

اثر زمان کاشت بر ساختمان برگ پرچم و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های برنج در خوزستان Effect of planting time on the flag leaf anatomy and grain yield of rice genotypes in Khuzestan province

کاوه لیموچی^۱، سید عطاءاله سیادت^۲ و عبدالعلی گیلانی^۳

چکیده

لیموچی، ک.، س. ع. سیادت و ع. گیلانی. ۱۳۹۲. اثر زمان کاشت بر ساختمان برگ پرچم و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های برنج در خوزستان. مجله علوم زراعی ایران. ۱۵ (۲): ۱۵۱-۱۳۶.

این پژوهش به منظور بررسی اثر زمان کاشت بر ریخت‌شناسی برگ پرچم (تعداد روزنه‌ها در واحد سطح، سطح و قطر روزنه‌ها، سطح دستجات آوندی بزرگ، کوچک، چوب و آبکش) در ژنوتیپ‌های برنج و در شرایط اقلیمی خوزستان به مدت یک سال (۸۹-۱۳۸۸) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاور - اهواز به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. عامل اصلی زمان کاشت در سه سطح (۲۵ اسفند، ۲۵ فروردین و ۵ خرداد) و عامل فرعی شامل ژنوتیپ‌های برنج؛ گرده زنجان و سه رقم محلی هویزه، حمر و گرده رامهرمز (متحمل به گرما)، چهار ژنوتیپ خارجی (دلار، N22، CR547-1-2-3 و IR1567-228-3-3) و دو لاین ۷ و ۱۳ بودند. نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های حمر در زمان کاشت ۵ خرداد و IR1567-228-3-3 در زمان کاشت ۲۵ اسفند به ترتیب با ۱۳۶۶ و ۷۸۶ تعداد دارای بیشترین و کمترین تعداد روزنه در واحد سطح (میلی‌متر مربع) بودند. بیشترین و کمترین قطر و سطح روزنه به ترتیب مربوط به ژنوتیپ N22 در زمان کاشت ۵ خرداد (قطر ۳/۳ میلی‌متر و سطح ۴۸۴/۵ میکرومتر مربع) و ژنوتیپ گرده رامهرمز در زمان کاشت ۲۵ فروردین (قطر ۱۳/۶ میکرومتر و سطح ۹۷/۹ میکرومتر مربع) بود. بیشترین سطح دستجات آوندی بزرگ مربوط به لاین ۱۳ در زمان کاشت دوم با ۱۳۴۸۴/۵ میکرومتر مربع و کمترین سطح مربوط به ژنوتیپ دلار با ۵۲۶۷/۶ میکرومتر مربع در زمان کاشت سوم بود. بیشترین و کمترین سطح دستجات آوندی کوچک نیز به ترتیب مربوط به ژنوتیپ هویزه در زمان کاشت ۲۵ اسفند (۲۰۱۱/۵ میکرومتر مربع) و ژنوتیپ دلار در زمان کاشت ۲۵ فروردین (۳۲۱/۲ میکرومتر مربع) بود. بالاترین مقدار عملکرد دانه از ژنوتیپ IR1567-228-3-3 (۲۰۸۹/۷ کیلوگرم در هکتار) در کشت زمستانه و از ژنوتیپ‌های هویزه (۴۸۹۸/۱ کیلوگرم در هکتار) و حمر (۴۸۰۴/۴ کیلوگرم در هکتار) در کشت بهاره بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: برنج، روزنه، ساختار و دستجات آوندی.

مقدمه

انتخاب زمان کاشت مناسب یکی از راهکارهای استفاده مطلوب از ظرفیت ژنتیکی ارقام می‌باشد و موجب بهینه شدن بازده استفاده از عوامل مؤثر بر عملکرد خواهد شد (Ali and Rahman, 1992). خصوصیات ساختاری تشکیل دهنده گیاهان روی رفتارهای اکولوژیک، نیازهای محیطی و سازگاری گیاهان با شرایط پیرامون آنها تأثیر چشمگیری دارند (Metcalf and Chalk, 1950). شرایط محیطی در فراوانی روزنه‌ها تأثیر دارد. برگ گیاهانی که در محیط‌های خشک‌تر و در نور زیاد رشد می‌کنند دارای روزنه‌های کوچکتر و زیادتری، نسبت به برگ گیاهانی است که در محیط‌های مرطوب و سایه رشد می‌نمایند. تعداد روزنه‌ها تنها در برگ‌های یک گیاه واحد، بلکه در بخش‌های مختلف یک برگ نیز متفاوت است (Metcalf and Chalk, 1950; Heywood, 1985; Rudall, 1994). اگر چه اطلاعات محدودی درباره تغییرات ساختمان تشکیل دهنده گیاهان وجود دارد، اما به طور کلی علائم تغییرات حاصله با افزایش گرما در سطح یک گیاه شامل کاهش اندازه سلول، بسته شدن روزنه‌ها و کاهش تلفات آب، افزایش تراکم روزنه‌ها و کرک‌ها، ایجاد آوندهای چوبی بزرگتر در ریشه و بخش هوایی می‌باشد (Anon et al., 2004). نتایج آزمایش روی چندین گیاه زراعی متحمل به گرما نشان داد که این گیاهان دارای تراکم روزنه بیشتر، منفذ روزنه‌ای کمتر، برگ‌های ضخیم‌تر، آرایش فشرده‌تر سلول‌های مزوفیل، دستجات آوندی توسعه یافته‌تر و پایداری ساختمان اندامک‌های سلولی می‌باشند (Han et al., 1997). نتایج یک آزمایش مربوط به زراعت دیر کاشت برنج در چین نشان داد که در اثر دمای زیاد هوا، فرایندهای بیوشیمیایی و حیاتی در داخل کلروپلاست سلول برگ برنج دچار خسارت شده و از این نظر بین ارقام برنج نیز تفاوت‌هایی وجود داشت. بررسی میکروسکوپی ساختار برگ پرچم دو لاین متحمل و

حساس به گرما در تنش حرارتی (۳۷/۳۰) درجه سانتی‌گراد) در چین نشان داد که لاین متحمل دارای دستجات آوندی کاملاً توسعه یافته‌ای در رگبرگ میانی بود و دستجات آوندی بزرگتر (با سطح مقطع ۲/۰۱۰۵ میکرومتر مربع) و سلول‌های مزوفیل با پیوند بسیار قوی در کنار هم داشتند. میزان گشودگی روزنه‌ها در شرایط تنش حرارتی در رقم متحمل بسیار کمتر و حتی برخی از آنها نیز کاملاً بسته بودند، در حالی که در رقم حساس نه تنها دستجات آوندی توسعه نیافته بودند، بلکه روزنه‌ها باز و فضای بین سلولی در سلولهای مزوفیل بسیار زیاد بود (Zheng et al., 2009). واکنش گیاهان زراعی به دماهای پایین به شرایط آب و هوایی که از آن منشأ گرفته‌اند بستگی دارد. گیاهی مانند برنج با منشأ گرمسیری و نیمه گرمسیری، نسبت به دماهای پایین بسیار حساس بوده و رشد آن در مواجهه با دمای کمتر از ۱۵ درجه دچار مشکل می‌شود (Allen and Ort, 2001). مهم‌ترین واکنش گیاهان حساس به سرمازدگی، افزایش سریع بازداری فتوسنتزی است (Ort, 2002). گیلانی (Gilani, 2010) با بررسی ساختمان برگ پرچم تحت تأثیر تنش گرمایی گزارش نمود که ارقام متحمل برنج منفذ روزنه و آوندهای چوبی کوچکتری دارند. ژنگ و همکاران (Zheng et al., 1998) گزارش نمودند که میزان خسارت وارده به ساختار کلروپلاست برگ پرچم در برنج متفاوت می‌باشد.

