اثر سایه‌دهی بر رشد، نمو و میزان برخی از عناصر معدنی گل محمدی (*Rosa damascene* Mill.) در شرایط آب و هوایی اهواز

زینب کیهان‌پور[۱]، محمدرضا صالحی‌سلمی*[۱]، حبیب‌الله نادیان قمشه[۲] و علیرضا ابدالی مشهدی[۳]

[۱]گروه علوم باغبانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، [۲]گروه علوم خاکشناسی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، [۳]گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۱۹، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۶/۰۲/۰۲)

چکیده:

نور یکی از عوامل محدودکننده رشد و نمو گیاهان، به‌ویژه در مناطق گرم است و سایه‌دهی نقش مهمی در کشت برخی گیاهان دارویی دارد. هدف از این پژوهش بررسی اثرات سطوح سایه (۰، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) به‌منظور یافتن شرایط بهینه گل‌دهی گل محمدی در شرایط آب و هوایی اهواز بود. پس از ۸ ماه، ویژگی‌های مورفولوژی، عناصر معدنی (نیتروژن، فسفر، پتاسیم)، میزان کلروفیل و کارتنوئید، فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدانتی پراکسیداز و تعداد گل اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد نور کامل خورشید (بدون سایه‌دهی) سبب تنش در گیاهان گردید و ویژگی‌های ارتفاع شاخساره، وزن تر و خشک شاخساره، میزان کلروفیل، نیتروژن، کربوهیدرات‌های محلول و تعداد گل نسبت به سطوح سایه‌دهی کاهش یافت. همچنین ویژگی‌های طول ریشه، نشت یونی، میزان کارتنوئید، میزان پتاسیم و فسفر، فعالیت آنزیم پراکسیداز در نور کامل پس از ۸ ماه افزایش یافت. بیشترین تعداد گل مربوط به گیاهان قرارگرفته در سطح سایه‌دهی ۵۰ درصد بود و به‌طورکلی گل محمدی برای رشد بهینه در مناطق گرم، مانند اهواز، نیاز به محیط نیمه سایه دارد.

واژگان کلیدی: تعداد گل، سایه، شدت نور، رنگیزه

مقدمه:

نور یکی از فاکتورهای مهم در رشد و تولید محصولات گیاهی است. گیاهان برای رشد عادی و انجام فتوسنتز به مقدار نور مشخصی نیاز دارند که این مقدار به مرحله رشد گیاه، نوع گیاه و منطقه‌ی جغرافیایی بستگی دارد. یکی از مسائل مهم در ارتباط با نور، تنش نوری زیاد است (Han *et al.*, 2010). تنش نوری شدید بیشتر در مناطقی دیده می‌شود که تابش آفتاب زیاد بوده و زاویه تابش نور نزدیک به ۹۰ درجه است. به‌طور مثال در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری یا درشیب‌های جنوبی مناطق معتدل، که میزان تابش آفتاب بیشتر از مقدار مورد نیاز برای فتوسنتز است. تنش نوری باعث ایجاد تنش اکسیداتیو در گیاهان می‌شود (Shohael *et al.*, 2006; Zhang *et al.*, 2009)، که این تنش اکسایشی یک سری صدمات را در گیاه به‌دنبال دارد.

اغلب گیاهان در برخی از روزهای سال بیش از مقدار مورد نیاز فتوسنتز نور دریافت می‌کنند. درصورتی‌که نور اضافی جذب شده بوسیله برگ، به‌سرعت دفع نشود ممکن است باعث کاهش کارایی فتوسنتز و بازدارندگی نوری و حتی باعث

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: salehi@ramin.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-10]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.12.1]

آسیب‌های اکسیداتیو به مرکز واکنش فتوسنتز گردد (Han *et al*., 2010). همچنین، شدت زیاد نور باعث افزایش تعرق می شود. به‌طور غیرمستقیم این امر سبب می‌شود که آب سلول های برگ کاهش یابد و پتانسیل آب آن‌ها منفی‌تر شود، که به نوبه خود ممکن است سبب کاهش فتوسنتز شود. نور بالا می تواند موجب خسارت شامل سوختن سطحی، آفتاب‌سوختگی، پیری برگ‌ها و شاخه‌ها گردد (Law and Crafts-Brandner, 1999).

تنش نوری بلندمدت باعث کاهش محتوای کلروفیل و ایجاد کلروپلاست‌های برانگیخته می‌شود که دارای ظرفیت تبدیل کوانتوم فتوسنتزی بیشتر، انتقال الکترون و جذب CO_2 بالاتری نسبت به کلروپلاست‌های سایه‌ای هستند (Hartmut *et al*., 1999). بالاترین درجه بازدارندگی نوری، در اوایل ظهر که شدت آفتاب خیلی زیاد است اتفاق می‌افتد، که البته این بازدارندگی نوری در گونه‌هایی که قادر به حفاظت نوری هستند در هنگام عصر جبران می‌شود و فتوسنتز به حالت عادی برمی‌گردد (Hanelt *et al*., 2006). گیاهان برای مقابله با عوارض ناشی از تنش نوری و تنش اکسایشی دارای سیستم های دفاعی پیشرفته‌ای هستند که از بین این سیستم‌ها، آنزیم های آنتی‌اکسیدانی شامل سوپراکسیداز دیسموتاز، کاتالاز، پراکسیداز، آسکوربات پراکسیداز، دی‌هیدروآسکوربات ردوکتاز و گلوتاتیون ردوکتاز، مکانیسم‌های مؤثرتر حمایتی علیه تنش اکسایشی هستند (Shohael *et al*., 2006).

بیشتر تلاش پرورش‌دهندگان گیاهان زینتی، افزایش سطح نوری در پرورش گل است، اما شدت نور بالا در طول تابستان، به‌ویژه در منطقه‌های گرمسیری و نیمه گرمسیری، یک مشکل مهم در رشد و نمو گیاهان زینتی در بیشتر مناطق، ازجمله شهرستان اهواز محسوب می‌شود. سطوح نوری بالا ممکن است حتی به گونه‌های مقاوم به نور درنتیجهٔ توقف رشد، زردی برگ‌ها و لکه‌های نکروزه‌ی روی برگ‌ها خسارت برساند. بنابراین باید از روش‌های رایج تنظیم شدت نور در پرورش گیاه استفاده کرد. دو روش رایج برای کاهش شدت نور در گلخانه شامل پوشش‌های سایه‌دهی و ترکیبات سایه‌دهی است. پوشش‌های سایه‌دهی مختلفی وجود دارد که نور را از ۲۵ تا ۹۸ درصد کاهش می‌دهد (Dole and Wilkins, 1999). استفاده از پوشش‌های سایه‌دهی، سبب کاهش شدت تابش رسیده به محصولات می‌شود. این کاهش به خنک شدن گلخانه کمک کرده و گیاهان را از بیش‌بود نور و دمای اضافی محافظت می‌کند (McMahon *et al*., 1990). سایه‌دهی نسبی، کوششی در جهت کاهش دما، کاهش کسر فشار بخار آب، کنترل حشرات و بیماری‌ها و ایجاد وضعیتی برای دستیابی به حداکثر کیفیت گیاه است (Samartzidis *et al*., 2005). با توجه به بررسی‌های پیشین، به‌طورکلی در صورت ایجاد سایه‌دهی بهینه، می‌توان از تنش نوری جلوگیری نمود و گیاه در شرایط مطلوب نوری به‌جای مبارزه با تنش ایجادشده در شدت نور بالا، انرژی خود را صرف بهبود کیفیت و کمیت خود خواهد کرد که از اولین هدف‌های تولیدکنندگان گیاهان زینتی محسوب می‌شود.

گل محمدی با نام علمی *Rosa damascene* Mill. از خانواده Rosaceae است. این گیاه ابتدا به‌صورت وحشی روییده، به‌طوری‌که هنوز هم به‌صورت خودرو در سوریه، مراکش و استرالیا رویش دارد و درعین‌حال از ایران نیز به‌عنوان خاستگاه آن یاد شده است (Chevallier, 1996). گل محمدی از مهم‌ترین گونه‌های معطر رز است که برای تولید اسانس، گلاب و غنچه در مناطق مختلفی از ایران کشت می شود. یکی از مشکلات اساسی در فضای سبز شهرستان اهواز تابش شدید نوری و در نتیجه آسیب دیدگی برخی از گیاهان، مانند گل محمدی می‌باشد. با توجه به شرایط نوری در این شهرستان، پژوهش حاضر به منظور بررسی اثر پوشش‌های مختلف بر تولید و رشد گل محمدی و در نتیجه یافتن مکان مناسب کاشت این گیاه در فضای سبز شهرستان اهواز انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر سطوح مختلف نوری بر رشد و نمو گل محمدی در شرایط آب و هوایی اهواز، آزمایشی گلدانی از مهرماه ۱۳۹۳ تا اردیبهشت ۱۳۹٤ در مزرعه تحقیقاتی گروه علوم باغبانی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-10]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.12.1]

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در گلدان

هدایت الکتریکی ($ds.m^{-1}$)	pH	رطوبت پژمردگی	رطوبت مزرعه	رس	سیلت	شن	بافت خاک
		(درصد)					
۵/۱۲	۷/۷۱	۲۰/۲۹	۲۶/۹۷	٤٤/٦	٤۰/۸	١٤/٦	رسی سیلتی

جدول ۲- میانگین دما و رطوبت نسبی ماهیانه هوای اهواز (سال ۹٤-۱۳۹۳)

