تنشهای محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences

مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی
جلد هشتم، شماره دوم، نیمه دوم ۹۴
۱۹۱-۲۰۴

مطالعه روابط بین صفات زراعی برنج در شرایط غرقاب و تنش خشکی

مسعود گلسرخی[۱]، عباس بیابانی[۲*]، حسین صبوری[۳]، مجید محمد اسمعیلی[۴]

۱. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، رشته آگرواکولوژیک،گروه تولیدات گیاهی،دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبدکاووس.
۲. دانشیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبدکاووس.
۳. استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبدکاووس.
۴. استادیار گروه منابع طبیعی، دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبدکاووس.

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۲/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۵/۰۶

چکیده

به‌منظور بررسی روابط بین صفات زراعی برنج در شرایط غرقاب و تنش خشکی ژنوتیپ‌های برنج (۶ رقم متحمل به تنش خشکی و ۱ رقم بومی) در دو آزمایش جداگانه (غرقاب و خشکی) به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبدکاووس در سال ۱۳۸۹ در سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. فاکتور اصلی و فرعی به‌ترتیب تیمار کنترل علف‌های هرز در سه سطح (کنترل علف‌های هرز تا مرحله حداکثر پنجه‌زنی، کنترل علف‌های هرز از حداکثر پنجه‌زنی تا رسیدگی و بدون کنترل علف‌های هرز) و رقم در هفت سطح شیرودی، دم‌سیاه، IR70358-84-1-1، IR70358-84-1-2، IR83757-B-B-12-3، WAB56-125 و KORAL بودند. ارقام از لحاظ عملکرد و اجزای عملکرد در دو شرایط غرقاب و خشکی با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشتند. همچنین تفاوت عملکرد و اجزای عملکرد هر رقم در دو محیط معنی‌دار بود. مطالعه‌ی ضرایب همبستگی بین صفات در دو محیط غرقاب و خشکی نشان داد که در هر یک از شرایط متفاوت رطوبتی همبستگی عملکرد دانه با عملکرد کاه و کلش، شاخص برداشت، تعداد دانه‌ی پر در خوشه و تعداد پنجه‌ی بارور مثبت و معنی‌دار بود. نتایج رگرسیون مرحله‌ای نشان داد که در شرایط غرقاب به‌ترتیب صفات وزن خشک کاه و کلش و شاخص برداشت و در شرایط خشکی به‌ترتیب صفاتی نظیر شاخص برداشت و عملکرد کاه و کلش به‌عنوان ویژگی‌های مهم و تأثیرگذار بر عملکرد دانه وارد مدل نهایی رگرسیون چند متغیره شدند. ارزیابی میزان آثار مستقیم و غیرمستقیم اجزای عملکرد بر عملکرد دانه از روش تجزیه علیت نشان داد که در هر یک از شرایط متفاوت رطوبتی، تعداد دانه پر به‌دلیل اثر مستقیم مثبت و بالا و تعداد پنجه‌ی بارور به‌دلیل اثر غیرمستقیم از طریق تعداد دانه پر می‌تواند به‌عنوان مهم‌ترین صفات جهت افزایش عملکرد دانه موردتوجه قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: **تجزیه علیت، رگرسیون، عملکرد دانه، همبستگی.**

مقدمه

برنج از مهم‌ترین گیاهان زراعی کشورهای در حال پیشرفت می‌باشد و غذای اصلی بیش از نیمی از مردم جهان به‌شمار می‌رود. در بین غلات، بعد از گندم، بیشترین سطح زیرکشت را در دنیا به‌خود اختصاص داده است به‌طوری‌که در بین کلیه گیاهان زراعی پس از گندم بالاترین مصرف را در جهان دارد.

امروزه یک‌سوم زمین‌های زراعی دنیا با کمبود آب مواجه است و انتظار می‌رود این نسبت تا سال ۲۰۲۵ به حدود دوسوم برسد (Annan, 2001). تحمل خشکی در مورد گیاهان مهم زراعی، سعی در افزایش بازده آن‌ها در شرایط محدودیت آب، حتی چند درصد افزایش بازده دانه در محیط‌هایی که از لحاظ موجودی آب به‌شدت متغیرند، بسیار مهم است. این متغیر بودن محیط اغلب به این معنی

* نگارنده پاسخگو: عباس بیابانی. پست الکترونیک: abs346@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

است که برای اثبات مزایای یک رقم زراعی اصلاح‌شده‌ی برتر کشت آن طی چندین فصل رشد لازم است. صفاتی که در چنین شرایط مقاومت به خشکی را ایجاد می‌کنند ظریف‌اند و ممکن است در برخی انواع خشکی خود را نشان دهند و در انواعی دیگر خود را نشان ندهند. با وجود این‌که آب فراوان‌ترین ماده در سطح زمین است، اما محدودیت در دسترسی به آن موجب کاهش تولید محصولات کشاورزی می‌شود (Pospisilova, 2000). خشکی مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید برنج در ۴۰ میلیون هکتار از اراضی زیر کشت برنج در آسیا می‌باشد (Venuprasad, 2007).

روش‌های تجزیه و تحلیلی چند متغیره بدون از بین بردن مقدار زیادی از اطلاعات مفید، تعداد صفات مؤثر در عملکرد را کاهش داده و مفیدترین صفات را مشخص می‌کند. در این خصوص استفاده از همبستگی میان صفات متداول است (Acquaah et al., 1992).

همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه با تعداد کل پنجه و تعداد ساقه بارور گزارش شده است (Shanthakumar and Mahadevappa, 1998). همچنین همبستگی مثبتی و معنی‌داری بین شاخص برداشت با تعداد پنجه بارور، تعداد دانه‌ها در کپه، عملکرد دانه تک کپه و عملکرد شلتوک در واحد سطح نشان داده شده است (Jones and Synder, 1987; Counce, 1984). مهتر و همکاران (Mehetre et al., 1994) همبستگی مثبتی بین عملکرد دانه و تعداد دانه پر در خوشه (r=۰/۴۳۴) و همبستگی منفی بین عملکرد دانه و تعداد روز تا خوشه‌دهی (r=-۰/۴۹۵) را گزارش نمودند. در این تحقیق همبستگی ژنتیکی عملکرد دانه با وزن صد دانه غیر معنی‌دار به‌دست آمد. گزارش‌های متعددی در برنج نشان می‌دهند که بین عملکرد دانه با تعداد دانه پر در خوشه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت همبستگی معنی‌داری وجود دارد (Lafitte et al., 2003; 2004; 2006; Lanceras et al., 2004). در بررسی تحمل به خشکی در مرحله زایشی برنج مشخص شد که در شرایط آبیاری مطلوب، بین عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد باروری خوشه، تعداد کل خوشه، ارتفاع بوته و عملکرد دانه همبستگی ژنتیکی بالایی وجود دارد ؛ اما در شرایط تنش خشکی، تنها عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت با عملکرد دانه همبستگی معنی‌داری نشان دادند (Lafitte et al. 2004).

