"مجله علوم زراعی ایران"
جلد یازدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۸۸

اثر تنش گرما بر پایداری عملکرد، محتوای کلروفیل و ثبات غشای سلول برگ پرچم در ارقام رایج برنج در استان خوزستان

Effect of heat stress on grain yield stability, chlorophyll content and cell membrane stability of flag leaf in commercial rice cultivars in Khuzestan

عبدالعلی گیلانی[۱]، سید عطاءاله سیادت[۲]، خلیل عالمی‌سعید[۳]، عبدالمهدی بخشنده[۴]، فؤاد مرادی[۵] و منصور سیدنژاد[۶]

چکیده

گیلانی،ع.، ع. سیادت، خ. عالمی‌سعید، ع. بخشنده، ف. مرادی و م. سیدنژاد. ۱۳۸۸. اثر تنش گرما بر پایداری عملکرد، محتوای کلروفیل و ثبات غشای سلول برگ پرچم در ارقام رایج برنج در استان خوزستان**. مجله علوم زراعی ایران: ۱۱ (۱): ۱۰۰-۸۲.**

این پژوهش با هدف تعیین اثر تنش گرما بر ویژگی های ساختاری و فیزیولوژیک ارقام رایج برنج در استان خوزستان اجرا گردید. آزمایش با دو عامل تاریخ کاشت و رقم به صورت کرت‌های یکبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و سه تکرار به مدت دو سال (۱۳۸۵ و۱۳۸٦) در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان اجرا شد. سه تاریخ کاشت (۱۵ اردیبهشت، ۵ خرداد و ۲۵ خرداد) درکرت‌های اصلی و ۵ رقم برنج شامل هویزه و حمر (متحمل به گرما) عنبوری قرمز و چمپا (حساس به گرما) و رقم پرمحصول دانیال (نیمه متحمل به گرما) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج تجزیه مرکب نشان داد که بین تاریخ‌های کاشت با شرایط حرارتی متفاوت، از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری بین ارقام برنج وجود داشته و بیشترین عملکرد دانه مربوط به تاریخ کاشت مطلوب (۵ خرداد) با میانگین ۵۰۹٦/۷ کیلوگرم در هکتار بود. همچنین در میان ارقام برنج، رقم متحمل به گرمای هویزه با میانگین ٤۹۷۷/٦ کیلو گرم در هکتار بر سایر ارقام برتری داشت. میزان کلروفیل برگ پرچم در زمان ظهور ۵۰ درصد خوشه و برداشت، کاملاً متأثر از تاریخ کاشت و رقم بود و تاریخ کاشت اول (۱۵ اردیبهشت) بیشترین میزان و رقم هویزه از کمترین مقدار کلروفیل برخوردار بود. باتوجه به نتایج تجزیه یکساله، تاریخ کاشت‌های سوم و اول به ترتیب بیشترین و کمترین ثبات غشای سلولی را داشتند و در هر سه تاریخ کاشت رقم هویزه دارای ثبات بیشتری نسبت به سایر ارقام بود. همچنین از نظر حساسیت محیطی و ثبات عملکرد، رقم هویزه ضمن تحمل بیشتر از پایداری بالاتری نیز برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی: برنج تنش گرما، ثبات غشایی، عملکرد و محتوای کلروفیل برگ پرچم.

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۹/۱۰

۱- مقاله حاضربخشی از رساله دکتری نگارنده اول میباشد، دانشجوی دکتری تخصصی زراعت (فیز یو لوژی گیا هان زراعی) از دانشگاه کشا ورزی و منا بع طبیعی رامین (مکاتبه کننده)

۲ و۴- استاد، دانشگاه کشاورزی ومنابع طبیعی رامین_ اهواز_ ایران
۳- استادیار، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین- اهواز- ایران
۵-استادیار، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی- کرج
۶- دانشیار، دانشگاه شهید چمران- اهواز- ایران

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-09]
[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.1.7.7]

مقدمه

برنج یکی از محصولات استراتژیک دنیا ، به ویژه آسیا محسوب می‌شود و در حال حاضر غذای حدود نیمی از جمعیت ۶ میلیارد نفری جهان را تأمین می‌کند. در قاره آسیا واژه برنج مترادف زندگی است (Emam, 2007). با توجه به روند رو به رشد تقاضا برای مصرف برنج بخصوص در کشورهای در حال توسعه، افزایش ۴۰ درصد عملکرد تا سال ۲۰۲۰، اجتناب‌ناپذیراست (Maurice, 2000). از طرف دیگر افزایش دمای هوای کره زمین و اهمیت اثر آن بر کشاورزی، شرایط اکولوژیک و فرآیندهای فیزیولوژیک گیاهان زراعی از جمله برنج، در آینده تنش ناشی از دمای زیاد همواره یکی از چالش‌ها و عوامل بازدارنده رشد، بقاء و تولید دانه برنج بویژه در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری خواهد بود. بنابراین افزایش عملکرد و پایداری آن در ارقام برنج و ایجاد امنیت غذایی نیازمند استراتژی‌های جدید است. در این راستا تعیین اثر تنش گرما بر عملکرد دانه، مقدار کلروفیل و ثبات غشای سلول برگ پرچم جهت غربال ژرم‌پلاسم‌های برنج برای کشت در مناطق گرم بسیار ضروری است.آگاری و همکاران (Agarie *et al.*, 1995) اندازه‌گیری میزان ثبات حرارتی غشای سلول برگ پرچم در زمان گرده افشانی را یکی از روش های جداسازی و تعیین میزان تحمل ارقام برنج در شرایط تنش گرما معرفی نمودند. فوکار و همکاران (Fokar *et al.*, 1998) اعلام کردند بین ارقام گندم از نظر ثبات حرارتی غشای سلول برگ پرچم و مرحله گیاهچه‌ای، واریانس ژنتیکی و توارث پذیری بالایی وجود دارد.

لی و همکاران (Lee *et al.*, 2004) با بررسی و مقایسه برگ گیاهچه‌های برنج رقم دانک‌جین در دمای ۴۲درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۶۰ درصد به مدت ۱۲ و ۲۴ ساعت و نیز شرایط شاهد ۲۸ درجه سانتی گراد مشاهده نمودند که با افزایش مدت زمان تنش گرما، میزان نشت الکترولیت ها به عنوان شاخص خسارت به غشای سلول نیز افزایش یافت و تولید گونه های فعال اکسیژن یا ROS (Reactive Oxygen Species) منجر به اکسیداسیون و تخریب لیپیدهای غشای گردید.

پنگ و همکاران (Peng *et al.*, 2004) نشان دادند که با افزایش ۰/۳۵ و۱/۱۳درجه سانتی گراد به ترتیب به متوسط دمای حداکثر و حداقل سالیانه طی سالهای ۱۹۷۹ تا ۲۰۰۳، عملکرد دانه برنج به‌ازای هریک درجه سانتی گراد افزایش دمای حداقل در طول فصل رشد، به مقدار ۱۰درصدکاهش یافته است. مرادی(Moradi, 1998) با آزمایش بر روی ۶ رقم برنج و سه تاریخ کاشت (نامطلوب تا مطلوب) در خوزستان اعلام نمود که عملکرد ارقام در تنش گرما ۵۱ درصد کمتر از شرایط مطلوب است و ارقام دانیال و هویزه با شاخص حساسیت ۰/۷۶۳ و۰/۷۷۶ مقاوم‌ترین و بینام و دُمسیاه به ترتیب با ۱/۸۸۲ و ۱/۸۲۸ حساس معرفی شدند.

رینولدز و همکاران (Reynolds *et al.*,1994) گزارش نمودند که با تخریب کلروفیل و به دنبال آن کاهش میزان فتوسنتز ناشی از درجه حرارت زیاد در طی پُرشدن دانه، عملکرد دانه نیز کاهش یافت. لی و یانگ (Lee and Yang ، 1999) طی یک آزمایش مزرعه‌ای دوساله در تایوان بر روی برنج رقم TNG67 نشان دادند که بین میزان نیتروژن، کلروفیل برگ وعدد کلروفیل متر(SPAD) یک رابطه خطی با ضریب تبیین ۰/۸۶ وجود داشت. پنگ و همکاران(Peng *et al.*,1993) اعلام نمودند تفاوت زیاد در ضخامت برگ، علت تغییرات در رابطه بین میزان نیتروژن در واحد وزن خشک برگ و مقادیر SPAD در برنج می‌باشد.

