اثربخشی طیف‌های مختلف نوری بر مهار تنش نور شدید در گل رز رقم سامورایی

لیلا بیات، مصطفی عرب* و ساسان علی نیائی فرد

گروه باغبانی پردیس ابوریحان دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۲۳، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۸/۰٤/۱۹)

چکیده:

گل رز از شاخص‌ترین گل‌های شاخه بریده می‌باشد که در تولید گلخانه‌ای آن میزان تابش نور از اهمیت بسیاری برخوردار است. کاهش و یا افزایش شدت نور، هر دو منجر به کاهش فتوسنتز و رشد گیاه می‌شوند. در این تحقیق با استفاده از فلورسانس کلروفیل a و آزمون OJIP که از روش‌های دقیق محاسبه کارایی فتوسنتز در گیاه می‌باشند، اثرات طیف نور بر فتوسنتز و برهم کنش آنها با تنش نور شدید تجزیه و تحلیل شد. آزمایش در بهار سال ۹٦ در گلخانه تحقیقاتی پردیس ابوریحان- دانشگاه تهران با چهار اتاقک رشد مجهز به نور قرمز، آبی، قرمزآبی و سفید بر روی گل رز رقم 'سامورایی' به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. پس از یک ماه قرارگیری گل-ها در زیر نورهای مختلف با دوره نوری ۱۲ ساعت روشنایی و تاریکی با شدت نوری ۲۵۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه، گیاهان برای اعمال تیمار تنش نوری به مدت ۱۲ ساعت به اتاقک رشدی با شدت نور ۱۵۰۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه منتقل شدند. در بررسی پارامترهای بیوفیزیک فتوسنتزی، بالاترین شاخص جذب انرژی و نرخ انتقال الکترون نسبت به مرکز واکنش در نور قرمز مشاهده شد. همچنین بیشترین میزان رنگدانه‌های فتوسنتزی، آنتوسیانین و کربوهیدرات محلول و کمترین میزان پراکسیداسیون غشا و پراکسید هیدروژن نیز در نور قرمز مشاهده گردید. بنابراین بر اساس نتایج حاصل از آنالیز پارامترهای فتوسنتزی و بیوشیمیائی، نور قرمز در کاهش خسارت نوری گیاه رز موثر بوده است.

واژه‌های کلیدی: رنگدانه‌های فتوسنتزی، شدت نور، طیف نور، فلورسانس کلروفیل

مقدمه:

نور به‌عنوان منبع و سیگنال انرژی، از مهم‌ترین عوامل موثر در رشد و نمو گیاهان می‌باشد. شدت نور، دوره نوری و طیف نور بر مورفولوژی و فیزیولوژی گیاهان موثر می‌باشند. طیف های نوری فتوسنتز شامل: نور قرمز با طول موج (۷۰۰-٦۰۰) و آبی (٤٥۰-٤۲۰) نانومتر است که بوسیله مهم‌ترین رنگدانه‌های برداشت‌کننده نور، کلروفیل a با پیک جذبی ٤۳۰ و ٦٦٥، کلروفیل b با پیک جذبی ٤۳٥ و ٦٤۲ نانومتر جذب می گردند (Sager and McFarlane, 1997; Hogewoning *et al.*, 2010b). امروزه در گلخانه‌های پیشرفته از نور مکمل برای افزایش رشد و تولید محصولات کشاورزی استفاده می‌کنند (Massa *et al.*, 2008; Hogewoning *et al.*, 2010a; Paradiso *et al.*, 2011; Ouzounis *et al.*, 2014). از آنجایی‌که نور از شرایط محیطی موثر در پرورش رز می‌باشد، همواره جهت استفاده بهینه از نور، تحقیقات وسیعی صورت گرفته است. چنانچه در مناطقی که نور تابشی کافی در اختیار گیاه قرار ندارد از نورهای مکمل جهت رشد بهتر رز استفاده شده است (Paradiso *et al.*, 2011). امروزه کاربرد LED ها بعلت عمر

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: mosarab@ut.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.9.2]

طولانی، کاهش هدر رفت گرمایی و قابلیت تنظیم دقیق شار فوتون فتوسنتزی ((Photosynthetic photon flux density(PPFD) و طول موج نور تابشی، جایگزینی مناسب برای منابع نوری قدیمی است (Bourget, 2008; Morrow, 2008). فوتون‌های نور توسط کلروفیل‌ها جذب و به مراکز واکنش فتوسیستم یک و دو منتقل می‌گردند و سه سرنوشت شامل؛ مسیر فتوشیمیایی، فلورسانس و فرونشانی گرمایی (Non photochemical quenching(NPQ)) برای آنها رخ می‌دهد. فلورسانس به عنوان انرژی بازتاب شده حاوی اطلاعات مفیدی از عملکرد فتوسنتز می‌باشد (Zarco-Tejada, 2000). توازن میان دریافت و مصرف انرژی در تغییرات کمیت و کیفیت نور یکی از راهکارهای حفاظتی فتوسنتز می‌باشد که در اثر تنش‌های مختلف زیستی و غیرزیستی این موازنه تغییر کرده و موجب خسارت به دستگاه فتوسنتزکننده می‌گردد (Kalaji *et al.*, 2012). تنش نور شدید از مهم‌ترین تنش‌های غیرزیستی است که بر رشد گیاه تاثیر گذاشته و موجب کاهش عملکرد فتوسنتز می‌گردد (Yamori *et al.*, 2010; Li *et al.*, 2017). تنش نوری باعث ایجاد گونه های واکنش‌گر اکسیژن ((Reactive oxygen species(ROS) شامل؛ سوپراکسید، اکسیژن منفرد و پراکسید هیدروژن در غشاء تیلاکوئید می‌گردد که باعث خسارت نوری به فتوسیستم دو می‌گردند (Chen *et al.*, 2017). یکی از روش‌های تحقیق بر روی عملکرد فتوسیستم دو و واکنش آن به تغییرات محیطی، بررسی فلورسانس کلروفیل a می‌باشد که براساس اطلاعات بدست آمده از فلورسانس می‌توان میزان جذب فوتون‌های انرژی، انتقال الکترون‌ها، میزان هدر رفت گرمایی و شاخص فعالیت فتوسیستم دو و بسیاری از پارامترهای دیگر را بررسی نمود (Kalaji *et al.*, 2012; Kalaji *et al.*, 2016). مطالعات پیشین برخی جنبه‌های سلولی قرار گرفتن در معرض طیف‌های مختلف نور را بررسی کرده‌اند. به‌عنوان مثال، با اثرگذاری طیف نور آبی بر هدایت کلروپلاست‌ها به حاشیه سلول گیاهی و کاهش زاویه برگ با ساقه از خسارت تنش نوری کاسته می‌شود (Ohgishi *et al.*, 2004). طیف قرمز و آبی بصورت طیف تک رنگ و ترکیبی در بیان ژن‌های پروتئین‌های فتوسیستم دو و مهار تنش نوری موثر می‌باشند. کلروفیل‌ها، کارتنوئیدها و آنتوسیانین‌ها از مهم‌ترین رنگیزه‌های پروتئینی موثر در حفاظت خسارت تنش نوری می‌باشند (Petrella *et al.*, 2016). در این تحقیق بر اساس مطالعات گذشته فرض بر این است که قرارگیری گیاه رز در طیف‌های مختلف نوری باعث تغییرات متابولیکی می‌گردد وواکنش گیاه را نسبت به تنش نور تحت تاثیر قرار می‌دهد (Wang *et al.*, 2017). فلورسانس کلروفیل a به عنوان یک ابزار فیزیولوژیکی مهم برای بررسی فتوسنتز برگ مورد استفاده قرار می‌گیرد. عملکرد فلورسانس کلروفیل a بر اساس وضعیت اکسیداسیون-احیا اولین گیرنده الکترون در فتوسیستم دو بنام کوئینون A تعیین می‌گردد که در حالت اکسید شده به‌عنوان یک فرونشان عمل می‌کند (Strasser, 1995). هدف از انجام این پژوهش تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل از فلورسانس کلروفیل و بررسی میزان کارایی فتوسنتز در ارتباط با تغییر ترکیباتی مانند کلروفیل‌ها، آنتوسیانین و کربوهیدرات در طیف‌های مختلف نوری و اثرات متعاقب آنها بر کاهش تنش نور می‌باشد.

