ارتباط بین کاهش دمای محیط با میزان کلروفیل و کارایی فتوسیستم II برگ گونه‌های شبدر[1]

محمد زمانیان*

هیئت علمی پژوهش موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر- سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج-ایران

(تاریخ دریافت: ١٣٩٤/١٠/٢٠، تاریخ پذیرش نهایی: ١٣٩٥/٠٢/٢٥)

چکیده:

به منظور بررسی ارتباط بین کاهش دمای محیط با میزان کلروفیل، کارایی فتوسیستم II و کارتنوئید برگ گونه‌های شبدر، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی شامل تاریخ کاشت به‌عنوان کرت اصلی در دو سطح (٢٤ شهریور و ٧ مهر)، و گونه‌های شبدر به‌عنوان کرت فرعی در ١٠ سطح (گونه شبدر ایرانی ٧ رقم، گونه شبدر برسیم یک رقم، گونه شبدر قرمز یک رقم و گونه شبدر لاکی یک رقم) با چهار تکرار در مزرعه پژوهشی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال وبذر کرج در سال ٩١ -١٣٩٠ اجرا شد. اندازه گیری صفات فیزیولوژیک گونه های شبدر در مرحله رشد روزتی در روزهایی که دمای هوا زیر صفر درجه سانتی گراد بود، اندازه گیری شد. نتایج نشان داد تنش دماهای پایین باعث کاهش معنی دار کلروفیل برگ در گونه‌های شبدر شد. از بین گونه‌های شبدر، گونه شبدر قرمز (رقم نسیم) ازنظر کلروفیل دارای کمترین میزان بود. همچنین تنش دماهای پایین در مزرعه باعث کاهش بیشتر میزان کلروفیل a نسبت به میزان کلروفیل a+b، a/b و کلروفیل b شد. در زمان های وقوع تنش(S1، S2 و S3) در مزرعه، عملکرد کوانتومی فتوسیستم دو (F_v/F_m) ارقام شبدر به ترتیب برابر ٠/٧٣٤، ٠/٧٨٨ و ٠/٥٥٥ بود که این بیانگر تأثیر تنش دماهای پایین بر پارامتر F_v/F_m مخصوصاً در تنش S3 نسبت به بقیه تیمارها است. همچنین نتایج نشان داد که در تنش دماهای پایین، رقم نسیم (گونه شبدر قرمز) دارای عملکرد کوانتومی فتوسیستم دو (F_v/F_m) کمتری نسبت به بقیه ارقام است و تحت تأثیر بیشتر تنش دماهای پایین بود. به‌طور کلی استفاده از شاخص‌های F_v/F_m، میزان کلروفیل و کارتنوئید برگ برای ارزیابی و غربال مزرعه‌ای ارقام شبدر در شرایط تنش دماهای پایین پیشنهاد می‌شود.

واژه های کلیدی: شبدر، تنش سرما، فلورسانس کلروفیل برگ و عملکرد کوانتومی فتوسیستم دو.

مقدمه:

شبدر(*Trifolium spp.*) یکی از گیاهان مهم علوفه‌ای خانواده لگومینوز در مناطق معتدل و سرد است که بعد از یونجه بیشترین سطح زیر کشت را در کشور دارا است(کوچکی و همکاران، ١٣٧٢;Taylor, 1985). در مناطق سردسیر تأخیر در کاشت پاییزه شبدر می‌تواند بر سطح سبز و استقرار بوته‌ها تأثیر منفی داشته باشد و لذا دوام بوته‌ها بستگی به میزان تحمل آنها در شرایط تنش دماهای پایین حادث‌شده در مزرعه دارد (Joes *et al*., 2004; Janska *et al*., 2010). تنش سرما اثر برگشت‌ناپذیری بر کلروفیل دارد و باعث تخریب و اختلال در غشاهای تیلاکوئیدی، تجزیه و تخریب کلروفیل و زرد شدن برگ می‌شود (Peterson *et al*.,1993). Ma و همکاران (١٩٩٥) اظهار داشتند که به دلیل این‌که شدت فتوسنتز برگ با میزان کلروفیل در ارتباط است، اندازه‌گیری کلروفیل می‌تواند یکی از معیارهای مناسب جهت سنجش شدت فتوسنتز باشد. Moskvin و همکاران (١٩٩٨) گزارش دادند درشدت های

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی:

١- این مقاله مستخرج شده از طرح مصوب ٨٩١٥٠ – ٠٣- ٠٣-٢ می باشد

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.19.25.3]

مختلف تشعشعی و تغذیه‌ای باعث تفاوت میزان فلورسانس کلروفیل برگ شبدر می‌شود. Joes و همکاران (۲۰۰٤) از بررسی پارامترهای فلورسانس کلروفیل در دو جمعیت لگوم گزارش دادند که برتری کارایی فتوسنتز در فتوسیستم دو در جمعیت برتر به علت بالا بودن پارامترF_v / F_m (۰/۸۱٤) آن نسبت به جمعیت دیگر (۰/۷۸۳) بود. Elena و همکاران (۲۰۰۳) از بررسی تأثیر اُزن بر فلورسانس کلروفیل دو گونه شبدر سفید و شبدر قرمز گزارش دادند که اُزن در هر دو گونه باعث کاهش معنی‌دار پارامتر F_v / F_m شده است. آنها همچنین میزان پارامترهای F_0، F_m و F_v / F_m را در شبدر سفید و شبدر قرمز به ترتیب ۷۸ و ۸۲،٤۲۱ و٤۲۹، ۰/۷۹۳ و ۰/۸۰۹ اعلام نمودند. Francini و همکاران (۲۰۰۷) از بررسی اثر اُزن بر تغییرات متابولیکی شبدر سفید گزارش دادند که اُزن باعث تغییر پارمترهای فلورسانس کلروفیل شده به‌طوری‌که در تیمارهای شاهد و تنش اُزن میزان F_0 به ترتیب ۱۷٦ و ۱۸۹، F_m برابر ۱۱۲۰ و ۹۹۲ و F_v / F_m برابر ۰/۸٤٤ و ۰/۸۰۹ می‌باشد. Shangguan (۲۰۰۸) از بررسی تأثیر سطوح مختلف غلظت نیتروژن و تشعشع بر عملکرد فتوسنتز گیاهچه‌های شبدر سفید نشان داد با افزایش سطوح نیتروژن از ۵ به ۱۵ میلی‌مولار و میزان تشعشع از ۲۰۰ به ٤۰۰ میکرومتر بر مترمربع در ثانیه، میزان کلروفیل برگ، کارایی فتوسنتز و F_m / F_v افزایش خواهد یافت. ایشان میزان F_v / F_m در میزان تشعشع ۲۰۰ میکرومتر بر مترمربع در ثانیه در غلظت‌های ۵ و ۱۵ میلی‌مولار نیتروژن را به ترتیب ۰/۸٤۲ و ۰/۸٤٦ گزارش نمود. Ibrahim و Bafeel (۲۰۰۸) اعلام نمودند اندازه‌گیری پارامتر F_v / F_m در شرایط تاریکی یک روش سریع برای نشان دادن میزان حساسیت به سرما در اغلب گیاهان است و در حالت انطباق با تاریکی پارامتر F_v / F_m نشان‌دهنده حداکثر کارایی کوآنتوم فتوسیستم دو بوده و شاخص مهمی برای عملکرد فتوسنتزی گیاه می‌باشد. حسیبی و همکاران (۱۳۸٦) از غربال کردن ژنو تیپ‌های برنج در دماهای پایین با استفاده از فلورسانس کلروفیل برگ گزارش دادند که از بین مؤلفه‌های فلورسانس کلروفیل برگ مؤلفه F_v / F_m (حداکثر عملکرد کوانتمی فتوسیستم دو) بهترین معیار برای انتخاب لاین‌های متحمل به تنش دماهای پایین است. تحقیقات نشان می‌دهد که در اکثر گونه‌های گیاهی مقادیر F_v / F_m در شرایط عادت کرده به تاریکی در شرایط مطلوب حدود ۰/۸۳ است و در مقادیر کمتر از ۰/۸۳ بیانگر تحت تنش بودن گیاه می‌باشد (Johanson., 2009: Bjorkman and Demmig., 1987; Schreiber and Bilger., 1987). به‌طورکلی مقادیر F_v / F_m در برگ‌های عادت کرده به تاریکی در گیاهان تحت تنش شدید، بین ۰/۷۵ تا ۰/۸۵ متغیر می‌باشد (Baker., 1991).

