

ارز. تحمل ژنوتیپ‌های برنج (*Oryza sativa L.*) به تنش خشکی انتهای فصل Evaluation of tolerance to terminal drought stress in rice (*Oryza sativa L.*) genotypes

کار، بابک ری^۱ ج زاده و مسعود اصفهانی^۲

چکیده

کار، ص. ب. ری^۱ ج. زاده و م. اصفهانی^۲ ارز. تحمل ژنوتیپ‌های برنج (*Oryza sativa L.*) خشکی^۳ انتهای. مجله علوم زراعی ایران. (۱۴۰۰) - - -

به منظور ارز. تحمل ژنوتیپ‌های برنج به تنش خشکی انتهای فصل و شناسایی ژنوتیپ‌های متتحمل و حساس به این ژنوتیپ برنج ایرانی و خارجی در قالب طرح بلوک، ی کامل تصادفی با سه تکرار در دو محیط بدون تنش و تنش خشکی در سال زراعی در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی داشتگاه گیلان مورد مطالعه قرار گرفتند. صفات مورد مطالعه شامل: ارتفاع بوته، تعداد خوش در بوته، تعداد دانه پر در خوش، تعداد خوش‌چه در خوش، عملکرد شلتونک، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت بود. ۴ واریانس نشان داد که اختلاف بسیار معنی دار ($p < 0.05$) بین ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه صفات مورد مطالعه در دو شرایط تنش و بدون تنش وجود داشت که بیانگر وجود تنوع ژنتیک بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه و امکان گزینش ژنوتیپ‌ها برای تحمل به خشک است. بن ژنوتیپ‌های مورد مطالعه نشان داد که در شرایط بدون تنش و تنش خشکی، بین عملکرد شلتونک متعلق به رقم نعمت به ترتیب مقدار / و / تن در هکتار بود، در حالت که کمترین عملکرد شلتونک در محیط بدون تنش متعلق به رقم ۵، بد به مقدار / تن در هکتار و در محیط تنش خشکی متعلق به رقم Diwani به مقدار / تن در هکتار بود. لازم به ذکر است که رقم نعمت از نظر اجزای عملکرد از جمله شامل تعداد خوش در بوته، تعداد خوش‌چه در خوش، تعداد دانه پر در خوش در محیط تنش و بدون تنش نیز وضعیت مطلوبی داشت. بررسی میزان درصد کاهش میانگین صفات در اثر تنش خشکی نشان داد که بیشترین آسیب ناشی از تنش خشکی، مربوط به عملکرد شلتونک (درصد) از نظر شاخص، بین مقدار شاخص م. (HM) به خشک، بین مقدار شاخص م. (GMP) (MP) (SSI) و تحمل (TOL) (RWC) متعلق به رقم نعمت (STI)، میزان نسبی آب بروگ (RWC) و کمترین مقدار شاخص، بین مقاومت به خشک و عملکرد شلتونک در دو محیط بدون تنش و تنش خشکی، نشان داد که بود. های RWC STI HM GMP MP داشتند و به عنوان شاخص‌های مناسب جهت گزینش به ارقام پرمحصول در هر دو محیط تنش و بدون تنش شناسایی شدند. در بین این شاخص، STI به عنوان بهترین شاخص تم

واژه، ی کل. ی: برنج، تنش خشکی انتهای فصل، شاخص‌های تحمل به خشکی، عملکرد شلتونک.

تاریخ در:

- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشکده علوم کشاورزی داشتگاه گیلان

- استادیار، دانشکده علوم کشاورزی، داشتگاه گیلان (مکاتبه کننده)

و - استادیار، دانشکده علوم کشاورزی، داشتگاه گیلان

تنش و بدون تنش دارند)، کروه B (ژنوت) که فقط عملکرد خوب در محیط بدون تنش دارند)، کروه C (ژنوت) که فقط عملکرد خوب در محیط دارند) و کروه D (ژنوت) که عملکرد پایین در هر دو محیط دارند (Fischer and Maurer, 1978).

ی متفاوت برای ارزیگانش گیاهان در شرایط مختلف و بن مقاومت و حساسیت اشاریه شده است. شری و مائورر (Fischer and Maurer, 1978) را پیشنهاد نمودند. مقدار کمتر SSI نشان دهنده برات کم عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط بدنی داری آن ژنوت است. روزیلی و هامبلن (Roselle and Hamblin, 1981) (TOL) را به صورت اختلاف بعملکرد تحت شرایط (Y_P) و بدون تنش (Y_S) دو مقدار Y_P و Y_S بف نمودند. مقادیر TOL دهنده تحمل بیشتر ژنوت در خلاف TOL در شاخص MP، مقادیر تر دلالت بر بشتر ژنوت ها به شرایط تنش دارد. با استفاده از شاخص، ی MP و TOL امکان تفکیک ژنوت را فراهم می کند. بر اساس تقسیم فرناندز وجود دارد (نقل از شفازاده و همکاران، ۱۹۹۲). که اختلاف نسیبی زیادی و وجود داشته باشد، شاخص MP دارای کارایی ب طرف بل عملکرد Y_P خواهد بود. بنابراین جهت رفع امشکل، شاخص GMP که بر اساس مقدار تنش و بدون تنش عملکرد ژنوت را تحت شرایط تنش و بدون تنش شود، ارایه گردید (Fernandez, 1992).

استفاده از شاخص SSI ژنوت را کروه B و C از سایر گروه ها بر اساس تقسیم فرناندز قابل تما-

کیاهی است که بیشترین نیاز آبی را در بین غلات دارد (Fischer and Maurer, 1978). این گیاه تارسیدگی فیزیولوژیک دانه، حدود ۵ هزار متر مکعب و برای بک کیلوگرم ماده خشک به بتراب از دارد (O'Toole and Chang, 1979). این گیاه تارسیدگی از محدودی اصلی که باعث کاهش عملکرد برنج شود، تنش کمبود آب است. ریچاردز (Richards, 1996) مان کرد که انتخاب بر اساس عملکرد ژنوت ها در هر دو محیط تنش و بدون تنش باعث انتخاب ژنوت با عملکرد بالا در شرایط بدنی مطلوب تحت شرایط خشک انتخاب شده و همزمان پاسخ به انتخاب در شرایط بدون تنش به دلیل وراثت پذیری کرد، حداکثر است. برنج در مرحله گلدهی بسیار حساس به تنش خشکی است و این بدان معنی است که پس از خارج نمودن آب مزرعه، ژنوتیپ با دوره گلدهی کوتاهتر نسبت به ژنوتیپی که گلدهی آن به تاخیر افتاده، کمتر تحت تاثیر تنش قرار می گیرد (Lafitte, 2003). برداشت و همکاران (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 روی به طور معنی داری باعث کاهش ارتفاع باه گردید و تعداد پنجه ها را نیز کاهش داد، اما در مرحله زایی و پرشدن دانه، تعداد دانه در خوش، وزن هزار دانه و عملکرد شلتون که طور معنی داری کاهش داشت.

ژنوت ها را بر اساس واکنش آنها به شرایط تنش و بدون تنش به چهار کروه تقسیم کنند: کروه A (ژنوت) که عملکرد خوب در دو محیط

1- Stress Susceptibility Index

2- Tolerance Index

3- Stress

4- Non-stress

5- Mean Productivity

6- Geometric Mean Productivity

(ابعاد کرت ×) و با تراکم بوته در هر متر مربع در نظر گرفته شد. بعد از انتساب تصادفی تیمارها به واحدهای آزمایشی، نشاء کاری به صورت انجام شد. در هر کرت، ردیف به فاصله سانتیمتر و در هر ردیف

آبیاری مزرعه آزمایش در هر دو بیانیه و بدون تنفس، تا انتهای مرحله پنجه زدن ارقام به طور یکسان و به صورت غرقایی انجام شد. سپس در آزمایش در شرایط تنفس خشک، انتهای فصل، آبیاری طور کامل قطع شد، و حدود دو هفته طول کشید تا زمین از حالت غرقایی خارج شود. در حالی که در آزمایش در شرایط بدون تنفس، آبیاری به طور کامل تا انتهای دوره رسید کی انجام شد. جهت تامین نیاز کودی ارقام، کود نیتروژن به میزان کیلو گرم در هکتار (نصف در زمان کاشت و نصف در مرحله پنجه دهنده) و کود فسفره به میزان کیلو گرم در هکتار در ابتدای کاشت داده

