نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد ششم، شماره چهارم، زمستان ۹۲
۲۱۵-۲۲۸
http://ejcp.gau.ac.ir
(مقاله کوتاه علمی)

مطالعه امکان تغییر الگوی کشت برنج از شرایط غرقابی به هوازی در مازندران

علی مومنی
استادیار موسسه تحقیقات برنج مازندران
تاریخ دریافت: ۹۱/٤/۱۷ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۷/۱۵

چکیده

کمبود آب و رقابت در مصرف آن امروزه به چالش جدی در کشت و تولید برنج در شرایط آبی تبدیل شده اند. به همین دلیل، ضرورت اساسی جهت توسعه سیستم مناسب کشت برنج که نیاز به مقدار آب کمتری داشته باشد همواره وجود دارد. از این رو این تحقیق به‌منظور مطالعه وضعیت ٦١ 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 و انتخاب بهترین ژنوتیپ‌ها اجرا شد. ژنوتیپ‌های برنج در قالب آزمایش حجیم شده که ارقام شاهد در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی طراحی شدند در اراضی شرکت زراعی دشت ناز ساری در سال ۱۳۸۸ ارزیابی شدند. در این مطالعه صفات تعداد روز تا ظهور خوشه، ارتفاع بوته، تعداد دانه پر و پوک در خوشه، طول و عرض دانه، وزن ۱۰۰۰ دانه، وضعیت عمومی در تحمل به بیماری‌ها و آفات و قابلیت پذیرش عمومی اندازه‌گیری شدند. نتایج تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها برای صفات مختلف در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه حاکی از برتری تعداد ۸ ژنوتیپ هوازی برنج بر ارقام شاهد بودند که عمدتاً دارای زمان رسیدگی کوتاه‌تر، طول و عرض دانه مطلوب و وزن ۱۰۰۰ دانه بالاتری بودند. از این‌رو این دسته از ژنوتیپ‌ها جهت انجام مطالعات تکمیلی و معرفی رقم مناسب جهت کشت در شرایط هوازی پیشنهاد می‌شوند. هم‌چنین نتایج نشان داد که ازمیان ژنوتیپ‌های شاهد رقم ندا نیز وضعیت مطلوبی در شرایط هوازی نشان داد، که به‌عنوان رقم متحمل به شرایط کم آبی می‌تواند در مطالعات مرتبط با تحمل به خشکی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: الگوی کاشت، هوازی، کمبود آب، آزمایش حجیم شده، برنج

*مسئول مکاتبه: amoumeni@areo.ir

مقدمه

برنج دومین محصول زراعی غذایی مهم در ایران هست که در سطحی معادل ۵۵۰ هزار هکتار کشت می‌شود (آمارنامه کشاورزی، ۲۰۰۹). از آنجا که سیستم کشت و کار در ایران مبتنی بر استفاده از واریته‌های برنج آبی[1] است، نیاز به آب فراوان در سرتاسر دوره رشدی دارد. بطورکلی آب یکی از منابع مهم محدودکننده در تولید محصول برنج می‌باشد (ویال، ۲۰۰۷). بررسی نشان می‌دهد که گیاه برنج حدود ۹۰ درصد آب تازه[2] مورد استفاده در تولید محصولات زراعی را مصرف می‌کند (بارکر و همکاران، ۱۹۹۹). گزارش‌ها حاکی از آن است که بیش از ۵۵ درصد از سطح کشت برنج در جهان که حدود ۷۵ درصد تولید جهانی را به خود اختصاص داده است مبتنی بر سیستم کشت آبی و آبیاری می‌باشد. از سویی با توجه به کاهش میزان آب از جمله کاهش کیفیت آب و منابع قابل دسترس از یک طرف و هم‌چنین رقابت در استفاده از آب در بخش‌های شهری و هم‌چنین صنایع، لزوم توجه و توسعه سیستم‌های جدیدی کاشت برنج که به آب کمتری نیاز باشد و در عین حال عملکرد مطلوبی تولید شود ضروری می‌باشد (پوستل، ۱۹۹۷). از این رو متخصصین برنج در جستجوی راهکاری برای دستیابی به ارقام برنج با قابلیت تحمل به خشکی مانند برنج‌های آپلند[3] با عملکرد برنج‌های مبتنی بر سیستم آبی، مقاوم به خوابیدگی و هم‌چنین دارای قابلیت رقابتی بالا در مقابل علف‌های هرز به نام برنج‌های هوازی بودند (تمپلتون و بایوت، ۲۰۱۱). در سیستم کشت برنج مبتنی بر آبیاری عموماً از خشکی اجتناب می‌شود ولی در اغلب کشورهای برنج خیز مسئله کم آبی یک چالش جدی در تولید برنج به شمار می‌رود (نارسیسو و حسین، ۲۰۰۲). مطالعات نشان می‌دهد که برنج اغلب به کمبود آب در بعضی مراحل رشدی بسیار حساس می‌باشد و سطحی از خشکی در مرحله رویشی که موجب خسارت متوسط در عملکرد شده و می‌تواند به از بین رفتن کامل محصول دانه در مرحله زایشی[4] شود (اُتوله، ۱۹۸۲). برنج‌های مبتنی بر سیستم آبی در خاک‌های گلخرابی شده شالیزاری نشاء می‌شوند و آماده‌سازی زمین با شخم و آماده‌سازی خاک در شرایط اشباع از آب انجام می‌گیرد و بعد از استقرار گیاه در زمین، سطح آب در مزرعه در حدود ۱۰-۵ سانتی‌متر نگهداری می شود. به همین جهت تلفات آب بواسطه نفوذ افقی و عمقی آب و تبخیر

