



E-ISSN: 2706-8927
 P-ISSN: 2706-8919
www.allstudyjournal.com
 IJAAS 2021; 3(4): 92-97
 Received: 16-08-2021
 Accepted: 18-09-2021

پوهنيار عبدالاحمد راصد
 عضو كادر علمي پوهنځي زراعت
 پوهنتون فراه-افغانستان

بررسی تغییرات فیتوکروم FR به R در برخی از صفات گیاه تربچه از زمان دو برگه شدن تا مرحله پیری

پوهنيار عبدالاحمد راصد

DOI: <https://doi.org/10.33545/27068919.2021.v3.i4b.643>

چکیده

فیتوکروم‌ها نور قرمز (R) را در محدوده 660 الی 680 و نور قرمز دور (FR) را در محدوده 730 الی 740 نانومتر جذب می‌کنند و به دنبال آن رشد و نمو گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند. طرح مورد نظر به صورت فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ماه 2 سال 1398 در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی اجرا شد. رقم تربچه‌ای که استفاده شد، رقم Vikima می‌باشد، روند اندازه‌گیری فیتوکروم به نحوی بود که بعد از دو برگه شدن حقیقی نمونه گیری آغاز شد در هر سه روز یکبار نمونه گیری صورت می‌گرفت در یک روز در دو زمان مختلف ساعت 8 صبح و ساعت 5 بعداز ظهر که تا آخرین مرحله این روند ادامه داشت، تعیین مقدار فیتوکروم به روش (Jabben, M and Deitzer, G. 1987) صورت گرفت. روند تغییرات وزن تر غده، وزن خشک غده، فاصله میان‌گره و تعداد برگ در طی زمان نشان داد که سرعت تشکیل آن از روز کاشت تا روز 17 به صورت یکنواخت افزایش یافت اما فیتوکروم هنگام بعداز ظهر از روز اول تا روز 17 در حال تغییر بود (افزایش و کاهش) می‌یافت که امری تصادفی نیست و نشان می‌دهد که تغییرات میزان فیتوکروم در طی زمان از الگوی خاصی مربوط به روز و شب پیروی می‌کند یعنی ریتم‌سیرکادین و منحنی تغییرات فیتوکروم در بعداز ظهر از منحنی درجه 2 پیروی می‌کند.

کلید واژه: وزن تر غده، وزن خشک غده، آنتوسیانین، کلروفیل کل و کارتنوئید.

مقدمه

اثر افزایش شدت نور و به دنبال آن افزایش جذب دی‌اکسیدکربن توسط گیاه، فتوسنتز به دلیل افزایش میزان باز شدن روزنه‌ها و تثبیت بیشتر دی‌اکسیدکربن افزایش می‌یابد و تعداد برگ گیاهان جهت استفاده از شرایط به وجود آمده افزایش می‌یابد. در یک تحقیق مشخص شد که افزایش اثر نور بر عملکرد و رشد گیاه داودی گردید، به گونه‌ای که با افزایش دی‌اکسیدکربن و نور، طول شاخه، تعداد برگ و رشد جوانه‌های جانبی افزایش یافت. همچنین افزایش نور باعث افزایش فتوسنتز و افزایش میزان ریشه شد، با افزایش پوشش سبز گیاهی، انعکاس نور قرمز (بین 640 الی 700 نانومتر) به دلیل جذب به وسیله کلروفیل، کاهش می‌یابد اما انعکاس نور قرمز دور (بین 700 الی 740 نانومتر) به دلیل انعکاس از مزوفیل برگ، افزایش می‌یابد. نور انعکاس یافته و نور پخش شده بخشی از جریان ورودی نور می‌باشد که از پوشش گیاهی با طول موج‌های مرئی و طول موج کوتاه قرمز دور منعکس می‌شود. آن گروه از تنش‌های محیطی که با کاهش و یا تخریب کلروفیل منجر می‌گردد موجب افزایش انعکاس نور قرمز به قرمز دور می‌شود. در شرایط کنترل شده، با افزایش نسبت نور قرمز دور به شدت جریان فوتون فتوسنتزی سبب افزایش رشد طولی ساقه گیاهچه‌های سیب زمینی می‌شود. اما نسبت نور قرمز به شدت جریان فوتون فتوسنتزی باعث کاهش سطح برگ و وزن خشک آن می‌شود (Taiz, L., and Zeiger, E. 2002).

مواد و روش‌ها

طرح مورد نظر به صورت فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ماه 2 سال 1398 در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان واقع در 5 کیلومتری جاده قدیم گرگان- کردکوی اجرا شد.

رقم تربچه‌ای که استفاده شد، رقم Vikima می‌باشد که از جمله ارقام زودرس، بازارپسند با حجم اندام هوایی کوچک می‌باشد. روش کاشت به صورت کرتی و هر کرت به مساحت 4 مترمربع بود. در هر کرت 10 خط به فاصله 20 سانتی‌متر و فاصله بین دو بوته 5 سانتی‌متر از هم در نظر گرفته شد که در مجموع در هر کرت 400 بذر کشت شد.