در غلات برگ پرچم و ساختار آن از ارکان مهم تأثیر گذار بر تولید می‌باشد که می‌تواند نقش مهمی در تأمین مواد پرورده برای دانه ایفا کند، اما این اثر بخشی می‌تواند کاملاً متأثر از شرایط محیطی باشد. مطالعه جزئیات اجزاء و بافت‌های سازنده گیاه، درک بهتری از سازش آن با شرایط مختلف محیطی فراهم می‌کند و بدون آگاهی از ساختار (آناتومی) گیاهان، فرآیندهای فیزیولوژیک درون گیاه قابل درک نیست. این پژوهش با هدف بررسی اثر زمان‌های مختلف

میانگین ماهانه دمای هوا و میزان بارندگی از اسفند ۱۳۸۸ (اولین زمان کاشت) الی مهر ۱۳۸۹ (برداشت آخر) در جدول شماره یک ارائه شده است. میزان بذر مصرفی ۸۰ کیلوگرم در هکتار بود و کاشت به صورت پاشیدن بذور جوانه دار شده در خاک اشباع از آب صورت گرفت. کنترل علف‌های هرز اویار سلام به صورت وجین دستی صورت گرفت. میزان عناصر غذایی مورد نیاز بر اساس نتایج آزمون خاک تعیین شدند. فسفر از منبع فسفات آمونیوم و به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار، پتاس از منبع سولفات پتاس به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و عنصر روی به میزان ۴۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات روی به صورت پایه و قبل از بذر پاشی مصرف گردیدند. عنصر نیتروژن از منبع کود اوره به میزان ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار که ۵۰ درصد در مرحله ۳ تا ۴ برگی و ۵۰ درصد باقیمانده در پایان پنجه زنی و شروع ظهور خوشه تأمین شد. در زمان ظهور خوشه، تعداد ۱۰ عدد برگ پرچم از ساقه اصلی بوته‌ها جدا و پس از حذف بخش‌های انتهایی و قاعده، برش‌هایی به طول ۲-۳ سانتی متری از قسمت میانی برگ تهیه شد. برای نگهداری نمونه‌ها (۵۰ الی ۶۰ نمونه از هر تیمار) از محلول F.A.A (Formalin- Acetic acid- Alcohol) استفاده شد. در آزمایشگاه برش‌های عرضی و باریک ۱×۱ میلی متر از برگ‌ها به روش دستی تهیه شدند و جهت رنگ آمیزی، نمونه‌ها پس از شستشو با آب مقطر به مدت ۱۵ دقیقه در آب ژاول و سپس ۲۰ دقیقه در کارمن زاجی و در آخر به مدت ۱۰ تا ۱۵ ثانیه در سبز متیل قرار داده شدند و در فواصل هر کدام از مراحل رنگ آمیزی، با آب مقطر شستشو داده شدند (Gilani, 2010). نمونه‌های رنگ آمیزی شده روی لام قرار داده شدند و سطح دستجات آوندی بزرگ و کوچک، سطح آوند چوب و آبکش، تعداد دستجات آوندی بزرگ و کوچک و سلول‌های بولفیورم در واحد سطح و همچنین سطح، قطر و تعداد روزنه‌ها در واحد سطح برگ با حذف

کاشت بر ساختمان برگ پرچم و عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های برنج در شرایط خوزستان طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ۷۰ کیلومتری شمال اهواز با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۷ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی با ۳۳ متر ارتفاع از سطح دریا، بافت خاک رسی-لومی با $pH=7/2$ و به مدت یک سال زراعی (۸۹-۱۳۸۸) در مزرعه ایستگاه تحقیقات کشاورزی شاورر به صورت کرت‌های یک بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در کرت‌هایی به ابعاد $4 \times 2/5$ متر اجرا گردید. عامل اصلی زمان کاشت در سه سطح (۲۵ اسفند، ۲۵ فروردین و ۵ خرداد) و ژنوتیپ‌های برنج شامل هویزه (V_1)، حمر (V_2)، گرده رامهرمز (V_3)، دلار (V_4)، N_{22} (V_5)، گرده زنجان (V_6)، CR547-1-2-3 و IR1567-228-3-3 (به ترتیب V_7 و V_8)، لاین شماره ۷ (V_9) و لاین شماره ۱۳ (V_{10}) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. ژنوتیپ‌های دلار، N_{22} و گرده زنجان زودرس‌ترین و ژنوتیپ گرده رامهرمز و لاین‌های ۷ و ۱۳ (انتخابی از نسل‌های در حال تفکیک حاصل از تلاقی ارقام هویزه، چمپا، و عنبوری قرمز استان خوزستان با ارقام نعمت و فجر استان مازندران) دیررس‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند. محل تأمین بذور دلار، N_{22} ، CR547-1-2-3 و IR1567-228-3-3 ارسالی از موسسه بین‌المللی تحقیقات برنج (IRRI) که مبداء آنها آمریکای شمالی و از ژنوتیپ‌های متحمل به گرما می‌باشند، از مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان بود و گرده زنجان از شهر زنجان (متحمل به سرما) و ژنوتیپ‌های بومی هویزه، حمر و گرده رامهرمز (متحمل به گرما) و همچنین لاین‌های هیبرید متحمل به گرمای ۷ و ۱۳ از مرکز تحقیقات جهاد کشاورزی خوزستان تهیه شدند (Ahmadi, 2009).

صورت گرفت. به دلیل فقدان عملکرد دانه در کلیه ژنوتیپ‌ها به غیر از ژنوتیپ IR1567-228-3-3 در زمان‌های کاشت اول و دوم، تجزیه واریانس عملکرد دانه (به صورت بلوک‌های کامل تصادفی) و به تبع آن ضرایب همبستگی کلیه صفات فقط برای زمان کاشت سوم (پنج خرداد) صورت گرفت.

اپیدرم پستی نمونه‌های برگ (با استفاده از کشیدن تیغ تا ظاهر شدن لایه بی رنگ) با استفاده از میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ۴۰-۱۰ اندازه‌گیری شدند. محاسبات آماری با استفاده از نرم افزارهای SPSS و SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۱- میانگین دمای هوا و میزان بارندگی در طول دوره رشد برنج (۸۹-۱۳۸۸)

Table 1. Average air temperature and precipitation during growth period of rice (2011-2010)

| Factor | عامل | اسفند Mar. | فروردین Mar-Apr. | اردیبهشت Apr-May | خرداد May-Jun. | تیر Jun-Jul. | مرداد Jul-Aug. | شهریور Aug-Sep. | مهر Sep-Oct. |
|-------------------------------|------------------|---------------|---------------------|---------------------|-------------------|-----------------|-------------------|--------------------|-----------------|
| Average air temperature (° C) | میانگین دمای هوا | 21.7 | 25 | 30.7 | 37.1 | 38.3 | 39.2 | 36.5 | 32 |
| Precipitation(mm) | میزان بارندگی | 0 | 37.2 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

نتایج و بحث

و مصادف شدن مرحله گلدهی با دمای هوای پایین تر (۳۶ درجه سانتی گراد) و شرایط مطلوب تر آب و هوایی، منجر به افزایش تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه می‌گردد. اندازه آوندهای آبکش نیز که بستگی به اندازه منبع و مخزن و روابط بین آنها دارد، نقش مؤثری در عملکرد دانه دارا می‌باشد (Yang et al., 2000). به نظر می‌رسد که اندازه کوچکتر منبع فتوسنتزی و مخزن در زمان کاشت سوم و اندازه کوچکتر آوندهای آبکش به همراه برگ پرچم و همچنین دارا بودن بیشترین تعداد، سطح و قطر منفذ روزنه (جدول‌های ۲ و ۴)، از عوامل افزایش عملکرد در زمان کاشت سوم باشند. نتایج مشابهی توسط رفیعی (Rafiee, 2007) در مورد تاثیر انطباق مراحل فنولوژیکی به ویژه مراحل گلدهی و پر شدن دانه با دمای مطلوب بر افزایش عملکرد دانه ژنوتیپ‌های برنج گزارش شده است.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ژنوتیپ‌های برنج از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت. از زمان‌های کاشت اول و دوم، تنها ژنوتیپ IR1567-228-3-3 به ترتیب ۲۰۸۹/۷ و ۱۳۱۵/۱ کیلوگرم در هکتار عملکرد محصول تولید کرد. در بین ژنوتیپ‌های کشت شده در زمان کاشت سوم، ژنوتیپ‌های هویزه (V_۱) و حمر (V_۲) به ترتیب با میانگین ۴۸۰۴/۴ و ۴۸۹۸/۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین و ژنوتیپ دلار (V_۴) با میانگین ۲۴۵۸/۶ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد را داشتند (جدول ۲). پایین بودن عملکرد ژنوتیپ دلار احتمالاً می‌تواند مربوط به کوتاه شدن طول دوره رویشی (۹۶ روز) و کاهش میزان کربوهیدرات‌های انتقال یافته به دانه توسط دستجات آوندی بزرگ که کمترین سطح را در بین ژنوتیپ‌ها دارا بود، باشد (جدول ۲). به نظر می‌رسد که با کاشت زودتر (در ماه‌های سرد سال)، عملکرد دانه به دلیل مصادف شدن گلدهی بوته‌ها با گرمای هوا (۳۸ الی ۳۹ درجه سانتی‌گراد) کاهش یافته و در کاشت دیرتر (در ماه‌های گرم سال)، با افزایش درجه حرارت و تسریع رشد در مرحله رویشی

