تأثیر تاریخ کاشت روی برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی، رشد و تحمل به گرما در سه رقم برنج در خوزستان

Effect of Planting Date on some Growth and Physiological Characteristics and Heat Tolerance in Three Rice Cultivars in Khouzestan

کاوه لیموچی[1*] و مهدی نورزاده حداد[2]

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۵/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۴/۲۲

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تاریخ‌های مختلف کاشت بر روند رشد شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و میزان فتوسنتز خالص و هم‌چنین بررسی عملکرد ارقام برنج آزمایشی به‌صورت کرت‌های یک بار خرد شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شمال خوزستان اجرا گردید. عامل اصلی تاریخ کاشت در سه سطح (۵ خرداد، ۲۰ خرداد و ۵ تیر) و عامل فرعی شامل سه رقم عنبوری قرمز (بلند و کوتاه) و چمپا بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین تاریخ‌های مختلف کاشت و ارقام در تمامی صفات تفاوت معنی‌دار وجود داشت، ولی اثر متقابل دو عامل بر هیچ‌یک از صفات معنی‌دار نبود. بیش‌ترین مقدار شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و میزان فتوسنتز خالص مربوط به تاریخ کاشت اول و بیش‌ترین عملکرد دانه مربوط به تاریخ کاشت سوم بود. شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول در تاریخ کاشت ۵ خرداد که بیش‌ترین تنش حرارتی در مرحله زایشی را دارا بود در مدت زمان کمتری به حداکثر رشد خود رسیدند که البته پس از آن شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول به سرعت کاهش یافتند که می‌توان از آن به‌عنوان مکانیسمی جهت فرار از گرما نام برد و این در حالی بود که میزان فتوسنتز خالص بیش‌ترین تغییرات را در تاریخ کاشت ۲۰ خرداد دارا بود. در بین ارقام نیز کم‌ترین تغییرات در شاخص‌های فوق را عنبوری پا کوتاه و بیش‌ترین عملکرد را رقم چمپا با متوسط ۳۷۹۵/۴ کیلوگرم در هکتار دارا بودند.

واژه‌های کلیدی: شاخص سطح برگ، سرعت رشد، فتوسنتز خالص، عملکرد

۱. دکترای زراعت، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول، ایران

۲. استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

*: نویسنده مسئول Email: kavehlimouchi@yahoo.com

مقدمه

برنج غذای اصلی حدود نیمی از مردم جهان به‌ویژه کشورهای در حال توسعه است. این محصول یک سوم کل سطح زیر کشت جهانی غلات را در بر دارد و حدود ۳۵ تا ۶۵ درصد کالری مصرفی ۲/۷ میلیارد نفر در جهان را تأمین می‌کند که همانند سایر گیاهان زراعی تولید بهینه محصول برنج توسط برخی از عوامل محیطی و مدیریتی محدود می‌شود (فرجی و همکاران، ۱۳۹۳). برداشت دو یا سه محصول برنج در سال یکی از شیوه‌های افزایش تولید آن در برخی از مناطق برنج‌خیز دنیا می‌باشد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۷۶) در این راستا کاشت برنج در زمان نامناسب به جهت نقش آن در استفاده بهینه از عوامل محیطی و مدیریتی برای افزایش تولید امری اجتناب ناپذیر است (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۷۶). تاریخ کاشت به‌دلیل تأثیر آن بر مراحل مختلف رشد و نمو و نهایتاً عملکرد دانه توسط محققین بسیاری حائز اهمیت است (پازوکی و همکاران، ۱۳۸۹). تاریخ کاشت مناسب موجب بهینه شدن بازده استفاده از عوامل مؤثر بر عملکرد خواهد شد (علی و *رحمانی*[1]، 1992). *استیون* و *لینسکومب*[2] (2004) اعلام نمودند تاریخ کاشت و درجه حرارت تأثیر بسزایی بر رشد محصول و عملکرد برنج دارند زیرا بررسی‌های حاصل از دو منطقه در لویزیانا، یک نقطه واقع در جنوب غربی و نقطه دیگر واقع در شمال شرقی نشان داد که در منطقه واقع در جنوب غربی لویزیانا وقتی برنج در اواخر مارچ[3] (اواخر اسفند و اوایل فروردین) کشت شد عملکردی بیش از ۸/۵ تن در هکتار به‌دست آمد و هرچه کاشت به تأخیر افتاد، عملکرد دانه نیز کاهش پیدا کرد و در تاریخ کشت اواخر مارچ (اواخر اسفند و اوایل فروردین) کاهش عملکرد مشاهده شد (۵/۲ تن در هکتار)، سپس با به تأخیر افتادن کاشت در اواسط آپریل[4] (اواخر فروردین) عملکرد دانه تا ۷/۲ در هکتار افزایش یافت و تمامی تاریخ‌های کشت پس از آن، عملکرد به‌صورت خطی کاهش یافت. نتایج حاصل از تحقیق دیگری در استرالیا که با بررسی ۱۰۳ واریته برنج از خاستگاه‌های گوناگون و با مقایسه اثرات طول مدت قرار داشتن گیاه در معرض درجه حرارت و دمای آب پایین بر عقیمی و عملکرد گیاه برنج انجام شد، نتایج حاکی از آن بود که تأثیر دمای پایین بر رشد و عقیمی گیاه تنها محدود به زمان گل‌دهی نمی‌باشد و مدت زمان قرارگیری گیاه در معرض دمای پایین در میزان تأخیر در گل‌دهی و عقیمی گیاه مؤثر است (*فاکس*[5] و همکاران، 2004). دیگر محققین نیز به این نتیجه رسیدند که گیاه برنج در شرایط مواجه با تنش دچار کاهش عملکرد نسبی دانه می‌شود (سلحشور *دلیوند*[6] و همکاران، 2014). *سیادت* و همکاران (۱۳۸۳) طی بررسی به‌عمل آمده در منطقه ویسیان خرم‌آباد به این نتیجه رسیدند که بهترین تاریخ کاشت ۱۲ اردیبهشت می‌باشد و بهترین رقم، رقم دم‌سیاه با عملکرد ۳۲۶۵ کیلوگرم در این تاریخ کاشت معرفی نمودند. اصلاح تکنیک‌های کشت مانند تغییر تاریخ کاشت به‌عنوان یک راهکار موثر جهت افزایش کمی و کیفی سرعت رشد معرفی شد (*فارل*[7] و همکاران، 2004). لیموچی و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی تاریخ‌های مختلف کاشت بر ده رقم برنج در منطقه شمال استان خوزستان کاهش طول دوره رشد ارقام به جهت کاهش انتقال کربوهیدرات‌های غیرساختمانی به مخزن اصلی یعنی دانه را از عوامل مؤثر در کاهش عملکرد عنوان نمود. وی هم‌چنین با بررسی همبستگی بین عملکرد و صفات مرتبط با خوشه بیش‌ترین همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه را با وزن خوشه اعلام نمود.