Corresponding Author:

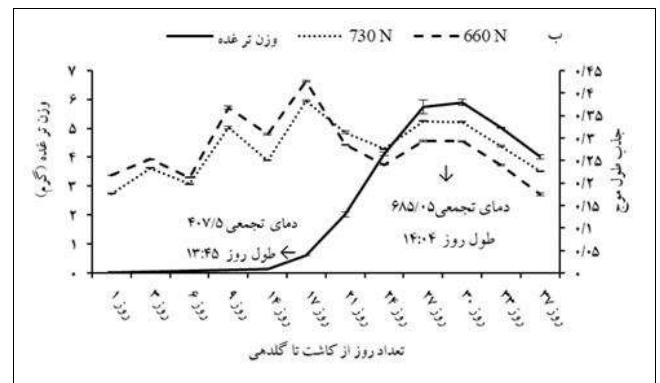
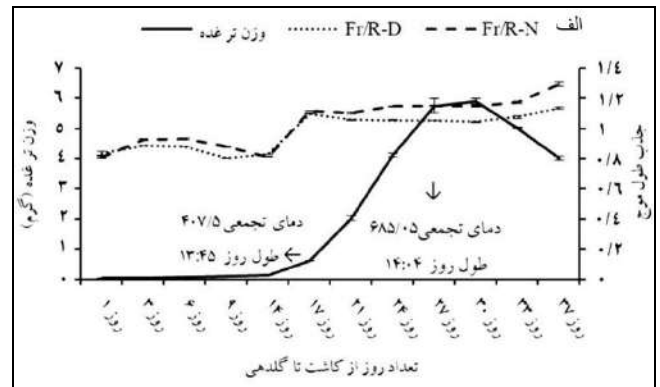
پوهنيار عبدالاحمد راصد
 عضو كادر علمي پوهنځي زراعت
 پوهنتون فراه-افغانستان

وزن تر غده و وزن خشک غده با استفاده از ترازوی دیجیتالی انجام شد. تعداد برگ با شمارش کردن و فاصله میان‌گره با استفاده از خطکش انجام شد. اندازه‌گیری آنتوسیانین غده به روش (Wagner, G.J. 1979) و تعیین مقدار کلروفیل و کارتنوئید به روش (Barnes *et al.*, 1992) انجام شد. روند اندازه‌گیری فیتوکروم به نحوی بود که بعد از دو برگه شدن حقیقی نمونه گیری آغاز شد در هر سه روز یکبار نمونه گیری صورت می‌گرفت در یک روز در دو زمان مختلف ساعت 8 صبح و ساعت 5 بعداز ظهر که تا آخرین مرحله این روند ادامه داشت، تعیین مقدار فیتوکروم به روش (Jabben, M and Deitzer, G.1987) صورت گرفت.

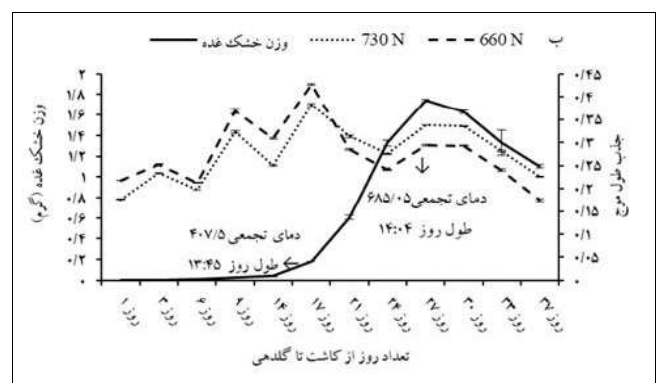
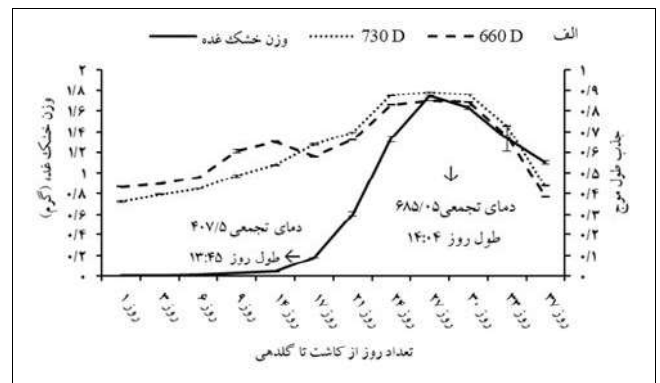
نتایج و بحث