استونز و هفنر (Stevens and Hefner, 1999) در آزمایش های مزرعه‌ای در میسوری نشان دادند در قرائت‌های بیش از ۴۰ و ۴۱ مربوط به SPAD به ترتیب در ارقام سیپرس و کیمونت، احتمال دست‌یابی به یک عملکرد مطلوب و تجاری به همراه مصرف نیتروژن در اواسط فصل کاهش می‌یابد . مور چی و همکاران

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.1.7.7]

(Murchi *et al*., 2002) با مقایسه ۵ رقم از تیپ‌های جدید برنج (ژاپونیکای سازگار به نواحی گرمسیری) با یک رقم ایندیکا IR72 در طی فصل خشک نشان دادند که طی پُرشدن دانه میزان تغییرات در کلروفیل بسیار اندک است به همین دلیل رابطه قوی بین میزان کلروفیل، سرعت پُرشدن دانه و مقدار حداکثر فتوسنتز در واحد سطح برگ وجود نداشت. سینکلر و شیهی (Sinclair and Sheehy, 1999) اعلام نمودند یکی از علت های مهم ذخیره نیتروژن در برگ مربوط به نقش آن در نمو دانه است. بورل و همکاران (Borrell *et al*., 2001) گزارش کردند مقدار زیاد نیتروژن ویژه برگ در برنج، باعث پایداری کلروفیل و پروتئین در طی پُرشدن دانه می شود.

جیانگ و همکاران (Jiang *et al*., 1999) نشان دادند در شرایطی که به علت تنش، احتمال پیری زودرس برگ ها و یاکاهش نیتروژن آنهازیاد باشد، به تأخیر انداختن زوال برگ بسیار مطلوب است اما در برگ‌هایی که از نظر فتوسنتزی تأمین‌کننده بخش عمده ماده خشک برای دانه هستند.تاثیر این موضوع بر عملکرد دانه شاید محدودکننده و یا بی‌اثر باشد ولی می‌تواند در فرآیندهای تخصیص نیتروژن برای نمو دانه اختلال عمده‌ای ایجاد کند. لیو و همکاران (Liu *et al*., 1984) اعلام نمودند که مقدار فتو سنتز خالص یک واریته برنج با میزان کلروفیل برگ های آن همبستگی دارد. بر رسی پارامترهای اقلیمی (جدول ۱) و سابقه کشت برنج در استان خوزستان بیا نگر آن است علی رغم هم زمانی و ادامه رشد ارقام برنج در شرایط بسیار گرم و اثرات باز دارنده آن بر فرایند تولید، برخی از ارقام بومی و اصلاح شده از تولید نسبتا خوبی برخوردار هستند. لذا این پژوهش با هدف تعیین اثر درجه حرارت زیاد محیط برخصوصیات غشایی سلول ، میزان کلروفیل برگ پرچم وعملکرد دانه ارقام مختلف جهت شناخت و بکار گیری ساز و کار های مناسب در برنامه های اصلاحی به اجرا گذاشته شد.

مواد و روش ها

این آزمایش با دو عامل تاریخ کاشت و رقم به صورت کرت های یک بار خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و کرت‌های ۴×۳ متری به مدت دوسال (۱۳۸۵ و ۱۳۸۶) در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور وابسته به مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان که در ۷۰ کیلومتری شمال اهواز حدفاصل دو رودخانه کرخه و کارون با عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۰ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۸ درجه و۲۸ دقیقه و ارتفاع ۳۳ متر از سطح دریا واقع شده است، اجرا شد. خاک مزرعه دارای بافت رسی-لومی ، pH = ۷/۵ – ۷ ، هدایت الکتریکی۲/۵ میلی موس بر سانتیمتر و مقادیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و روی به ترتیب ۰/۰۹ درصد ، ۱۰-۱۲ ، ۱۲۰ و ۲/۵ قسمت در میلیون بود. عامل تاریخ کاشت با هدف اعمال درجه حرارت‌های متفاوت در سه سطح (۱۵ اردیبهشت، ۵ خرداد و۲۵ خرداد) و ارقام شامل هویزه و حمر (متحمل) عنبوری قرمز و چمپا (حساس) و رقم پرمحصول دانیال (نیمه متحمل) به ترتیب در کرت‌های اصلی و فرعی قرار داده شدند. کودهای مورد نیاز براساس نتایج آزمون خاک و مقادیر توصیه شده مصرف شدند. عنصر نیتروژن از منبع اوره به مقدار ۲۰۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب برای ارقام بومی و رقم دانیال، فسفر به صورت فسفات آمونیم و عناصرپتاسیم و روی از منبع سولفات به میزان ۵۰ ، ۱۰۰ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار استفاده شدند. تمام مقادیر فسفر، پتاسیم، روی و ۴۰ درصد نیتروژن همزمان با انتقال گیاهچه ها به زمین اصلی مصرف شدند. بقیه نیتروژن در دو نوبت، ۳۰ درصد در ابتدای ساقه رفتن و آبستنی به عنوان سرک‌های اول و دوم بکار برده شد. گیاهچه ها درسنین ۲۵-۳۰ روزه (مرحله ۴-۳ برگی) به تعداد ۵ بوته در هر کپه، به فواصل ۲۰×۲۰ و۲۵×۲۵ سانتیمتر به ترتیب برای ارقام بومی و دانیال نشاءکاری شدند. سایر مدیریت‌های مزرعه‌ای شامل آبیاری و

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.1.7.7]

کنترل علف‌های هرز (وجین) در تمام ارقام یکسان بود. به طوریکه تا پایان دوره استقرار گیاهچه (۱۲-۷ روز) کرت‌ها با ارتفاع آب ۸-۷ سانتی‌متر غرقاب شدند و پس از آن آبیاری به صورت هر روزه با جریان مستقیم و ورود و خروج دائمی آب از کرت‌ها به ارتفاع ۵-۴ سانتی‌متر در طی روز و قطع آب شبانه صورت گرفت. برحسب ضرورت جهت ایجاد تهویه و جلوگیری از مسمومیت احتمالی عناصر کم‌مصرف، قطع آب ۴-۳ روزه در ابتدای مرحله ساقه رفتن انجام شد. در این آزمایش ثبات حرارتی غشای سلول و میزان کلروفیل برگ پرچم، عملکرد دانه و پایداری آن در ارقام برنج اندازه گیری شدند.

ثبات حرارتی غشای سلول (CMTS= Cell Membrane Thermal Stability) و میزان خسارت نسبی (RI= Relative Injury) به روش (Agarie., *et al* 1995) با استفاده از نمونه برگ تازه و فقط در سال دوم طی مراحل ذیل اندازه گیری شدند:

۱- در زمان گرده افشانی، ۱۵ برگ پرچم کاملاً توسعه یافته هر تیمار، از ۱۵ بوته (۵ برگ از هر تکرار) در آزمایشگاه پس از حذف رگبرگ اصلی، با آب دوبار تقطیر شستشو و برای آبگیری کامل به مدت دو ساعت در آب دو بار تقطیر و در یخچال نگهداری شدند و سپس از برگ‌ها ۱۲ بُرش دایره‌ای به قطر یک سانتی‌متر تهیه شد.

۲- بُرش‌ها پس از شستشو با آب دوبار تقطیر به دو قسمت مساوی تقسیم و در لوله‌های حاوی ۳۰ میلی‌لیتر آب دو بار تقطیر قرار گرفتند به طوریکه نیمی به صورت شاهد در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد و باقیمانده نیز در حمام آب گرم با دمای ۴۵ درجه سانتی گراد به عنوان تیمار حرارتی به مدت ۱۲ ساعت نگهداری شدند.

۳- نمونه‌های شاهد (C) و حرارت‌دیده (T) به مدت ۱۲ ساعت در شرایط یخچال با دمای ۵ درجه سانتی گراد قرار گرفتند و میزان هدایت الکتریکی هر دو نمونه به وسیله دستگاه هدایت سنج الکتریکی در دمای ۲۵درجه سانتی گراد اندازه گیری شد (C_1 و T_1).

