مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار داده شدند تا ماده رنگی تشکیل گردد. پس از خنک شدن نمونه‌ها، میزان جذب آن‌ها در طول موج ۶۲۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد. برای تهیه استاندارد قند، از گلوکز محلول‌هایی با غلظت‌های صفر تا ۱۲۰ ppm تهیه و کلیه مراحل آزمایش روی آنها انجام گردید و نهایتاً میزان جذب آنها در طول موج ۶۲۵ نانومتر قرائت گردید (۲۵).

سنجش رنگیزه‌ها: اندازه‌گیری آنتوسیانین: برای اندازه‌گیری آنتوسیانین، ۰/۱ گرم وزن تر بافت را در ۱۰ میلی

سانتی‌گراد (به مدت یک ماه) منتقل شدند. پس از رفع نیاز سرمایی به گلدان‌هایی به قطر ۲۰ سانتی‌متر و به گلخانه با دمای روزانه ۱۶-۱۷ و دمای شبانه ۱۰-۱۲ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۵-۷۰ درصد منتقل گردیدند تا مراحل گل‌دهی خود را سپری نمایند. بعد از انتقال نشاها و استقرار کامل، لامپ‌های HID (لامپ‌های تخلیه پرشدت که به دلیل طیف نوری مناسب، انتخاب خوبی برای گیاهان گلدار هستند و در تغییر حالت فیتوکروم‌ها موثر بوده و از لحاظ فتوسنتز و گلدهی اهمیت زیادی دارند) انتخاب شدند. شدت‌های نوری که اعمال شدند عبارت بودند از، ۱۵۰ (شاهد)، ۲۲۵، ۳۰۰، ۳۷۵ و ۴۵۰ (میکرومول بر مترمربع بر ثانیه)، با ۵ تکرار و ۲ مشاهده که هر تکرار شامل یک گلدان و هر گلدان حاوی یک گیاه بود. آزمایش بر پایه طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. شدت نور با دستگاه نورسنج (light meter, LX-107) اندازه‌گیری شد. نور با لامپ‌های سدیمی پرفشار (HID) مکمل نور خورشید که باعث افزایش شدت نور در گلخانه‌ها می‌شود، تامین شد. طول دوره نوری با دستگاه تایمر نورسنج تنظیم و حدود ۱۶-۱۵ ساعت تامین شد. گیاهان به مدت ۴ ماه تحت تیمار قرار گرفتند و اعمال تیمارها تا زمان گل‌دهی کامل ادامه یافت و در طول دوره آزمایش صفات مورد نظر به روش زیر مورد بررسی قرار گرفت.

پارامترهای رشدی: ارتفاع گیاه (شامل ارتفاع از محل طوقه تا انتهای‌ترین قسمت گیاه) توسط خط کش، قطر ساقه (قسمت میانی ساقه گیاه) توسط کولیس دیجیتال (NO: Z, Model 22855, POWER FIX) و تعداد برگ در گیاه، از ۵ گلدان در هر تیمار به طور تصادفی مورد بررسی قرار گرفت.

اندازه‌گیری وزن تر و خشک برگ و ساقه گیاه: برای مقایسه وزن تر گیاهان تیمار شده با گیاه شاهد، ابتدا برگ و ساقه گیاهان هر گلدان جدا گردید و بلافاصله نمونه‌ها با ترازوی دیجیتالی (METTLER, PJ300, Parsel. Tehran)

طرح آزمایشی و تجزیه داده‌ها: تجزیه داده‌ها با آزمون SAS و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون Duncan انجام گردید. سطوح معنی‌دار بودن تیمارها در سطح ۵ درصد محاسبه شد و نمودارها توسط نرم افزار آماری Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

الف- اثر تیمارها روی صفات ظاهری گیاه شب بو

۱- **تعداد برگ:** در این پژوهش، تعداد برگ در گیاهان تیمار شده، نسبت به گیاهان شاهد افزایش نشان داد. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین تعداد برگ در تیمارهای نوری $225 \mu\text{mols}^{-1}\text{m}^{-2}$ تا 375 بود که با میانگین ۷۵ برگ افزایش معنی داری نسبت به شاهد (با ۶۳ برگ) نشان دادند (جدول ۱). با افزایش شدت نور و به دنبال آن افزایش جذب دی اکسید کربن توسط گیاه، فتوستنتز به دلیل افزایش میزان بازشدن روزنه‌ها و تثبیت بیشتر دی اکسیدکربن افزایش می‌یابد و تعداد برگ گیاهان جهت استفاده از شرایط به‌وجود آمده افزایش می‌یابد (۲). مطالعه مانر و همکاران (۲۹) نشان داد افزایش دی اکسید کربن منجر به افزایش اثر نور بر عملکرد و توسعه گیاه داوودی گردید، به گونه‌ای که با افزایش دی اکسید کربن و نور، طول شاخه، تعداد برگ و رشد جوانه‌های جانبی افزایش یافت. همچنین افزایش نور باعث افزایش فتوستنتز و افزایش میزان ریشه شد (۲۹). شدت نور بیش از حد در رشد رویشی گیاهان اثر منفی دارد. نور بیش از حد سبب تشکیل برگ‌های کوچک و با تعداد کم می‌شود (۳۵). در این پژوهش نیز در شدت نورهای زیادتر (۴۵۰ میکرومول بر متر مربع بر ثانیه) به دلیل اعمال تنش نوری، فتوستنتز و رشد رویشی کاهش و تعداد برگ تولیدی نیز کمتر شد.

