



ارزیابی صفات موفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های برنج (*Oryza sativa* L.) هوازی و غرقابی در شرایط تنش خشکی و نرمال

رضا افشاری^۱، عاطفه صبوری^۲، مسعود اصفهانی^۳ و علی کافی قاسمی^۴

۱، ۳، ۴- دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد و مربی، دانشگاه گیلان
۲- استادیار، دانشگاه گیلان، (نویسنده مسوول: a.sabouri@guilan.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۹۵/۹/۱۳ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۲/۱۷

چکیده

با توجه به اهمیت تنش خشکی به عنوان مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید برنج در دنیا، شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به تنش خشکی می‌تواند یک راهکار ارزشمند برای مقابله با کم آبی باشد. در پژوهش حاضر ۵۳ ژنوتیپ برنج متشکل از ۳۱ رقم هوازی و ۲۲ رقم غرقابی بومی در دو محیط تنش کم آبی و نرمال در منطقه سنگر رشت در ایران در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کشت شدند. تعداد ۱۸ صفت مختلف شامل صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ارزیابی شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که برای تمامی صفات، اختلاف بین ژنوتیپ‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود که نشان‌دهنده تنوع بالا و واکنش‌های متفاوت ژنوتیپ‌ها در دو محیط بود. تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها را در هر کدام از شرایط در سه گروه تقسیم‌بندی کرد. در شرایط بدون تنش، گروه دوم با ۲۱ ژنوتیپ که شامل ۱۴ ژنوتیپ برنج هوازی و ۷ رقم غرقابی بود، از لحاظ صفات عملکرد دانه، وزن کل خوشه‌ها و خوشه ساقه اصلی، تعداد دانه کل و دانه بارور، میانگین بالاتر از سایر ژنوتیپ‌ها داشتند. در شرایط تنش خشکی، مطلوب‌ترین ژنوتیپ‌ها در گروه دوم واقع شدند. در این گروه که شامل ۱۹ ژنوتیپ هوازی و ۴ رقم غرقابی بود از لحاظ صفات مرتبط با عملکرد از جمله وزن کل خوشه‌ها، وزن خوشه ساقه اصلی، عملکرد دانه، وزن خشک بوته، وزن هزاردانه، تعداد دانه کل و دانه بارور برتر از سایر گروه‌ها ظاهر شدند. در مجموع ۱۱ ژنوتیپ هوازی و ۲ رقم غرقابی (درفک و گوهر) در هر دو شرایط نرمال و تنش خشکی در گروه برتر از لحاظ عملکرد دانه و اجزای عملکرد واقع شدند.

واژه‌های کلیدی: برنج، تجزیه خوشه‌ای، تنش خشکی، صفات

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) بعد از گندم و ذرت یکی از مهم‌ترین غلات تأمین‌کننده غذا در جهان می‌باشد که غذای بیش از نیمی از مردم جهان را تأمین می‌کند (۲۴،۵). به‌طور کلی آب یکی از منابع مهم محدودکننده در تولید برنج می‌باشد. تنش خشکی تقریباً در ۵۰ درصد از اراضی برنج فاریاب دنیا اتفاق می‌افتد و مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید برنج در ۴۰ میلیون هکتار از اراضی زیر کشت برنج در آسیا می‌باشد. این گیاه بیشترین نیاز آبی را در بین غلات دارد (۲۴). مؤسسه بین‌المللی تحقیقات برنج IRRI^۱ با هدف کاهش مشکل بحران آب در تولید برنج، تکنولوژی تولید برنج هوازی را معرفی کرد. ژنوتیپ‌های برنج هوازی با پتانسیل عملکرد بالا و تحمل متوسط نسبت به تنش خشکی، از طریق تلاقی ارقام برنج دیم (آپلند) با ارقام اصلاح شده برنج غرقاب توسعه یافته‌اند (۲۶). ژنوتیپ‌های برنج هوازی ویژگی تحمل به تنش خشکی ارقام دیم را به همراه ویژگی عملکرد بالای ارقام غرقاب دارا می‌باشند (۱۰). در سیستم برنج هوازی و پرمحصول، عملکرد دانه ۵ تا ۶ تن در هکتار گزارش شده است (۲). در شمال چین با استفاده از ارقام پرمحصول و شیوه‌های مناسب مدیریتی، عملکرد دانه ۸ تن در هکتار و حتی بیشتر نیز بدست آمده است (۲۷). مطالعاتی که توسط مؤسسه بین‌المللی تحقیقات برنج صورت گرفته است حاکی از آن است که کارایی مصرف آب (WUE)^۲ در برنج‌های هوازی به‌طور قابل توجهی بیشتر از برنج‌های غرقاب است (۲۵،۳). یکی از برترین ارقام معرفی شده در سیستم برنج هوازی، رقم

Han Dao 502 است که در جلگه هوانگ - هوای‌های در شمال چین کشت می‌شود و عملکرد نسبی آن در هر دو شرایط غرقابی و هوازی و همچنین بازپسندی آن بسیار بالاست (۳). نتایج تحقیق صفائی چائی‌کار و همکاران (۱۷) نشان داد که در شرایط نرمال و تنش خشکی، بیشترین عملکرد شلتوک متعلق به رقم نعمت به ترتیب به مقدار ۷/۳۱ و ۷/۰۷ تن در هکتار بود. آنها اظهار داشتند رقم نعمت از نظر اجزای عملکرد از جمله تعداد خوشه در بوته، تعداد خوشه‌چه در خوشه، تعداد دانه پر در خوشه در محیط تنش و نرمال نیز وضعیت مطلوبی داشت. همچنین بیشترین آسیب ناشی از تنش خشکی، مربوط به عملکرد شلتوک (۴۰ درصد) بود. در یک تحقیق ریگی و همکاران (۱۶) با بررسی اثرات کم آبی و غرقاب بر عملکرد و اجزای عملکرد تعدادی از ژنوتیپ‌های برنج‌های هوازی و رقم ایرانی دمسیاه به این نتیجه رسیدند که بین تیمارهای کم آبی و غرقاب دائم از لحاظ عملکرد شلتوک تفاوت معنی‌داری وجود دارد و ژنوتیپ‌های هوازی از لحاظ عملکرد شلتوک برتر از رقم دمسیاه بودند. بلدر و همکاران (۱) نیز در آزمایش خود برتری نسبی ژنوتیپ‌های هوازی در شرایط تنش خشکی را گزارش کردند. مومنی (۱۲) پژوهشی را با هدف مطالعه وضعیت ۶۱ ژنوتیپ برنج هوازی به همراه سه رقم شاهد شامل فجر، ندا و طارم محلی جهت امکان تغییر الگوی کاشت از سیستم غرقابی به هوازی در مازندران اجرا کرد. نتایج این تحقیق نشان داد تعداد ۵ ژنوتیپ هوازی برنج برتر از ارقام شاهد بودند و عمدتاً دارای طول دوره رویش کوتاه‌تر، طول و عرض دانه

تنش خشکی، این ژنوتیپ‌ها در بخش سنگر شهرستان رشت با مختصات جغرافیایی طول شرقی ۴۹ درجه و ۴۳ دقیقه و ۵۷ ثانیه و عرض شمالی ۳۷ درجه و ۹ دقیقه و ۵۰ ثانیه کشت شدند. بذور ژنوتیپ‌های برنج هوازى و خارجى از مؤسسه تحقیقات بین‌المللی برنج (IRRI) و بذور ارقام برنج غرقابی از مؤسسه تحقیقات برنج رشت تهیه گردید. در جدول (۱) نام و مشخصات ژنوتیپ‌های استفاده شده در این آزمایش ارائه شده است. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. هر کرت شامل سه ردیف و به طول ۲ متر بود و نشاکاری به صورت تک بوته و با فاصله ۲۵×۲۵ سانتی‌متر انجام شد. لازم به ذکر است که رقم شاه پسند با شماره ۳۶ بدلیل نامرغوب بودن بذور و نداشتن دوره رویشی و زایشی مطلوب از ادامه بررسی و تجزیه‌های آماری حذف گردید.

مطلوب و وزن هزار دانه بالاتری بودند و جهت انجام مطالعات تکمیلی و معرفی رقم مناسب جهت کشت در شرایط هوازى پیشنهاد شدند.