اگرچه سرعت رشد محصول در هر مرحله نموی، عملکرد دانه برنج را تحت تأثیر قرار می‌دهد اما مقدار آن در دو هفته قبل از خوشه‌دهی اثرات بحرانی بر روی عملکرد دانه نهایی برنج دارد، لذا به حداکثر رساندن مقدار آن طی این دوره از اهداف مهم اصلاحی و مدیریتی برای دست‌یابی به حداکثر دانه می‌باشد (*حوری*[8] و همکاران، 2003).

عرفانی و نصیری (۱۳۷۹) در مطالعه برخی از خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک مؤثر بر عملکرد دانه ارقام برنج در استان مازندران، بیان داشتند که سرعت فتوسنتز خالص و شاخص سطح برگ در ارقام اصلاح شده، در تمام مراحل رشد به‌ویژه مرحله گل‌دهی بیشتر از ارقام بومی بود. مطالعات انجام شده بر روی ساختمان هندسی و مشخصه‌های رشد ارقام برنج در منطقه بنگلادش نشان‌دهنده آن بود که در واریته‌های بومی مورد بررسی، افزایش شاخص سطح برگ منجر به کاهش شاخص برداشت شد (*داتا*[9] و همکاران، 2002). نتایج آزمایش آن‌ها نشان داد که در این واریته‌ها، سطح فتوسنتزکننده عامل محدودکننده نیست بلکه، اختصاص آسیمیلات‌ها از ساقه به دانه عامل کاهش عملکرد است (*داتا* و همکاران، 2002). مهدوی و همکاران (۱۳۸۴) طی آزمایش مشابهی در مؤسسه تحقیقات

1. Ali and Rahman
2. Steven and Linscombe
3. March
4. April
5. Fox
6. Salahshour Dalivand
7. Farrell
8. Horie
9. Dutta

برنج کشور (آمل) نتیجه گرفتند که ارقام پرمحصول برنج نسبت به ارقام بومی شاخص سطح برگ بیشتری داشته در نتیجه، ماده خشک بیشتری تولید کردند. گیلانی (۱۳۸۸)، با بررسی بر روی شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و سرعت فتوسنتز خالص تحت تأثیر تنش‌های حرارتی در تاریخ‌های مختلف کاشت، افزایش عملکرد را در نتیجه افزایش شاخص‌های مزبور دانست. سرعت رشد محصول (CGR) عامل کلیدی تعیین‌کننده شاخص برداشت هست که تعیین‌کننده درصد رسیدگی است (*آکیتا*[1]، 1982).

هدف از این آزمایش بررسی آثار تیمارهای مختلف تاریخ کاشت بر خصوصیات فیزیولوژیکی و عملکرد ارقام برنج ایرانی بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در ۷۰ کیلومتری شمال اهواز با طول جغرافیایی ″۴۸°:۲۸ و عرض جغرافیایی ″۳۱°:۵۰ با ۳۳ متر ارتفاع از سطح دریا و خاک محل آزمایش رسی-لومی با PH=۷/۲ و به‌مدت یک سال در دهستان شاوور به‌صورت کرت‌های یک بار خرد شده (اسپلیت پلات) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به ابعاد ۴×۲/۵ متر شامل ۲۷ کرت اجرا شد. عامل اصلی تاریخ کاشت در سه سطح ۸۹/۳/۵ (d۱)، ۸۹/۳/۲۰ (d۲) و ۸۹/۴/۵ (d۳) و ارقام شامل: عنبوری قرمز پا بلند (V۱)، چمپا (V۲)، عنبوری قرمز پا کوتاه (V۳)، به‌عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. میانگین ماهانه دمای هوا و میزان بارندگی از خرداد ۱۳۸۹ (اولین تاریخ کاشت) الی آبان ۱۳۸۹ (برداشت آخر) در جدول ۱ ارائه شده است. میزان بذر مصرفی ۸۰ کیلوگرم در هکتار بود و کاشت به‌صورت پاشیدن بذور جوانه‌دار شده در خاک اشباع از آب صورت گرفت. کنترل علف‌های هرز اویار سلام به‌صورت تلفیقی از وجین دستی و علفکش توفوردی (۱/۵ لیتر در هکتار) در مراحل پس از پنجه‌زنی و قبل از آغاز ظهور خوشه صورت گرفت. میزان عناصر غذایی مورد نیاز براساس نتایج آزمون خاک تعیین شدند. کود فسفات از منبع فسفات آمونیوم و به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار، کود پتاس از منبع سولفات پتاس به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و عنصر روی به میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار این سه کود به‌صورت پایه و قبل از بذرپاشی در موقع کاشت مصرف گردیدند و عنصر نیتروژن از منبع کود اوره به میزان ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار که ۵۰ درصد (۹۵ کیلوگرم) در مرحله ۳ تا ۴ برگی و ۵۰ درصد باقی‌مانده در دو مرحله پایان پنجه‌زنی و ظهور خوشه استفاده گردید. با رسیدن ۸۵٪ دانه‌ها در خوشه برداشت در مساحت ۱/۵ مترمربع از میانه هر کرت با حذف حاشیه‌ها به‌منظور اندازه‌گیری عملکرد دانه (با رطوبت ۱۴٪) انجام شد. جهت تعیین روند تغییرات شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول و سرعت فتوسنتز خالص نیز اقدام به نمونه‌برداری در دوره‌های ۱۲ روزه، با آغاز ظهور خوشه به‌منظور تعیین نقش صفات مزبور در میزان عملکرد نهایی محصول تحت تأثیر درجات متفاوت حرارتی صورت پذیرفت. سطح برگ هر ۱۲ روز توسط دستگاه Leaf Area Meter (LI-31000, LI-COR, Lincoln, NE) قبل از خشک شدن آن‌ها اندازه‌گیری شد. سرعت رشد محصول و سرعت فتوسنتز خالص نیز به‌ترتیب به‌وسیله فرمول‌های زیر محاسبه گردید.