. کلیه عملیات زراعی از قبیل وجین، مبارزه با آفات و بیماری‌ها مطابق با روش معمول انجام شد. میزان بارندگی در دوره قطع آبیاری (تیر و مرداد) طبق آمار اداره هواشناسی رشت (IRIMO, 2006) / اداره هواشناسی رشت (IRIMO, 2006) /

بوده است و به عنوان شرایط طبیعی منطقه در نظر گرفته . تنفس خشکی در مرحله زایشی (مرداد) و برای تمامی ارقام به طور یکسان اعمال شد. صفات مورد مطالعه شامل ارتفاع بوته (ارتفاع بلندترین پنجه از ناحیه طوقه در سطح خاک تا نوک خوش بدلون احتساب ریشک)، بر حسب سانتیمتر)، طول خوشه (طول تصادفی در هر بوته و بوته در هر کرت، از دم خوشه تا انتهای خوشه بدون در نظر گرفتن ریشک، بر حسب ()، طول (از نوک برک پرچم تا قسمت انتهایی برک پرچم بر حسب سانتی متر) و عرض برک پرچم از پنهن ترین قسمت برک پرچم بر حسب سانتی متر) تعداد دانه‌پر در خوشه (تعداد دانه‌های پرس و سالم در

(Fernandez, 1992). فرناندز (Fernandez, 1992) نمود و (STI) را بنیش آن است که قادر به تفکیک ژنوتیپ A از سه کروه دارد (Fernandez, 1992). ژنوتیپ A بدارتر بر اساس اشخاص دارای مقادیر STI و بنابراین انتظار رود که با استفاده از این شاخص ژنوتیپ A کروه A از سایر کروه‌ها قابل تفکیک باشند. شاخص دیگر، شاخص میانگین هارمونیک (HM) است که توسط فرناندز (Fernandez, 1992) .

منظور بررسی ژنوتیپ A به تنفس خشک انتهای شرکت ژنوتیپ برنج ایرانی و خارجی در دو محیط بدون تنفس و تنفس خشکی و ارزیابی صفات مهم زراعی و مورفو لوژیک و شاخص A و تتحمل به تنفس انجام شد.

مواد و روش

به منظور بررسی واکنش ژنوتیپ‌های برنج به تنفس خشکی انتهای ژنوتیپ برنج ایرانی و خارجی (جدول 1) در دو آزمایش جداگانه هر کدام در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار مورد مطالعه قرار گرفتند. آزمایش‌ها در مزرعه تحقیقاتی دانشکده علوم کشاورزی دانشکاه کیلان واقع در رشت با طول جغرافیایی درجه ۳۷° دقيقه شرقی و عرض سطح دریایی ازad در سال زراعی ۱۴۰۰ انجام شد. بذر کافی از ژنوتیپ مورد مطالعه پس از ضد عفونی با وایتکس تجاری در صد در خزانه کشت شد. پس از اینکه ارتفاع نشاء‌ها به حدود سانتیمتر رسید (رقم حدود 1) روز پس از کاشت بذر در خزانه نشاء‌ها به مزرعه منتقل شدند. اندازه واحد، ای آزمایش

جدول - نام، منشا و خصوصیات زراعی ژنوتیپی

Table 1. Name, origin and characteristics of rice genotypes

شماره No.	Genotype	ژنوتیپ	Origin	ارتفاع گیاه Plant height	رسیدگی Maturity	شماره No.	Genotype	ژنوتیپ	Origin	ارتفاع گیاه Plant height	رسیدگی Maturity
1	Abjiboujy	آبجی بوچی	Iran	زودرس	26	Kadous	کادوس	IRRI	دیررس		
2	Sadri	صداری	Iran	زودرس	27	Shahpasand	شاه پ	Iran	میان رس		
3	Domsiah-Solimandarab	دم سیاه سلیمانداراب	Iran	زودرس	28	Tarommahali	طارم محلی	Iran	زودرس		
4	Mohammadi-Chaparsar	محمدی چپرسر	Iran	زودرس	29	Deilamani	دلمانی	Iran	میان رس		
5	Ghashange		Iran	زودرس	30	Neda	ندا	Iran	دیر رس		
6	Mehr		Iran	میان رس	31	Sange-Tarom	سنگ طارم	Iran	میان رس		
7	Amol 3	آمل ۳	Iran	دیررس	32	Gill 1		Iran	دیررس		
8	Tarom-Mantaghe	طارم	Iran	زودرس	33	Gill 3		Iran	دیررس		
9	Gharib		Iran	زودرس	34	Nemat		Iran	دیررس		
10	Hasansaraei	حسن سارایی	Iran	زودرس	35	Gharib-Siahreihani	غرب سیاه ریحانی	Iran	زودرس		
11	Hasansaraei-Atashgah	سارایی انشکاه	Iran	زودرس	36	Ahlami-Tarom	اهمی طارم	Iran	زودرس		
12	Domsephid	دم سفید	Iran	زودرس	37	Hashemi		Iran	زودرس		
13	Salari	سالاری	Iran	زودرس	38	Line 6		Iran	پاکوتاه		
14	Anbarboo		Iran	زودرس	39	IR24		IRRI	دیررس		
15	Sepidrood	سبیدرود	Iran	میان رس	40	IR60		IRRI	دیررس		
16	Sangjo		Iran	زودرس	41	IR30		IRRI	دیررس		
17	Champaboodar	چمپا بودار	Iran	زودرس	42	IR50		IRRI	دیررس		
18	Binam	بنام	Iran	زودرس	43	IR36		IRRI	دیررس		
19	Bejar	بخار	Iran	دیررس	44	New Bonnet		USA	پاکوتاه		
20	Dorfak	درفک	Iran	دیررس	45	Vandana		IND	پاکوتاه		
21	Domsorkh	دم سرخ	Iran	زودرس	46	IR64		IRRI	دیررس		
22	Domsiah	دم سیاه	Iran	زودرس	47	Araguia		BRA	پاکوتاه		
23	Khazar	خرز	Iran	میان رس	48	Diwani		SUR	پاکوتاه		
24	Domzard	دم زرد	Iran	زودرس	49	IR28		IRRI	پاکوتاه		
25	Alikazemi	علی کاظمی	Iran	زودرس							

برک کلیه بوته های هر کرت محاسبه گردید) و شاخص برداشت (از تقسیم عملکرد شلتوك به عملکرد بیولوژیک بدست آمد) اندازه ی . اندازه ی صفات مطابق با دستورالعمل استاندارد موسسه بقات بـ المـلـ (IRRI) انجام شد (Anonymous, 1996). برای اندازه ی صفات مورد مطالعه، از هر واحد ازما بوته به طور تصادفی انتخاب شد و مـ بن انها مورد تجزیه و تحلیل اماری قرار گرفت. برای ارزـ زان حسابـ

ژنوتـ	
(GMP)	(MP)
بن هارمونـ کـ	
(STI)	(TOL)
مـورد ارزـ	(SSI)

قرار گرفتند (Fischer and Maurer, 1978; Rosielle and Hamblin, 1981; Fernandez, 1992). مقدار نسـ آب برـ کـ (RWC) برـ اساس معادلهـ کـ و همکاران (Siddique *et al.*, 2000)

() هـ اصلـی بوـته تصادـفی از هـ کـرت بعد از رسـیدـن کـاملـ دـانـهـ، تـعدـادـ خـوشـهـ چـهـ در خـوشـهـ (تـعدـادـ کـلـ دـانـهـ هـای پـرـ و پـوـکـ در خـوشـهـهـ اـصـلـی تـصادـفـی اـزـ هـ کـرتـ)، تـعدـادـ خـوشـهـ در بوـتهـ (تـعدـادـ هـای خـوشـهـدـارـ و قـابلـ برـداـشتـ درـ بوـتهـ تـصادـفـی اـزـ هـ کـرتـ و درـ مرـحلـهـ خـمـیرـیـ شـدـنـ دـانـهـ)، طـولـ و عـرضـ شـلتـوـکـ (طـولـ و عـرضـ شـلتـوـکـ درـ هـرـ بوـتهـ و درـ بوـتهـ اـزـ هـ کـرتـ برـ حـسـبـ مـیـلـیـ مـترـ توـسـطـ دـسـتـکـاهـ)، مـقـدـارـ نـسـیـ آـبـ برـ کـ (RWC) (روـیـ برـ کـ پـرـ چـمـ اـنـداـزـهـ کـیـرـیـ شـدـ)، رـوزـ تـاـ درـ صـدـ کـلـدـهـ (تـعدـادـ رـوزـهـاـ اـزـ کـاشـتـ بـذـرـ درـ خـزانـهـ تـاـ درـ صـدـ کـلـدـهـ هـایـ هـرـ کـرتـ)، رـوزـ تـاـ رسـ کـاملـ (تـعدـادـ رـوزـهـاـ اـزـ کـاشـتـ بـذـرـ درـ خـزانـهـ تـاـ مرـحلـهـ رسـیدـکـیـ کـاملـ دـانـهـاـ وـ برـداـشتـ مـحـصـولـ بوـتهـهـ اـزـ هـ کـرتـ) وزـنـ هـزارـ دـانـهـ (وزـنـ هـزارـ دـانـهـ تـصادـفـیـ درـ هـرـ کـرتـ برـ حـسـبـ کـرمـ)، عملکـردـ شـلتـوـکـ (عملکـردـ شـلتـوـکـ کـلـ هـایـ هـرـ کـرتـ محـاسـبـهـ وـ برـ حـسـبـ تـنـ درـ هـکـتـارـ بـیـانـ گـردـیدـ)، عملکـردـ بـیـولـوـژـیـکـ (عملکـردـ شـلتـوـکـ وـ سـاقـهـ وـ