فوکایی و همکاران (Fukai et al., 1999) اظهار نمودند برنج‌های آبی تحت شرایط خشکی می‌توانند با دارا بودن فنولوژی مناسب از تنش خشکی دیرهنگام (انتهای فصل) فرار کنند. به عقیده لافیته و همکاران (Lafitte et al., 2003) ارقام زودرس به‌خاطر توسعه سریع اندام‌های رویشی و وارد شدن به مرحله زایشی امکان تولید عملکرد بیشتر را به‌دلیل استفاده بهینه از شرایط محیطی قبل از وقوع تنش‌های شدید رطوبتی و دمایی دارا می‌باشند.

هر چند بین عملکرد و تعدادی از اجزای آن رابطه مثبتی وجود دارد، ولی وجود همبستگی‌های منفی بین برخی از اجزای عملکرد باعث شده است که انتخاب برای همه اجزای عملکرد دانه نتواند به‌عنوان عاملی در افزایش عملکرد دانه غلات دانه‌ریز مفید واقع شود (Daynard and Kannenberg, 1976) و افزایش در یک جزء عملکرد معمولاً کاهش در برخی از اجزای دیگر را به دنبال دارد (Rasmusson, 1987; Pori et al., 1982). تعیین همبستگی بین صفات مختلف، به‌ویژه عملکرد دانه و اجزای آن و تعیین روابط علت و معلولی آن‌ها، می‌تواند مناسب‌ترین ترکیب اجزاء که منتهی به عملکرد بیشتر می‌شود را مشخص نماید. در این نوع مطالعات انتخاب براساس همبستگی‌های ساده، به‌تنهایی نمی‌تواند نتایج کاملاً مطلوبی داشته باشد. از این‌رو ضروری است که اثر مستقیم و غیرمستقیم صفات مؤثر بر عملکرد دانه تعیین گردد (Dawey and Lu, 1959; Dofing and Knight, 1992). در این راستا روش تجزیه علیت از اهمیت خاصی برخوردار است (Rasmusson and Canell, 1970; Longie and Ortiz, 1997) مطالعه همبستگی صفات در برنج نشان داد که صفات تعداد خوشه در بوته و تعداد دانه در خوشه به‌عنوان مهم‌ترین اجزای عملکرد دانه هستند (Bouman et al., 2005). آزمایش‌های اسماعیل (Ismail, 1988) نشان داد که تعداد دانه‌های پر در خوشه بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد برنج دارد. ساندرام و پالانیسامی (Sandram and Palanisamy, 1994) با مطالعه ۱۱ رقم زودرس، با در نظر گرفتن ۱۰ صفت کمّی گزارش نمودند که صفت تعداد دانه در هر خوشه دارای اثر مستقیم و معنی‌داری و دارای اثر غیرمستقیم و بزرگی از طریق تعداد پنجه‌های بارور، وزن خوشه و وزن دانه روی عملکرد دانه می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

همبستگی بین صفات در برنج و تفکیک آن‌ها به روش تجزیه علیت، موضوع مطالعات متعددی بوده است (Rao et al., 1991). کیهوپی (Kihupi, 1998) نشان داد که در انتخاب برای افزایش عملکرد دانه، صفات تعداد دانه در خوشه و وزن صد دانه می‌توانند به‌عنوان یکی از معیارهای انتخاب استفاده شوند. هم‌چنین نتایج حاصل از تجزیه علیت نشان داد که تعداد ساقه بارور، تعداد دانه در خوشه و وزن صد دانه از صفات مهمی هستند که بر روی عملکرد دانه اثر می‌گذارند. در مطالعات دیگر، تعداد دانه در خوشه را به‌عنوان یکی از صفات مهم مؤثر بر عملکرد معرفی و همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و تعداد دانه در خوشه گزارش شده است (Mottan and Samy, 1973; Wang and Zeng, 1988).

اهداف این بررسی عبارت‌اند از تعیین روابط بین صفات مختلف تحت شرایط آبیاری مطلوب و تنش رطوبتی و همچنین ارزیابی اهمیت نسبی هر یک از صفات مورد بررسی در ارتباط با عملکرد دانه.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی روابط بین صفات زراعی برنج در شرایط غرقاب و تنش خشکی ژنوتیپ‌های برنج (۶ رقم متحمل به تنش خشکی و یک رقم بومی) در دو آزمایش جداگانه (غرقاب و خشکی) به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبدکاووس در سال ۱۳۸۹ در سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. از آنجائی‌که کنترل آبیاری در شرایط آزمایش تنها در صورتی امکان‌پذیر بود که آزمایشی در دو شرایط جداگانه اجرا شود، به همین دلیل آزمایشی به‌صورت مرکب و در دو مکان کنار همدیگر اجرا شد. فاکتور اصلی و فرعی به‌ترتیب تیمار کنترل علف‌های هرز در سه سطح (کنترل علف‌های هرز تا مرحله حداکثر پنجه‌زنی، کنترل علف‌های هرز از حداکثر پنجه‌زنی تا رسیدگی و بدون کنترل علف‌های هرز) و رقم در هفت سطح شیرودی (اصلاح‌شده ایرانی و ایندیکا)، دم‌سیاه (بومی ایران و ایندیکا)، IR70358-84-1-1، IR70358-84-1-2، IR83757-B-B-12-3 و WAB56-125 (اصلاح‌شده موسسه بین‌المللی تحقیقات برنج و ایندیکا) و KORAL (بومی ایتالیا و ایندیکا) بودند. ارقام مذکور براساس آزمایش‌های طرح تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبد در سال زراعی ۱۳۸۸ (Sabouri et al., 2009) انتخاب شدند. آبیاری در شرایط بدون تنش به‌صورت معمول (غرقابی) در طول دوره رشد ارقام انجام شد، ولی در محیط تنش، آبیاری مزرعه از ۴۰ روز پس از نشاکاری (مرحله حداکثر پنجه‌زنی) تا انتهای دوره رشد به‌طور کامل قطع شد (Sabouri et al., 2009). با توجه به منحنی رطوبتی خاک متناسب با مزرعه تحقیقاتی (شکل ۱)، در طول دوره آزمایش یک‌بار ۵۰ روز پس از کشت و بار دوم ۸۰ روز پس از کشت اقدام به نمونه‌گیری شده و رطوبت خاک به‌ترتیب ۳۲ و ۸ درصد رطوبت وزنی متناسب با ۰/۰۳ و ۰/۵۸ مگاپاسکال تخمین زده شد.