اثر زمان‌های مختلف کاشت، ژنوتیپ و اثرات متقابل آنها بر تعداد روزنه در سطح یک درصد معنی‌دار بودند. بیشترین تعداد روزنه مربوط به ژنوتیپ حمر (V_۲) و لاین ۷ (V_۹) (به ترتیب با متوسط ۱۳۶۶ و ۱۳۶۵) و کمترین تعداد روزنه مربوط به ژنوتیپ IR1567-228-3-3 (V_۸) (با متوسط ۷۸۶ عدد روزنه در

سطح روزنه در بین زمان‌های مختلف کاشت، ژنوتیپ و اثرات متقابل آنها، دارای اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد بود. بیشترین سطح روزنه مربوط به زمان کاشت سوم و کمترین آن مربوط به زمان کاشت دوم بود و در هر سه زمان کاشت ژنوتیپ N_{22} (V_5) دارای حداکثر سطح روزنه بود که بیشترین آن مربوط به زمان کاشت سوم با متوسط $484/5$ میکرومتر مربع بود و کمترین سطح روزنه مربوط به ژنوتیپ گرده رامهرمز (V_3) در زمان کاشت دوم با متوسط $97/9$ میکرومتر مربع بود (جدول‌های ۲ و ۳). این موضوع با نتایج هان و همکاران و ژنگ و همکاران (Han et al, 1997; Zheng et al, 2009) مبنی بر کوچک بودن سطح منفذ روزنه ارقام متحمل به گرما مطابقت دارد. مقایسه نسبی نتایج نشان داد که یک حد مشخص از تعداد، قطر و سطح یک روزنه وجود دارد که با تاثیر بر فتوسنتز باعث تغییر در عملکرد می‌گردد (Metcalf and Chalk, 1950; Heywood, 1985; Rudall, 1994). به نظر می‌رسد که میزان کمتر تعرق و به تبع آن میزان فتوسنتز کمتر در دو زمان کاشت اول و دوم در مقایسه با زمان کاشت سوم، یکی از دلایل نتایج فوق است. این موضوع با نتایج سایر محققان (Zhang et al, 2009; Gilani, 2010) مطابقت دارد (شکل ۱).

اثر ژنوتیپ‌ها و اثرات متقابل زمان کاشت و ژنوتیپ به سطح دستجات آوندی بزرگ در سطح یک درصد و اثر زمان کاشت در سطح پنج درصد دارای تفاوت معنی‌دار بودند. بیشترین سطح مربوط به لاین ۱۳ (V_{10}) در زمان کاشت دوم با متوسط $13484/5$ میکرومتر مربع و کمترین سطح مربوط به ژنوتیپ دلار (V_4) با متوسط $5267/6$ میکرومتر مربع در زمان کاشت سوم بود (جدول ۵). برگ پرچم یکی از اندام‌های اصلی فتوسنتز کننده در برنج محسوب می‌شود و به دلیل قرار گرفتن در بالاترین گره ساقه بیشتر از سایر برگ‌ها

میلی متر مربع) بود. در کلیه ژنوتیپ‌ها تعداد روزنه‌ها در زمان کاشت سوم بیشتر از دو زمان کاشت دیگر بود که این افزایش احتمالاً به دلیل فراهم بودن شرایط محیطی مناسب‌تر بوده است (جدول‌های ۲ و ۳) (شکل ۱). نتایج به دست آمده با نتایج گیلانی (Gilani, 2010) مبنی بر افزایش تعداد روزنه در شرایط آب و هوایی مطلوب مطابقت دارد. در شرایط تنش حرارتی تعداد روزنه کمتر شده و باعث کاهش میزان تعرق می‌شود (Metcalf and Chalk, 1950; Heywood, 1985; Rudall, 1994). این موضوع با نتایج هان و همکاران، ژنگ و همکاران و دی اگو و همکاران و فویر و همکاران مبنی بر افزایش تراکم روزنه‌ها در ارقام متحمل به گرما مطابقت دارد (Foyer et al, 1997; Han et al, 1997; Diego et al, 2003; Zheng et al, 2009). تعداد روزنه در واحد سطح بیشترین همبستگی منفی ($r = -0.17^*$) را با سطح روزنه دارا بود (جدول ۶).

نتایج نشان داد که اثر زمان‌های کاشت و ژنوتیپ و اثرات متقابل آنها بر قطر روزنه در سطح یک درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین‌ها مشخص نمود که واکنش ژنوتیپ‌ها بسته به زمان کاشت کاملاً متفاوت بود و در هر سه زمان کاشت ژنوتیپ N_{22} (V_5) بیشترین میزان قطر روزنه را داشت که حداکثر آن در زمان کاشت سوم با متوسط $30/3$ میکرون دیده شد و در زمان‌های کاشت اول و دوم گرده رامهرمز (V_3) و در زمان کاشت سوم لاین ۷ (V_9) کمترین قطر روزنه را دارا بودند. ژنوتیپ گرده رامهرمز در زمان کاشت دوم با میانگین $13/6$ میکرون حداقل قطر روزنه را دارا بود (جدول‌های ۲ و ۳). با توجه به روابط بین منفذ روزنه با شرایط محیطی و دماهای مختلف زمان‌های کاشت می‌توان این نتایج را نوعی سازگاری گیاه با شرایط محیطی دانست (شکل ۱). نتایج به دست آمده از تحقیقات سایر محققان (Gilani, 2010; Zhang et al, 2009) مبنی بر کاهش قطر روزنه با افزایش دمای هوا مطابقت دارد.

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد دانه و خصوصیات ساختاری برگ پرچم ژنوتیپ‌های برنج در تیمارهای زمان کاشت

Table 2. Mean comparison of grain yield and flag leaf anatomic characteristics of rice genotypes in sowing time treatments

| Treatments | تیمارهای آزمایشی | عملکرد دانه Grain yield (kg.ha ⁻¹) | تعداد روزنه No. of stomata. mm ⁻² | قطر روزنه Stoma diameter (μm) | سطح روزنه Stoma area (μm ²) | |
|-----------------------------------|------------------|---|---|----------------------------------|--|----------|
| زمان کاشت Sowing time | 15 Mar | ۲۵ اسفند | --- | 947 c | 18.9 b | 203.4 b |
| | 14 Apr | ۲۵ فروردین | --- | 1036 b | 17.5 c | 180.0 c |
| | 26 May | ۵ خرداد | --- | 1163 a | 20.7 a | 233.2 a |
| ژنوتیپ‌های برنج Rice genotypes | Hoveize | هویزه | 4898.1 a | 1033 e | 20.0 b | 182.7 de |
| | Hamar | حمر | 4804.4 ab | 1271 a | 19.7 b | 197.5 cd |
| | Gerde Ramhormoz | گرده رامهرمز | 3435.9 cd | 1158 c | 16.3 e | 120.7 g |
| | Dollar | دلار | 2458.6 e | 1081 d | 16.8 e | 172.5 e |
| | N ₂₂ | N ₂₂ | 4098 bc | 925 f | 27.4 a | 424.3 a |
| | Gerde zanjan | گرده زنجان | 3558.6 cd | 935 f | 18.5 cd | 198.5 cd |
| | CR547-1-2-3 | CR547-1-2-3 | 2959.9 de | 1009 e | 18.3 d | 213.5 bc |
| | IR1567-228-3-3 | IR1567-228-3-3 | 4145 abc | 851 g | 17.1 e | 174.2 e |
| | Line 7 | لاین ۷ | 4006.9 c | 1206 b | 17.1 e | 154.2 f |
| | Line 13 | لاین ۱۳ | 2891.6 de | 1016 e | 19.3 bc | 217.3 b |