هدف از انجام این پژوهش بررسی ارتباط بین کاهش دمای محیط و میزان کلروفیل، کارایی فتوسیستم II و کارتنوئید برگ گونه‌های شبدر در مرحله رشد روزتی در طی فصل زمستان و امکان استفاده از این صفات در غربالگری گونه‌های شبدر در شرایط سرما است.

مواد و روش‌ها:

این مطالعه جهت بررسی ارتباط بین کاهش دمای محیط و میزان کلروفیل، کارایی فتوسیستم II و کارتنوئید برگ گونه‌های شبدر در مرحله رشد روزتی در طی فصل زمستان، به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل تاریخ کاشت به‌عنوان کرت اصلی در دو سطح (۲٤ شهریور به‌عنوان تاریخ کاشت مرسوم و ۷ مهر به‌عنوان تاریخ کاشت تأخیری)، و گونه‌های شبدر به‌عنوان کرت فرعی در ۱۰ سطح (گونه شبدر ایرانی ۷ رقم، گونه شبدر برسیم یک رقم، گونه شبدر قرمز یک رقم و گونه شبدر لاکی یک رقم) با چهار تکرار در مزرعه پژوهشی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال وبذر کرج، با موقعیت طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ٦ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۲۱ متری از سطح دریا در خاکی با خصوصیت بافت لومی رسی (جدول ۱) طی سال ۹۱ -۱۳۹۰ اجرا شد. میزان بذر مصرفی در هکتار بر مبنای ۲۰ کیلوگرم در هکتار برای شبدر ایرانی و شبدر قرمز و ۲۵ کیلوگرم در هکتار برای شبدر برسیم و شبدر لاکی کاشت صورت گرفت (حیدری

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.19.25.3]

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش.

عمق خاک	هدایت الکتریکی $Ec*10^3$	درصد جذب pH	کربن آلی بافت خاک (٪)	ازت کل (٪)	فسفر قابل جذب (pmm)	بافت خاک
۰-۲۵	۰/٦۸	۷/۹	۰.٤۹	۰/۲۰	۱۵	رسی، لومی
۲۵-۵۰	۱/٤	۷/۱	۰/۳۰	۰/۲۵	٦	رسی، لومی

جدول ۲ - میانگین حداقل دما ماهانه و روز نمونه برداری در سطح خاک و هوا (مربوط به زمان اندازه‌گیری فلورسانس کلروفیل برگ).

	میانگین حداقل دما (درجه سانتی گراد) و سرعت باد (متر بر ثانیه)				
	سطح خاک		هوا		
زمان نمونه برداری	ماهیانه	روز نمونه برداری	ماهیانه	روز نمونه برداری	سرعت باد
(S_1)۱۳۹۰/۹/۲۹	-٤/۳	-۳/٦	-۸/۹۸	-۰/۷	٦
(S_2) ۱۳۹۰/۱۰/۷	-۳/۵	-۱/۲	-۱/۳	۱/۳	۲
(S_3)۱۳۹۰/۱۱/۱۷	-۵/۳	-۵/۸	-۲/٤	٤/۸	۳

S_1: زمان وقوع دماهای پایین زیر صفر درجه سانتی‌گراد در تاریخ ۲۹/ ۹/ ۱۳۹۰، S_2: زمان وقوع دما ای پایین زیر صفر درجه سانتی‌گراد در تاریخ ۷ / ۱۰ / ۱۳۹۰، S_3: زمان وقوع دماهای پایین زیر صفر درجه سانتی‌گراد در تاریخ ۱۷/ ۱۱ / ۱۳۹۰.

شریف‌آباد، ۱۳۸۰ و زمانیان، ۱۳۸۳).

اندازه‌گیری فلورسانس کلروفیل: اندازه‌گیری F_v / F_m (حداکثر عملکرد کوآنتومی فتوسیستم دو در شرایط سازگار شده با تاریکی) در مرحله رشد روزتی و رویشی (حدفاصل بین مرحله نموی ظهور اولین سه برگچه مرکب تا مرحله پنجه‌زنی) در سه نوبت آذر (در تاریخ ۱۳۹۰/۹/۲۹ با میانگین حداقل دمای ٤/۳- و ۳/٦- درجه سانتی‌گراد)، دی (در تاریخ ۱۳۹۰/۱۰/۷ با میانگین حداقل دمای ۳/۵- و ۱/۲- درجه سانتی‌گراد و بهمن (در تاریخ ۱۳۹۰/۱۱/۱۷ با میانگین حداقل دمای ۵/۳- و ۵/۸- درجه سانتی‌گراد) به ترتیب دمای ماهانه و روز اندازه‌گیری در سطح خاک (جدول ۲) انجام شد. برای اندازه‌گیری فلورسانس کلروفیل برگ بعد از حادث شدن دماهای پایین (زیر صفر درجه سانتی‌گراد حداقل در سه روز متوالی) در مزرعه، از هر رقم به‌طور تصادفی شش برگ کاملاً توسعه‌یافته در فاصله زمانی ساعت ۱۰-۸ صبح انتخاب و بعد از ۱۵ دقیقه تاریکی توسط کلیپس‌های مخصوص، شاخص‌های F_0، F_m، F_v و F_v / F_m توسط دستگاه فلورسانس‌متر کلروفیل OS 30P (Opti-Science, USA) اندازه‌گیر و محاسبه شدند (Maxwell and Johnson., 2000).