1- Irrigated-rice
2- Fresh water
3- Upland rice
4- Reproductive stage

در زمانی‌که خاک غرقاب می‌باشد، زیاد می‌باشد (بومن و تنگ، ۲۰۰۱). در مقابل، محصولاتی مانند گندم و ذرت در خاک‌های غیرگلخرابی شده و خاک‌های هوادهی شده رشد می‌کنند و آبیاری موقعی انجام می‌شود که خاک بسیار خشک می‌گردد و مقدار آب مورد نیاز جهت آبیاری به اندازه‌ای است تا رطوبت خاک به ظرفیت مزرعه‌ای برسد. بنابراین صرفه‌جویی در آب آبیاری و افزایش بهره‌وری آب امکان‌پذیر خواهد بود اگر برنج هم می‌توانست در شرایط خاک غیراشباع مانند گندم و ذرت کشت و کار می‌شد. شروع تحقیقات در رابطه با توسعه کشت برنج هوازی از کشور چین و به سال ۱۹۸۰ با هدف تولید برنج متحمل به خشکی و قابلیت کشت در اراضی بدون گلخرابی بود، سپس از سال ۲۰۰۱ موسسه تحقیقات بین‌المللی برنج (ایری) با همکاری موسسات مختلف در چین، هند و فیلیپین مطالعات در زمینه توسعه چنین سیستم کاشت برنج را آغاز نمود (تمپلتون و بایوت، ۲۰۱۱). اولین بار ایده تولید برنج هوازی توسط باس بومن[1] با متخصصین زراعت و فیزیولوژی گیاهی مطرح شد که چرا نتوان برنج را مثل سایر غلات که در اراضی خشک غیر غرقاب کشت می‌شوند، رشد داد؟ این ایده با تلاش و همکاری محققان در ایری و چین به واقعیت نزدیک شد (رایس تودی، ۲۰۰۷). در پی کمبود آب در چین و به‌ویژه در دشت هوانگ- هوای-های، که ۲۶ درصد اراضی زراعی چین، ۳۰ درصد اراضی تحت آبیاری و ۲٤ درصد از تولید کل محصولات دانه‌ای در آن تولید می‌شود، توجه به تولید برنج هوازی بسیار جدی‌تر شد (جنگ و همکاران، ۲۰۰۱). تحقیقات در جهت توسعه برنج هوازی در چین و ایری سرانجام به ثمر رسید به‌طوری‌که هم اکنون رقم Han Dao در سطحی بیش از ۱۲۰۰۰۰ هکتار از دشت هوانگ- هوای- های کشت و کار می‌شود و در آینده نزدیک پیش‌بینی می‌گردد تا سطح یک میلیون هکتار توسعه یابد (تمپلتون و بایوت، ۲۰۱۱). در عین حال نتایج تحقیقات انجام شده در مورد این رقم نشان داد که رقم مذکور عملکردی در حدود ٦/٦ -٤/۷ تن در هکتار در شرایط کشت هوازی داشت در حالی که این میزان برای برنج پرمحصول تحت سیستم آبیاری حدود ۸/۰ تن بوده است (بومن و همکاران، ۲۰۰۲). تحقیقات هم‌چنین در زمینه مقایسه ژنوتیپ‌های برنج در شرایط غرقابی و هوازی نشان داد که تفاوت عملکرد برنج‌های هوازی در دو شرایط بین ۸ تا ۲۱ درصد متغیر بود (پنگ و همکاران، ۲۰۰٦). در ایران و در آزمایشی که اولین بار توسط مومنی و همکاران (۱۳۸۷، منتشر نشده) بر روی تعداد ٦۸ ژنوتیپ هوازی برنج مختلف ارسالی از ایری و تعدادی ارقام ایرانی در شرکت زراعی دشت ناز ساری و در