ماه	میانگین حداقل دمای روزانه (درجه سانتی‌گراد)	میانگین حداکثر دمای روزانه (درجه سانتی‌گراد)	میانگین حداقل رطوبت نسبی (٪)	میانگین حداکثر رطوبت نسبی (٪)
مهر	۲۱/۷	۳۸/٤	۱۷	٥٦
آبان	۱۸/٤	۲۹/۷	۲۱	٦۷
آذر	۸/۷	۲۳/۳	۲۷	۷٦
دی	۱۰/٥	۲۰/۲	٥۲	۹۱
بهمن	۱۲/٦	۲۳/۱	۳٦	۸۱
اسفند	۱٥/۹	۲۹/۳	۲۱	٦٦
فروردین	۲۰/٥	۳۳/۸	۲۰	٦۱
اردیبهشت	۲٥/۲	۳۹/٦	۱٥	٤٤

خوزستان، واقع در شهر ملاثانی اجرا شد. محیط کشت مورد استفاده شامل ۷۰ ٪ خاک زراعی (جدول ۱) به‌همراه ۲۰ ٪ ماسه و ۱۰ ٪ کود حیوانی پوسیده یکنواخت بود، که به‌درون گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۲٥ سانتی‌متر منتقل شد. با توجه به حجم گلدان‌ها هر گلدان حاوی ٤٥۰۰ گرم خاک بود. جهت جلوگیری از ایجاد محـدودیت در رشد گیاه به‌دلیل فقر عناصر غذایی ماهانه به تمامی گلدان‌ها، میزان ۲۰ میلی‌لیتر محلول غذایی هوگلند همراه آبیاری اضافه می‌شد.

این پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٤ تکرار انجام شد. برای ایجاد سطح سایه کامل (۱۰۰٪) چهار چوبی سر پوشیده با فلز، برای تهیه سطح سایه ۷٥٪ برگ‌های نخل خرما، برای سطح سایه ٥۰٪ یک لایه تور سبز رنگ مخصوص گلخانه روی چهار چوبی نصب گردید. همچنین برای تیمار نور کامل (سطح سایه ۰٪) گلدان‌های در زیر نور مستقیم خورشید جانمایی شدند. شدت نور هر هفته به کمک نور سنج مدل (LX- 1108، ساخت تایوان) در ساعت ۱۲ ظهر در همه سطوح نوری در سطح گلدان‌ها اندازه‌گیری گردید و در پایان هر ماه به‌صورت میانگین شدت نور (LUX) ثبت گردید (جدول ۲). دمای حداقل و حداکثر و همچنین حداقل و حداکثر رطوبت نسبی از طریق سایت هواشناسی به‌صورت روزانه برای هر ماه ثبت و در پایان هر ماه به‌صورت میانگین ثبت شد (جدول ۳).

ویژگی‌های اندازه‌گیری شده شامل طول ساقه و ریشه، وزن خشک شاخساره و ریشه، تعداد گل، عناصر غذایی شامل نیتروژن، فسفر و پتاسیم (Chapman and Pratt, 1961)، محتوی کلروفیل a ، کلروفیل b، کلروفیل کل و کارتنوئیدها (Lichtenthaler and Wellburn, 1985)، کربوهیدرات‌های محلول (Watanabe *et al*., 2000)، پروتئین کل (Bradford, 1976)، فعالیت آنزیم پراکسیداز برگ (Chance and Maehly 1995)، نشت یونی (Ben Hamed *et al*., 2007) بود. تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم افزارSAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ٥٪ انجام شد. شکل ها توسط نرم افزارExel 2010 رسم گردید.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-10]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.12.1]

جدول ۳- میانگین شدت نور (LUX) اندازه‌گیری شده ماهیانه در هر سطح سایه‌دهی

	۱۳۹۳						۱۳۹٤	
سطوح سایه‌دهی	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت
نور کامل	۷۵۱۲٦	٦٥٩٨١	٦٦٩٧٥	٦٢٤٤٥	۷۲٥۰۰	٤٤۰۰۲	٦٨١٤٧	۷٥۲٥٤
٥۰ درصد سایه	۲۹٥۲٦	۲۹٥٥٦	۲۸۹٥۰	۲۱٥۱۰	۲۸۲۹۷	۲٦۳٤۲	۳۱۲٥٤	۳۲٥۲٤
۷٥ درصد سایه	۱۱٦٥٤	۱۱۸٥٦	۱۰٥۲٥	۱۰۰۱٥	۱۱۲۷۰	۱٦۰۲٥	۱۲۳٦٥	۱٥۲۱٤
سایه مطلق	۱۳٥۰	۱۳۸٦	۱۲۷۲	۱٥۸۹	۱۸۷٤	۱۹۱٦	۱٤٥۰	۱٥٥٤

نتایج و بحث

جدول تجزیه واریانس سطوح مختلف سایه‌دهی بر طول ساقه گل محمدی (جدول ٤) نشان داد اثر سطوح مختلف سایه‌دهی بر طول ساقه معنی‌دار بود به‌طوری‌که بیشترین و کمترین طول ساقه به ترتیب مربوط به سایه کامل (۷٦ سانتی‌متر) و نور کامل (۳۹ سانتی‌متر) بود (شکل ۱). ارتباط تنگاتنگی بین انرژی دریافتی از خورشید و ارتفاع گیاه وجود دارد (Rajapakse *et al.*, 1992). شدت نور یکی از عامل‌های مؤثر بر رشد و نمو رز می‌باشد، به‌طوری که در سطح‌های بالاتر سایه‌دهی، افزایش طول ساقه ممکن است با فرایند اتیوله شدن گیاهان مرتبط باشد (Mass and bakx, 1995). همچنین سایه‌دهی باعث تغییر در طول موج نوری می‌شود، که این تغییر می‌تواند بر رشد و ریخت‌شناسی گیاه اثر بگذارد (Zieslin and Mor, 1990). در داودی نسبت بالای نور قرمز به قرمز دور در شدت نور بالا، گیاهانی با ارتفاع کمتر و میانگره‌های کوتاه‌تر، تولید کرد (Zieslin and Mor, 1990). در گل میخک، ارتفاع گیاه به‌طور معنی‌داری در گیاهان رشد داده شده در سایه‌دهی ۷۰٪ در مقایسه با سایه‌دهی ۲۰٪، ٤۰٪ و ٦۰٪ بیشتر بود. همچنین در پژوهشی دیگر، سایه‌دهی باعث کاهش ارتفاع گیاه در سیکلامن شد (Wilcox, 2006).

جدول تجزیه واریانس (جدول ٤) نشان داد که اثر سطوح مختلف سایه‌دهی بر طول ریشه در سطح احتمال خطای ۱٪ معنی‌دار بود. بررسی نتایج مقایسه میانگین طول ریشه گل محمدی (شکل ۲) نشان داد بیشترین طول ریشه در تیمار نور کامل (۵۱ سانتی‌متر) وجود داشت که با طول ریشه در تیمار سطح سایه ۵۰٪ تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین میزان طول ریشه در تیمار سطح سایه کامل ۱۰۰٪ (۳۰/۷۵ سانتی‌متر) به‌دست آمد که با طول ریشه در تیمار سطح سایه ۷۵٪ (۳۵/۵ سانتی‌متر) تفاوت معنی‌داری نداشت. اصلی‌ترین نشانه فعالیت‌های متابولیکی گیاه رشد است و اولین نشانه حاصل از تنش، تغییر کمی و کیفی در رشد می‌باشد. شناخت و بررسی شاخص‌های رشد، در تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر عملکرد از اهمیت زیادی برخوردار بوده و میزان مشارکت هر یک از این شاخص‌ها، عملکرد نهایی را مشخص می‌کند. بر این اساس، تجزیه و تحلیل کمی رشد، روشی برای توجیه و تفسیر واکنش‌های گیاه نسبت به شرایط محیطی مختلف می‌باشد که گیاه در طول دوران حیات خود با آن‌ها مواجه می‌گردد (Traore *et al.*, 2003).

نتایج به‌دست آمده از این آزمایش نشان داد با افزایش سطح سایه، طول ریشه کاهش یافت، به‌طوری‌که کمترین طول ریشه در سطح سایه ۱۰۰٪ و بیشترین طول ریشه در نور کامل مشاهده گردید (شکل ۱). به‌نظر می‌رسد با افزایش سطح سایه و کاهش نور و گرما دمای خاک گلدان کاهش یافته و این امر منجر به حفظ رطوبت خاک گردیده است. بنابراین در شرایط نور کامل، گیاهان برای جذب رطوبت نیاز به گسترش ریشه خود دارند (Martinez *et al.*, 2003). یکی دیگر از دلایل افزایش رشد طولی ریشه و کاهش رشد شاخساره با افزایش نور، مربوط به کاهش میزان اکسین و در نتیجه تغییر نسبت اکسین به سیتوکنین می‌باشد (Stapleton, 1992). تولید این هورمون تحت تأثیر پاسخ‌های نوری گیرنده‌های نوری از جمله فتوتروپین‌ها ، کریپتوکروم‌ها و فیتوکروم‌ها قرار می‌گیرد (Folta, 2003). نتایج به‌دست آمده از این آزمایش با نتایج

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-10]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.12.1]

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس اثر سطوح سایه‌دهی بر ویژگی‌های گل محمدی