اندازه‌گیری میزان کلروفیل و کاراتنوئید برگ: از تاریخ کاشت ۲٤ شهریور بعد از استقرار بوته‌ها، در ۳ آبان با میانگین دمای روزانه ۱۵/۸ درجه سانتی گراد پایه برای اندازه‌گیری میزان کلروفیل و کاراتنوئید برگ به‌عنوان قبل تنش سرما و ۱۷ اسفند بعد از چند روز متوالی دماهای زیر صفر درجه سانتی گراد به‌عنوان بعد از تنش سرما از هر دو تاریخ کاشت ۲٤ شهریور و ۷ مهر نمونه‌هایی از برگ تیمارها به‌طور تصادفی تهیه و توسط نیتروژن مایع فریز و در یخچال ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند، بعد از استخراج محلول حاوی رنگ‌دانه سبز برگ توسط استون ۸۰٪ میزان جذب نوری محلول به‌دست‌آمده با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتری (Varian 300 Scan, USA) در طول موج‌های ٦٦۳ (کلروفیل a) ٦٤۵ (کلروفیلb) و٤۷۰ (کاراتنوئید) نانومتر قرائت شد و غلظت کلروفیل a، b، نسبت a/b و رنگ‌دانه کاراتنوئید بر اساس روابط زیر (Arnon., 1949) تعیین گردید. در روابط زیر V حجم نهایی نمونه استخراج‌شده و W وزن‌تر نمونه است.

میلی‌گرم کلروفیل a در هر گرم وزن‌تر:

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.19.25.3]

(۱۰۰۰W×)/ V× {(جذب در ٦٤٥ نانومتر) ۲/٦۹ – (جذب در ٦٦۳ نانومتر)۱۲/۷}

میلی‌گرم کلروفیل b در هر گرم وزن‌تر:

(۱۰۰۰W×)/ V× {(جذب در ٦٦۳ نانومتر) ٤/٦۹ – (جذب در ٦٤٥ نانومتر)۲۲/۹}

میلی‌گرم کلروفیل a وb در هر گرم وزن‌تر:

(۱۰۰۰W×)/ V× {(جذب در ٦٦۳ نانومتر) ۸/۰۲ + (جذب در ٦٤٥ نانومتر)۲۰/۲}

میلی‌گرم کارتنوئید در هر گرم وزن‌تر:

(۱۰۰۰ A ٤۷۰ – ۱/۸ Chla – ۸٥/۰۲ Chlb) /۱۹۸

برای تجزیه آماری داده‌ها به‌دست‌آمده، از نرم‌افزارهای SAS، Mstat-C و برای رسم گراف‌ها از Excel استفاده شد. تجزیه بر روی‌داده‌های کلروفیل و کاراتنوئید قبل از تنش سرما به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی، بعد از تنش به‌صورت اسپلیت پلات و برای فلورسانس کلروفیل چون نمونه‌برداری در طول زمان صورت گرفت به‌صورت اسپلیت پلات در زمان انجام شد. مقایسه میانگین تیمارها با آزمون دانکن انجام و P< ۰/۰٥ به‌عنوان سطح معنی‌دار بودن اختلاف‌ها در نظر گرفته شد.

نتایج و بحث:

کلروفیل و کارتنوئیدها: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول۳) نشان داد که در شرایط نرمال (عدم تنش سرما) بین ارقام شبدر ازنظر میزان کلروفیل a، b، a+b، a/b و کارتنوئیدها در سطح احتمال خطای یک درصد تفاوت معنی‌دار وجود دارد. نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ٤) بعد از تنش سرما نشان داد که اثر تاریخ کاشت، رقم و اثر سطوح تاریخ کاشت در رقم برای میزان کلروفیل a، a+b و کارتنوئیدها در سطح احتمال خطای یک درصد معنی‌دار است و برای میزان کلروفیل b و نسبت کلروفیل a/b بین این اثرها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد.

مقایسه میانگین‌ها در شرایط نرمال (جدول ٥) نشان داد که ازنظر میزان کلروفیل a شبدر ایرانی (لایه ۷) با ۱/٦٦ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر و شبدر قرمز (رقم نسیم) با ۰/٦۸٦ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر به ترتیب بیشترین و کمترین میزان کلروفیل a را به خود اختصاص دادند. نتایج نشان داد که ازنظر کلروفیل b شبدر ایرانی (لاین ۷) با ۰/٥٦۷ و شبدر قرمز (رقم نسیم) با ۰/۲۳۳ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر، ازنظر میزان کلروفیل a+b شبدر ایرانی (لاین ۷) با ۲/۲۲ و شبدر قرمز (رقم نسیم) با ۰/۹۲۰ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر، ازنظر نسبت کلروفیل a/b شبدر ایرانی (متوسط رس) با ۳/٥۰ و شبدر ایرانی (دیررس) با ۲/۸۹ و ازنظر میزان کارتنوئیدها، شبدر برسیم (تولیدی کرج) با ۳/۰۹ و شبدر قرمز (نسیم) با ۱/٥۳ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر به ترتیب بیشترین و کمترین میزان کلروفیل را دارا بودند. نتایج نشان داد که ازنظر کلیه نسبت‌ها، میزان کلروفیل شبدر قرمز (نسیم) نسبت به سایر گونه‌ها از میزان کمتری برخوردار است و مشاهدات مزرعه‌ای هم نشان داد که رنگ برگ‌های این رقم نسبت به دیگر سبز روشن‌تری داشت. مقایسه میانگین‌ها بعد از تنش سرما (جدول ٤) نشان داد ازنظر میزان کلروفیل a و a+b شبدر برسیم (تولیدی کرج) با ۱/۳٤ و ۱/۷٥ و شبدر قرمز (نسیم) با ۰/۹۱۱ و ۱/۲۲ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر به ترتیب بیشترین و کمترین میزان را دارا بودند. نتایج نشان داد که ازنظر کلروفیل b شبدر ایرانی (زودرس) با ۰/٥۰۷ و شبدر ایرانی (لاین ۱۳) با ۰/۳۲۸ و ازنظر نسبت کلروفیل a/b شبدر ایرانی (لاین ۱۳) با ۳/٦٦ و شبدر قرمز (نسیم) با ۲/۸۱ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر به ترتیب بیشترین و کمترین میزان را به خود اختصاص دادند. ازنظر میزان کارتنوئیدها شبدر قرمز (نسیم) و شبدر لاکی (رقم البرز ۱) با ۱/۱٦ و شبدر ایرانی (لاین ۱۳) با ۰/۰۹۰ میلی‌گرم در گرم وزن‌تر به ترتیب بیشترین و کمترین میزان را دارا بودند.

مقایسه میانگین سطوح تاریخ کاشت در رقم (جدول ٦) نشان داد که کلیه مقادیر کلروفیل a ، b و کارتنوئیدها تحت تأثیر تاریخ کاشت قرارگرفته و کلیه مقادیر فوق در تاریخ کاشت دوم (تأخیری) نسبت به تاریخ کاشت مرسوم کاهش‌یافته‌اند. همچنین ازنظر کلروفیل a شبدر قرمز (نسیم) نسبت به بقیه ارقام دارای میزان کمتری است. این در حالی است که ازنظر کارتنوئیدها شبدر قرمز (نسیم) و شبدر لاکی (البرز ۱) از میزان

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.19.25.3]

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس میزان کلروفیل ارقام شبدردر تاریخ ۱۳۹۰/۸/۳ (قبل از تنش سرما).