$$RWC\% = \frac{(وزن خشک - وزن آماس)}{(وزن خشک - وزن تر)} \times 100$$

() / < p ژنوتیپ بر کلیه صفات مورد مطالعه در دو شـراـ تـنشـ خـشـکـیـ وـ بـدـونـ تـنشـ اـسـتـ (جدـولـ).

مقایسه میانگین ژنوتیپ هـا نـشـانـ دـادـ کـهـ درـ شـراـ بدونـ تـنشـ وـ تـنشـ خـشـکـیـ يـهـ بنـ عملکـردـ شـلتـوـکـ (PY) مـتـعلـقـ بـهـ رـقـمـ نـعـمـتـ بـهـ تـرـتـیـبـ تـعدـادـ / وـ / تـنـ درـ هـکـتـارـ بـودـ. درـ حـالـ کـهـ کـمـتـرـینـ عملکـردـ شـلتـوـکـ (PY) درـ مـحـیـطـ بدونـ تـنشـ مـتـعلـقـ بـهـ رـقـمـ دـمـ، بـهـ مـقـدـارـ / تـنـ درـ هـکـتـارـ وـ درـ مـحـ

مـتـعلـقـ بـهـ رـقـمـ Diwani بـهـ مـقـدـارـ / تـنـ درـ هـکـتـارـ بـودـ (جدـولـ ۱). بنـ بـودـنـ عملکـردـ درـ اـینـ ژـنـوتـیـپـ، رـاـمـ تـوانـ باـ مـتـغـیرـ بـودـنـ اـجـزـاءـ عملکـردـ درـ اـنـهـاـ وـ

پـسـ اـزـ انـداـزـهـ یـ وـ اـرـزـ. بـهـ وـارـیـانـسـ سـادـهـ صـفـاتـ درـ هـرـ دـوـ مـحـیـطـ، دـرـ صـدـ مـیـانـگـینـ کـاـهـشـ صـفـاتـ کـیـاـهـیـ درـ اـثـرـ تـنشـ خـشـکـیـ اـنـتـهـایـ فـصـلـ وـ تـجزـیـهـ وـارـیـانـسـ مـرـکـبـ آـنـهـاـ درـ قـالـبـ بـهـ اـدـغـامـ شـدـهـ بـرـایـ دـادـهـ یـ دـوـ مـ بـطـ اـنـجـامـ شـدـ. هـمـچـنـیـنـ ضـرـایـبـ هـمـبـسـتـکـیـ بـینـ شـاـخـصـهـاـ وـ عملـکـردـ تـحـتـ هـرـ دـوـ شـرـایـطـ مـحـاسـبـهـ گـردـیدـ. بـرـایـ بـهـ وـ تـحلـیـلـ دـادـهـهـاـ وـ اـنـجـامـ کـلـیـ اـزـ آـمـارـیـ اـزـ نـرمـ اـفـزارـهـاـ یـ SPSS 11 وـ SAS 9.1 استـفادـهـ گـردـیدـ.

جـ وـ بـحـثـ

بـهـ وـارـیـانـسـ حـاـکـمـ اـزـ اـثـرـ بـسـیـارـ مـعـنـیـ دـارـیـ

اثرات تنفس آب در مراحل مختلف رشد رویشی، گلدهی و پرشدن دانه‌ها را روی عملکرد و اجزای عملکرد: رقم برنج طارم، خزر، فجر و نعمت مطالعه کردند. نتایج آنها نشان داد که تنفس آب در مرحله رو: طور معنی‌داری باعث کاهش ارتفاع بوته و تعداد پنجه‌ها شد، در حالی که تنفس آب در مرحله زا: و پرشدن دانه، تعداد دانه و وزن دانه‌ها را کاهش داد. تنفس آب در مرحله گلده، کاهش عملکرد دانه‌ی را نسبت به بقیه مراحل نشان داد. کاهش عملکرد دانه در نتیجه کاهش باروری ها و کاهش درصد پرشدن دانه‌ها بود. اعمال تنفس آب در مراحل رو: و پرشدن دانه میزان عملکرد را به ترتیب اندازه و درصد کاهش داد. رقم نعمت بن کاهش عملکرد و طارم کمترین کاهش عملکرد را نشان داد. با توجه به این که آزمایش این محققین، در شرایط گلخانه‌ای صورت گرفته و شرایط کاملاً متفاوتی را با زمین آزمایشی داشت و با توجه به این که در شرایط های محیطی دیگری بروی کیا تاثیر می-کذارند و عملکرد آنها را دهنده، نتایج آنها با برتر دارد.

فوکای و کوپر (Fukai and Cooper, 1995) اظهار نمودند که با تلف بقات فیلوزیک و برنامه‌ی نژادی می‌توان ژنتیکی برنج متتحمل به خشکی را از روی عملکرد دانه‌ها انتخاب نمود، به‌طوری که ژنتیکی متتحمل به خشکی عملکرد دانه بالاتری را بر ژنتیکی داشته باشند. ا.

بان نمودند که دلیل اصلی کسری شرفت در اصلاح برای مقاومت به خشکی در برنج، عدم شناسا: دقیق بود کشت برنج است. مده آنها، ژنتیکی - که تحت شرایط کمبود آب، پتانسیل آب برگ خود را در حد بالا: کنند، بهتر رشد کرده و در نتیجه عملکرد دانه می‌کنند (Fukai and Cooper, 1995).

فوکای (Fukai, 1999) بز اظهار داشت که پابنداری و

همچنین واکنش متفاوت نسبت به شرایط محیطی مرتبط دانست. با توجه به عملکرد و شاخص برداشت بالای رقم نعمت تحت شرایط رشدی و زمان گلدهی مناسب، این رقم جهت فرار از خشکی و حفظ رشد در خلال دوره خشکی رقمی مناسب برای کاشت در شرایط خشکی محسوب می‌گردد. لازم به ذکر است که تحت شرایط تنفس، عملکرد ژنتیکی، انتخاب

زیرا عملکرد دانه، صفت کمی بوده و توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود. همچنین وراثت پذیری این صفت به دلیل معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنتیکی (جدول ۱) پایین بوده و بنابراین انتخاب بر اساس صرافا عملکرد دانه در جهت بهبود تحمل به خشکی چندان موثر نخواهد بود و باید اجزای عملکرد و سایر صفات عملکرد دانه را مدنظر قرار داد. صفات مورفولوژیک و فنولوژیک به سادگی و با دقت زیاد قابل اندازه‌گیری بوده و وراثت پذیری نسبتاً بالایی دارند، پس انتخاب بر اساس این صفات ممکن است راه مطمئن و سریعی برای غربال جوامع کیاها و بهبود عملکرد باشد (Richards, 1996). در حقیقت انتخاب ژنتیکی‌های متتحمل به خشکی علاوه بر اینکه باید با نتایج هر دو آزمایش انجام شود، باید بر مبنای شاخص انتخاب که علاوه بر عملکرد، صفات مرتبط با عملکرد مثل تعداد خوش در بوته، تعداد دانه در خوش و صفات فنولوژیک را نیز در بردارد انجام شود.