مواد و روش‌ها:

قلمه‌های تهیه شده از گل رز رقم سامورایی *(Rosa hybrida* (cv. ‘Samuraie’ .در اواخر بهمن ۹۵ در بستر پرلیت قرار گرفتند. پس از پنج هفته قلمه‌های ریشه‌دار شده با دو برگ به گلدان‌هایی به ارتفاع ۱۵ سانتیمتر و ترکیب بستر (۷۰٪ کوکوپیت +۳۰٪ پرلیت) منتقل شدند. گیاهان با نصف غلظت محلول هوگلند آبیاری شدند. گیاهان همگن با ارتفاع یکسان و بدون غنچه به اتاقک‌های رشد با طیف‌های قرمز، آبی، سفید و ترکیب ۷۰٪ قرمز و آبی ۳۰٪ که توسط LED های ٤۰ وات تهیه شده از شرکت پرتو رشد نوین با چهار تکرار با شدت نور ۲۵۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه با شرایط محیطی یکسان منتقل شدند. در طول دوره رشد درجه حرارت ۵ ± ۲۷ درجه سانتی‌گراد، میزان رطوبت ۵ ±۵۰٪ و دوره نوری ۱۲ساعت روشنایی و ۱۲ساعت تاریکی (۸ صبح تا ۸ شب) بطور منظم کنترل شدند. بعد از گذشت چهار هفته، گیاهان رز به مدت ۱۲

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.9.2]

ساعت از ۸ صبح تا ۸ شب به اتاقک رشدی با شرایط محیطی کنترل شده مشابه تیمار طیف‌های مختلف نور با شدت نور ۱۵۰۰ میکرومول بر مترمربع بر ثانیه منتقل شدند. نور شدید با LED فول اسپکتروم ۹۶۰ وات با طول موج ۷۰۰-۴۰۰ تهیه شده از شرکت پرتو رشد نوین ایجاد گردید. بررسی عملکرد فتوسنتز، فلورسانس کلروفیل a، میزان محتویات کلروفیل، آنتوسیانین و کربوهیدرات، پراکسید شدن غشا و پراکسید هیدروژن برگ قبل و بعد از تنش نور شدید صورت گرفت.

آزمون OJIP و فلورسانس کلروفیل a: برای اندازه‌گیری ماکزیمم اثر فتوسنتزی فتوسیستم دو از برگ‌های جوان و توسعه یافته گیاه استفاده گردید. قبل از اندازه‌گیری، نمونه‌ها به مدت ۲۰ دقیقه در تاریکی قرار گرفتند و سپس با دستگاه فلورکم مدل (Photon Systems Instruments, PSI, Czech Republic) FC 1000-H میزان F_v/F_m بررسی گردیدند. دستگاه فلورکم از یک دوربین با حس‌گرهای حساس به نور و چهار LED تشکیل یافته که یک جفت آن جهت اندازه‌گیری فلاش و جفت دیگر برای فلاش‌های کوتاه و سریع و نور اشباع کاربرد دارد که از این داده‌ها جهت محاسبه ماکزیمم کارایی کوانتوم فتوسیستم دو (F_v/F_m) بر اساس پروتکل مشخص استفاده می‌شود (Genty *et al.*, 1989; Aliniaeifard *et al.*, 2014; Aliniaeifard and van Meeteren, 2014). ابتدا تصاویر مربوط به فلاش‌های کوتاه و پس از آن تصاویر مربوط به نوراشباع با شدت ۳۹۰۰ میکرومول بر مترمربع برثانیه بر روی نمونه ثبت می‌گردد که نتیجه این نور گذرا و اشباع، احیا شدن اولین کوئینون پذیرنده الکترون فتوسیستم دو می‌باشد (Genty *et al.*, 1989). پس از اینکه فلورسانس به حالت پایدار رسید اطلاعات حاصل از فلورسانس بصورت اعداد حاصل از تفسیر تصاویر و میانگین ذخیره می‌گردد. اولین فلورسانس مربوط به فلورسانس پایه (F_0) و فلورسانس اوج (F_m) می‌باشد که با کسر این دو فلورسانس میزان فلورسانس متغیر بدست می‌آید ($F_V = F_M - F_0$). بنابراین میزان (F_v/F_m) با قرار دادن میزان $F_m - F_0$ در بالای کسر قابل محاسبه می‌باشد. میانگین مقادیر و انحراف معیار (F_v/F_m) در هر تصویر با استفاده از نسخه هفت نرم افزار فلورکم محاسبه می‌گردد.

القا سریع فلورسانس کلروفیل a (OJIP) با دستگاه فلورپن مدل FP 100-MAX (Photon Systems Instruments, Drasov, Czech Republic) بررسی گردید. ابتدا برگ جوان و توسعه یافته رز حداقل ۲۰دقیقه در تاریکی قرار داده شد و پس از آن با اجرای پرتکل OJIP مراحل بیوفیزیکی و سرنوشت الکترون برانگیخته شده در فتوسیستم دو مورد ارزیابی قرارگرفت (Strasser, 1995). اطلاعات ذخیره شده دستگاه در زمان اندازه‌گیری استخراج شده و با نرم افزار فلورپن تجزیه و تحلیل گردید. این اطلاعات شامل؛ فلورسانس در ۵۰ میکروثانیه (F_0)، دو میلی‌ثانیه (F_J)، ۶۰ میلی ثانیه (F_I) و بیشترین فلورسانس (F_m) می‌باشد. شاخص عملکرد بر مبنای جذب (PI_{ABS}) و میزان احیا کوئینونA (Q_A^-) در مرکز واکنش فتوسیستم دو از زمان فلورسانس اولیه (F_0) تا ماکزیمم فلورسانس (F_m) محاسبه می‌شود. همچنین توانایی به دام انداختن الکترون تهییج شده و انتقال آن در زنجیره الکترون فراتر از احیا کوئینون A (رابطه ۳)، عملکرد کوانتومی انتقال الکترون (رابطه ٤)، بازده کوانتومی اتلاف انرژی (رابطه ۵) و حداکثر تولید کوانتومی فتوشیمی اولیه (رابطه ۵) نیز بر اساس معادلات زیر محاسبه شد:

(۱) $VJ = (FJ-F0) / (FM-F0)$

(۲) $\Phi P0 = 1- (\Phi F0/FM)$

(۳) $\psi_0 = 1-VJ$

(٤) $\Phi E0 = (1- (F0/FM)). \psi_0$

(۵) $\Phi D0 = 1- \Phi P0 – (F0/FM)$

شار جذب انرژی در هر مرکز واکنش را با رابطه فرمولی (٦)، شار انرژی منتشر شده (فرمول۷)، شارانرژی بدام افتاده در مرکز واکنش (فرمول۸) و شار انتقال الکترون نسبت به مرکز واکنش (فرمول۹) نیز بر مبنای معادلات زیر توسط دستگاه محاسبه گردید.

$ABS/RC = (M0.(1/VJ).(10 /\Phi p_0))(M0 = TR0/RC –$ (٦)$ET0/RC)$

(۷) $DI0/RC = (ABS/RC) – (TR0/RC)$

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.9.2]

(۸) $ET0/RC = M0.(1/VJ).\ \psi_0$

(۹) $TR0/RC = M0.\ (1/VJ)$

میزان کلروفیل و کارتنوئید: جهت اندازه‌گیری کلروفیل میزان ۰/۲۵ گرم از برگ رز را بوسیله ازت مایع پودر کرده و سپس در داخل فالکون با استون ۸۰٪ به حجم ۱۰ میلی‌لیتر رساندیم. فالکون‌ها را داخل سانتیریفیوژ (SIGMA-3K30) با سرعت ٦۰۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه گذاشته و سپس عصاره جدا شده فوقانی حاصل از سانتیریفیوژ را داخل کووت ریخته و در طول موج ٦٦۳ برای کلروفیل a و طول موج ٦٤٥ برای کلروفیل b بوسیله اسپکتروفتومتر (Lambda 25-UV/VIS spectrometer) قرائت گردید (Arnon, 1949).

سنجش میزان آنتوسیانین: برای تعیین آنتوسیانین مقدار یک گرم از برگ تازه را با نیتروژن مایع پودر کرده و سپس به هر کدام مقدار ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی شده با هیدروکلریک اسید یک درصد اضافه کرده و در تاریکی با دمای ٤ درجه سانتیگراد به‌مدت ۲٤ ساعت نگهداری گردید. بعد از سانتریفیوژ، میزان جذب محلول رویی در طول موج ۵۵۰ نانومتر ثبت شد (Wagner, 1979).

اندازه‌گیری پراکسید هیدروژن: در اندازه‌گیری پراکسید هیدروژن، ۰/۲۵ گرم بافت تازه برگ در تری کلرواستیک اسید (TCA) یک درصد سائیده شده و سپس عصاره حاصل به مدت ۱۰ دقیقه در ۵۰۰۰rpm سانتریفیوژ شد. به ۲۵۰ میکرولیتر از فاز بالا ۲۵۰ میکرولیتر از بافر فسفات پتاسیم ۱۰۰ میلی مولار (pH=7) و ۵۰۰ میکرولیتر از یدید پتاسیم یک مولار اضافه گردید و جذب نمونه‌ها در طول موج ۳۹۰ نانومتر ثبت گردید. مقدار پراکسید هیدروژن در هر نمونه با استفاده از ضریب خاموشی $0/28\ M^{-1}\ cm^{-1}$ محاسبه گردید (Alexieva *et al.*, 2001).

سنجش کربوهیدرات‌های قابل حل: برای ارزیابی کربوهیدرات محلول، ابتدا ۰/۱ گرم از بافت تازه برگ را پودر کرده و پس از انتقال آن به درون تیوپ‌های سانتریفیوژ و اضافه نمودن میزان ۱۳ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد، به مدت ۱۰ دقیقه در ۵۰۰۰ دور سانتریفیوژ گردید. محلول رویی به ارلن ۲۵ میلی لیتری انتقال داده شده و به رسوب موجود، مجددا ۱۲-۱۰ میلی‌لیتر اتانول ۸۰ درصد اضافه کرده و پس از مخلوط کردن دوباره سانتریفیوژ شدند. محلول رویی به محلول قبل اضافه شد و حجم نهایی با اتانول ۸۰ درصد به حجم ۲۵ میلی‌لیتری رسانده شد. سپس ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره را برداشته و به آن سه میلی لیتر آنترون (۱۵۰ میلی گرم آنترون خالص + ۱۰۰ میلی لیتر اسید سولفوریک ۷۲٪) تازه تهیه شده اضافه شد و پس از ۳۰ ثانیه هم‌زدن، لوله‌ها به درون آب یخ انتقال یافتند تا خنک شوند. پس از خنک شدن جذب در طول موج ٦۲۵ نانومتر ثبت شد (van Doorn, 2012).

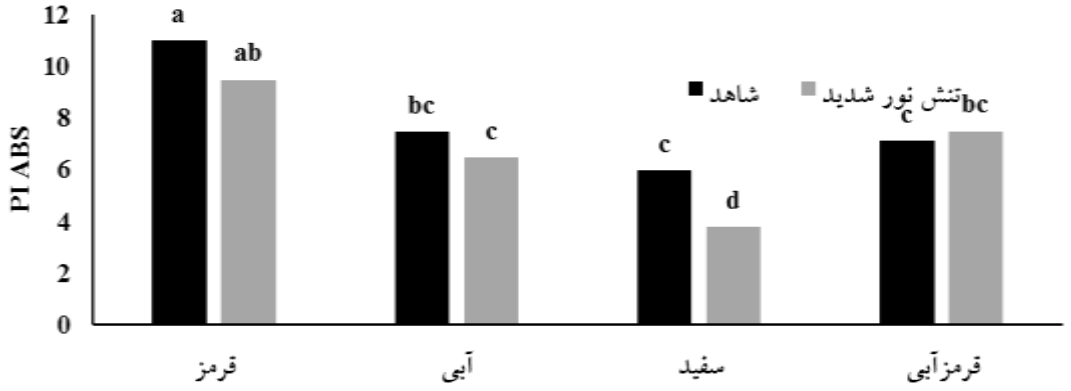
محاسبات آماری: چهار تیمار طیف نوری و در هر تیمار چهار تکرار مورد استفاده قرار گرفت و اندازه‌گیری در دو زمان قبل و بعد از قرار گرفتن در معرض نور شدید انجام شد. داده‌های فتوسنتزی و غیر فتوسنتزی با استفاده از نرم افزار SASآنالیز شدند و داده‌های فلورسانس با نرم افزار فلورپن تجزیه و تحلیل گردیدند.