۴- نمونه‌ها پس از مدت ۱۵ دقیقه اتوکلا در دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد و فشار ۰/۱ مگاپاسکال، تا رسیدن به دمای اتاق خنک شدند و میزان هدایت الکتریکی آنها اندازه‌گیری (C_2 و T_2) و مقادیر ثبات غشای سلول و خسارت نسبی به آن طبق فرمول ذیل محاسبه شدند:

$$CMTS\,(\%)=[(1-(T_1/T_2))/(1-(C_1/C_2))]\times 100 \quad (۱)$$

$$RI\,(\%)=100-CMTS \quad (۲)$$

مقدار کلروفیل نیز در زمان‌های ظهور ۵۰ درصد خوشه (از اواخر مرداد تا شهریور) و برداشت (از اواخر شهریور تا اوایل آبان) و همچنین تفاوت بین آنها توسط دستگاه کلروفیل متردستی (SPAD-502, Minolta, Japan) و همچنین تفاوت بین آنها اندازه‌گیری شد. برای این منظور از ۶ کپه در دو ردیف میانی کرت ۶ برگ پرچم انتخاب و از سه نقطه نزدیک به مرکز پهنک برگ (نیمه بالایی، پایینی و وسط) در طرفین رگبرگ اصلی قرائت انجام شد و در مجموع با میانگین ۱۸ عدد، میزان کلروفیل هر تیمار در تکرار تعیین گردید. در زمان برداشت نیز از همین نمونه‌های برگی جهت اندازه‌گیری کلروفیل استفاده شد. عملکرد دانه پس از حذف ۲ ردیف به عنوان حاشیه در سطحی معادل ۲ مترمربع برداشت و با رطوبت ۱۴درصد توزین گردید. تجزیه واریانس ساده و مرکب با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام گرفت و میانگین ها با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند. همچنین برای برآوردمیزان حساسیت و یا تحمل به تنش ارقام ازشاخص حساسیت به تنش(SSI) شدت تنش (SI) تحمل(TOL)و تحمل به تنش(STI) پیشنهادی توسط (Fischer and Maurer, 1978) و (Fernandez, 1992) استفاده شد.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.1.7.7]

$$= (1 - \frac{Ys}{Yp}) / SI \quad SSI \text{ (Stress Susceptibility Index)} \qquad (۳)$$

که Ys و Yp به ترتیب میانگین‌های عملکرد یک ژنوتیپ در محیط های تنش و بدون تنش هستند. میانگین عملکرد تمام ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش و بدون تنش هستند.

SI ، $\overline{Ys}$ و $\overline{Yp}$ به ترتیب شدت تنش ،

$$= (1 - \frac{\overline{Ys}}{\overline{Yp}}) \quad SI \text{ (Stress Intensity)} \qquad (۴)$$

$$= Yp - Ys \quad TOL \text{ (Tolerance)} \qquad (۵)$$

$$STI \text{ (Stress Tolerance Index} = \frac{(Yp)(Ys)}{(\overline{Yp})^2} \qquad (۶)$$

جدول ۱- میانگین حداقل و حداکثر درجه حرارت ماهیانه (کاشت تا برداشت) طی سال های زراعی ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاوور

Table 1. Average of minimum and maximum temperature of months (sowing to harvesting) in Shavoor Agricultural Research Station for two years (2006 and 2007)

		۱۳۸۵ (2006)		۱۳۸۶ (2007)	
Month	ماه	میانگین حداقل Mean Min. (ºC)	میانگین حداکثر Mean Max. (ºC)	میانگین حداقل Mean Min. (ºC)	میانگین حداکثر Mean Max. (ºC)
May	اردیبهشت	20.7	39.2	21.3	39.9
Jun.	خرداد	24.8	46.3	24.8	44
Jul.	تیر	27.6	47.2	26.5	48.3
Aug.	مرداد	30.9	45	25.5	47.2
Sep.	شهریور	20.9	43.1	23.5	43.2
Oct.	مهر	20.2	36.4	15.2	36.5
Nov.	آبان	–	-	10.5	32.3
Average		24.2	42.9	21	41.6

نتایج و بحث

تجزیه مرکب عملکرد دانه نشان داد که تفاوت بین تاریخ‌های کاشت، اثر متقابل آن با سال، ارقام در سطح یک درصد و اثر متقابل رقم با تاریخ کاشت در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. اما بین سال،اثر متقابل رقم با تاریخ کاشت و اثر هم‌زمان سه فاکتور اختلافی از لحاظ آماری مشاهده نشد (جدول۲). روند تغییرات میانگین دو ساله عملکرد دانه و درجه حرارت در تاریخ های مختلف کاشت مشخص نمود بیشترین عملکرد دانه مربوط به تاریخ کاشت دوم (۵ خرداد) می باشد و نسبت به تاریخ های اول و سوم به ترتیب ۳۸.۲، ۱۶.۲درصد افزایش تولید داشت. با توجه به روند کاهشی درجه حرارت (حداکثر، حداقل،متوسط و واحدهای حرارتی) از تاریخ کاشت اول تا سوم، به نظر می رسد که صرف نظر از بالا بودن مقادیر درجه حرارت در کل دوره رشداز تاریخ کاشت اول و کاهش قابل توجه آنها در تاریخ کاشت سوم ، واکنش متفاوت مراحل مختلف نموی نسبت به درجه حرارت در سه تاریخ کاشت از جمله دلایل دست یابی به نتیجه گیری مزبور باشد (شکل ۱).

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.1.7.7]

میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت و سال نشان داد که تاریخ کاشت اول و دوم علاوه بر داشتن کمترین و بیشترین عملکرد دانه در دوسال آزمایش از ثبات نسبی بالاتری نیز برخوردار بودند و بیشترین تغییرات عملکرد به صورت کاهشی مربوط به تاریخ کاشت سوم بود. نتیجه حاصله را می توان به کاهش شدید پا رامتر های حرارتی بخصوص مقا دیر متوسط و حداقل در طی دوره رسید گی تاریخ کاشت سوم در سال دوم نسبت داد.

در میان ارقام برنج ، رقم هویزه بر سایر ارقام بر تری داشت و کمترین مقدار مر بو ط به ارقام بومی خوش کیفیت (چمپا و عنبوری قرمز) بود و مقایسه نسبی نشان داد که این ارقام به ترتیب ۳۲/۵ و ۲۷/۱ درصد عملکرد کمتری از رقم شاهد (هویزه) داشتند (جدول۳). با توجه به مقا دیر بیشتر درجه حرارت (حداکثر، حداقل، متوسط) و واحد های حرارتی در یافتی کمتر رقم هویزه نسبت به سایر ارقام در طی دوره رشد، می توان گفت رقم هویزه با کوتاه ترنمودن دوره رشد، بکارگیری سازوکار اجتناب و فرار از شرایط گرمایی، در واقع به تنش حرارتی سازگاری نشان می دهد (شکل ۲). همچنین در هر دو سال آزمایش بیشترین عملکرد دانه مر بوط به رقم هویزه بود و تمامی ارقام در سال دوم تولید نسبتا پایین تری داشتند. به نظر می رسد مقا دیر بسیار بالاتر واحد های حرارتی و تفاوت بیشتر بین دمای حداکثر و حداقل در سال دوم از جمله علل دست یابی به نتیجه گیری مزبور باشد.

در اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم مشخص شد که بیشترین و کمترین عملکرد ارقام به ترتیب مر بوط به تاریخ های کاشت دوم و اول بود (ادامه جدول ۳). نتایج دست آمده با گزارشات مائوریک (Maurice, 2000) و مرادی (Moradi, 1998) مبنی بر کاهش عملکرد دانه ارقام برنج در شرایط تنش دمای زیاد مطابقت داشت

نتایج مربوط به مقدار کلروفیل در ۵۰ درصد ظهور خوشه مشخص نمود که، به جز اثر معنی‌دار رقم و اثر متقابل آن با تاریخ کاشت در سطح یک درصد در سایر موارد تفاوتی از لحاظ آماری وجود نداشت، اما نتایج مربوط به مقدار کلروفیل در زمان برداشت نشان داد علاوه بر معنی دار بودن اثر متقابل رقم و سال در سطح پنج درصد در سایر موارد نیز اثرات در یک درصد معنی دار می باشند. همچنین تجزیه میزان کاهش کلروفیل برگ پرچم در دوره رسیدگی (ظهور خوشه تا برداشت) مشخص نمود اثر سال ،تاریخ کاشت ،رقم و اثر متقابل تاریخ کاشت و سال در سطح یک درصد و اثر متقابل رقم با تاریخ کاشت در پنج درصد معنی دار بود، اما در سایر موارد اختلافی از نظرآماری مشاهده نشد (جدول۲). با توجه به میانگین دو ساله ،عدد کلروفیل متر در زمان خوشه دهی معادل ۳۸/۹ بود اما میزان زمان برداشت آن در سال اول، با متوسط ۳۰/۶ بر سال دوم برتری داشت در ضمن مقدار کاهش آن در سال اول کمتر بود.