متوسط بارندگی در طول دوره‌ای که تنش رطوبتی اعمال شد (یعنی از ۱۰ مرداد تا ۲۰ شهریور ۸۹) ۱/۶ میلی‌متر و کمینه و بیشینه دما در این مدت به‌ترتیب ۲۲/۶ و ۳۷/۵ درجه سلسیوس بود. از آنجائی‌که برنج در مرحله زایشی تنش خشکی حساس است (Yoshida, 1981)، اعمال تنش پس از مرحله رویشی (حداکثر پنجه‌زنی) انجام گرفت. برای جلوگیری از اختلاط اثر محیط با ژنوتیپ، کلیه ژنوتیپ‌ها در شرایط کاملاً یکسان در مزرعه کشت شدند. کاشت بذور در خزانه در اواخر اردیبهشت ۱۳۸۹ انجام شد. کشت نشاها روی ۵ ردیف به‌طول ۲ متر و با فاصله ردیف ۲۵ سانتی‌متر براساس تراکم ۱۶ بوته در مترمربع انجام شد. جهت تأمین نیاز کودی ارقام، کود نیتروژن به‌میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، نصف در زمان کاشت و نصف در مرحله پنجه‌دهی و کود فسفره به‌میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در ابتدای کاشت داده شد. نتایج تجزیه خاک در جدول ۱ آمده است.

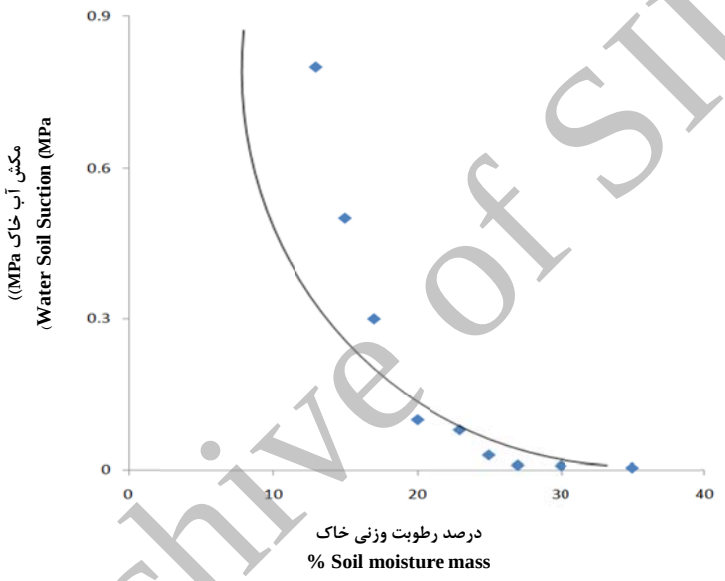
در هر کپه، ۴ نشاء کاشته شد. سایر عملیات کاشت، داشت به‌طور یکسان در کلیه تیمارها اعمال گردید. در طول دوره رشد مراقبت‌های زراعی لازم از قبیل وجین علف‌های هرز و همچنین مبارزه با کرم ساقه‌خوار برنج انجام گرفت. برای بررسی ارتباط بین صفات زراعی در هر آزمایش، صفات مختلف زراعی مانند روز تا ۵۰ درصد گلدهی، عملکرد کاه (گرم)، تعداد دانه پر در خوشه، وزن صد دانه (گرم)، عملکرد دانه در رطوبت صفر (کیلوگرم در هکتار)، شاخص برداشت (درصد) براساس دستورالعمل موسسه بین‌المللی تحقیقات برنج اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری تمامی صفات به‌غیر از عملکرد دانه، عملکرد کاه و شاخص برداشت که در آن‌ها کل

Archive of SID

www.SID.ir

مساحت کرت برداشت شد، روی ۱۰ بوته تصادفی در هر کرت انجام گرفت.

برای بررسی اثر تنش رطوبتی روی عملکرد و اجزای عملکرد ارقام، ابتدا تجزیه مرکب انجام شده و سپس مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها در هر محیط با آزمون LSD انجام شد. به‌منظور بررسی تأثیر هر یک از صفات موردنظر بر روی متغیرهای تابع یا وابسته (عملکرد) و همچنین کاهش تعداد متغیرهای مستقل و برازش بهترین مدل رگرسیونی، از روش رگرسیون گام‌به‌گام استفاده شد. تجزیه علیت برای تفکیک ضرایب همبستگی صفات با عملکرد دانه به اثرات مستقیم و غیرمستقیم به روش داوی و لو (Dawey and Lu, 1959) انجام شد. در تجزیه علیت عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته و اجزای عملکرد به‌عنوان متغیرهای مستقل در نظر گرفته شد. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزارهای Excel، SPSS و SAS انجام پذیرفت.



شکل ۱. منحنی رطوبتی خاک

Fig 1. Soil moisture curve

Archive of SID

جدول ۱. نتایج تجزیه خاک

Table 1. Result of soil analysis

درصد اشباع خاک Saturation of soil	هدایت الکتریکی Electrical Conductance	اسیدیته گل اشباع Lair Acidity Saturation	درصد مواد خنثی شونده Neutralizing Materials	کربن آلی Organic Carbon	ازت کل Total N	فسفر قابل‌جذب Absorbable P	پتاسیم قابل‌جذب Absorbable K	بافت خاک Soil Texture		
								رس Clay	سیلت Silt	ماسه Sand
45.9	2.9	7.5	9	1.33	0.13	28	505	30	60	10

www.SID.ir

نتایج و بحث

اختلاف بین دو محیط غرقاب و خشکی و اختلاف بین سطوح مختلف کنترل علف‌های هرز در شرایط غرقاب و خشکی برای صفات اندازه‌گیری شده در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در بین ژنوتیپ‌ها ازنظر کلیه صفات، تغییرات فراوانی در دو محیط وجود داشت که بیانگر تغییرات زیاد و معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها در اثر اعمال تنش خشکی است.

اثر متقابل محیط در سطوح مختلف کنترل علف‌های هرز برای صفات حداکثر تعداد پنجه، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، ارتفاع بوته، عملکرد کاه و کلش، تعداد خوشه‌چه ثانویه، تعداد دانه پر در خوشه، تعداد دانه پوک، وزن صد دانه، درصد باروری و عملکرد دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود و مفهوم آن این است که در شرایط متفاوت رطوبتی سطوح مختلف کنترل علف‌های هرز اثرات متفاوتی را بر روی صفات مذکور داشتند (جدول ۲).

اثر متقابل محیط در رقم برای صفات تعداد پنجه بارور، طول خوشه، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم و طول دانه معنی‌دار نبود. مفهوم آن این است که ارقام مورد بررسی مقدار و جهت تغییرات یکسانی را در شرایط متفاوت رطوبتی برای صفات مذکور داشتند (جدول ۲). به‌عبارت بهتر کلیه ژنوتیپ‌ها دارای تعداد پنجه بارور بیشتری در شرایط غرقاب نسبت شرایط تنش بودند. همچنین اثر متقابل محیط در سطوح مختلف کنترل علف‌های هرز × رقم برای صفات شاخص برداشت، تعداد خوشه‌چه اولیه، عرض دانه، طول دانه، طول خوشه، طول خروج خوشه از غلاف، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم و مساحت برگ پرچم معنی‌دار نبود (جدول ۲). با توجه به نتایج فوق، می‌توان گفت که تظاهر و کمیت ویژگی‌های مورد مطالعه تحت تأثیر نوع محیط، سطوح مختلف کنترل علف‌های هرز و نوع رقم به نوع صفت بستگی دارد لذا شناسایی و معرفی مناسب‌ترین تیمار کنترل علف‌های هرز در شرایط رطوبتی مختلف ضروری به‌نظر می‌رسد.