۲- **ارتفاع گیاه:** ارتفاع گیاهان با افزایش شدت نور کاهش یافت و گیاهان شاهد دارای بیشترین ارتفاع با میانگین (۳۴/۶۲ سانتی‌متر)، در بین تیمارها بودند (جدول ۱).

لیتر محلول متانول اسیدی که شامل الکل متیلیک و اسید کلریدریک به نسبت ۹۹ به ۱ است، خوب ساییده و عصاره‌ی حاصل سانتریفیوژ و محلول رویی به مدت یک شب (۲۴ ساعت) در تاریکی و در دمای اتاق قرار داده شد. جذب این ماده در طول موج 550 نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفتومتر (UV-2100, UNITED PRODUCT) خوانده شد. برای محاسبه غلظت آنتوسیانین از ضریب خاموشی معادل $33000 \text{ mol}^{-1}\text{cm}^{-2}$ استفاده گردید (۳۷). در نهایت غلظت آنتوسیانین طبق رابطه $A = \epsilon bc$ بر حسب میکرومول بر گرم وزن تر حساب گردید. لازم به ذکر است که در این معادله، $A =$ جذب نمونه، $b =$ عرض کووت و $c =$ غلظت محلول مورد نظر می‌باشد.

اندازه‌گیری مقادیر کلروفیل و کاروتنوئیدها: این اندازه‌گیری به روش Lichtenthaler (1987) انجام گرفت (۲۶). مقدار 0.5 گرم از وزن تر برگ‌های گیاه در هاون چینی ریخته و با استفاده از نیتروژن مایع خرد و به خوبی له شد. سپس 20 میلی‌لیتر استون 80 درصد به نمونه اضافه و سائیده شد. در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت 6000 دور در دقیقه به مدت 10 دقیقه قرار داده شد. عصاره جدا شده فوقانی حاصل از سانتریفیوژ به بالن شیشه‌ای منتقل گردید. جهت تنظیم دستگاه، استون 80 درصد مورد استفاده قرار گرفت. نمونه‌ها در طول موج‌های 645 ، 663 و 470 نانومتر قرائت شد. در نهایت با استفاده از فرمول‌های زیر میزان کلروفیل a ، b و کاروتنوئیدها بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تر نمونه به دست آمد.

$$(\text{Chl } a) = (12/25 A_{663}) - (2/79 A_{645}),$$

$$(\text{Chl } b) = (21/21 A_{645}) - (5/1 A_{663}),$$

$$(\text{Chl } T) = (\text{Chl } a) + (\text{Chl } b),$$

$$\text{کاروتنوئیدها} = (1000 A_{470}) - (1/8 \text{ Chl } a) - (85/02 \text{ Chl } b) / 198$$

می‌شود. از سوی دیگر شدت نور بیش از حد در رشد رویشی گیاهان اثر منفی دارد. به‌طوری که سبب تعرق بیشتر و کمبود آب در گیاه شده، در نتیجه تقسیم و طویل شدن سلول‌ها کند و منجر به تشکیل برگ‌های کوچک می‌شود (۳۵).

۴- قطر ساقه: با افزایش شدت نور، قطر ساقه افزایش یافت به طوری که بیشترین میزان قطر ساقه در شدت نور ۳۰۰ میکرومول برمترمربع بر ثانیه، برابر با ۴/۱۴ میلی متر بدست آمد. ولی با افزایش بیشتر شدت نور، قطر ساقه نیز مجدداً کاهش معنی‌داری یافت (جدول ۱). دیواره سلولی متشکل از سلولز، همی سلولز، لیگنین، پلی ساکاریدها و یک شبکه فیبری قوی می‌باشد که احتمالاً نور با افزایش فرآیند فتوسنتز و حرکت و انتقال مواد تولید شده، سبب افزایش مقدار این مواد تشکیل دهنده می‌شود. از طرفی در ساختار ساقه، تعدادی دستجات آوندی و سلول‌های اسکلرانشیمی وجود دارد که با آرایش و تراکم خاص قرار دارند که به نظر می‌رسد با نقل و انتقال مواد در این آوند ها (به ویژه کلسیم که میزان نور نیز در غلظت کلسیم موجود در شیره آوندها دخیل می‌باشد و در معرض نور، بین افزایش توسعه دسته‌های آوندی و انتقال کلسیم همستگی مثبتی وجود دارد) و انباشت در سلول‌های اسکلرانشیمی باعث افزایش قطر ساقه شود. در گیاهان تحت معرض نور کم، تشکیل دستجات آوندی، بافت اسکلرانشیم و ظهور نوار کاسپاری کاهش می‌یابد. در برخی گیاهان نظیر لادن، این مورد اثبات شده است (۲۳). در شرایط شدت نور کم، تقسیم میتوز به‌دلیل فراوانی اکسین سریع انجام می‌گیرد و ساقه‌ها به‌صورت باریک و بلند رشد می‌کنند (۲). ضعیف ماندن ساقه در شرایط شدت نور کم، در دیفن باخیا و گل‌های بریده میخک، ژربرا و رزها نیز دیده شده است (۱۰). در شرایط شدت نور بیش از حد نیز این تقسیمات کند و در رشد ساقه اثر منفی خواهد داشت.

