کلروفیل فلورسانس ابزاری برای ارزیابی تاثیر طیف‌های مختلف نوری در گیاه توت فرنگی رقم پاروس در شرایط تنش شوری و قلیاییت

محمدرضا ملک‌زاده شمس‌آباد[۱]، مجید اسماعیلی‌زاده[۱]، حمیدرضا روستا[۲]

1گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج)، رفسنجان، ایران

[۳] گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و محیط زیست، دانشگاه اراک، اراک، ایران

[٤] mmalekzadeh92@gmail.com

چکیده

از آنجایی که کیفیت نور بر رشد و نمو گیاهان تاثیر می‌گذارد این آزمایش برای ارزیابی تاثیر طیف‌های مختلف نور تکمیلی در گیاه توت فرنگی رقم پاروس در شرایط تنش شوری و قلیاییت طراحی شد. طیف‌های نوری در ۵ سطح نور آبی (460 nm)، نور قرمز (660 nm)، نور آبی/قرمز (۱:۳)، نور سفید (400–700 nm)، و بدون نور تکمیلی استفاده شد. تیمار تنش در سه سطح شوری (80 mM NaCl)، بی‌کربنات (40 mM $NaHCO_3$) و شاهد (بدون تنش) اعمال شد. نتایج نشان داد که در شرایط تنش شوری و قلیاییت منحنی کلروفیل فلورسانس کاهش می یابد و نقاط K و G در این منحنی تحت تاثیر تنش قرار می‌گیرند. شرایط تنش سبب کاهش حداکثر فلورسانس، عملکرد کوانتومی و شاخص‌های عملکرد و افزایش جریان اتلاف شده در هر مرکز واکنش می‌شود. طیف‌های قرمز و آبی/قرمز سبب بیشترین افزایش در منحنی فلورسانس کلروفیل شدند. در شرایط تنش شوری، نور آبی و قرمز بیشترین تاثیر را بر کاهش باند K و همچنین بیشترین تاثیر را بر پارامترهای عملکرد کوانتومی و حداکثر فلورسانس داشتند. نور آبی/قرمز تاثیر بیشتری بر کاهش گیرنده نهایی PSI (φ_{Ro}) داشت. در شرایط تنش قلیاییت، نور قرمز و آبی/قرمز بیشترین تاثیر را بر پارامترهای عملکرد کوانتومی، حداکثر فلورسانس و شاخص عملکرد داشتند و نور آبی/قرمز بیشترین تاثیر را بر کاهش نقطه K داشت. کلروفیل فلورسانس ابزاری قابل اطمینان برای تجزیه و تحلیل تغییرات دستگاه فتوسنتز می‌باشد که می‌توان جذب، استفاده، انتقال و اتلاف انرژی را بررسی کرد.

واژه‌های کلیدی : آزمون JIP، تنش‌های غیرزیستی، فتوسنتز، نور تکمیلی

مقدمه

نور اولین منبع انرژی در گیاهان است که پاسخ‌های مختلفی را در گیاهان ایجاد می‌کند و یک عامل محیطی است که بر رشد و نمو گیاهان تاثیر می‌گذارد. گیاهان با تغییرات مورفولوژیکی، بیوشیمیایی و فیزیولوژیکی به تغییرات کیفیت نور پاسخ می‌دهند .چنین پاسخ‌هایی منجر به تعدیل میزان رشد با تغییر در میزان دسترسی به انرژی محیط می شود (Ariz *et al.*, 2010). از دیودهای ساطع کننده نور (LED) به عنوان منابع تابشی برای سیستم‌های کاشت گیاهان و مطالعات فوتوبیولوژیک استفاده می‌شود. استفاده از دیودهای ساطع کننده نور به عنوان منبع نور در کشاورزی معمول شده است. اثرات طیف مختلف نور مکمل بر روی رشد گیاهان، محتوای تغذیه ای و مقاومت در برابر تنش‌ها، پیامدهای عملی باغبانی را به همراه دارد. گیاهان با تنش‌های غیرزیستی مختلفی روبرو هستند که می تواند رشد آنها را تحت تأثیر قرار دهد. تنش‌های شوری و قلیایی از عوامل اصلی تنش غیرزیستی در میان تنش‌های مختلف غیرزنده ای هستند که بر رشد گیاه تأثیر می گذارند (Hasanuzzaman *et al.*, 2012). تنش شوری و قلیاییت از انتقال الکترون از مرکز واکنش به پلاستوکینون جلوگیری می کند. این امر بر روی زنجیره انتقال الکترون در طرف دهنده یا گیرنده الکترون تأثیر می‌گذارد و تداخل در زنجیره انتقال الکترون سبب کاهش کارایی فتوسنتز می‌شود (Sayed, 2003).