$LAI = LA/SA$

SA= سطح زمین (مترمربع)

LA= سطح برگ (مترمربع)

$CGR = 1/SA \times dw/dt$

dw= میانگین دو وزن خشک اولیه و ثانویه

dt= میانگین دو زمان نمونه‌برداری اولیه و ثانویه

$NAR = CGR/LAI$

داده‌های آزمایشی با استفاده از نرم‌افزار SAS، تجزیه واریانس و مقایسات میانگین به روش چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد گرفته شد. برای رسم نمودار از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

شاخص سطح برگ (LAI)

با توجه به جدول تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها که تمامی صفات را در مرحله برداشت مورد تجزیه و مقایسه قرار داده است مشاهده می‌شود که اثر رقم و تاریخ کاشت در سطح یک درصد معنی‌دار بوده و نشان‌دهنده مستقل نبوده اثر این دو بر صفت مزبور می‌باشد و از آن‌جایی‌که اثر متقابل تاریخ کاشت در رقم معنی‌دار نگردیده می‌توان گفت اثرات با هم جمع‌پذیر می‌باشند و به یک نسبت بر روی شاخص سطح برگ تأثیرگذار هستند (جدول ۲). همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود. در کلیه ارقام همان‌گونه که بیش‌ترین شاخص سطح برگ مربوط به تاریخ کاشت اول بوده بیش‌ترین کاهش را نیز داشته است که با سرعت بیشتری نسبت به دیگر تاریخ‌های کاشت تغییر پیدا کرده است و می‌توان چنین نتیجه گرفت که سرعت توسعه برگ و افزایش مقدار شاخص سطح برگ تا قبل از ظهور خوشه در تاریخ کاشت اول در تمامی ارقام به مراتب بیشتر از دو تاریخ کاشت دیگر بوده و در تاریخ‌های کاشت دیگر این کاهش با شیب ملایم‌تری کاهش پیدا کرده است و با توجه به درجه حرارت بالاتر در مرحله زایشی و در تاریخ کاشت اول این

1. Akita

کاهش شدید را می‌توان در نتیجه سوختگی، پژمردگی و ریزش برگ‌ها باشد. در بین ارقام نیز رقم عنبوری پا کوتاه کم‌ترین و عنبوری پا بلند بیش‌ترین تغییر را با توجه به شرایط متفاوت حرارتی دارا بودند که می‌توان تأثیر ارتفاع بوته و سطح برگ کمتر در رقم عنبوری پا کوتاه را از دلایل عمده آن دانست. با مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) در مرحله برداشت مشخص شد که تاریخ کاشت او همچنان بیش‌ترین و تاریخ کاشت دوم کم‌ترین شاخص سطح برگ را به‌ترتیب با متوسط ۳/۳۶ و ۲/۳۰ دارا بودند و با توجه به این‌که تاریخ کاشت اول با دارا بودن بیش‌ترین شاخص سطح برگ کم‌ترین عملکرد دانه را دارا بود می‌توان چنین نتیجه گرفت که شاخص سطح برگ بالا شرط لازم برای تولید بیشتر می‌باشد ولی کافی نیست و این موضوع را می‌توان با توجه به نتایج نهایی ارقام نیز توجیه نمود زیرا عملکرد دانه متأثر از خصوصیات دیگری همچون سرعت فتوسنتز خالص، سرعت رشد محصول و مهم‌تر از همه شاخص برداشت می‌باشد به‌طوری‌که گاهی اوقات شاخص سطح برگ بسیار زیاد، احتمالاً موجب کاهش سرعت فتوسنتز خالص و رشد محصول شده و بر ضریب برداشت اثر سوء خواهد گذاشت. از طرفی تاریخ کاشت سوم که شاخص سطح برگ حداکثر کمتری داشت، از تولید بیشتری برخوردار بود. لذا در شرایط گرم مانند خوزستان داشتن سطح برگ کمتر از طریق برگ‌های کوچک‌تر اما با آرایش عمودی می‌توان با کاهش شدت نور دریافتی در واحد سطح برگ و جلوگیری از گرم شدن زیاد برگ و تعرق بیش از حد، ضمن حفظ پتانسیل آب برگ مانع از تخریب کلروفیل و پدیده فلورسانس برگ شود که وقوع چنین پدیده‌ای به نوبه خود باعث ادامه فتوسنتز برگ در مدت زمان طولانی‌تری از روز خواهد شد. اگر چه نتایج حاضر با بررسی‌های گیلانی (۱۳۸۸) مطابقت و با نتایج مهدوی و همکاران (۱۳۸۴) مغایرت دارد. ولی با نتایج دیوتا و همکاران (2002) مبنی بر تاثیر بیشتر اختصاص اسیمیلات‌ها از ساقه به دانه نسبت به شاخص سطح برگ بر عملکرد دانه مطابقت دارد.