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

جدول ۳- مقایسه میانگین خصوصیات روزنه برگ پرچم ژنوتیپ‌های برنج در اثر متقابل تیمارهای زمان کاشت در ژنوتیپ

Table 3. Mean comparison of flag leaf stomata characteristics in rice genotypes and sowing time treatments

| Sowing time | زمان کاشت | Rice genotypes | ژنوتیپ‌های برنج | تعداد روزنه No. of stomata. mm ⁻² | قطر روزنه Stoma diameter (μm) | سطح روزنه Stoma area (μm ²) |
|-------------|------------|-----------------|-----------------|---|----------------------------------|--|
| 15 Mar | ۲۵ اسفند | Hoveize | هویزه | 929 p | 20.0 fg | 184.4 j |
| | | Hamar | حمر | 1200 d | 19.7 fgh | 193.1 i |
| | | Gerde Ramhormoz | گرده رامهرمز | 1077 hi | 15.4 r | 127.1 r |
| | | Dollar | دلار | 892 r | 16.4 pq | 168.7 lmn |
| | | N ₂₂ | N ₂₂ | 813 t | 26.6 b | 403.8 b |
| | | Gerde zanjan | گرده زنجان | 817 t | 19.5 gh | 227.3 e |
| | | CR547-1-2-3 | CR547-1-2-3 | 914 q | 18.2 jkl | 193.5 hi |
| | | IR1567-228-3-3 | IR1567-228-3-3 | 786 u | 16.7 opq | 166.5 mn |
| | | Line 7 | لاین ۷ | 1084 b | 17.9 klm | 158.1 op |
| | | Line 13 | لاین ۱۳ | 956 o | 18.9 hij | 211.3 fg |
| | | Hoveize | هویزه | 1006 m | 19.1 hi | 165.2 no |
| | | Hamar | حمر | 1248 c | 18.5 ij | 174.2 klm |
| | | Gerde Ramhormoz | گرده رامهرمز | 1150 f | 13.6 s | 97.9 s |
| | | Dollar | دلار | 1026 l | 14.1 s | 132.9 qr |
| 14 Apr | ۲۵ فروردین | N ₂₂ | N ₂₂ | 959 o | 25.9 c | 384.6 c |
| | | Gerde zanjan | گرده زنجان | 916 q | 18.4 ijkl | 201.0 h |
| | | CR547-1-2-3 | CR547-1-2-3 | 992 n | 16.5 pq | 176.1 kl |
| | | IR1567-228-3-3 | IR1567-228-3-3 | 856 s | 16.0 qr | 152.9 p |
| | | Line 7 | لاین ۷ | 1169 h | 16.3 q | 137.8 q |
| | | Line 13 | لاین ۱۳ | 1040 k | 17.3 mno | 177.9 jh |
| | | Hoveize | هویزه | 1164 e | 20.9 e | 198.6 hi |
| | | Hamar | حمر | 1366 a | 20.8 e | 225.3 d |
| | | Gerde Ramhormoz | گرده رامهرمز | 1248 c | 19.8 fgh | 137.1 q |
| | | Dollar | دلار | 1326 b | 20.0 fg | 215.9 f |
| | | N ₂₂ | N ₂₂ | 1002 m | 30.3 a | 484.5 a |
| | | Gerde zanjan | گرده زنجان | 1071 i | 17.6 lmn | 167.4 mn |
| | | CR547-1-2-3 | CR547-1-2-3 | 1123 g | 20.2 ef | 270.9 d |
| | | IR1567-228-3-3 | IR1567-228-3-3 | 910 q | 18.5 ij | 203.2 gh |
| 26 May | ۵ خرداد | Line 7 | لاین ۷ | 1365 a | 17.0 nop | 166.7 mn |
| | | Line 13 | لاین ۱۳ | 1054 j | 21.7 d | 262.6 d |

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

در معرض تنش‌های محیطی و تغییرات فصل رویش از جمله درجه حرارت است. با توجه به اینکه دستجات آوندی، سیستم اصلی انتقال مواد در گیاهان هستند، لذا تغییر در ساختار آنها می‌تواند باعث ایجاد اختلال در جذب آب و مواد غذایی گیاه از خاک و انتقال آنها به داخل گیاه شده و انتقال فرآورده‌های فتوسنتزی از محل تولید (برگ‌ها) به محل ذخیره و یا مصرف مختل گردد (Gilani, 2010; Limochi, 2013). با توجه به سطح کمتر دستجات آوندی در زمان کاشت سوم می‌توان آن را یک سازوکار برای حفظ آب و فشار آماس سلول‌ها دانست (Zheng *et al.*, 2009; Limochi, 2013). در بین ژنوتیپ‌های برنج نیز صرف نظر از اثر دما، نتیجه به دست آمده بیشتر مربوط به اختلافات ژنوتیپی می‌باشد. به نظر می‌رسد که ژنوتیپ دلار با داشتن سلول‌های کوچکتر و دیواره ضخیم‌تر می‌تواند به عنوان ژنوتیپ مناسب جهت اهداف اصلاحی به لحاظ میزان تنفس کمتر و افزایش راندمان فتوسنتزی و مصرف آب در نظر گرفته شود (شکل ۱).

با توجه به مسیر حرکت آب در گیاه و خروج آن از روزنه‌ها می‌توان نتیجه گرفت که دستجات آوندی با سطح مقطع کوچکتر به دلیل فاصله بیشتری که با سطح داخلی سلول‌های اپیدرمی برگ پرچم (محل تبخیر آب) دارا می‌باشند، تعرق کمتری دارند (Zheng *et al.*, 2009). این ساختار می‌تواند روی واکنش‌های اکولوژیکی گیاه (با توجه به شرایط متفاوت محیطی) اثر چشمگیری داشته باشد و محدودیت ناشی از آن می‌تواند باعث کاهش باروری دانه شود. نقش دستجات آوندی در میزان تخصیص مواد با توجه به زمان‌های مختلف کاشت با نتایج سایر محققان (Metcalf and Chalk, 1950; Heywood, 1985; Rudall, 1994; Gilani, 2010; limochi, 2013) مطابقت دارد.

سطح دستجات آوندی بزرگ همبستگی مثبت و معنی داری با مساحت دستجات آوندی چوبی

($r=0.70^{**}$) داشت که نشان دهنده این موضوع است که افزایش سطح آوند چوب بیشترین تأثیر را در افزایش سطح دستجات آوندی بزرگ دارد، بنابراین جهت تغییر در اندازه سطح آوند بزرگ در فرایندهای اصلاحی باید ابتدا سطح دستجات آوند چوبی را که بیشترین تأثیر را در سطح آوندهای بزرگ دارد، تغییر داد. سطح دستجات آوندی بزرگ نیز همبستگی مثبت و بالایی با سطح آوند کوچک ($r=0.59^{**}$) داشت. با توجه به اینکه در مقطع عرضی برگ تعداد مشخصی از دستجات آوندی بزرگ و کوچک می‌تواند وجود داشته و با توجه به اینکه تعداد با سطح رابطه عکس دارد، بنابراین سطح آوندهای کوچک تأثیر زیادی بر سطح آوند بزرگ (با توجه به نسبت عکس سطح دو صفت) دارد. بعد از دو صفت مزبور سطح دستجات آوندی بزرگ همبستگی مثبت و بالایی را با سطح آوند آبکش ($r=0.26^{**}$) داشت و بعلاوه اینکه آوند آبکش بخشی از کل سطح دستجات آوندی بزرگ را تشکیل می‌دهد، بنابر این سطح آن تأثیر زیادی بر سطح دستجات آوند بزرگ دارد. عملکرد دانه همبستگی بالاتری را با سطح دستجات آوندی بزرگ در بین صفات مربوط به ساختار برگ پرچم داشت (جدول ۶) که نشان دهنده اهمیت بالای این صفت در عملکرد دانه بوده و نقش اساسی را جهت فراهم کردن مواد فتوسنتزی برای دانه دارد و با توجه به شرایط متفاوت محیطی و میزان فراهمی آب و مواد غذایی، تغییر در سطح آنها می‌تواند تأثیر زیادی در عملکرد داشته باشد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر زمان‌های مختلف کاشت، ژنوتیپ و اثرات متقابل آنها بر سطح دستجات آوندی کوچک در سطح یک درصد معنی دار بودند. بیشترین سطح مربوط به ژنوتیپ هوئزه (V_1) با $2011/5$ میکرومتر مربع در زمان کاشت اول بود و همچنین بیشترین سطح را در زمان کاشت دوم با $1896/3$ میکرومتر مربع دارا بود. در زمان کاشت سوم لاین ۷ (V_9) بیشترین سطح را با متوسط $1313/1$