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل a+b	نسبت کلروفیل a/b	کارتنوئیدها
تکرار	۳	۰/۰۰۵۳	۰/۰۰۲۲	۰/۰۱۸۸	۰/۰۳٤۸	۰/۰۵۲
ارقام	۹	۰/۲۸۸**	۰/۰۳۷**	۰/۵۲۸**	۰/۲۵۹**	٦۷۹**
خطا	۲۷	۰/۰۰۹۷	۰/۰۰۱۲	۰/۰۱۲	۰/۰۷٤	۰/۰۲۸
درصد ضریب تغییرات		۷/۲۹	۸/۰۱	٦/۲۳	۸/۸٦	٦/۹۱

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد.

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس میزان کلروفیل ارقام شبدر در تاریخ‌های مختلف کاشت.

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات				
		کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل a+b	نسبت کلروفیل a/b	کارتنوئیدها
تکرار	۳	۰/۰۰۲۵	۰/۰۲۸	۰/۰٤۱	۰/۳۱۹	۰/۳۸۰
تاریخ کاشت	۱	۰/۲۵۰**	۰/۰۰۳ns	۰/۲۷۷**	۰/۱۷۵ns	۱/۱٦**
خطا	۳	۰/۰۳۸	۰/۰۱۷	۰/۱۲۵	۰/۱۰٤	۰/۲۱۷
ارقام	۹	۰/۱٦۷**	۰/۰۲٦ns	۰/۲٦۳**	۰/۵۲۰ns	۱/۳۳**
تاریخ کاشت × ارقام	۹	۰/۰٦۷**	۰/۰۱۵ns	۰/۰۸٤**	۰/٤٤٦ns	۰/۲٦۹**
خطا	۵٤	۰/۰۲۳	۰/۰۱۵	۰/۰۲۸	۰/٤٦۱	۰/۰۷۷
درصد ضریب تغییرات		۱۳/٤۰	۳۳/۲٦	۱۱/۱٦	۲۱/۰۰	۵٦/۷۸

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵ و ۱ درصد.

بیشتری برخوردار هستند و این ممکن است یکی از علل سبز ماندن برگ آنها در شرایط سرما باشد.

تحقیقات نشان داد مقدار کلروفیل a و b تحت تأثیر تنش سرما قرار دارند و براثر سرما کاهش می‌یابند (Wise and Naylor.,1987). کاهش مقدار کلروفیل برگ‌ها ناشی از توقف عمل کمپلکس تشکیل‌دهنده اکسیژن است. این توقف ناشی از شرکت الکترون‌های زنجیره انتقال الکترون برای تشکیل انواع فعال اکسیژن به‌ویژه O_2 است و این بیانگر نقش اکسیداتیو می‌باشد (Bowler :Rizhsky and Mitller., 2003 and Inze., 1992). تنش سرما باعث تغییر خصوصیات و میزان افزایش فلورسانس کلروفیل a می‌شود و آنالیز تغییر فلورسانس کلروفیل اطلاعات مهمی در زمینه‌ی فتوسیستم دو و اتفاقات فیزیولوژیک که گیاه در شرایط تنش با آن مواجه است، ارائه می‌دهد (Toth *et al.*, 2007). افزایش سطوح توکوفرول‌ها در برگ یا افزایش سطوح رنگ ریزه‌های کم‌اهمیت‌تر مثل کاروتنوییدها که ترجیحاً در دمای سرد اکسیدشده و به کاهش تلفات کلروفیل a وb منجر می‌شوند، ممکن است موجب متحمل شدن گیاه به سرما شود و از خسارت سرما جلوگیری کند (Abbasi *et al.*, 2007). در این پژوهش دماهای پایین درکشت های تأخیری باعث کاهش میزان کلروفیل و کارتنوئیدها شد و این روند در بین ارقام شبدر متفاوت بود به‌طوری‌که شبدر قرمز در مرحله رشد رویشی نسبت به بقیه ارقام حساس‌تر بود و این موضوع از روی میزان کم کلروفیل آن قابل‌درک است. بین میزان کارتنوئید ها و کلروفیل نسبت عکس و جود دارد و در رقم که میزان کلروفیل کمتر خسارت‌دیده به علت میزان بالای در آن بود و این موضوع در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.19.25.3]

جدول ۵ – مقایسه میانگین کلروفیل ارقام شبدر در دمای نرمال (۱۳۹۰/۸/۳) و دمای یخبندان (۱۳۹۰/۱۲/۱۷)

	میلی‌گرم در گرم وزن‌تر									
	کلروفیل a		کلروفیل b		کلروفیل a+b		نسبت کلروفیل a/b		کارتنوئیدها	
ارقام	قبل از تنش (۱۳۹۰/۸/۳)	بعد از تنش (۱۳۹۰/۱۲/۱۷)	قبل از تنش (۱۳۹۰/۸/۳)	بعد از تنش (۱۳۹۰/۱۲/۱۷)	قبل از تنش (۱۳۹۰/۸/۳)	بعد از تنش (۱۳۹۰/۱۲/۱۷)	قبل از تنش (۱۳۹۰/۸/۳)	بعد از تنش (۱۳۹۰/۱۲/۱۷)	قبل از تنش (۱۳۹۰/۸/۳)	بعد از تنش (۱۳۹۰/۱۲/۱۷)
شبدر ایرانی (دیررس)	۱/۴۷^{bc}	۱/۲۲^{abc}	۰/۵۰۹^{b}	۰/۳۶۲^{b}	۱/۹۸^{bc}	۱/۵۸^{ab}	۲/۸۹^{c}	۳/۳۷^{a}	۲/۵۰^{cd}	۰/۱۸۲^{d}
شبدر ایرانی (متوسطرس)	۱/۲۷^{d}	۰/۹۱۸^{d}	۰/۳۶۳^{e}	۰/۳۴۵^{b}	۱/۶۳^{e}	۱/۲۶^{cd}	۳/۵۰^{a}	۳/۰۵^{a}	۲/۳۱^{d}	۰/۱۲۹^{d}
شبدر ایرانی (زودرس)	۱/۴۹^{bc}	۱/۱۹^{abc}	۰/۵۱۰^{b}	۰/۵۰۷^{a}	۲/۰۰^{bc}	۱/۷۰^{a}	۲/۹۲^{c}	۲/۸۸^{a}	۲/۶۲^{bc}	۰/۳۴۷^{cd}
شبدر ایرانی (یک چین)	۱/۳۶^{cd}	۱/۱۳^{bc}	۰/۴۷۳^{bc}	۰/۳۴۴^{b}	۱/۸۳^{cd}	۱/۴۸^{b}	۲/۹۰^{c}	۳/۳۰^{a}	۲/۲۸^{d}	۰/۱۵۴^{d}
شبدر ایرانی (لاین۱۳)	۱/۳۰^{d}	۱/۱۵^{bc}	۰/۳۸۱^{de}	۰/۳۲۸^{b}	۱/۶۲^{e}	۱/۵۱^{b}	۳/۴۳^{ab}	۳/۶۶^{a}	۲/۳۳^{d}	۰/۰۹۰^{d}
شبدر ایرانی (لاین۷)	۱/۶۶^{a}	۱/۳۱^{ab}	۰/۵۶۷^{a}	۰/۴۰۲^{ab}	۲/۲۲^{a}	۱/۷۱^{a}	۲/۹۳^{c}	۳/۲۵^{a}	۲/۸۱^{b}	۰/۷۰۴^{b}
شبدر ایرانی (توده)	۱/۵۶^{ab}	۱/۰۷^{c}	۰/۵۱۵^{b}	۰/۳۵۴^{b}	۲/۰۸^{ab}	۱/۴۲^{bc}	۳/۰۴^{bc}	۳/۰۸^{a}	۲/۶۳^{bc}	۰/۳۶۳^{cd}
شبدر برسیم(تولیدی کرج)	۱/۴۶^{bc}	۱/۳۴^{a}	۰/۴۳۰^{cd}	۰/۴۱۰^{ab}	۱/۸۹^{c}	۱/۷۵^{a}	۳/۴۱^{ab}	۳/۲۶^{a}	۳/۰۹^{a}	۰/۵۷۶^{cd}
شبدر قرمز(نسیم)	۰/۶۸۶^{e}	۰/۹۱۱^{d}	۰/۲۳۳^{f}	۰/۳۱۵^{b}	۰/۹۲۰^{f}	۱/۲۲^{d}	۲/۹۳^{c}	۲/۸۱^{a}	۱/۵۳^{e}	۱/۱۶^{a}
شبدر لاکی(البرز۱)	۱/۲۷^{d}	۱/۱۵^{bc}	۰/۴۴۵^{c}	۰/۳۳۱^{b}	۱/۷۲^{de}	۱/۴۸^{b}	۲/۹۰^{c}	۳/۵۴^{a}	۲/۳۲^{d}	۱/۱۶^{a}
میانگین	۱/۳۵^{a}	۱/۱۳^{b}	۰/۴۴۲^{a}	۰/۳۶۹^{a}	۱/۷۸^{a}	۱/۵۱^{b}	۳/۰۸^{a}	۳/۲۲^{a}	۲/۴۴^{a}	۰/۴۸۶^{b}
انحراف معیار	۰/۰۹۸	۰/۱۵۳	۰/۰۳۵	۰/۱۲۳	۰/۱۱۱	۰/۱۶۹	۰/۲۷۳	۰/۶۷۹	۰/۱۶۹	۰/۲۷۷