1- Bas Bouman

شرایط آبیاری بارانی و در بستر خشک انجام شد، مشخص گردید که اغلب ارقام و ژنوتیپ‌هایی که مبتنی بر سیستم کشت هوازی توسعه داده شده‌اند، دارای واکنش مطلوبی در شرایط مورد آزمایش بودند درحالی‌که اغلب ارقام ایرانی یا از بین رفته‌اند، تولید عملکرد اقتصادی نداشتند، حساس به بیماری بلاست بوده و اغلب به شدت کوتاه قد مانده‌اند. از این جهت ژنوتیپ‌های برنج هوازی امکان کشت و توسعه آنها را در مناطق کم آب و با تنوع کشت مانند شرق مازندران، استان گلستان و یا شرایط مشابه فراهم خواهد ساخت. بنابراین مطالعه حاضر به جهت بررسی وضعیت ژنوتیپ‌های برنج هوازی در شرایط خاک غیراشباع در مازندران و انتخاب ژنوتیپ‌هایی با وضعیت مطلوب جهت ادامه مطالعات تکمیلی برای معرفی ارقام هوازی و تغییر در الگوی کاشت برنج انجام شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی مورد استفاده در این تحقیق شامل تعداد ٦١ برنج هوازی بودند که از موسسه تحقیقات بین‌المللی برنج (ایری) در فیلی‌پین دریافت شدند و در استان مازندران مورد مطالعه قرار گرفتند. شجره ژنوتیپ‌ها، منشأ و تعدادی از ویژگی مهم آنها در جدول ١ آمده است. این ژنوتیپ‌ها در مازندران در قالب طرح حجیم شده با سه شاهد محلی فجر، ندا و طارم در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تکرار و در شرایط خاک غیرگلخرابی شده (هوازی) مورد ارزیابی قرار گرفتند. بذر هر ژنوتیپ (حدود ٢٠ گرم) درکرتی شامل ٤ ردیف ٣ متری به صورت خشک و در بستر خشک که با شخم و دیسک آماده شد، انجام شد. بلافاصله بعد از بذر پاشی آبیاری به صورت بارانی انجام شد تا خاک تقریباً به حالت اشباع برسد. سپس آبیاری مواد آزمایشی به فواصل هر ٧ تا ١٠ روز صورت گرفت و هر بار میزان آبیاری به حدی بود تا رطوبت خاک به حالت اشباع در آید. وجین کرت‌ها با علف‌کش‌های مناسب و هم‌چنین مکانیکی انجام شد و کوددهی براساس دستورالعمل ارسالی به‌همراه بذرها انجام شد. ارزیابی صفات شامل تاریخ ظهور خوشه، ارتفاع بوته، وزن ١٠٠٠ دانه، طول و عرض دانه، تعداد دانه پر و پوک در خوشه، قابلیت پذیرش عمومی، امتیاز تحمل به خشکی، امتیاز قابلیت احیاء بعد از خشکی، امتیاز تحمل آفات و بیماری‌ها به شرح ذیل انجام شد:

- تاریخ ظهور خوشه : تعداد روز از سبز شدن تا گلدهی ٥٠ درصد بوته‌های هر کرت (روز)،
- ارتفاع بوته: اندازه از سطح خاک تا انتهای بلندترین خوشه در هر بوته (بدون در نظر گرفتن ریشک، به سانتی متر)،

- وزن ۱۰۰۰ دانه: وزن تعداد ۱۰۰۰ دانه کاملاً پر در هر بوته (به گرم) بعد از برداشت،
- طول و عرض دانه: طول و عرض برنج قهوه‌ای بعد از برداشت (به میلی‌متر)،
- تعداد دانه پر و پوک : در هرخوشه در بوته کاملاً رسیده در ساقه اصلی در هر بوته بعد از رسیدن کامل
- وضعیت‌کلی هر ژنوتیپ، قابلیت تحمل به خشکی، و قابلیت احیا بعد از خشکی: این ارزیابی‌ها به‌صورت چشمی و با مشاهده وضعیت کلی هر کرت و با امتیاز ۱= عالی، ۳=خوب، ۵= قابل قبول، ۷= ضعیف و ۹= غیرقابل پذیرش،
- وضعیت عمومی تحمل به آفات و بیماری‌های مهم : که شامل ارزیابی وضعیت کلی هر ژنوتیپ در مقابل خسارات آفات و بیماری‌های مهم از جمله کرم ساقه خوار و بیماری بلاست که به صورت چشمی و با امتیاز ۱= عالی، ۳= خوب، ۵= قابل قبول، ۷= ضعیف و ۹= غیرقابل پذیرش، انجام شدند.

تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایشی برای صفات کمی مورد ارزیابی برای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه براساس طرح حجیم شده که سه شاهد در هر بلوک به‌طور تصادفی قرار گرفتند با استفاده از نرم‌افزار نسخه SAS ۹/۱ انجام شد.

جدول ۱- ویژگی‌های مهم زراعی، شجره و منشا ژنوتیپ‌های برنج هوازی مورد آزمایش در استان مازندران- سال ۱۳۸۸.

Grain Quality[3]							Reaction to Stress[2]			Agronomic traits[1]				Origin	Cross	Designation	Plot No.
Scnt	GrS	GrL	GelT	GelC	Clk	Amy	SB	RTD	LF	Lg	PAccp	Ht	Flw				
											۳	۱۱۸	۷۴	IRRI	NSIC RC 140/IR 74371-3-1-1	IR 81025-B-116-1	۱
														IRRI	VANDANA/IR 74371-46-1-1	IR 82098-B-B-23-B	۲
											۳	۱۲۸	۷۲	IRRI	VANDANA/IR 64	IR 78908-193-B-3-B	۳
			HI/I			۲۶					۳	۱۲۶	۷۲	IRRI	IR 78908-44/IR 78908-86	IR 81429-B-31	۴
														IRRI	IR 78878-53-2-2-2/2*IR 72875-94-3-3	IR 84179-B-403	۵
			L		۱	۲۵.۵						۱۱۵	۸۰	IRRI	NOK/IR 74371-46-1-1	IR 81063-B-94-U 3-2	۶
۱	۵	۵	I/L		۵	۲۶				۱	۳	۱۱۵	۶۸	INDIA	C 22/KALAKERI	VANDANA	۷
														IRRI	THADOKKHAM 1/IR 74371-46-1-1	IR 81449-B-B-128-1	۸
														IRRI	THADOKKHAM 1/IR 74371-46-1-1	IR 81449-B-B-51-4	۹
											۱	۱۰۸	۷۱	IRRI	NSIC RC 140/IR 74371-3-1-1	IR 81025-B-16-1	۱۰
														IRRI	THADOKKHAM 1/IR 74371-46-1-1	IR 81449-B-B-109-3	۱۱
														IRRI	NORUNGAN/2*IR 74371-46-1-1	IR 82319-B-B-59-1	۱۲
۰	۵	۵	HI/I	۸۶	۵	۲۲.۲			۱	۱	۳	۱۱۹	۷۴	IRRI	APO/IR 64	IR 78875-190-B-1-3	۱۳
														IRRI	IR 74371-46-1-1/IR 64	IR 81423-B-B-152-1	۱۴
			L		۵	۲۵.۵						۱۱۸	۸۰	IRRI	IR 74053-144-2-3/UPL RI 7	IR 81039-B-173-U 3-3	۱۵
														IRRI	IR 74590-67-1-1-3-1/IRRI 132	IR 81040-B-78-U 2-1	۱۶
														IRRI	VANDANA/IR 74371-46-1-1	IR 82098-B-B-114-2	۱۷
			I		۵	۲۶.۵						۱۱۵	۸۳	IRRI	IR 55419-04/WAY RAREM	IR 79913-B-176-B-4	۱۸
											۳	۱۱۶	۷۱	IRRI	NSIC RC 140/IR 74371-3-1-1	IR 81025-B-430-2	۱۹
														IRRI	NOK/IR 74371-46-1-1	IR 81063-B-94-U 3-3	۲۰
									۳		۳	۱۰۲	۷۸	IRRI	B 6144 F-MR-6-0-0/UPL RI 5	IR 78339-157-3-6-B-B	۲۱
											۳	۱۱۱	۷۲	IRRI	PSB RC 9/IR 64	IR 78875-176-B-1-B	۲۲
											۱	۱۱۵	۷۱	IRRI	VANDANA/IR 64	IR 78908-156-B-2-B	۲۳
											۵	۱۱۴	۷۰	IRRI	VANDANA/IR 64	IR 78908-181-B-4-B	۲۴
			I		۹	۲۷.۰					۵	۱۱۴	۶۹	IRRI	VANDANA/WAY RAREM	IR 79971-B-204-1-4	۲۵
	۳	۷	HI	۴۵	۹	۲۰.۵			۱		۳	۱۱۷	۷۶	IRRI	OG 6709-7/2*APO	IR 80312-6-B-3-2-B	۲۶
											۵	۱۱۲	۷۲	IRRI	NSIC RC 140/IR 71525-19-1-1	IR 81024-B-424-1	۲۷
											۱	۱۴۳	۷۴	IRRI	IR 78908-44/IR 78908-11	IR 81428-B-15	۲۸