با توجه به مسیر حرکت آب در گیاه و خروج آن از روزنه‌ها می‌توان نتیجه گرفت که دستجات آوندی با سطح مقطع کوچکتر به دلیل فاصله بیشتری که با سطح داخلی سلول‌های اپیدرمی برگ پرچم (محل تبخیر آب) دارا می‌باشند، تعرق کمتری دارند (Zheng *et al.*, 2009). این ساختار می‌تواند روی واکنش‌های اکولوژیکی گیاه (با توجه به شرایط متفاوت محیطی) اثر چشمگیری داشته باشد و محدودیت ناشی از آن می‌تواند باعث کاهش باروری دانه شود. نقش دستجات آوندی در میزان تخصیص مواد با توجه به زمان‌های مختلف کاشت با نتایج سایر محققان (Metcalf and Chalk, 1950; Heywood, 1985; Rudall, 1994; Gilani, 2010; limochi, 2013) مطابقت دارد.

سطح دستجات آوندی بزرگ همبستگی مثبت و معنی داری با مساحت دستجات آوندی چوبی

دیواره آوند، شعاع آوند چوب و کشش سطحی مایع و همچنین نیروی جاذبه اعمال شده بر آن دارد، چون میزان صعودی موئینه در آوند با شعاع آن نسبت عکس دارد، در نتیجه هر اندازه سطح آوند چوبی کمتر باشد، نیروی موئینگی نگهدارنده آب بیشتر است و به فشار بیشتری برای خارج نمودن آب در آوند نیاز است (Rudall, 1994; Metcalf and Chalk, 1950; Heywood, 1985). بر این اساس در ژنوتیپ دلار که آوند چوب کوچکتری دارد، آب با نیروی بیشتری حفظ می شود. در این سیستم، تعرق یک پدیده فیزیکی محض برای تولید نیروی حرکتی آب و عناصر معدنی می باشد (Metcalf and Chalk, 1950; Heywood, 1985; Rudall, 1994). با توجه به اهمیت این مسیر، تغییر در سطح آوندهای چوبی در زمان های مختلف کاشت با توجه به شرایط محیطی و درجات حرارتی متفاوت می تواند باعث اختلال در فرآیند جذب و انتقال آب و عناصر غذایی به بخش های فتوسنتزی شود (شکل ۱). نتایج به دست آمده با گزارش گیلانی (Gilani, 2010) مبنی بر کاهش سطح آوند چوب با افزایش تنش گرما (نسبت به شرایط مطلوب در مرحله ظهور خوشه) مطابقت دارد. این صفت بیشترین همبستگی را به ترتیب با سطح دستجات آوندی بزرگ ($r=0.76^{**}$) و سطح آوند آبکش ($r=0.36^{**}$) داشت (جدول ۶).

بین زمان های مختلف کاشت اختلاف معنی داری در سطح پنج درصد و بین ژنوتیپ ها و اثر متقابل زمان کاشت و ژنوتیپ در سطح یک درصد از نظر تأثیر بر سطح آوندهای آبکش مشاهده شد. بیشترین سطح آوند آبکش مربوط به زمان کاشت اول و کمترین سطح مربوط به زمان کاشت سوم بود (جدول ۴). واکنش ژنوتیپ ها به زمان کاشت کاملاً متفاوت بود، به صورتی که ژنوتیپ حمر (V_2) با داشتن بیشترین سطح در زمان کاشت اول با متوسط $1508/2$ میکرومتر مربع، کمترین سطح را در زمان کاشت سوم با متوسط $361/5$ میکرومتر مربع دارا بود. در بین سه زمان کاشت ژنوتیپ

میکرومتر مربع به خود اختصاص داده بود که این خود نشان دهنده واکنش متفاوت ژنوتیپ ها به زمان های مختلف کاشت است. کمترین سطح نیز مربوط به ژنوتیپ دلار (V_4) در زمان کاشت دوم با متوسط $321/2$ میکرومتر مربع بود (جدول ۵). به نظر می رسد که برای دستیابی به عملکرد بیشتر، یک حد مطلوبی از سطح دستجات آوندی (بزرگ و کوچک) نیاز می باشد. در بررسی سطح دستجات آوندی و تأثیر آن بر اجزای عملکرد باید فراهم بودن مواد پرورده (مانند ساکارز) و سنتز ترکیبات اسمزی، و نقش هورمون ها و اثرات متقابل آنها در سطح دستجات آوندی را در نظر گرفت (Gilani, 2010; Limochi, 2013) (شکل ۱). نتایج بدست آمده با اظهارات، هان و همکاران (Han et al, 1997) و ژنگ و همکاران (Zheng et al., 2009) مبنی بر توسعه سطح دستجات آوندی در ارقام متحمل به گرما (مانند هویزه، حمر و گرده رامهرمز در آزمایش حاضر) مطابقت دارد. نتایج مزبور در مورد تأثیر زمان های مختلف کاشت بر سطح دستجات آوندی کوچک با نتایج سایر تحقیقات نیز مطابقت دارد (Metcalf and Chalk, 1950; Gilani, 2010; Limochi, 2013).

اثرهای زمان کاشت، ژنوتیپ و اثرات متقابل زمان کاشت و ژنوتیپ بر سطح آوند چوب در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. در اثر متقابل ژنوتیپ و زمان کاشت، بیشترین و کمترین سطح آوند چوب به ترتیب مربوط به ژنوتیپ N_{22} (V_5) در زمان کاشت اول با متوسط $1521/1$ میکرومتر مربع و ژنوتیپ دلار (V_4) در زمان کاشت دوم با متوسط $265/7$ میکرومتر مربع بود (جدول ۵). با توجه به اینکه حرکت آب در آوند چوبی علاوه بر نیروی کوهسیون (جاذبه بین مولکول ها در اثر پیوند هیدروژنی) تحت تأثیر جذب آب توسط (دیواره آوند چوبی) یا نیروی آدهسیون می باشد، لذا صعود موئینه آب در آوند چوبی بستگی به زاویه تماس مایع با

جدول ۴- مقایسه میانگین خصوصیات ساختاری برگ پرچم ژنوتیپ‌های برنج در تیمارهای زمان کاشت

Table 4. Mean comparison of flag leaf anatomic characteristics of rice genotypes in sowing time treatments

| Treatments | تیمارهای آزمایشی | سطح دستجات آوندی بزرگ | سطح دستجات آوندی کوچک | سطح آوند چوب | سطح آوند آبکش | |
|-----------------------------------|------------------|---|---|--------------------------------|---------------------------------|-----------|
| | | Large vascular bundles area (μm^2) | Small vascular bundles area (μm^2) | Xylem area (μm^2) | Phloem area (μm^2) | |
| زمان کاشت Sowing time | 15 Mar | ۲۵ اسفند | 8500.3 a | 1042.4 a | 874.8 a | 1061.1 a |
| | 14 Apr | ۲۵ فروردین | 8629.1 a | 976.0 a | 779.1 b | 1034.9 a |
| | 26 May | ۵ خرداد | 7847.3 b | 832.1b | 752.3 b | 967.7 b |
| ژنوتیپ‌های برنج Rice genotypes | Hoveize | هویزه | 9510.6 b | 1668.8 a | 791.6 d | 1100.1 c |
| | Hamar | حمر | 7380.9 e | 974.1 d | 755.8 d | 815.1 f |
| | Gerde Ramhormoz | گرده رامهرمز | 8885 c | 1092.3 c | 926.5 c | 1146.7 bc |
| | Dollar | دلار | 5828.5 f | 511.1 g | 438.4 g | 743.8 f |
| | N ₂₂ | N ₂₂ | 7651.4 de | 693.0 f | 1000.2 b | 901.4 e |
| | Gerde zanjan | گرده زنجان | 7160 e | 864.6 e | 654.1 e | 1276.8 a |
| | CR547-1-2-3 | CR547-1-2-3 | 8131.5 d | 868.3 e | 806.5 d | 1230.3 ab |
| | IR1567-228-3-3 | IR1567-228-3-3 | 7504.9 de | 735.6 f | 546.2 f | 758.7 f |
| | Line 7 | لاین ۷ | 11613.7 a | 1228.5 b | 1079.3 a | 1221.6 ab |
| Line 13 | لاین ۱۳ | 9589.3 b | 865.4 e | 1022.0 ab | 1017.6 d | |