نظر به اینکه کشور ایران در منطقه کم بارش قرار گرفته و بخش عمده از کشور را مناطق خشک تشکیل می‌دهد، بخش کشاورزی در آینده باید ضمن مصرف آب کمتر، تولید بیشتری را دارا باشد، بنابراین با توجه به اهمیت موضوع، پژوهش حاضر باهدف شناسایی و انتخاب ارقام متحمل به خشکی در برنج که در شرایط محدودیت آب بتوانند ضمن سازگاری با شرایط منطقه، نیاز آبی کمی داشته باشند، طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی آزمایش شامل تعداد ۳۱ ژنوتیپ برنج هوازى و تعداد ۲۲ رقم برنج غرقابی (بومی ایران) بود. به‌منظور مقایسه و گروه‌بندی براساس عملکرد در دو شرایط نرمال و

جدول ۱- مشخصات ژنوتیپ‌های برنج در این تحقیق

Number	Designation	Parentage	Number	Designation	Parentage
1	Palawan	-	28	IR 83752-B-B-12-3	IR 71524-44-1-1/2*UPL RI 7
2	IR66417-18-1-1-1	-	29	Panda	-
3	IR71525-19-1-1	-	30	Vandana	-
4	IR60080-46A	-	31	Nona Bokra	-
5	IR65907-116-1-B	-	32	Ghasroldashti	-
6	IRAT170	-	33	Sangetarom	-
7	Caiapo	-	34	Sangejo	-
8	Pegaso	-	35	Rashtisard	-
9	IRAT216	-	36	Shahpasand	-
10	IR 81024-B-254-1-B	IRRI 143/IR 71525-19-1-1	37	Anbarbou	-
11	IR 81422-B-B-200-4	IR 74371-3-1-1/IR 64	38	Salari	-
12	IR 82310-B-B-67-2	IR 74371-46-1-1/2*IR 64	39	Neda	-
13	IR 82590-B-B-32-2	CAUDH 1/IR 74371-54-1-1	40	Ahlamitarom	-
14	IR 82616-B-B-64-3	IR 71524-44-1-1/IR 76569-259-1-2-1	41	Alikazemi	-
15	IR 82635-B-B-82-2	IR 78875-176-B-2/IR 78875-207-B-3	42	Khazar	-
16	IR 82639-B-B-103-4	IR 78875-176-B-2/IR 78908-143-B-4	43	Hashemi	-
17	IR 82639-B-B-118-3	IR 78875-176-B-2/IR 78908-143-B-4	44	Champaboudar	-
18	IR 82639-B-B-140-1	IR 78875-176-B-2/IR 78908-143-B-4	45	Gharib	-
19	IR 83749-B-B-46-1	IR 71524-44-1-1/2*IR 74371-54-1-1	46	Domsiah	-
20	IR 82589-B-B-114-3	IRRI 132/IR 74371-54-1-1	47	Sepidroud	-
21	IR 82589-B-B-84-3	IRRI 132/IR 74371-54-1-1	48	Kadous	-
22	IR 82590-B-B-90-4	CAUDH 1/IR 74371-54-1-1	49	Dorfak	-
23	IR 82590-B-B-94-4	CAUDH 1/IR 74371-54-1-1	50	Gohar	-
24	IR 82590-B-B-98-2	CAUDH 1/IR 74371-54-1-1	51	Hasansaraei	-
25	IR 82635-B-B-143-1	IR 78875-176-B-2/IR 78875-207-B-3	52	Nemat	-
26	IR 82635-B-B-32-4	IR 78875-176-B-2/IR 78875-207-B-3	53	Sadri	-
27	IR 83749-B-B-87-3	IR 71524-44-1-1/2*IR 74371-54-1-1			

شماره یک تا ۳۱ ژنوتیپ‌های هوازى و از ۳۲ تا ۵۳ ارقام غرقابی (ایرانی) می‌باشند.

آب از داخل مزرعه به حاشیه، زه‌کش‌هایی به عمق ۵۰ سانتی‌متر در اطراف مزرعه تحت تنش کم آبی، حفر شد. همچنین در زمین تحت تنش و نرمال لوله‌های پیزومتر نصب شد تا عمق آب زیرزمینی کنترل شود. صفات مورد بررسی شامل ارتفاع بوته، طول خوشه، طول ساقه، میزان خروج خوشه از غلاف، تعداد خوشه در بوته، تعداد پنجه، تعداد پنجه

به‌منظور اعمال تنش خشکی، آبیاری حدود ۳۰ روز پس از نشاکاری (مرحله حداکثر پنجه‌زنی) تا انتهای دوره رویش ژنوتیپ‌ها قطع شد. پس از ناپدیدشدن آب در سطح مزرعه، عملاً تنش خشکی در مرحله شروع تشکیل آغازه‌های خوشه (Panicle initiation) در ساقه اصلی که مناسب‌ترین زمان برای تأثیرگذاری تنش می‌باشد (۱۸)، اعمال شد. جهت هدایت

(۱۵). از تجزیه تابع تشخیص برای تعیین مهم‌ترین صفات در تمایز گروه‌ها استفاده شد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ و SPSS نسخه ۲۲ انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج آزمون‌های مربوط به مفروضات تجزیه واریانس از جمله نرمال بودن توزیع خطاهای آزمایشی و یکنواختی واریانس خطاهای آزمایشی در دو محیط نرمال و تنش خشکی نشان داد که این مفروضات برای تمامی صفات، برقرار هستند، لذا انجام تجزیه‌های آماری از جمله تجزیه واریانس مرکب امکانپذیر شد. نتایج تجزیه واریانس مرکب برای ۱۸ صفت بررسی شده در جدول ۲ ارائه شده است. این نتایج نشان می‌دهد که تفاوت بسیار معنی‌داری بین دو محیط از نظر تمامی صفات بررسی شده وجود داشت که نشان‌دهنده اعمال مؤثر تنش خشکی بر روی بوته‌ها می‌باشد. همچنین برای تمامی صفات اختلاف بین ژنوتیپ‌ها و برهمکنش بین ژنوتیپ و محیط غالباً در سطح یک درصد معنی‌دار بودند که نشان‌دهنده تنوع بالا و واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها در دو محیط نرمال و تحت تنش خشکی از لحاظ تمامی صفات اندازه‌گیری شده است. بنابراین با توجه به معنی‌دار بودن برهمکنش بین ژنوتیپ و محیط، گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها در دو محیط نرمال و تنش خشکی به صورت مجزا انجام شد.

بارور، طول برگ پرچم، عرض برگ پرچم، وزن خوشه در بوته، وزن خوشه ساقه اصلی، عملکرد دانه، وزن خشک بوته (زیست توده)، وزن هزار دانه، تعداد کل دانه در بوته، تعداد دانه پوک، تعداد دانه پر و شاخص برداشت بودند. برای اندازه‌گیری صفات از شش بوته از هر کرت استفاده و در نهایت از میانگین برای تجزیه‌های آماری استفاده شد. پس از ثبت داده‌ها، ابتدا مفروضات تجزیه واریانس از جمله یک‌نواختی واریانس خطاهای آزمایشی در دو محیط نرمال و تنش خشکی و همچنین نرمال بودن توزیع خطاهای آزمایشی آزمون شدند. پس از اطمینان از برقراری مفروضات، تجزیه واریانس مرکب انجام شد. تجزیه خوشه‌ای با استفاده از روش Ward، UPGMA و نزدیک‌ترین و دورترین همسایه‌ها و ضرابی نظیر فاصله اقلیدسی انجام شد و چون نمودار درختی حاصل از روش Ward نسبت به سایر نتایج در تمایز ژنوتیپ‌ها موفق‌تر بود، در تفسیر نتایج مورد استفاده قرار گرفت. برای بررسی تفاوت گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای، در هر گروه ابتدا میانگین همه صفات محاسبه و برای تعیین موقعیت نسبی هر گروه از لحاظ هر کدام از صفات و همچنین مقایسه صفات مختلف از لحاظ تأثیرگذاری آنها در تمایز گروه‌ها، انحراف هر میانگین از میانگین کل محاسبه شد. به‌منظور از بین بردن اثر مقیاس در مقایسه صفات مختلف، انحرافات از میانگین به انحراف معیار کل تقسیم و نمره استاندارد یا (Z) برای هر میانگین بدست آمد

جدول ۲ - تجزیه واریانس مرکب صفات بررسی شده مربوط به ژنوتیپ‌های برنج در شرایط نرمال و تنش خشکی
Table 2. Combined ANOVA of traits of rice genotypes under normal and drought stress conditions