میانگین‌هایی که در هر ستون، حداقل دارای یک حرف مشترک هستند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.19.25.3]
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.19.25.3] [Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

جدول ٦ – مقایسه میانگین میزان کلروفیل و کاراتنوئید برگ ارقام شبدر در تاریخ های مختلف کاشت در دمای زیر صفر درجه سانتی گراد (۱۳۹۰/۱۲/۱۷)

میلی‌گرم در گرم وزن‌تر

	کلروفیل a		کلروفیل b		کلروفیل a+b		نسبت کلروفیل a/b		کارتنوئیدها	
ارقام	تاریخ ۲٤ شهریور	تاریخ ۷ مهر	تاریخ ۲٤ شهریور	تاریخ ۷ مهر	تاریخ ۲٤ شهریور	تاریخ ۷ مهر	تاریخ ۲٤ شهریور	تاریخ ۷ مهر	تاریخ ۲٤ شهریور	تاریخ ۷ مهر
شبدر ایرانی (دیررس)	۱/۲۸^{bc}	۱/۱۵^{cde}	۰/۳۸٦^{b}	۰/۳۳۹^{b}	۱/٦٦^{bcd}	۱/٤۹$^{c-h}$	۳/٤۱^{ab}	۳/۳۲^{ab}	۰/۱۹٦^{fgh}	۰/۱٦۹^{fgh}
شبدر ایرانی (متوسط‌رس)	۰/۹۸۹$^{d-g}$	۰/۸٤٦^{g}	۰/٤۰۱^{b}	۰/۲۸۹^{b}	۱/۲۷^{fgh}	۱/۲٤^{gh}	۳/٤۳^{ab}	۲/٦۸^{b}	۰/۱۹۲^{fgh}	۰/۰٦۷^{gh}
شبدر ایرانی (زودرس)	۱/۳۰^{bc}	۱/۰۹$^{c-g}$	۰/٦۰٤^{a}	۰/٤۱۰^{b}	۱/۷۱^{bc}	۱/۷۰^{bc}	۳/۱۹^{ab}	۲/۵۸^{b}	۰/۳۵۳$^{e-h}$	۰/۳٤۲$^{e-h}$
شبدر ایرانی (یک چین)	۱/۲۱^{cd}	۱/۰٦$^{c-g}$	۰/۳۵۱^{b}	۰/۳۳۸^{b}	۱/۵٦$^{c-f}$	۱/٤۰$^{d-h}$	۳/٤٤^{ab}	۳/۱۷a^{b}	۰/۱٦٤^{fgh}	۰/۱٤۵^{fgh}
شبدر ایرانی (لاین۱۳)	۱/۱۷^{cde}	۱/۱۲$^{c-e}$	۰/۳٤۰^{b}	۰/۳۱۷^{b}	۱/۵۳^{de}	۱/٤۹$^{c-h}$	۳/۹٤^{a}	۳/۳۹^{ab}	۰/۱۷٦^{fgh}	۰/۰۰٤^{h}
شبدر ایرانی (لاین۷)	۱/٤۵^{ab}	۱/۱۷^{cde}	۰/٤۲۱^{ab}	۰/۳۸٤^{b}	۱/۸۷^{ab}	۱/۵۵^{de}	۳/٤۵^{ab}	۳/۰٦^{ab}	۰/۸۹۸^{cd}	۰/۵۱۱$^{d-g}$
شبدر ایرانی (توده)	۱/۱۲$^{c-e}$	۱/۰۲$^{c-g}$	۰/۳۹۱^{b}	۰/۳۱٦^{b}	۱/۵۱$^{c-g}$	۱/۳۳$^{e-h}$	۳/۲۲^{ab}	۲/۹٤^{ab}	۰/۵۷۷$^{c-f}$	۰/۱۵٤^{fgh}
شبدر برسیم(تولیدی کرج)	۱/۵۷^{a}	۱/۱۱$^{c-e}$	۰/٤٤۱^{ab}	۰/۳۷۸^{b}	۲/۰۱^{a}	۱/٤۹$^{c-h}$	۳/۵۷^{ab}	۲/۹۵^{ab}	۰/۹٤۷^{bcd}	۰/۲۰٦^{fgh}
شبدر قرمز(نسیم)	۰/۹۲۳^{efg}	۰/۹۰۰^{fg}	۰/۳۲۳^{b}	۰/۳۰٦^{b}	۱/۲۲^{h}	۱/۲۲^{h}	۳/۰۳^{ab}	۲/۷۸^{ab}	۱/۳٤^{ab}	۰/۹۹۵^{bc}
شبدر لاکی(البرز۱)	۱/۲۳^{bcd}	۱/۰٦$^{c-g}$	۰/۳٦٦^{b}	۰/۲۹٦^{b}	۱/٦۰^{cde}	۱/۳٦$^{e-h}$	۳/۷۰^{ab}	۳/۳۸^{ab}	۱/٦۰^{a}	۰/۷۳۳^{cde}
مانگین	۱/۲۲^{a}	۱/۰۵^{b}	۰/٤۰۲^{a}	۰/۳۳۷^{a}	۱/۵۹^{a}	۱/٤۲^{b}	۳/٤۳^{a}	۳/۰۲^{a}	۰/٦٤٤^{a}	۰/۳۳۲^{a}
انحراف معیار	۰/۱۵۳		۰/۱۲۳		۰/۱٦۹		۰/٦۷۹		۰/۲۷۷	