بودن عملکرد بیولوژیک رقم نعمت را می‌توان به تعداد خوش در بوته، تعداد دانه پر در خوش و تعداد خوش در بوته نسبت داد، زیرا عملکرد بیولوژیک بر اثر تنفس (جدول ۱). وینکل (Winkel, 1989) دریافت که در غلات حساس مرحله به خشکی حد فاصل به خوش رفتن تا گلدهی است و واریته‌هایی که قبل از گلدهی بتوانند بیوماس بالایی تولید و ذخیره مواد پرورده در ساقه را افزایش دهنده جزء واریته‌های متتحمل به خشکی محسوب . برداشت و همکاران (Pirdashti et al., 2004).

جدول - تجزیه واریانس ساده برای صفات زراعی و مورفولوژیکی در ژنوتیپ های برنج در شرایط بدون تنش و تنش خشکی

Table 2. Analysis of variance for agromorphological traits in rice genotypes under non-stressed and stressed conditions

S.O.V.	تغیرات	درجه آزادی	df	(MS) بن مربعات												آب نسبی برگ		
				Non-stressed						بدون تنش								
				طول	عرض برگ	تعداد دانه پر	تعداد خوشه در خوشه	تعداد خوشه چه در خوشه	تعداد	طول	عرض	درصد	روز تا رشد	وزن هزار دانه	عملکرد شلتوك	عملکرد بیولوژیک	برداشت	
Replication	تکرار	2	0.62 ^{ns}	1.71*	0.81 ^{ns}	0.00004 ^{ns}	2.35 ^s	4.15 ^{ns}	1.80 ^{ns}	0.0002 ^{ns}	0.0002 ^{ns}	10.90**	5.14**	0.009 ^{ns}	0.01*	0.002 ^{ns}	0.00007 ^{ns}	0.0001 ^{ns}
Genotype	ژنوتیپ	48	2242.45**	38.69**	154.52**	0.07**	1277.68**	1481.18**	207.25**	1.63**	0.29**	266.53**	193.45**	9.25**	4.31**	12.89**	0.007**	0.02**
Error	اشتاه	96	1.60	0.43	0.66	0.0001	1.48	1.66	0.61	0.0001	0.0001	0.75	0.48	0.007	0.003	0.001	0.00003	0.00004
C.V. (%)	ضریب تغییرات (درصد)		10.00	9.02	8.91	9.60	7.70	7.60	6.03	4.10	4.00	9.90	6.10	0.34	17.20	15.32	15.21	4.00

Table 2: Continued ادامه جدول

(MS) بن مربعات

S.O.V.	تغیرات	درجه آزادی	df	(MS) بن مربعات												آب نسبی برگ		
				Stressed						-								
				طول	برگ	عرض برگ	تعداد دانه پر در	تعداد	تعداد	طول	عرض	درصد	روز تا رشد	وزن هزار دانه	عملکرد شلتوك	عملکرد بیولوژیک	برداشت	
Replication	تکرار	2	2.98 ^{ns}	1.22*	3.26**	0.00004 ^{ns}	5.70*	11.10**	4.38 ^{ns}	0.0003 ^{ns}	0.00002 ^{ns}	7.63**	0.49 ^{ns}	0.00002 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.007 ^{ns}	0.00009 ^{ns}	0.00006 ^{ns}
Genotype	ژنوتیپ	48	2270.50**	33.22**	61.30**	0.06**	938.99**	981.69**	63.68**	2.23**	0.23**	208.77**	193.72**	15.43**	2.79**	10.64**	0.009**	0.01**
Error	اشتاه	96	1.94	0.29	0.43	0.0003	1.26	1.65	0.70	0.0003	0.00009	0.88	0.66	0.0002	0.003	0.007	0.0001	0.00005
C.V. (%)	ضریب تغییرات (درصد)		16.11	9.31	8.10	7.21	9.70	8.80	9.54	8.10	4.50	10.50	7.30	0.90	19.81	18.31	16.21	5.10

* ns, ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱% و ۰.۵%.

PH: ارتفاع بوته، PL: طول خوشه، FLL: طول برگ پرچم، FLW: عرض برگ پرچم، GNP: تعداد دانه پر در خوشه، SNP: تعداد خوشه چه در خوشه، PNP: عرض شلتوك، PW: طول شلتوك، DF: روز تا رشد گلدهی،

TG: روز تا رسدگی کامل، PY: وزن هزار دانه، DM: عملکرد شلتوك، BY: عملکرد بیولوژیک، HI: شاخص برداشت و RWC: آب نسبی برگ.

PH: Plant height, PL: Panicle Length, FLL: Flag leaf length, FLW: Flag leaf width, GNP: Grain number per panicle, SNP: Spikelet number per panicle, PNP: Panicle number per plant, PL: Paddy length, PW: Paddy width, DF: Days to flowering, DM: Days to maturity, TGW: Thousand grain weight, PY: Paddy yield, BY: Biological yield, HI: Harvest index, RWC: Relative water content.

جدول ' - بن و درصد کاهش انها در ژنوتیپ‌های برنج در شرایط بدون تنش و تنش خشکی

Table 3. Means and the reduction percentage of them in rice genotypes under non-stressed and stressed

Trait	conditions			
	شرایط تنش Stressed condition	شرایط بدون تنش Non-stressed condition	درصد کاهش Reduction (%)	مقدار t t - Value
PH	119.56	126.18	5.24	1.20 ^{ns}
PL	27.94	31.44	11.13	5.00**
FLL	36.58	42.89	14.71	5.09**
FLW	0.40	1.55	9.67	4.78**
GNP	115.41	157.27	26.61	10.76**
SNP	145.39	169.44	14.19	5.79**
PNP	16.97	25.48	33.39	6.23**
PL	9.53	9.81	2.85	1.77 ^{ns}
PW	2.48	2.58	3.87	1.72 ^{ns}
DF	88.82	91.35	2.76	1.50 ^{ns}
DM	110.13	113.59	3.04	2.19*
TGW	22.97	25.32	9.28	5.75**
PY	2.92	4.87	40.04	8.96**
BY	6.74	9.86	31.64	7.79**
HI	0.43	0.49	12.24	5.82**
RWC	0.55	0.67	17.91	7.06**

* و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۰.۱٪ ns

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

PH: ارتفاع بوته، PL: طول خوش، FLL: طول برگ پرچم، FLW: عرض برگ پرچم، GNP: عدد دانه بر در خوش، SNP: عدد خوش‌چه در خوش، PNP: عرض شلتونک، PW: عرض شلتونک، DF: روز تا درصد گلدهی، DM: روز تا رسیدگی کامل، TGW: وزن هزار دانه، PY: عملکرد بیولوژیک، BY: عملکرد شلتونک، HI: شاخص برداشت و RWC: آب نسبی برگ.

PH: Plant height, PL: Panicle Length, FLL: Flag leaf length, FLW: Flag leaf width, GNP: Grain number per panicle, SNP: Spikelet number per panicle, PNP: Panicle number per plant, PL: Paddy length, PW: Paddy width, DF: Days to flowering, DM: Days to maturity, TGW: Thousand grain weight, PY: Paddy yield, BY: Biological yield, HI: Harvest index, RWC: Relative water content.

اند و از نظر عملکرد و شاخص‌های تحمل به (جدول ') نیز در وضعیت مطلوبی قرار دارند. بنابراین در تحقیقات مربوط به تحمل به خشکی (ویژه‌های آخر فصل) توجه به صفت زودرسی کیاه ضرورت دارد تا اثر تنش در زمان گلدهی به حداقل بررسد، چون زمان گلدهی به عنوان مرحله اصلی کننده عملکرد و اجزای عملکرد دانه برنج محسوب شود.