											۵	۱۰۱	۷۵	IRRI	NSIC RC 140/IR 71525-19-1-1	IR 81024-B-254-4	۲۹
											۵	۶۹	۷۶	IRRI	NSIC RC 140/IR 71525-19-1-1	IR 81024-B-61-3	۳۰
														IRRI	IRRI 132/JAO HAW	IR 80014-B2-25-B-B-B	۳۱
											۵	۱۲۷	۷۸	IRRI	PSB RC 9/IR 64	IR 78875-15-B-3-B	۳۲
۰	۵	۵	L	۷۵	۵	۲۶.۱			۱		۲	۱۱۵	۷۴	IRRI	IR 55435-05/IR 47701-6-B-1	IR 78944-B-8-B-B-B	۳۳
											۳	۱۴۳	۷۵	IRRI	VANDANA/WAY RAREM	IR 79971-B-71-3-2	۳۴
											۳	۱۴۱	۷۸	IRRI	PSB RC 9/AUS 257	IR 80508-B-194-1-B	۳۵
														IRRI	IR 74590-67-1-1-3-1/IR 74371-46-1-1	IR 81044-B-112-U 4-2	۳۶
	۵	۵	L		۱	۲۴.۱					۲	۱۰۶	۷۷	IRRI	IR 55419-4*2/WAY RAREM	IR 74371-54-1-1	۳۷
											۵	۱۱۱	۷۸	IRRI	NSIC RC 140/IR 71525-19-1-1	IR 81024-B-88-3	۳۸
	۱	۳	HI/I/L		۱	۱۵.۸		۳			۳	۱۱۵	۸۰	IRRI	IR 60080-46 A/IR 62752-7	IR71525-19-1-1	۳۹
											۳	۱۴۶	۷۸	IRRI	PSB RC 9/AUS 257	IR 80508-B-57-1-B	۴۰
											۳	۱۲۰	۷۸	IRRI	NSIC RC 140/IR 71525-19-1-1	IR 81024-B-21-3	۴۱
	۱	۳	HI/I	۷۲	۴	۲۲.۶	۳	۲	۲		۴	۹۲	۸۵	IRRI	IR 5657-33-2-1/IR 2061-465-1-5-5	IR 64	۴۲
	۵	۵	HI		۱	۲۱.۶		۲	۳	۱	۳	۱۱۹	۸۲	IRRI	UPL RI-5/IR12979-24-1 (BROWN)	IR 55423-01 (NSIC RC9)	۴۳
											۱	۱۱۸	۷۱	IRRI	VANDANA/WAY RAREM	IR 79971-B-149-2-3	۴۴
											۳	۱۱۴	۸۱	IRRI	PSB RC 9/IR 66424-1-2-1-5	IR 80501-B-96-1-B	۴۵
											۳	۱۱۴	۷۷	IRRI	VANDANA/WAY RAREM	IR 79971-B-148-3-1	۴۶
											۱	۱۲۰	۷۹	IRRI	VANDANA/WAY RAREM	IR 79971-B-201-2-3	۴۷
											۳	۱۰۴	۷۷	IRRI	VANDANA/WAY RAREM	IR 79971-B-338-2-2	۴۸
											۳	۱۲۰	۷۵	IRRI	NSIC RC 140/IR 74371-3-1-1	IR 81025-B-347-3	۴۹
														IRRI	NOK/IR 74371-46-1-1	IR 81063-B-94-U 3-1	۵۰
											۵	۱۱۶	۷۸	IRRI	PSB RC 9/IR 64	IR 78875-176-B-2-B	۵۱
											۱	۱۱۴	۷۷	IRRI	IR 47701-6-B-1/IR 55435-05	IR 78937-B-20-B-B-4	۵۲
											۱	۱۲۷	۷۹	IRRI	PSB RC 9/IR 66424-1-2-1-5	IR 80501-B-113-2-B	۵۳
											۵	۱۳۵	۷۹	IRRI	NSIC RC 140/IR 71525-19-1-1	IR 81024-B-362-3	۵۴
	۱	۳	L	۳۴.۶	۵	۲۵.۹	۱	۲	۳		۳	۱۱۱	۸۶	PHILIPF	C22/IR26//C22/OS4	UPL RI-7	۵۵
۰	۵	۵	I/L	۶۲	۱	۲۳.۹		۱	۳		۴	۱۰۳	۸۴	IRRI	IR 66159-164-5-3-5/IR 64	IR 71700-247-1-1-2	۵۶
											۱	۱۲۲	۷۴	IRRI	NSIC RC 140/IR 74371-3-1-1	IR 81025-B-327-3	۵۷
											۳	۱۱۶	۸۲	IRRI	PSB RC 9/IR 64	IR 78875-207-B-1-B	۵۸
														IRRI	NOK/IR 74371-46-1-1	IR 81063-B-94-U 3-4	۵۹
											۳	۱۱۹	۷۵	IRRI	NSIC RC 140/IR 71525-19-1-1	IR 81024-B-214-2	۶۰
											۵	۱۳۱	۷۶	IRRI	NSIC RC 140/IR 71525-19-1-1	IR 81024-B-235-4	۶۱
														-	-	LOCAL CHECK (SPECIFY NAME)	۶۲