اختلاف بین دو محیط غرقاب و خشکی برای تمام صفات مورد بررسی به‌جز حداکثر تعداد پنجه معنی‌دار بود (جدول ۳) و این موضوع نشان داد که شرایط خشکی بر روی متغیرهای اندازه‌گیری شده اثر کاهشی دارد و علت معنی‌دار نشدن حداکثر تعداد پنجه این است که اعمال تنش آبی بعد از رسیدن بوته‌ها به‌حالت حداکثر پنجه‌زنی انجام شد. شرایط خشکی نسبت به شرایط غرقاب ۴۹/۴۲ درصد کاهش عملکرد دانه داشت. شرایط غرقاب وضعیت مساعدی را در مراحل مختلف رشد برای برنج فراهم می‌کند در حالی‌که در شرایط خشکی بیشتر خصوصیات دچار کاهش نسبی می‌شوند. تحت شرایط تنش خشکی اجزای عملکرد دانه کاهش یافته و در نتیجه تأثیر زیادی بر روی عملکرد دانه داشتند. باقری و حیدری شریف‌آباد (Bagheri and Heidari Sharif Abad, 2007) گزارش کردند که در رژیم‌های کاهشی آبیاری خصوصیات مختلف جو از جمله عملکرد و اجزای آن به‌طور معنی‌داری نسبت به شرایط آبیاری کامل کاهش نشان می‌دهند.

برای کلیه ارقام تفاوت عملکرد دانه بین دو محیط غرقاب و خشکی معنی‌دار بود (جدول ۴). در بین ارقام مورد بررسی، شیرودی و KORAL به‌ترتیب با میانگین ۹۹۷۴/۷۸ و ۱۹۴۳/۳۳ کیلوگرم در هکتار در شرایط غرقاب و با میانگین ۶۰۸۰ و ۷۷۷/۵۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط تنش رطوبتی به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقدار عملکرد دانه بودند. از این‌رو رقم شیرودی میزان عملکرد دانه خود را در حد بالایی حفظ نمود و می‌توان آن‌را به‌عنوان رقم متحمل‌تر به تنش خشکی پیشنهاد نمود. فوکایی و همکاران (Fukai et al., 1999) عملکرد و پایداری ارقام را در شرایط خشکی به‌عنوان شاخص گزینش ارقام متحمل به خشکی پیشنهاد کرده‌اند (Fukai et al., 1999). تعداد دانه پر در خوشه کلیه ارقام در دو شرایط غرقاب و خشکی با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند. ارقام شیرودی و IR70358-84-1-1 از لحاظ تعداد پنجه بارور بیشترین تأثیر را از شرایط خشکی گرفتند. وزن صد دانه ارقام در دو محیط غرقاب و خشکی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند. معمولاً تنش خشکی به‌علت القاء پیری و در نتیجه کوتاه شدن دوره پر شدن دانه موجب کاهش وزن تک‌دانه و همچنین افزایش خوشه‌چه‌های پوک در هر خوشه می‌شود (Taher, 1988; Zhang, 1998; Palta et al., 1994).

از نظر تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی کلیه ارقام به جزء رقم WAB56-125 تفاوت معنی‌داری را در دو محیط نشان دادند و موجب زودرسی آن‌ها در شرایط خشکی شد. مطالعات دیگر حاکی از آن است که تنش بعد از گرده‌افشانی باعث تسریع مراحل فنولوژیک از جمله دوره رسیدگی می‌شود (Innes et al., 1985). شاخص برداشت کلیه ارقام تفاوت معنی‌داری را در شرایط متفاوت رطوبتی نشان دادند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. تجزیه واریانس مرکب صفات مورد ارزیابی

Table 2. Analysis of variance for evaluated traits

		Sum of Squares / میانگین مربعات						
S.O.V منابع تغییر	درجه آزادی df	تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی Number days until 50% flowering	تعداد پنجه بارور Fertile tiller number	عملکرد کاه و کلش Straw yield	تعداد دانه پر در خوشه Full seed number per panicle	وزن صد دانه 100-seed weight	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index
محیط Environment	1	193.142**	64509.531**	1615341.446**	1333705629**	0.743**	1444820.804**	3213.965**
تکرار داخل محیط Environment (Replications)	4	0.444	494.888	8162.204	392391	0.002	2984.476	15.491
کنترل علف‌های هرز Weeds Control	2	134.579**	131813.555**	1272118**	964028090**	0.570**	1032346.390**	1380.908**
محیط × کنترل علف‌های هرز Environment * Weeds Control	2	8.880**	709.555	107537.880**	58033107**	0.017**	87441.801**	3.267
تکرار×کنترل علف‌های هرز داخل محیط Replications * Environment (Weeds Control)	8	0.206	347.329	1790.018	1609262	---	1429.331	5.468
رقم Cultivar	6	614.145**	113434.420**	916825.547**	909631984**	0.415**	640155.385**	602.214**
کنترل علف‌های هرز × رقم Weeds Control * Cultivar	12	3.153**	2693.166	53181.834	60967037**	0.064**	45622.571**	165.472**
محیط × رقم Environment * Cultivar	6	18.902**	1016.420	276017.341**	63634434**	0.032**	148527.874**	203.684**
محیط × رقم × کنترل علف‌های هرز Environment * Cultivar * Weeds Control	12	2.632**	1063	67126.782**	21767787**	0.019**	22744.534**	37.775
خطای آزمایشی Experimental error	72	0.489	458.664	4785.98	1897287	0.0009	1696.151	8.30
ضریب تغییرات Coefficient of variations		0.763	7.539	9.032	10.671	2.599	12.620	10.865

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

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

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳. مقایسه میانگین تیمار غرقاب و خشکی برای صفات مورد ارزیابی

Table 3. Means comparison of drought and flooding condition for evaluated traits

محیط Environment	تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی Number days until 50% flowering	تعداد پنجه بارور در مترمربع Fertile tiller number	عملکرد کاه و کلش (کیلوگرم) Straw yield (Kg)	تعداد دانه پر در خوشه Full seed number per panicle	وزن صد دانه (گرم) 100-seed weight (gr)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (Kg/Ha)	شاخص برداشت Harvest index (%)
غرقاب Flooding	92.87 a	306.66 a	8791.70 a	16161 a	1.26 a	4334.13 a	31.56 a
خشکی Drought	90.39 b	261.41 b	6527.20 b	9654.1 b	1.11 b	2192.46 b	21.46 b
LSD (0.05)	0.32	11	446.90	309.88	0.02	27.02	1.94

حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

Means within each column followed by the dissimilar letter are statistically different α=0.05 by LSD test.