فلورسانس کلروفیل یک روش مفید برای ارزیابی اثرات تنش های مختلف بر گیاهان است. از طریق اندازه گیری غیرتخریبی فتوسنتز توسط فلورسانس کلروفیل، می توان تعیین کرد که چه میزان استرس باعث آسیب به مراکز واکنش PSII می‌شود. قابلیت زنده ماندن و کارایی گیاهان در برابر تنش‌ها را می توان به راحتی از طریق این روش اندازه گیری کرد. با آزمونOJIP می‌توان بازده فتوشیمیایی فتوسنتز گیاه را تجزیه و تحلیل کرد و اطلاعات ارزشمندی درباره اجزای زنجیره انتقال الکترون فتوسنتز، به ویژه PSII

بدست آورد. این یکی از روشهای کاربردی برای بررسی عملکرد PSII و پاسخ آن به تغییرات محیطی است (Kalaji *et al.*, 2014) . تحقیقات زیادی در مورد کارایی فتوسیستم II در گونه های مختلف گیاهی تحت شرایط تنش انجام شده است. در پاسخ به شرایط تنش، گزارش شده است که ارتباط زیادی بین رشد گیاه و تغییر در پارامترهای فلورسانس کلروفیل وجود دارد و رشد توت فرنگی در شرایط تنش قلیایی با کاهش محتوای کلروفیل و شاخص عملکرد فتوسنتزی کاهش می یابد (Malekzadeh *et al.*, 2020).

این آزمایش با هدف بررسی تأثیر طیف‌های مختلف نوری بر پارامترهای فلورسانس کلروفیل در شرایط تنش در گیاه توت فرنگی رقم پاروس انجام و تأثیر چهار طول موج مختلف نور تکمیلی بر پارامترهای فلورسانس کلروفیل تحت شرایط تنش شوری و قلیایی بررسی شد. همچنین الگوهای فتوسنتز و انتقال الکترون در این گیاهان تجزیه و تحلیل شد. این نوع مطالعات برای تجزیه و تحلیل پاسخ گیاهان به سیستم‌های روشنایی تحت شرایط تنش و استفاده از LED با طول موج‌های مختلف به عنوان منابع تابش برای تحقیقات گیاهی ضروری هستند.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و شرایط رشد:

این آزمایش در گلخانه دانشگاه ولی عصر (عج) در سال ۱۳۹۹ انجام شد. نشا ریشه دار گیاهان توت فرنگی (Fragaria × ananassa Duch، cV. Paros) را از یک گلخانه در کرج تهیه شد. گیاهان در گلدان‌های ۴ لیتری حاوی کوکوپیت و پرلیت (۷۰:۳۰) کاشته شدند. هر تیمار شامل سه گلدان و هر گلدان دارای سه گیاه بود. دمای گلخانه ۲۵/۱۵ ± ۲ °C (روز/شب) و رطوبت نسبی ۵۰±۱۰% بود. در طول دوره رشد، آبیاری گیاهان با محلول غذایی مورگان انجام شد (pH: 6.5 ،EC: 1.4 dS .m^{-1}). گیاهان با پنج سطح نور و دو سطح تنش، شوری (۸۰ میلی مولار NaCl)، قلیاییت (۴۰ میلی مولار $NaHCO_3$) و شاهد (بدون تنش) تیمار شدند. تیمارهای شوری و قلیاییت بیست روز پس از کاشت و استقرار گیاهان اعمال شدند.