کمترین ارتفاع (۱۶/۰۰ سانتی متر) در شدت نور زیاد $450 \mu\text{mols}^{-1}\text{m}^{-2}$ دیده شد که نسبت به شاهد و سایر تیمارها کاهش معنی‌داری داشت. ارتفاع گیاه تحت تأثیر طول دوره رشد رویشی، فتوپریود و سایر عوامل است (۱۰). نتایج پژوهش سردا و کوری (۱۶) نشان داد که گیاهانی که تنها در معرض شدت نور زیاد قرارداشتند در مقایسه با گیاهان دیگر، کوچک تر و کوتاه تر بودند. شدت نور زیاد سبب ضخیم شدن برگ‌ها و متراکم و کوتاه‌شدن گیاه به صورت بوته‌ای می‌شود. این در حالی است که در شرایط شدت نور کم، ساقه‌ها از رشد سریع برخوردار بوده و دارای میان‌گره‌های طویل می‌شوند، زیرا در این شرایط تقسیم میتوز به دلیل فراوانی اکسین، سریع انجام می‌گیرد (۲).

۳- سطح برگ: شاخص سطح برگ در این گیاه با افزایش شدت نور افزایش یافت و در شدت $300 \mu\text{mols}^{-1}\text{m}^{-2}$ به حداکثر مقدار (۷۷۰/۳۳ میلی‌مترمربع) رسید ولی با افزایش بیشتر شدت نور کاهش یافت (جدول ۱). سطح برگ و ضخامت برگ متأثر از میزان نور است، به‌طوری که با افزایش شدت نور، سطح برگ، ضخامت برگ و زیست توده گیاه افزایش می‌یابد. زمانی که گیاه در معرض افزایش نور (توسط نور مصنوعی) قرار می‌گیرد، نسبت به تیمار نور طبیعی از رشد و زیست توده بیشتری برخوردار است. از طرف دیگر، در شرایط کمبود مواد فتوسنتزی (در شرایط کمبود نور) سرعت گسترش سطح برگ کمتر است و مقدار مواد ذخیره کربوهیدرات گیاه به نسبت سطح برگ کاهش می‌یابد، ولی مقدار کربوهیدرات مورد نیاز برای ادامه رشد گیاه افزایش می‌یابد (۲۲ و ۲۹). شدت نور کم در گیاه گل داودی و اسپاتی‌فیلم، سبب کاهش رشد و تشکیل برگ‌های کوچک شده است (۳۸). لذا با افزایش نور، زیست توده گیاه افزایش و به دلیل انجام فتوسنتز مناسب، گیاه قادر خواهد بود که کربوهیدرات مورد نیاز برای ادامه رشد کامل را فراهم کند، در نتیجه گسترش سطح برگ ادامه می‌یابد. حداکثر رشد گیاه در شدت نور متوسط حاصل

زود رس برگ‌ها، افت شدیدتر فتوستتوز و کاهش شدیدتر وزن خشک بخصوص در ساقه می‌شود. به نظر می‌رسد که یکی از علل افزایش زیست‌توده برگ‌ها، در شرایط نور اضافی، فراهم شدن نور مطلوب جهت گسترش سطح برگ و به دنبال آن انجام فتوستتوز و ذخیره مواد فتوستتوزی است. همچنین، دریافت و جذب نور مطلوب سبب افزایش قطر ساقه، استحکام بیشتر و در نتیجه افزایش وزن خشک ساقه در بوته می‌شود. به نظر می‌رسد که با کاهش دریافت نور و عدم تخریب نوری اکسین، میانگرم‌ها نازک‌تر شوند. به‌طوری که گیاهان در شرایط نور ضعیف‌تر دارای قطر ساقه کمتر، استحکام کمتر، ضعیف‌تر و حساس‌تر می‌شوند (۲۰). در این پژوهش با افزایش بیشتر شدت نور، وزن تر و خشک برگ و ساقه کاهش یافت که این می‌تواند به دلیل اثر منفی شدت نور زیاد در فتوستتوز و رشد رویشی گیاه باشد. بطوری که تعداد برگ، سطح برگ، قطر ساقه و طول ساقه در تیمارهای نوری ۳۷۵ و ۴۵۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه، روند کاهشی داشت.

جدول ۱- مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر سطوح مختلف شدت نور بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی گل شب بو.

وزن خشک ساقه (گرم)	وزن تر ساقه (گرم)	وزن خشک برگ (گرم)	وزن تر برگ (گرم)	قطر ساقه (میلی‌متر)	سطح برگ (میلی‌متر مربع)	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	تعداد برگ (هر بوته)	شدت نور (میکرومول بر مترمربع بر ثانیه)
1.18 b	2.70 b	0.070 b	0.408 b	3.256 b	592.00 b	34.62 a	63 b	150 (control)
1.23 ab	2.84 b	0.126 a	0.448 a	3.843 ab	686.66 a	28.03 a	75 a	225
1.34 a	3.66 a	0.153 a	0.515 a	4.146 a	770.33 a	27.00 a	75 a	300
1.31 b	3.65 a	0.069 b	0.381 b	3.396 b	371.33 c	25.00 a	75 a	375
0.88 c	2.36 c	0.054 b	0.259 c	3.003 c	315.00 c	16.00 b	56 b	450
9.43	9.56	8.34	9.81	8.83	10.83	8.80	3.24	CV%

حروف غیرمشابه نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بین آنها است (آزمون دانکن).