بین تاریخ های کاشت، علی رغم اختلاف بسیار جزئی در میزان کلروفیل در زمان خوشه دهی ، مقدار زمان آن در زمان برداشت از تفاوت قابل توجهی برخوردار بود و تاریخ کاشت اول با متو سط ۳۴ بیشترین میزان را داشت (شکل ۳). باتوجه به جایگاه کلیدی مولکول‌های کلروفیل برگ در جذب انرژی تابشی و تولید مواد فتوسنتزی و تجمع آن در دانه طی فرآیند فتوسنتز جاری و همچنین نقش برگ‌های برنج به عنوان یکی از اندام‌های اصلی ذخیره‌ای و تأمین‌کننده نیتروژن جهت نمو دانه و مطابقت نتایج حاصله با روند تغییرات عملکرد دانه در تاریخ های کاشت مختلف، به نظر می رسد که محدودیت اجزای تولید دانه در تاریخ کاشت اول به دلیل مقادیر زیاد درجه حرارت (حداکثر، حداقل، متوسط و واحد های حرارتی) کاهش تعداد بالقوه خوشه و اجزای آن و واحد های حرارتی دریافتی طی رسیدگی در تاریخ کاشت سوم باعث شده است که با اختلال در انتقال نیتروژن و مواد

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.1.7.7]

فتوسنتزی از برگ، تلفات کلروفیل کندتر شود و یا ممکن است دلیل آن تجمع مقدار مشابه کلروفیل در سطح کمتری از برگ باشد. مقایسه میانگین اعداد کلروفیل متر در ارقام نشان داد که کمترین و بیشترین میزان آن در زمان های خوشه دهی و برداشت مر بوط به هویزه و چمپا بود.اما دو رقم دانیال و هویزه بیشترین کاهش کلرو فیل را در دوره رسیدگی داشتند (شکل ۴). با توجه به سازوکار اجتناب در رقم هویزه، به نظر می رسد که نتیجه حاصله صرف نظر ازاختلافات ژنوتیپی در ساختار و مرفولوژی برگ از لحاظ سطح، وزن خشک و فرآیند های احیای نیتروژن، ناشی از واکنش متفا وت ارقام به دمای محیط و به تبع آن تفاوت در وزن ویژه نیتروژن برگ، اجزای تولید، طول دوره رشد، رسیدگی و اثرات پس خوری آن بر روابط منبع و مقصد باشد که می تواند با تاثیر بر فتوسنتز جاری و تنفس جامعه گیاهی، روی روند پیری برگ و زوال کلروفیل موثر باشد. همچنین کاهش کمتر کلروفیل در ارقام مورد مطالعه نسبت به رقم هویزه نه تنها بیانگر راندمان استفاده و شاخص برداشت نیتروژن کمتر این ارقام به دلیل هزینه خود نگه داری بالا و عدم تامین انرژی مورد نیاز برای احیای نیتروژن در شرایط تنش حرارتی است، بلکه نشان دهنده مدیریت کارآمدتر رقم هویزه در استفاده از نیتروژن در جهت تولید بیشتر پروتئین های برگ (از جمله روبیسکو) و ادامه فتوسنتز در دمای بالای محیط می باشد، لذا به نظر می رسد که حفظ کلروفیل و حالت سبزینه ای برگ در این ارقام به مدت طولانی می تواند باعث ایجاد اختلال در فرآیند تخصیص نیتروژن برای نمو دانه و در نهایت عملکرد دانه شود. نتایج بدست آمده با گزارشات پنگ و همکاران (Peng *et al.*,1993)، رینولدز و همکاران (Reynolds *et al.*,1994)، بورل و همکاران (Borrell *et al.*, *al.*, *et* 2001) وجیانگ و همکاران (Jiang *et al.*,1999) و نقش درجه حرارت زیاد در کاهش عملکرد دانه از طریق تلفات کلروفیل و فتوسنتز و نیز تغییرات جزئی کلروفیل و عدم ارتباط قوی بین آن و حداکثر فتوسنتز در واحد سطح برگ در طی پُرشدن دانه مطابقت دارد.

اثر متقابل رقم و تاریخ کاشت ازنظر میزان کلروفیل در زمان خوشه دهی ، برداشت و کاهش آن در طی رسیدگی نشان داد که به دنبال تغییر در زمان کاشت و به تبع آن شرایط نوری و حرارتی، مقدار کلروفیل ارقام نیز تغییر یافت، به‌طوریکه تمامی ارقام در تاریخ های کاشت های اول و دوم به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار را داشتند و در هر سه تاریخ کاشت دو رقم چمپا و هویزه از بیشترین و کمترین میزان کلروفیل بر خوردار بودند. باتوجه به گزارش لی و یانگ (Lee and Yang , 1999) مبنی بر رابطه خطی بین میزان نیتروژن، کلروفیل برگ و قرائت‌های حاصل ازکلروفیل متر و نیز نقش ضخامت برگ در تغییر این روابط، مقدار بالای کلروفیل برگ ارقام برنج به جز هویزه به ویژه در تاریخ کاشت اول را می‌توان به سطح کمتر و نیز وزن خشک بیشتر در واحد سطح برگ و یا برگ‌های ضخیم‌تر نسبت داد که تحت این شرایط میزان تجمع کلروفیل در واحد سطح برگ و وزن خشک به ترتیب کمتر و بیشتر می‌باشد.

نتایج مر بوط به ثبات حرارتی غشای سلول نشان داد میزان خسارت وارده به آن در اثرگرما می‌تواند بسته به رقم و رژیم حرارتی (تاریخ‌های مختلف کاشت) متفاوت باشد، به طوریکه اثر تاریخ کاشت، رقم و اثر متقابل دو عامل بر ثبات غشای سلول و میزان خسارت نسبی آن، در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول۴). مقایسه میانگین مربوط به تاریخ کاشت نشان داد که تاریخ‌های سوم و اول به ترتیب بیشترین و کمترین ثبات غشای سلول و بالعکس خسارت نسبی را داشتند.

در بین ارقام برنج نیز رقم هویزه بر سایر ارقام برتری داشت. در اثر متقابل رقم و تاریخ کاشت، ضمن برتری نسبی رقم هویزه در هر سه تاریخ کاشت، همچنین تمامی ارقام در تاریخ کاشت سوم از بیشترین ثبات

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.1.7.7]

غشای سلول برخوردار بودند (جدول۵). مقایسه نتایج بدست آمده با روند تغییرات عملکرد دانه بیانگر آن است که علی‌رغم اهمیت نسبی پایداری غشای سلول برگ پرچم در ارزیابی میزان تحمل ارقام به شرایط گرم، به عنوان تنها و یا مهم ترین شاخص نمی‌تواند مورد استفاده قرار گیرد، به‌طوریکه در بین تاریخ‌های کاشت، علی‌رغم کاهش ۳۸/۲ درصد عملکرد دانه در تاریخ کاشت اول نسبت به دوم، میزان این کاهش از نظر ثبات غشای سلول فقط ۱۳درصد بود، اما تاریخ کاشت سوم در مقابل ۱۶/۲درصد کاهش عملکرد دانه، به مقدار ۴/۸ درصد ثبات غشای سلول بیشتری از تاریخ کاشت دوم داشت. این روند در بین ارقام برنج نیز مشاهده شد. نتایج حاصله با گزارش لی و همکاران (Lee *et al*., 2005) مبنی بر افزایش نشت الکترولیت ها از غشای و تخریب لیپیدها در شرایط درجه حرارت بالا مطابقت داشت. با توجه به اینکه قا بلیت نفوذ غشا های پروتو پلاسمی صرف نظر از عوامل خارجی مانند درجه حرارت بالا، بستگی به نوع و تنوع مواد سازنده، مقدار آب موجود در غشا ها و سیالیت آنها، ضخامت غشا و نیز تفا وت در بخش های مختلف سلو ل دارد، لذا می توان گفت در دست یابی به ارقام برنج متحمل به گرما، افزایش ثبات غشایی سلو ل ها یکی از شر ط های لازم است اما کافی نیست ، زیرا تحت تنش گرما علاوه بر ثبات غشا سلول، سهم نسبی مشا رکت پروتئین های شوک گرمایی در حمایت از سلول، نقش پروتئین های درگیر در فرآیند های انرژی و متابولیسم، پروتئین های تنظیم کننده و نیز تولید سریع ROS (Reactive Oxygen Species) به عنوان یک مولکول هومواستازیس(Homeostasis) (ایجاد کننده تعادل حیاتی جدید) بسیار مهم است.