منابع تغییر	درجه آزادی	PH*	PL	SL	PE	PNP	NT	NFT	FLL	FLW
محیط	۱	۱۴۷۴۶/۱۹**	۱۱۱/۳۹**	۱۲۱۷۴/۲۵**	۱۲۵۴۹/۰۳**	۱۱۲/۲۵**	۱۰۷/۵۲**	۱۰۷/۹۹**	۱۶۷۸/۴۷**	-۰/۲۰**
تکرار درون محیط	۴	۴۵۷/۵۲	۸/۴۲	۳۶-۰/۹۷	۳۷-۰/۴۳	۴/۹۷	۳/۶۳	۵/۲۰	۶۷/۶۰	-۰/۰۳
ژنوتیپ	۵۱	۲۶۸۴/۶۸**	۴۲/۹۳**	۲۲۹۴/۲۰**	۲۲۹۴/۴۵**	۱۳/۵۹**	۱۳/۰۰**	۱۳/۳۰**	۴۶/۶۶**	-۰/۱۴**
ژنوتیپ در محیط	۵۱	۱۴۷/۴۹**	۵/۲۶**	۱۱۸/۲۱*	۱۱۱/۶۹*	۳/۶۰**	۴/۰۴*	۳/۵۵**	۳۸/۹*	-۰/۰۳**
خطا	۲۰۴	۸۰/۳۹	۲/۳۵	۷۳/۴۲	۷۴/۵۸	۲/۱۵	۲/۵۲	۲/۰۹	۵/۷۷	-۰/۰۱
ضریب تغییرات (%)	-	۷/۶۱	۶/۰۹	۹/۲۵	۱۱/۹۶	۱۷/۲۶	۱۷/۴۴	۱۷/۱۷	۸/۶۴	۷/۵۶

ادامه جدول ۲

Table 2. Continued

منابع تغییر	درجه آزادی	WTP	WP	GY	WD	TGW	NTG	NEG	NFG	HI
محیط	۱	۱۷۱-۰/۲۱**	۷/۲۸**	۴۲/۴۰**	۱۰۱۲۱/۸۴**	۵۹/۲۳ ^{ns}	۱۶۱۶۳/۱۴**	۱۴۱/۴۱ ^{ns}	۱۳۲۸۳/۳۳**	-۰/۰۰۶۳ ^{ns}
تکرار درون محیط	۴	۱۵۵/۸۹	-۰/۹۰	۴/۱۰۰	۱۴۸/۵۶	۶۵/۲۰	۱۳۰۰/۵۲	۲۹۳۹/۲۰	۲۳۹۹/۱۹	-۰/۰۰۱۱۹
ژنوتیپ	۵۱	۷۱۸۸/۵**	۲/۹۱**	۴/۶۹۹**	۲۴۲/۶۶**	۸۳/۹۳**	۴۵۸۳/۰۹**	۷۰۳۴/۴۷**	۵۰۸۸/۶۶**	-۰/۰۰۱۳۴**
ژنوتیپ در محیط	۵۱	۳۷۶/۵**	-۰/۸۷**	۱/۹۳**	۱۷۷/۹۴**	۵۳/۹۷**	۸۶۷/۶۹**	۸۶۵/۶۹ ^{ns}	۱۶۶۱/۵۵**	-۰/۰۰۰۳۳**
خطا	۲۰۴	۳۲/۸۴	-۰/۲۹	-۰/۸۴۴	۸۷/۳۳	۲۰/۴۸	۴۷۸/۴۱	۶۵۰/۲۵	۶۹۳/۳۳	-۰/۰۰۰۱۶
ضریب تغییرات (%)	-	۲۶/۳۱	۱۷/۴۶	۲۶/۳۲	۲۲/۰۴	۱۸/۷۹	۱۳/۲۵	۶۲/۲۹	۲۱/۲۱	۱۵/۶۷

ns و ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

* ارتفاع بوته: PH، طول خوشه: PL، طول ساقه: SL، میزان خروج خوشه از غلاف: PE، تعداد خوشه: PNP، تعداد پنجه: NT، تعداد پنجه بارور: NFT، طول برگ پرچم: FLL، عرض برگ پرچم: FLW، وزن کل خوشه بوته: WTP، وزن خوشه ساقه اصلی: WP، عملکرد دانه: GY، وزن خشک بوته: WD، وزن هزار دانه: TGW، تعداد دانه کل: NTG، تعداد دانه پوک: NEG، تعداد دانه بارور: NFG، شاخص برداشت: HI.

گروه‌بندی و ارزیابی ژنوتیپ‌ها در شرایط نرمال

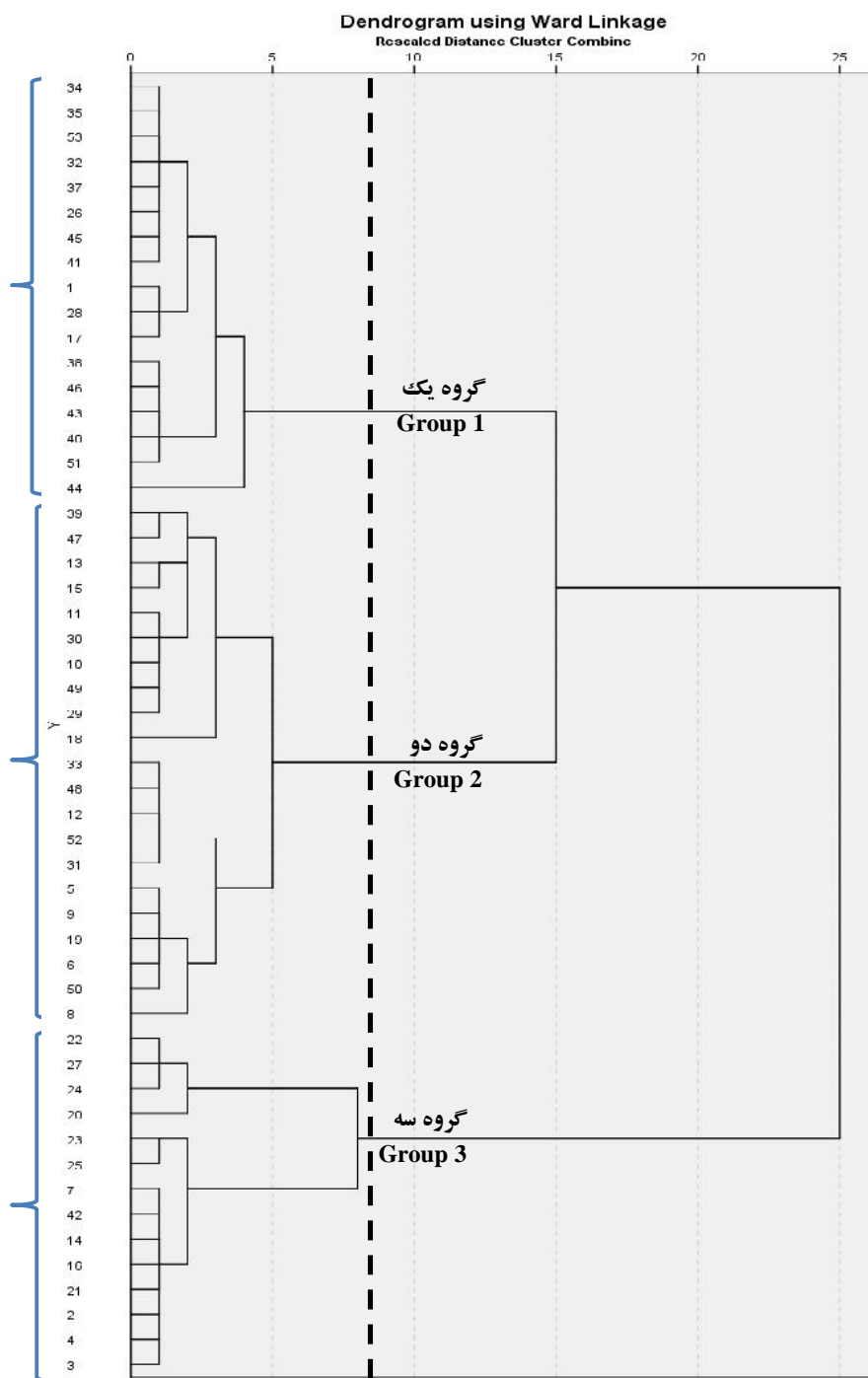
نمودار درختی حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد با استفاده از ۱۸ صفت زراعی برای ۵۲ ژنوتیپ برنج هوازی و غرقابی تحت شرایط نرمال در شکل ۱ ارائه شده است. با توجه به نمودار و همچنین معنی‌دار بودن آماره لاندای ویلک (مقدار برابر با ۰/۲۵۱ و $p < ۰/۰۰۱$) در تجزیه تابع تشخیص، تمامی ژنوتیپ‌ها در ۳ گروه قرار گرفتند. در جدول ۳ میانگین و نمره استاندارد میانگین‌ها (انحراف میانگین از میانگین کل تقسیم بر انحراف معیار کل) برای ۱۸ صفت برای هر گروه به همراه اعضای هر گروه نشان داده شده است. بدیهی است اگر میانگین یک صفت در یک گروه، از میانگین کل آن صفت بالاتر باشد، نمره استاندارد مثبت خواهد داشت و نشان می‌دهد آن گروه از نظر آن صفت دارای ارزش بیشتری نسبت به متوسط ژنوتیپ‌ها می‌باشد و در بین صفات هر چقدر نمره استاندارد میانگین بالاتر باشد یعنی برای آن صفت انحراف نسبی بیشتری وجود دارد. با توجه به این جدول مشاهده می‌شود که گروه دوم با ۲۱ ژنوتیپ (شامل ۱۴ ژنوتیپ برنج هوازی و ۷ رقم غرقابی)، از لحاظ اکثر صفات عملکردی از جمله عملکرد بوته، وزن کل خوشه‌ها و خوشه اصلی، تعداد دانه کل و دانه بارور، تعداد پنجه کل و بارور، از میانگین بالاتری برخوردار بودند و نمره استاندارد در این ژنوتیپ‌ها مثبت بود. این ژنوتیپ‌ها شامل ژنوتیپ‌های هوازی با شماره‌های ۵، ۶، ۸ (Pegaso)، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۵، ۱۸، ۱۹، ۲۹ (Panda)، ۳۰ (Vandana)، ۳۱ (Nona Bokra) و ارقام غرقابی سنگ طارم، ندا، سپیدرود، کادوس، درفک، گوهر و نعمت بودند. ژنوتیپ‌های این گروه که غالباً ژنوتیپ‌های هوازی هستند، از لحاظ صفات مورفولوژیک مثل ارتفاع بوته، طول ساقه، طول خوشه و طول خروج خوشه از غلاف نمره استاندارد پایین‌تری نسبت به میانگین کل داشتند، اما همانگونه که ذکر شد این گروه از لحاظ صفات عملکردی برتر از سایر گروه‌ها بود. باید توجه داشت که به‌نژادگران برنج همواره علاقمند به توسعه ارقام برنج از طریق توسعه و بهبود عملکرد و دیگر شاخصه‌های مطلوب زراعی هستند و عموماً گزینش را براساس اجزای عملکردی که به صورت غیرمستقیم باعث افزایش عملکرد می‌شوند، انجام می‌دهند (۱۹، ۷). تاکنون رابطه بین عملکرد دانه برنج و اجزای عملکرد به صورت گسترده در سطح فنوتیپی بررسی شده است. نتایج بررسی‌های محققین نشان داده است که شدت گزینش براساس عملکرد دانه، تعداد کل پنجه‌ها و تعداد دانه در هر خوشه می‌تواند در برنامه اصلاحی بسیار سودمند و موثر باشد (۲۰، ۲۳). همچنین برخی اصلاح‌گران دریافته‌اند که در انتخاب ژنوتیپ‌های برتر، تعداد پنجه‌های بارور قابل اعتمادترین صفت می‌باشد (۹) و بعضی از محققین گزارش کردند که تعداد دانه پرشده در خوشه صفت بسیار مهمی برای عملکرد می‌باشد