میانگین‌هایی که در هر ستون، حداقل دارای یک حرف مشترک هستند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول۷- تجزیه واریانس اسپلیت پلات در زمان مؤلفه‌های فلورسانس کلروفیل ارقا م شبدر در زمان‌های نمونه برداری.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)			
		حداقل فلورسانس	حداکثر فلورسانس	فلورسانس متغیر	کارایی کوانتومی فتوسیستم ۲
تکرار	۳	۲۲۱/۱۲	۲۳٦۰/۱۲	۲۹۲۱/٦۲	۰/۰۰۹
رقم	۹	۳۷۱/۵۱*	۱۸٤۰٤/۱۹**	۱۸۱۳۳/۹۰**	۰/۰۲٦**
خطا	۲۷	۹۵/۹۳	۲۰٦۲/۸۰	۲٤۹۹/۲۰	۰/۰۰٤
زمان نمونه‌برداری	۲	٤۱۸٦۹/۹۱**	۸٤۵۷۸٦/۳۲**	۵۵۹۵۵۳/۲۷**	۰/۵۹٤**
زمان نمونه‌برداری × رقم	۱۸	۳۸۷/۹۱**	۱۲۲۰۸/۰۷**	۱۰٦۸٤/۲۳**	۰/۰۱۷**
خطا	۵٤	۱٦٦/۷٦	۲۷٤۲/۳۱	۲٦۳۸/٤۵	۰/۰۰۵
ضریب تغییرات	–	۱۵/۷۱	۱۷/٤۸	۲۳/۲۸	۱۰/۵٦

ns، * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

رقم شبدر قرمز رقم نسیم کاملاً مشهود است. نتایج به‌دست‌آمده با نتایج محققان مطابقت دارد.

عملکرد کوآنتومی فتوسیستم دو (F_v/F_m): نتایج این پژوهش(جدول۷) نشان داد که در تنش دماهای پایین مزرعه بین پارامترهای فلورسانس کلروفیل در شرایط تاریکی ارقام شبدر در سطح احتمال خطای یک درصد تفاوت معنی‌دار وجود دارد. همچنین این نتایج نشان داد که بین پارامترهای فلورسانس کلروفیل در زمان‌های اندازه‌گیری و اثر سطوح رقم در زمان‌های اندازه‌گیری در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد. مقایسه میانگین‌ها (جدول ۸) نشان داد که بیشترین مقدار پارامتر F_v/F_m (حداکثر عملکرد کوآنتومی فتوسیستم دو در شرایط سازگار شده با تاریکی) در زمان تنش S1 مربوط به شبدر ایرانی(یک چین) به میزان ۷۹٤ /۰، در زمان تنش S2 مربوط به شبدر برسیم(تولیدی کرج) به میزان ۸۱٦ /۰ و در زمان تنش S3 مربوط به شبدر ایرانی (دیررس) به میزان ۰/۷۵۰ است. همچنین نتایج نشان داد که در تنش دماهای پایین مزرعه شبدر قرمز(نسیم) دارای عملکرد کوانتومی فتوسیستم دو (F_v/F_m) کمتری نسبت به بقیه ارقام است، به‌عبارت‌دیگر بیشتر تحت تأثیر تنش دماهای پایین قرارگرفته که این ممکن است به علت میزان کم کلروفیل، مرحله رشدی و فنولوژیک آن باشد چون این رقم نسبت به بقیه ارقام از سرعت رشد کمتری برخوردار است و ازنظر رشد و استقرار نسبت به بقیه جوان‌تر است و همین مسئله باعث حساسیت بیشتر آن به سرما شده است. در شبدر برسیم(تولیدی کرج) به علت سرعت رشد بالا و خواب پاییزه کمتر دارای رشد بیشتری نسبت به بقیه ارقام شبدر است و همین باعث بهبود نسبی F_v/F_m آن شده است. نتایج جدول۸ نشان داد میانگین مقادیر پارامتر F_v/F_m ارقام شبدر در تیمارهای تنش دماهای پایین در مزرعه (S1، S2 و S3) به ترتیب برابر ۰/۷۳٤، ۰/۷۸۸ و ۰/۵۵۵ است که این بیانگر تأثیر سرما بر پارامتر F_v/F_m مخصوصاً در تنش S3 نسبت به بقیه تیمارهای سرما است که آمارهای هواشناسی (جدول۲) تأییدی بر این موضوع می‌باشد. این تحقیق نشان داد که مؤلفه F_v/F_m یکی از مهم‌ترین شاخص‌های انتخاب ارقام متحمل به تنش سرما است. Baker and Nie (۱۹۹٤) و همچنین Sthapit و همکاران (۱۹۹۵) نشان دادند که از کاهش عملکرد کوانتومی می‌توان برای تعیین میزان تحمل به سرما برنج استفاده نمود. Adams و همکارانش (۱۹۹۵) با بررسی‌های زیاد گزارش دادند که مؤلفه F_v/F_m می‌تواند معیار مفیدی برای میزان تحمل به تنش سرما در گیاهان مختلف حتی در شدت‌های نور کم باشد. در همین راستا تعدادی از محققان (Jansen and Ison., 1994a: Bjorkman and Demmig., 1987) گزارش دادند که مقادیر F_v/F_m در شرایط عادت کرده به تاریکی در اکثر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.19.25.3]

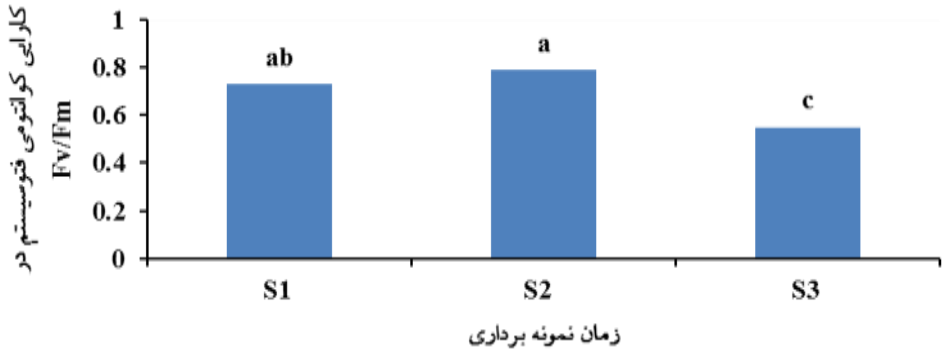
جدول۸- میانگین مؤلفه‌های فلورسانس کلروفیل ارقام شبدر در دمای پایین(سال ۱۳۹۰)