در این آزمایش اثرات تغییر رژیم حرارتی بر پایداری تولید ارقام برنج از طریق محاسبه شا خص های حساسیت و تحمل ارقام به تنش گرما مورد بررسی قرارگرفت. با توجه به اینکه مقا دیر عددی پایین تر شا خص حساسیت به تنش (SSI) ، نشا ن دهنده تحمل بالای ارقام است، لذا ارقام هو یزه و حمر با مقادیر ۰/۷۹۹ و ۰/۶۶۶ از تحمل بالایی بر خور دار بودند در حالی که ارقام عنبوری و چمپا با شاخص ۱/۴۸ و ۱/۴۱۱، حساسیت زیادی نسبت به تنش داشتند. محا سبه شدت تنش (SI) در تاریخ های کاشت اول و سوم نشان داد که شدت تنش در محیط اول به علت اینکه ارقام علاوه بر درجه حرارت بالای محیط، واحد های حرارتی بیشتری نیز دریافت کردند ، با متوسط ۰/۳۸ به مقدار۵۷/۹ درصد بیشتر از تاریخ کاشت سوم با میانگین۱۶درصد بود. در شاخص(SSI) باید توجه داشت که اگر رقمی در هر دو شرایط تنش و بدون آن دارای عملکرد بالاتری برده اما در صد تغییرات آن زیاد نباشد، به عنوان رقم متحمل شنا سایی نمی شود، بر این اساس کمترین تغییرات مر بوط به ارقام هویزه و حمر بوده است. اما برای شاخص تحمل به تنش (STI) ارقام هویزه ، حمر و دانیال به ترتیب از مقادیر بیشتری بر خوردار بودند. چون در این شا خص صورت کسر حا صل ضرب دو کمیت ($Yp \times Ys$) است و به دلیل خاصیت ضرب اعداد ممکن است برای جفت هایی از مقادیرکه با یکدیگر تفا وت ما هوی دارند، مربع میانگین هندسی یکسان باشد. بنا براین شاید ارقامی که به عنوان متحمل شناسایی می شوند به دلیل داشتن عملکرد پایین و بالا به ترتیب در شرایط تنش و بدون تنش، عملاً متحمل نباشند. لذا این شاخص زمانی قابل اعتماد و معتبر است که رقم یا ژ نوتیپ مورد نظر از عملکرد بالایی در محیط تنش نیز بر خودار باشد با توجه به این موضوع ، ارقام هویزه ، حمر و دانیال دارای تولید نسبتا خوبی در شرایط تنش بودند.

بررسی شا خص تحمل (TOL) نشان داد که ارقام هویزه و حمر با مقادیر کمتر، دارای تحمل نسبی بیشتری بودند. در واقع این شاخص به نوعی تغییر حاصل از شرایط تنش را بیان می کند ، لذا ارقام دارای مقدار پایین تر ی از این شاخص، از تغییرات کمتری نیز

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.1.7.7]

جدول۲- تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه، مقدار کلروفیل برگ پرچم پنج رقم برنج در زمان‌های ظهور ۵۰ درصد خوشه، برداشت و میزان کاهش کلروفیل طی دوره رسیدگی

Table 2.Combined analysis of variance for grain yield, chlorophyll content of five rice cultivar at 50% heading and harvest stages

			میانگین مربعات (MS)			
S.O.V	منابع تغییر	درجه آزادی df	عملکرد دانه GY	$CHL_{Head.}$	$CHL_{Harv.}$	$CHL_{Head.} - CHL_{Harv.}$
Year	سال	1	4126691.863	2.028^{ns}	188.935^{**}	219.024^{**}
Rep. (Year)(Error a)	تکرار (سال)(خطای a)	4	1279576.654	9.991	12.118	19.235
Sowing date	تاریخ کاشت	2	28609304.221^{**}	0.389^{ns}	548.119^{**}	599.044^{**}
Year × Sowing date	تاریخ کاشت× سال	2	8977519.270^{**}	16.490^{ns}	302.710^{**}	189.905^{**}
Error b	خطای مرکب (b)	8	259488.991	4.423	6.934	3.485
Cultivar	رقم	4	8132065.984^{**}	105.026^{**}	251.116^{**}	71.327^{**}
Year × Cultivar	رقم× سال	4	1651005.848^{*}	6.791^{ns}	19.516^{*}	11.188^{ns}
Sowing date × Cultivar	رقم× تاریخ کاشت	8	1036842.112^{ns}	13.968^{**}	30.138^{**}	21.257^{*}
Year × Sowing date × Cultivar	رقم× تاریخ کاشت× سال	8	361723.260^{ns}	4.331^{ns}	25.680^{**}	16.852^{ns}
Error c	خطای مرکب (c)	48	523651.289	130.383	6.095	8.390
C.V(%)	ضریب تغییرات (درصد)	-	17.34	4.23	8.46	29.26

ns: غیر معنی دار

*،**: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ns: Non-significant

* ** : significant at 5% and 1% probability levels, respectively

GY= عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)

CHL_{Head} =مقدار کلروفیل در مرحله ۵۰ درصد ظهور خوشه

CHL_{Harv} =مقدار کلروفیل در زمان برداشت

$CHL_{Head.} - CHL_{Harv}$ = میزان کاهش کلروفیل طی دوره رسیدگی

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.1.7.7]

جدول ۳- مقایسه میانگین‌دو ساله عملکرد دانه و مقدار کلروفیل پنج رقم برنج دردو سال (۱۳۸۶و۱۳۸۵)

Table3 . Biennial mean comparison of yield and chlorophyll content in five rice cultivars and two years (2006 and 2007)

تیمار ها Treatments	عملکرد دانه $GY(kg.ha^{-1})$	مقدار کلروفیل در مرحله ۵۰ درصد ظهور خوشه CHL_{Head}	مقدار کلروفیل در زمان برداشت $CHL_{Harv.}$	میزان کاهش کلروفیل طی دوره رسیدگی $CHL_{Head.} - CHL_{Harv.}$
$Y_1 D_1$	3182.8^{b}	39^{a}	34.8^{a}	4.2^{d}
$Y_1 D_2$	4878.1^{a}	38^{a}	24.5^{c}	13.5^{b}
$Y_1 D_3$	5098.6^{a}	39.5^{a}	32.7^{a}	7.3^{c}
$Y_2 D_1$	3119^{b}	38.7^{a}	33.3^{a}	5.4^{d}
$Y_2 D_2$	5315.2^{a}	40^{a}	27.1^{b}	12.9^{b}
$Y_2 D_3$	3440.6^{b}	38.7^{a}	22.9^{c}	16.1^{a}
Y_1V_1	5278.8^{a}	36.2^{c}	25.1^{ef}	11.5^{ab}
Y_1V_2	5127.1^{a}	36.8^{c}	30.3^{bc}	6.5^{de}
Y_1V_3	3274.7^{c}	38.7^{b}	30.7^{bc}	8^{c-e}
Y_1V_4	3502.8^{c}	42.1^{a}	36.2^{a}	5.9^{e}
Y_1V_5	4749.2^{a}	40.3^{b}	31^{b}	9.8^{bc}
Y_2V_1	4676.4^{ab}	35.8^{c}	24.3^{f}	11.9^{ab}
Y_2V_2	4084.8^{c}	38.8^{b}	28.4^{cd}	10.3^{bc}
Y_2V_3	3442.6^{c}	39.1^{b}	27.3^{de}	11.7^{ab}
Y_2V_4	3756.3^{bc}	42.9^{a}	33.9^{a}	9^{b-d}
Y_2V_5	3831.1^{c}	$39·1^{b}$	24.8^{f}	14.3^{a}

درهر ستون میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند،بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند

Means in each column,followed by at least one similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test

D3 ,D2 ,D1: به ترتیب تاریخ های کاشت ۱۵ اردیبهشت، ۵ خرداد و ۲۵ خرداد Y2 ,Y1: به ترتیب سال های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶

V5, V4, V3, V2, V1: به ترتیب رقم های هویزه، حمر، عنبوری قرمز، چمپا و دانیال

Y1 and Y2: Years 2006 & 2007, respectively. D1, D2 and D3 : Sowing dates 5 May, 26 May and 16 Jun., respectively

V1, V2, V3, V4 and V5 : Hoveize, Hamar, Red Anboori, Champa and Danial rice cultivars, respectively

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.1.7.7]