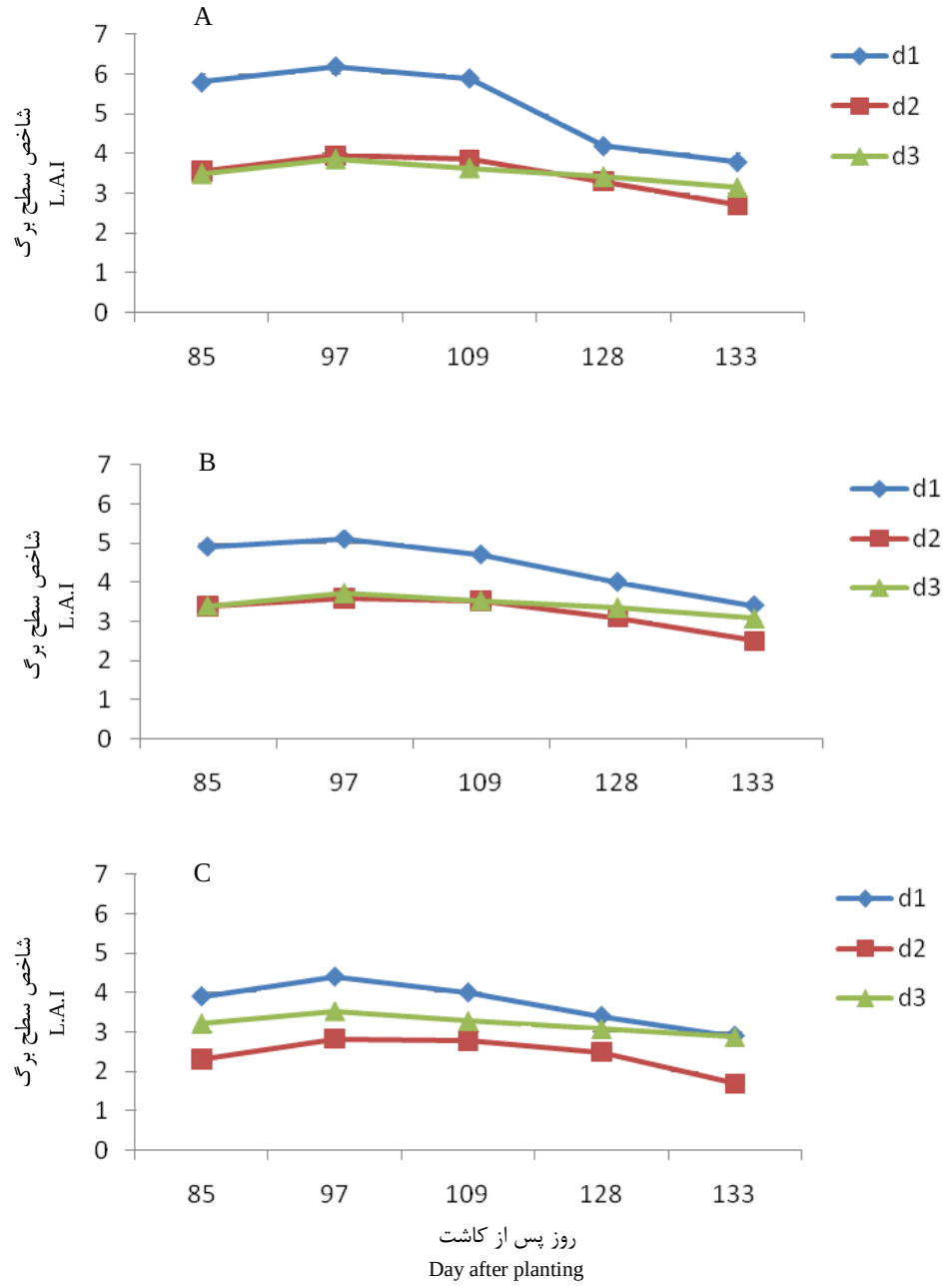
سرعت رشد گیاه (CGR).

با توجه به رابطه بین سرعت رشد محصول با شاخص سطح برگ و میزان فتوسنتز خالص، هر گونه تغییر در این دو پارامتر به نوعی می‌تواند باعث تغییر در رشد محصول گردد. با توجه به شکل ۲ سرعت رشد کلیه ارقام در طول فصل رشد افزایش یافته و در ادامه به حداکثر رسیده است، علت چنین افزایش تدریجی سرعت رشد گیاه احتمالاً جذب تشعشع خورشیدی همراه با افزایش سطح برگ در اوایل فصل رشد و در نتیجه سرعت تجمع ماده خشک در گیاه می‌باشد. سرعت رشد گیاه پس از رسیدن به یک حداکثر، روند کاهشی طی نموده و در مرحله پایانی (مرحله سوم نمونه‌برداری به بعد) به‌علت پیری برگ‌ها و ریزش برگ‌ها و در نتیجه کاهش ماده خشک شیب نمودار رو به پایین گشته. نتایج تجزیه واریانس سرعت رشد گیاه نشان‌دهنده تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت و ارقام با معنی‌دار شدن آن‌ها در سطح یک درصد و در عین حال عدم‌جمع‌پذیری آن‌ها به‌دلیل عدم معنی‌دار شدن اثر متقابل می‌باشد (جدول ۲). با مشاهده مقایسه میانگین‌ها (جدول ۳) در مرحله برداشت تاریخ کاشت اول بیش‌ترین سرعت رشد نهایی را دارا بود. به‌دلیل اینکه حداکثر سرعت رشد محصول زمانی است که بوته به اندازه کافی بلند یا جامعه گیاهی متراکم باشد که بتواند از تمام عوامل محیطی حداکثر بهره‌گیری را بنماید، لذا شیب تندتر آن در تاریخ کاشت اول نه تنها بیانگر پوشش سریع می‌باشد بلکه نشان‌دهنده حداکثر توانایی در تولید ماده خشک و تبدیل انرژی خورشیدی است. در بین ارقام رقم عنبوری پا بلند بیش‌ترین مقدار را دارا بوده است که می‌تواند در نتیجه عدم پیری گیاه نسبت به سایر ارقام و از آن‌جایی‌که بیش‌ترین شاخص سطح برگ را نیز دارا بود می‌تواند در اثر افزایش این شاخص و تأثیرپذیری متقابل ناشی از آن باشد که در این خصوص با گیلانی و همکاران (۱۳۸۵)، مطابقت دارد. در این آزمایش مشخص شد که سرعت رشد محصول ارقام در تاریخ کاشت اول بیشتر از دو تاریخ دیگر بود. ضمن این‌که رقم عنبوری پا بلند بیش‌ترین تغییرات را با شیب بیشتر افزایشی و کاهشی دارا بود که در نتیجه آن نیاز بیشتر به شرایط مطلوب مدیریتی را می‌طلبد. چون حداکثر سرعت رشد محصول (شیب خطی) زمانی خواهد بود که بوته به اندازه کافی بلند و یا جامعه گیاهی متراکم شده باشد که در نتیجه آن بتواند از تمام عوامل محیطی حداکثر بهره‌گیری را بنماید. لذا شیب تندتر آن در تاریخ کاشت اول نه‌تنها بیانگر پوشش سریع می‌باشد بلکه نشان‌دهنده حداکثر توانایی در تولید ماده خشک و تبدیل انرژی خورشیدی است. به نظر می‌رسد که سرعت بیشتر رشد محصول در رقم عنبوری پابلند به‌خصوص از روزهای قبل از ظهور کامل خوشه باعث انباشت بیشتر کربوهیدرات غیرساختمانی گردید که به نوبه خود با تولید تعداد بیشتر سلول آندوسپرم و یا تعداد گلچه در واحد سطح، زمینه را برای رسیدگی بیشتر فراهم ساخته است و می‌توان این مرحله را بحرانی‌ترین مرحله با تأثیر بر روی عملکرد نهایی دانه دارا می‌باشد که در این خصوص با گزارشات *مورچی* و همکاران (2002)، *حوری* و همکاران (2003) و گیلانی (۱۳۸۸) و هم‌چنین با بررسی‌های مهدوی و همکاران (۱۳۸۴) مبنی بر حداکثری میزان سرعت رشد محصول در مرحله پر شدن دانه مطابقت دارد (شکل ۲).