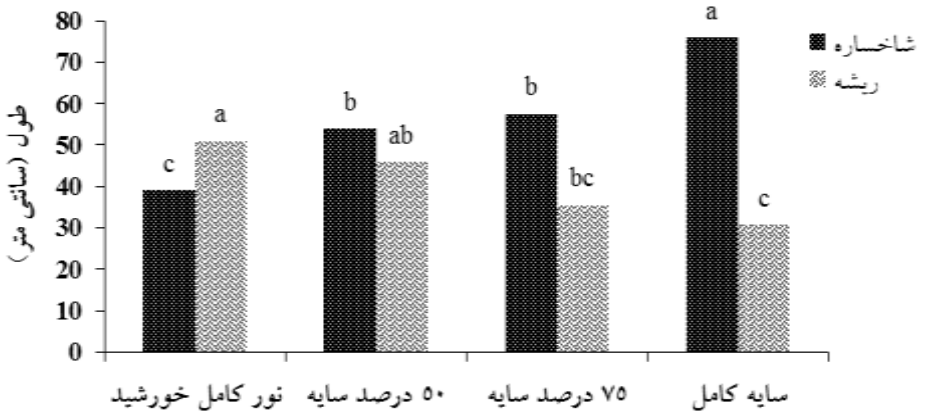
منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		طول شاخساره	طول ریشه	وزن خشک شاخساره	وزن خشک ریشه	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل
سطوح سایه‌دهی	۳	۷۰/٤٤*	٥٨٠/٥٣**	٤٨/٥٢*	۲۰/۹۸*	۲۱۱/۸۱**	۱/٦۱**	٤٤۰/۸٥**
خطا	۱۲	۱٦/۷٤	۸۰/۲٦	۸/۸۷	۲/٦٤	۱٦/۲٥	۰/۱۳	۳٤/۷٥
ضریب تغییرات (درصد)		۱۲/۷٤	۲۰/٦	۹/۹	۹/۱۷	۲۲/۸۳	۱٥/۱۸	۲٥

***، ** به ترتیب معنی‌داری در سطح ٥ و ۱ درصد.**

ادامه جدول ٤-

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		کارتنوئید	کربوهیدرات	نشت یونی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آنزیم پراکسیداز	تعداد گل
سطوح سایه‌دهی	۳	٦/۳۹**	۲۸٦۳/۲**	٦۷/۳٦*	٦۱/۱۲**	۲/۰۲**	۲۳/۱۹*	۰/۰۱*	۲/۸٦**
خطا	۱۲	۰/٥۳	٥٤٦/۸۲	۱/۸۱	۱۲/٤	۰/۰۰۲	۳/٤۱	۰/۰۰۱	۰/۳۲
ضریب تغییرات (درصد)		۱۲/٥٥	۱٥/۳۳	۱/٥۸	۲۲/۳۸	۱۱/٦۳	۱۲/۸۲	٦/۰٤	۱۱/۳۲

***، ** به ترتیب معنی‌داری در سطح ٥ و ۱ درصد.**

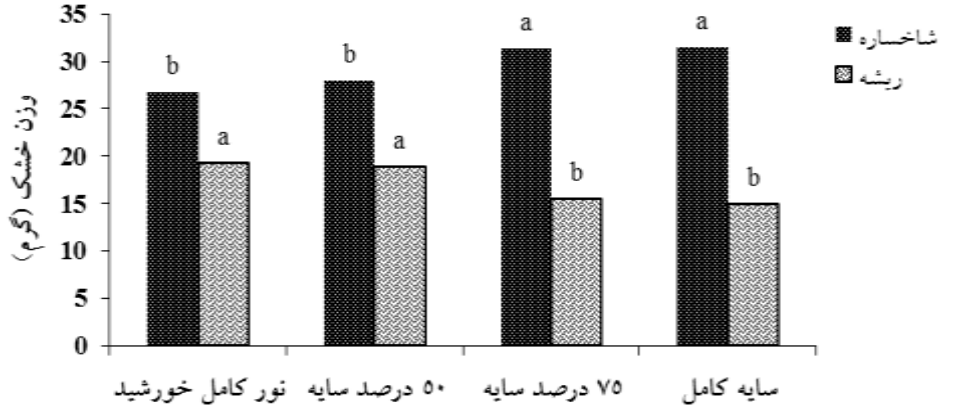


شکل ۱- بررسی رشد طولی شاخساره و ریشه (سانتی‌متر) گل محمدی تحت تیمارهای مختلف سایه‌دهی. ستون‌های با طرح مشابه، که دارای حروف مشترک هستند، در سطح احتمال خطای ٥٪ آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

گزارش شده در مورد کاهش رشد ریشه گیاهان بارهنگ و ذرت در اثر سایه‌اندازی، همسویی داشت (Lambers and Posthumus, 1980).

جدول تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف سایه‌دهی بر وزن خشک شاخساره گل محمدی (جدول ٤) نشان داد، اثر سطوح مختلف سایه‌دهی در سطح احتمال خطای ٥٪ بر این ویژگی معنی‌دار بود. بررسی نتایج اثر سطوح سایه‌دهی بر وزن خشک شاخساره گل محمدی (شکل ۲) نشان داد، بیشترین وزن خشک شاخساره در تیمار سطح سایه ۱۰۰٪ (۳۱/٥ گرم) وجود داشت که با وزن خشک شاخساره در تیمار سطح سایه ۷٥٪ تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین وزن خشک شاخساره در تیمار نور کامل (۲٦/۷ گرم) وجود داشت که با وزن خشک

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-10]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.12.1]



شکل ۲- بررسی وزن خشک شاخساره و ریشه (گرم) گل محمدی تحت تیمارهای مختلف سایه‌دهی. ستون‌های با طرح مشابه، که دارای حروف مشترک هستند، در سطح احتمال خطای ۵٪ آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

شاخساره در تیمار سطح سایه ۵۰٪ تفاوت معنی‌داری نداشت. به‌طورکلی هرچه شرایط محیطی، از جمله نور، مناسب‌تر باشد، توان گیاه در تولید کربوهیدرات‌ها بیشتر و در نتیجه روی خصوصیات ظاهری از جمله رشد وزن‌تر و خشک شاخساره بیشتر می‌شود. توجه به نور و اهمیت آن در تخصیص مواد فتوسنتزی به‌گونه‌ای است که انرژی ذخیره شده در بخش‌های ساختمانی گیاه و وزن خشک اندام‌های رویشی طی عمل فتوسنتز و کارایی بهتر از نور امکان‌پذیر می‌شود (Aldrich *et al*., 1975). بررسی نتایج حاصل از این آزمایش، کاهش در وزن شاخساره گل‌های محمدی که در معرض نورکامل بودند را نسبت به سطوح دیگر سایه نشان داد. دلیل این امر می‌تواند در ارتباط با کاهش مواد فتوسنتزی باشد. در شدت نور زیاد فرآیند تنفس نوری افزایش چشمگیری پیدا می‌کند که می‌تواند سبب سوخت کربوهیدرات شود و در نتیجه میزان کمتری از مواد کربوهیدراتی در اختیار شاخساره قرار گیرد. شرایط سایه‌دهی در طول رشد می‌تواند، تولید ماده روزانه را کاهش دهد (Ganelevin and Zieslin, 2001). این نتیجه با نتایج پژوهش‌های دیگر نیز همسویی داشت. به‌طوری‌که در گل رز دورگه رقم 'مرسدس'، با افزایش سطح سایه‌دهی تا ۷۰٪ وزن خشک شاخساره در گیاه افزایش یافت (Mass and bakx 1995). همچنین گیاهان فیکوس بنجامین (*Ficus benjamina* L.) و کروتون (*Codiaeum variegatum* (L.) Blume) در شرایط سطح نوری کمتر (۷۰٪ سایه‌دهی) از بقیه تیمارها (۵۰٪ و ۳۰٪ سایه‌دهی و نور کامل) وزن خشک بالاتری داشتند. نور کامل باعث کاهش وزن خشک کل گیاه فیکوس بنجامین شد (Fails *et al*., 1982). تولید وزن خشک بیشتر در برگ‌ها و ساقه‌های گیاه کروتون هم بر اثر سایه‌دهی گزارش شده است (Alvarenga *et al*., 2003). کاربرد ٤۰٪ سایه‌دهی توسط آلومینیم بر روی جوانه‌های رز، باعث افزایش معنی‌داری در وزن‌تر و خشک در مقایسه با جوانه‌های شاهد قرارگرفته در معرض نور شد (Ganelevin and Zieslin, 2001). کاهش وزن شاخساره در اثر نور شدید در گیاهان گوناگونی از جمله لیسیانتوس (رهنمون‌فر و همکاران، ۱۳۹۱)، فیکوس بنجامین (Veneklaas and Ouden, 2005) و عناب (Miralles *et al*., 2011) گزارش شده است. پژوهش‌ها نشان داده است که در شرایط نور شدید، سطح فتوسنتزی برگ‌ها کاهش یافته است و در نهایت وزن اندام هوایی کاهش می‌یابد (Pessarakli, 2008). در آزمایشی در بین سطوح مختلف سایه، بیشترین وزن ساقه در ۲۵٪ نور خورشید و کمترین آن در نور کامل به‌دست آمد (Wadud *et al*., 2002). بیشترین و کمترین وزن شاخساره گل شاخه بریدنی میخک به‌ترتیب در گیاهانی با سایه‌دهی ۲۰٪ و ۷۰٪ ایجاد شد (Hlatshwayo and Wahome, 2010).