روند تغییرات وزن تر غده و وزن خشک غده در طی زمان نشان داد که سرعت تشکیل آن از روز کاشت تا روز 17 ام به صورت یکنواخت افزایش داشت، این در حال است که از روز 1 تا روز 17 طول روز 13:45 و دمای جمعی 4-7/5 آن زمان 407/5 روزدرجه بود و پس از روز 17 تا روز 27 افزایش ناگهانی داشت و بعد از آن تقریباً حالت ثابت و تا حدی کاهش یافت، اما از روز 17 به بعد طول روز 14:04 ساعت و دمای جمعی 685/05 روزدرجه افزایش یافت، این در حال است که فیتوکروم R و FR صبح‌ها از روز 1 تا روز 6 به صورت یکنواخت افزایش یافت و از روز 6 تا روز 14 فیتوکروم R نسبت به FR افزایش پیدا کرد این مرحله پیش‌القایی است و در روز 17 فیتوکروم R و FR یکسان شد که در این موقع القاً صورت گرفت و نسبت FR به R کمتر از یک بود و از روز 17 تا روز 24 مرحله پس‌القایی است که گلهی اتفاق می‌افتد و برگشت پذیر نیست، که در این موقع FR از R بیشتر می‌شود و در حالت افزایشی است و در روز 27 گلهی اتفاق افتاد از روز 17 به بعد تا آخرین روز (37) FR بیشتر از R است و نسبت FR به R بیشتر از یک است و به صورت موازی ادامه دارد که در روزهای آخر نسبت FR به R از قبل کمی بیشتر می‌شود. اما فیتوکروم هنگام بعداز ظهر از روز اول تا روز 17 در حال تغییر بود (افزایش و کاهش) می‌یافت ثابت نبود، در فیتوکروم‌ها بعداز ظهر علی‌رغم پیروی کلی روند خاصی را نشان نمی‌دهد و در بازه‌های زمانی به اوج می‌رسد و سپس کاهش می‌یابد که امری تصادفی نیست و نشان می‌دهد که تغییرات میزان فیتوکروم در طی زمان از الگوی خاصی مربوط به روز و شب پیروی می‌کند یعنی ریتم‌سیرکادین و منحنی تغییرات فیتوکروم در بعداز ظهر از منحنی درجه 2 پیروی می‌کند، فیتوکروم هنگام بعداز ظهر از روز اول تا روز 17 بیشتر از FR بود و نسبت بین FR به R کمتر از یک بود که این مرحله پیش‌القایی بود اما روز 17 و R با هم برابر شد که القاً صورت گرفت، از روز 17 تا روز 24 FR در حال کاهش بود اما FR بیشتر از R بود که این مرحله پس‌القایی است و برگشت ناپذیر است و در روز 27 گلهی اتفاق افتاد، از روز 17 تا آخرین مرحله روز (37) نسبت FR به R بیشتر از یک بود و تا آخرین مرحله نسبت FR به R به صورت موازی ادامه داشت (شکل‌های 1 و 2).

نور قرمز علاوه بر افزایش فتوسنتز، تجمع تولیدات فتوسنتزی و ماده خشک را تحریک می‌کند. مشخص شده است که نور قرمز در مقایسه با تاریکی، از طریق تحریک تولید و جذب بیشتر ترکیبات آلی توسط شاخساره جوان، باعث بهبود رشد و نمو گیاه می‌گردد (Maas, F.M. and E.J. Bakx. 1995).



شکل 1- وزن تر غده و تغییرات فیتوکروم R و FR در صبح (الف) و بعداز ظهر (ب).

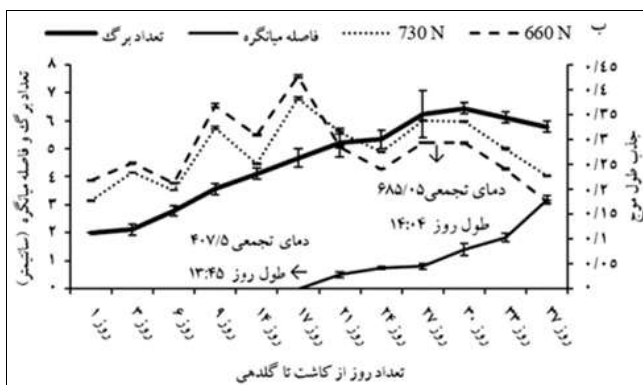
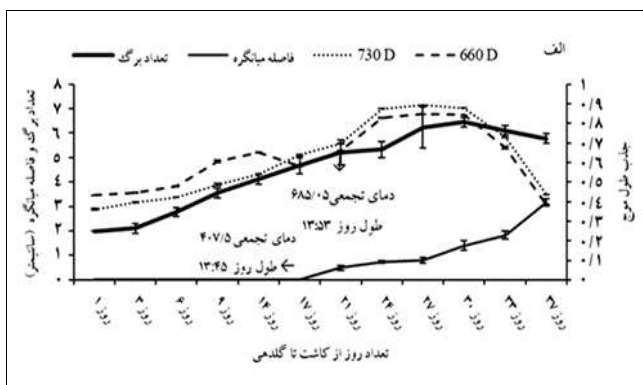


شکل 2- وزن خشک غده و تغییرات فیتوکروم R و FR در صبح (الف) و بعداز ظهر (ب).