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی برای ارقام مورد مطالعه در محیط های غرقاب و خشکی

Table 4. Means comparison of evaluated traits for cultivars in drought and flooding condition

no.	Cultivar	رقم	تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی Number days until flowering			تعداد پنجه بارور در مترمربع Fertile tiller number			عملکرد کاه و کلش (گرم) Straw yield (gr)			تعداد دانه پر در مترمربع Full seed number per panicle		
			غرقاب Flooding	خشکی Drought	تفاوت Difference	غرقاب Flooding	خشکی Drought	تفاوت Difference	غرقاب Flooding	خشکی Drought	تفاوت Difference	غرقاب Flooding	خشکی Drought	تفاوت Difference
1	Sheiro odi	شیرودی	86.88	85.88	1.00*	391.55	355.77	35.78*	1629.45	851.54	777.91**	31587.50	20312.44	11275.06**
2	Dom seiah	دم‌سیاه	83.33	81.11	2.22**	396.55	359.44	37.11**	779.91	632.63	147.28*	23745.58	12590.22	11155.36**
3	IR70358-84-1-1		98.44	97.33	1.11**	348.88	298.33	50.55**	787.86	685.38	102.48*	8945.83	7195.77	1750.06**
4	IR70358-84-1-2		96.33	89.44	6.89**	280.22	220.66	59.56**	874.95	759.16	115.79*	15927.08	11004.11	4922.97**
5	WAB56-125		94.33	93.00	1.33**	214.88	153.33	61.55**	663.41	569.66	93.75	9720.83	4145.77	5575.06**
6	IR83752-B-B-12-3		91.66	88.88	2.78**	311.55	259.11	52.44**	808.62	575.87	232.75**	15445.83	7541.55	7904.28**
7	KORAL		99.11	97.11	2.00**	203.00	182.22	20.78*	609.95	494.75	115.2*	7754.16	4788.83	2965.33**

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

* and ** Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively. ns = not significant. (P>0.05).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴. ادامه

Table 4. Continued

no.	رقم Cultivar	وزن صد دانه (گرم) 100-seed weight (gr)			عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Grain yield (Kg/Ha)			شاخص برداشت Harvest index (%)		
		غرقاب Flooding	خشکی Drought	تفاوت Difference	غرقاب Flooding	خشکی Drought	تفاوت Difference	غرقاب Flooding	خشکی Drought	تفاوت Difference
1	**Sheiroodi** شیرودی	1.27	1.08	0.19**	9974.78	4563.32	5411.46**	38.55	34.25	4.3*
2	**Dom seiah** دم‌سیاه	1.14	1.05	0.09**	4598.74	2461.24	2137.5**	36.31	27.71	8.6**
3	**IR70358-84-1-1**	1.13	0.99	0.14**	3241.65	2221.02	1020.63**	30.49	22.85	7.64**
4	**IR70358-84-1-2**	1.42	1.10	0.32**	3665.19	2762.91	902.28**	28.16	22.63	5.53*
5	**WAB56-125**	1.26	1.10	0.16**	2477.91	1242.50	1235.41**	26.33	14.68	11.65**
6	**IR83752-B-B-12-3**	1.09	1.00	0.09**	4437.28	637.07	3800.21**	34.39	10.01	24.38**
7	**KORAL**	1.52	1.44	0.08**	1943.33	1459.16	484.17**	26.71	18.12	8.59*

ns ، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

* and ** Significant at the 0.05, 0.01 probability levels, respectively. ns = not significant (P>0.05).

شاخص برداشت رقم شیرودی کمترین تأثیر منفی را از شرایط خشکی در مجموع شرایط کنترل داشت و میزان عملکرد بالایی را در مقایسه با سایر ارقام نشان داد. باکر (Baker, 1978) عقیده دارد که انتخاب برای شاخص برداشت بالاتر در غالب اوقات برای بهبود مقاومت به تحمل به خشکی مفید است. نتایج نشان داد که ارقام در مرحله زایشی حساسیت بیشتری نشان می‌دهند و از نظر عملکرد و اجزای عملکرد تحت شرایط خشکی دچار کاهش می‌شوند. (Pirdashti et al., 2004). اثر تنش کمبود آب را در مراحل مختلف رشد برنج مورد بررسی قرار دادند و اظهار نمودند که تنش کمبود آب در مرحله رشد رویشی به‌طور معنی‌داری باعث کاهش ارتفاع گیاه و تعداد پنجه‌ها شد، اما در مرحله زایشی و پر شدن دانه، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه و عملکرد شلتوک نیز به‌طور معنی‌داری کاهش یافت.

ضرایب همبستگی بین صفات برای هر یک از شرایط رطوبتی در جداول ۵ و ۶ آورده شده است. در هر یک از شرایط متفاوت رطوبتی همبستگی عملکرد دانه با عملکرد کاه و کلش، شاخص برداشت، تعداد دانه‌ی پر در خوشه و تعداد پنجه‌ی بارور مثبت و معنی‌دار بود. در شرایط غرقاب بیشترین همبستگی عملکرد دانه با عملکرد کاه و کلش (۰/۹۲۴**) بود. در صورتی‌که در شرایط خشکی عملکرد دانه بیشترین همبستگی را با شاخص برداشت (۰/۹۳۵**) نشان داد. لنسراس و همکاران (Lanceras et al., 2004) در بررسی تحمل به خشکی در مرحله زایشی برنج به این نتیجه دست یافتند که در شرایط آبیاری مطلوب، بین عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد باروری خوشه، تعداد کل خوشه، ارتفاع بوته و عملکرد دانه همبستگی ژنتیکی بالایی وجود دارد؛ اما در شرایط تنش خشکی، تنها عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت با عملکرد دانه همبستگی معنی‌داری نشان دادند.

همبستگی بین عملکرد دانه با روز تا ۵۰ درصد گلدهی منفی بود. با توجه به این‌که ارقام زودرس در شرایط تنش خشکی می‌توانند از تنش پایان فصل اجتناب نمایند، عملکرد بالای آن‌ها منطقی به‌نظر می‌رسد. همچنین این مکانیسم موجب شد همبستگی تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی با تعداد دانه پر منفی و معنی‌دار شود. فوکایی و همکاران (Fukai et al., 1999) اظهار نمودند که پایداری و عملکرد بالا در برنج‌های آبی تحت شرایط خشکی می‌تواند به‌وسیله دارا بودن فنولوژی مناسب ایجاد شود و نیز می‌تواند از خشکی دیرهنگام (انتهای فصل) جلوگیری نماید. لافیته و همکاران (Lafitte et al., 2003) نیز زودرسی را به‌عنوان

Archive of SID

www.SID.ir

یکی از صفات مهم برای انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی عنوان نمودند. به عقیده آن‌ها ارقام زودرس به‌خاطر توسعه سریع اندام‌های رویشی و وارد شدن به مرحله زایشی امکان تولید عملکرد بیشتر را به‌دلیل استفاده بهینه از شرایط محیطی قبل از وقوع تنش‌های شدید رطوبتی و دمایی دارا می‌باشند. مهتر و همکاران (Mehetre et al., 1994) همبستگی منفی بین عملکرد دانه و تعداد روز تا خوشه‌دهی (۰/۴۹۵-) را گزارش نمودند. به‌طورکلی مطالعه‌ی ضرایب همبستگی بین صفات در شرایط غرقاب و خشکی نشان داد که عملکرد کاه و کلش، شاخص برداشت، تعداد دانه‌ی پر در خوشه و تعداد پنجه‌ی بارور بیشترین میزان همبستگی را با عملکرد دانه داشتند. با توجه به نتایج این تحقیق این‌طور به‌نظر می‌رسد که بتوان با انتخاب ارقامی که عملکرد کاه و کلش، شاخص برداشت، تعداد دانه‌ی پر و تعداد پنجه‌ی بارور بیشتری دارند، عملکرد دانه را در شرایط تنش خشکی افزایش داد.