نتایج و بحث:

در این مطالعه با استفاده از آزمون OJIP سرنوشت نور جذب شده در شرایط مختلف نوری و تاثیر تنش نور در سیستم انتقال الکترون ارزیابی گردید و مشخص شد که بیشترین شاخص عملکردی فتوسنتز به ازای نور جذب شده قبل از تنش نوری در نور قرمز و کمترین مقدار آن در نور سفید و قرمزآبی مشاهده شد اما بعد از تنش بالاترین میزان در نور قرمز و کمترین در نور سفید مشاهده گردید (شکل ۱). فلورسانس کلروفیل به‌عنوان ابزاری برای بررسی فیزیولوژی گیاه با اثر بر روی غشا تیلاکوئید برگ، توسط آزمون OJIP تحلیل و تجزیه گردید. این آزمون در بررسی کارایی فازهای بیوفیزیکی بین مراحل مختلف سیستم انتقال الکترون بسیار کاربردی است (Strasser *et al.*, 2000; Kalaji *et al.*, 2012; Kalaji *et al.*, 2016; Serôdio *et al.*, 2017). PI_{ABS} یکی از شاخص‌های مهم مورد بررسی در مقابل تنش است که اولین مرحله آن با جذب شار انرژی شروع شده و تا احیا کوئینون ادامه دارد

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.9.2]



شکل ۱- شاخص عملکردی فتوسنتز به ازای نور جذب شده (PIABS) در قبل و بعد از تنش نور شدید در برگ رز تحت طیف¬های مختلف نور. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.

(Strasser *et al.*, 2000; Kalaji *et al.*, 2012). بر اساس تحقیقات گذشته این پارامتر نقش بسیار مهمی در تفسیر میزان تحمل گیاهان به تنش‌های محیطی مانند تنش سرما (Rabara *et al.*, 2017)، کمبود عناصر غذایی (Chitu *et al.*, 2009)، تنش نور و گرما (Chitu *et al.*, 2009)، تنش نور ضعیف و شدید (Kalaji *et al.*, 2012; Wang *et al.*, 2015)، تنش خشکی (Wang *et al.*, 2012)، تنش شوری (Jafarinia and Shariati, 2012) و تنش غرقابی (Sarkar and Ray, 2016) دارد. کمترین میزان فلورسانس (F_0) قبل از تنش در هر چهار تیمار نوری ثابت می‌باشد اما بعد تنش بالاترین میزان آن مربوط به نور قرمز و سفید و کمترین آن در نور آبی و قرمزآبی می‌باشد. بالاترین میزان فلورسانس در دو میلی ثانیه (F_J) قبل تنش در نور آبی و کمترین در نور قرمزآبی گزارش شد در صورتی‌که بعد از تنش کمترین میزان در نور آبی و بیشترین در نور قرمز مشاهده شد. بیشترین میزان فلورسانس در ۳۰ میلی ثانیه (F_I) در زمان قبل از تنش در نور آبی و کمترین آن مربوط به نور قرمزآبی و در بعد از تنش کمترین میزان در نور آبی و بیشترین آن در نور قرمز مشاهده گردید که در نور قرمز قبل تنش و بعد از تنش اختلاف کمتری گزارش شده است. در کارایی فتوسیستم دو (F_v/F_m) بیشترین تغییر در نور سفید و کمترین تغییر تحت نور قرمز و قرمزآبی مشاهده گردید (جدول۱). در بررسی دیگر پارامترهای آزمونOJIP، بیشترین میزان جذب انرژی نسبت به مرکز واکنش (ABS/RC) در قبل تنش در طیف قرمزآبی و بعد تنش در طیف سفید و آبی مشاهده شد اما اختلاف کمتر عددی قبل و بعد تنش مربوط به طیف قرمزآبی و قرمز می‌باشد. بالاترین مقدار بدام افتادن الکترون (TR0/RC) قبل از تنش تحت طیف قرمزآبی گزارش شد اما بعد از تنش کمترین میزان در این طیف مشاهده گردید. کمترین میزان اختلاف عددی در قبل تنش و بعد تنش هم در نور قرمزآبی مشاهده شد. بیشترین میزان انتقال الکترون از مرکز واکنش به سمت فراتر از کوئینون A (ET_0/RC) قبل از تنش در نور قرمز و کمترین در نور آبی مشاهده شد و در بعد از تنش بالاترین میزان در نور قرمز و قرمزآبی و کمترین تحت طیف سفید و آبی گزارش گردید که میزان آن بعد از تنش به علت تهییج بیشتر الکترون‌ها افزایش داشته است. میزان اتلاف گرمایی (DI_0/RC) در تمام تیمارها بعد از تنش افزایش داشته است اما در قبل از تنش کمترین میزان اتلاف گرمایی در طیف سفید و قرمز مشاهده گردید و در بعد از تنش کمترین میزان آن متعلق به طیف قرمز و قرمزآبی می‌باشد (جدول ۱). در بررسی کلی این چهار پارامتر فتوسنتزی به این نتیجه می‌رسیم که بعد از تنش نور شدید بعلت افزایش تهییج الکترون‌ها مقدار این پارامترها افزایش پیدا می‌کند اما چنانچه اختلاف بین تنش و قبل از تنش کمتر باشد نشانه سازگاری گیاه با شرایط بوجود آمده تحت تیمارهای خاص می‌باشد. رابطه این چهار پارامتر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.9.2]

جدول ۱- تاثیر طیف‌ها و شدت نور معمولی و شدید بر پارامترهای استخراج شده از آزمون OJIP