نور محیط:

گیاهان در زیر لامپ‌های LED با قدرت ۲۴ وات (شرکت پرتو رشد نوین ، ایران گرولایت ، ایران) رشد کردند. طیف های نوری شامل آبی (۴۶۰ نانومتر) ، قرمز (۶۶۰ نانومتر) ، آبی / قرمز (۱: ۳) ، سفید/زرد (۱: ۱) (۴۰۰–۷۰۰ نانومتر) (شکل ۱) و بدون نور تکمیلی بودند. شدت نور (PPFD) ۲۰۰µmol m^{-2} s^{-1} بود. سیستم های روشنایی LED بطور مستقیم بالای هر یک از گیاهان نصب شد.

ارزیابی فلورسانس کلروفیل:

پارامترهای کلروفیل فلورسانس با دستگاه کلروفیل فلورسانس (PEA، Hansatech Inc. Co. UK) شصت روز پس از کاشت اندازه گیری شد. برای اندازه گیری، برگ‌های کاملاً تکامل یافته با نصب گیره‌های مخصوص روی قسمت بالایی برگ، به مدت ۱۵ دقیقه در تاریکی قرار گرفتند. پس از ۱۵ دقیقه سازگاری با تاریکی برای اندازه‌گیری، دستگاه بر روی گیره‌ها قرار گرفت و اندازه‌گیری انجام شد. شدت نور اشباع که باعث ایجاد فلورسانس کلروفیل شد ۳۵۰۰µmol m^{-2} s^{-1} بود. با سه دیود ساطع کننده نور برای تولید منحنی های فلورسانس از F_O تا F_M. (F_t: فلورسانس در زمان t پس از شروع روشنایی آکتینیک ؛ Fo = F30µs ، حداقل شدت فلورسانس ؛ Fj = F_{2ms} ، شدت فلورسانس در مرحله J ؛ Fi = F_{30ms} ، شدت فلورسانس در مرحله I ؛ Fp = Fm ، حداکثر شدت فلورسانس در بالاترین نقطه منحنی OJIP). سپس پارامترهای به دست آمده از منحنی OJIP مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (Strasseret al., 2010).

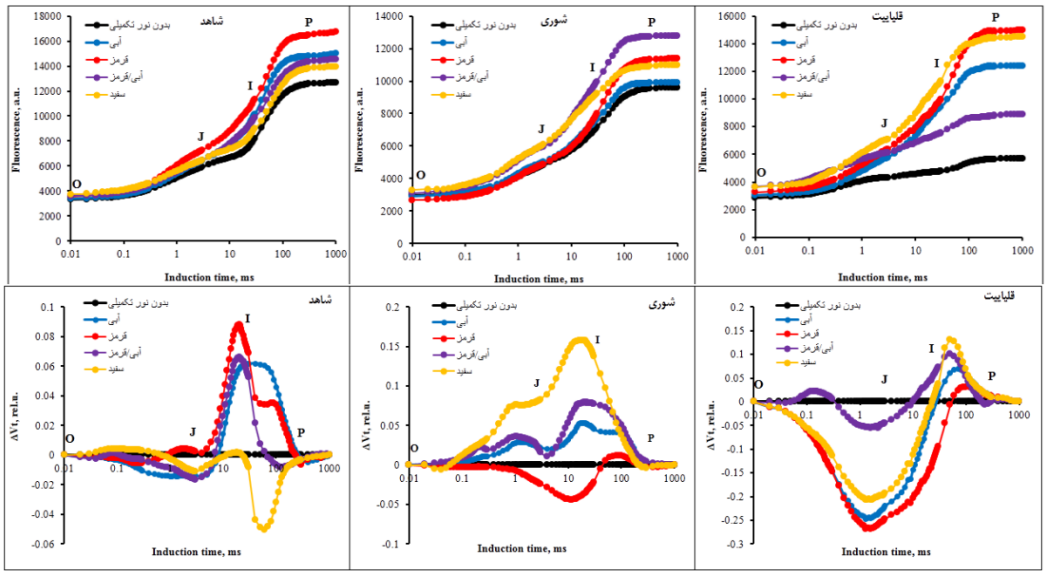
طراحی آزمایش و تجزیه و تحلیل داده ها:

این آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با دو فاکتور در سه تکرار به صورت فاکتوریل انجام شد. استفاده از نرم افزار SAS برای تجزیه و تحلیل داده‌ها (SAS Institute, Cary, NC, USA). پارامترهای کلروفیل فلورسانس با استفاده از نرم افزار " PEA

Plus" نسخه ۱,۱۲ اندازه‌گیری شد. مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت. ترسیم نمودارها نیز توسط نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج و بحث

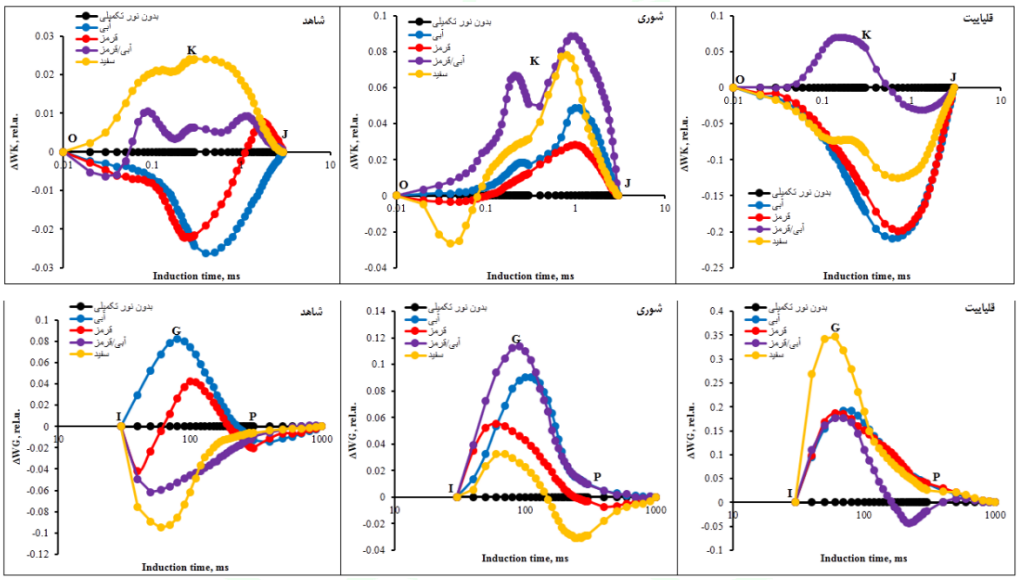
بر طبق نتایج به‌دست آمده تنش شوری و بی‌کربنات سبب کاهش منحنی فلورسانس نسبت به تیمار بدون نور تکمیلی شدند. اگرچه در تیمار شاهد نور قرمز تاثیر بیشتری بر افزایش فلورسانس داشت اما در شرایط تنش شوری، نور آبی/قرمز و در تنش بی‌کربنات نور قرمز و سفید سطح بالاتری را نسبت به سایر منابع نوری نشان دادند و کمترین میزان در همه شرایط مربوط به تیمار بدون نور تکمیلی بود. در تیمار شاهد نور قرمز، در شرایط تنش شوری نور سفید و در شرایط تنش بی‌کربنات نور قرمز و آبی بیشترین میزان انحراف فلورسانس متغیر نسبی را نسبت به تیمار بدون نور تکمیلی داشتند (شکل-۱).