[1] **Flw** - Days to 50% flowering; **Ht** - Plant height (**cm**); **PAccp** - Phenotypic acceptability (**1** - excellent; **3** - good; **5** - fair; **7** - poor; **9** - unacceptable);
Lg - Lodging incidence (1 - 1-10% of plants; 3 - 11-20% of plants; 5 - 21-35% of plants; 7 - 36-50% of plants; 9 - 50-100% of plants);

[2] **LF** - Leaf folder (**0** - no damage; **1** - 1-10% damage; **3** - 11-20% damage; **5** - 21-35% damage; **7** - 36-50% damage; **9** - 51-100% damage);
RTD - Rice tungro disease (**1** - no damage; **3** - 1-10% damage; **5** - 11-30% damage; **7** - 31-50% damage; **9** - more than 50%);
SB - Stem borer (**0** - no damage; **1** - 1-10% damage; **3** - 11-20% damage; **5** - 21-30% damage; **7** - 31-60% damage; **9** - more than 60% damage)

[3] **Amy** - Amylose content(%); **Clk** - Chalkiness of endosperm (**0** - none; **1** - less than 10%; **5** - 11-20%; **9** - more tha 20%);
GelC - Gel consistency (**80-100** - very soft; **61-80** - soft; **41-60** - medium; **36-40** - hard; **less than 35** - very hard);
GelT - Gelatinization temperature (H - high; H/L - high or intermediate; I - intermediate; L - low);
GrL - Grain length (1 - extra long; 3 - long; 5 - medium; 7 - short); **GrS** - Grain shape (**1** - slender; **3** - medium; **5** - bold; **9** - round);
Scnt - Scent (0 - unscented; 1 - lightly scented; 2 - scented);

میانگین‌های صفات کمی ارزیابی شده در ژنوتیپ‌های تکرار نشده (ژنوتیپ‌های هوازی) براساس اثرات خطای آزمایشی برآورد شده ارقام شاهد و روابط زیر تصحیح شدند (کلوو و استاریسبریک، ۲۰۰۱).

$$T_{adj} = T_{orig} - \overline{X}_{.i} + \overline{X}_{..}$$

$$SED_{(\text{شاهد})} = \sqrt{\frac{2MSE}{r}}$$

$$SED_{(\text{ژنوتیپ های تکرار نشده, بلوک مشابه})} = \sqrt{2MSE}$$

$$SED_{(\text{ژنوتیپ های تکرار نشده, بلوک مختلف})} = \sqrt{2MSE(1+\frac{1}{t_r})}$$

$$SED_{(\text{ژنوتیپ های تکرار نشده و شاهد})} = \sqrt{MSE(1+\frac{1}{r}+\frac{1}{t_r}-\frac{1}{rt_r})}$$

که:

T_{adj}= میانگین تصحیح شده هر ژنوتیپ هوازی برنج، T_{orig}= میانگین اولیه هر ژنوتیپ هوازی برنج، $X_{.i}$= میانگین تیمارهای شاهد در تکرار i ام، $X_{..}$= میانگین کل تیمارهای شاهد، SED= خطای استاندارد تفاوتها، r = تعداد بلوک (تکرار)، t_r= تعداد شاهد و MSE= میانگین مربعات خطای آزمایش برای ارقام شاهد برای هر صفت می‌باشند. مقایسه میانگین‌های تصحیح شده به روش حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) انجام شد.

$LSD = t_{.05}\ SED$
$df = df\ for\ MSE$

که: $t_{.05}$= مقدار t در سطح احتمال ۵ درصد از جدول و df= درجه آزادی خطای آزمایشی هستند.

نتایج

نتایج حاصل از ارزیابی ژنوتیپ‌های هوازی برنج در مازندران نشان داد که تعداد ۱۱ ژنوتیپ به گل نرفتند و یا خیلی دیر گل دادند و از این‌رو قابل ارزیابی برای اغلب صفات نبودند و از تجزیه و تحلیل‌ها حذف شدند (جدول ۲). از آنجا که تعدادی از این ژنوتیپ‌های مورد آزمایش به طول روز و دوره نوری حساس بودند، دیرگلدهی و یا عدم گلدهی را می‌توان به این حساسیت مرتبط دانست.

جدول ۲- وضعیت صفات مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه برنج هوازی در مازندران به همراه میانگین‌های تصحیح شده صفات.