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

جدول ۵- مقایسه میانگین خصوصیات ساختاری برگ پرچم ژنوتیپ های برنج در اثر متقابل تیمارهای زمان کاشت در ژنوتیپ

Table 5. Mean comparison of flag leaf anatomic characteristics of rice genotypes in sowing time treatments

| Sowing time | زمان کاشت | Rice genotypes | ژنوتیپ های برنج | سطح دستجات آوندی بزرگ | سطح دستجات آوندی کوچک | سطح آوند چوب | سطح آوند آبکش |
|-------------|------------|-----------------|-----------------|---|---|--------------------------------|---------------------------------|
| | | | | Large vascular bundles area (μm^2) | Small vascular bundles area (μm^2) | Xylem area (μm^2) | Phloem area (μm^2) |
| 15 Mar | ۲۵ اسفند | Hoveize | هویزه | 8699.0 i | 2011.5 a | 466.7 q | 895.8 m |
| | | Hamar | حمر | 8976.2 h | 1408.7 d | 1120.5 cd | 1508.2 b |
| | | Gerde Ramhormoz | گرده رامهرمز | 9069.0 h | 1598.1 c | 1037.4 f | 1175.9 d |
| | | Dollar | دلار | 6742.6 q | 594.0 mno | 482.8 q | 959.9 k |
| | | N ₂₂ | N ₂₂ | 7064.8 p | 384.9 qr | 1521.1 a | 799.8 n |
| | | Gerde zanjan | گرده زنجان | 6762.8 q | 953.2 gh | 579.8 no | 1232.2 d |
| | | CR547-1-2-3 | CR547-1-2-3 | 8223.8 kl | 900.5 hi | 844.5 i | 1197.8 e |
| | | IR1567-228-3-3 | IR1567-228-3-3 | 8387.4 j | 787.0 ijk | 540.0 p | 667.8 p |
| | | Line 7 | لاین ۷ | 11176.2 b | 1067.6 fg | 1102.3 d | 1084.6 h |
| | | Line 13 | لاین ۱۳ | 9901.0 f | 718.8 jkl | 1052.9 e | 1088.2 h |
| | | Hoveize | هویزه | 9354.8 g | 1896.3 b | 780.3 kl | 1176.7 fg |
| | | Hamar | حمر | 5999.7 r | 943.1 gh | 524.9 p | 575.3 j |
| | | Gerde Ramhormoz | گرده رامهرمز | 9915.1 f | 1099.2 f | 942.1 g | 1164.7 g |
| | | Dollar | دلار | 5475.2 u | 321.2 r | 265.7 r | 594.0 q |
| 14 Apr | ۲۵ فروردین | N ₂₂ | N ₂₂ | 7698.7 n | 450.1 pq | 841.1 i | 972.1 j |
| | | Gerde zanjan | گرده زنجان | 9018.7 h | 1084.9 f | 788.0 jkl | 1562.7 a |
| | | CR547-1-2-3 | CR547-1-2-3 | 8976.9 h | 1019.4 fgh | 806.2 j | 1301.1 c |
| | | IR1567-228-3-3 | IR1567-228-3-3 | 8313.2 jk | 764.9 ijk | 627.3 m | 716.8 o |
| | | Line 7 | لاین ۷ | 13484.5 a | 1304.9 de | 1301.1 b | 1485.4 bc |
| | | Line 13 | لاین ۱۳ | 8053.7 m | 875.8 hi | 913.9 h | 799.8 n |
| | | Hoveize | هویزه | 10478.0 d | 1098.7 f | 1127.9 c | 1227.8 d |
| | | Hamar | حمر | 7166.5 op | 570.5 op | 622.0 m | 361.5 r |
| | | Gerde Ramhormoz | گرده رامهرمز | 7670.8 n | 579.5 no | 799.9 jk | 1099.4 h |
| | | Dollar | دلار | 5267.6 j | 618.1 mno | 566.7 o | 677.4 p |
| | | N ₂₂ | N ₂₂ | 8190.6 l | 1243.9 e | 638.4 m | 932.1 l |
| | | Gerde zanjan | گرده زنجان | 5698.2 t | 555.6 op | 594.4 no | 1035.5 i |
| | | CR547-1-2-3 | CR547-1-2-3 | 7193.6 o | 684.9 klm | 768.8 l | 1192.1 ef |
| | | IR1567-228-3-3 | IR1567-228-3-3 | 5814.1 s | 654.8 lmn | 471.3 q | 891.6 m |
| Line 7 | لاین ۷ | 10180.3 e | 1313.1 de | 834.4 i | 1094.7 h | | |
| Line 13 | لاین ۱۳ | 10813.0 c | 1001.5 fgh | 1099.2 d | 1164.7 g | | |

در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی داری ندارند

Means in each column, followed by similar letter(s) are not significantly different at 1% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

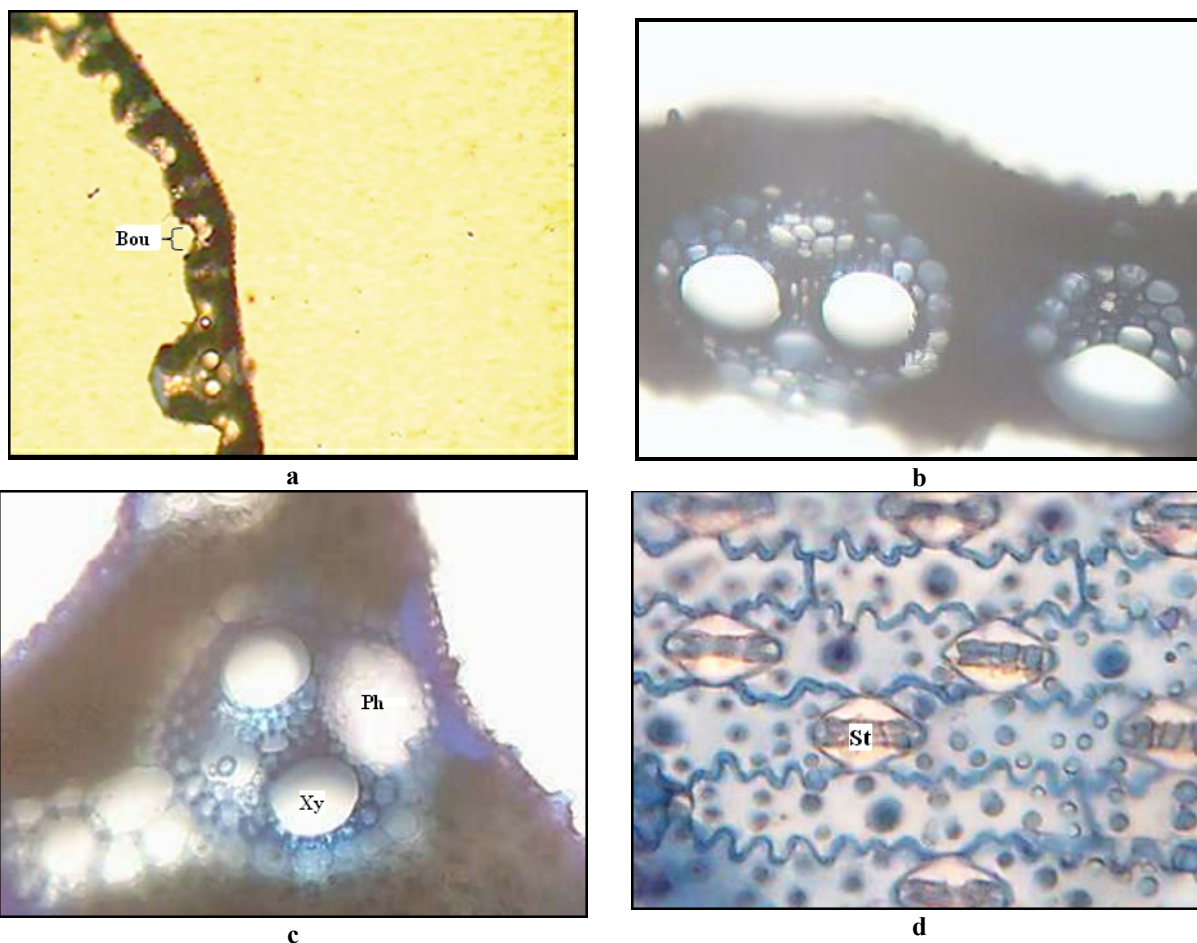
جدول ۶- ضرایب همبستگی بین عملکرد دانه و صفات ساختاری برگ پرچم ژنوتیپ‌های برنج