نتایج این بررسی نشان می‌دهد افزایش تعداد برگ از روز اول تا روز 27 به صورت یکسان در حال افزایش بود و روند افزایش فاصله میان‌گره از روز 17 شروع شد و تا آخرین مرحله با

سرعت زیاد ادامه داشت. دوران بلوغ مورفولوژیکی در گیاه تربچه مرحله سه برگی می‌باشد و پس از آن پیش‌القای شروع شده بهمدت سه روز و سپس تغییر ناگهانی در نسبت فیتوکروم FR به R صورت گرفته و این نسبت افزایش می‌یابد، طبق بررسی حاضر این تغییر به‌صورت یکسان تا انتهای گلدهی باقی مانده شبیه مرحله قبل از تعویض فقط نسبت آن‌ها به مقدار 0/3 افزایش می‌یابد قبل از گلدهی این نسبت به‌صورت ثابت 0/8 بود و سپس افزایش FR به R عدد ثابت 1/2 تغییر یافت و تا انتهای گلدهی این نسبت ثابت باقی ماند (شکل 3).

در پژوهشی که صورت گرفته بود طول ساقه و میانگره و تعداد برگ گیاهچه‌های انگور رشد یافته در نور LED قرمز در مقایسه با LED های آبی بالاتر بود (Poudel, P., Kataoka, I., and Mochioka, R. 2008). چنین به‌نظر می‌رسد که طول شدن ساقه می‌تواند با برهمکنش‌های مختلف و هم‌زمان گیرنده‌های نور آبی، قرمز و فیتوکروم‌ها بسته به گونه افزایش یافته یا ممانعت شود (Kim, H. H., Goins G. D., Wheeler R. M. and Sager J. C. 2004).

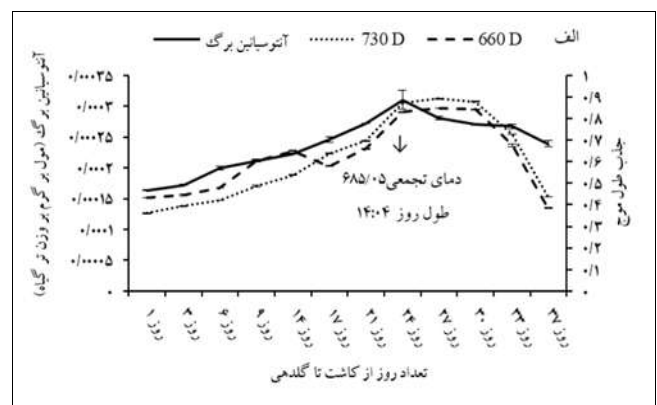


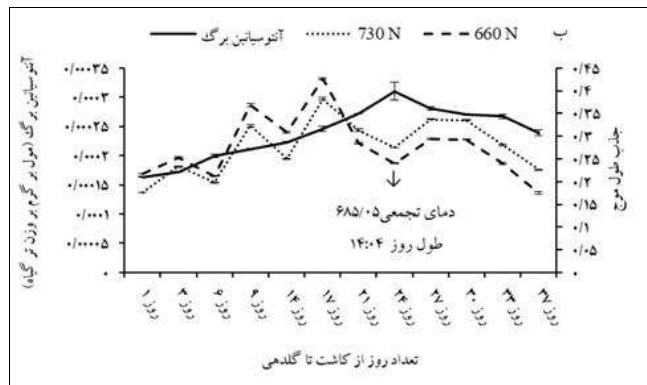
شکل 3- تعداد برگ و فاصله میانگره و تغییرات فیتوکروم R و FR در صبح (الف) و بعداز ظهر (ب).

تغییرات آنتوسیانین برگ و آنتوسیانین غده تربچه در طی این تحقیقات نشان داد که آنتوسیانین برگ از روز کاشت تا روز 24 به‌صورت یکنواخت افزایش یافت و بعداً تا آخرین روز (37) کاهش یافت، اما آنتوسیانین غده از روز کاشت تا روز 17 به‌صورت موازی ادامه داشت اما از روز 17 تا روز 27 با شیب تند (سرعت بالا) افزایش یافت و بعد از آن ثابت و کاهش یافت، در مورد فیتوکروم R و FR صبح‌ها از روز 1 تا روز 6 به‌صورت یکنواخت افزایش یافت و از روز 6 تا روز 14 فیتوکروم R نسبت به FR افزایش پیدا کرد که مرحله پیش‌القای گفته می‌شود و در روز 17 فیتوکروم R و FR یکسان شد که