درصد کاهش مبنی بر صفات در اثر تنش خشکی در جدول ' نشان داده شده است. ن آب از تنش خشکی، مربوط به عملکرد شلتونک (درصد) محاسبه کرده که با در نظر گرفتن درصد تغیرات

عملکرد بالا در برنج، ی غرقابی تحت تنش خشکی تواند به وسیله فنولوژی مناسب گیاه تامین شود، به ویژه دوره رشد کوتاه (زودرسی) تواند مانع از تقارن گلدهی و رسیدگی با تنش خشکی دیرهنکام (آخر شود. با توجه به اینکه رقم محمدی چهارم از زودرس ترین ژنوتیپ، حسوب شده و اثر تنش در زمان گلدهی آن حداقل است. با وجود این که این رقم بدليل زودرسی از مکانیسم فرار از خشکی استفاده کرده ولی به علت دارا بودن عملکرد پایین در شرایط تنش تواند به عنوان یک رقم متتحمل به شمار رود زمان رسیدگی ارقامی مانند نعمت، بخار و IR50 ای است که کمتر تحت تاثیر تنش خشکی دیرهنکام قرار

جدول ۱ - تجزیه واریانس مرکب برای صفات مختلف در ژنوتیپ های برنج در دو محیط بدون تنفس و تنفس خشکی

Table 4. Combined analysis of variance for different traits in rice genotypes under non – stressed and stressed

conditions

S.O.V	منابع تغییرات	df	میانگین مرباعات (MS)				
			PH	PL	FLL	GNP	SNP
Environment (E)		1	3222.92**	904.01**	2933.61**	128799.87**	42526.53**
Rep (Environment)	تکرار درون محیط	4	1.80 ^{ns}	1.46**	2.04**	4.02*	7.62**
Genotype	ژنوتیپ	48	4451.49**	63.32**	184.31**	1806.36**	2033.21**
Environment × Genotype	ژنوتیپ × اشتباہ آزمایشی	48	61.45**	8.59**	31.51**	410.30**	429.66**
Error	اشتباه آزمایشی	192	1.77	0.36	0.55	1.37	1.66
C.V.(%)	ضریب تغییرات (ادرصد)		8.1	7.02	8.1	8.6	8.32

ادامه جدول

Table 4: Continued

S.O.V	منابع تغییرات	df	میانگین مرباعات (MS)				
			PW	DF	DM	PY	HI
Environment (E)		1	0.79**	470.69**	881.22**	278.79**	0.25**
Rep (Environment)	تکرار درون محیط	4	0.0001 ^{ns}	9.27**	2.82**	0.006 ^{ns}	0.0001 ^{ns}
Genotype	ژنوتیپ	48	0.48**	461.13**	367.52**	5.73**	0.015**
Environment × Genotype	ژنوتیپ × اشتباہ آزمایشی	48	0.04**	14.17**	19.65**	1.36**	0.001**
Error	اشتباه آزمایشی	192	0.01	0.81	0.57	0.003	0.00009
C.V.(%)	ضریب تغییرات (ادرصد)		4.00	10.00	6.70	14.10	12.20
							5.11

* و ** به ترتیب غیر معنی دار و معنی دار در سطح احتمال٪ و ns

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

PH: ارتفاع بوته، PL: طول خوش، PW: عرض برگ پرچم، FLL: طول برگ، GNP: عدد دانه پر در خوش، PNP: عرض شلتوك، DF: عدد خوش‌چه در خوش، DM: درصد گلدهی، TGW: وزن تارسیدگی کامل، PY: وزن هزار دانه، BY: عملکرد بیولوژیک، HI: برداشت و RWC: آب نسبی برگ.

PH: Plant height, PL: Panicle length, FLL: Flag leaf length, FLW: Flag leaf width, GNP: Grain number per panicle, SNP: Spikelet number per panicle, PNP: Panicle number per plant, PL: Paddy length, PW: Paddy width, DF: Days to flowering, DM: Days to maturity, TGW: Thousand grain weight, PY: Paddy yield, BY: Biological yield, HI: Harvest index, RWC: Relative water content.

دانه را به طور معنی داری کاهش داد. بر بعد از روز خ بف شده و آب موجود در خاک نیاز آبی کیاه را تا ده روز تامین کرد. درصد کاهش طول برگ پرچم و عرض برگ پرچم در اثر تنفس خشکی به ترتیب / و / درصد بود (جدول ۱). از آنجایی که برگ پرچم یکی از اجزای فعال در فتوسنتر برنج می باشد، به این ترتیب احتمالاً کاهش طول و عرض برگ پرچم یکی از دلایل تعداد دانه پر در خوش و متعاقب آن عملکرد دانه بوده است. نتایج تحقیقات سایر محققین نیز نشان می دهد که کاهش طول و عرض برگ پرچم در برنج باعث

صفات م توان چنین استنباط کرد که این اسباب از کاهش شدید اجزای عملکرد (تعداد دانه پر در خوش، تعداد خوش‌چه در خوش، تعداد خوش در بوته و وزن هزار دانه) باشد که دلیل آن اعمال تنفس کمبود آب در دوره پرشدن دانه م بیان مذکور (Pirdashti et al., 1997) و همکاران (Jongdee et al., 1997) می رددند و همکاران (Zheng et al., 2003) و ماتسوشی (Matsushima, 1966) مطابقت دارد. ژانگ و همکاران (Zheng et al., 2003) به این بجه دست یافتد که تنفس رطوبت روز بعد از درصد خوش‌دهم عملکرد

جدول ۱ -

های مقاومت به خشکی و عملکرد ارقام برنج در شرایط تنفس خشکی و بدون تنفس (با استفاده از روش توکی در سطح احتمال %)

Table 5. Mean comparison of paddy yield and drought tolerance indices in rice genotypes under stress and non-

stress (using Tukey method at the 1% probability level) conditions

Genotype	عملکرد شلتوك ژنوتیپ	Paddy yield		های تحمل به تنفس					
		Y _S	Y _P	MP	GMP	HM	TOL	SSI	STI
Abjiboujy	آبجی بوجی	2.02	3.87	2.95	2.80	2.66	1.84	1.19	0.33
Sadri	صدری	2.08	3.92	3	2.85	2.72	1.84	1.17	0.34
Domsiah-Solimandarab	دمسیاه سلیمانداراب	2.71	4.39	3.55	3.45	3.36	1.67	0.95	0.50
Mohammadi-Chaparsar	محمدی چپرسر	2.85	3.94	3.40	3.35	3.31	1.09	0.69	0.47
Ghashange		3.27	5.09	4.18	4.08	3.99	1.82	0.89	0.70
Mehr		2.44	4.42	3.43	3.28	3.14	1.98	1.12	0.45
Amol 3	آمل ۳	2.78	5.24	4.01	3.82	3.64	2.46	1.17	0.61
Tarom-Mantaghe	طارم منطقه	3.11	6.17	4.64	4.38	4.14	3.05	1.24	0.81
Gharib		2.49	3.74	3.12	3.05	2.99	1.25	0.83	0.39
Hasansaraei	حسن سرایی	2.40	3.74	3.07	3	2.92	1.34	0.89	0.38
Hasansaraei-Atashgah	حسن سرایی آتشگاه	2.14	3.13	2.64	2.59	2.55	0.99	0.78	0.28
Domsephid	دم سفید	1.82	2.74	2.28	2.24	2.19	0.92	0.84	0.21
Salari	سالاری	2.33	3.33	2.83	2.73	2.74	0.99	0.74	0.32
Anbarboo		2.27	3.31	2.79	2.74	2.69	1.04	0.79	0.31
Sepidrood	سپیدرود	4.59	6.53	5.56	5.48	5.40	1.93	0.74	1.26
Sangjo		2.58	4.69	3.64	3.48	3.33	2.11	1.12	0.51
Champaboodar	چمبا بودار	4.12	5.79	4.96	4.89	4.82	1.66	0.72	1.01
Binam	بینام	3.22	5.23	4.23	4.11	3.99	2.01	0.95	0.71
Bejar	بخار	4.03	6.98	5.50	5.30	5.11	2.95	1.05	1.18
Dorfak	درفک	2.68	6.07	4.38	4.04	3.72	3.38	1.39	0.68
Domsorkh	دم سرخ	1.96	3.80	2.88	2.73	2.59	1.83	1.21	0.31
Domsiah	دم سیاه	3.67	3.92	3.79	3.79	3.79	0.25	0.16	0.22
Khazar	خرز	3.27	5.26	4.27	4.15	4.03	1.99	0.94	0.72
Domzard	دم زرد	2.22	3.99	3.11	2.98	2.86	1.77	1.10	0.37
Alikazemi	علی کاظمی	3.13	4.39	3.76	3.71	3.66	1.25	0.71	0.57
Kadous	کادوس	3.66	5.63	4.64	4.54	4.44	1.97	0.87	0.87
Shahpasand	شاه پسند	3.41	4.94	4.18	4.11	4.04	1.53	0.77	0.71