شکل ۱- تاثیر طیف‌های مختلف نور تکمیلی بر منحنی القایی کلروفیل فلورسانس و فلورسانس متغیر نسبی در شرایط تنش شوری و بیکربنات

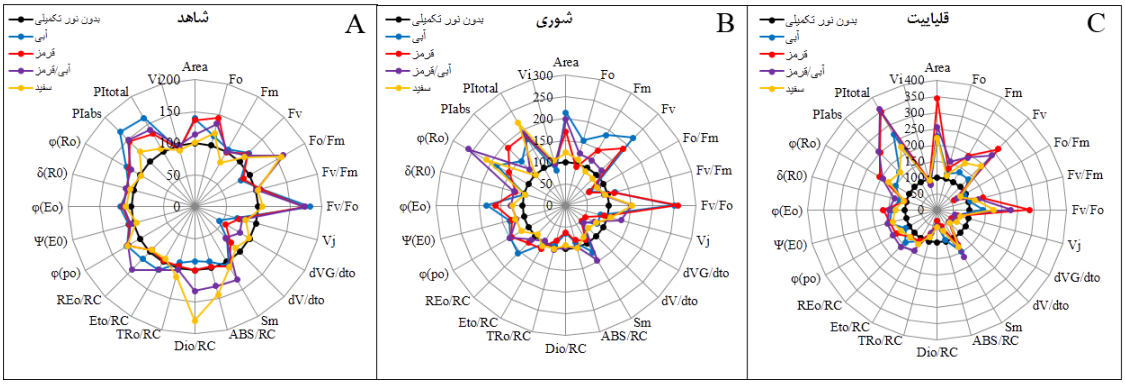
نتایج نشان داد که تحت تاثیر تنش شوری و بی‌کربنات، میزان انحراف باند K نسبت به شاهد افزایش یافت. در شرایط تنش شوری، نور آبی و قرمز و در شرایط تنش قلیاییت، نور آبی/قرمز بیشترین تاثیر را بر کاهش باند K داشتند. طیف‌های مختلف نوری تاثیر

متفاوتی بر باند G در شرایط تنش داشتند به‌طوری که در شرایط تنش شوری، نور آبی/قرمز و آبی و در شرایط تنش بی‌کربنات، نور سفید بیشترین تاثیر را بر افزایش باند G نسبت به شاهد داشتند (شکل-۲).



شکل ۲- تاثیر طیف‌های مختلف نور تکمیلی بر منحنی دیفرانسیل در نقطه K و G در شرایط تنش شوری و بیکربنات

نتایج آزمون JIP نشان داد که تحت تاثیر شرایط تنش، پارامترهای این آزمون تغییرات معنی‌داری را نسبت به شاهد از خود نشان می‌دهند. در شرایط بدون تنش نور آبی سبب بیشترین افزایش در پارامترهای شاخص عملکرد (PI) نسبت به سایر طیف‌های نوری شد. نور سفید سبب بیشترین میزان جریان اتلاف شده در هر مرکز واکنش (Dio/RC) نسبت به سایر طیف‌های نوری شد (شکل-۲-A). در شرایط تنش شوری، نور آبی و قرمز بیشترین تاثیر را بر پارامترهای عملکرد کوانتومی داشتند و نور آبی/قرمز تاثیر بیشتری بر کاهش گیرنده نهایی PSI (φ_{Ro}) داشت. نور آبی بیشترین تاثیر را بر حداکثر فلورسانس (F_M) و در نتیجه فلورسانس متغیر (F_V) داشت و نور قرمز بیشترین کاهش را در حداقل فلورسانس(F_O) داشت. پارامترهای جریان انرژی در مراکز واکنش PSII نیز تحت تاثیر طیف‌های نوری قرار گرفتند و طیف‌های مختلف نوری به‌ویژه نور آبی و قرمز سبب کاهش میزان انرژی جذب شده در هر مرکز واکنش (ABS/RC) و جریان اتلاف شده در هر مرکز واکنش (Dio/RC) نسبت به تیمار بدون نور تکمیلی شدند. نور آبی بیشترین تاثیر را در جریان الکترون به سمت PSI و کاهش گیرنده نهایی (REo/RC) داشت. نور قرمز سبب بیشترین افزایش در شاخص عملکرد پذیرنده‌های الکترون بین سیستمی(PI_{ABS}) و نور سفید بیشترین تاثیر را بر پارامتر PI_{total} داشت (شکل-۲-B). در شرایط تنش قلیاییت، نور آبی/قرمز و قرمز بیشترین تاثیر را بر پارامترهای عملکرد کوانتومی داشتند و نور قرمز حداکثر فلورسانس (F_M)، فلورسانس متغیر (F_V) و شاخص Area را بیشتر از سایر منابع نوری افزایش داد. نور قرمز و آبی/قرمز سبب افزایش معنی‌دار پارامترهای شاخص عملکرد شدند و تاثیر بیشتری نسبت به سایر منابع نوری داشتند (شکل-۲-C).