جدول ۵. ماتریس ضرایب همبستگی بین صفات زراعی ارقام برنج در شرایط غرقاب

Table 5. Correlation coefficient matrices among agronomical traits of rice under flooding condition

		1	2	3	4	5	6	7
عملکرد دانه Grain yield	1	1						
عملکرد کاه و کلش Straw yield	2	0.931**	1					
شاخص برداشت Harvest index	3	0.860**	0.713**	1				
تعداد دانه پر در خوشه Full seed number per panicl	4	0.936**	0.880**	0.838**	1			
تعداد پنجه بارور Fertile tiller number	5	0.770**	0.725**	0.770**	0.799**	1		
وزن صد دانه 100-seed weight	6	0.205ns	0.160ns	0.293ns	0.143ns	-0.137ns	1	
تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی Number days until 50% flowering	7	-0.579**	-0.495*	-0.580**	0.763**	-0.694**	0.169ns	1

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns = not significant (P>0.05). * and ** Significant at the 0.05, 0.01 probability levels respectively

جدول ۶. ماتریس ضرایب همبستگی بین صفات زراعی ارقام برنج در شرایط خشکی

Table 6. Correlation coefficient matrices among agronomical traits of rice under drought condition

		1	2	3	4	5	6	7
عملکرد دانه Grain yield	1	1						
عملکرد کاه و کلش Straw yield	2	0.833**	1					
شاخص برداشت Harvest index	3	0.935**	0.693**	1				
تعداد دانه پر در خوشه Full seed number per panicle	4	0.881**	0.869**	0.771**	1			
تعداد پنجه بارور Fertile tiller number	5	0.671**	0.670**	0.695**	0.770**	1		
وزن صد دانه 100-seed weight	6	0.211ns	0.125ns	0.199ns	0.114ns	-0.081ns	1	
تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی Number days until 50% flowering	7	-0.426ns	-0.433ns	-0.453*	-0.609**	-0.662**	0.086	1

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد

.(ns = not significant (P>0.05 * and ** Significant at the 0.05, 0.01 probability levels respectively.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج رگرسیون مرحله‌ای نشان داد که در شرایط غرقاب (جدول ۷) به‌ترتیب صفات وزن خشک کاه و کلش و شاخص برداشت و در شرایط خشکی (جدول ۸) به‌ترتیب صفاتی نظیر شاخص برداشت و عملکرد کاه به‌عنوان ویژگی‌های مهم و تأثیرگذار بر عملکرد دانه وارد مدل نهایی رگرسیون چند متغیره شدند. به‌نظر می‌رسد که صفات عملکرد کاه و کلش و شاخص برداشت در هر دو شرایط بیشترین تأثیر را بر روی عملکرد دانه داشتند به‌طوری‌که در شرایط غرقاب عملکرد کاه و کلش به‌عنوان اولین صفت و با ضریب تبیین ۸۴/۶ درصد وارد مدل رگرسیون شد ولی در شرایط خشکی شاخص برداشت به‌عنوان مهم‌ترین صفت با ضریب تبیین ۸۶/۸ درصد عملکرد دانه را توجیه نمود. با توجه به ضرایب رگرسیون به‌دست‌آمده به‌نظر می‌رسد که در شرایط مطلوب رطوبتی افزایش رشد رویشی منجر به افزایش عملکرد دانه می‌شود. در شرایط خشکی نیز هر عاملی که موجب کاهش اجزای عملکرد گردد، عملکرد دانه و در نتیجه شاخص برداشت را کاهش خواهد داد، چرا که تأثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه از طریق اجزای عملکرد اعمال می‌شود؛ بنابراین با کاهش شاخص برداشت در شرایط خشکی عملکرد دانه حساسیت بیشتری نشان می‌دهد.

برای ارزیابی میزان آثار مستقیم و غیرمستقیم هر یک از اجزای عملکرد بر عملکرد دانه از طریق تجزیه علیت به روش دوی و لو (Dawey and Lu, 1959) استفاده شد. نتایج حاصل در هریک از شرایط رطوبتی در جدول ۹ نشان داده شده است.

جدول ۷. نتایج رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به‌عنوان متغیر مستقل شرایط غرقاب

Table 7. The results of step wise regression for seed yield as dependent variable and other traits as independent variables water logging conditions.

مرحله Phase	صفات Characteristics	عرض از مبدأ Intercept	ضرایب رگرسیون برای صفات Regression coefficients for characteristics X_1	X_2	ضریب تبیین تجمعی Coefficient of determination	خطای معیار Standard error
1	عملکرد کاه و کلش (Straw yield)	-215.647	0.738	-	0.846	0.054
2	شاخص برداشت (harvest index)	-514.807	0.590	13.609	0.934	2.650

$y= -514.807+0.590 (X_1) + 13.609 (X_2)$

X_1 and X_2 harvest index and straw yield respectively

$y= -۵۱۴/۸۰۷+۰/۵۹۰(X_1) + ۱۳/۶۰۹(X_2)$

X_1 و X_2 به‌ترتیب عملکرد کاه و کلش و شاخص برداشت می‌باشد.

جدول ۸. نتایج رگرسیون مرحله‌ای برای عملکرد دانه به‌عنوان متغیر وابسته و سایر صفات به‌عنوان متغیر مستقل شرایط خشکی.

Table 8. The results of step wise regression for seed yield as dependent variable and other traits as independent variables dry conditions.

مرحله Phase	صفات Characteristics	عرض از مبدأ Intercept	ضرایب رگرسیون برای صفات Regression coefficients for characteristics X_1	X_2	ضریب تبیین تجمعی Coefficient of determination	خطای معیار Standard error
1	شاخص برداشت (harvest index)	-117.685	15.694	-	0.868	1.337
2	عملکرد کاه و کلش (Straw yield)	-235.453	11.559	0.344	0.934	0.077

$y= -253.453+11.559 (X_1) + 0.344 (X_2)$

X_1 and X_2 harvest index and straw yield respectively.