جدول ۳- ادامه

Table 3- Continue

تیمار ها Treatments	عملکرد دانه $GY(kg.ha^{-1})$	مقدار کلروفیل در مرحله ۵۰ درصد ظهور خوشه CHL_{Head}	مقدار کلروفیل در زمان برداشت $CHL_{Harv.}$	میزان کاهش کلروفیل طی دوره رسیدگی $CHL_{Head.} - CHL_{Harv}$
D_1V_1	3993.5^{cd}	33.8^{g}	27.7^{e}	6^{d}
D_1V_2	4075.4^{cd}	37.6^{ef}	34.2^{bc}	3.3^{de}
D_1V_3	2073.8^{e}	38.7^{d-f}	35.9^{b}	2.8^{de}
D_1V_4	2102^{e}	43^{ab}	41^{a}	2^{e}
D_1V_5	3509.5^{d}	41.2^{bc}	31.3^{cd}	10^{c}
D_2V_1	5676.2^{a}	36.5^{f}	21.9^{g}	14.6^{ab}
D_2V_2	5452.5^{a}	38.3^{d-f}	27.6^{e}	10.6^{c}
D_2V_3	4455.7^{b-d}	37.7^{ef}	22.5^{g}	15.3^{a}
D_2V_4	4532^{bc}	43.6^{a}	32.9^{bc}	10.7^{c}
D_2V_5	5365^{ab}	39^{de}	24.2^{fg}	14.8^{ab}
D_3V_1	5263.2^{ab}	37.8^{ef}	24.6^{fg}	14.5^{ab}
D_3V_2	4290^{cd}	37.5^{ef}	26.2^{ef}	11.3^{bc}
D_3V_3	3544.3^{d}	40.2^{cd}	28.8^{de}	11.6^{a-c}
D_3V_4	4254.7^{cd}	41^{bc}	31.2^{cd}	9.8^{c}
D_3V_5	3996^{cd}	38.9^{de}	28.2^{de}	11.3^{bc}

درهر ستون میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند،بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند

Means in each column,followed by at least one similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test

D3 ,D2 ,D1: به ترتیب تاریخ های کاشت ۱۵ اردیبهشت، ۵ خرداد و ۲۵ خرداد

V5, V4, V3, V2, V1: به ترتیب رقم های هویزه، حمر، عنبوری قرمز، چمپا و دانیال

D1, D2 and D3 : Sowing dates 5 May, 26 May and 16 Jun., respectively

V1, V2, V3, V4 and V5 : Hoveize, Hamar, Red Anboori, Champa and Danial rice cultivars, respectively

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.1.7.7]

جدول ۴- تجزیه واریانس برای ثبات حرارتی غشای سلول و میزان خسارت نسبی پنج رقم برنج در سه تاریخ کاشت

Table 4. - Analysis of variance for Cell membrane thermal stability and Relative injury of five rice cultivars in three sowing dates

			میانگین مربعات (MS)	
		درجه آزادی	ثبات حرارتی غشای سلول (درصد)	میزان خسارت نسبی (درصد)
S.O.V	منابع تغییر	df	Cell membrane thermal stability (%)	Relative injury (%)
Replication	تکرار	2	2.450^{ns}	2.287^{ns}
Sowing date	تاریخ کاشت	2	1006.217**	1012.312**
Error a	خطای a	4	0.784	0.786
Cultivar	رقم	4	137.086**	135.897**
Sowing date × Cultivar	رقم×تاریخ کاشت	8	25.750**	25.270**
Error b	خطای b	24	1.889	1.873
C.V (%)	ضریب تغییرات (درصد)		1.58	10.54

ns: غیر معنی دار

*،**: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ns: Non-significant ns

* ** : significant at 5% and 1% probability levels, respectively

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.1.7.7]

جدول ۵- مقایسه میانگین ثبات حرارتی غشای سلول و میزان خسارت نسبی پنج رقم برنج در سه تاریخ کاشت

Table 5- Mean comparison of Cell membrane thermal stability and Relative injury of five rice cultivars in three sowing dates

تیمار ها Treatments	ثبات حرارتی غشای سلول (درصد) Cell membrane thermal stability (%)	میزان خسارت نسبی (درصد) Relative injury (%)	تیمار ها Treatments	ثبات حرارتی غشای سلول (درصد) Cell membrane thermal stability (%)	میزان خسارت نسبی (درصد) Relative injury (%)
تاریخ کاشت Sowing date					
D1	77.78^{c}	22.23^{a}	D_1V_1	82.7^{f}	17.30^{c}
D2	89.75^{b}	10.25^{b}	D_1V_2	72.60^{h}	27.41^{a}
D3	93.45^{a}	6.48^{c}	D_1V_3	78.07^{g}	21.93^{b}
ارقام برنج Rice cultivars			D_1V_4	77.89^{g}	22.11^{b}
V1	93.47^{a}	6.527^{c}	D_1V_5	77.65^{g}	22.35^{b}
V2	85.30^{c}	14.70^{a}	D_2V_1	97.99^{a}	2.011^{i}
V3	84.51^{c}	15.38^{a}	D_2V_2	88.45^{de}	11.55^{de}
V4	87.75^{b}	12.25^{b}	D_2V_3	86.19^{e}	13.81^{d}
V5	83.93^{c}	16.07^{a}	D_2V_4	92.84^{bc}	7.158^{gh}
			D_2V_5	83.27^{g}	16.73^{c}
			D_3V_1	99.72^{a}	0.275^{i}
			D_3V_2	94.87^{b}	5.142^{h}
			D_3V_3	89.27^{f}	10.39^{ef}
			D_3V_4	92.52^{bc}	7.479^{gh}
			D_3V_5	90.88^{cd}	9.125^{g}

درهر ستون میانگین هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند،بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند

Means in each column,followed by at least one similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test

D1, D2 ,D3: به ترتیب تاریخ های کاشت ۱۵ اردیبهشت، ۵ خرداد و ۲۵ خرداد

V1, V2, V3, V4, V5: به ترتیب رقم های هویزه، حمر، عنبوری قرمز، چمپا و دانیال

D1, D2 and D3 : Sowing dates 5 May, 26 May and 16 Jun., respectively

V1, V2, V3, V4 and V5 : Hoveize, Hamar, Red Anboori, Champa and Danial rice cultivars, respectively

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.1.7.7]

جدول ۶– برآورد شاخص های تحمل و حساسیت به گرما و درصد کاهش برای عملکرد دانه، میزان کاهش کلروفیل طی دوره رسیدگی پنج رقم برنج در سه تاریخ کاشت

Table 6- Estimation of tolerance and susceptibility indices and reduction percentage for grain yield, chlorophyll content of five rice cultivars in three sowing dates during ripening

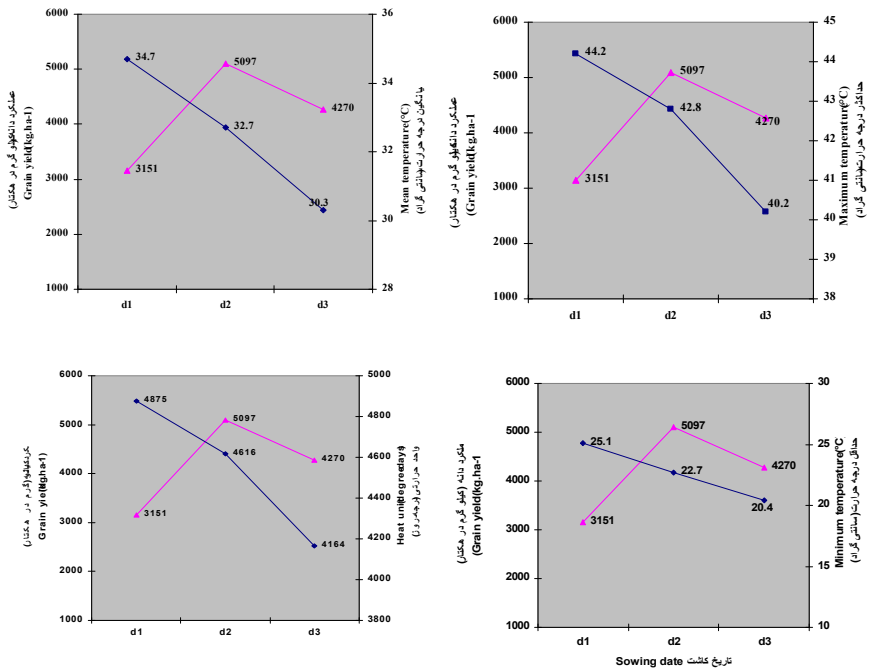
ارقام برنج Rice cultivars	Y_P ($kg.ha^{-1}$)	Y_S ($kg.ha^{-1}$)	SSI	TOL	STI	میزان کاهش (درصد) Reduction (%)	CHL_P	CHL_S	SSI	TOL	STI	میزان کاهش (درصد) Reduction (%)
Hoveizeh	5676.2	3993.5	0.779	1682.7	0.93	29.7	14.6	6	0.92	8.6	0.50	41.1
Hamar	5452.5	4075.4	0.666	1377.1	0.79	25.3	10.6	3.3	1.1	7.3	0.20	31.1
Red Anboori	4457.7	2073.8	1.408	2384	0.35	53.5	15.3	2.8	1.3	12.5	0.25	18.3
Champa	4532	2102	1.411	2430	0.42	53.6	10.7	2	1.28	8.7	0.12	18.7
Danial	5365	3509.5	0.911	1855.5	0.77	34.6	14.8	10	0.51	4.8	0.85	67.6
Mean	5096.7	3150.8					13.2	4.8				