جدول تجزیه واریانس اثر سطوح مختلف سایه‌دهی بر وزن خشک ریشه گل محمدی (جدول ٤) نشان داد، اثر سطوح سایه‌دهی در سطح احتمال خطای ۵٪ بر این صفت معنی‌دار بود. بررسی نتایج نشان داد، بیشترین وزن خشک در تیمار

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-10]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.12.1]

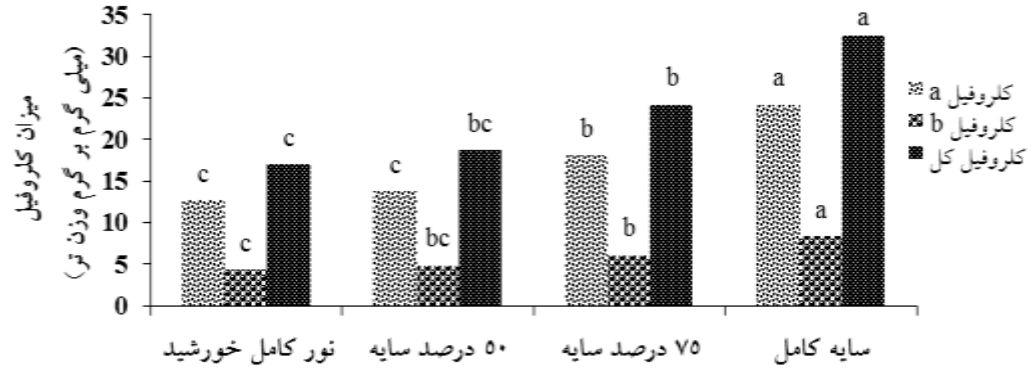
سطح نور کامل (۱۹/۳ گرم) وجود داشت که با وزن خشک ریشه در تیمار سطح سایه ۵۰٪ تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین وزن خشک ریشه در تیمار سایه ۱۰۰٪ (۱٤/۹۱ گرم) وجود داشت که با وزن خشک ریشه در تیمارهای سایه ۷۵٪ تفاوت معنی‌داری نداشت (شکل ۲). هورمون‌ها نقش مهمی در توانایی سازگاری گیاهان به شرایط تحت تنش دارند. روابط متقابل در پیام‌های هورمونی موجب افزایش توانایی گیاه در واکنش به تنش می‌شود. آبسیزیک اسید و اتیلن هورمون‌های تنش هستند که در تنظیم بسیاری از فرایندهای فیزیولوژیک نقش داشته و به‌عنوان پیام عمل می‌کنند. در شرایط تنش نوری آبسیزیک اسید مهم‌ترین عامل مقاومت است (Jahromi *et al.*, 2008). آبسیزیک اسید که در زمان تنش در گیاهان تجمع پیدا می‌کند، دلیل اصلی افزایش حجم و وزن ریشه است (گزنچیان و همکاران، ۱۳۸٤). افزایش وزن ریشه کاج در بررسی راد و همکاران (۱۳۸۸) و افزایش ٥٤٪ ریشه در دو رقم فستوکا (*Festuca rubra* L.) در مطالعه سلاح ورزی و همکاران (۱۳۸۷) نیز با نتایج آزمایش حاضر همسویی داشت. این نتایج نشان می‌دهد که با افزایش شدت نور، گیاه متأثر از تنش رطوبتی خاک بوده و به دنبال جذب رطوبت بیشتر از محیط اطراف می‌باشند (راد و همکاران، ۱۳۸۷). خزاعی و کافی (۱۳۸۸) با بررسی تأثیر تنش خشکی بر رشد ریشه نشان دادند که ارقام مقاوم در برابر ارقام حساس رشد ریشه بیشتری داشتند.

نتایج نشان داد که سطوح مختلف سایه‌دهی بر میزان کلروفیل a، b و کل تأثیر معنی داری داشت. به گونه‌ای که با افزایش شدت سایه، میزان کلروفیل a و b و در نتیجه کلروفیل کل افزایش یافت (شکل ۳). بنابراین بیشترین میزان کلروفیل a (۲٤/۲ میلی‌گرم بر گرم)، کلروفیل b (۸/۳٦ میلی‌گرم بر گرم) و کلروفیل کل (۳۲/٥٦ میلی‌گرم بر گرم) مربوط به سایه‌دهی کامل (۱۰۰٪) بود. کمترین میزان کلروفیل a (۱۲/۷ میلی‌گرم بر گرم)، کلروفیل b (٤/۳٥ میلی‌گرم بر گرم) و کلروفیل کل (۱۷/۰٥ میلی‌گرم بر گرم) مربوط به نور کامل بود، با این وجود با سطح سایه ۵۰٪ از نظر آماری اختلاف معنی‌داری نداشتند. از جمله دلایلی که برای کاهش محتوای کلروفیل در شدت‌های بالای نور عنوان شده می‌توان به تخریب غشای تیلاکوئیدهای کلروپلاست و اکسیداسیون نوری کلروفیل در اثر افزایش فعالیت گونه‌های فعال اکسیژن و افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز (Huffaker *et al.*, 1970) اشاره کرد. براساس آزمایش‌های انجام شده میزان کلروفیل برگ‌های رشد یافته در سایه در واحد سطح برگ به‌دلیل کاهش تعداد سلول‌ها و کلروپلاست‌ها، کمتر می‌باشد درحالی‌که میزان کلروفیل در واحد وزن و حجم در سایه‌های ملایم افزایش می‌یابد (Winstead and Ward, 1974; Wherley *et al.*, 2005). همچنین پیشنهاد شده است که افزایش میزان ساخت کلروفیل با میزان نور دریافتی برگ‌ها مرتبط می‌باشد (Dai *et al.*, 2009). بسیاری از پژوهش‌ها نشان داده‌اند که با کاهش شدت نور میزان کلروفیل و سبزینگی افزایش یافته است (Beard, 1997). بررسی نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد زمانی که گیاهان در شرایط سایه ۱۰۰٪ قرار گرفتند به‌دلیل اینکه قادر به‌دریافت تشعشع مطلوب فتوسنتز نبودند با افزایش تراکم کلروفیل به فتوسنتز خود ادامه دادند.

نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش نشان داد، با افزایش شدت نور میزان کلروفیل a کاهش یافته است. غیرفعال‌سازی فتوسیستم II ازجمله اثرات نور زیاد می‌باشد. غیرفعال شدن فتوسیستم II می‌تواند موجب کاهش آزادسازی اکسیژن و یا میزان کلروفیل قابل اندازه‌گیری شود (Jansen *et al.*, 2001). گزارش شده است که در گیاهان تغییرات ساختاری ایجاد شده توسط تابش نور زیاد در کلروپلاست‌ها و پروتئین‌های مرکز فتوسیستم می‌تواند منجر به کاهش ظرفیت فتوسنتزی و سرعت رشد شود (Teramura and Briggs, 1996). به‌علاوه، نشان داده شده است که محتوای کلروفیل انگورهای تیمار شده با شدت نور بالا نسبت به انگورهای شاهد کمتر می‌باشد، که بهنظر می‌رسد به‌دلیل کاهش محتویات کلروفیلی باشد (Canthos *et al.*, 2002). در شدت‌های بالای نور نیز به‌علت برهم خوردن تعادل بین واکنش‌های نوری فتوسنتز و مرحله تثبیت دی‌اکسیدکربن، تولید گونه‌های فعال اکسیژن، افزایش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-10]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.12.1]

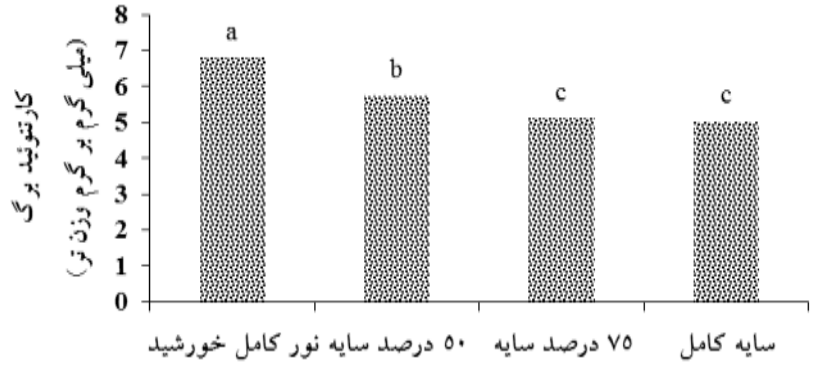


شکل ۳- بررسی میزان کلروفیل (میلی‌گرم بر گرم وزن تر) برگ گل محمدی تحت تیمارهای مختلف سایه‌دهی. ستون‌های با طرح مشابه، که دارای حروف مشترک هستند، در سطح احتمال خطای ۵٪ آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