$y= -۲۵۳/۴۵۳+۱۱/۵۵۹ (X_1) + ۰/۳۴۴(X_2)$

X_1 و X_2 به‌ترتیب شاخص برداشت و عملکرد کاه و کلش می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

با توجه به نتایج حاصل، بیشترین اثرات مستقیم و مثبت در هر یک از شرایط رطوبتی مربوط به تعداد دانه پر در خوشه بود. علاوه بر این صفت، تعداد پنجه بارور و وزن صد دانه نیز در هر یک از شرایط رطوبتی دارای اثرات مستقیم و مثبت بودند. بیشترین اثر غیرمستقیم و مثبت در شرایط متفاوت رطوبتی را تعداد پنجه‌ی بارور از طریق تعداد دانه پر اعمال کرد. اثر غیرمستقیم تعداد پنجه بارور از طریق وزن صد دانه در دو محیط منفی و ناچیز بود. میزان همبستگی بین وزن صد دانه و تعداد پنجه بارور این رابطه را به‌خوبی نشان می‌دهد. اثر غیرمستقیم وزن صد دانه از طریق تعداد دانه پر در شرایط متفاوت رطوبتی مثبت و ناچیز بود. همان‌طور که ملاحظه می‌شود در هر یک از شرایط رطوبتی، تعداد دانه پر به‌دلیل اثر مستقیم مثبت و بالا و اثر غیرمستقیم تعداد پنجه‌ی بارور از طریق این صفت می‌تواند به‌عنوان مهم‌ترین صفت جهت افزایش عملکرد دانه در مورد توجه قرار گیرد. پس از این صفت، تعداد پنجه‌ی بارور به‌علت اثر غیرمستقیم بالا و مثبت و معنی‌دار در تمام شرایط متفاوت رطوبتی از طریق تعداد دانه پر بر عملکرد دانه به‌عنوان یک صفت ثانوی برای افزایش عملکرد دانه از طریق برنامه‌های به زراعی از جمله ایجاد فضای مناسب برای افزایش پنجه‌زنی و استفاده از ارقام با تولید پنجه‌ی زیاد می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. مطالعه همبستگی صفات توسط بومن و همکاران (Bouman et al., 2005) نشان داد که صفات تعداد خوشه در بوته و تعداد دانه پر در خوشه به‌عنوان مهم‌ترین اجزای عملکرد دانه در ارقام برنج از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. آزمایش‌های اسماعیل (Ismail, 1988) بر روی عملکرد و اجزای آن نشان داد که تعداد دانه‌های پر در خوشه بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد برنج دارد. ساندرام و پالانیسامی (Sandram and Palanisamy, 1994) با مطالعه ۱۱ رقم زودرس، با در نظر گرفتن ۱۰ صفت کمّی سال زراعی ۱۹۸۵-۱۹۸۴ گزارش نمودند که صفت تعداد دانه در هر خوشه دارای اثر مستقیم و معنی‌داری و دارای اثر غیرمستقیم و بزرگی از طریق تعداد پنجه‌های بارور، وزن خوشه و وزن دانه روی عملکرد دانه می‌باشد. کیهوپی (Kihupi, 1998) نشان داد که در انتخاب برای افزایش عملکرد دانه، صفات تعداد دانه در خوشه و وزن صد دانه می‌توانند به‌عنوان یکی از معیارهای انتخاب استفاده شوند. زنگ و وانگ (Wang and Zeng, 1988) موتان و سمی (Mottan and Samy, 1973) تعداد دانه در خوشه را به‌عنوان یکی از صفات مهم مؤثر بر عملکرد معرفی و همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد دانه و تعداد دانه در خوشه گزارش نمودند.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که ارقام از نظر کلیه صفات تغییرات قابل ملاحظه‌ای در دو محیط داشتند و به‌طورکلی در شرایط خشکی ارقام مورد مطالعه از لحاظ ویژگی‌های اندازه‌گیری شده نسبت به شرایط غرقاب دچار کاهش نسبی شدند. به‌ویژه این‌که در شرایط خشکی خصوصیات مختلف از جمله عملکرد و اجزای آن نسبت به شرایط غرقاب کاهش نشان داد. در هر دو شرایط غرقاب و خشکی رقم شیرودی دارای بالاترین میزان عملکرد دانه بود و می‌توان رقم شیرودی را به‌عنوان رقم متحمل در شرایط خشکی پیشنهاد نمود. با توجه به همبستگی‌های محاسبه‌شده این‌طور به‌نظر می‌رسد که برای دستیابی به رقمی با عملکرد دانه بیشتر می‌توان به صفات عملکرد کاه و کلش، شاخص برداشت، تعداد دانه‌ی پر و تعداد پنجه‌ی بارور متکی بود. نتایج رگرسیون مرحله‌ای نشان داد که در شرایط غرقاب عملکرد کاه و کلش به‌عنوان اولین صفت و در شرایط خشکی شاخص برداشت به‌عنوان مهم‌ترین صفت در مقابل متغیر عملکرد دانه قرار گرفتند؛ بنابراین در شرایط مطلوب افزایش رشد رویشی منجر به افزایش عملکرد دانه می‌شود و در شرایط خشکی هر عاملی مانند تنش رطوبتی در این آزمایش که موجب کاهش اجزای عملکرد گردد، عملکرد دانه و در نتیجه شاخص برداشت را کاهش خواهد داد. نتایج تجزیه ضرایب مسیر، در هر یک از شرایط رطوبتی نشان داد که می‌توان از تعداد دانه پر و تعداد پنجه‌ی بارور در جهت افزایش عملکرد دانه بهره برد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۹. آثار مستقیم و غیرمستقیم اجزای عملکرد بر عملکرد دانه در شرایط غرقاب و خشکی

Table 9. Direct and indirect effects of yield components on seed yield under flooding and drought conditions

صفات Characteristics	تعداد دانه پر Full seed number	تعداد پنجه بارور Fertile tiller number	وزن صد دانه Seed-100 weight	ضریب همبستگی با عملکرد دانه Correlation with Grain yield
		Flooding condition شرایط غرقاب		
تعداد دانه پر Full seed number	0.709**	0.176	0.010	0.886**
تعداد پنجه بارور Fertile tiller number	0.554	0.218 ns	-0.015	0.747**
وزن صد دانه 100 seeds weight	0.073	-0.032	0.105 ns	0.146
				R=0.805 اثر باقیمانده(Residual effect)
		Drought condition شرایط خشکی		
تعداد دانه پر Full seed number	0.844**	0.023	0.013	0.880**
تعداد پنجه بارور Fertile tiller number	0.649	0.031ns	-0.009	0.671**
وزن صد دانه 100 seeds weight	0.096	-0.002	0.117ns	0.211
				R=0.885 اثر باقیمانده(Residual effect)

- زیر آثار مستقیم خط کشیده شده است. * و **: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

* and ** Significant at the 0.05, 0.01 probability levels respectively. Direct effects have underlined.

منابع

Acquaah, G., Adams, M.W., Kelly J.D., 1992. A factor analysis of plant variables associated with architecture and seed size in dry bean. Euphytica. 60, 171-177.

Annan, K., 2001. water for sustainable agriculture in developing regions-more carp for every scarce drop. p. 132-133. In: Proceeding of 8th Jircas Interanational Symposium, 27-28 November. Epochal Tsukuba, Tsukuba Science City, Japan.

Baker, R.J., 1978. Issues in diallels analysis. Crop Science. 18, 553-536.