(۱۱). بنابراین به نظر می‌رسد که ژنوتیپ‌های این گروه دارای پتانسیل بالاتری برای ارتقای عملکرد هستند و توانستند برتر از سایر گروه‌ها ظاهر شوند. گروه اول که شامل ۱۷ عضو متشکل از ۴ ژنوتیپ هوازی و ۱۳ رقم غرقابی بود، بجز برای سه صفت عرض برگ پرچم، تعداد دانه کل و تعداد دانه پوک برای سایر صفات دارای نمره استاندارد مثبت بودند که نشان دهنده این موضوع است که اعضای این گروه که غالباً ارقام غرقابی هستند، از لحاظ صفات مورفولوژیکی نظیر ارتفاع بوته، طول ساقه و طول خروج خوشه از غلاف، انحراف قابل توجهی نسبت به میانگین کل دارند، هرچند با وجود داشتن نمره استاندارد مثبت برای صفات عملکردی و اجزای عملکردی، از لحاظ اکثر این صفات نسبت به گروه دوم ضعیف‌تر بودند. در شرایط بدون تنش ضعیف‌ترین ژنوتیپ‌ها در گروه سوم قرار گرفتند، چراکه برای تمامی صفات نمره استاندارد منفی داشتند و بغیر از چهار صفت طول و عرض برگ پرچم، تعداد دانه کل و تعداد دانه پوک در خوشه، که از نظر این صفات میانگین آنها تقریباً برابر یا بیش از میانگین کل بود. اعضای این گروه دارای بیشترین انحراف از میانگین کل برای صفات عملکردی بوته، وزن خشک بوته، وزن کل خوشه‌ها، تعداد خوشه، تعداد پنجه بارور و تعداد دانه بارور بودند که بیانگر عملکرد ضعیف این گروه در شرایط نرمال می‌باشد. اعضای این گروه ۱۴ ژنوتیپ شامل ژنوتیپ‌های با شماره‌های ۲، ۳، ۴، ۷، ۱۴، ۱۶، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۷ و ۴۲ بود. همگی این ژنوتیپ‌ها به جزء رقم خزر (شماره ۴۲) جزء ژنوتیپ‌های هوازی بودند. نتایج تجزیه تابع تشخیص روی گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای نشان داد که دو صفت ارتفاع بوته و عملکرد دانه بیشترین نقش را در تمایز ژنوتیپ‌های این سه گروه به خود اختصاص دادند. با توجه به وجود سه گروه، دو مدل تابع تشخیص استخراج گردید که مدل استاندارد شده تابع تشخیص کانونی آنها به صورت زیر بود:

$$F1 = ۱/۱۰۵ (\text{عملکرد دانه}) - ۰/۶۹۴ (\text{ارتفاع بوته})$$

$$F2 = ۰/۲۱۱ (\text{عملکرد دانه}) + ۰/۸۸۶ (\text{ارتفاع بوته})$$

تابع اول ۵۸/۵ درصد و تابع دوم ۴۱/۵ درصد از واریانس را توجیه نمودند. مؤمنی (۱۲) در آزمایش خود روی ژنوتیپ‌های هوازی در مقایسه با سه رقم شاهد فجر، ندا و طارم محلی نشان داد که برای تمامی صفات بررسی شده و همچنین صفات عمومی ارزیابی شده از قبیل بررسی وضعیت عمومی ژنوتیپ از لحاظ تحمل به آفات و بیماری‌های مهم و بررسی وضعیت کلی هر ژنوتیپ از لحاظ قابلیت تحمل به خشکی و قابلیت احیا بعد از خشکی، تعداد ۵ ژنوتیپ IR81063-B94-U32، IR84179-B-403، IR80508-B-194-1-B و IR78875-176-B-1-B در مازندران برتر از ارقام شاهد بودند.



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای ۵۲ رقم برنج بر اساس ۱۸ صفت زراعی در شرایط بدون تنش خشکی در رشت با استفاده از روش Ward. شماره و مشخصات ژنوتیپ‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

Figure 1. Dendrogram derived from cluster analysis for 52 genotypes of rice based on 18 traits under normal condition in Rasht using Ward method. Number and information of varieties has been showed in Table 1.

جدول ۳- اعضای گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای همراه با میانگین و میزان انحراف از میانگین کل استاندارد شده گروه‌ها برای ۱۸ صفت ژنوتیپ‌های برنج در شرایط بدون تنش. شماره و مشخصات ژنوتیپ‌های برنج و فهرست صفات بترتیب در جداول ۱ و ۲ آورده شده است.