تکرار	شجره	کد	صفات										میانگین تصحیح شده					
			HDG	NFG	FG	GL	GW	100-GW	PACP	DRR	DRT	Dis&Ins	HDG	NFG	FG	GL	GW	TGW
۱	IR 81025-B-116-1	AR1	۱۳۰/۰۰	۵۲/۸۰	۱۰/۲۰	۹/۴۸	۲/۷۸	۱۵/۱۰	۹	۷	۷	۹	۱۴۱/۰۷	۵۵/۵۶	۱۰/۳۴	۹/۳۰	۲/۷۵	۱۴/۵۴
۱	IR 82098-B-B-23-B	AR2	۱۱۸/۰۰	۱۹/۹۰	۲۹/۹۰	۸/۰۱	۲/۸۷	۱۶/۵۰	۹	۷	۷	۹	۱۱۹/۰۷	۲۲/۶۶	۳۰/۰۴	۷/۹۳	۲/۸۴	۱۵/۹۴
۱	IR 78908-193-B-3-B	AR3	۱۰۲/۰۰	۱۵/۱۰	۲۹/۴۰	۸/۳۷	۳/۰۸	۱۹/۲۰	۹	۷	۷	۹	۱۰۳/۰۷	۱۷/۸۶	۲۹/۵۴	۸/۲۹	۳/۰۵	۱۸/۶۴
۱	IR 81429-B-31	AR4	۱۰۲/۰۰	۱۶/۷۰	۳۵/۹۰	۸/۲۸	۳/۲۹	۱۴/۷۰	۹	۷	۷	۹	۱۰۳/۰۷	۱۹/۴۶	۳۶/۰۴	۸/۲۰	۳/۲۶	۱۴/۱۴
۱	IR 84179-B-403	AR5	۱۲۵/۰۰	۱۳/۴۰	۳۷/۳۰	۸/۱۳	۲/۵۸	۲۰/۲۰	۵	۵	۷	۷	۱۲۶/۰۷	۱۶/۱۶	۳۷/۴۴	۸/۰۵	۲/۵۵	۱۹/۶۴
۱	IR 81063-B-94-U 3-2	AR6	۱۲۵/۰۰	۳۸/۸۰	۵۰/۵۰	۸/۲۰	۲/۹۰	۱۷/۳۰	۳	۳	۳	۵	۱۲۶/۰۷	۴۱/۵۶	۵۰/۶۴	۸/۱۲	۲/۸۷	۱۶/۸۴
۱	VANDANA	AR7	۱۰۲/۰۰	۲۲/۶۰	۵۴/۹۰	۸/۰۰	۲/۸۸	۲۰/۱۰	۵	۵	۷	۵	۱۰۳/۰۷	۵۵/۰۴	۲۵/۳۶	۷/۹۲	۲/۸۵	۱۹/۵۴
۱	IR 81449-B-B-128-1	AR8	۱۳۴/۰۰	۲۷/۵۰	۳۱/۲۰	۸/۲۷	۲/۸۳	۱۷/۱۰	۹	۵	۵	۷	۱۳۵/۰۷	۲۴/۲۶	۳۱/۳۴	۸/۱۹	۲/۸۰	۱۶/۵۴
۱	IR 81449-B-B-51-4	AR9	۱۳۰/۰۰	۱۸/۱۰	۳۳/۳۰	۹/۸۱	۲/۴۸	۲۵/۳۰	۵	۵	۷	۵	۱۳۱/۰۷	۲۰/۸۶	۳۴/۴۴	۹/۷۳	۲/۴۵	۱۶/۷۴
۱	Fajr1	فجر	۱۱۸/۰۰	۶/۵۰	۳۱/۶۰	۱۰/۴۶	۲/۰۳	۲۰/۱۰	۹	۷	۷	۷						
۱	IR 81025-B-16-1	AR10	۱۰۸/۰۰	۲۴/۴۰	۴۲/۸۰	۸/۷۳	۳/۰۵	۱۶/۸۰	۹	۷	۷	۹	۱۰۹/۰۷	۲۷/۱۶	۳۷/۶۲	۸/۴۲	۳/۰۲	۱۶/۲۴
۱	IR 81449-B-B-109-3	AR11	.	.	.	.	.	.	۹	۷	۷	۹						
۱	IR 82319-B-B-59-1	AR12	.	.	.	.	.	.	۹	۷	۷	۹						
۱	Tarom1	طارم	۱۰۵/۰۰	۱۰/۱۰	۲۳/۱۰	۸/۷۶	۲/۷۴	۲۰/۲۰	۷	۷	۷	۵	۱۱۵/۰۷	۳۰/۹۶	۴۳/۰۴	۸/۵۹	۲/۸۲	۱۷/۲۴