شدت نور	کیفیت نور	F_0	F_J	F_I	F_v/F_m	ABS/RC	TR_0/RC	ET_0/RC	DI_0/RC
۲۵۰	قرمز	۱۲۷۰۱/۸ c	۳۰۹۳٤ cd	٤٤۱۰۲ ab	۰/٦۸۹	۳/۱٦ d	۲/۳۷ c	۱/۱۹ ab	۰/۷۹۳ e
	آبی	۱۲٦۰٦/٥ c	۳٥۳٤۳ c	٤٥۱۹٥ ab	۰/۷۱٤	۳/۲۲ d	۲/۲۸ c	۰/۷۷ c	۰/۸۳۹ de
	سفید	۲۷۱٤ c	۳۳۱۱۷ c	٤۱۳۷۰ b	۰/۷۸۸	۳/۱۱ d	۲/۳۲ c	۱/۱٦ ab	۰/۸۳۹ e
	قرمزآبی	۱۲٤۳۳ c	۲٦٦٥٤ d	۳۸٤٤۱ c	۰/٦۷٥	۳/۷٤ c	۲/٥۲ bc	۱/۰۷ b	۱/۲٤ cd
۱۵۰۰	قرمز	۱٦٤٥۰/۸ a	٤۹۱۸۹ a	٤۹۱۸۹ a	۰/٦٦٥	٤/۳٥ b	۲/۸٥ a	۱/٤٤ a	۱/٥۳ bc
	آبی	۱٤۰۷۷/۳ bc	۳۲۷۲٤ c	۳۳۷۲٤ c	۰/٦٤	٤/۸٦۳ a	۲/۸٤ a	۱/۳۳ ab	۲/۲٦ a
	سفید	۱٦۹۷۹ a	٤۳۱۳٤ b	٤۳۱۳٤ ab	۰/٦۱٤	٤/٥٦ a	۲/۹۱ a	۱/۱۲ ab	۱/٦٥ b
	قرمزآبی	۱٤۷۸٤/۳ b	٤۲۹۲٥ b	٤۲۹۲٥ ab	۰/٦٥	٤/۳۰۹ b	۲/٦۹ ab	۱/٤۲ a	۱/٥۱ bc
کیفیت نور		۱٤۹/٤٤ ns	٤٦٤۲۱۸۱۳/٤ *	۷۸۸۳۲۱۲٥/٥ *	۰/۰۰۳۳ ns	۰/۱٦۰۱ ns	۰/۰۰٤ ns	۰/۱۰۹ *	۰/۲٥۷ *
شدت نور		۲٦ /٥۲ ns	۸۷۸۸۳۱۸٥ **	۹۰۱۱/٥ ns	۰/۰٦٦ **	۱۱/۷٤ **	۱/٦۱ **	۰/٦۱۳ **	٥/۱۲ **
کیفیت×شدت نور		٤۹٤/۹٤ *	۱۷۷۱۸۹٥۰۲ **	۱۲۰٤٥۰٤٤۲ **	۰/۰۱۳۳ ns	۰/٤٤ **	۰/۰۷۳ *	۰/۱۲٦ *	۰/٤۱۲ **

.* به ترتیب معنی دار در سطح ۱ و ۵ درصد. میانگین با حروف مشابه از نظر آماری تفاوت معنی‌داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند.**

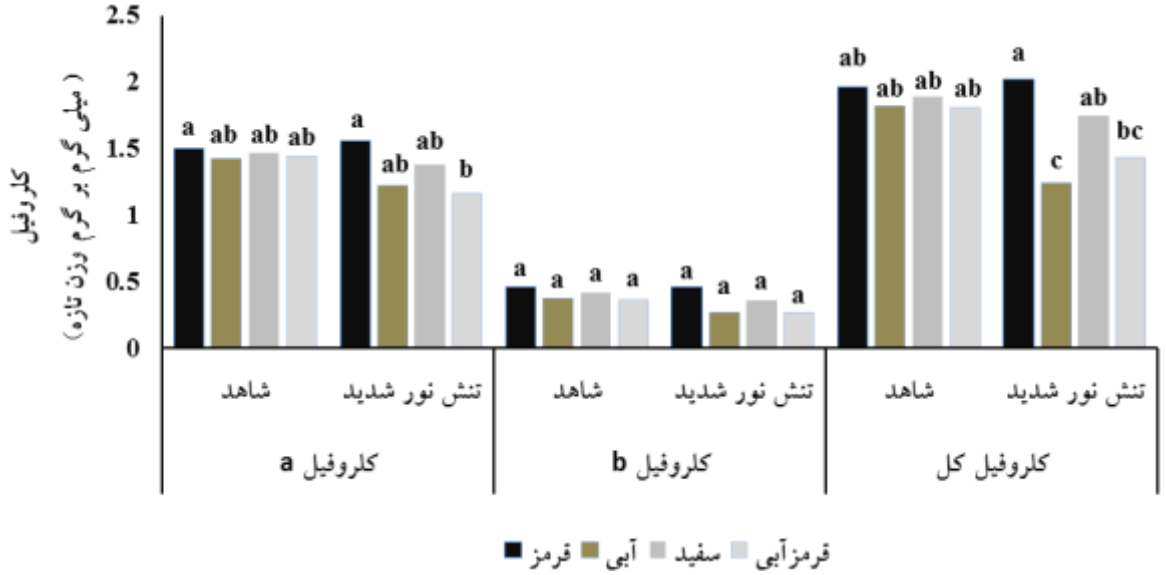
آزمون OJIP جهت بررسی میزان کارایی فتوسنتز در تنش نوری و سایر تنش‌ها در تحقیقات گذشته گزارش شده است (Kalaji *et al.*, 2012; Zushi *et al.*, 2012). از آنجایی که اعمال تنش نور ۱۵۰۰ میکرومول بر مترمربع در ثانیه بدون افزایش دما حتی با استفاده از لامپهای ال ای دی امکانپذیر نمی‌باشد بنابراین سعی شد که دما در اواخر رشد گیاه حدود ۲۷ درجه با دامنه تغییرات سه تا پنج درجه باشد که احتمالا این دما باعث اثر منفی بر پارامترها بیوفیزیک شده است.

بر اساس (شکل۲) بیشترین میزان کلروفیل a در قبل از تنش در نور قرمز و در بعد از تنش نیز در نور قرمز و کمترین میزان آن تحت طیف قرمزآبی مشاهده شد. میزان کلروفیل b در قبل از تنش و بعد از تنش تفاوت قابل ملاحظه‌ای نداشت. میزان کلروفیل کل در قبل از تنش در نور قرمز بیشتر بود اما در کل اختلاف چندانی با طیف‌های دیگر مشاهده نگردید اما در بعد از تنش بیشترین میزان در طیف قرمز و کمترین مقدار در طیف آبی مشاهده گردید. نور قرمز با حفظ رنگدانه‌های فتوسنتزی در بعد از تنش اثر مشخص‌تری نسبت به تنش نور شدید با سایر تیمارها داشت. فیتوکروم‌ها با جذب نور قرمز باعث بیان mRNA مربوط به پروتئین‌های کلروفیل برداشت کننده نور می‌گردند (Apel and Kloppstech, 1980). نور قرمز و نور سفید با اثر بر روی پیش‌ماده‌های تولید کلروفیل شامل؛ ۵-آمینولئونیک (ALA)، پرتوپروفیرین IX ، پرتوکلروفیلد و پرتوپروفیرین منیزیم IX باعث افزایش بیوسنتز کلروفیل می‌گردند (Fan *et al.*, 2013). کلروفیل‌ها و کارتنوئیدها با حضور در مجموعه برداشت کننده نور، نقش بسیار مهمی در کارایی فتوسنتز، جذب و انتقال الکترون دارند (Biswal *et al.*, 2012). میزان کارتنوئیدها در قبل از تنش در نور آبی و در بعد از تنش تحت نور قرمز افزایش داشت و کمترین اختلاف در قبل و بعد از تنش در طیف قرمز مشاهده گردید (جدول ۲). کارتنوئیدها به عنوان آنتی‌اکسیدان، با تاثیر بر روی کلروفیل برانگیخته و اکسیژن منفرد از خسارت به دستگاه فتوسنتز جلوگیری می‌کنند. همچنین به‌عنوان پیش‌ساز پروتئین‌های چرخه زانتوفیل در کاهش بازدارندگی نوری توسط فرایند فرونشانی گرمایی بسیار موثر می‌باشند (Jahns and Holzwarth, 2012).