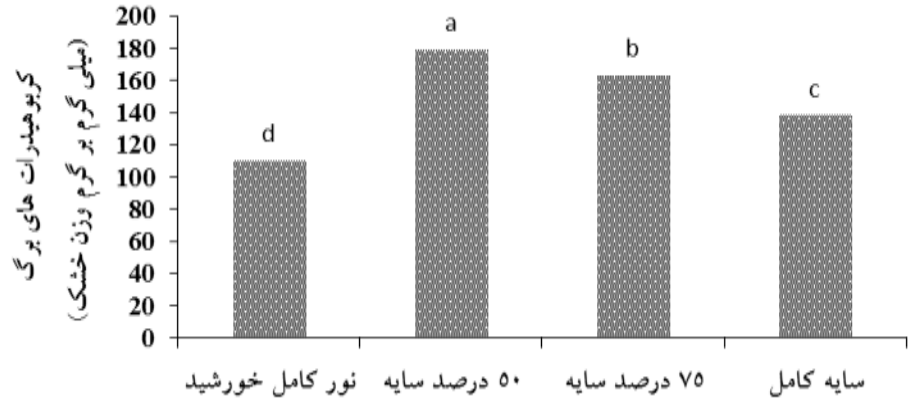
یافته و به‌علت عدم توانایی سلول برای جمع‌آوری متابولیت-های سمی، تنش اکسیداتیو اتفاق می‌افتد که کاهش کلروفیل a و b بیانگر این موضوع است. در شدت نور زیاد و تابش شدید و مستقیم خورشید کلروفیل به آسانی آسیب می‌بیند (Merzlyak and Chivkunova, 2000). بیشترین مقدار کلروفیل در گیاهان بگونیای (*Begonia sp.*) کشت شده در وضعیت سایه‌دهی ۷٦٪ گزارش شد (Jeong *et al.*, 2007). گیاهان رشد یافته در سایه، نور کمتری برای فتوسنتز دریافت می‌کنند، در نتیجه ملزم به افزایش سطح برگ و مقدار رنگیزه‌ها در برگ خود هستند تا بتوانند تا حدودی این کمبود نور را جبران کنند. در نتیجه مقدار کلروفیل در آن‌ها افزایش می‌یابد (Hamerlynck *et al.*, 2000). به‌علاوه در نور شدید از تبدیل سریع پروتوکلروفیل به کلروفیل ممانعت خواهد شد (Lioussane *et al.*, 2009). در بررسی تأثیر شدت‌های مختلف نور در گل رز نشان داده شده است که نور کامل منجر به کاهش محتوای کلروفیل کل در این گیاه می‌شود (حاتمیان و همکاران، ۱۳۹۳).

میزان کاروتنوئید محصولات، علاوه بر گونه گیاهی به شرایط اقلیمی نیز وابسته است. برای ساخت کاروتنوئیدها گرچه به‌وجود روشنایی نیاز نیست، اما وجود اکسیژن شرط اساسی است. علی‌رغم عدم نیاز به تابش مستقیم نور برای ساخت کاروتنوئیدها، تأمین انرژی از طریق پدیده فتوسنتز برای تشکیل کاروتنوئیدها امر الزامی است (جلیلی و مرندی،۱۳۹۱). جدول تجزیه واریانس اثر سطوح سایه بر میزان کارتنوئیدهای برگ گل محمدی (جدول ٤) نشان داد، اثر سطوح مختلف سایه‌دهی بر میزان کارتنوئیدهای کل در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. بررسی نتایج مقایسه اثر سطوح مختلف سایه‌دهی بر میزان کارتنوئیدهای برگ گل محمدی (شکل ٤) نشان داد بیشترین میزان کارتنوئیدهای برگ در تیمار نور کامل (٦/۸ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر برگ) وجود داشت که به‌طور معنی‌داری بیشتر از میزان کارتنوئیدهای برگ در سایر تیمارها بود. کمترین میزان کارتنوئیدهای کل برگ در تیمار سطح سایه ۱۰۰٪ (۵/۰۲ میلی‌گرم بر گرم وزن‌تر برگ) وجود داشت که با میزان کارتنوئیدهای برگ در تیمار سطح سایه ۷۵٪ تفاوت معنی‌داری نداشت. کاروتنوئیدها گروه بزرگی از رنگیزه‌ها، همراه با کلروفیل، در کلروپلاست هستند و همچنین در کروموپلاست یافت می‌شوند. نور شدید آفتاب موجب افزایش محتوای کارتنوئید بیشتری نسبت به کلروفیل‌ها و تجمع پیش ماده‌های مسئول جذب نور در محدوده ۳۵۰ تا ٤۰۰ نانومتر می‌شود (Merzlyak and Chivkunova, 2000). برخی مطالعات نشان داده‌اند که کمبود نور از سنتز اجزای کاروتنوئید ممانعت خواهد کرد (Lioussane *et al.*, 2009). این امر نشان می‌دهد که برای سنتز کاروتنوئید نیز سطح بهینه-ای از نور لازم است. گزارش شده است بعضی کاروتنوئیدهای خاص در حضور نور و بعضی دیگر در تاریکی سنتز می‌شوند (Kay and Phinney, 1956). به‌نظر می‌رسد عمده‌ترین دلیلی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-10]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.12.1]



شکل ٤- بررسی میزان کارتنوئید (میلی‌گرم بر گرم وزن تر) برگ گل محمدی تحت تیمارهای مختلف سایه‌دهی. ستون‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال خطای ۵٪ آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

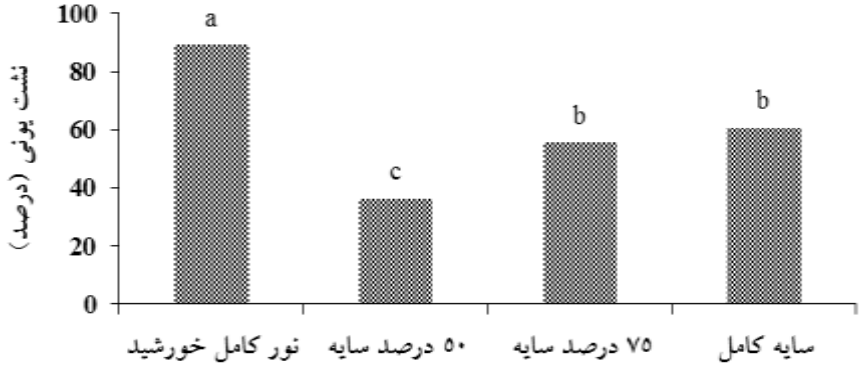


شکل ۵- بررسی میزان کربوهیدرات‌های برگ (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) گل محمدی تحت تیمارهای مختلف سایه‌دهی. ستون‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال خطای ۵٪ آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

که در این پژوهش، کاروتنوئیدهای برگ گل محمدی با کاهش نور کم شد، این باشد که گل محمدی دارای کاروتنوئیدهای خاصی است که سنتز آن‌ها در نور تحریک می‌شود. مقایسه کاروتنوئیدهای دانهال‌های گندم که در تاریکی و همچنین نور رشد یافته بودند نشان داد که اجزای تشکیل دهنده کاروتنوئید در گیاهان موجود در نور، مشابه همان گیاهان موجود در تاریکی بودند، به جز نئوگزانتین که فقط در گیاهان موجود در تاریکی وجود داشت (Wolf, 1963).

نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری کربوهیدرات‌های محلول برگ نشان داد که سطوح مختلف سایه‌دهی بر آن اثر معنی‌داری داشت (جدول ٤)، به گونه‌ای که بیشترین میزان کربوهیدرات های محلول مربوط به سطح سایه‌دهی ۵۰ درصد و کمترین میزان آن مربوط به گیاهان قرارگرفته در معرض مستقیم نور خورشید بود (شکل ۵). وقتی گیاه در شرایط تنش نوری شدید قرار می‌گیرد، روزنه‌ها بسته و غلظت دی‌اکسید کربن بین سلولی کاهش می‌یابد و در نتیجه سرعت فتوسنتز و تولید کربوهیدرات کاسته می‌شود. همچنین شدت نور زیاد به‌صورت غیرمستقیم با افزایش درجه حرارت بر فتوسنتز اثر می‌گذارد. بر اساس تحقیقات انجام شده (Lovelock *et al.*, 1996; Salvucci and Crafts-Brandner, 2004; Pushpalatha *et al.*, 2008) اظهار شده که در شرایط تنش گرمای ملایم، کاهش فعالیت کاتالیزوری رابیسکو اولین دلیل محدودیت ایجادشده در فتوسنتز است و خسارت به فتوسیستم II اغلب در شرایط تنش گرمای شدید رخ می‌دهد. همچنین نتایج نشان داد که در شرایط نور کم میزان کربوهیدرات‌های محلول کاهش یافت. در کمبود نور، گاهی فتوسنتز به‌وسیله فسفات قابل دسترس در کلروپلاست به سیتوسل محدود می‌شود. وقتی که تریوز فسفات از کلروپلاست به سیتوسل منتقل می‌شود، معادل مولی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-10]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.12.1]



شکل ٦- بررسی میزان نشت یونی (درصد) برگ گل محمدی تحت تیمارهای مختلف سایه‌دهی. ستون‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال خطای ۵٪ آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

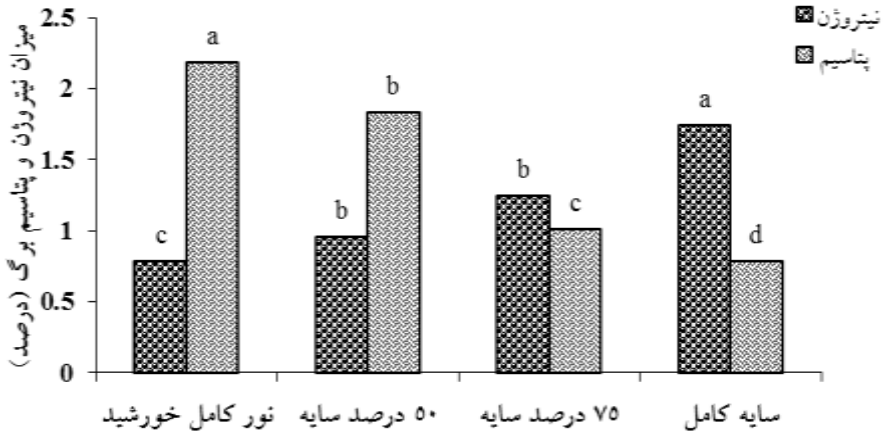
آن، فسفات غیرآلی، از طریق ناقل‌های غشای کلروپلاست جذب می‌شود. اگر سرعت مصرف تریوزفسفات در سیتوسول کم شود، از انتقال فسفات به داخل کلروپلاست ممانعت می‌شود و فتوسنتز در اثر کمبود فسفات محدود می‌شود (Wolf, 1963).