گرم بر گرم وزن تر در تیمار $300 \mu\text{mols}^{-1}\text{m}^{-2}$ نسبت به سایر تیمارها و شاهد افزایش معنی‌داری را نشان داد (نمودار ۲). بیشترین مقدار کلروفیل کل هم $3/415$ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ، مربوط به شدت نور $300 \mu\text{mols}^{-1}\text{m}^{-2}$ مشاهده شد که نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد (نمودار ۳). نتایج برخی تحقیقات نشان داده‌اند که تغییر میزان نور از طریق تغییر در آرایش کلروپلاست درون سلول‌های گیاهی مقادیر کلروفیل برگ را تحت تأثیر

۵- وزن تر و خشک برگ و ساقه: نتایج مقایسه میانگین‌ها همچنین نشان داد که وزن تر و خشک برگ و ساقه با افزایش شدت نور، روند افزایشی داشت. اما با افزایش بیشتر شدت نور کاهش یافت. طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها، این افزایش معنی‌دار بوده است. بیشترین وزن تر برگ و ساقه به ترتیب (۵۱۵ و ۳۶۶۰ میلی‌گرم)، (جدول ۱) و بیشترین وزن خشک برگ و ساقه به ترتیب (۱۱۳ و ۱۳۴۰ میلی‌گرم) در تیمار 300 میکرومول بر مترمربع بر ثانیه، بوده است (جدول ۱). بهبود تجمع ماده خشک در اثر افزایش شدت نور را می‌توان به افزایش جذب نور، توزیع بهتر در درون کانوپی و سرعت بیشتر فتوستتوز برگ نسبت داد (۷). احتمالاً با افزایش سن گیاه پس از گرده‌افشانی و در شدت نورهای کم، 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 منتقل می‌کنند که این امر با کاهش نور شدت می‌گیرد (۳۵). لازم به ذکر است که کاهش نور، منجر به پیری

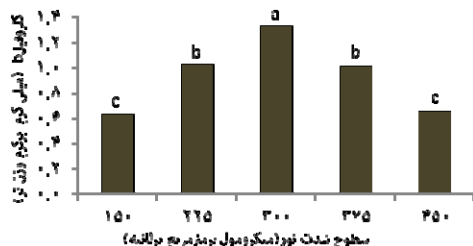
ب- اثر تیمارها روی صفات فیزیولوژیکی گیاه شب بو

۱- کلروفیل: در این پژوهش مقدار کلروفیل با افزایش شدت نور، افزایش معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد که احتمال می‌رود بدلیل نقش نور در سنتز این ترکیبات باشد. میزان کلروفیل a در تیمار $300 \mu\text{mols}^{-1}\text{m}^{-2}$ با میانگین $2/08$ میلی‌گرم در گرم وزن تر دارای بیشترین افزایش نسبت به سایر تیمارها و شاهد بود (نمودار ۱). همچنین بیشترین میزان کلروفیل b با میانگین $1/33$ میلی

نمودار ۱: نتایج مقایسه میانگین اثر شدت‌های مختلف نور بر میزان

کلروفیل a

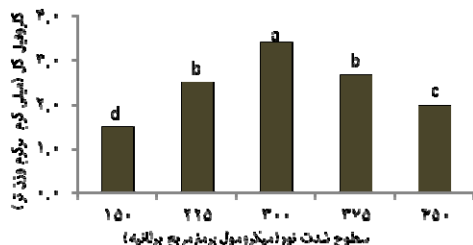
حروف غیرمشابه نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بین آن‌ها است (آزمون دانکن).



نمودار ۲: نتایج مقایسه میانگین اثر شدت‌های مختلف نور بر میزان

کلروفیل b

حروف غیرمشابه نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بین آن‌ها است (آزمون دانکن).



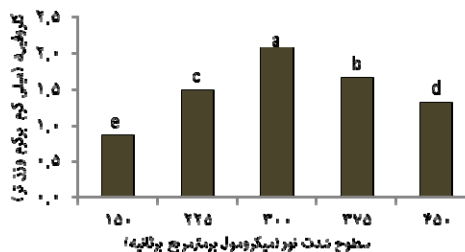
نمودار ۳: نتایج مقایسه میانگین اثر شدت‌های مختلف نور بر میزان

کلروفیل کل

حروف غیرمشابه نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بین آن‌ها است (آزمون دانکن).

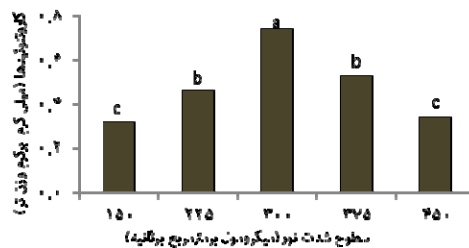
۲- **کاروتنوئیدها:** در این پژوهش روند افزایشی در مقدار کاروتنوئیدها نیز، با افزایش شدت نور دیده شد. این افزایش معنی‌دار در تیمارهای ۲۲۵، ۳۰۰ و ۳۷۵ $\mu\text{mol m}^{-2}$ نسبت به شاهد به دست آمد. بیشترین مقدار کاروتنوئیدها با میانگین (۰/۷۵ میلی‌گرم در گرم وزن تر) مربوط به تیمار ۳۰۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه بود (نمودار ۴). سنتز کاروتنوئیدها، اگرچه ارتباط مستقیمی با تابش نور خورشید ندارد اما برای تامین انرژی لازم جهت سنتز آن‌ها به طور غیرمستقیم، به نور نیاز می‌باشد.