جدول ۱: میانگین دمای هوا و میزان بارندگی در طول دوره رشد برنج

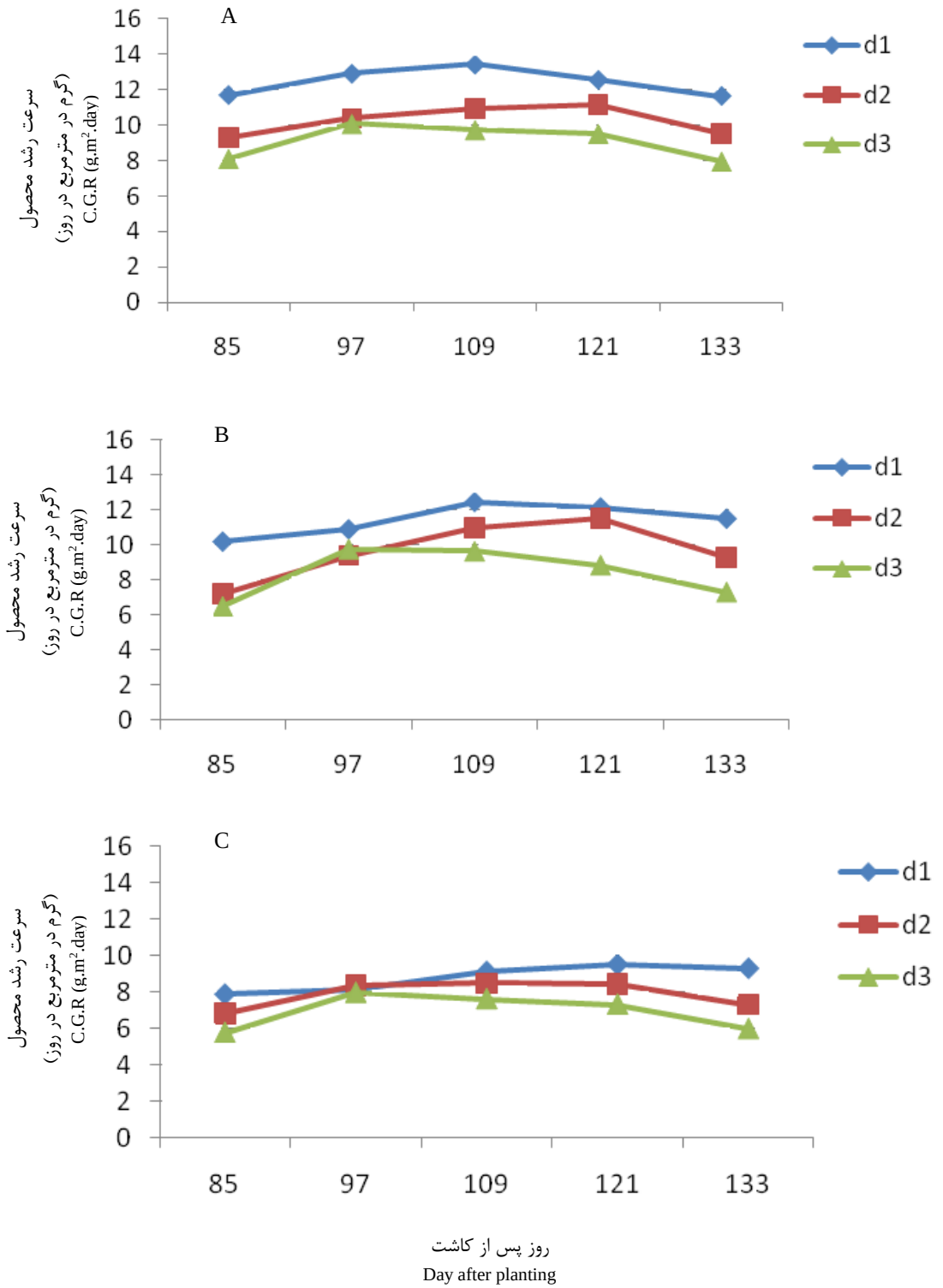
Table 1: Average air temperature and precipitation during growth period of rice

آبان October/November	مهر September/October	شهریور August/September	مرداد July/August	تیر June/July	خرداد May/June	عامل Factor
24.4	32	36.5	39.2	38.3	37.1	میانگین دمای هوا Average air temperature (˚C)
6.9	0	0	0	0	0	میزان بارندگی Precipitation (mm)