بود. از آنجایی که در اثر تنفس خشکی طول دوره زایشی کیاهان کاهش یافته بود این نتیجه دور از انتظار باشد، زیرا در اثر تنفس خشکی سطح سبز برک و دوام آن کاهش یافته و متعاقب آن تولید مواد فتوسترنزی نقصان می‌د و به علت کمی مواد فتوسترنزی و افزایش رقابت درون بوته‌ای تعداد پنجه بارور و در نتیجه تعداد دانه پر کمتری تولید می‌کردد، و این تنفس خشکی، موجب کاهش نسبی بیشتر تعداد دانه‌ها در مقایسه با وزن دانه شد که با گزارشات فیشر و مائور (Fischer and Maurer, 1978) در خصوص گندم نان

کاهش فتوسترنز شده و سپس موجب کاهش تعداد دانه پر در خوشه، تعداد دانه در خوشه و تعداد خوشه در بوته یعنی اجزای عملکرد می‌کردد. (Lafitte et al., 2004; Kumar and Kujur, 2003) صفات تعداد خوشه در بوته (/ درصد) و تعداد دانه پر در خوشه (/ درصد) قرار گرفتند، بطوری که کاهش شدید این عوامل باعث کاهش عملکرد شلتوك شد. بنابراین کاهش عملکرد شلتوك در شرایط تنفس خشکی به کاهش تعداد خوشه در بوته و تعداد دانه پر در خوشه

ادامه جدول ۱
Table 5: Continued

Genotype	ژنوتیپ	عملکرد شلتوك		های تحمل به تنفس					
		Paddy yield	Y _S	Y _P	MP	GMP	HM	TOL	SSI
Deylamani	دیلمانی	2.07	4.88	3.48	3.18	2.91	2.81	1.44	0.42
Tarommahali	طارم محلی	2.41	3.70	3.06	2.99	2.93	1.28	0.86	0.37
Deilamani	دیلمانی	3.26	6.82	5.04	4.71	4.41	3.55	1.30	0.93
Neda	ندا	3.59	4.65	4.12	4.09	4.05	1.06	0.56	0.70
Sange-Tarom	سنگ طارم	2.78	5.04	3.91	3.75	3.59	2.26	1.12	0.59
Gill 1		3.33	5.96	4.65	4.46	4.28	2.62	1.10	0.83
Gill 3		7.07	7.31	7.19	7.19	7.19	0.24	0.08	2.18
Nemat		2.23	3.56	2.89	2.82	2.74	1.33	0.93	0.33
Gharib-Siahreihani	غیرب سیاه ریحانی	2.32	4.10	3.21	3.08	2.96	1.78	1.08	0.40
Ahlami-Tarom	اهمی طارم	2.55	4.17	3.36	3.26	3.17	1.62	0.97	0.44
Hashemi		4.35	4.99	4.67	4.66	4.65	0.64	0.32	0.91
Line 6		3.01	6.14	4.58	4.30	4.05	3.12	1.27	0.78
IR24		2.90	5.08	3.99	3.84	3.69	2.18	1.07	0.62
IR60		2.05	6.52	4.28	3.65	3.12	4.47	1.71	0.56
IR30		4.38	6.15	5.26	5.19	5.11	1.77	0.72	1.13
IR50		2.66	5.05	3.85	3.66	3.49	2.39	1.18	0.57
IR36		1.88	6.54	4.21	3.51	2.92	4.66	1.78	0.51
New Bonnet		3.09	4.03	3.56	3.52	3.49	0.49	0.58	0.52
Vandana		4.04	6.98	5.51	5.31	5.12	2.93	1.05	1.18
IR64		1.68	2.76	2.22	2.15	2.09	1.08	0.97	0.19
Araguiaua		1.46	3.97	2.72	2.41	2.14	2.51	1.58	0.24
Diwani		2.81	5.93	4.37	4.08	3.81	3.12	1.31	0.70
IR28		2.41	3.70	3.06	2.99	2.93	1.28	0.86	0.37
HSD (1%)		0.18	0.18	0.13	0.14	0.16	0.26	0.11	0.05

 Y_p = Yield potential

عملکرد بالقوه

 Y_s = Yield in stressed condition

عملکرد در شرایط تنفس

MP = Mean Productivity

میانگین هارمونیک

GMP = Geometrical Mean Productivity

HM = Harmonic Mean

Tol = Tolerance Index

STI = Stress Tolerance Index

SSI = Stress Susceptibility Index

HSD = Tukey's honestly significant differences

حداقل تفاوت قابل اعتماد توکی

نتایج فیشر و فوکایی (Fischer and Fukaei, 2003) مطابقت دارد. بر اساس اظهارات آن، (Baker, 1978) عقیده دارد که انتخاب برای شاخص برداشت بالاتر، در غالب اوقات برای بهبود مقاومت به خشکی مفید است. پیر دشتی و تاران (Pirdashti *et al.*, 2004) نتایج مشابه را در شرایط تنفس خشکی را به حساسیت بیشتر ژنوتیپ ها در مرحله رشد زایشی در مقایسه با مرحله رشد رویشی نسبت داده اند و همچنین به دلیل کاهش رطوبت خاک و بروز تنفس خشکی در دوره رشد

مطابقت دارد. بر اساس اظهارات آن، منجر به کاهش نسبی تعداد دانه در مقایسه با وزن دانه در گندم نان شد. در این تحقیق تنفس خشکی باعث تغییر / درصدی وزن هزار دانه شد. پرداختی و همکاران (Pirdashti *et al.*, 2004) عنوان نمودند که وزن هزار دانه در شرایط تنفس، طی دوره پرشدن دانه در صد کمتر از شرایط بدون تنفس بود. صفات عملکرد بیولوژیک (/ درصد) و شاخص برداشت (/ درصد) نسبت به تنفس خشکی واکنش منفی نشان دادند که با

که این اثر متقابل برای صفات معنی دار بود، و مفهوم آن این است که میزان تغیرات ژنتیکی مختلف در شرایط متفاوت رطوبتی برای صفات بکسان نبوده و ژنوتیپ‌ها واکنش‌های متفاوتی در دو شرایط تنفس و نرمال داشتند. از طرفی به عبارت دیگر چون برخی از صفات به طور معنی‌داری با عملکرد گیاه باشند و از طرفی چون میزان تغییرات عملکرد در شرایط مختلف رطوبتی برای کلیه ژنوتیپ‌ها یکسان نیست، انتظار می‌رود که تغییرات اجزای عملکرد هم در این وضعیت برای ژنوتیپ‌های مختلف یکسان نباشد.

بررسی شاخص‌های مقاومت به خشکی نشان داد که،

(MP) ن مقدار شاخص م:

(GMP) بن هارمونیک (HM)

(STI) و کمترین مقدار شاخص، و

(SSI) و تحمل (TOL) متعلق به رقم نعمت بود (جدول ۱). لازم به ذکر است که شدت تنفس (SI) بر اساس فرمول فیشر و مائورر (Fischer and Maurer, 1978) معادل / بود. پس از رقم نعمت، ارقام سپیدرود، IR64، بخار و IR50 دارای ن مقادیر برابری GMP MP HM و HM GMP MP و STI بودند ولی با رقم نعمت اختلاف معنی داری داشتند. در مقابل، ارقام دم، آه، لا و Vandana دارای مقادیر (SSI) و (TOL) پس از رقم نعمت بودند و رقم دم، آه اختلاف معنی داری با رقم نعمت نداشت (جدول ۱). طور کلی ژنوتیپ‌ها از دارای مقادیر STI و HM GMP MP و مقادیر

SSI و TOL نشان‌دهنده تحریکی ژنوتیپ است. مدتوجه نمود که صرفاً بن بودن مقادیر SSI و TOL برای ژنوتیپ منزله مناسب بودن آن جهت کشت در شرایط بالا بودن میزان عملکرد آن در شرایط بست، زیرا ژنوتیپ شوند که دارای رنگ نسبت به خشک باشند، اما پتانسیل عملکرد

دانه و اثر آن در فرایندهای داخلی گیاه، شاخص برداشت کاهش می‌یابد و دلیل دیگر کاهش شاخص برداشت، کاهش قدرت انتقال مواد پرورده از ساقه به دانه‌ها است.

درصدی میزان نسبی آب برک (RWC) میزان نسبی آب برک در اثر تنفس خشکی توسط پرداختی و همکاران (Yadav and Bhushan, 2001) نیز کزارش شده است. مقدار نسبی آب برک به طور مستقیم با تورم یاخته و پتانسیل آبی گیاه ارتباط دارد. از طرف دیگر تورم در ارتباط با توسعه و تقسیم سلولی است و بدین ترتیب ارتباط نزدیکی بین میزان نسبی آب برک و عملکرد ژوئیک وجود دارد (Yadav and Bhushan, 2001).