Table 6. Correlation coefficients between grain yield and flag leaf anatomic characteristics of rice genotypes

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|---|---|------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|
| 1- Grain yield | 1 | 0.25 | 0.25 | 0.06 | -0.17 | 0.11 | 0.02 | 0.01 |
| 2- Large vascular bundles _{area} | | 1 | 0.77** | 0.87** | 0.51** | 0.16 | 0.09 | 0.08 |
| 3- Small vascular bundles _{area} | | | 1 | 0.50** | 0.40* | 0.40* | 0.43* | -0.05 |
| 4- Xylem _{area} | | | | 1 | 0.60** | 0.02 | -0.09 | 0.09 |
| 5- Phloem _{area} | | | | | 1 | -0.08 | -0.07 | -0.36* |
| 6- Stomate diameter | | | | | | 1 | 0.93** | -0.33 |
| 7- Stoma _{area} | | | | | | | 1 | -0.41* |
| 8- No. of stoma | | | | | | | | 1 |

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

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد



شکل ۱- ساختار برگ پرچم ژنوتیپ‌های برنج

a و b- مقطع عرضی برگ پرچم، c- دستجات آوندی بزرگ و d- منفذ روزنه

Fig. 1. Anatomy of flag leaf of rice genotypes

a and b- cross section of flag leaf, c- Large vascular bundles, d- Small vascular bundles

داد (جدول ۵). با توجه به اینکه در این مسیر برای انتقال قند نیاز به مصرف انرژی متابولیکی می‌باشد و نیروی

گرده زنجان (v₆) با متوسط ۱۵۶۲/۷ میکرومتر مربع در زمان کاشت دوم بیشترین سطح را به خود اختصاص

تأثیری در تعداد دستجات آوندی کوچک نداشتند. در بین ژنوتیپ‌ها نیز بیشترین تعداد در ژنوتیپ‌های گرده رامهرمز و دلار به صورت مشترک با شش عدد و کمترین تعداد در ژنوتیپ هویزه با چهار عدد مشاهده شده و سایر ژنوتیپ‌ها نیز دارای پنج عدد دسته آوندی کوچک در طول یک میلی‌متر بودند (شکل ۱). این موضوع با نتایج سایر آزمایش‌ها مبنی بر عدم تفاوت محسوس بین ارقام پیرامون تعداد دستجات آوندی بزرگ و کوچک مطابقت دارد (Sibounheuang, 2006; Limochi, 2013).

از آنجا که تعداد نوع و خاصیت ارتجاعی سلول‌های بولیفورم یا حبابی نقش زیادی در اندازه سطح برگ و در نتیجه فتوسنتز دارد، یکی از صفات مهم در ساختار برگ به شمار می‌رود (Metcalf and Chalk, 1950). در این تحقیق کلیه نتایج به دست آمده در تعداد سلول‌های بولیفورم کاملاً مشابه تعداد دستجات آوندی کوچک بود که این موضوع نشان دهنده برابر بودن تعداد سلول‌های بولیفورم با تعداد دستجات آوندی کوچک بود و همانند تعداد دستجات آوندی کوچک تفاوت تعداد تنها در میان ژنوتیپ‌ها بود و تفاوتی در میان زمان‌های مختلف کاشت مشاهده نشد (شکل ۱).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این پژوهش، تنش گرما در دو زمان کاشت اول و دوم (بیشترین تنش حرارتی در مرحله ظهور خوشه) سبب کاهش سطح، قطر و تعداد روزنه‌ها جهت افزایش راندمان مصرف آب و کاهش تعرق گردید که البته می‌تواند منجر به کاهش فتوسنتز و در نهایت عملکرد دانه مانند آنچه که در دو زمان کاشت مزبور به دست آمد، شود. کمتر بودن سطح دستجات آوندی در زمان کاشت سوم را می‌توان یک سازوکار برای حفظ آب و فشار آماس سلول‌ها دانست. به نظر می‌رسد که با

محرکه برای انتقال مواد در آوند آبکش بر اساس قانون مونس و اختلاف غلظت مواد در دو محل بارگیری و تخلیه می‌باشد، بنابراین کاهش دادن سطح آوندهای آبکش تا اندازه‌ای می‌تواند با کاهش میزان تنفس و فواصل انتقال زمینه را برای حفظ مواد و کوتاه نمودن مسیر انتقال فراهم سازد (Yang et al., 2000)، بنابراین در زمان کاشت سوم کاهش سطح آوند آبکش یک سازوکار برای حفظ فرآورده‌های فتوسنتزی و کاهش هزینه خود نگهداری سلول از طریق تنفس محسوب می‌شود (شکل ۱). نتایج به دست آمده با نتایج آزمایش گیلانی (Gilani, 2010) مطابقت و در مورد توسعه بیشتر سطح دستجات آوند آبکش در ارقام متحمل (بومی و متحمل) نسبت به دیگر ارقام با گزارشات ژنگ و همکاران (Zheng et al., 2009) مغایرت داشت. سطح آوند آبکش بیشترین همبستگی را به ترتیب با سطح آوند چوب ($r=0.736^{**}$) و سطح دستجات آوندی بزرگ ($r=0.726^{**}$) دارا بود (جدول ۶). در مورد تاثیر آوند چوب بر آوند آبکش به علت اینکه هر دوی آنها در یک فضای مشترک هستند، طبیعتاً رقابت بین آنها و همچنین تأثیر سطح خود آوند بزرگ بر آن دو می‌تواند از علل نتایج اخیر باشد.

تعداد دستجات آوندی بزرگ در بین زمان‌های مختلف کاشت و ژنوتیپ‌ها یکسان بود و تفاوتی بین آنها مشاهده نشد و همه زمان‌های کاشت و ژنوتیپ‌ها دارای یک دسته آوندی بزرگ در طول یک میلی‌متر بودند (شکل ۱). با توجه به اینکه آوند‌های کوچک عمدتاً در رگبرگ‌های فرعی و منشعب از رگبرگ‌های میانی، متمرکز هستند، بنابراین علاوه بر سطح، تعداد آنها نیز حائز اهمیت است. به نظر می‌رسد که برای دستیابی به عملکرد بیشتر، تعداد مطلوبی از دستجات آوندی (بزرگ و کوچک) نیاز می‌باشد (Metcalf and Chalk, 1950). هر سه زمان کاشت دارای پنج دسته آوندی کوچک در طول یک میلی‌متر بود و این نشان دهنده این است که زمان‌های مختلف کاشت

شرایط مختلف دمایی)، امیدوار بود. در عین حال تعداد دستجات آوندی و سلولهای بولیفورم کاملاً تحت تاثیر ژنوتیپهای برنج بوده و مستقل از زمانهای کاشت بودند.