میزان آنتوسیانین قبل از تنش در نور قرمز و در بعد از تنش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.9.2]



شکل۲- اثر طیف‌های مختلف نوری و تنش نور شدید بر روی کلروفیل a, b و کلروفیل کل. حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.

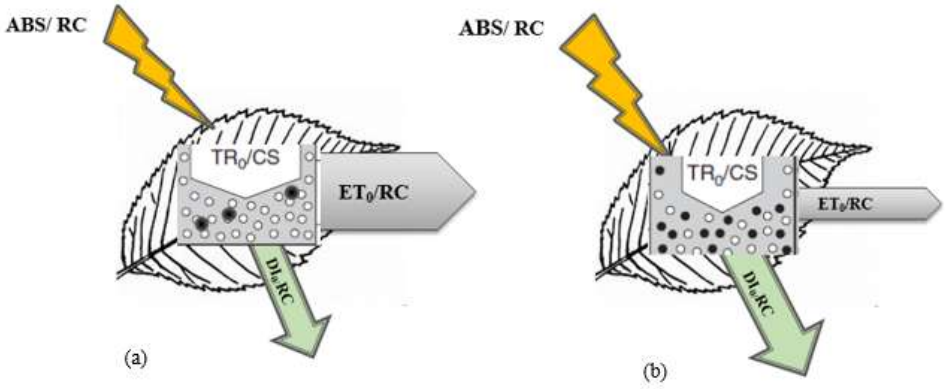
جدول۲- تاثیر کیفیت و کمیت نور بر پارامترهای بیوشیمیائی اندازه‌گیری شده

شدت نور ($\mu molm^{-2}s^{-1}$)	کیفیت نور	کارتنوئید ($mg\ g^{-1}$)	آنتوسیانین ($\mu molg^{-1}$)	پراکسید هیدروژن ($\mu mol\ g^{-1}$)	مالون دی آلدئید ($mmol\ g^{-1}$)	کربوهیدرات محلول ($mg\ g^{-1}DW$)
۲۵۰	قرمز	۱/۰۷۵٤ ^{b}	۱۰/۹۹٦ ^{bc}	۰/۱۵٤ ^{d}	۰/۲۸۹ $^{d-e}$	٦٤٦/۳۲ ^{a}
	آبی	۱/۷٦۹۷ ^{a}	۵/٦۷ ^{d}	۰/۱۷٦ ^{d}	۰/ ۲۱٦ ^{d}	٤۹۹/٤ ^{b}
	سفید	۱/۰۷۵۱ ^{b}	٦/۳۵۱ ^{d}	۰/۱٤۷ ^{d}	۰/۳۲۵ $^{d-e}$	٦۹۰/٦۳ ^{a}
	قرمزآبی	۱/۰۱۱٤ ^{b}	۹/۹۷۲ ^{c}	۰/۱۹۰ ^{c}	۰/٤۳۳ ^{d}	۵۳٤/۹۰ ^{b}
۱۵۰۰	قرمز	۱/۰۹٦۱ ^{a}	۱۳/۲۲۲ ^{a}	۱/۳٤۲ ^{c}	۰/٦۲۰ ^{c}	٤۹۹/۹ ^{b}
	آبی	۱/۰۰٦ ^{b}	۷/۱۳ ^{d}	۱/۹۷۱ ^{a}	۰/۸۳۸ ^{ab}	۱۰۱/۵ ^{c}
	سفید	۱/۰۲۳۲ ^{b}	۱۳/۱۸ ^{a}	۲/۲۰۷ ^{a}	۰/۹۹٦۳ ^{a}	۱٦۲/۲٤ ^{c}
	قرمزآبی	۰/۸۲۹۸ ^{b}	۱۲/۳۹۷ ^{ab}	۱/۷۹٦ ^{b}	۰/۷۸٤۳ ^{bc}	۱٤۱/۲۱ ^{c}
کیفیت نور		۰/۳۸۱ **	۵۰/۱۲۹ **	۰/۲٦٦ *	۰/۰٦٤۸ **	۲۳۳۸۳/۹۹ **
شدت نور		۰/٤۵ *	۸۱/۸۲ **	۲۲/۱۱ **	۱/۹۷ **	۱۷۲۰۲۰۵/۹۳ **
کیفیت×شدت نور		۰/۳۳۹ **	۱۱/۰۹٤ **	۰/۲٦ *	۰/۰٦۱ *	۱۲۲۱۳/۳۹ **

***** به ترتیب معنی دار در سطح ۱ و ۵ درصد. میانگین با حروف مشابه از نظر آماری تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ آزمون دانکن ندارند.**

در نور قرمز و سفید افزایش داشت. میزان آنتوسیانین بعد از تنش در تمام تیمارهای نوری نسبت به قبل از تنش افزایش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.9.2]



داشت. در تنش نوری آنتوسیانین‌ها به‌عنوان آنتی اکسیدان در جاروب کردن گونه‌های واکنش‌گر اکسیژن موثر می‌باشند

شکل ۳- مدل برگی کارایی فتوسنتز، تاثیرطیف قرمز (a) و تاثیر طیف آبی (b)

همچنین با تاثیر بر کلروفیل‌ها باعث کاهش جذب الکترون می‌گردند (Trojak and Skowron, 2017). بیشترین میزان کربوهیدرات محلول در قبل از تنش در نور قرمز و سفید و در بعد از تنش در نور قرمز افزایش داشت. میزان کربوهیدرات محلول بعد از تنش نوری در تمام تیمارهای نوری کاهش داشت. بیشترین میزان پراکسید هیدروژن قبل از تنش در طیف قرمزآبی و بعد از تنش در طیف سفید و آبی افزایش داشت. کمترین میزان پراکسید هیدروژن بعد از تنش در نورقرمز مشاهده گردید (جدول ۲). کربوهیدرات‌ها به‌عنوان متابولیت اولیه از جمله اسمولیت‌های سازگار بوده و نقش بسیار عمده‌ای در مقابل تنش‌های محیطی مانند سرما، خشکی، شوری، تنش اسمزی و دمای پایین دارند و باعث جاروب کردن رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌گردند (Krasavina *et al.*, 2014). تجمع کربوهیدرات در تنش نور شدید، باعث کاهش خسارت به گیاه می‌گردد (Ciereszko *et al.*, 2001). یکی از آنزیم‌های کلیدی بیوسنتز آنتوسیانین توسط سیگنالی از طرف کربوهیدرات محلول فعال می‌شود، بنابراین تجمع کربوهیدرات‌ها می‌تواند باعث تولید آنتوسیانین‌ها گردد (Deng *et al.*, 2014) در تنش نوری به علت محدودیت در انتقال الکترون و ایجاد گونه‌های واکنش‌گر اکسیژن میزان پراکسیده شدن غشا تیلاکوئید افزایش می‌یابد که منجر به بازدارندگی نوری نیز می‌گردد. کمترین میزان پراکسیده شدن غشا قبل از تنش در نور قرمز و سفید و بعد از تنش در نور قرمز مشاهده گردید و بیشترین میزان آن در بعد از تنش در نور سفید گزارش شد (جدول ۲). میزان پراکسیده شدن غشا با میزان انتقال الکترون همبستگی منفی دارد (Mishra and Singhal, 1992). در این پژوهش میزان پراکسید هیدروژن در بعد از تنش افزایش قابل ملاحظه‌ای نشان داد. افزایش گونه‌های واکنش‌گر اکسیژن بعد از تنش‌های محیطی در بسیاری از تحقیقات گذشته گزارش شده است (Pospíšil, 2016).