Bagheri, A., Heidari Sharif Abad, H., 2007. Effect of drought and salt stresses on yield components and ion content of Hull-less barley (*Hordeum sativum* L.). Journal of New Agricultural Science. 3 (7), 3-11. [In Persian with English Summary].

Bouman, B. A. M., Peng, S., Castaneda, A. R., Visperas, R. M., 2005. Yield and water use of irrigated tropical aerobic rice systems. Agricaltural Water Management. 74, 87-105.

Counce, P.A., 1984. Asymptotic and pavbolic yield and linear nutrier content responses rice population density. Agronomy Journal. 79, 864-869.

Dawey, D.R., Lu, K.H., 1959. A correlation and path-coefficient analysis of components of crested wheat grass seed production. Agronomy Journal. 51, 515-519.

Daynard, T.B., Kannenberg, L.W., 1976. Relationships between length of the actual and effective grain filling period and the grain yield of corn. Canaden Journal of Plant Science. 56, 237-242.

Doffing, S.M., Knight C.W., 1992. Alternative model for path analysis of small-grain yield. Crop Science. 32, 487-489.

Fukai, S., Pantuwan, G., Jongdee., Cooper, M., 1999. Screening for drought resistance in rainfed lowland rice. Field Crop Research. 64, 61-74.

Ghasempour Alamdari, M., Khodanandeh, N., 1384. Rice Production. Mabaas Press. 167p. [In Persian].

Archive of SID

www.SID.ir

Innes, P., Hoogendorn, J., Blackwell, R.D., 1985. Effects of difference in date of early emergence and height on yield of winter wheat. Journal Agricalture Science (Cambridge). 105, 543-549.

Ismail, C., 1988. Analysis of yield and its component and of path coefficient in early varieties of rice (*Oryza sativa*). Ciencia y Tecnica en la Agriculture, Arroz. 11(1), 7-17.

Jones, B.D., Synder, G.H., 1987. Seeding rate and raw spacing effect yield and yield components of drill-seeded rice. Agronmy Journal. 79, 627-629.

Kihupi, L.A., 1998. Inter relationship between yield and some selected agronomic characters in rice. African Crop Science Journal. 6(3), 323-328.

Lafitte, H.R., Blum, A., Atlin, G., 2003. Using secondary traits to help identify drought tolerant genotypes. In: K.S. Fischer, R. Lafitte, S. Fukai, G. Altin, B. Hardy (Eds.), Breeding Rice for Drought Prone Environment. IRRI Publications. International Rice Research Institute, Manila, Philippines.

Lafitte, H.R., Price, A.H., Courtois, B., 2004. Yield response to water deficit in an upland rice mapping population: Associations among traits and genetic markers. Field Crops Research. 6, 1237-1246.

Lafitte, H.R., Li, Z.K., Vijayakumar, C.H.M., Gao, Y.M., Shi, Y., Xu, J.L., Fu, B.Y., Yu, S.B., Ali, A.J., Domingo, J., Maghirang, R., Torres, R., Mackill, D., 2006. Improvement of rice drought tolerance through backcross breeding: Evalution of donors and selection in drought nurseries. Field Crops Research. 97, 77-86.

Lanceras, J.C., Griengrai, P., Boonrat, J., Theerayut, T., 2004. Quantitative trait loci associated with drought tolerance at reproductive stage in rice. Plant Physiology. 384-399.

Mehetre, S.S., Mahajan, C.R., Patil, P.A., Lad, S.K., Dhumal, P.M., 1994. Variability, heritability, correlation, path analysis and genetic divergence studies in upland rice. IRRI Nates. 19 (1), 8-10.

Mottan, J.C., Samy, N., 1973. Correlation of yield components and other metric traits with yield in tall and dwarf indica rice. Madras Agricaltural Journal. 60 (9), 1162-1168.

Ortiz, J., Longie, H., 1997. Path analysis and ideotyps for plant breeding. Agronomy Journal. 89, 988-994.

Palta, J. A., Kobata, T., Turner, N. C., Fillery, I. R., 1994. Remobilization of carbon and nitrogen in with as influenced by post-anthesis water deficits. Crop Science. 34, 118-124.

Pantuwan, G., Fukai. S., Cooper, M., Rajatasereekul. S.,OToole. J.C., Basnayake, J., 2004. Yield response of rice *Oryza sativa* L. genotypes to drought under rainfed low land. 4. Vegetative stage screening in the dry season. Feild Crop Research. 89,281-297.

Pospisilova, J., Synkova, H., Rulcova, J., 2000. Cytokinins and water stress. Biologia Plantarum. 43, 321-328.

Venuprasad. R., Lafitte, H.R., Atlin, G.N., 2007. Response to direct selection for grain yield under drought stress in rice. Crop Science. 47, 258-293.

Pirdashti, H., Sarvestani, Z.T., Nematzadeh, G., Ismail, A., 2004. Study of water stress effects in different growth stage on yield components of different rice (*Oryza sativa* L.) cultivars. New directions for a diverseplanet: Proceeding of 4th International Crop Science Congress Brisbane, Australia, 26 Sep.–1Oct. 2004.

Pori, Y.P., Qualset, C.O., Williams, W.A., 1982. Evaluation of yield components as selection criteria in barley breeding. Crop Science. 22, 927-931.

Rao. C.S., Rao, A.V., Prased, A.S.R., 1991. Effect of in admissible paths in path analysis. Indian Journal Agricalture Science. 61, 471-475.

Rasmusson, D.C., 1987. Ideotype reseach and plant breeding. In*:* J.P. Gustafson (ed.), Gene Manipulation in Plant Improvement. Plenum Press, New York.

Rasmusson, D.C., Canell, R.Q., 1970. Selection for grain yield and components of yield in barley. Crop Science. 10, 51-54.

Sabouri, H., Sabouri, A., Jafarzadeh Razmi, M. R., Mollashahi, M., Sajjadi, S.J., Jafarian, H., 2009. Determination of tolerant rice cultivars for Gonbad Kavous region. Final Report of Project. 46p. [In Persian].

Sandram, T., Palanisamy, S., 1994. Path analysis in early rice (*Oryza sativa* L.). Madras Agricalture Journal. 81(1), 28-29.

Archive of SID

www.SID.ir

Shanthakumar, G., Mahadevappa, M., 1998. Studies on genetic variability, correlation and path analysis in rice (*Oryza sativa* L.) over seasons. Karnataka Journal Agricalture Science. 11(1), 67-72.

Taher, A., 1988. Phisiological and lipid changes in some upland rice drought stress. Philippines University, College of Laguna Philippines. 102p.

Yoshida, S., 1981. Fundamentals of crop science. Intl. Rice Research. Institute. Los Banos, Philippines. pp. 20-47.

Zeng, X.P., Wang, L.X., 1988. A study on the genetic parameters for quantitative characters of high yield rice in Ningxia. Ningxia Journal of Agronomy and Foresty Science and Technology. 7(3), 7-12.

Zhang, D., 1998. An improved water use efficiency for winter wheat growth under reduced irrigation. Field Crop Research. 59, 91-98.

Archive of SID

www.SID.ir