زمان نمونه‌برداری	ارقام	حداقل فلورسانس	حداکثر فلورسانس	فلورسانس متغیر	کارایی کوانتومی فتوسیستم ۲
S_1 ۱۳۹۰/۹/۲۹	شبدر ایرانی (دیررس)	۱۰۵/۳^{bc}	٤٤۲/۰^{bc}	۳۳٦/۸^{b}	۰/۷٦۲^{ab}
	شبدر ایرانی (متوسطرس)	۱۳٤/۸^{a}	۵۲۵/۵^{ab}	۳۹۰/۹^{ab}	۰/۷٤٤^{ab}
	شبدر ایرانی (زودرس)	۱۱۳/۰^{bc}	۵۰۳/۰^{ab}	۳۹۰/۰^{ab}	۰/۷۷۵^{ab}
	شبدر ایرانی (یک چین)	۱۱۷/۰^{abc}	۵٦۷/۸^{a}	٤۵۰/۸^{a}	۰/۷۹٤^{a}
	شبدر ایرانی (لاین۱۳)	۱۱۵/۸^{abc}	٤۸۲/۵^{ab}	۳٦٦/۸^{ab}	۰/۷٦۰^{ab}
	شبدر ایرانی (لاین۷)	۱۱۵/۰^{abc}	٤۷۰/۰^{ab}	۳۵۵/۰^{b}	۰/۷۵۵^{ab}
	شبدر ایرانی (توده)	۱۰۹/۸^{bc}	۵۱۷/۵^{ab}	٤۰۷/۸^{ab}	۰/۷۸۸^{a}
	شبدر برسیم(تولیدی کرج)	۹۸/۳^{c}	۳۳۷/۵^{d}	۲۳۹/۳^{c}	۰/۷۰۹^{b}
	شبدر قرمز(نسیم)	۱۳٤/۸^{a}	۳٦۹/۳^{cd}	۲۳٤/۵^{c}	۰/٦۳۰^{c}
	شبدر لاکی(البرز۱)	۱۲۰/۸^{ab}	٤۳۹/۸^{bc}	۳۱۹/۰^{bc}	۰/۷۲۵^{b}
	میانگین	۱۱٦/٤	٤٦۵/٤	۳٤۹/۳	۰/۷۳٤
	انحراف معیار	۱۲/۸۵	٦۲/۵٦	۵۸/۱۷	۰/۰٤۳
S_2 ۱۳۹۰/۱۰/۷	شبدر ایرانی (دیررس)	٦٦/۵^{a}	۲٦۸/۸^{ab}	۲۰۲/۳^{a}	۰/۷۵۳^{ab}
	شبدر ایرانی (متوسطرس)	۵۳/۳^{ab}	۲۷۸/۰^{a}	۲۲٤/۸^{a}	۰/۸۰۸^{a}
	شبدر ایرانی (زودرس)	۵۳/۰^{ab}	۲۳۰/۰^{ab}	۱۷۷/۰^{a}	۰/۷۷۰^{a}
	شبدر ایرانی (یک چین)	۵۳/۳^{ab}	۲٦۱/۰^{ab}	۲۰۷/۸^{a}	۰/۷۹٦^{a}
	شبدر ایرانی (لاین۱۳)	۵۰/۵^{ab}	۲٤۷/۰^{ab}	۱۹٦/۵^{a}	۰/۷۹٦^{a}
	شبدر ایرانی (لاین۷)	٤۲/۳^{b}	۲۰۷/۰^{b}	۱٦٤/۸^{a}	۰/۷۹٦^{a}
	شبدر ایرانی (توده)	٤٦/۳^{b}	۲۱۲/۸^{b}	۱٦٦/۵^{a}	۰/۷۸۳^{a}
	شبدر برسیم(تولیدی کرج)	٤۱/۹^{b}	۲۲۸/۰^{ab}	۱۸٦/۱^{a}	۰/۸۱٦^{a}
	شبدر قرمز(نسیم)	٦۲/۳^{ab}	۲۱۵/۰^{ab}	۱۵۲/۸^{a}	۰/۷۱۰^{b}
	شبدر لاکی(البرز۱)	۵۱/۵^{ab}	۲۳٤/۰^{ab}	۱۸۲/۵^{a}	۰/۷۸۰^{a}
	میانگین	۵۲/۱	۲۳۸/۲	۱۹۵/۷	۰/۷۸۸
	انحراف معیار	۱۲/۰۱	۳۸/۳۳	۵۱/۸٤	۰/۰۲۵

میانگین‌هایی که در هر ستون، حداقل دارای یک حرف مشترک هستند براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

گونه‌های گیاهی در شرایط مطلوب حدود ۰/۸۳ است و در مقادیر کمتر از ۰/۸۵ تا ۰/۷۵گیاه تحت استرس شدید است. بنابراین با توجه به مقادیر F_v/F_m ارقام شبدر، می‌توان به مؤثر بودن تیمارهای دماهای پایین مزرعه بر F_v/F_m و تحت تنش بودن ارقام شبدر اذعان نمود (شکل۱). با توجه به شبکه متفاوت ریشه‌ای و همزیستی با باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن و تولید متفاوت اندام هوایی (شاخ و برگ) گونه‌های مختلف شبدر در پاییز امکان تغذیه و دریافت تشعشع توسط برگ‌ها متفاوت خواهد بود و همین خصوصیات می‌توانند روی میزان فلورسانس کلروفیل برگ تأثیر نمایند که این نتایج با گزارش‌ها بسیاری از محققان مطابقت دارد و در همین رابطه Moskvin و همکاران (۱۹۹۸) گزارش دادند که پارامترهای فلورسانس

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.19.25.3]



شکل۱ – میانگین کارایی کوانتومی فتوسیستم دو در زمان های نمونه برداری، S1: ۲۹ آذر ۱۳۹۰، S2: ۷ دی ۱۳۹۰ و S3: ۱۷ بهمن ۱۳۹۰. (انحراف معیار برای S1= ۰/۰٤۳، S2=۰/۰۲۵ و S3 =۰/۱۱۱)

کلروفیل برگ در شبدر در شرایط مختلف تشعشعی و تغذیه‌ای، متفاوت است. Joes و همکاران (۲۰۰٤) از بررسی پارامترهای فلورسانس کلروفیل برگ در دو جمعیت لگوم گزارش دادند که پارامتر F_v/F_m در بین جمعیت‌های لگوم متفاوت است. آنها برتری کارایی فتوسنتز در فتوسیستم دو را در جمعیت برتر، بالا بودن پارامتر F_v/F_m (۰/۸۱٤) آن نسبت به جمعیت دیگر (۰/۷۸۳) اعلام نمودند. Elena و همکاران (۲۰۰۳) از بررسی تأثیر ازن بر فلورسانس کلروفیل دو گونه شبدر سفید و شبدر قرمز نشان دادند میزان پارامترهای F_0، F_m و F_v/F_m در شبدر سفید و شبدر قرمز به ترتیب ۷۸ و۸۲، ٤۲۱ و ٤۲۹، ۰/۷۹۳ و ۰/۸۰۹ می‌باشد. Francini و همکاران (۲۰۰۷) از بررسی ازن بر تغییرات متابولیکی شبدر سفید نشان دادند که در تیمارهای شاهد و تنش ازن میزان F_0 به ترتیب ۱۷٦ و ۱۸۹، F_m برابر ۱۱۲۰ و ۹۹۲ و F_v/F_m برابر ۰/۸٤٤ و ۰/۸۰۹ است.