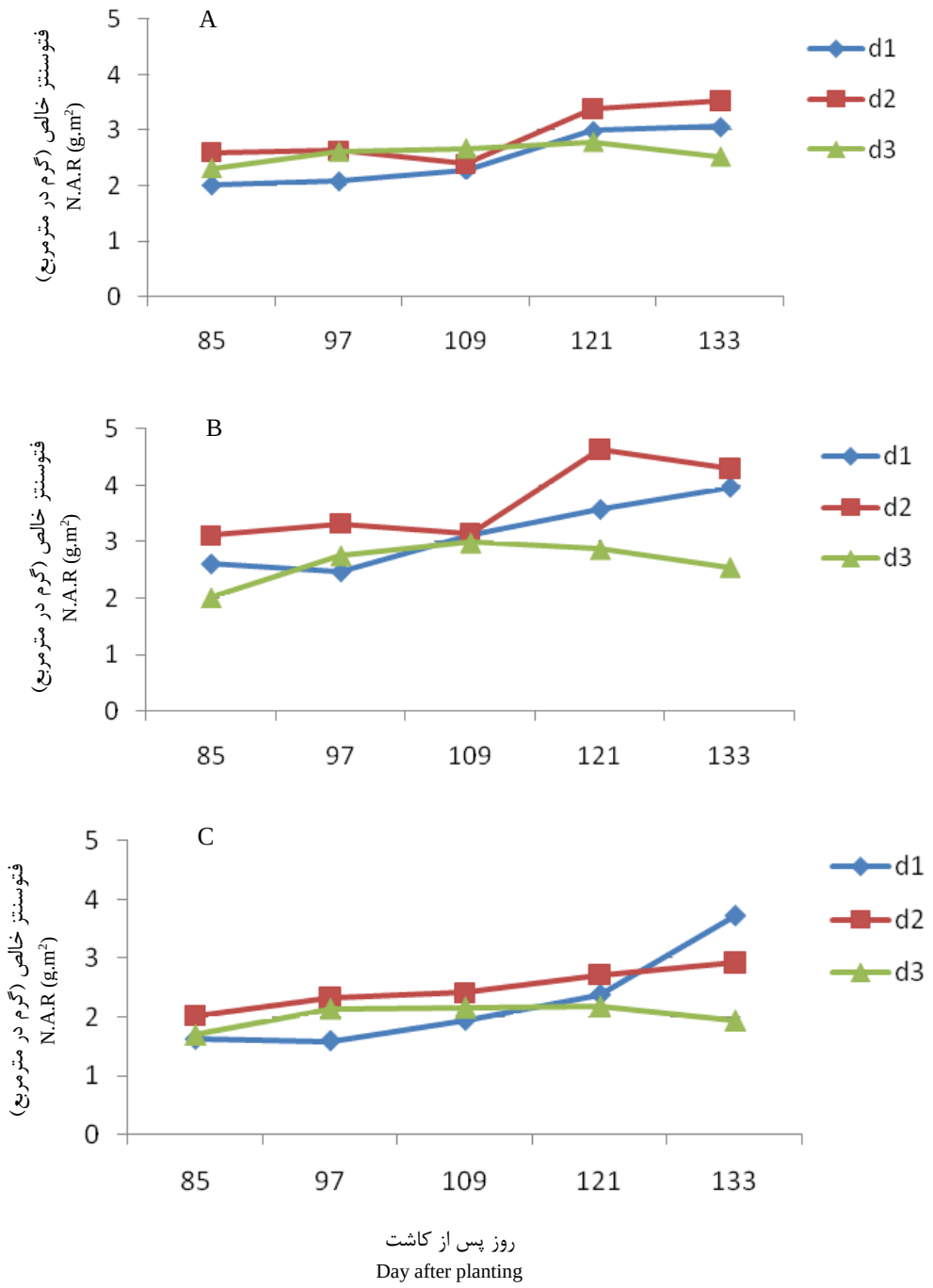
شکل ۱: روند تغییرات شاخص سطح برگ در ارقام برنج (A: عنبوری پابلند، B: چمپا و C: عنبوری پاکوتاه) طی دوران خوشه‌دهی

Fig. 1: Changing trend in leaf area index in rice cultivars (A: long grains Red Amber, B: Champa and C: short grains Red Amber) during panicle formation period



شکل ۲: روند تغییرات سرعت رشد محصول در ارقام برنج (A: عنبوری پابلند، B: چمپا و C: عنبوری پاکوتاه) طی دوران خوشه‌دهی

Fig. 2: Changing trend in crop growth rate in rice cultivars (A: long grains Red Amber, B: Champa and C: short grains Red Amber) during panicle formation period



شکل ۳: روند تغییرات میزان فتوسنتز خالص در ارقام برنج (A: عنبوری پابلند، B: چمپا و C: عنبوری پاکوتاه) طی دوران خوشه‌دهی

Fig. 3: Changing trend in net photosynthesis rate in rice cultivars (A: long grains Red Amber, B: Champa and C: short grains Red Amber) during panicle formation period

جدول۲: نتایج تجزیه واریانس شاخص‌های فیزیولوژیکی

Table 2: Analysis of variance of physiological indices

عملکرد دانه Seed yield	فتوسنتز خالص N.Ph.R	سرعت رشد محصول C.G.R	شاخص سطح برگ L.A.I	درجه آزادی df	منابع تغییرات S.O.V.
7328.926^{ns}	0.621*	5.562*	0.210^{ns}	2	تکرار Replication
610778.926**	4.675**	31.521**	2.68**	2	تاریخ کاشت Planting date
12808.314	0.078	1.422	0.192	4	خطای (a) Error a
684287.814**	1.340*	12.290**	1.247**	2	رقم Cultivar
85027.204^{ns}	0.543*	0.149^{ns}	0.133^{ns}	4	رقم × تاریخ کاشت Planting date × Cultivar
56022.963	0.213	1.073	0.099	12	خطای (b) Error b
6.74	14.56	11.67	10.84		ضریب تغییرات (درصد) CV (%)

ns، * و **: به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and **: Non-significant and significant at 5 and 1% levels of probability, respectively

جدول۳: مقایسه میانگین شاخص‌های فیزیولوژیکی

Table 3: Mean comparison of physiological indices

عملکرد دانه (گرم) Seed yield (gr)	فتوسنتز خالص (گرم در مترمربع) N.Ph.R ($g.m^2$)	سرعت رشد محصول (گرم در مترمربع در روز) C.G.R ($g.m^2.day$)	شاخص سطح برگ L.A.I	تیمار Treatment	
2645.44c	3.58a	10.82a	3.36a	d1	تاریخ کاشت Planting date
3618.11b	3.59a	8.72b	2.230b	d2	
4269.33a	2.34b	7.08c	3.03a	d3	
3492.6b	3.04b	9.71a	3.22a	V1	رقم Cultivar
3795.4a	3.60a	9.37a	2.49b	V2	
3244.9c	2.87b	7.54b	2.99a	V3	

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

میزان جذب خالص (NAR)