Table 3. Member of groups derived from cluster analysis of rice genotypes with mean and standardized deviation from mean of groups for 18 traits in normal condition. Number and information of genotypes and traits name list showed in table 1 and 2 respectively

شماره گروه و اعضای گروه	صفات										میانگین گروه
	PH*	PL	SL	PE	PNP	NT	NFT	FLL	FLW	HI	
گروه اول با ۱۷ عضو ۴۰،۴۱،۴۳،۴۴،۴۵،۴۶،۵۱،۵۳، ۱،۱۷،۲۶،۲۸،۳۲،۳۴،۳۵،۳۷،۳۸	۱۵۲/۳۳	۲۸/۳۰	۱۲۴/۰۲	۱۰۳/۷۲	۹/۷۵	۱۰/۲۱	۹/۶۳	۳۰/۶۰	۱/۲۱		میانگین گروه
	۱/۲۶	۰/۹۱	۱/۲۴	۱/۲۴	۰/۳۵	۰/۲۹	۰/۳۴	۰/۵۲	-۰/۵۹		نمره استاندارد
گروه دوم با ۲۱ عضو ۵،۶،۸،۹،۱۰،۱۱،۱۲،۱۳،۱۵،۱۸،۱۹،۲۹،۳۰،۳۱،۳۳،۳۹،۴۷،۴۸،۴۹،۵۰،۵۲	WTP	WP	GY	WD	TGW	NTG	NEG	NFG	HI		میانگین گروه
	۲۷/۰۰	۳/۴۵	۴/۳۲	۵۴/۴۰	۲۵/۳۳	۱۵۶/۱۶	۱۹/۰۲	۱۳۷/۱۵	۰/۸۰		نمره استاندارد
گروه سوم با ۱۴ عضو ۲،۳،۴،۷،۱۴،۱۶،۲۰،۲۱، ۲۲،۲۳،۲۴،۲۵،۲۷،۴۲	PH	PL	SL	PE	PNP	NT	NFT	FLL	FLW		میانگین گروه
	۰/۴۲	۰/۲۸	۰/۴۲	۰/۷۰	۰/۲۷	-۰/۵۰	-۰/۵۵	۰/۱۹	۰/۰۰۱۱		نمره استاندارد
گروه چهارم با ۱۴ عضو ۲۲،۲۳،۲۴،۲۵،۲۷،۴۲	۱۱۱/۵۱	۲۴/۹۱	۸۶/۴۶	۶۶/۱۶	۹/۸۳	۱۰/۳۱	۹/۷۴	۲۷/۶۵	۱/۳۴		میانگین گروه
	۰/۶۰	۰/۳۰	-۰/۶۱	-۰/۶۱	۰/۳۹	۰/۳۴	۰/۳۹	-۰/۴۶	۰/۱۲		نمره استاندارد
گروه پنجم با ۱۴ عضو ۲،۳،۴،۷،۱۴،۱۶،۲۰،۲۱، ۲۲،۲۳،۲۴،۲۵،۲۷،۴۲	WTP	WP	GY	WD	TGW	NTG	NEG	NFG	HI		میانگین گروه
	۲۸/۲۳	۳/۵۷	۴/۵۲	۵۰/۳۹	۲۴/۲۸	۱۸۳/۸۲	۳۵/۶۵	۱۴۸/۶۹	۰/۰۸۷۳		نمره استاندارد
گروه ششم با ۱۴ عضو ۲،۳،۴،۷،۱۴،۱۶،۲۰،۲۱، ۲۲،۲۳،۲۴،۲۵،۲۷،۴۲	PH	PL	SL	PE	PNP	NT	NFT	FLL	FLW		میانگین گروه
	۰/۶۰	۰/۴۳	۰/۶۰	۰/۲۵	-۰/۰۸	۰/۳۶	-۰/۱۴	۰/۵۱	۰/۰۰۸۴		نمره استاندارد
گروه هفتم با ۱۴ عضو ۲،۳،۴،۷،۱۴،۱۶،۲۰،۲۱، ۲۲،۲۳،۲۴،۲۵،۲۷،۴۲	۱۱۰/۹۱	۲۳/۹۶	۸۶/۹۵	۶۶/۶۵	۷/۲۲	۸/۱۴	۷/۱۷	۲۹/۱۸	۱/۴۳		میانگین گروه
	-۰/۶۳	۰/۶۵	-۰/۵۹	-۰/۵۹	-۱/۰۱	-۰/۸۷	-۱/۰۰	۰/۰۵	۰/۵۵		نمره استاندارد
گروه هشتم با ۱۴ عضو ۲،۳،۴،۷،۱۴،۱۶،۲۰،۲۱، ۲۲،۲۳،۲۴،۲۵،۲۷،۴۲	WTP	WP	GY	WD	TGW	NTG	NEG	NFG	HI		میانگین گروه
	۱۴/۴۵	۲/۴۴	۲/۳۱	۳۷/۰۴	۲۳/۸۶	۱۷۴/۱۷	۷۷/۷۳	۹۶/۵۴	۰/۰۶۳۱		نمره استاندارد
گروه نهم با ۱۴ عضو ۲،۳،۴،۷،۱۴،۱۶،۲۰،۲۱، ۲۲،۲۳،۲۴،۲۵،۲۷،۴۲	PH	PL	SL	PE	PNP	NT	NFT	FLL	FLW		میانگین گروه
	-۱/۴۱	۰/۹۸	-۱/۴۱	-۱/۲۳	-۰/۲۱	۰/۰۶	۰/۸۸	-۱/۰۰	۰/۰۱۵۷		نمره استاندارد
گروه دهم با ۱۴ عضو ۲،۳،۴،۷،۱۴،۱۶،۲۰،۲۱، ۲۲،۲۳،۲۴،۲۵،۲۷،۴۲	۱۲۴/۶۹	۲۵/۷۶	۹۸/۸۷	۷۸/۵۸	۹/۱۰	۹/۶۹	۹/۰۱	۲۹/۰۳	۱/۳۲		میانگین کل
	WTP	WP	GY	WD	TGW	NTG	NEG	NFG	HI		میانگین کل
	۲۴/۱۲	۳/۲۳	۳/۸۶	۴۸/۱۰	۲۴/۵۱	۱۷۲/۲۱	۴۱/۵۴	۱۳۰/۶۶	۰/۰۷۸۸		میانگین کل

*: ارتفاع بوته: PH، طول خوشه: PL، طول ساقه: SL، میزان خروج خوشه از غلاف: PE، تعداد خوشه: PNP، تعداد پنجه: NT، تعداد پنجه بارور: NFT، طول برگ پرچم: FLL، عرض برگ پرچم: FLW، وزن کل خوشه بوته: WTP، وزن خوشه ساقه اصلی: WP، عملکرد دانه: GY، وزن خشک بوته: WD، وزن هزار دانه: TGW، تعداد دانه کل: NTG، تعداد دانه پوک: NEG، تعداد دانه بارور: NFG، شاخص برداشت: HI.

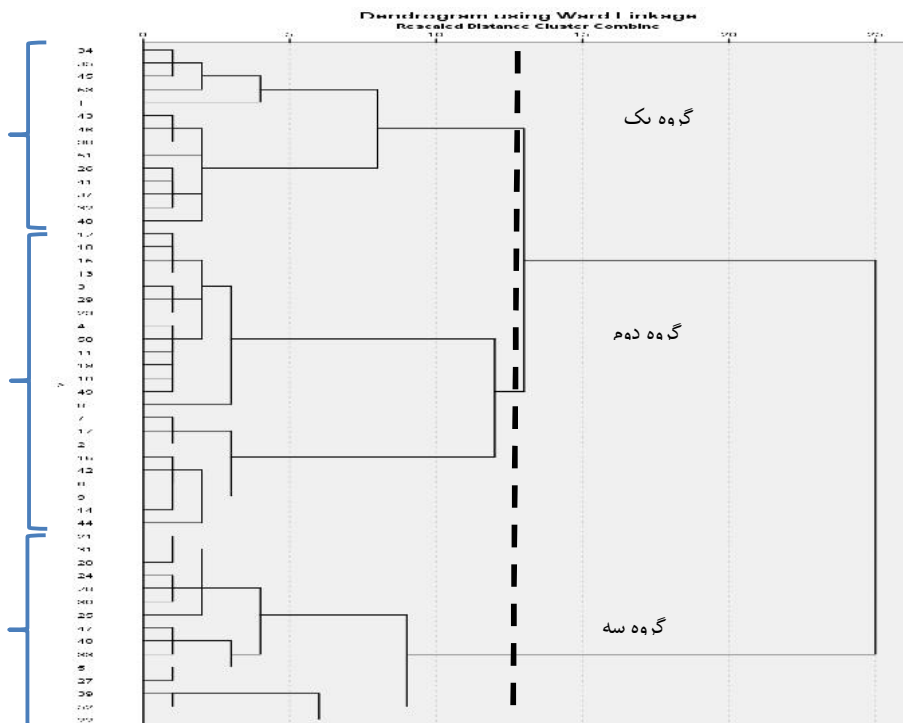
گروه‌بندی و ارزیابی ژنوتیپ‌های برنج در شرایط تنش خشکی