قرار می‌دهد، بطوری که علاوه بر اینکه در شرایط شدت نور کم میزان کلروفیل کاهش یافته و سبزیگی برگ‌ها نیز کمتر می‌شود، کلروپلاست‌ها هم عمود بر زاویه تابش و موازی دیواره سلولی قرار می‌گیرند که این نیز باعث تغییر در مقادیر کلروفیل می‌شود (۳۶ و ۱۸). کاهش مقدار کلروفیل برگ در شدت نورهای کم شاهد دیگری بر ناکافی بودن شدت نورهای کم برای گیاهان می‌باشد (۱۲). کلروفیل نقش بسیار مهمی در فرایندهای رشدی گیاهان دارد. بیوسنتز و تخریب کلروفیل تحت کنترل مسیرهای پیچیده سلولی و مولکولی است و این مسیرها توسط فاکتورهای مختلفی تنظیم می‌شوند. جهت انجام فتوسنتز مطلوب نور با شدت زیاد لازم است (۱). 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 شدت نورهای کم تنفس بر فتوسنتز پیشی می‌گیرد (۱۰). از جمله عوامل مؤثر بر میزان کلروفیل: تفاوت تابش، تراکم گیاهی، رقم و وضعیت مواد غذایی به ویژه نیتروژن است که منجر به تغییر رنگ برگ‌ها می‌شود. بنابراین برگ‌هایی که تحت معرض نور شدید قرار می‌گیرند، سنتز و تجزیه کلروفیل، احتمالاً همزمان انجام می‌گیرد (۳۳). با توجه به موارد فوق، در این پژوهش نیز، مشاهده شد که در شدت نور مطلوب، میزان کلروفیل در واحد سطح برگ افزایش یافته و در شدت نور کمتر، به دلیل سنتز کم کلروفیل؛ برگ‌ها رنگ سبز مایل به زرد به خود گرفتند. البته در شدت نورهای خیلی زیاد نیز به دلیل تخریب کلروپلاست‌ها، مقدار کلروفیل کاهش یافت.



۳- **آنتوسیانین:** نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بین سطوح مختلف شدت نور، در میزان آنتوسیانین برگ‌ها وجود دارد. به طوری که بیشترین غلظت آنتوسیانین در تیمار ۳۷۵ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه مشاهده شد. در شدت نور ۱۵۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه که کمترین شدت نور را در بین دیگر تیمارها داراست (تیمار شاهد)، کمترین مقدار آنتوسیانین (۰/۰۶ میکرومول در گرم وزن تر) به دست آمد (نمودار ۵). تجمع آنتوسیانین به عنوان یک رنگیزه مهم در برگ‌ها تحت تاثیر عوامل محیطی مختلفی، نظیر مواد غذایی، دما، دسترسی به آب و به ویژه نور و شدت آن است. به دلیل ویژگی جذب نور UV، سبز یا آبی در این رنگیزه‌ها، تجمع آن‌ها ممکن است به عنوان یک مکانیسم حفاظتی برای حفاظت گیاهان از سطوح مضر نور عمل کند (۳۲). گیاهان تحت شرایط تنش نوری، دستخوش تغییراتی در متابولیسم، ساختار و ترکیبات رنگیزه‌هایشان به منظور رقابت و بقا در محیط جدید می‌شوند. بسیاری از تنش‌ها در برگ‌ها و میوه‌ها تحت شرایط نور قوی مانند دیگر تنش‌های محیطی (دما، UV، خشکی، فلزات سنگین، زخم، آلاینده‌ها و...)، سنتز رنگیزه‌های اضافی مانند آنتوسیانین را القا می‌کند. آنتوسیانین‌ها پایداری بیشتری به تابش نسبت به کلروفیل نشان می‌دهند. یکی از وظایف آنتوسیانین‌ها نقش حفاظتی آن‌ها در مقابل تنش نوری می‌باشد. همچنین آنتوسیانین به عنوان گیرنده نور درونی موثر و تکمیل‌کننده اختلاف جذب کلروفیل در بخش سبز - نارنجی در طیف قابل مشاهده می‌باشند (۲۸). از طرفی پایداری آنتوسیانین‌ها در شدت نورهای خیلی زیاد کمتر می‌شود به طوری که در شدت نور ۴۵۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه، مقدار آنتوسیانین برگ کاهش یافته است که یکی از دلایل آن ممکن است در نتیجه افزایش اکسیداسیون نوری و دمای برگ‌ها در شدت نورهای خیلی زیاد باشد که برای سنتز آنتوسیانین‌ها اثر منفی دارد (۲۱). گزارش شده است که شدت نور کم دسترسی به قندها را کاهش داده است و