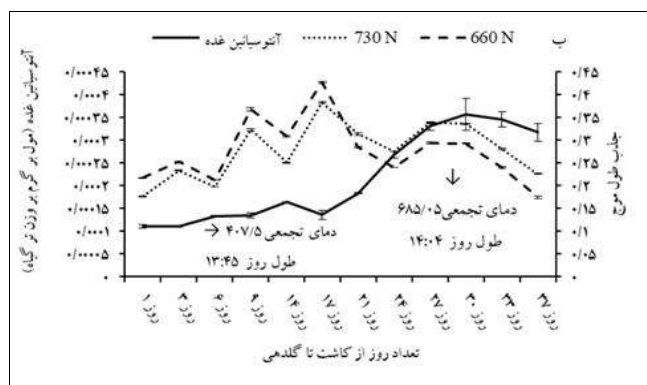
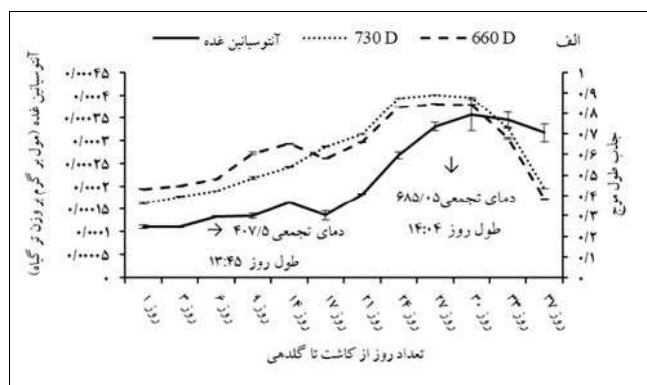
این مرحله القا است از روز اول تا روز 17 نسبت FR به R کمتر از یک بود و از روز 17 تا روز 24 مرحله پس‌القای است، که در این موقع FR از R بیشتر می‌شود و در حالت افزایش است و در روز 27 گلدهی اتفاق افتاد که از روز 17 به بعد تا آخرین روز (37) FR بیشتر از R بود و نسبت FR به R بیشتر از یک است و به‌صورت موازی ادامه داشت که در روزهای آخر نسبت FR به R از قبل کمی بیشتر می‌شود. اما فیتوکروم هنگام بعد از ظهر از روز اول تا روز 17 در حال تغییر بود، در فیتوکروم‌ها بعداز ظهر علی‌رغم پیروی کلی روند خاصی را نشان نمی‌دهد و در بازهای زمانی به اوج می‌رسد و سپس کاهش می‌یابد که امری تصادفی نیست و نشان می‌دهد که تغییرات میزان فیتوکروم در طی زمان از الگوی خاص مربوط به روز و شب پیروی می‌کند یعنی ریتم‌سیرکادین و منحنی تغییرات فیتوکروم در بعداز ظهر از منحنی درجه 2 پیروی می‌کند (شکل‌های 4 و 5).

تجمع آنتوسیانین به‌عنوان یک رنگیزه مهم در برگ‌ها تحت تأثیر عوامل مختلفی محیطی، مانند دما، مواد غذایی، دسترسی به آب و به‌ویژه نور و شدت آن است. بخاطر ویژگی جذب نور UV، سبز یا آبی در این رنگیزه‌ها، تجمع آن‌ها ممکن است به‌عنوان یک مکانیسم حفاظتی برای حفاظت گیاهان از سطوح مضر نور عمل کند (Oren-Shamir, M. and Levi-Nissim, A. 1997). گیاهان در شرایط تنش نوری، دستخوش تغییرات در متابولیسم، ساختار و ترکیبات رنگیزه‌های شان به‌منظور رقابت و بقا در محیط جدید می‌شود. بسیاری از تنش‌ها در برگ‌ها و میوه‌ها تحت شرایط نور قوی مانند دیگر تنش‌های محیطی (دما، UV، خشکی، فلزات سنگین، زخم، آلاینده‌ها و...)، سنتز رنگیزه‌های اضافی مانند آنتوسیانین را القا می‌کند. آنتوسیانین‌ها پایداری بیشتری به تابش نور نسبت به کلروفیل نشان می‌دهند. یکی از وظایف آنتوسیانین‌ها نقش حفاظتی آن‌ها در مقابل تنش نوری می‌باشد. برعلاوه آنتوسیانین به‌عنوان گیرنده نور درونی مؤثر و تکمیل‌کننده اختلاف جذب کلروفیل در بخش سبز-نارنجی در طیف قابل مشاهده می‌باشد (Merzlyak, M. and Chivkunova, O.B. 2000). پایداری آنتوسیانین‌ها در شدت نورهای خیلی زیاد کمتر می‌شود به‌طوری که در شدت نور 450 میکرومول بر مترمربع بر ثانیه، مقدار آنتوسیانین برگ‌ها کاهش یافته است که یکی از دلایل آن ممکن است در نتیجه افزایش اکسیداسیون نوری و دمای برگ‌ها در شدت نورهای خیلی زیاد باشد که برای سنتز آنتوسیانین‌ها اثر منفی دارد (Faust, J.E., Holcombe, V., Rajapakse, N.C. and Layne, D.R. 2005).





شکل 4- آنتوسیانین برگ و تغییرات فیتوکروم R و FR در صبح (الف) و بعداز ظهر (ب).



شکل 5- آنتوسیانین غده و تغییرات فیتوکروم R و FR در صبح (الف) و بعداز ظهر (ب).