CHLP : میانگین های عدد کلروفیل متر یک ژنوتیپ در محیط بدون تنش

CHLS: میانگین های عدد کلروفیل متر یک ژنوتیپ در محیط تنش

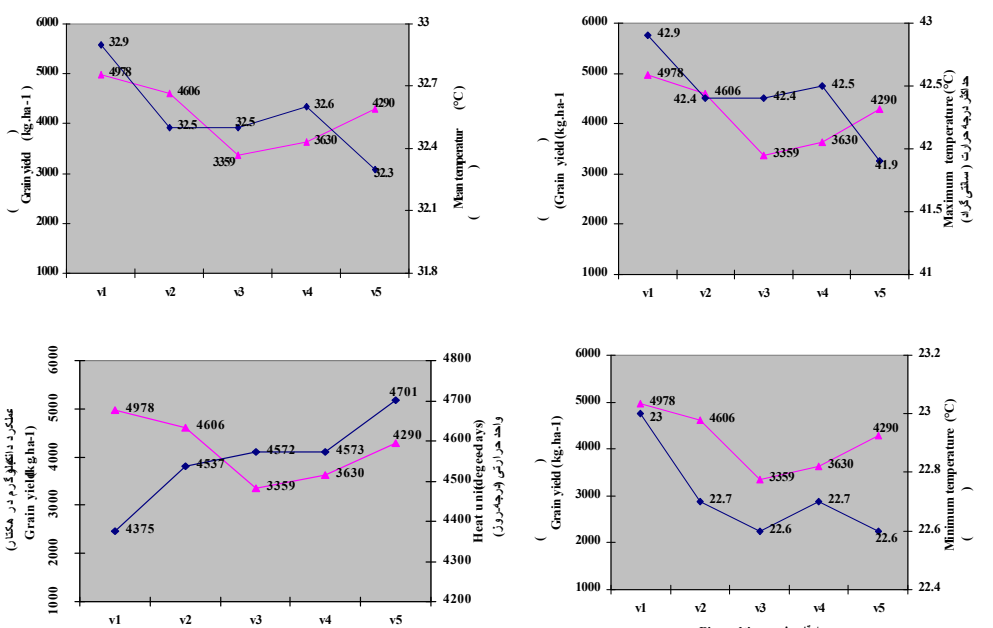
[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.1.7.7]



شکل ۱- تغییرات درجه حرارت و عملکرد دانه در سه تاریخ کاشت

Fig. 1. Grain yield and temperature changes in three sowing dates

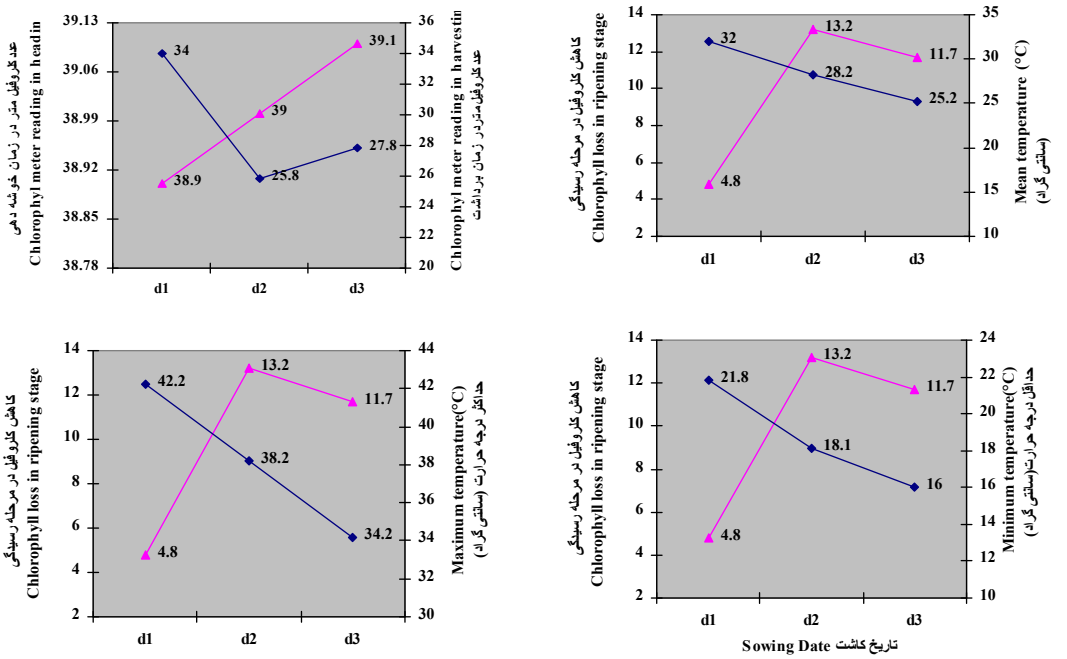


شکل ۲- تغییرات درجه حرارت و عملکرد دانه در پنج رقم برنج

Fig. 2. Grain yield and temperature changes in 5 rice cultivars

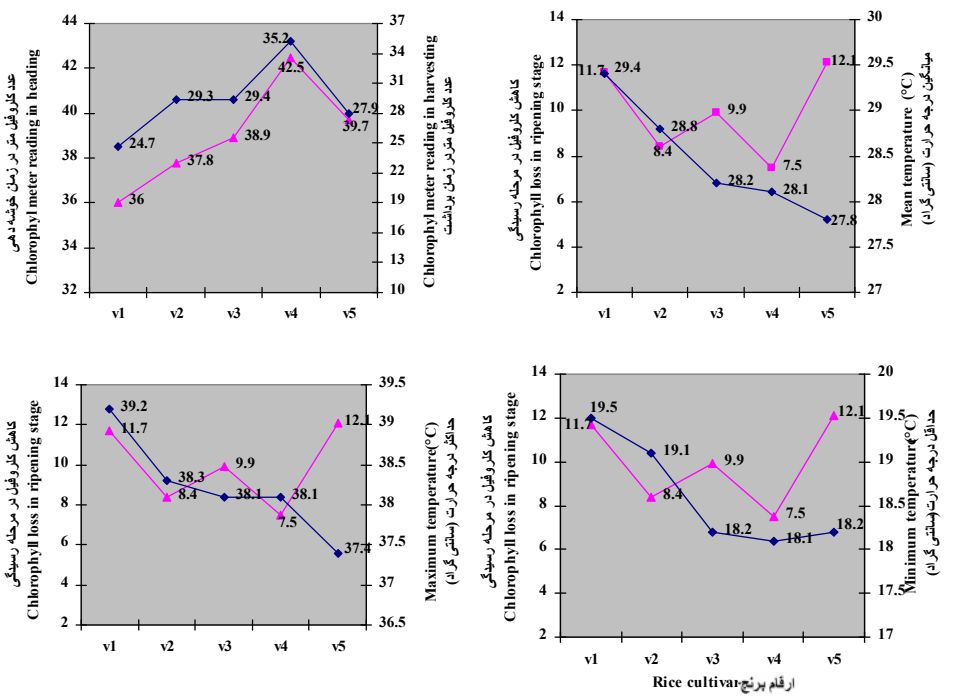
[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.1.7.7]



شکل۳- تغییرات درجه حرارت و کلروفیل در دوره رسیدگی سه تاریخ کاشت

Fig. 3. Chlorophyll loss and temperature changes in three sowing dates at ripening



شکل۴ – تغییرات درجه حرارت و کاهش کلروفیل در دوره رسیدگی پنج رقم برنج

Fig. 4. Chlorophyll loss and temperature changes in 5 rice cultivars at ripening

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.1.7.7]