نتیجه‌گیری کلی:

با توجه به نتایج این آزمایش، برای مطالعه و بررسی عکس‌العمل ارقام شبدر به تنش دماهای پایین استفاده از شاخص‌هایی مثل پارامتر F_v/F_m و میزان کلروفیل در مرحله رشدی حدفاصل مرحله ظهور اولین سه برگچه تا پنجه‌زنی پیشنهاد می‌شود و از این شاخص‌ها می‌توان در غربال مزرعه‌ای ارقام متحمل به سرما شبدر استفاده نمود. با توجه به نقش نیتروژن در ساختمان کلروفیل و ارتباط کلروفیل با پارامتر F_v/F_m و همزیستی متفاوت ریشه گونه‌های شبدر با باکتری ریزوبیوم، مطالعه در این زمینه می‌تواند در راستای تکمیل این تحقیق باشد.

منابع:

حسیبی، پ و مرادی، ف و نبی پور، م. (۱۳۸٦) انتخاب ژنو تیپ‌های برنج در دماهای پایین از طریق فلورسانس کلروفیل برگ. معلوم زراعی ایران. ۹: ۳۱-۱٤.

حیدری شریف‌آباد، ح.، و م. دری. (۱۳۸۰) نباتات علوفه‌ای (نیامداران). جلد اول. ۳۱۱ صفحه.

زمانیان، م. (۱۳۸۳) مقایسه عملکرد علوفه و صفات مورفولوژیکی ارقام شبدر. مجله علوم زراعی ایران. ٦ : ۲۰۲-۱۹۳.

کوچکی، ع. (۱۳۷۲) زراعت در مناطق خشک. چاپ دوم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد ، صفحه ۱۵۷-۱٥٤ .

Abbasi, A. R., Hajirezaei, M., Hofius, D., Sonnewald, U., and Voll, L. M. (2007) Specific roles of α- and β-tocopherol in abiotic stress responses of transgenic tobacco. Plant Physiology 143: 1720-1738.

Adams, W. W., Demming-Adams, B., Verhoven, A. S., and Barker, D. H. (1995) Photo inhibition during winter stress-involvement of sustained xanthophylls cycle-dependent energy dissipation. Australian Journal Plant Physiology 122: 261-267.

Arnon, D. L. (1949) Cooper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenol- oxidase in Beta vulgaris. Plant physiology 24: 1-15.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.19.25.3]

Baker, N. R. (1991) A possible role for photosystem II in environmental perturbation of photosynthesis. Physiology Plant 81: 563-570.

Baker, N. R., and Nie, G. (1994) Chilling sensitivity of photosynthesis in maize. In: Biotechnology of Maize (ed. Baja, Y.P.S) Pp. 465-481. Springer Verlag, Berlin.

Bjorkman, O., and Demmig, B. (1987) Photon yield of evolution and chlorophyll fluorescence at 77k among vascular plants of diverse origins. Planta 170: 489 504.

Bowler, C., Montagu, M. V., and Inze, D. (1992) Superoxide dismutase and stress tolerance. Annual Review Plant Physiology Plant Molecular Biology 43: 83-116.

Elena, D. T., Carla, V., Lacia, D., and Gian, F. S. (2003) Co_2 photoassimilation and chlorophyll flurescence in two clover species showing different response to O_3. Plant physiology and Biochemistry 41: 485-493.

Francini, A., Nali, C., Picchi, V., and Lorenzini, G. (2007) Metabolic changes in white clover clones exposed to ozone. Environmental and Exprimental Botany 60: 11-19.

Ibrahim, M. M., and Bafeel, S. O. (2008) Photosynthetic efficiency and pigment contents in alfalfa seedling subjected to dark and chilling condition. International Journal of Agriculture and Biology 10-3: 306-310.

Jansen, P. I. and Ison, R. L. (1994a) Temperature effects on germination of Trifoliumbalansae and *T. resupinatum* with special reference to high-temperature dormancy. Australian Journal of Agricultural Research 45: 689-701.

Joes, P. L., Goulart, M. F., and Lavato, M. B. (2004) Chloropyll fluorescence parameters in population of two legume trees. Stryphnodendron adstringens and Cassia ferruginea. Revista Botany 27: 527-532.

Johanson, T. J. (2009) How Four Legumes Response to Grazing. Literacture and Review.15pp.

Ma, B. L., Morrison, M. J., and Vadeng, H. D. (1995) Leaf greenness and photosynthetice rates in soybean. Crop Sci. 35: 1411-1414.

Maxwell, K., and Johnson, G. N. (2000) Chlorophyll fluorescence- a practical guide. Journal of Experimental Botany 51: 659-668.

Moskvin, O. V., Novichkova, N. S., and Ivanov, B. N.(1998) Induction of chlorophyll a fluorescence in clover leaf growth at varying nitrogen supply and irradiance levels. Russian Journal Plant Physiology 45: 353-358.

Peterson, T. A ., Blackmer,T. M., Francis, D. D., and Scheppers, J. S. (1993) Using and chlorophyllmeter to improve N management. A webguide in soil resource management: D-13 fertility. Cooperative Extension, Institute of Agriculture and Natural Resource, University of Nebraska, Lincoln, NE, USA.

Rizhsky, L., Liung, H., and Mitller, R. (2003) The water-water cycle is essential for chloroplast protection in the absence of stress. The American Society for Biochemistry and Molecular Biology. Journal of Biological Chemistry 278: 38921-38925.

Schreiber, U., and Bilger, W. (1987) Rapid assessment of stress effects on plant leaves by chlorophyll fluorescence measurements. In: Plants Response to Stress (ed.Tenhunen, J. D.) Pp. 27-28. Springer Verlag, Berlin.

Shangguan, Z. P. (2008) Specific leaf area, leaf nitrogen content and photosynthetic of *Trifolium repens* L. seedling grown at different irradiances and nitrogen concentrations. Photosynthetica 46: 143-147.

Sthapit, B. R., Witcombe, J. R., and Wilson, J. M. (1995) Methods of selection for chilling tolerance in Nepalese rice by chlorophyll fluorescence analysis. Crop Science 35: 90-95.

Taylor, N. L. (1984) Clover science and technology. American Society of Agronomy. Publishers Madison, Wisconsin, USA. 645pp.

Toth, S. Z., Schansker, C., Astrasser, R. J. (2007) Anon invasire assay of the plastoquin one pool redox state based on intransient. Photosythesis Research 93: 193-203.

Wise, R. R., and Naylor, A. W. (1987) The peroxidactive destraction of lipids during chilling injury ti photosynthesis and ultrastructure. Plant Physiology 83: 272-277.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-25]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1396.6.19.25.3]