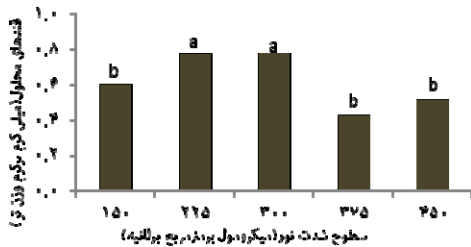
برگ‌هایی که در معرض نور قرار می‌گیرند از کلروپلاست بیشتری در واحد سطح برگ برخوردارند (۲). این امر ناشی از افزایش ضخامت بافت میان برگ می‌تواند باشد و برگ‌هایی که کلروپلاست فراوان دارند، حاوی کاروتنوئید بیشتری نیز می‌باشند. کاروتنوئیدها ترکیبات تتراترپنی می‌باشند که وظیفه حفظ کلروفیل از اکسیداسیون نوری، جذب نور و انتقال انرژی به کلروفیل a را بر عهده دارند (۱۹). همچنین به عنوان حامی رنگیزه‌های غیر فتوسنتزی شناخته شده‌اند که با افزایش شدت نور می‌توانند انرژی اضافی طول موج‌های کوتاه را بگیرند و اکسیژن یکتایی را به اکسیژن سه تایی تبدیل کرده و با گرفتن رادیکال‌های اکسیژن تولید شده، نقش آنتی‌اکسیدانی از خود بروز دهند (۴). در سلول‌های گیاهان سبز، کاروتنوئیدها به عنوان گیرنده نور عمل کرده و موجب استفاده سلول از طول موج‌های مختلف آن می‌شوند. همچنین کاروتنوئیدها موجب می‌گردند که رنگیزه کلروفیل محتوی سلول از صدمات اکسیداسیون نوری در برابر تشعشعات بالا حفاظت شوند (۲۴). بنابراین با افزایش شدت نور، میزان این رنگیزه‌ها همانند کلروفیل افزایش می‌یابد. اما تحت شرایط نور شدید $450 \mu\text{mols}^{-1}\text{m}^{-2}$ رادیکال‌های آزاد اکسیژن (ROS) تجمع پیدا می‌کنند، آنها می‌توانند رنگیزه‌های موجود در کلروپلاست و غشای لیبیدی را تخریب کنند، در نتیجه میزان کاروتنوئیدها را کاهش دهند (۳۳).



نمودار ۴: نتایج مقایسه میانگین اثر شدت‌های مختلف نور بر میزان کاروتنوئیدها

حروف غیرمشابه نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بین آن‌ها است (آزمون دانکن).

توانند رشد گیاه و نیز تحمل تنش‌ها را تحت تاثیر قرار دهند (۱۴). کاهش رشد ناشی از شدت‌های کم نور عمدتاً مربوط به کاهش سنتز قندها است که ممکن است باعث کاهش تثبیت CO_2 نیز شود. همچنین با افزایش بیشتر شدت نور ($450 \mu\text{mol}^{-1}\text{m}^{-2}$) میزان قندهای محلول کاهش یافت که البته این کاهش معنی دار نبود. شدت‌های خیلی زیاد نور می‌تواند باعث کاهش فتوسنتز و افزایش دمای برگ، افزایش تعرق و از دست رفتن آب و افزایش انتقال و مصرف غیرمعمول مواد ذخیره گیاه شود و در نتیجه میزان قند در سلول‌های برگ کاهش می‌یابد (۱۷).



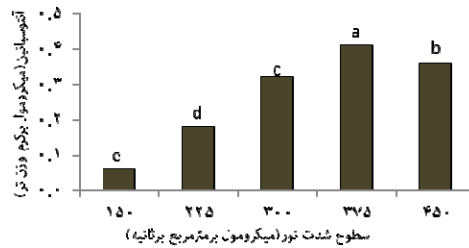
نمودار ۶: نتایج مقایسه میانگین اثر شدت‌های مختلف نور بر میزان قندهای محلول

حروف غیرمشابه نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بین آنها است (آزمون دانکن).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که نور می‌تواند در رشد و نمو گیاه به دلیل افزایش در محتوای کلروفیل و فعالیت‌های فتوسنتزی سلول‌های برگ، تاثیر گذار باشد. نتایج این بررسی نشان داد که تاثیر شدت نور بر همه صفات مورد اندازه‌گیری مثبت بوده است و در کشت و پرورش گل شب بو، بیشترین عملکرد و کیفیت را می‌توان در شدت نورهای $225 \mu\text{mol}^{-1}\text{m}^{-2}$ تا $300 \mu\text{mol}^{-1}\text{m}^{-2}$ انتظار داشت. همچنین با توجه به نتایج، پیشنهاد می‌شود که برای ایجاد طیف مناسب و طبیعی نور خورشید در شرایط کنترل شده، از لامپ‌های سدیمی استفاده شود، زیرا این لامپ‌ها،

وقتی این اتفاق در زمان تولید ماکزیمم تشکیل رنگیزه رخ می‌دهد، افت سطح رنگیزه مشاهده می‌شود (۵). بنابراین افزایش شدت نور قابل مشاهده باعث افزایش تشکیل آنتوسیانین می‌شود. در ضمن، بیان و یا فعالیت آنزیمهای بیوسنتزی آنتوسیانین به ویژه PAL و CHS در مراحل نهایی توسط نور تحریک می‌شود (۸).



نمودار ۵: نتایج مقایسه میانگین اثر شدت‌های مختلف نور بر میزان آنتوسیانین

حروف غیرمشابه نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بین آنها است (آزمون دانکن).

۴- قندهای محلول: نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که میزان قندهای محلول برگ‌ها در اثر رشد گیاه در شدت‌های بالاتر نور تاحدی افزایش یافت که در برخی تیمارها معنی دار بود. بیشترین میزان قندهای محلول 0.770 mg g^{-1} میلی‌گرم بر گرم وزن تر، در شدت نور $225 \mu\text{mol}^{-1}\text{m}^{-2}$ دیده شد (نمودار ۶). احتمالاً افزایش قندهای محلول در نتیجه تجزیه نشاسته و دیگر کربوهیدرات‌های نامحلول می‌باشد زیرا آنزیم‌هایی که در تجزیه نشاسته دخالت دارند در معرض نور فعال می‌گردند و بنابراین در حضور نور، تجزیه نشاسته افزایش می‌یابد (۳). از طرفی در شدت‌های زیاد نور احتمال کاهش پتانسیل آب برگ وجود دارد (معمولاً تغییرات میزان آب برگ در گیاهان علفی بیشتر تحت تاثیر تغییرات شدت نور قرار می‌گیرد) و هنگامی که پتانسیل آب برگ کاهش می‌یابد، تجمع قندها (احتمالاً در تنظیم اسمزی نقش اصلی ایفا می‌نمایند) افزایش خواهد یافت (۱۳). بنابراین شدت‌های مختلف نور به دلیل اثری که بر سنتز فرآورده‌های قندی می‌گذارند، می‌

طیف نوری وسیعی را ارائه می‌دهد که در شرایط کافی

نبودن نور طبیعی نیز می‌توان از آن استفاده نمود.