تجزیه واریانس حاصل از نمونه‌برداری در زمان برداشت نشان‌دهنده این است که اثر تاریخ‌های مختلف کاشت و رقم به‌ترتیب در سطوح یک درصد و پنج درصد معنی‌دار گردیده است و این در حالی بود که اثر متقابل آن دو فاقد تفاوت معنی‌داری بودند (جدول ۲). با مقایسه میانگین‌ها تاریخ کاشت دوم و رقم چمپا که کم‌ترین شاخص سطح برگ را دارا بودند بیش‌ترین سرعت جذب خالص را داشتند که می‌توان آن را در نتیجه در سایه قرار گرفتن تعداد برگ‌های بیشتر در شرایط افزایش شاخص سطح برگ و در نتیجه کاهش سرعت جذب خالص دانست که با بررسی‌های مهدوی و همکاران (۱۳۸۴) با نتایج مزبور مطابقت دارد (جدول ۳). در واقع رقم چمپا بیش‌ترین استفاده را از شرایط مورد نیاز گیاه جهت انجام عمل فتوسنتز داشته و سبب برتری فتوسنتز خالص نسبت به تنفس در مقایسه با دیگر ارقام بوده است که در نتیجه آن سبب افزایش ظرفیت تولید و غلظت مواد پرورده و جلوگیری از تخریب کلروفیل در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک شد. روند تغییرات نشان داد که در ارقام سرعت جذب خالص در انتهای دوره که مصادف با پر شدن دانه‌ها بود، افزایش یافت که این افزایش به‌دلیل تقاضای شدید دانه‌ها برای رشد و توسعه می‌باشد که سبب افزایش فتوسنتز خالص گردید. در مرحله آخر گیاه بیشتر ماده پرورده تولیدی را صرف پر کردن دانه‌ها می‌کند که این فرایند در رقم چمپا بیشتر از سایر ارقام بود. با مشاهده روند تغییرات در بین ارقام مشاهده می‌شود که در رقم عنبوری پاکوتاه شیب منحنی همواره صعودی می‌باشد که می‌توان آن را در نتیجه عدم‌خوابیدگی بوته‌ها بر روی هم که در دیگر ارقام وجود دارد باشد که به‌عنوان یک صفت مطلوب در نتیجه فرایند اصلاحات خود را بروز نموده است. به نظر می‌رسد به‌دلیل عدم‌محدودیت نور در سطح استان و دوام بهتر سطح برگ، میزان فتوسنتز خالص ارقام به‌خصوص رقم چمپا افزایش قابل‌توجه‌ای یافتند. از طرفی کاهش شدید فتوسنتز خالص در تاریخ کاشت سوم صرف‌نظر از سایه‌اندازی تا حدودی به‌دلیل کاهش دما و میزان نور محیط به خصوص در ساعات بعدازظهر باشد در نتیجه کاهش فتوسنتز باشد که در این خصوص با نتایج گیلانی (۱۳۸۸) مغایرت دارد (شکل ۳).

عملکرد دانه (Seed yield)

در این پژوهش مشخص شد که بین تاریخ‌های مختلف کاشت (تغییر شرایط حرارتی محیط) و رقم در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری وجود داشت اما در بین اثر متقابل دو عامل تاریخ کاشت و رقم اختلافی از نظر آماری مشاهده نشد، و این خود نشان‌دهنده این است که در واقع اثرات جمع‌پذیر می‌باشد و واکنش ارقام به تاریخ‌های مختلف کاشت دارای روند نسبتاً ثابتی می‌باشد (جدول ۲). با توجه به مقایسه میانگین‌ها در بین تاریخ‌های مختلف کاشت، با تاخیر در تاریخ کاشت از تاریخ کاشت اول به سوم عملکرد سیر صعودی داشته که می‌تواند به‌دلیل فاصله گرفتن بیشتر از تنش حرارتی در تاریخ‌های کاشت تاخیری با توجه به خصوصیت حساس به گرما بودن این ارقام و هم‌چنین افزایش طول دوره رشد از تاریخ کاشت اول به سوم و افزایش میزان کربوهیدرات‌ها و مواد معدنی انتقال یافته به دانه باشد. در بین ارقام نیز بیش‌ترین عملکرد را رقم چمپا با ۳۷۹۵/۴ کیلوگرم در هکتار دارا بود که می‌تواند متأثر از خصوصیات ژنوتیپ، عوامل محیطی و هم‌گرایی مثبت آن‌ها در رقم اخیر باشد که در نهایت سبب برتری تولید مخزن فعال و ظرفیت تجمع ماده خشک بالاتر (گنجایش دانه × تعداد دانه) در این رقم نسبت به سایر ارقام شد (جدول ۳). این نتایج با گزارشات موجود (برد و همکاران، 2001؛ *فاکس* و همکاران، 2004؛ *فارل* و همکاران، 2004؛ *نایدو* و همکاران، 2004؛ *لیوون* و همکاران، 2004) مبنی بر تأثیر درجه حرارت و با لیموچی و همکاران (۱۳۹۳) مبنی بر افزایش عملکرد با افزایش طول دوره رشد مطابقت دارد.

منابع

امام، ی. ۱۳۷۶. زراعت غلات. انتشارات دانشگاه شیراز. ۱۹۹صفحه.

پازوکی، ع.، کریمی، م. و فولادی، ع. ۱۳۸۹. بررسی اثر تاریخ‌های کاشت بر عملکرد اکوتیپ‌های گیاه زعفران (*Crocus sativus* L.) در منطقه نطنز. مجله فیزیولوژی گیاهان زراعی، ۲ (۸): ۳-۱۲.

سلحشور دلیوند، ف.، صدرالدینی، ع.، ناظمی، ا. ح.، دواتگر، ن. و نیشابوری، م. ۱۳۹۲. شبیه‌سازی اثر هم‌زمان تنش‌های شوری و خشکی بر عملکرد دانه و برنج رقم هاشمی. مجله علوم زراعی ایران، ۱۵ (۴): ۳۲۰-۳۳۶.

سیادت، ع.، فتحی، ق.، حمایتی س. س. و بیرانوند، م. ۱۳۸۳. اثر تاریخ کاشت بر عملکرد و اجزاء آن در سه رقم برنج. مجله علوم کشاورزی، ۳۵ (۱): ۲۳۴-۲۴۲.

عرفانی، ع. و نصیری، م. ۱۳۷۹. بررسی بعضی از خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مؤثر بر عملکرد ارقام برنج. انتشارات مؤسسه تحقیقات برنج کشور-معاونت مازندران. ۴۳۰ صفحه.

فرجی، ف.، اصفهانی، م.، علیزاده، م. ر. و اعلمی، ع. ۱۳۹۳. ارزیابی صفات مورفولوژیک مرتبط با خوابیدگی بوته در ژنوتیپ‌های منتخب بومی و اصلاح شده برنج. مجله علوم زراعی ایران، ۱۶ (۳): ۲۵۰-۲۶۴.

گیلانی، ع. ۱۳۸۸. تعیین مکانیزمهای تحمل و اثرات فیزیولوژیک تنش گرما در ارقام برنج خوزستان. پایان‌نامه دکتری زراعت. دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین (اهواز). ۲۵۰ صفحه.