نمودار درختی حاصل از تجزیه خوشه‌ای به روش وارد با استفاده از ۱۸ صفت زراعی برای ۵۲ ژنوتیپ برنج هوازی و غرقابی تحت تنش خشکی در شکل ۲ ارائه شده است. نتایج مقدار آماره لاندا و ویلک در تجزیه تابع تشخیص برای تعیین بهترین محل برش در نمودار درختی، در گروه‌بندی دو گروهی و سه گروهی به ترتیب ۰/۳۰۹ و ۰/۳۹۸ بدست آمد ($p < ۰/۰۰۱$) که با توجه به اینکه برش نمودار درختی به سه گروه جزئیات بیشتری از اعضای

گروه‌ها را ارائه می‌داد، بنابراین گروه‌بندی سه گروهی تفسیر و بررسی شد. جدول ۴ میانگین و نمره استاندارد گروه‌ها برای ۱۸ صفت، به همراه اعضای هر گروه را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در شکل ۲ مشاهده می‌شود گروه ۱ و ۲ قرابت بیشتری نسبت به هم دارند و با گروه ۳ اختلاف دارند. گروه اول متشکل از ۱۴ عضو شامل ژنوتیپ شماره ۱ (رقم Palawan) و ژنوتیپ شماره ۲۶ از سری ژنوتیپ‌های هوازی و ۱۲ عضو دیگر از گروه ارقام غرقابی به نام‌های قصرالدشتی، سنگ جو، رشتی سرد، عنبربو، سالاری، اهلمی طارم، علی کاظمی، هاشمی، غریب، دم‌سیاه، حسن‌سرای و صدری

است که از لحاظ صفات مورفولوژیکی مثل ارتفاع بوته، طول ساقه، طول خروج خوشه از غلاف و طول برگ پرچم در حد وسط گروه یک و گروه ۳ قرار داشت. همچنین از لحاظ اکثر صفات مهم عملکردی از جمله عملکرد بوته، وزن خوشه‌ها، وزن خوشه اصلی، وزن خشک کل بوته، وزن هزار دانه، تعداد دانه و تعداد دانه بارور نسبت به دو گروه دیگر برتر بود. بدیهی است اگر هدف عملکرد دانه و اجزای عملکرد باشد، اعضای این گروه، کاندیدای مناسب‌تری نسبت به دو گروه دیگر می‌باشند. همچنین شناسایی ژنوتیپ‌های متحمل به خشکی یک گام اولیه و اساسی به منظور تولید و توسعه جمعیت‌های اصلاحی برای مکان‌یابی QTL‌های مرتبط با تحمل به خشکی و در نهایت انتقال QTL‌ها به زمینه‌های ژنتیکی مطلوب می‌باشد (۴). در مقابل گروه سوم با ۱۵ عضو شامل ۵ رقم غرقابی سنگ طارم، ندا، سپیدرود، کادوس و نعمت و ۱۰ ژنوتیپ هوازی از لحاظ ۱۴ صفت نمره استاندارد منفی داشتند و بالاترین تعداد دانه پوک و کمترین عملکرد و اجزای عملکرد را به خود اختصاص دادند و از لحاظ صفات مورفولوژیکی نیز تظاهر مطلوبی نداشتند.

بود. این گروه بغیر از ۳ صفت عرض برگ پرچم، تعداد دانه کل و تعداد دانه پوک برای ۱۵ صفت دیگر دارای نمره استاندارد مثبت بود. همچنین این گروه از لحاظ صفات مورفولوژیکی از جمله ارتفاع بوته، طول ساقه، طول خروج خوشه از غلاف نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برتری نسبی بیشتری نشان دادند و تظاهر بهتری داشتند. این ژنوتیپ‌ها در شرایط بدون تنش نیز در گروه یک و با ویژگی‌های مشابه قرار گرفتند. ناگالا و همکاران (۱۳) با بررسی تعدادی از ژنوتیپ‌های بومی سبزیلانکا تحت تنش خشکی پرداختند و با بررسی برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی از جمله ارتفاع بوته، طول عرض برگ، طول ساقه، زاویه برگ و محتوای آب نسبی ژنوتیپ‌های برنج را گروه‌بندی کردند. آنها عنوان داشتند برخی از ویژگی‌های مورفولوژیکی مثل ارتفاع بوته، طول، عرض و زاویه برگ می‌تواند ارتباط معنی‌داری با تحمل گیاه به تنش خشکی داشته باشد. گروه دوم با ۲۳ عضو شامل ۴ رقم غرقابی شامل خزر، چمپاودار، درفک و گوهر و ۱۹ ژنوتیپ هوازی بود. بین اعضای این گروه و گروه دوم در شرایط بدون تنش نیز هم‌پوشانی قابل توجهی وجود داشت. با توجه به نتایج مندرج در جدول ۶ ویژگی این گروه این



شکل ۲- نمودار درختی حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای ۵۲ رقم برنج بر اساس ۱۸ صفت زراعی در شرایط تحت تنش خشکی در رشت با استفاده از روش Ward، شماره و مشخصات ژنوتیپ‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.

Figure 2. Dendrogram derived from cluster analysis for 52 genotypes of rice based on 18 traits under drought stress condition in Rasht using Ward method. Number and information of varieties has been showed in table 1.

جدول ۴- اعضای گروه‌های حاصل از تجزیه خوشه‌ای همراه با میانگین و میزان انحراف از میانگین کل استاندارد شده گروه‌ها برای ۱۸ صفت ژنوتیپ‌های برنج در شرایط تنش خشکی. شماره و مشخصات ژنوتیپ‌های برنج و فهرست صفات به ترتیب در جداول ۱ و ۲ آورده شده است.

Table 4. Member of groups derived from cluster analysis of rice genotypes with mean and standardized deviation from mean of groups for 18 traits under drought stress condition. Number and information of genotypes and traits name list showed in table 1 and 2 respectively