منابع

- ۱- امام، ی. و فرهمندفر، ف. (۱۳۹۰). مقدمه ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه شیراز. ۵۹۴ ص.
- ۲- جلیلی مرندی، ر. (۱۳۸۹ الف). فیزیولوژی تنش های محیطی و مکانیسم های مقاومت در گیاهان باغی. انتشارات جهاد دانشگاهی، واحد ارومیه. جلد اول، ۶۳۶ ص.
- ۳- جلیلی مرندی، ر. (۱۳۸۹ ب). فیزیولوژی تنش های محیطی و مکانیسم های مقاومت در گیاهان باغی. انتشارات جهاد دانشگاهی، واحد ارومیه. جلد دوم ۶۶۳ ص.
- ۴- چاپارزاده، ن.، رحیم پور شفاپی، ل.، دولتی، م. و برزگر، الف. (۱۳۹۲). تغییرات رنگدانه‌ای وابسته به سن در برگ‌های *Rosa hybrid* (مجله زیست‌شناسی ایران)، ۲۶ (۲): ۲۸۹-۲۸۱.
- ۵- حاتمیان، م.، عرب، م. و روزبان، م.ر. (۱۳۹۳). تاثیر شدت های مختلف نور بر رنگیزه های فتوسنتزی و غیر فتوسنتزی دو رقم گل رز. مجله به زراعی کشاورزی، ۱۶ (۲): ۲۷۰-۲۵۹.
- ۶- حاجی بلند، ر. و فرهنگ، ف. (۱۳۸۹). رشد، رنگیزه های برگ و فتوسنتز گیاه شلغم (*Brassica rapa L.*) تحت کمبود نور و شدت نورهای مختلف نور. مجله علوم دانشگاه تهران، ۳۶ (۲): ۱-۸.
- ۷- رحیمیان، ح. و بنایان، م. (۱۳۷۵). مبانی فیزیولوژیکی اصلاح نباتات. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه مشهد (ترجمه). ۳۴۴ ص.
- ۸- رضائزاد، ف. و طراحی، ر. (۱۳۹۲). اثر نور و تنظیم کننده‌های رشد گیاهی بر کالوس زایی و تجمع آنتوسیانین در کالوس‌های حاصل از جدا کشت‌های مختلف در رز گالیکا (*Rosa gallica L.*). مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران)، ۲۶ (۲): ۱۹۵-۱۸۴.
- ۹- فامیل ایرانی، س. و عرب، م.، نوروزی، م. و لطفی، م. (۱۳۹۳). مطالعه تنوع سیتوژنتیکی ارقام شب بو (*Matthiola incana L.*) مجموعه مقالات اولین کنگره ملی گل و گیاهان زینتی ایران. ۵ ص.
- ۱۰- کافی، م.، شریفی، ح.، زند، ا. و دامغانی، م. (۱۳۹۱). فیزیولوژی گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. (ترجمه) جلد اول. چاپ چهارم. ۷۳۲ ص.
- ۱۱- قاسمی قهساره، م. و کافی، م. (۱۳۸۷). گلکاری علمی و عملی (جلد اول). انتشارات مولف. اصفهان. ۳۲۲ ص.
- 12- Anderson, Ø.M. and Jordheim, M. (2005): The anthocyanins. In: Anderson Ø.M. and Markham K.R., (eds.) Flavonoids: Chemistry, Biochemistry and Applications, CRC Press. 1256 p.
- 13- Asada, K. (1999). The water-water cycle in chloroplasts: scavenging of active oxygen and dissipation of excess photons. Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 50: 601-639.
- 14- Cakmak, I. and Römheld, V. (1997). Boron deficiency-induced impairments of cellular functions in plants. Journal of Plant Soil, 193:71-83.
- 15- Çelikel, F.G. and Reid, M.S. (2002). Postharvest handling of stock (*Matthiola incana L.*). Horticultural Science, 37:144-147.
- 16- Cerdá, P.D. and Chory, J. (2003). Regulation of flowering time by light quality. International weekly Journal of Science, 423: 881-885.
- 17- Dela Mata, L., Cabello, P., Dela Haba, P. and Aguera, E. (2013). Study of the senescence process in primary leaves of sunflower (*Helianthus annuus L.*) plants under two different light intensities. Photosynthetica, 51 (1): 85-94.
- 18- Dana, E. and Guamet, M.J. (2004). Distortion of the SPAD 502 chlorophyll meter readings by changes in irradiance and leaf water status. Agronomy Journal, 24: 41-46.
- 19- Devlin, M.R. and Withman, F.H. (2002). Plant Physiology. CBs publishers and distributors, chapter 12, Pp. 707-710.
- 20- 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.
- 21- Faust, J.E., Holcombe, V., Rajapakse, N.C. and Layne, D.R. (2005). The effect of daily light integral on bedding plant growth and flowering. Horticultural Science, 40:645-649.
- 22- Gbadamosi, A. and Daniel, M. (2014). Effect of light intensity on growth and yield of a Nigerian local rice variety-*ofada*. International Journal of Plant Research, 4(4): 89-94.
- 23- Gislerød, H.R., Eidsten, I.M. and Mortensen, L.M. (2003). The interaction of daily lighting period and light intensity on growth of some greenhouse plants. Horticultural Science, 38: 295-304.