شکل ۲- تاثیر طیف‌های مختلف نور تکمیلی بر پارامترهای آزمون JIP در شرایط تنش شوری و بیکربنات

امکان استفاده از LED ها به عنوان منبع نور از نظر بهبود بهره‌وری گیاهان یک موضوع مهم است. زیرا چرخه زندگی گیاهان نه تنها تحت تأثیر شدت نور، بلکه تحت تأثیر ترکیب طیف‌های نوری نیز قرار دارد. مطالعات متعدد نشان داده است که تنش های شوری و قلیایی باعث مهار فتوسنتز در گونه های مختلف گیاهی می شود. این یافته ها نشان می دهد که هر دو تنش، فتوسنتز را مهار می کنند. مطالعات ما تأیید کرد که تأثیراتی بر روی فلورسانس کلروفیل در هر دو تنش وجود دارد. همچنین نشان داده شده است که تنش‌های محیطی تأثیر زیادی بر PSII دارند (Dąbrowski *et al.*, 2017). این نشان می‌دهد که دستگاه فتوسنتز به طور قابل توجهی در برابر تنش آسیب پذیر است. با این وجود، این‌که طیف های مختلف نوری چگونه می توانند از PSII در برابر تنش های نمکی و قلیایی محافظت کنند دانش کافی وجود ندارد.

تنش شوری و قلیایی هر دو پارامتر F_O و F_M را تحت تأثیر قرار می دهد. افزایش F_O و کاهش F_M نشان دهنده کاهش انتقال الکترون‌ها از P680 به Q_A و ایجاد اتلاف انرژی در حالت‌های برانگیخته کلروفیل در PSII است. کاهش قابل توجه در F_M نشانگر مهار جریان الکترون در PSII است و می‌تواند به دلیل خاموش شدن غیر فتوشیمیایی، تخریب پروتئین D1 یا غیرفعال شدن مراکز واکنش PSII باشد (Maxwell and Johnson, 2000). کاهش در حداکثر عملکرد کوانتومی (Φ_{po}) نشان می‌دهد که شرایط تنش انتقال الکترون را پس از Q_A مهار کرده و انتقال الکترون بین Q_A و Q_B را کند می‌کند. تحت تنش شوری ، فعالیت PSII به دلیل اثرات مضر شوری بر خوشه های منگنز کاهش می یابد و همچنین به دلیل جداسازی پلاستوسیانین و سیتوکروم c553 ، فعالیت PSI کاهش می یابد (Allakhverdiev and Murata, 2008). گزارش شده است که در شرایط قلیایی، شاخص عملکرد (PI) و S_m در گیاهان توت فرنگی کاهش یافته می‌یابد (Malekzadeh *et al.*, 2020). نتایج نشان داد گیاهانی که در نور قرمز و آبی رشد کرده اند می‌توانند الکترون‌ها را از فوتون‌های جذب شده به داخل زنجیره انتقال الکترون و فراتر از Q_A انتقال دهند و این نشان می‌دهد گیاهانی که در شرایط تنش هستند اگر در شرایط نور تکمیلی قرمز و آبی رشد کنند، سطح انرژی را در مراکز واکنش به طور مثبت تنظیم می کند.