جهت انجام تجزیه واریانس مرکب، آزمون یکنواختی واریانس، (آزمون بارتلت) انجام شد. به دلیل غیریکنواخت بودن واریانس صفات عرض برک پرچم، طول شلتوك، وزن هزار دانه و عملکرد بیولوژیک، این صفات وارد تجزیه واریانس مرکب نشدند. در جدول ۲ واریانس مرکب ژنوتیپ برای هر دو طبقه بدون تنفس و تنفس خشکی به عنوان دو محتوا متفاوت ارایه شده است. بج حاصل نشان داد که اثر طبقه برای کلیه صفات در سطح احتمال درصد دار بود. با ان ژنوتیپ‌ها از نظر کلیه صفات برای قابل، ای در هر دو محیط وجود داشت که مفهوم آن این است که در نتیجه اثر دو محیط برای قابل ملاحظه و بسیار معنی‌داری بین ژنوتیپ مشاهده شد. البته نتیجه فوق دور از انتظار نیز نبود، چرا که ارقام مورد مطالعه در آزمایش دارای مبدأ متفاوت و شامل ارقام محلی، اصلاح شده داخلی و خارجی و حتی ارقام اپلنده بوده و طبیعتاً تفاوت بین رقم نیز می‌تواند دار باشد. اما هدف آزمایش بررسی واکنش ژنوتیپ‌ها در دو محیط و شناسایی رقم یا ارقام‌های متحمل به خشکی بود. بر این اساس تجزیه واریانس اثر متقابل ژنوتیپ × محیط صورت گرفت و ملا-

RWC_N و RWC_S در سطح احتمال درصد همبستگی مثبت و معنی داری نشان داد و عملکرد شلتوك تحت STI HM GMP MP ی شرای RWC_N و RWC_S ز در سطح احتمال درصد مثبت و معنی داری داشت. برداشت و همکاران () اظهار نمودند که بین مقدار آب نسیبه برک با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی داری وجود دارد. عملکرد دانه تحت شرایط تنفس با شاخص، ی SSI و TOL و معنی داری در سطح احتمال درصد داشت. طور کلی شاخص هایی که در هر دو محیط دارای با عملکرد دانه توانند به عنوان شاخص های مناسب معرف شوند، چرا که اینها قادر به جدا کردن و ژنوتیپی با عملکرد دانه بالا در هر دو محیط (زارع و همکاران، 'Fernandez, 1992) در همین رابطه با توجه به نتایج ضرایب مختلف و عملکرد تحت شرایط تنفس و STI HM GMP MP بدون تنفس، می توان شاخص، ی RWC را به عنوان شاخص های مناسب جهت دسته ارقام پرمحصول در هر دو شرای نمود، اما مشکل تعدادی از این شاخص ها این است که قادر به شناسایی ژنوتیپ های گروه A از سایر گروه های فرشناد فر و همکاران () نسبت به این شرای MP TOL استفاده از نتایج STI و Y_P و Y_S بجهة گرفت که عملکرد بالقوه و تحمل به تنفس، باشد و قادر است که ژنوتیپی گروه A را از سایر گروه ها جدا نماید. فرشاد فر و همکاران () و سهم زاده و همکاران () کزارش نمودند که شاخص، ی MP به عنوان بهتر توانند جهت دسته ارقام پرمحصول در هر دو شرای

ز دارند (سوری و همکاران، '). (MP) (GMP) و شاخص تحمل به تنفس (STI) ژنوتیپ ها نشان داد که انتخاب بر اساس این بارها منجر به انتخاب ژنوتیپ با عملکرد بالا در هر دو شرای شود. بجز این بجهة رابطه ای مذکور گزارش کردند (نورمند موید، ') (Quisenberry, 1982) از نظر شاخص، ی SSI TOL STI HM GMP MP رقم نعمت بهتر رقم شناخته شد، این رقم با عملکرد شلتوك به ترتیب مقدار / و / تن در هکتاری بن عملکرد را به ب در محیط بدون تنفس و تنفس خشکی به خود اختصاص داد. ارزیابی (TOL) ژنوتیپی مورد مطالعه بجز نشان داد که معمولاً ژنوتیپ که تحمل مطلوبی به تنفس رطوبت نشان دادند، عملکرد بالا نداشتند. رقم دم، باه کمتر شاخص تحمل به خشک (TOL) و شاخص حساب (SSI) را بعد از رقم نعمت نشان داد و از عملکرد در شرایط تنفس برخوردار بود و میزان کاهش عملکرد آن در شرایط تنفس نسبت به شرایط بدون تنفس در حد نسبتاً پایین بود، ولی از نظر شاخص، ی MP قرار نداشت (جدول ۱). بعد از رقم دم، باه، لا خشک داشت ولی از عملکرد مناسب در شرایط تنفس برخوردار نبود. این ژنوتیپ از لحاظ شاخص بث به خشک (SSI) بزرگتر سوم را کسب نمود (جدول ۱).

تجزیه حاصل از محاسبه میزان همبستگی مقاومت به خشک و عملکرد شلتوك در شرایط خشکی و بدون تنفس در جدول () ارایه شده است. عملکرد شلتوك در شرایط تنفس خشکی و بدون تنفس برابر با / = بود که در سطح احتمال درصد معنی دار شد. عملکرد شلتوك در شرایط بدون STI SSI TOL HM GMP MP

جدول - ضرایب همبستگی بین شاخص‌های تحمل به خشکی و عملکرد شلتوك برای ژنوتیپ‌های برنج در شرایط بدون تنفس و تنفس خشکی

Table 6. Correlation coefficients between drought tolerance and susceptibility indices and paddy yield for rice genotypes under non – stressed (N) and stressed (S) conditions

شاخص تحمل به خشکی Drought tolerance indices	Y_S	Y_P	MP	GMP	HM	TOL	SSI	STI	RWC_S	RWC_N
Y_S	1	0.62**	0.87**	0.93**	0.96**	-0.22**	-0.61**	0.94**	0.88**	0.62**
Y_P		1	0.92**	0.86**	0.79**	0.62**	0.20**	0.81**	0.56**	0.91**
MP			1	0.99**	0.96**	0.27**	-0.18ns	0.96**	0.77**	0.87**
GMP				1	0.99**	0.14ns	-0.30**	0.98**	0.83**	0.81**
HM					1	0.02ns	-0.41**	0.98**	0.87**	0.75**
TOL						1	0.87**	0.06ns	-0.18ns	0.52**
SSI							1	-0.35**	-0.57**	0.14ns
STI								1	0.79**	0.78**
RWC_S									1	0.56**
RWC_N										1

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

دار در سطح احتمال٪ و .*

ns: Non – significant

:ns دار

Y_P = Yield potential

عملکرد بالقوه

Y_s = Yield in stressed condition

لکرد در شرایط تنفس

MP = Mean Productivity

میانگین هارمونیک

GMP = Geometrical Mean Productivity

HM = Harmonic Mean

Tol = Tolerance Index

STI = Stress Tolerance Index

SSI = Stress Susceptibility Index

جهت انتخاب ژنوتیپ‌های متحمل به تنفس و در عین حال با عملکرد بالا در برنج پیشنهاد نمود. از نظر این شاخص ارقام نعمت، سپیدرود، IR64 و بخار را ارقام متحمل و ارقام Diwani Araguiua، دم، حسن سرایی آتشکاه و دمسرخ را ارقام حساس به تنفس خشکی انتهای فصل شناخته شدند.

به کار روند. بن انتخاب شاخص، ی GMP و MP به عنوان مناسب: STI ها در این ام جمعه ()، فرشادفر و همکاران () و سوری و همکاران () در مطالعه بر روی نخود کاملاً مطابقت دارد. معروف و فرشادفر () به منظور ای مقاومت به خشکی و شناسایی در گندم به این بجه دست.

که شاخص، ای مقاومت به خشکی STI MP و GMP عملکرد در دو شرایط تنفس و بدون تنفس همبستگی با بالا و معنی داری دارند.

این با توجه به شاخص‌های محاسبه شده در این توان شاخص STI را به دلیل داشتن ضریب دار و بالاتر از سایر شاخص‌ها در هر دو شرایط تنفس و بدون تنفس جدا کردن ژنوتیپ‌های کروه A از سایر ژنوتیپ‌ها به عنوان بهترین شاخص

سپاسگزاری

از کل همکاران و کارکنان دانشکده علوم کشاورزی دانشکاه کیلان به خاطر همکاری صمیمانه آن‌ها در اجرای این تحقیق سپاسگزاری می‌شود. همچنین از قطب علمی برنج کشور مستقر در دانشکده علوم کشاورزی دانشکاه کیلان به خاطر مساعدت‌های ییدریغ‌شان در انجام تحقیق قدردانی د.