متمرکز کردن اهداف اصلاحی بر روی صفات ساختاری مزبور، می توان به افزایش عملکرد برنج در اثر افزایش فتوسنتز، کاهش تنفس و افزایش راندمان مصرف آب (با توجه به تغییر سطح دستجات آوندی در

References

منابع مورد استفاده

- Ahmadi, H. 2009.** Study on winter planting date effects on yield and yield components of rice varieties in Khuzestan condition. MSc. Thesis, Islamic Azad University, Dezfoul, Iran. pp. 163. (In Parsian).
- Ali , M. Y. and M. M. Rahman. 1992.** Effect of seedling age and transplanting time on late planted Aman rice. Bangladesh. J. Training Develop. 5: 75-83.
- Allen, D. J. and D. R. Ort. 2001.** Impacts of chilling temperatures on photosynthesis in warm climate plants. Trends Plant Sci. 6: 36-42-(7).
- Amiri, M. and H. Farajee. 2009.** Effect of establishment of nursery under plastic cover on yield of some rice cultivars in Lordegan region, Chahar-Mahal Bakhtiari province. Electr. J. Crop Prod. 2 (2): 145-152. (In Parsian with English abstract).
- Anon, S., J. A. Fernandez, A. Torrecillas, J. J. Alaroon. and M. J. Sanchez – Bloanco. 2004.** Effects of water stress and night temperature precondition on water relations and morphological and anatomical changes of *Lotus creticus* plants. Sci. Hort. 101: 333-342.
- Carlquist, S. 1961.** Comparative Plant Anatomy. Holt, Rinehart and Winston, New York. pp. 146.
- Cutter, E. G. 1971.** Plant Anatomy, Experiment and Interpretation, Part II, Organs. Edward Arnold Pub. LTD, London. pp. 343.
- Diego, A. M., Oliva, M. A., Carlos, A. M. and J. Eamabraia. 2003.** Photosynthesis and activity of superoxide dismutase, peroxidase and glutathione reductase in cotton under salt stress. J. Exp. Bot. 49: 69-76.
- Emam, Y. and M. Niknajad. 2010.** An Introduction to Physiology of Crop Yield. Shiraz, University Press. pp. 571. (In Persian).
- Farrell, T. C., Fox, K. M. Williams, R. I. Fukai, S. and L. G. Lewin. 2004.** How to improve reproductive cold tolerance of rice in Australia. International Rice Cold Tolerance Workshop CSIRO Discovery, 22-23 July, 2004. Canberra, Australia.
- Foyer, C. H., H. Lopes- Degada, J. F. Dat. and I. M. Scett. 1997.** Hydrogen peroxide and glutathione. associated mechanisms of acclamatory stress tolerance and signaling. Plant Physiol. 100: 241 254.
- Gilani, A. 2010.** Determination of tolerance mechanisms and physiological effect of heat stress on rice cultivars in Khuzestan. PhD. Thesis, Agriculture and Natural Resources University of Ramin, Ahwaz, Iran. pp. 250. (In Parsian).
- Han, X. B., R. Q. Li. and J. B. wang. 1997.** Cellular structural comparison between different thremo resistant

- cultivars of *Raphanus sativus* L. under heat stress. J. Wuhan Bot. Res. 15: 173-178. (In Chinese).
- Heywood, V. H. 1985.** Flowering Plants of the World. Oxford University Press. pp. 335.
- IRRI (Internation Rice Research Institute). 1990.** Annual Report. 2002. Los Banos, Philippines. pp. 181.
- Limochi, K. 2013.** The effect of different planting dates on the anatomy of the flag leaf and grain yield of rice varieties in the Khuzestan region. Int. J. Biol. 5(2): 1-9.
- Maroco, J. P., Pereira, J. S. and M. M. Chaves. 1997.** Stomatal responses of leaf-to-air vapor pressure deficit in Sahelian species. Aust. J. Plant Physiol. 24: 381- 387.
- Maurice, S. B-Ku. 2000.** Metabolically modified rice exhibits superior photosynthesis and yield, ISB New Report [<http://www.bjotech-info.net-metabolically.html>].
- Metcalf, C. and R. Chalk. 1950.** Anatomy of the Dicotyledones, Vol. III. Clarendon Press, Oxford. pp. 724.
- Ort, D. R. 2002.** Clilling-induced limitations on photosynthesis in warm climate plants contrasting mechanisms. Environ. Control. Biol. 40: 7-18.
- Rafiee, M. 2007.** Effect of planting date on yield of some rice cultivars in Khorramabad conditions. Seed Plant J. 13: 251-263. (In Persian with English abstract).
- Rudall, P. 1994.** Anatomy and systematic of Iridaceae. Bot. J. Linn. Sci. 114(1): 1-21.
- Sibounheuang, V., Basnayake, J. and S. Fukai. 2006.** Genotypic consistency in the expression of leaf water potential in rice (*Oryza sativa* L.). Field Crops Res. 13: 142-154.
- Xu, S., Li, J. L. and X. Q. Zhang. 2006.** Effects of heat acclimation pretreatment on changes of membrane lipid peroxidation, antioxidant metabolites, and ultrastructure of chloroplasts in two cool-season turfgrass species under heat stress. Environ. Exp. Bot. 3: 274-285.
- Yang, J., S. Peng, Z. Zhang, Z. Wang, R. M. Visperas. and Q. Zhu. 2000.** Grain filling pattern and cytokinin content in the grain and roots of rice plant. Plant Growth Regul. 30: 261-270.
- Zheng, G. L., L. I. yun, C. Shun- tang, Z. Hua. and L. Guo- hua. 2009.** Effects of high temperature stress on microscopic and ultrastructural characteristics of mesophyll cells in flag leaves of rice. Rice Sci. 16:65-71.
- Zheng, X. L. and R. R. Dong. 1998.** The study on rice reaction to heat shock: II. High temperatures effect on Hill reaction and ultrastructure of chloroplast in late rice seedling leaves. J. Hunan Agric. Univ. 24: 351-354. (In Chinese).

Effect of planting time on flag leaf anatomy and grain yield of rice genotypes in Khuzestan province

Limochi, K.¹, S. A. Siadat² and A. Gilani³

ABSTRACT

Limochi, K., S. A. Siadat and A. Gilani. 2013. Effect of planting time on flag leaf anatomy and grain yield of rice genotypes in Khuzestan. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 15(2): 136-151. (In Persian).

To study the effect of planting time on the flag leaf anatomy (stomata number, stomata diameter and surface, large and small vascular bundles surface, xylem, and phloem) of rice genotypes in Khuzestan climate a field experiment was conducted as split plot arrangements in randomized complete blocks design with three replications, in Shavoor agricultural research station 70 km north of Ahvaz, Iran, in 2010-2011. The main plots was planting time in three levels (15 March, 14 April and 26 May 2011) and the sub-plots comprised of rice genotypes; Gerde Zanjan and 3 local genotypes namely Hoveizeh, Hamar, and Gerde Ramhormoz (tolerant to heat), 4 foreign genotypes (Dollar, N₂₂, CR547-1-2-3 and IR1567-228-3-3) and two breeding lines; No. 7 and 13. Results revealed that, for all the evaluated traits, there was a significant effect of planting time, genotype and the interaction of genotype × planting time. Hamar genotype in 26 May and IR1567-228-3-3 in 15 March had the highest and least numbers of stomata with averages of 1366 and 786, respectively. Maximum and minimum stomata diameter and surface were observed for genotype N₂₂ in 26 May (diameter 30.3 μm and surface 484.5 μm²) and Gerde Ramhormoz in 14 April (diameter 13.6 μm and surface 97.7 μm²), respectively. The highest large vascular bundles surface was recorded for line No. 13 in second planting time with average of 1348.5 μm² and the lowest large vascular bundles surface belonged to Dollar with average of 5267.6 μm² in 26 May planting time. Maximum and minimum small vascular bundles surface belonged to Hoveizeh in 15 March with average of 2011.5 μm² and Dollar in 14 April with average of 321.2 μm², respectively. IR1567-228-3-3 (2089.7 kg.ha⁻¹) in had the highest grain yield in 15 March and Hoveizeh (4898.1 kg.ha⁻¹) in 14 April and Hamar genotypes (4804.4 kg.ha⁻¹) in 26 May planting times had the highest grain yields.

Key words: Anatomy, Rice, Stomata and Vascular bundles.

Received: 26 January 2012, Accepted: March 2013,

1-Former MSc Student, Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran
(Corresponding author) (Email: kavehlimochi@yahoo.com)

2- Prof., University of Agricultural and Natural Resources of Ramin, Ahwaz, Iran

3- Associated Prof., Agricultural and Natural Resources Research Center of Khuzestan Province, Ahwaz, Iran