نتیجه‌گیری:

با توجه به اهمیت نور در پرورش رز و تاثیر نامناسب شدت نور زیاد در کاهش عملکرد فتوسنتز و تولید گل، آنالیز فلورسانس کلروفیل a راه حلی مناسب برای برآورد خسارات ناشی از تنش نور شدید می‌باشد. مدل برگی (شکل ۳) که جهت درک بهتر چهار پارامتر اساسی آزمون OJIP ترسیم شده است بیانگر تفاوت گیاه رز مقاوم به تنش نور شدید (شکل ۳-الف) و حساس به تنش (شکل ۳-ب) می‌باشد که افزایش میزان جذب نسبت به مرکز واکنش (ABS/RC) و انتقال انرژی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.9.2]

نسبت به مرکز واکنش (ET_0/RC) و کاهش میزان اتلاف گرمایی (DI_0/RC) در نور قرمز و همچنین تغییر اندک شاخص عملکردی به ازای نور جذب شده (PI_{ABS}) باعث عدم تغییر در عملکرد فتوسنتز در قبل و بعد از تنش نور شدید گردیده است. علاوه بر بررسی‌های بیوفیزیک و تجزیه و تحلیل آزمون OJIP، افزایش کربوهیدرات و آنتوسیانین و کاهش پراکسید هیدروژن و شاخص پراکسیداسیون غشا تایید کننده مقاومت بهتر رز رقم سامورایی به تنش نور شدید تحت نور قرمز می‌باشد. با توجه به بررسی‌های انجام شده در این تحقیق، استفاده از طیف قرمز جهت کاهش خسارت تنش نور شدید در رقم رز سامورایی پیشنهاد می‌گردد.

Alexieva, V., Sergiev, I., Mapelli, S., Karanov, E. (2001) The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat. Plant, Cell & Environment 24: 1337-1344.

Aliniaeifard, S., Malcolm Matamoros, P., Van Meeteren, U. (2014) Stomatal malfunctioning under low vapour pressure deficit (VPD) conditions: Induced by morphological and anatomical or by signalling alterations. Physiologia Plantarum 10.

Aliniaeifard, S., van Meeteren, U. (2014) Natural variation in stomatal response to closing stimuli among Arabidopsis thaliana accessions after exposure to low VPD as a tool to recognize the mechanism of disturbed stomatal functioning. Journal of Experimental Botany 65: 6529-6542.

Apel, K., Kloppstech, K. (1980) The effect of light on the biosynthesis of the light-harvesting chlorophyll a/b protein. Planta 150: 426-430.

Arnon, D. I. (1949) Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in Beta vulgaris. Plant Physiology 24, 1.

Biswal, A. K., Pattanayak, G. K., Pandey, S. S ,.Leelavathi, S., Reddy, V. S., Tripathy, B. C., (2012) Light intensity-dependent modulation of chlorophyll b biosynthesis and photosynthesis by overexpression of chlorophyllide a oxygenase in tobacco. Plant Physiology 159: 433-449.

Bourget, C. M. (2008) An introduction to light-emitting diodes. HortScience 43: 1944-1946.

Chen, Y.-E., Zhang, C.-M., Su, Y.-Q., Ma, J., Zhang, Z.-W., Yuan, M., Zhang, H.-Y., Yuan, S. (2017) Responses of photosystem II and antioxidative systems to high light and high temperature co-stress in wheat. Environmental and Experimental Botany 135: 45-55.

Chitu, E., Ionita, A.D., Cirjaliu-Murgea, M., Chitu, V., Filipescu, L. (2009) Evaluation of foliar nutritive fluids effect on apple photosystem II efficiency using chlorophyll fluorescence. Bulletin UASVM Horticulture 66: 135-142.

Ciereszko, I., Johansson, H., Kleczkowski, L. A. (2001) Sucrose and light regulation of a cold-inducible UDP-glucose pyrophosphorylase gene via a hexokinase-independent and abscisic acid-insensitive pathway in Arabidopsis. Biochem J 354: 67-72.

Deng, X., Bashandy, H., Ainasoja, M., Kontturi, J., Pietiäinen, M., Laitinen, R.A., Albert, V.A., Valkonen, J., Elomaa, P., Teeri, T.H. (2014) Functional diversification of duplicated chalcone synthase genes in anthocyanin biosynthesis of Gerbera hybrida. New Phytologist 201, 1469-1483.

Fan, X., Zang, J., Xu, Z., Guo, S., Jiao, X., Liu, X., Gao, Y. (2013) Effects of different light quality on growth, chlorophyll concentration and chlorophyll biosynthesis precursors of non-heading Chinese cabbage (Brassica campestris L.). Acta Physiologiae Plantarum 35: 2721-2726.

Genty, B., Briantais, J.-M., Baker, N.R., (1989) The relationship between the quantum yield of photosynthetic electron transport and quenching of chlorophyll fluorescence. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects 990, 87-92.

Hogewoning, S.W., Douwstra, P., Trouwborst, G., Van Ieperen, W., Harbinson, J., (2010a) An artificial solar spectrum substantially alters plant development compared with usual climate room irradiance spectra. Journal of Experimental Botany 61: 1267-1276.

Hogewoning, S.W., Trouwborst, G., Maljaars, H., Poorter, H., van Ieperen, W., Harbinson, J., (2010b)Blue light dose–responses of leaf photosynthesis, morphology, and chemical composition of Cucumis sativus grown under different combinations of red and blue light. Journal of Experimental Botany 61: 3107-3117.

Jafarinia, M., Shariati, M., (2012) Effects of salt stress on photosystem II of canola plant (Barassica napus, L.) probing by chlorophyll a fluorescence measurements. Iranian Journal of Science and Technology 36: 71-77.

Jahns, P., Holzwarth, A.R., 2012) The role of the xanthophyll cycle and of lutein in photoprotection of photosystem II. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Bioenergetics 1817: 182-193.

Kalaji, H. M., Carpentier, R., Allakhverdiev, S. I., Bosa, K. (2012) Fluorescence parameters as early indicators of light stress in barley. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology 112: 1-6.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.9.2]

Kalaji, H. M., Jajoo, A., Oukarroum, A., Brestic, M., Zivcak, M., Samborska, I. A., Cetner, M. D., Łukasik, I., Goltsev, V., Ladle, R. J. (2016) Chlorophyll a fluorescence as a tool to monitor physiological status of plants under abiotic stress conditions. Acta Physiologiae Plantarum 38: 102-111.