تنش نوری همچنین سبب تغییر در ساختار سه‌گانه و چهارگانه پروتئین‌های غشاء می‌شود. این تغییرات موجب افزایش نفوذ پذیری غشاها و افزایش نشت الکترولیت‌ها می گردد (Erdal *et al.*, 2011). یکی از مکانیسم‌های مقاومت در برابر تنش‌های محیطی همانند نوری، وابسته به دو لایه لیپیدی و اسیدهای چرب غیر اشباع آن است که در طی تنش، پایداری غشاء را تضمین می‌کنند. در طی تنش تشعشعی، میزان H_2O_2 گیاه افزایش می‌یابد که سبب پراکسیداسیون لیپیدها و آسیب غشایی می‌شود (Erdal *et al.*, 2011). نتایج به‌دست آمده از این آزمایش نشان داد در شدت نور بالا (سایه ۰٪) نشت یونی افزایش معنی‌داری را نسبت به سطوح دیگر نشان داد (شکل ٦). مقادیر بالای نشت یونی نشان‌دهنده عدم توانایی غشاء در حفظ ترکیبات درون سلولی، خروج بیشتر الکترولیت‌ها از غشاء و خسارت به غشاء سلولی می‌باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که اسیدهای چرب غیر اشباع موجود در غشاء سلولی در سیالیت غشاء بسیار مهم می‌باشند. شدت نور بالا باعث تغییر سیالیت غشاء این اسیدهای چرب می‌شود و به دنبال آن نشت یونی افزایش می‌یابد (Karimi *et al.*, 2013).

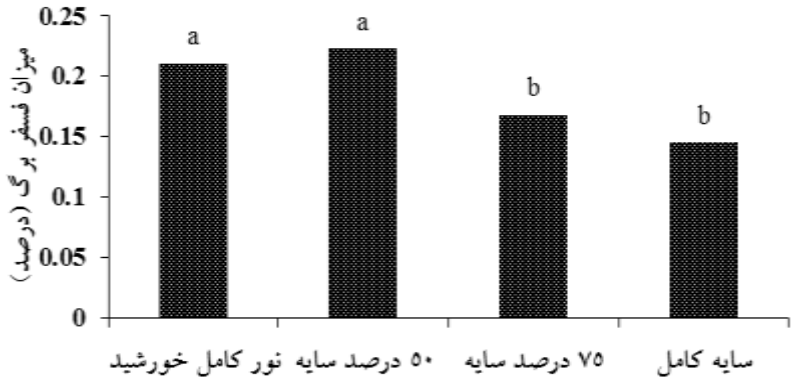
نتایج بررسی نیتروژن در شدت‌های مختلفی نور نشان داد که با افزایش سطح سایه‌دهی میزان نیتروژن برگ افزایش یافت، به‌طوری که بیشترین میزان نیتروژن برگ مربوط به گیاهان قرارگرفته در سایه بود (۱/۷٤ درصد) و کمترین مربوط به گیاهان قرارگرفته در معرض تابش مستقیم خورشید بود (۰/۷۸ درصد). با توجه به نتایج به دست آمده از وزن شاخساره و میزان کلروفیل این‌گونه می‌توان نتیجه‌گیری کرد که گیاهان قرارگرفته در سایه، برای ساخت کلروفیل و رشد شاخساره جذب بیشتری از ازت داشتند ولی گیاهان قرارگرفته در نور کامل، در اثر کاهش رشد شاخساره و تخریب کلروفیل نیاز کمتری به نیتروژن پیدا کرده‌اند. نتایج این پژوهش با بررسی Song و همکاران (۲۰۱۲) روی گیاه چای (*Camellia sinensis* L.) همسویی داشت، آنها بیان کردند که یکی از مکانیسم کاهش رشد شاخساره در هنگام تنش کاهش جذب عنصر نیتروژن می‌باشد.

بررسی میزان پتاسیم (شکل ۷) و فسفر (شکل ۸) نشان داد که افزایش سطح سایه‌دهی سبب کاهش میزان این دو عنصر در برگ گردید، به‌گونه‌ای که کمترین میزان پتاسیم (۰/۷۸ درصد) و فسفر (۰/۱٤٥ درصد) مربوط به گیاهان قرارگرفته در سایه کامل بود. تنش کمبود نور، اغلب جذب عناصر غذایی توسط گیاه را محدود می سازد. جذب مواد غذایی به وسیلهٔ گیاهان به دلیل کاهش تعرق، اختلال در سیستم انتقال فعال و نفوذپذیری غشاء و در نتیجه کاهش نیروی جذب کنندگی ریشه، کاهش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-10]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.12.1]



شکل ۷- بررسی میزان نیتروژن برگ (درصد) گل محمدی تحت تیمارهای مختلف سایه‌دهی. ستون‌های با رنگ مشابه، که دارای حروف مشترک هستند، در سطح احتمال خطای ۵٪ آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.



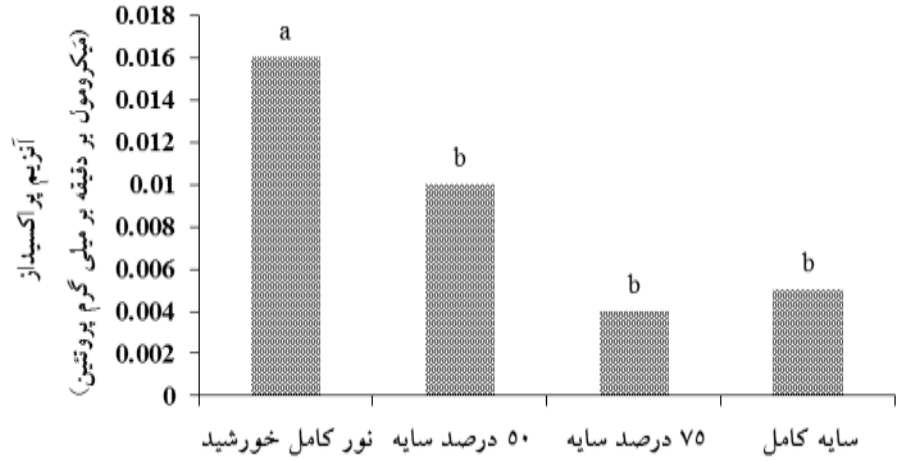
شکل ۸- بررسی میزان فسفر برگ (درصد) گل محمدی تحت تیمارهای مختلف سایه‌دهی. ستون‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال خطای ۵٪ آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

می‌یابد (Levitt, 1980). همچنین با کاهش رطوبت خاک، سرعت انتشار مواد غذایی از محیط خاک به سطح جذب کنندهٔ ریشه کاهش می‌یابد. کارآیی سیستم ریشهٔ گیاه نیز ممکن است در نتیجهٔ رشد کمتر ریشه کاهش یابد (Alam, 1999). کاهش میزان فسفر و پتاسیم، با افزایش سطح سایه‌دهی با نتایج به دست آمده روی گیاه راعی همسویی داشت (Camas *et al.*, 2009).

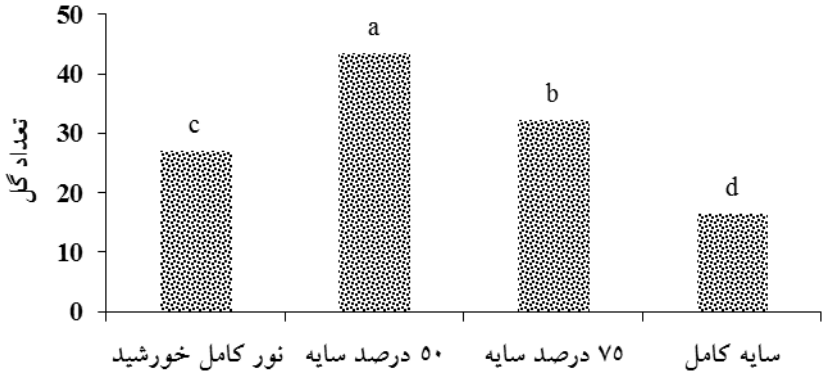
بررسی نتایج اثر سطوح مختلف سایه‌دهی بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز برگ گل محمدی (شکل ۹) نشان داد بیشترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز برگ در تیمار نور کامل (۰/۰۱۶ میکرومول بر دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین) وجود داشت که به طور معنی‌داری بیشتر از میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز برگ در سایر تیمارها بود. کمترین میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز برگ در تیمار سطح سایه ۷۵ درصد (۰/۰۰٤ میکرومول بر دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین) وجود داشت که با میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز برگ در تیمار سطح سایه کامل و ۵۰ درصد تفاوت معنی‌داری نداشت ولی به‌طور معنی‌داری کمتر از میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز برگ در سایر تیمارها بود.