شماره گروه و اعضای گروه	صفات									
	PH*	PL	SL	PE	NP	NT	NFT	FLL	FLW	
گروه اول، ۱۴ عضو ۱، ۲۶، ۳۳، ۳۴، ۳۵، ۳۷، ۳۸، ۴۰، ۴۱، ۴۳، ۴۵، ۴۶، ۵۱، ۵۳	۱۳۸/۰۴	۲۶/۹۸	۱۱۱/۰۷	۹۰/۵۹	۸/۴۲	۸/۷۷	۸/۳۸	۲۷/۳۶	۱/۰۵	
	۱/۲۶	۰/۸۴	۱/۲۵	۱/۲۵	۰/۳۵	-۰/۱۶	۰/۲۷	۰/۴۱	-۰/۹۸	میانگین گروه نمره استاندارد
	WTP	WP	GY	WD	TGW	NTG	NEG	NFG	HI	
گروه دوم ۲۳ عضو ۲، ۳، ۴، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، ۱۱، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۳، ۲۹، ۴۲، ۴۴، ۴۹، ۵۰	۲۰/۲۱	۳/۰۵	۳/۲۳	۳۷/۹۷	۲۴/۴۳	۱۴۶/۱۱	۲۰/۶۱	۱۲۵/۵۰	۰/۰۸۵	
	۰/۱۲	۰/۱۶	۰/۱۱	۰/۱۶	۰/۱۳	-۰/۴۲	-۰/۶۴	۰/۲۴	۰/۰۰۴	میانگین گروه نمره استاندارد
	PH	PL	SL	PE	NP	NT	NFT	FLL	FLW	
گروه سوم، ۱۵ عضو ۵، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۴، ۲۵، ۲۷، ۲۸، ۳۰، ۳۱، ۳۳، ۳۹، ۴۷، ۴۸، ۵۲	۱۰۷/۶۵	۲۴/۳۰	۸۳/۳۵	۶۲/۹۱	۷/۵۶	۸/۰۸	۷/۵۰	۲۵/۹۲	۱/۴۱	
	-۰/۱۵	-۰/۰۹	-۰/۱۵	-۰/۱۵	-۰/۲۲	-۰/۲۸	-۰/۲۲	-۰/۰۵	۰/۶۱	میانگین گروه نمره استاندارد
	WTP	WP	GY	WD	TGW	NTG	NEG	NFG	HI	
گروه چهارم، ۱۱ عضو ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸، ۱۹، ۲۳، ۲۹، ۴۲، ۴۴، ۴۹، ۵۰	۲۲/۸۱	۳/۴۴	۳/۶۵	۳۹/۸۰	۲۵/۳۹	۱۶۹/۷۹	۳۲/۹۰	۱۳۶/۸۹	۰/۰۸۹۲	
	۰/۵۲	۰/۶۶	۰/۵۲	۰/۴۰	۰/۲۹	۰/۴۳	-۰/۲۴	۰/۵۸	۰/۰۰۸۲	میانگین گروه نمره استاندارد
	PH	PL	SL	PE	NP	NT	NFT	FLL	FLW	
گروه پنجم، ۱۵ عضو ۵، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۴، ۲۵، ۲۷، ۲۸، ۳۰، ۳۱، ۳۳، ۳۹، ۴۷، ۴۸، ۵۲	۹۰/۶۹	۲۲/۷۲	۶۷/۹۸	۴۷/۳۹	۷/۹۳	۸/۹۶	۷/۸۴	۲۵/۱۳	۱/۲۷	
	-۰/۹۴	-۰/۶۴	-۰/۹۳	-۰/۹۴	۰/۰۲	۰/۲۸	۰/۰۰	-۰/۳۱	-۰/۰۲	میانگین گروه نمره استاندارد
	WTP	WP	GY	WD	TGW	NTG	NEG	NFG	HI	
گروه ششم، ۱۵ عضو ۵، ۲۰، ۲۱، ۲۲، ۲۴، ۲۵، ۲۷، ۲۸، ۳۰، ۳۱، ۳۳، ۳۹، ۴۷، ۴۸، ۵۲	۱۳/۵۴	۲/۰۰	۲/۲۱	۳۰/۸۰	۲۰/۲۱	۱۵۰/۳۷	۶۹/۶۶	۸۰/۶۱	۰/۰۶۵۰	
	-۰/۹۲	-۰/۱۷	-۰/۹۱	-۰/۷۷	-۰/۵۷	-۰/۲۷	۰/۹۶	-۰/۱۲	-۰/۰۱۶	میانگین گروه نمره استاندارد
	PH	PL	SL	PE	NP	NT	NFT	FLL	FLW	
گروه هفتم، ۱۱ عضو ۱۱، ۰/۹۴	۱۱/۰۹۴	۲۴/۵۷	۸۶/۳۸	۶۵/۸۹	۷/۹۰	۸/۵۲	۷/۸۴	۳۷/۰۶	۱/۲۷	میانگین کل
	WTP	WP	GY	WD	TGW	NTG	NEG	NFG	HI	
	۱۹/۴۴	۲/۹۲	۳/۱۲	۳۷/۷۱	۲۳/۶۴	۱۵۷/۸۱	۴۰/۲۰	۱۱۷/۶۲	۰/۰۸۱	

* ارتفاع بوته: PH، طول خوشه: PL، طول ساقه: SL، میزان خروج خوشه از غلاف: PE، تعداد خوشه: PNP، تعداد پنجه: NT، تعداد پنجه بارور: NFT، طول برگ پرچم: FLL، عرض برگ پرچم: FLW، وزن کل خوشه بوته: WTP، وزن خوشه ساقه اصلی: WP، عملکرد دانه: GY، وزن خشک بوته: WD، وزن هزار دانه: TGW، تعداد دانه کل: NTG، تعداد دانه پوک: NEG، تعداد دانه بارور: NFG، شاخص برداشت: HI

زودرس‌تر، با خوشه‌های با تراکم کمتر و وزن هزار دانه بیشتر برای انتخاب ارجح‌تر می‌باشند. رئیسی و همکاران (۱۴) با بررسی تمایز بین برنج‌های هوازی و غرقابی مشابه با ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در پژوهش حاضر از نظر تحمل به تنش اسمزی در مرحله جوانه‌زنی نشان دادند که در شرایط نرمال و تنش ۸- بار، ژنوتیپ‌ها به ۳ گروه و در شرایط ۱۶- بار به ۲ گروه قابل تفکیک هستند. همچنین تعدادی از ژنوتیپ‌های هوازی در هر سه شرایط، در گروه با متوسط ارزش‌های بالاتر از میانگین کل قرار گرفتند. در مقایسه با تحقیق حاضر، ارقام شماره ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۳، ۱۵، ۱۸ و ۲۹ در این آزمایش نیز در هر دو شرایط نرمال و تحت تنش خشکی تظاهر بسیار مطلوبی از خود نشان دادند، بنابراین ژنوتیپ‌های مذکور هم از لحاظ جوانه‌زنی در شرایط نرمال و تحت تنش اسمزی و هم از لحاظ عملکرد و اجزای عملکرد در شرایط نرمال و تحت تنش خشکی به‌عنوان ژنوتیپ‌های برتر شناسایی شدند. همچنین می‌توان دریافت که بین تحمل به تنش خشکی در مراحل مختلف رشدی ارتباط وجود دارد. توها و همکاران (۲۱) با بررسی ضرایب همبستگی بین صفات مختلف زراعی- موفولوژیکی در ۴۴ رقم برنج دریافتند بین

عرفانی و همکاران (۶)، ۲۶ ژنوتیپ برنج در دو شرایط آبیاری متداول و تنش خشکی در دو مرحله رویشی و زایشی را به‌منظور ارزیابی تحمل به خشکی بررسی کردند. بر اساس نتایج آنها ارقام کادوس، ساحل، نعمت، دانیال و لاین ۸ متحمل‌ترین ارقام و رقم دم‌سیاه و لاین ۳۰ حساس به تنش خشکی در هر دو مرحله شناسایی شدند. در پژوهش حاضر بین ارقام غرقابی دو رقم درفک و گوهر متحمل‌تر از سایر ارقام بومی بودند. گیماراز و همکاران (۸) با هدف شناسایی ارقام برنج آپلند متحمل به خشکی، ۴۴ ژنوتیپ را در طی دو سال در پورانگاتو ایالت گویاس برزیل در دو شرایط نرمال و تنش خشکی ارزیابی کردند. تنش خشکی ۴۰ روز پس از سبز شدن بذور اعمال شد. نتایج تجزیه خوشه‌ای با استفاده از روش Ward، ژنوتیپ‌ها را در شرایط نرمال و تنش خشکی به ترتیب در شش و هفت گروه، تقسیم‌بندی کرد. گروهی که بیشترین عملکرد را تحت تنش خشکی داشت متشکل از ژنوتیپ‌های BRS، Guarani، Douradao، AB062041، Aimore و Tangara بود که چهار ژنوتیپ نخست در شرایط نرمال نیز بالاترین عملکرد را داشتند. آنها پیشنهاد نمودند در گزینش ژنوتیپ‌ها برای تحمل به تنش خشکی، ژنوتیپ‌های

حاصل تحقیق حاضر با هدف بررسی ارقام برنج بومی و ژنوتیپ‌های هوازی در شرایط نرمال و تنش خشکی، منجر به شناسایی ژنوتیپ‌هایی شد که در شرایط کم آبی، نسبت به تنش خشکی متحمل‌تر بودند. در مجموع ۱۱ ژنوتیپ هوازی و ۲ رقم غرقابی (درفک و گوهر) در هر دو شرایط نرمال و تنش خشکی در گروه برتر از لحاظ عملکرد دانه و اجزای عملکرد واقع شدند. با توجه به اهمیت و بازده قابل توجه ژنوتیپ‌های غیرهوازی، امید می‌رود بتوان برای مقابله با کم‌آبی از این ژنوتیپ‌ها و نتایج پژوهش حاضر بهره‌برداری کرد.

تحمّل به خشکی در مراحل اولیه رشد و گیاهچه‌ای با تحمّل به تنش خشکی در مرحله زایشی ارتباط قوی و معنی‌داری وجود دارد. نتایج مطالعات محققین بر روی برنج نشان داده است که از طریق کاربرد فناوری‌های آبیاری مبتنی بر صرفه‌جویی در آب، می‌توان روش کاشت غیرهوازی برنج را به نیمه‌هوازی و یا کاملاً هوازی تغییر داد. این تغییر روش، تغییرات چشمگیری در حفظ آب، موجودی مواد آلی خاک، دینامیک مواد مغذی، ترسیب کربن، بهره‌وری خاک، اکولوژی علف‌های هرز و انتشار گازهای گلخانه‌ای به وجود می‌آورد. (۲۲).