References

منابع مورد استفاده

- امام جمعه، ع. ن فاصله ژنتیک RAPD-PCR، ارز.
ساز کاری در نخود ایران. بان نامه کارشناس ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه رازی کرمانشاه.
بردشم، ۵، ز. سروستان، ق. زاده و ا. عبدالباق. بررسی اثرات تنفس خشک در مراحل رشد
ارقام مختلف برنج. چکیده مقالات هشتمین کنکره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشکده علوم کشاورزی
دانشگاه گلستان.
- م، ح. کاظمی اربط، م. مقدم، م. ر. شکیبا و ر. چوگان. ارز.
مختلف فنولوژیک ژنوتیپ ذرت. چکیده مقالات ششمین کنکره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران.
دانشگاه مازندران.
- زادع، م، ح، ز. خاقانی و ج. دانشیان. ارز.
کشاورزی ایران. ، شماره -
زاده، ح. ع. د. ع. گوام و ح. پوردویی. بررسی
در ارقام مختلف. چکیده مقالات پنجمین کنکره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج، موسسه تحقیقات اصلاح و
به نهال و بذر.
- سوری، ج. ح. دهقانی و ح. صباح پور. مطالعه ژنوتیپ نخود در شرایط تنفس آب. مجله علوم کشاورزی
ایران. ، شماره -
شفازاده، م.، ا. بیزان سپاس، ا. ام. و م. قنادها. بررسی تحمل به تنفس خشک آخر فصل در ژنوتیپ ای ام
بخش کنندم زمستانه و یه بن با استفاده از شاخص، ی شماره -
فرشادفر، ع.، م. ر. زمام، م. و ع. امام جمعه. انتخاب برای مقاومت به خشک در لایه نخود
علوم کشاورزی ایران.
- کو، ۵. باهان زراعی. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ سوم.
معروف، ۵. و ع. فرشادفر. بررسی مقاومت به خشکی واری کنندم در شرایط عادی و
تنفس خشک. چکیده مقالات هفتمین کنکره زراعت و اصلاح نباتات ایران. کرج، دانشکده کشاورزی دانشگاه
تهران.
- نورمند موید، ف. بررسی تنوع صفات کم و رابطه آنها با عملکرد گندم نان در شرایط دم و آب و تعیین
اویمت به خشک. بان نامه کارشناس ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
- Anon. 1996.** Standard evalution system for rice. 4th edition. Manila, Philippines.
- Baker, R. J. 1978.** Issues in diallels analysis. Crop Sci. 18: 553-536.
- Fernandez, G. C. 1992.** Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Kuo, C. G. (ed.). Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and other Food Crop to Temperature and Water Stress, Taiwan, 13-18 August, pp. 257-270.
- Fischer, K. S. and S. Fukai. 2003.** How rice response to drought? In: Fischer, K. S., R. Lafitte, S. Fukai, G. Altin and B. Hardy, (eds.). Breeding rice for drought-prone environment. International Rice Research

Institute. Los Banos, Philippines.

Fischer, R. A. and R. Maurer. 1978. Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses.

Australian J. of Agric. Res. 29: 897-912.

Fukai, S. 1999. Phenology in rainfed lowland rice. Field Crops Res. 64: 51-60.

Fukai, S. and M. Cooper. 1995. Development of drought resistant cultivars using physio-morphological traits in rice. Field Crops Res. 40: 67-86.

I.R. of Iran Meteorological Organization (IRIMO). 2006. <http://www.weather.ir>

Jongdee, B., J. H. Mitchell, S. Fukai. 1997. Modeling approach for estimation of rice yield reduction due to drought in Thailand. ACIAR Proceedings 77: 65-73.

Kumar, R. and R. Kujur. 2003. Role of secondary traits in improving the drought tolerance during flowering stage in rice. Indian J. of Plant Physiology 8: 236-240.

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

Lafitte, R. 2003. Managing water for controlled drought in breeding plots. In: Fischer, R. A., R. Lafitte, S. Fukai, G. Altin and B. Hardy. (eds.). Breeding rice for drought-prone environment. International Rice Research Institute, Los Banos Philippines.

Matsushima, S. 1966. Crop science in rice: Theory of yield determination and its application. Fuji Publishing, Tokyo. pp. 125-136.

O'Toole, J. C. and T. T. Chang. 1979. Drought resistance in cereals. Rice: A case study. In: Messel, H. and R. C. Taples. (eds.). Physiology of crop plants. John Wiley and Sons, New York. pp. 347-405.

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

Quisenberry, J. E. 1982. Breeding for drought resistance and plant water use efficiency. In: Christiansen, M. N. and C. P. Lewis. (eds.). Breeding plants for less favorable environments Wiley Intersciences. New York, USA. pp. 193-212.

Richards, R. A. 1996. Defining selection criteria to improve yield under drought. Plant Growth Reg. 20: 157-166.

Rosielle, A. A. and J. Hamblin. 1981. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environment. Crop Sci. 21: 943-946.

Siddique, M. R. B., A. Hamid and M. S. Islam. 2000. Drought stress effects on water relations of wheat. Botanical Bulletin of Academia Sinica 41: 35-38.

Winkel, A. 1989. Breeding for drought tolerance in cereals. Vertage for pflanzenzuchtung 16: 357-368.

Yadav, R. S. and C. Bhushan. 2001. Effect of moisture stress on growth and yield in rice genotypes. Indian J. of Agric. Res. 2: 104-107.

Zheng, J. G., G. J. Ren, X. J. Lu and X. L. Jiang. 2003. Effect of water stress on rice grain yield and quality after heading stage. Chinese J. of Rice Sci. 3: 239-243.

Evaluation of tolerance to terminal drought stress in rice (*Oryza sativa L.*) genotypes

Safaei Chaeikar, S¹., B. Rabiei², H. Samizadeh³ and M. Esfahani⁴

ABSTRACT

Safaei Chaeikar, S., B. Rabiei, H. Samizadeh and M. Esfahani. 2008. Evaluation of tolerance to terminal drought stress in rice (*Oryza sativa L.*) genotypes. **Iranian Journal of Crop Sciences.** 9 (4): 315-331.

In order to evaluate rice genotypes for tolerance to terminal drought stress and to identifying tolerant and sensitive genotypes to this stress, 49 rice genotypes were studied in two environments (stressed and non - stressed conditions) using randomized complete blocks design with three replications in Research Field, Faculty of Agricultural Sciences, Guilan University in 2006 cropping season. The studied traits were included: plant height, panicle number plant, grain number panicle, spikelet number panicle, paddy yield, harvest index, relative water content, etc. Analysis of variance showed that there were significant effect ($p < 0.01$) of genotypes on all traits in two environments, which implies genetic variation among genotypes. Mean comparison of genotypes showed that in two environments, the highest paddy yield belonged to Nemat cultivar (7.31 and 7.07 t/ha respectively), whereas the least paddy yield in non - stressed environment belonged to Dom - sefid's cultivar (2.74 t/ha) and in drought stressed environment to Diwani's cultivar (1.46 t/ha). Considering yield components (panicle number/ plant, spikelet number/ panicle, grain number/panicle in Nemat contributed to its higher paddy yield in stressed and non - stressed conditions. Percentage of reduction in traits means by drought stress showed that the paddy yield (40%) was the most affected trait. According to drought resistant indices, the highest mean productivity (MP), geometric mean productivity (GMP), harmonic mean (HM), stress tolerance index (STI), relative water content (RWC) and the least stress susceptibility index (SSI) and tolerance index (TOL) belonged to Nemat's cultivar. Relationship between drought resistant indices and paddy yield in stressed and non - stressed environments showed that MP, GMP, HM, STI and RWC indices had positive and significant correlation with yield in stress and non - stress environments and would be suitable indices in both environments for selection of drought tolerant cultivars. It is concluded that STI, is the most suitable index among drought indices.

Keywords: Rice, Terminal drought stress, Drought tolerance indices, Paddy yield, Panicle.

Received: August, 2007

1. Former M.Sc. Student, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
2. Assistant Professor, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran (Corresponding author).
- 3 and 4. Assistant Professor, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.