در شدت‌های بالای نور به‌علت برهم خوردن تعادل بین واکنش‌های نوری فتوسنتز و مرحله تثبیت دی‌اکسیدکربن تولید گونه‌های اکسیژن فعال افزایش یافته و تنش اکسیداتیو اتفاق می‌افتد. با شروع تنش، سیستم آنتی‌اکسیدانی گیاه فعال شده و با افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز به‌عنوان اولین سد دفاعی در مقابل حمله رادیکال‌های اکسیژن در مقابل خسارت ناشی از تنش نوری مقاومت می‌نماید. نتایج به‌دست آمده از این

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-10]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.12.1]



شکل ۹- بررسی فعالیت آنزیم پراکسیداز برگ گل محمدی تحت تیمارهای مختلف سایه‌دهی. ستون‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال خطای ۵٪ آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.



شکل ۱۰- بررسی تعداد گل، گل محمدی تحت تیمارهای مختلف سایه‌دهی. ستون‌های دارای حروف مشترک در سطح احتمال خطای ۵٪ آزمون چنددامنه‌ای دانکن تفاوت معنی‌داری ندارند.

آزمایش نشان می‌دهد بین فعالیت آنزیم پراکسیداز و نشت یونی رابطه مثبتی وجود دارد. بنابراین می‌توان چنین برداشت کرد که تولید بیشتر پراکسید هیدروژن در اثر تنش باعث پراکسیداسیون لیپیدهای غشاء سلولی و در نتیجه کاهش پایداری غشاء می‌گردد که در نتیجه آن فعالیت آنزیم پراکسیداز جهت تجزیه پراکسید هیدروژن افزایش می‌یابد.

نتایج بررسی تعداد گل نشان داد اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود داشت، به‌گونه‌ای که بیشترین تعداد گل در تیمار سایه‌دهی ۵۰ درصد (٤۳/۵ عدد) و کمترین تعداد گل (۱٦/۵ عدد) در گیاهان قرارگرفته در سایه مشاهده گردید (شکل ۱۰). شدت نور یکی از عامل‌های مؤثر بر گلدهی جنس رز می‌باشد (Villegas *et al.*, 2006). آنچه مشخص است، نور بهینه دو نقش مهم بر تولید گل دارد. اول این‌که بر تعداد جوانه‌های در حال نمو اثر می‌گذارد، دوم اینکه بر نمو گل نیز مؤثر است (Mastalerz and Langhans, 1969). کمیت و کیفیت نور ممکن است بر رشد رویشی و نمو جوانه گل اثر بگذارد (Rajapakse *et al.*, 1992).ایجاد شدت نور بهینه در گلخانه گل رز منجر به پاسخی مطلوب در تولید تعداد ساقه گل‌دهنده شد (Zieslin and Mor, 1990).در گیاهان زینتی دیگر نیز این موضوع صادق است. به‌طوری‌که اختلاف‌هایی در تعداد جوانه گل و گل‌های شکوفا در سیکلامن در پاسخ به کمیت نور مشاهده شد (Villegas *et al.*, 2006). سیکلامن‌هایی که در شرایط سایه‌دهی ۵۰٪ رشد یافتند، کمیت و کیفیت بهتری داشتند (Heo *et al.*, 2003). وقتی که گل‌های میمون در سایه-

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-10]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.12.1]

دهی نامطلوب قرار گرفتند، از تعداد جوانه‌های گل کاسته شد (Heo *et al*., 2003). در آزمایشی بالاترین وزن‌تر گل رز در گیاهانی با سایه‌دهی ۲۰٪ و پایین‌ترین وزن گل در گیاهانی با سایه‌دهی ۷۰٪ به دست آمد (Hlatshwayo and Wahome, 2010). تراکم بالای گیاه یا شدت نور پایین کمیت و کیفیت گل را کاهش می‌دهد (Thornley, 1999).

نتیجه‌گیری

با وجود اینکه بیان شده گل محمدی یکی از گیاهان آفتاب دوست است و بیشترین عملکرد خود را در این شرایط دارد، ولی نتایج این پژوهش نشان داد که در مناطق گرمسیری به‌ویژه شهرستان اهواز به‌علت دمای بالا و تابش شدید آفتاب این گیاه با مشکلاتی از قبیل آفتاب‌سوختگی و کاهش تعداد گل مواجه است. از اینرو، به تولید کنندگان و مسئولین فضای سبز مناطق گرمسیری پیشنهاد می گردد که به دلیل تأثیرات منفی آفتاب مستقیم روی صفات فیزیولوژی و مورفولوژی گل محمدی، به مسأله تراکم کشت و هم چنین معماری کاشت در زیر درختان، سایه‌دهی ۵۰ درصد، توجه ویژه داشته باشند.

منابع

جلیلی مرندی، ر. ۱۳۹۱. فیزیولوژی پس از برداشت (جابه‌جایی و نگهداری میوه، سبزی، گیاهان زینتی و گیاهان دارویی). انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، ٥٩٤ ص.

حاتمیان، م.، عرب، م.، روزبان، م. ر. و صالحی، ح. ۱۳۹۳. بررسی ویژگی‌های رشد و نموی دو رقم ورد در سطح‌های مختلف سایه-دهی. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۱۵(۳): ٣٤٤- ٣٣١.

خزاعی، ک. و کافی، م. ۱۳۸۲. تأثیر تنش خشکی بر رشد ریشه و توزیع ماده خشک بین ریشه و اندام هوایی در ارقام مقاوم و حساس گندم، پژوهش‌های زراعی ایران. ۱: ۳۳-٤١.

راد، م.ه.، مشکوه، م.ع. و سلطانی، م. ۱۳۸۸. تأثیر تنش خشکی بر برخی خصوصیات موفولوژیکی گیاه تاغ، تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ١٦: ٣٤-٤٣.

رهنمون‌فر، م. ۱۳۹۰. تأثیر سایه، مواد آلی و زمان کاشت بر خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک گل لیسیانتوس. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۵۸ ص.

سلاح ورزی، ی.، تهرانی فر، ع. و گزانچیان، ع. ۱۳۸۷. بررسی تغییرات فیزیومورفولوژیک سبزفرش‌های بومی و خارجی، در تنش خشکی و آبیاری دوباره، علوم و فنون باغبانی ایران، ۹: ۱۹۳-۲۰٤.

گزنچیان، ع.، خوش خلق سیما، ن.، ملبوبی، م.ع. و مجیدی، ا. ١٣٨٤. بررسی اثر تنش خشکی و آبیاری مجدد در مراحل اولیه رویشی گراس‌های دائمی پس از استقرار. مجله منابع طبیعی ایران. ۵۸: ۲۱۷- ۲۳۰.

Alam, S. M. (1999) Nutrient uptake by plants under stress condition, In: M. Pessarakli (ed.), Handbook of plant and crop stress, Marcel Dekker Inc., pp. 285-315.

Aldrich, S. R., Scott, W. O. and Leng, E. R. (1975) Modern corn production, A and L Publishers, Champaign, Illinois, pp. 223-237.

Alvarenga, A. A., Castro, E. M., de Castro, E. and Magalhaes, M. M. (2003) Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of Croton urucurana Baill. in Southeastern Brazil. Revista Arvore 27: 53-57.

Beard, J. B. (1997) Shade stresses and adaptation mechanisms of turfgrasses. International Turfgrass Society Research Journal 8: 1186-1195.

Ben Hamed, K., Castagna, A., Salem, E., Ranieri, A. and Abdelly, C. (2007) Sea fennel (*Crithmum maritimum* L.) under salinity conditions: a comparison of leaf and root antioxidant responses. Plant Growth Regulation 53: 185-194.

Bradford, M. M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Annuals of Biochemestry 72: 248-254.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-10]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.12.1]

Camas, N., Janulis, V., Ivanauskas, L., Cirak, C. (2009) The quantitative effects oftemperature and light intensity on hyperforin & hypericins accumulation in *Hypericum perforatum* L. Journal of Medicinal Plants Research 3: 519-525.

Canthos, E., Espin, J. C., Tomas-Barberan, F. A. (2002) Postharvest stilbene enrichment of red and white table grape varieties using UV-C irradiation pulses. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50: 6322-6329.

Chance, B. and Maehly, A. C. (1995) Assay of catalase and peroxidase. In S. P. Culowic and N. O. Kaplan (Eds.), Methods in enzymology (Vol. 2, pp. 764–765). New York: Academic.

Chapman, H. D. and Pratt, P. F. (1961) Methods of analysis for soils, plants and waters, University of California, Division of Agricultural Science.

Chevallier, A. (1996) The encyclopedia of medicinal plants. Dorling Kindersely, London, p 336.

Dai, Y., Shen, Z., Liua, Y., Wang, L., Hannaway, D. and Lu, H. (2009) Effects of shade treatments on the photosynthetic capacity, chlorophyll fluorescence, and chlorophyll content of Tetrastigma hemsleyanum Diels et Gilg. Environmental and Experimental Botany 65: 177-182.

Dole, J. M. and Wilkins, H. F. (1999) Floriculture: principle and species. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, pp 331-347.

Fails, B. S., Lewis, A. J. and Barden, J. A. (1982) Anatomy and morphology of sun and shade grown *Ficus benjamina*. Journal of the American Society for Horticultural Science 107: 754-757.