- 24- Inze, D. and Montagu, M.V. (2000). Oxidative stress in plants. Cornwall Great Britain, 321 p.
- 25- Irigoyen, J.J., Emerich, D.W. and Sanchez-Diaz, M. (1992). Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. *Plant Physiology*, 84: 55-60.
- 26- Lichtenthaler, H.K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*, 148: 350-382.
- 27- Mainarda, S.D., Théliera, L.H., Morela, Ph. and Boumazab, R. (2013). Temporary water restriction or light intensity limitation promotes branching in rose bush. *Scientia Horticulturae*, 150: 432-440.
- 28- Merzlyak, M. and Chivkunova, O.B. (2000). Light-stress-induced pigment changes and evidence for anthocyanin photoprotection in apples. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, 55: 155-163.
- 29- Muneer, S., Kim, E.J., Park, J.S. and Hyun, J. (2014). Influence of green, red and blue light emitting diodes on multiprotein complex proteins and photosynthetic activity under different light intensities in lettuce leaves (*Lactuca sativa* L.). *International Journal of Molecular Sciences*, 15: 4657-4670.
- 30- Munir, M., Jamil, M., Baloch, J. and Khattak, K.R. (2004). Impact of light intensity on flowering time and plant quality of *Antirrhinum majus* L. cultivar Chimes White. *Journal of Zhejiang University Science*, 5: 400-405.
- 31- Niu, G., Heins, R.D., Cameron, A.C. and Carlson, W.H. (2001). Temperature and daily light integral influence plant quality and flower development of *Campanula carpatica* 'Blue Clips', 'Deep Blue Clips' and *Campanula* 'Birch Hybrid'. *Horticultural Science*, 36: 664-668.
- 32- Oren-Shamir, M. and Levi-Nissim, A. (1997). UV-light effect on the leaf pigmentation of *Cotinus coggygria* 'Royal Purple'. *Horticultural Science*, 71: 59-66.
- 33- Patrocínio, A. and Magalhães, S. (2014). Photosynthetic responses of ornamental passion flower hybrids to varying light intensities. *Acta Physiologia Plantarum*, 36(8): 1993-2004.
- 34- Pramuk, L.A. and Runkle, E.S. (2005). Photosynthetic daily light integral during the seedling stage influences subsequent growth and flowering of *Celosia*, *Impatiens*, *Salvia*, *Tagetes*, and *Viola*. *Horticultural Science*, 40: 1336-1339.
- 35- Rhie, Y.H., Lee, S.Y., Jung, H.H. and Kim, K.S. (2014). Light intensity influences photosynthesis and crop characteristics of (*Jeffersonia dubia*). *Horticultural Science and Biotechnology*, 32(5): 584-589.
- 36- Todd, A., Peterson, T.M., Blackmer, D.D., Francis, J. and Schepers, S. (2005). Using a chlorophyll meter to improve N management. *Soil Science*, 93: 1171-1177.
- 37- Wagner, G.J. (1979). Content and vacuole/extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids and anthocyanin in protoplasts. *Plant Physiology*, 64: 88-93.
- 38- Wang, Y., Guo, Q. and Jin, M. (2009). Effects of light intensity on growth and photosynthetic characteristics of *Chrysanthemum morifolium*. *Horticultural Science*, 34(13): 1632-1635.
- 39- Zhang, S., Ma, K. and Chen, L. (2003). Response of photosynthetic plasticity of (*Paeonia suffruticosa*) to changed light environments. *Environmental and Experimental Botany*, 49: 121-133.

Effect of different light intensities on some morphological and physiological characteristics of *Matthiola incana* L.

Abbasnezhad R.¹, Jabbarzadeh Z.¹ and Razavi M.²

¹ Horticultural Science Dept., Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, I.R. of Iran

² Parks and Landscape Organization of Urmia, Urmia, I.R. of Iran

Abstract

Matthiola incana is one of the most important cut flowers in Iran. This study was conducted to evaluate the effects of light intensities on the morphological and physiological characteristics of *Matthiola incana*, cv. Miracle White. The experiment was conducted based on completely randomized design with 5 treatments, 5 replications and 2 observations. The light intensities of this study were 150 (as control), 225, 300, 375 and 450 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$. Parameters measured were included plant height, area and number of leaves, fresh and dry weight of leaves and stems, total chlorophyll, chlorophyll a and b, carotenoids, anthocyanins and total soluble sugars. The results showed that the area and number of leaves were increased significantly with increasing light intensity to 300 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ (30 and 19% respectively) and then were reduced with increasing more light intensity. Also fresh and dry weight of leaves and stems were increased significantly (up to 25%) by increasing the intensity of light to 300 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$. In this research, the plant height was decreased with increasing light intensity and this reduction was significant in 450 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$. The amount of anthocyanin was significantly increased by addition of light intensity. The study also showed that the increasing of light intensity to plant tolerance level caused to increase photosynthetic pigments and total soluble sugars more than control. In general, the results of this research showed that light intensity can induce positive and favorable effects on growth and flowering of *Matthiola*.

Key words: light intensity, *Matthiola incana*, photosynthetic pigments, total soluble solids