طبق مطالعات ما، تغییرات در طیف های نور به طور قابل توجهی بر سیستم فتوسنتز گیاهان توت فرنگی تأثیر می گذارد. برای سنتز کلروفیل، نور آبی ضروری است و نور قرمز نیز در این فرآیند حیاتی است. از ترکیب نور آبی و قرمز به دلیل نقش حیاتی این طول موج ها در فتوسنتز، در تحقیقات تجاری و باغبانی استفاده می شود. کمبود یکی از آنها (نور قرمز یا آبی) باعث کاهش کارایی فتوسنتز می شود. با این وجود ، هنگامی که از نور LED به عنوان نور مکمل در شرایط نوری گلخانه استفاده می شود، ممکن است اثرات متفاوتی داشته باشد و برخی از طول موج ها نیز موثرتر باشند. تاثیر طیف‌های مختلف نوری بر افزایش پارامترهای شاخص عملکرد (PI_{ABS}، PI_{total}) و عملکرد کوانتومی، شواهدی را برای تغییرات در افزایش فلورسانس OJIP با استفاده از طول موج های مختلف نوری تحت شرایط تنش با تغییر در ظرفیت کل فتوسنتز فراهم می کند. در این شرایط روند فتوسنتز تنظیم می شود تا تعادل بین واکنش‌های انتقال الکترون و متابولیسم بازسازی کربن حفظ شود (Van Heerden *et al.*, 2009).

تحقیقات قبلی عمدتاً بر تأثیر شدت های مختلف نور بر رشد و نمو گیاهان متمرکز بوده است. با این حال اطلاعات کمی در مورد اثرات طول موج های مختلف نور بر فلورسانس کلروفیل در شرایط تنش شوری و قلیایی وجود دارد. همچنین مشخص نیست که شدت

نور مصنوعی برای همه گیاهان در شرایط گلخانه‌ای مناسب خواهد بود. با این حال، اختلافات به دست آمده از تحقیقات در مورد تاثیر طیف‌های مختلف نور بر گیاهان، نشان می‌دهد هیچ طیف نور جهانی برای همه گیاهان وجود ندارد.

نتیجه گیری:

شوری و تنش قلیاییت اثرات مخربی روی گیاهان دارد و استفاده از طیف‌های مختلف نوری با تأثیر بر فتوسنتز گیاه می تواند مقاومت گیاه را در برابر تنش افزایش دهد. بر اساس تحقیقات ما، دستگاه فتوسنتز در گیاهان توت فرنگی به هر دو نوع تنش حساس است. علاوه بر این، اندازه گیری‌های فلورسانس کلروفیل ابزار قابل اطمینان برای نظارت بر این تغییرات بودند. تجزیه و تحلیل پارامترهای فلورسانس کلروفیل ، جذب ، استفاده ، انتقال و اتلاف انرژی نور توسط PSI و PSII (به ویژه PSII) را نشان می دهد. ما همچنین نشان داده ایم که با تغییر طیف‌های نوری می توانیم اثرات این شرایط نامساعد را کاهش دهیم.

منابع

Allakhverdiev, S.I., Murata, N. 2004. Environmental stress inhibits the synthesis de novo of proteins involved in the photodamage-repair cycle of photosystem II in Synechocystis sp. PCC 6803. Biochimica et Biophysica Acta, 1657: 23–32.

Ariz, I., Esteban, R., García-Plazaola, J.I., Becerril, J.M., Aparicio-Tejo, P.M., Moran, J.F. 2010. High irradiance induces photoprotective mechanisms and a positive effect on NH_4^+ stress in Pisum sativum L. Journal of Plant Physiology, 167: 1038-1045.

Dąbrowski, P., Kalaji, M.H. Baczewska, A.H. Pawluśkiewicz, B., Mastalerczuk, G., Borawska-Jarmułowicz, B., Paunov, M., Goltsev, V. 2017. Delayed chlorophyll a fluorescence, MR 820, and gas exchange changes in perennial ryegrass under salt stress. Journal of Luminescence, 183: 322–333.

Hasanuzzaman, M., Hossain, M.A., Teixeira da Silva, J.A., Fujita, M. 2012. Plant responses and tolerance to abiotic oxidative stress: antioxidant defense is a key factor. In: V. Bandi, A.K. Shanker, C. Shanker, M. Mandapaka, (eds) Crop stress and its management: perspectives and strategies. Springer Berlin, 261, 316.