Erdal, S., Aydin, M., Genisel, M., Taspınar, M. S., Dumlupinar, R., Kaya, O., and Gorcek, Z. (2011) Effects of salicylic acid on wheat salt sensitivity. African Journal of Biotechnology 10: 5713-5718.

Folta, K. M. (2003) Genomic and physiological studies of early cryptochrome 1 action demonstrate roles for auxin and gibberellin in the control of hypocotyls growth by blue light. The Plant Journal 36: 203-214.

Ganelevin, R. and Zieslin, N. (2001) Effect of flower bud shading on growth and development of rose flowers. Acta Horticulturae 54:403-412.

Hamerlynck, E., Tuba, Z., Csintalan, Z., Nagy, Z., Henebry, G. and Goodin, D. (2000) Diurnal variation in photochemical dynamics and surface reflectance of the desiccation-tolerant moss, Tortula ruralis. Plant Ecology 151: 55-63.

Han, H., Gao, Sh., Li, B., Dong, X., Feng, H. and Meng, Q. (2010) Overexpression of violaxanthin de-epoxidase gene alleviates photoinhibition of PSII and PSI in tomato during high light and chilling stress. Journal of Plant Physiology167: 176-183.

Hanelt, D., Hawas, I. and Rae, R. (2006) Reduction of UV-B radiation causes an enhancement of photoinhibition in high light stressed aquatic plants from New Zealand lakes. Journal of Photochemistry and Photobiology 84: 89-102.

Hartmut, K. L. and Burkart, S. (1999) Photosynthesis and high light stress. Journal Plant Physiology 25: 3-16.

Heo, J. W., Lee, C. W., Murthy, H. N. and Paek, K. Y. (2003) Influence of light quality and photoperiod on flowering of *Cyclamen persicum* Mill. Cv. Dixie White. Journal of Plant Growth Regulation 40: 7-10.

Hlatshwayo, M. S. and Wahome, P. K. (2010) Effects of shading on growth, flowering and cut flower quality in carnation (*Dianthus caryohyllus*). Journal of Agriculture and Social Sciences 6: 34-38.

Huffaker, R. C., Radin, T., Kleinkopfig, E., Cox, E. L. (1970) Effect of mild water stress on enzyme of nitrate assimilation and of the carboxylative phase of photosynthesis in barley. Crop Science 10: 471-474.

Jansen, M. A. K., Noort, R. E. V. and Tan, M. Y. A. (2001) Phenol oxidation peroxidases contribute to the protection of plants from ultraviolet radiation stress. Plant Physiology 126: 1012-1023.

Jeong, K.Y., Pasian, C.C. and Tay, D. (2007) Response of six Begonia species to different shading levels. Acta Horticuture 761: 215-220.

Karimi, E., Jaafar, H. Z. E., Ghasemzadeh, A., Ibrahim, M. H. (2013). Light intensity effects on production and antioxidant activity of flavonoids and phenoliccompounds in leaves, stems and roots of three varieties of Labisia pumilabenth. Australian Journal of Crop Science 7: 1016-1023.

Kay, R. E. and Phinney, B. (1956) Plastid pigment changes in the early seedling leaves of *Zea mays* L. Plant Physiology 31: 226-231.

Lambers, H. and Posthumus, F. (1980) The effete of light intensity and relative humidity on growth rate and roots respiration of plantago lanceolata and Zea mays. Journal of Experimental Botany 31: 1621-1630.

Law, R. D. and Crafts-Brandner S. J. (1999) Inhibition and acclimation of photosynthesis to heat stress is closely correlated with activation ofribulose-1,5-bisphosphate carboxylase/oxygenase. Plant Physiology 120: 173-181.

Levitt, J. (1980) Responses of plants to environmental stress. Vol.2, Academic Press, New York.

Lichtenthaler, H.K. and Wellburn, A.R. (1985) Determination of total carotenoids and chlorophylls A and B of leaf in different solvents. Biochemical Society Transactions 11: 591-592.

Lioussane, L., Jolicoeur, S.T. and Arnand, M. (2009) Role of the modification in root exudation induced by arbuscular mycorrhizal colonization on the intraradical growth of phytophthora nicotianae in Tomato. Mycorrhiza 19: 443-448.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-10]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.12.1]

Martinez, J. P., Ledent, J. F., Bajji, M., Kinet, J. M. and Lutts, S. (2003) Effect of water stress on growth, Na+ and K+ accumulation and water use efficiency in relation to osmotic adjustment in two population of (*Atroplex halimus* L.). Plant Growth Regulation 41: 63-73.

Mass, F. and bakx, E.J. (1995) Effect of light on growth and flowering of *Rosa hybrida* 'Mercedes'. Journal of the American Society for Horticultural Science 120: 571-576.

Mastalerz, J. W. and Langhans, R. W. (1969) Roses: A manual on their culture, management, diseases, insects, economics and breeding of greenhouse roses, p 331.

McMahon, M. J., Kelly, J. W. and Decoteau, D. R. (1990) Specterial Transmittance of selected greenhouse construction and nursery shading material. Environmental Horticulture 8: 118-121.

Merzlyak, M. and Chivkunova, O.B. (2000) Lightstress-induced pigment changes and evidence for anthocyanin photoprotection in apples. Journal of Photochemistry and Photobiology 55: 155-163.

Miralles, J., Martinez Sanchez, J. J., Francoa, J. A. and Banon, S. (2011) *Rhamnus alaternus* growth under four simulated shade environments: Morphological, anatomical and physiological responses. Scientia Horticulturae 127: 562-570.

Pessarakli, M. (2008) Hand book of turfgrass management and physiology. In: Shade Stress and Management (eds. Clinton, J. and Gardner, D.S.) Pp. 447-472. CRC Press, Arizona.

Pushpalatha, P., Sharma-Natu, P. and Ghildiyal, M. C. (2008) Photosynthetic response of wheat cultivar to long-term exposure to elevated temperature. Photosynthetica 46: 552-556.

Rajapakse, N., Pollock, R. K., McMahon, M. J. Kelly, J. W. and R. E. Young. (1992) Interpretation of light quality measurement and plant response in spectral filter research. Horticultural Science 27: 1208-1211.

Salvucci, M. E. and Crafts-Brandner S. J. (2004) Relationship between the heat tolerance of photosynthesis and the thermal stability of Rubiscoactivase in plants from contrasting thermal environments. Plant Physiology 134:1460-1470.

Samartzidis, C., Awada, T., Maloupa, E., Radoglou, K. and Constantinidou, H.I.A. (2005) Rose productivity and physiological responses to dierent substrates for soil-less culture. Scientia Horticulturae 106: 203-212.

Shohael, A. M., Ali, M. B., Yu, K. W., Hahn, E. J., Islam, R. and Paek, K. Y. (2006) Effect of light on oxidative stress, secondary metabolites and induction of antioxidant enzymes in Eleutherococcus senticosus somatic embryos in bioreactor. Process Biochemistry 41: 1179-1185.

Song, R., Kelman, D., Johns, K. L., Wright, A. D. (2012) Correlation between leaf age, shade levels, and characteristic beneficial natural constituents of tea (*Camellia sinensis*) grown in Hawaii. Food Chemestry 133: 707-714.

Stapleton, A. E. (1992) Ultraviolet radiation and plants: burning questions. The Plant Cell 4: 1333-1358.

Thornley, J. H. M. (1999) Modeling stem height and diameter growth in plants. Annuals of Botany 84: 195-205.

Traore, S,. Mason, S. C., Martin, A. R., Mortensen, D. A. and Spotanski, J. J. (2003) Velvet leaf interference effects on yield and growth of grain sorghum. Agronomy Journal 95: 1602-1607.

Veneklaas, E. J. and Ouden, F. D. (2005) Dynamics of non-structural carbohydrates in two ficus species after transfer to deep shade. Environmental and Experimental Botany 54: 148-154.

Villegas, E., Perez, M. and Lao, M. T. (2006) Influence of lighting levels by shading cloths on Cyclamen persicum quality. Acta Horticulturae 711:145-150.

Wadud, M. A., Rahman, G. M. M., Chowdury, M. J. U. and Mahboob, M. G. (2002) Performance of red amaranth under shade condition for agroforestry system. Journal of Biological Sciences 2: 765-766.

Watanabe, S., Kojima, K., Ide, Y. and Sasaki, S. (2000) Effects of saline and osmotic stress on proline and sugar accumulation in Populus euphratica in vitro. Plant Cell, Tissue and Organ Culture 63 (3): 199-206.

Wherley, B. G., Gardner, D. S. and Metzger, J. D. (2005) Tall fescue photomorphogenesis as influenced by changes in the spectral composition and light intensity. Crop Science 45: 562-568.

Wilcox, J. N. (1985) Dry matter partitioning as influenced by competition between soybean isolines. Agronomy Journal 77: 738-742.

Winstead, C. W. and Ward, C. Y. (1974). Persistence of southern turfgrasses in a shade environment. In Proceedings of the Second International Turfgrass Research Conference. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, p 221-230.

Wolf, F. T. (1963) Effects of light and darkness on biosynthesis of carotenoid pigments in wheat seedlings. Plant Physiology 38: 649-652.

Zhang, M., Cao, T., Ni, L., Xie, P. and Zh, Li. (2009) Carbon, nitrogen and antioxidant enzyme responses of Potamogeton crispus to both low light and high nutrient stresses. Environmental and Experimental Botany 68: 44-50.

Zieslin, N. and Mor, Y. (1990) Light on roses- a review. Scientia Horticulturae 43:1-14.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-10]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1397.7.26.12.1]