برخوردار می باشند و بلعکس. در این راستا دو رقم هویزه و حمر مقادیر کمتری نسبت به سایر ارقام داشتند. از طرف دیگر درصد کاهش عملکرد دانه درشرایط تنش در مقایسه با بدون تنش در ارقام هویزه و حمر به مراتب کمتر از رقم های دیگر بوده است. نتایج بدست آمده اگر چه با گزارش مرادی (Moradi, 1998) مبنی بر تحمل زیاد رقم هویزه به تنش گرما در شرایط خوزستان مطابقت داشت ، اما از طرفی بیانگر وجود تنوع ژنتیکی بالا در واکنش به تنش گرما و سازوکارهای مقابله با آن می باشد که امکان توسعه ارقام جدید برنج را از طریق برنامه های کوتاه ویا درازمدت اصلاحی را فراهم می سازد. همچنین باتوجه به پدیده گلخانه ای و گرم شدن کره زمین، درآینده گزینش ارقام برنج در راستا ی تحمل بیشتر به تنش گرما ، به خصوص درکشورهای برنج خیز واقع در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری و کشور ما، ضرورت بیشتری می یابد. ارزیابی شاخص های حساسیت و تحمل مربوط به کاهش کلروفیل در طی رسیدگی در شرایط تنش و بدون آن در ارقام برنج نشان داد که براساس شاخص حساسیت (SSI) ، رقم های دانیال و هویزه به ترتیب با ۰/۵۱ و۰/۹۲ ۰ کمترین حساسیت را به تنش گرما داشتند. در شاخص تحمل به تنش (STI) نیز همین روند با مقادیر ۰/۸۵ و ۰/۵۰ در دو رقم دانیال وهویزه مشاهده شد. اما در شاخص تحمل (TOL)، رقم دانیال با ۴/۸ کمترین مقدار را داشت. همچنین بیشترین درصد کاهش میزان کلروفیل در دو شرایط تنش و بدون تنش مربوط به دو رقم دانیال و هویزه بود. به نظر می رسد که برتری رقم پرمحصول دانیال نسبت به ارقام دیگر، بخصوص رقم هویزه در تمامی شاخص های مزبور، به دلیل دریافت ۵۰ درصد بیشتر کود نیتروژن است که مطابق توصیه فنی و به دلیل خاصیت کودپذیری بالای آن بوده است. مقایسه بین ارزیابی این شاخص ها از نظرعملکرد دانه و کاهش کلروفیل برای رقم هویزه و دو رقم عنبوری قرمز و چمپا نشان دهنده یک روند مشابهی می باشد (جدول ۶).

منابع مورد استفاده

References

Agarie, S., N. Hanaoka, F. Kubota, W. Agata, and P.B. Kaufman. P.B. 1995. Measurement of cell membrane stability evaluated by electrolyte leakage as droughtand heat tolerance test in rice (*Oryza sativa* L.). J. Fac. Agric. Kyushu Univ.,40:233-240.

Anonymous 2002. Annual report., Rice Research and Training. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.

Borrell, A., G. Hammer, and E. Vanoosterom. 2001. Stay-green**:** a consequence of the balance between supply and demand for nitrogen during grain filling? Annal. Applied Biol. 138: 91-95

Emam,Y.2007.Cereals Production. Shiraz, Univ. Press.199pp. (In Parsian).

Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: proceeding of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Crops in temperature and water stress. Taiwan. Aug. 13-18. PP.257- 270.

Fischer, R. A. and D.B. Byerlee. 1991. Trends of wheat production in the warmer areas: Majorissues and economic considerations. In: D.A. Saunders (ed.). Wheat for Nontraditional, Warm Areas. Mexico, D.F.: CIMMYT.pp. 3-27.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.1.7.7]

Fokar, M., H.T. Nguyen,and A. Blum. 1998. Heat tolerance in spring wheat. I. Genetic variability and heritability of cellular thermo tolerance. Emphatic 104:1-8.

Jiang, C-Z., K. Ishinara and K. S.Satoh.1999. Loss of the Photosynthetic capacity and proteins in senesing leaves at top positions of two cultivars of rice in relation to the source capacities of the leaves for carbon and nitrogen. Plant Cell Physiol. 40: 496-503.

Maurice, S.B-Ku. 2000. Metabolically Modified Rice Exhibits Superior Photosynthesis and Yield, ISB New Report. http://www.biotech-info.net-metabolocally.html.

Lee, Y.J.,and C.M. Yang. 1999. Relationship of plant growth and Chlorophyll content in field-grown Rice. Chinese. J. Agro. Met. 6 (4) 191-200.

Lee, D.G., N. Ahsan, S.H. Lee, and K.Y.Kang. 2004. A proteomic approach in analyzing heat-responsive proteins in rice leaves. Proteomics. 7, 3369-3383**.**

Liu Zhenai , Zenye Liu, Dapeng Ma,Shufen Zeng .1984. A study on the relation between chlorophyll content and photosynthetic rate of rice. Acta Agron. Sin. 10:57-62.

Moradi, F.1998. Study of heat stress physiological effect on six rice varieties in Khuzestan. M.Sc. thesis - Agriculture and Natural Resources University of Ramin, Ahwaz, Iran. pp.138. (In Parsian).

Murchi, E.H., J.Yang, S. Hubbart, D. Horton, and S.Peng. 2002. Are there associations between grain-filling rate and Photosynthesis in the flag leaves of field-grown rices? J. of Exp. Bot. 53 (378) 2217-2224.

Peng, S., F.V. Garcia, R.C. Laza, and K.G. Cassman,. 1993. Adjustment for specific leaf weight improves chlorophyll meter's estimate of rice leaf nitrogen concentration. J. Agron. 85: 87-99.

Peng, S., J. Huang, J.E. Sheehy, and R.M.Visperas. 2004. Rice yields decline with higher night temperature from global warming. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 101: 9971-9975.

Reynolds, M.P., M. Balota, M.I.B.Delgado, I. Amani, and R.A. Fischer. 1994. Physiological and Morphological traits associated with spring wheat yield under hot, irrigated conditions. Aust. J. plant physiol. 21: 17-30.

Sinclair, T.R. and J.E. Sheehy. 1999. Erect leaves photosynthesis in rice. Science 283: 1455-1456.

Stevens, G., and S. Hefner. 1999. Use of a portable chlorophyll meter to manage crop nitrogen in rice. Mu Extension, University of Missouri, Columbia, MP 729.

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.1.7.7]

Effect of heat stress on grain yield stability, chlorophyll content and cell membrane stability of flag leaf in commercial rice cultivars in Khuzestan

Gilani,[1] A. A., S. A. Siadat[2], Kh. Alami-Saeed[3], A. M. Bakhshandeh[4], F. Moradi[5] and M. Seidnejad[6]

ABSTRACT

Gilani, A. A., S. A. Siadat, Kh. Alami-Saeed, A. M. Bakhshandeh, F. Moradi and M. Seidnejad. 2009. Effect of heat stress on grain yield stability, chlorophyll content and cell membrane stability of flag leaf in commercial rice cultivars in Khuzestan **Iranian Journal of Crop Sciences. 11 (1): 82-100 (In Persian).**

To study the effect of heat stress on physiological and structural characteristics of rice cultivars, an experiment was carried out in a split-plot arrangement using randomized complete blocks design with three replications in 2006 and 2007 cropping seasons at Shavoor Agricultural Research Station, Ahwaz, Iran. For exposing rice cultivars to different higher temperature regimes, main plots were assigned to three sowing dates from 5 May with 20 days intervals and cultivars; Hoveizeh, Hamar (heat tolerance) Red Anbori, Champa (heat sensitive) and Danial (relatively heat tolerant) were randomized in sub-plots. The results of combined analysis of variance showed that sowing date had significant effect on grain yield. The highest grain yield was harvested from the second sowing date (26 May). cv. Hoveizeh with grain yield of 4977.6 $Kg.ha^{-1}$ was the superior cultivar. Chlorophyll content at 50% heading and harvesting time were also affected by sowing date and cultivars. The first sowing date (5 May) had the highest chlorophyll content, however, the lowest chlorophyll content was measured for cv. Hoveizeh. The simple analysis of variance also indicated that the third (15 June) and first (5 May) sowing dates had the highest and lowest cell membrane stability, respectively. Cv. Hoveizeh had greater cell membrane stability when compared with the other cultivars, in all three planting dates. cv. Hoveizeh had also the lower environmental sensivity, hence, higher grain yield stability.

Key words: Cell membrane stability, Chlorophyll content, Flag leaf, Grain yield, Heat stress and Rice.

Received: November, 2008

1-Ph. D. student, Ramin Agriculture and Natural Resources University, Ahwaz, Iran. (Corresponding author)
2 & 4- Prof., Ramin Agriculture and Natural Resources University, Ahwaz, Iran
3-Assistant Prof., Ramin Agriculture and Natural Resources University, Ahwaz, Iran
5-Assistant Prof. Agricultral Biotechnology Research Institute, Karaj, Iran
6-Associated Prof., Chamran University, Ahwaz, Iran

[Downloaded from agrobreedjournal.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.15625540.1388.11.1.7.7]