بررسی کلروفیل کل و کارتنوئید، کلروفیل کل از روز 1 تا 17 به صورت یکنواخت و با شیب تند (سرعت بالا) افزایش یافت، در حال که کارتنوئید از روز 1 تا روز 17 در حال تغییر (افزایش و کاهش) بود اما از روز 17 به بعد تا آخرین روز (37) کلروفیل کل و کارتنوئید در حال کاهش بود که طول روز 14:04 ساعت و دمایی تجمعی 685/05 روز درجه بود، اما روند فیتوکروم R و FR صبح و بعداز ظهر به شکل روند که در آنتوسیانین صورت گرفت بود و هیچ تغییری دیگری دیده نشد (شکل های 6 و 7).

در برخی تحقیقات نشان داده شده است که تغییر میزان نور از طریق تغییر در آرایش کلروپلاست درون سلول های گیاهی مقادیر کلروفیل برگ را تحت تأثیر قرار می دهد، به طوری که علاوه بر اینکه در شرایط شدت نور کم میزان کلروفیل کاهش یافته و رنگ سبز برگ ها نیز کمتر می شود، کلروپلاست ها هم عمود بر زاویه تابش و موازی دیواره سلولی قرار می گیرند که این نیز باعث تغییر در مقادیر کلروفیل می شود (Dana, E. and

(Guamet, M.J. 2004). کلروفیل نقش بسیار مهمی در فرایندهای رشدی گیاهان دارد. بیوسنتز و تخریب کلروفیل تحت کنترل مسیرهای پیچیده سلولی و مولکولی است و این مسیرها توسط فاکتورهای مختلفی تنظیم می شوند (امام و فرهمندفر، 1390). بین شدت نور و شدت فتوسنتز رابط مثبت افزایشی وجود دارد و از نظر تنوری، فتوسنتز در هر شدت نوری هر چند ناچیز انجام می گیرد، ولی در عمل، در شدت نورهای کم تنفس بر فتوسنتز پیشی می گیرد (کافی و همکاران، 1391). از عوامل مؤثر بر میزان کلروفیل: تراکم گیاهی، تفاوت تابش نور، رقم و وضعیت مواد غذایی به ویژه نیتروژن است که منجر به تغییر رنگ برگ ها می شود. بنا بر برگ های که در معرض نور شدیدتر قرار می گیرند، سنتز و تجزیه کلروفیل، احتمالاً همزمان انجام می گیرد (Patrocínio, A. and Magalhães, S. 2014). در تحقیق (عباس نژاد و همکاران، 1396) مشاهده شد که در شدت نور مطلوب، میزان کلروفیل در واحد سطح برگ افزایش یافت و در نور کمتر به دلیل سنتز کم کلروفیل، برگ ها رنگ سبز مایل به زرد به خود گرفتند. البته در شدت نورهای خیلی زیاد نیز به دلیل تخریب کلروپلاست ها مقدار کلروفیل کاهش یافت.

امواج 700 الی 740 نانومتر مربوط به رنگ قرمز دور می باشد و حداکثر جذب امواج قرمز دور در 730 نانومتر انجام می گیرد. میزان انرژی امواج مادون قرمز کمتر بوده و در حدود 166 کیلوژول بر مول فوتون می باشد. امواج مادون قرمز را امواج گرمازا نیز می نامند زیرا سبب افزایش دمای گیاه می شوند. محدوده طول موج این امواج بیش از 740 نانومتر است و انرژی متوسط این نوع امواج 85 کیلوژول بر مول فوتون می باشد. گیاهانی که در معرض امواج قرمز دور قرار می گیرند، ارتفاع آن ها از طریق افزایش طول میان گره ها، بیشتر می شود. فرم قرمز دور فیتوکروم این امواج را جذب نموده و به فرم فیتوکروم قرمز تبدیل می شود. امواج قرمز دور سبب نمو دگر پروری (بیگانه خواری) می شوند. امواج قرمز دور نیز سبب سنتز آنتوسیانین ها می شوند. نور قرمز دور از بیوسنتز کاروتنوئید در گوجه فرنگی جلوگیری می کند. زیرا نور قرمز دور سبب تغییر فیتوکروم به حالت فیتوکروم قرمز شده و در بیوسنتز کاروتنوئید به وجود اثر بازدارندگی می آورد. در طول ماه های زمستان که تابش خورشید کمتر است، امواج قرمز دور بیشتری به سطح زمین می رسد و در طول تابستان به دلیل وجود آفتاب بیشتر در آسمان، تابش امواج قرمز بیشتر می باشد (Taiz, L., and Zeiger, E. 2002).