Kalaji, H.M., Schansker, G., Ladle, R.J., Goltsev, V., Bosa, K., Allakhverdiev, S.I., Brestic, M., Bussotti, F. Calatayud, A., Dąbrowski, P., Elsheery, N.I., Ferroni, L., Guidi, L., Hogewoning, S.W., Jajoo, A., Misra, A.N., Nebauer, S.G., Pancaldi, S., Penella, C., Poli, D., Pollastrini, M., Romanowska-Duda, Z.B., Rutkowska, B., Serôdio, J., Suresh, K., Szulc, W., Tambussi, E., Yanniccari, M., Zivcak, M. 2014. Frequently asked questions about in vivo chlorophyll fluorescence: practical issues. Photosynthesis Research, 122: 121–158.

Malekzadeh Shamsabad, M.R., Roosta, H.R., Esmaeilizadeh, M. 2020. Responses of seven strawberry cultivars to alkalinity stress under soilless culture system. Journal of Plant Nutrition, 44: 166-180.

Maxwell, K., Johnson, G.N., 2000. Chlorophyll fluorescence: a practical guide. J. Exp. Bot. 51, 659–668. https://doi.org/10.1093/jexbot/51.345.659.

Sayed, O.H. 2003. Chlorophyll fluorescence as a tool in cereal crop research. Photosynthetica, 41: 321-330.

Strasser, R.J., Tsimilli-Michael, M., Qiang, S., Goltsev, V. 2010. Simultaneous in vivo recording of prompt and delayed fluorescence and 820-nm reflection changes during drying and after rehydration of the resurrection plant Haberlea rhodopensis. Biochimica et Biophysica Acta, 1797: 1313–1326.

Van Heerden, P.D.R., Swanepoel, J.W., Kruger, G.H.J. 2009. Modulation of photosynthesis by drought in two desert scrub species exhibiting C3-mode CO_2 assimilation. Environmental and Experimental Botany 61: 124–136.

Chlorophyll fluorescence is a tool for evaluating the effect of different light spectra in strawberry cv. Paros under salinity and alkalinity stress conditions

Mohammad Reza Malekzadeh Shamsabad[1], Majid Esmaeilizadeh[1]*, Hamid Reza Roosta[2]
[1]Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Kerman, Iran
[2] Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Arak University, Arak, Iran
*Corresponding Author: esmaeilizadeh@vru.ac.ir

Abstract
Since light quality affects plant growth and metabolic activities, this experiment was designed to evaluate the effects of different spectral of supplemental light on strawberry cv. Camarosa under salinity and alkalinity stress conditions. Light spectra were used at the monochromatic blue (with peak 460 nm), monochromatic red (with peak 660 nm), dichromatic blue/red (1:3), white/yellow (1:1) (400–700 nm) and without LED treatment. Stress treatments were applied at three levels of control (no stress), alkalinity (40 mM $NaHCO_3$), and salinity (80 mM NaCl). The results showed that under salinity and alkalinity stress conditions, the chlorophyll fluorescence curve decreases and the K and G points in this curve are affected by stress. Stress conditions reduce maximum fluorescence, quantum performance, and performance index and increase dissipated energy flux per reaction center. The red and blue/red spectra caused the largest increase in the chlorophyll fluorescence curve. Under salinity stress conditions, blue and red light had the greatest effect on the reduction of K band and also had the greatest effect on quantum performance parameters and maximum fluorescence. Blue/red light had a greater effect on reducing the final PSI receptor (φ_{Ro}). Under alkalinity stress conditions, red and blue/red light had the greatest effect on quantum performance parameters, maximum fluorescence and performance index, and blue/red light had the greatest effect on reducing the K point. Chlorophyll fluorescence is a reliable tool for analyzing changes in the photosynthetic apparatus that can be used to study the uptake, utilization, transfer and dissipation of energy.
***Keywords*:** abiotic stresses, complementary light, JIP test, photosynthesis.