منابع

- Belder, P., B.A.M. Bouman, J.H.J. Spiertz, S. Peng, A.R. Castaneda and R.M. Visperas. 2005. Crop performance, nitrogen and water use in flooded and aerobic rice. *Journal of Plant and Soil*, 273: 167-182.
- Bouman, B.A.M., S. Peng, A.R. Castaneda and A.M. Visperas. 2005. Yield and water use of irrigated topical aerobic rice systems. *Agricultural Water Management*, 74: 87-105.
- Bouman, B.A.M., Y. Xiaoguang, W. Huaqi, W. Zhiming, Z. Junfang, W. Changgui and C. Bin. 2002. Aerobic Rice (Han Dao): A new way of growing rice in water short areas. *Proceedings of the 12th ISCO Conference*, May, Beijing, 26-31.
- Dixit, Sh., A. Singh and A. Kumar. 2014. Rice Breeding for High Grain Yield under Drought: A Strategic Solution to a Complex Problem. *International Journal of Agronomy*, 1-15 pp.
- Emam, E. 2007. *Cereal Production*. Shiraz University Press, 190 pp (In Persian).
- Erfani, F., M. Shokrpour, A. Momeni and A. Erfani. 2013. Evaluation of drought tolerance in rice varieties using yield-based indices at vegetative and reproductive stage. *Sustainable Agriculture and Production Science*, 4: 135-148 (In Persian).
- Farshadfar, E. 1998. *Application of Quantitative Genetics in Plant Breeding (Vol 1)*. Razi University Press, 528 pp (In Persian).
- Guimarães, C.M., A. Pereirade Castro, L.F. Stone and J. Pereira de Oliveira. 2016. Drought tolerance in upland rice: identification of genotypes and agronomic characteristics. *Acta Scientiarum*, 38: 201-206.
- Ibrahim, S.M., A. Ramalingam and M. Subramanian. 1990. Path analysis of rice grain yield under rainfed lowland conditions. *IRRN*, 15: 11 pp.
- Lafitte, R.H., B. Courtois and M. Arrauadeau. 2002. Genetic improvement of rice in aerobic systems: progress from yielded to genes. *Field Crops Research*, 75: 171-190.
- Mehetre, S.S., C.R. Mahajan, P.A. Patil, S.K. Lad and P.M. Dhumal. 1994. Variability, heritability, correlation, path analysis and genetic divergence studies in upland rice. *International Rice Research Notes*, 19: 8-10.
- Moumeni, A. 2014. Study on possibility of changing rice cultivation system from irrigation to aerobic condition in Mazandaran province. *Electronic Journal of Crop Production (EJCP)*, 6: 215-228 (In Persian).
- Nagalla, A.D., D.V. Jayatilake, V. Herath, L.D.B. Suriyagoda and H.A.M. Wickramasinghe. 2016. Clustering of Selected Sri Lankan Rice (*Oryza sativa* L.) Cultivars Based on Plant Architecture and Evaluation of Their Association to Relative Water Content under Drought. *Tropical Agricultural Research*, 28: 100-106.
- Raiesi, T., A. Sabouri and H. Sabouri. 2016. Investigation of discriminant between aerobic and Iranian rice based on tolerance to drought stress at germination stage using discrimination function analysis. *Cereal Research*, 5: 311-326.
- Rezaei, A. 2008. *Concepts of Probability and Statistics*. Mashhad Publishing Co, 444 pp (In Persian).
- Rigi, H., Gh. Mohamadi-Nejad and H. Sabouri. 2012. Evaluation of Low Irrigation on yield and yield components of different Aerobic rice genotypes in Nikshahr. March 1-2. The 6th National Conference on new ideas in Agriculture, IAU of Khorasgan, Khorasgan branch, Isfahan, Iran, 1-6 pp (In Persian).
- 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: 315-331.
- Singh, V.P., R.K. Singh, B.B. Singh and R.S. Zeigler. 1996. *Physiology of Stress Tolerance in Rice: Proceedings of the International Conference on Stress Physiology of Rice*, 28 Feb-5 March 1994, Lucknow, U.P., India, 239 pp.
- Surek, H. and N. Beer. 2003. Correlation and path coefficient analysis for some yield related traits in rice (*Oryza sativa* L.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 27: 77-83
- Talwar, S.N. 1976. Selection index for grain yield and its contributing characters in parietal collection of rice. *Indian Agriculture Journal*, 20: 35-37.
- Thu Ha, P.T., D.T. Khang, P.T. Tuyen, L.T. Minh, T.N. Minh, N. Thi Lang, B.C. Buu and T.D. Xuan. 2016. Correlation among agro-morphological variation and genetic diversity of rice (*Oryza sativa* L.) under drought stress. *International Letters of Natural Sciences*, 58: 42-53.

22. Tuong, T.P. and B.A.M. Bouman. 2003. Rice production in water-scarce environments. In: Kijne, J.W, R. Barker, D. Molden, (editors), *Water Productivity in Agriculture: Limits 14 and Opportunities for Improvement*. CABI Publishing, UK, 53-67.
23. Venkateswarlu, B., B.S. Vergara, F.T. Parao and R.M. Visperas. 1986. Enhancing grain yield potentials in rice by increasing the number of high density grains. *Philippine Journal of Crop Science*, 11: 145-152
24. Venuprasad, R., H.R. Lafitte and G.N. Atlin. 2007. Response to direct selection for grain yield under drought stress in rice. *Crop Science*, 47: 285-293.
25. Vial, L.K. 2007. *Aerobic and Alternate-wet-and-dry (AWD) Rice Systems*. Nuffield Australia publishing. Griffith NSW Australia, 26-80.
26. Wang, H.Q. and S.X. Tang. 2000. Upland rice production and breeding in China: it's past, today and future. In: *Upland Rice Research Consortium Review and Synthesis Meeting and Aerobic Rice Workshop*, 7-8 September 2000, International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines, 1-5 pp.
27. Wang, H.Q., B.A.M. Bouman, D.L. Zhao, C.G. Wang and P.F. Moya. 2002. Aerobic rice in northern China: opportunities and challenges, p. 143-154, *In: Bouman, B.A.M. et al., eds. Water-wise-rice production. Proceedings of the international workshop on water-wise rice production, April 2002, Los Banos, Philippines. International Rice Research Institute, Los Banos, pp: 8-11.*

Investigation of Morphological, Yield and Yield Components of Aerobic and Lowland Rice Genotypes (*Oryza sativa* L.) Under Normal and Drought Stress Conditions

Reza Afshari¹, Atefeh Sabouri², Masoud Esfahani³ and Ali Kafi Ghasemi⁴

1, 3 and 4- M.Sc. Student, Professor and Lecturer, University of Guilan
2- Assistant Professor, University of Guilan, (Corresponding Author: a.sabouri@guilan.ac.ir)
Receive: December 3, 2016 Accepted: March 7, 2017

Abstract

Considering to drought stress importance as most important limiting factor in rice production in world, identification of tolerant genotypes to drought can be a valuable approach to deal with the drought stress. In the present experiment plant materials contains 53 rice genotypes including 31 aerobic and 22 lowland (landrace) rice that were grown in two conditions under drought stress and normal as randomized complete block design with three replications in Sangar Rasht, Iran. The 18 plant characteristics including morphological traits, yield and yield components were measured. The results of ANOVA revealed for all traits differences among genotypes were significant at 0.01 probability level that showing high level diversity and different reaction of varieties among genotypes under two conditions. The cluster analysis assigned all genotypes in three groups in each condition. In normal condition second group with 21 memberships including 14 aerobic genotypes and 7 lowland genotypes gained average of yield traits such as grain yield, weight of total plant panicle, weight of main stem panicle, number of total grain, number of filled grains higher than other genotypes. Under drought stress condition the most desirable genotypes belonged to the second group. This group contains 19 aerobic genotypes and 4 lowland genotypes in term of traits related to yield including weight of total plant panicle, weight of main stem panicle, grain yield, dry weight of plant, 1000 grain weight, number of total grain and number of filled were better than other genotypes. Totally 11 aerobic genotypes and 2 lowland genotypes (Dorfak and Gohar) were in better group in term of grain yield and yield components.

Keywords: Cluster analysis, Drought stress, Morphologic traits, Rice