گیلانی، ع.، هاشمی دزفولی، س. ع. و سیادت، ع. ۱۳۸۵. تأثیر تراکم بر عملکرد، اجزای عملکرد، بیوماس و شاخص برداشت سه رقم برنج در استان خوزستان. چکیده مقالات ششمین کنفرانس زراعت و اصلاح نباتات ایران. بابلسر. ۶۵۰ صفحه.

لیموچی، ک.، سیادت، ع. و گیلانی، ع. ۱۳۹۳. اثرات تاریخ‌های مختلف کاشت بر روند رشد صفات رویشی و عملکرد سه رقم برنج در شمال خوزستان. مجله پژوهش‌های زراعی در حاشیه کویر، ۱۱ (۱): ۵۱-۶۳

مهدوی، ف.، اسماعیلی، م.، فلاح، ا. و پیردشتی، م. ۱۳۸۴. مطالعه خصوصیات مرفولوژیک، شاخص‌های فیزیولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد دانه در ارقام بومی و اصلاح شده برنج. مجله علوم زراعی ایران، ۷ (۴): ۲۸۰-۲۹۸.

نورمحمدی.، ق.، سیادت، ع. و کاشانی، ع. ۱۳۷۶. زراعت، جلد اول غلات، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز. ۴۴۶ صفحه.

Akita, K. 1982. Studies on competition and compensation of crop plants. XI. Effects of planting density on the yield components in rice plant. Sci. Rep. Fac. Agri. Kobe Univ. 15: 17-21.

Ali, M. Y. and Rahman, M. M. 1992. Effect of seedling age and transplanting time on late planted Aman rice. Bangladesh Journal of Training and Development, 5: 75-83.

Board, J. E., Peterson, M. L. and Ng, E. 2001. Floret Sterility in Rice in a Cool Environment. Journal of Agronomy, 72: 483-487.

Dutta, R. K., Baset Mia, M. A. and Khanam, S. 2002. Plant architecture and growth characteristics of fine grain and aromatic rices and their relation with grain yield. Bangladesh Crop Physiology, 32: 95-102.

Farrell, T. C., Fox, K. M., Williams, R. I., Fukai, S. and Lewin, L. G. 2004. How to improve reproductive cold tolerance of rice in Australia. International Rice Cold Tolerance Workshop CSIRO Discovery, Canberra, 22-23 July.

Fox, K. M., Subasinghe, R., Looby, P. D. and Wornes, D. L. 2004. Screening for Rice Cold Tolerance: Low temperature effects on flowering. 300p.

Horie, T., Yoshida, H., Shiraiwa, T., Nakagawa, H., Kuroda, E., Sasaki, T., Hagiwara, M., KObata, T., Ohnishi, M. and Kobayashi, K. 2003. Analysis of benotype by environment interaction in yield formation processes of rice grown under a wide environmental range in Asia. 10. Asia Rice Network (ARICENET) research and preliminary results. JPN. Journal of Crop Science. 72 (Extra Issue 2): 88-89 (in Japanse).

Ismail, C. 1988. Analysis of yield and its components and of path coefficient inearly varieties of rice (*Oryza sativa*). Cienciay Tecnica en la Agricultura, Arraz, 11 (1): 7-17.

Lewin, L., Lacy, J., Ford, R. and subasinghe, R. 2004. Rice Research Australia. Perceptions of rice cold damage b farmers, Advisers and Researchers. Rice Researchers in Australia, 12: 42-54.

Murchi, E., Jian Chang, Y., Stella, H. and Shaobing, P. 2002. Are there associations between grain filling rate and photosynthesis in the flag leaves of field grown rice. Journal of Experimental Botany, 53 (378): 2217-2224.

Nagata, K., Hiroyuki, S. and Tomio, T. 2002. Quantitative trait loci for Nonstructural carbohydrate accumulation in leaf sheaths and culms of rice (*Oryza sativa* L.) and their effects on grain filling. Breeding Science, 52: 275-283.

Naidu, B. P., Gunawardena, T. A. and Fukai, S. 2004. Mechanism of cold tolerance in rice at seedling and reproductive stages. Australian gaverment, 5 (90): 1-21.

Peng, S., Garcia, F. V., Laza, R. C., Sanica, A. H. and Visperas, R. M. 2004. Cassman yielding irrigated rice. Field Crops Research, 47: 243-252.

Steven, D. and Linscombe, D. 2004. Plant Management Network. Rioce Response to Planting Date Differs at Two Locations in Louisiana.

Wu, S. Z., Huang, C. W., Wu, J. Q. and Zhong, Y. Q. 1987. Studies on varietal characteristics in cultivars of *Oryza sativa* V. Correlation between genetic parameters of the main character and selection in cultivars with good grain quality. Hereditas China, 9: 4-8.

Yoshida, S. and Conronel, V. 1976. Climatic influence on yield and yield components of lowland rice in the tropics. International Rice Research Institution. PP: 471-494.

Effect of Planting Date on some Growth and Physiological Characteristics and Heat Tolerance in Three Rice Cultivars in Khouzestan

Limouchi[1*], K. and Nourzadeh Haddad[2], M.

Abstract

This study was carried out evaluate the effect of planting dates on the trend of leaf surface growth indicator, growth, and net photosynthesis rates and also the yield of rice cultivars through a split plots experiment based on a randomized complete block design with three replications in the north region of Khuzestan. Main factor was the date of planting at three levels (26 May, 10 Jun, 26 Jun) and the subordinate factor included three cultivars of Red Amber (long and short grains), and Champa. Results of variance analysis indicated that there was a significant difference between different dates of planting and all properties, but no significant difference observed in the interaction of both factors. In addition, the maximum LAI, CGR, and net photosynthesis rate was related to the first date and the highest yield of grain was related to the third date of planting. Evaluating the trend of leaf area indices and crop growth rate on 26 May, which had the maximum thermal stress at the reproductive stage, they reached the maximum growth in a shorter period of time. However, after that, the leaf area indices and the growth rate rapidly reduced, which can be referred to a mechanism of escaping the heat, while the rate of net photosynthesis reached its maximum changes on 26 May. Among the cultivars, short-grain Amber had the minimum changes in above characteristics and Champa had the maximum yield with an average of 3795.4 kg/ha.

Keywords: Leaf area index, Growth rate, Net photosynthesis, Yield

1. PhD in Agronomy, Young Researchers and Elite Club, Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran
2. Assistant Professor, Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran
*: Corresponding author Email: kavehlimouchi@yahoo.com