سنتز کاروتنوئیدها اگر چه ارتباط مستقیمی با تابش نور خورشید ندارد اما برای تأمین انرژی لازم جهت سنتز آن ها به طور غیر مستقیم به نور نیاز می باشد. برگ های که در معرض نور قرار می گیرند از کلروپلاست بیشتر در واحد سطح برگ برخوردار اند (جلیلی مرند، 1389). که این امر ناشی از افزایش ضخامت بافت میان برگ می تواند باشد و برگ های که کلروپلاست فراوان دارند، حاوی کاروتنوئید بیشتری نیز می باشد. کارتنوئیدها ترکیبات تتراترپنی می باشند که وظیفه حفظ کلروفیل از اکسیداسیون نوری، جذب نور و انتقال انرژی به کلروفیل a را بر عهده دارند (Devlin, M.R. and Withman, F.H. 2002). سلول های گیاهان سبز، کارتنوئیدها به عنوان گیرنده نور عمل کرده و موجب استفاده سلول از طول موج های مختلف آن می شوند. همچنین کاروتنوئیدها موجب می گردند که رنگیزه کلروفیل محتوای سلول از صدمات اکسیداسیون نوری در برابر تشعشعات بالا حفاظت شوند (Inze, D. and Montagu, M.V. 2000). بنابراین با افزایش شدت نور، میزان این

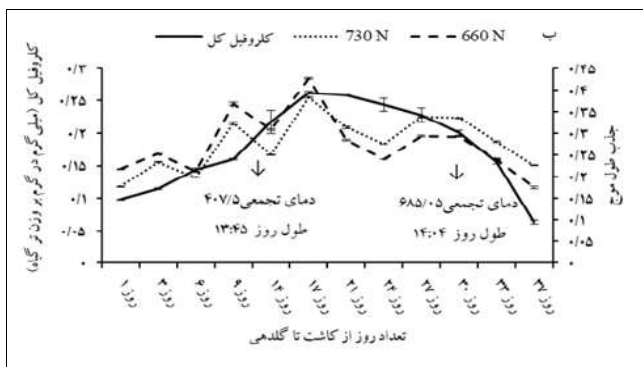
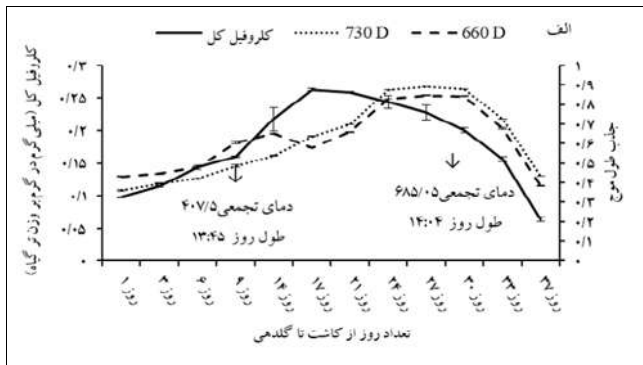
رنگیزه‌ها همانند کلروفیل افزایش می‌یابد. اما تحت شرایط نور شدید رادیکال‌های آزاد اکسیژن تجمع پیدا می‌کنند، آن‌ها می‌توانند رنگیزه‌های موجود در کلروپلاست و غشای لیبیدی را تخریب کنند، در نتیجه میزان کاروتنوئیدها را کاهش دهند (Patrocínio, A. and Magalhães, S. 2014).

نتیجه گیری

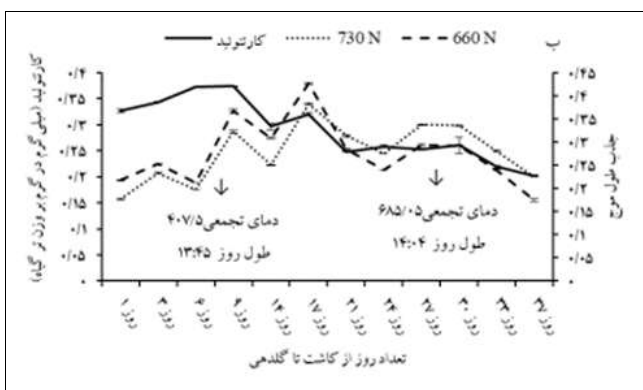
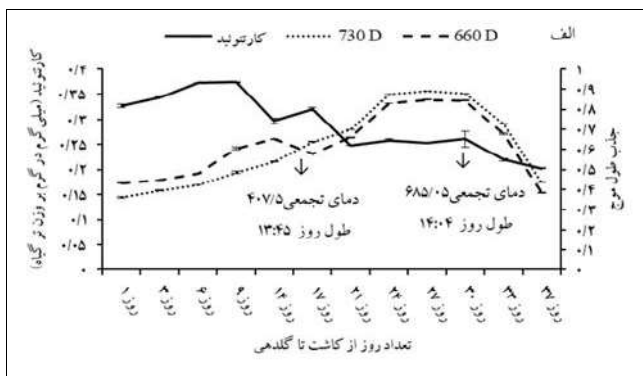
در بررسی کلی روند تغییرات صفات مورد مطالعه می‌توان چنین بیان داشت که تربچه رقم ویکیما تغییرات در طی زمان نشان داد که سرعت تشکیل آن از روز کاشت تا روز 17 ام به صورت یکنواخت افزایش داشت، این در حال است که از روز 1 تا روز 17 طول روز 13:45 ساعت رسید و دمای تجمعی تا آن زمان 407/5 روزدرجه بود و پس از روز 17 تا روز 27 افزایش ناگهانی داشت و بعد از آن تقریباً حالت ثابت و تا حدی کاهش یافت، اما از روز 17 به بعد طول روز 14:04 ساعت و دمای تجمعی 685/05 روزدرجه افزایش یافت، این در حال است که فیتوکروم R و FR صبح‌ها از روز 1 تا روز 6 به صورت یکنواخت افزایش یافت و از روز 6 تا روز 14 فیتوکروم R نسبت به FR افزایش پیدا کرد این مرحله پیش‌لقایی است و در روز 17 فیتوکروم R و FR یکسان شد که در این موقع الفاً صورت گرفت. اما فیتوکروم هنگام بعداز ظهر از روز اول تا روز 17 در حال تغییر بود (افزایش و کاهش) می‌یافت ثابت نبود، فیتوکروم در طی زمان از الگوی خاصی مربوط به روز و شب پیروی می‌کند یعنی ریتم‌سیرکادین و منحنی تغییرات فیتوکروم در بعداز ظهر از منحنی درجه 2 پیروی می‌کند، بنابر نقش فیتوکروم در گیاه تربچه بسیار مهم می‌باشد.