Krasavina, M. S., Burmistrova, N. A., Raldugina, G. N. (2014) The role of carbohydrates in plant resistance to abiotic stresses. Emerging Technologies and Management of Crop Stress Tolerance, Volume 1. Elsevier, pp. 229-270.

Li, H., Xu, H., Zhang, P., Gao ,M., Wang, D., Zhao, H. (2017) High temperature effects on D1 protein turnover in three wheat varieties with different heat susceptibility. Plant Growth Regulation 81: 1-9.

Massa, G. D., Kim, H. H., Wheeler, R. M., Mitchell, C. A. (2008) Plant productivity in response to LED lighting. HortScience 43: 1951-1956.

Mishra, R. K., Singhal, G. S. (1992) Function of photosynthetic apparatus of intact wheat leaves under high light and heat stress and its relationship with peroxidation of thylakoid lipids. Plant Physiology 98, 1-6.

Morrow, R. C. (2008) LED lighting in horticulture. Hortscience 43, 1947-1950.

Ohgishi, M., Saji, K., Okada, K., Sakai, T. (2004) Functional analysis of each blue light receptor, cry1, cry2, phot1, and phot2, by using combinatorial multiple mutants in Arabidopsis. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 101: 2223-2228.

Ouzounis, T., Fretté, X., Rosenqvist, E., Ottosen, C.-O. (2014) Spectral effects of supplementary lighting on the secondary metabolites in roses, chrysanthemums, and campanulas. J Plant Physiol 171, 1491-1499.

Paradiso, R., Meinen, E., Snel, J.F., De Visser, P., Van Ieperen, W., Hogewoning, S.W., Marcelis, L.F. (2011) Spectral dependence of photosynthesis and light absorptance in single leaves and canopy in rose. Scientia Horticulturae 127: 548-554.

Petrella, D. P., Metzger, J. D., Blakeslee, J. J., Nangle, E. J., Gardner, D. S. (2016) Anthocyanin Production Using Rough Bluegrass Treated with High-Intensity Light. HortScience 51: 1111-1120.

Pospíšil, P.,(2016) Production of reactive oxygen species by photosystem II as a response to light and temperature stress. Frontiers in Plant Science 7.

Rabara, R.C., Behrman, G., Timbol, T., Rushton, P. J. (2017) Effect of Spectral Quality of Monochromatic LED Lights on the Growth of Artichoke Seedlings. Frontiers in Plant Science 8.

Sager, J. C., McFarlane, J. C. (1997) Radiation. Plant growth chamber handbook: 1-29.

Sarkar, R., Ray, A. (2016) Submergence-tolerant rice withstands complete submergence even in saline water: Probing through chlorophyll a fluorescence induction OJIP transients. Photosynthetica 54, 275-287.

Serôdio, J., Schmidt, W., Frankenbach, S. (2017) A chlorophyll fluorescence-based method for the integrated characterization of the photophysiological response to light stress. Journal of Experimental Botany 68, 1123-1135.

Strasser, B. J. (1995) Measuring fast fluorescence transients to address environmental questions: the JIP test. Photosynthesis: from light to biosphere: 977-980.

Strasser, R. J ,.Srivastava, A., Tsimilli-Michael, M. (2000) The fluorescence transient as a tool to characterize and screen photosynthetic samples. Probing photosynthesis: mechanisms, regulation and adaptation; 445-483.

Trojak, M., Skowron, E. (2017) Role of anthocyanins in high-light stress response. World Scientific News 81: 150-168.

van Doorn, W. G. (2012) Water relations of cut flowers: an update. Horticultural Reviews, Volume 40: 55-106.

Wagner, G. J. (1979) Content and vacuole/extravacuole distribution of neutral sugars, free amino acids, and anthocyanin in protoplasts. Plant Physiology 64: 88-93.

Wang, X., Xu, X., Cui, J. (2015) The importance of blue light for leaf area expansion, development of photosynthetic apparatus, and chloroplast ultrastructure of Cucumis sativus grown under weak light. Photosynthetica 53: 213-222.

Wang, Y., Tong, Y., Chu, H., Chen, X., Guo, H., Yuan, H., Yan, D., Zheng, B. (2017) Effects of different light qualities on seedling growth and chlorophyll fluorescence parameters of Dendrobium officinale. Biologia 72: 735-744.

Wang, Z., Chen, L., Ai, J., Qin, H., Liu, Y., Xu, P., Jiao, Z., Zhao, Y., Zhang, Q. (2012) Photosynthesis and activity of photosystem II in response to drought stress in Amur Grape (Vitis amurensis Rupr.). Photosynthetica 50, 189-196.

Yamori, W., Noguchi, K., Hikosaka, K., Terashima, I. (2010) Phenotypic plasticity in photosynthetic temperature acclimation among crop species with different cold tolerances. Plant Physiology 152: 388-399.

Zarco-Tejada, P. J. (2000) Hyperspectral remote sensing of closed forest canopies: Estimation of chlorophyll fluorescence and pigment content. Department of Physics, York University, Toronto.

Zushi, K., Kajiwara, S., Matsuzoe, N. (2012) Chlorophyll a fluorescence OJIP transient as a tool to characterize and evaluate response to heat and chilling stress in tomato leaf and fruit. Scientia Horticulturae 148: 39-46.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.9.2]

Effects of different light spectra on high light stress tolerance in rose plants (*Rosa hybrida* cv. 'Samurai')

Leyla Bayat[1], Mostafa Arab*[1], Sasan Aliniaeifard[1]

[1]Department of Horticulture, Aburaihan campus, University of Tehran
(Received: 14/11/2018, Accepted: 10/07/2019)

Abstract

Roses are the most famous ornamental plants worldwide. Light is considered as one of the most important environmental factors that influences the production of rose plants. Low or high light intensities can reduce photosynthesis and growth of rose plant. In this study, effects of different light spectra on photosynthesis and their subsequent influence on high light stress were investigated. Chlorophyll a fluorescence and OJIP test were used to study different biophysical parameters and analyzing the efficiency of photosynthesis in the rose plants. Experiment was carried out with four growth chambers [including red (R), blue (B) 70:30% red: blue (RB) and white (W)], in the spring of 2017 in the greenhouse of Aburihan Campus, University of Tehran. Following growth of plants for one month under different light spectra, the plants were exposed for 12 hr to high light intensity (1500 µmol m^{-2} s^{-1}). Analyzing polyphasic chlorophyll a fluorescence (OJIP) data showed that highest energy absorption and electron transfer rate per reaction centers were observed in plants that were grown under red light. The highest amount of photosynthetic pigments, anthocyanins, soluble carbohydrates and the lowest peroxidation of membranes and hydrogen peroxide concentration were detected in plants that were grown under red light spectrum. In conclusion, based on the obtained result, red light is efficient to decrease the negative impact of high light stress on rose plants.

Keywords: Photosynthetic pigments, light intensity, light spectrum, chlorophyll fluorescence

Corresponding author, Email: mosarab@ut.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-21]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.36.9.2]