منابع

1. امام، ی. و فرهمندفر، ف. 1390. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه شیراز. ص 594.
2. جلیلی مرندی، ر. 1389. فیزیولوژی تنش‌های محیطی و مکانیسم‌های مقاومت در گیاهان باغی. انتشارات جهاد دانشگاهی، واحد ارومیه. جلد اول. ص 636.
3. عباس‌نژاد، ر.، جبارزاده، ز. و رضوی، م. 1396. اثر سطوح مختلف شدت نور بر برخی ویژگی‌های ظاهری و فیزیولوژیکی گل شب‌بو. پژوهش‌های گیاهی 30: 2: 1-12.
4. کافی، م.، شریفی، ح.، زند، ا. و دامغانی، م. 1391. فیزیولوژی گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. (ترجمه) جلد اول. چاپ چهارم. ص 732.
5. Barnes JD, Balaguer L, Manrique E, Elvira S, AA. A reappraisal of the use of DMSO for extraction and determination of chlorophyll a and b in lichens and higher plants. *Environmental and Experimental Botany* 1992;32(2):85-100.
6. Dana E, Guamet MJ. Distortion of the SPAD 502 chlorophyll meter readings by changes in irradiance and leaf water status. *Journal of Agronomy* 2004;24(3):41-46.
7. Devlin MR, Withman FH. *Plant Physiology*. CBs publishers and distributors, chapter 2002;12:707-710.
8. Faust JE, Holcombe V, Rajapakse NC, Layne DR. The effect of daily light integral on bedding plant growth and flowering. *Journal of Horticultural Science* 2005;40(2):645-649.
9. Inze D, Montagu MV. *Oxidative stress in plants*. Cornwall Great Britain, 2000, 321p.
10. Jabben M, Deitzer G. Spectrophotometric phytochrome Measurements in Light-grown (*Avena sativa* L.) planta 1987;143:309-313.
11. Kim HH, Goins GD, Wheeler RM, Sager JC. Green-light supplementation for enhanced lettuce growth under red- and bluelight-emitting diodes. *Journal of Horticulture Science* 2004;39(4):1617-1622.



شکل 6- کلروفیل کل و تغییرات فیتوکروم R و FR در صبح (الف) و بعداز ظهر (ب).



شکل 7- کاروتنوئید و تغییرات فیتوکروم R و FR در صبح (الف) و بعداز ظهر (ب).

12. Maas FM, Bakx EJ. Effects of light on growth and flowering of Rosa hybrids 'Mercedes'. *Journal of Horticulture Science* 1995;120(4):571-576.
13. Merzlyak M, Chivkunova OB. Light-stress-induced pigment changes and evidence for anthocyanin photoprotection in apples. *Journal of Photochemistry and Photobiology Biology* 2000;55(3):155-163.
14. Oren-Shamir M, Levi-Nissim A. UV-light effect on the leaf pigmentation of Cotinus coggygia 'Royal Purple'. *Journal of Horticultural Science* 1997;71(3):59-66.
15. Patrocínio A, Magalhães S. Photosynthetic responses of ornamental passion flower hybrids to varying light intensities. *Journal of Acta Physiologia Plantarum* 2014;36(8):1993-2004.
16. Poudel P, Kataoka I, Mochioka R. Effect of red-and blue-light-emitting diodes on growth and morphogenesis of grapes. *Journal of Plant Cell Tissue and Organ Culture* 2008;92(2):147-153.
17. Taiz L, Zeiger E. *Plant Physiology*, Sinauer Associates; 3 edition, 2002, 690p.
18. Wagner GJ. Content and vacuole/extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acid, and antocyanins in protoplast. *Plant physiology* 1979;64(2):88-93.