۱	IR 81423-B-B-152-1	AR14	۱۳۴/۰۰	۵/۸۰	۲۳/۹۰	۸/۵۷	۲/۶۵	۲۱/۷۰	۹	۵	۵	۷	۱۳۵/۰۷	۸/۵۶	۲۴/۰۴	۸/۴۹	۲/۶۲	۲۱/۱۴
۱	Neda1	نعما	۱۰۲/۰۰	۷/۵۰	۲۵/۵۰	۹/۳۳	۲/۶۱	۴۰/۰۰	۳	۱	۱	۳						
۲	IR 81039-B-173-U 3-3	AR15	۱۱۴/۰۰	۲۱/۰۰	۲۷/۷۰	۸/۳۲	۲/۹۲	۲۰/۶۰	۷	۵	۵	۷	۱۱۵/۰۷	۲۴/۹۲	۲۷/۱۷	۸/۳۹	۲/۸۱	۱۹/۳۰
۲	Tarom2	طارم	۱۰۲/۰۰	۸/۴۰	۳۵/۳۰	۸/۴۷	۲/۷۴	۲۰/۴۰	۷	۵	۷	۵						
۲	IR 81040-B-78-U 2-1	AR16	۱۳۰/۰۰	۴۵/۱۰	۲۵/۵۰	۹/۳۸	۲/۹۲	۲۱/۰۰	۷	۵	۵	۷	۱۳۱/۰۷	۲۲/۹۷	۲۹/۰۲	۹/۴۵	۲/۸۱	۱۹/۷۰
۲	IR 82098-B-B-114-2	AR17	۱۰۸/۰۰	۲۰/۹۰	۲۸/۴۰	۷/۶۲	۳/۰۴	۱۹/۶۰	۷	۵	۵	۵	۱۰۹/۰۷	۲۴/۸۲	۲۸/۸۷	۷/۶۹	۲/۹۳	۱۸/۳۰
۲	IR 79913-B-176-B-4	AR18	۱۲۵/۰۰	۲۴/۰۰	۳۹/۳۰	۸/۷۷	۳/۰۴	۱۴/۹۰	۷	۵	۵	۵	۱۲۶/۰۷	۲۷/۹۲	۳۶/۷۷	۸/۸۴	۲/۹۳	۱۳/۶۰
۲	IR 81025-B-430-2	AR19	۱۰۸/۰۰	۳۲/۱۰	۴۹/۵۰	۷/۹۲	۲/۹۰	۱۴/۵۰	۹	۷	۷	۹	۱۰۹/۰۷	۲۶/۰۲	۳۶/۹۷	۷/۹۹	۲/۷۹	۱۳/۲۰
۲	IR 81063-B-94-U 3-3	AR20	۱۲۰/۰۰	۱۴/۴۰	۶۵/۵۰	۷/۵۸	۲/۹۴	۱۷/۵۰	۷	۷	۷	۵	۱۲۱/۰۷	۱۸/۳۲	۶۲/۹۷	۷/۶۵	۲/۸۳	۱۶/۲۰
۲	IR 78339-157-3-6-B-B	AR21	.	.	.	.	.	.	۷	۵	۵	۵						
۲	Neda2	نعما	۱۰۲/۰۰	۷/۷۰	۳۷/۵۰	۹/۹۶	۲/۵۹	۲۵/۷۰	۳	۳	۳	۳	۱۰۹/۰۷	۱۷/۳۲	۳۵/۲۷	۸/۱۲	۲/۵۵	۱۷/۱۰
۲	IR 78875-176-B-1-B	AR22	۱۰۸/۰۰	۱۳/۴۰	۲۸/۴۰	۸/۰۵	۲/۶۶	۱۸/۴۰	۵	۵	۵	۵	۱۱۵/۰۷	۲۴/۸۲	۳۵/۴۷	۸/۷۸	۲/۷۸	۱۶/۱۰
۲	IR 78908-156-B-2-B	AR23	۱۱۴/۰۰	۴۵/۵۰	۱۵/۱۰	۸/۸۲	۲/۸۹	۱۷/۴۰	۷	۵	۵	۷	۱۱۵/۰۷	۲۶/۴۲	۴۹/۴۲	۸/۸۹	۲/۸۳	۱۵/۱۰
۲	IR 78908-181-B-4-B	AR24	۱۱۴/۰۰	۱۵/۵۰	۳۷/۱۰	۸/۶۳	۲/۵۳	۱۷/۰۰	۷	۷	۷	۷	۱۱۵/۰۷	۱۹/۴۲	۳۴/۵۷	۸/۷۰	۲/۴۲	۱۵/۷۰
۲	Fajr2	فجر	۱۲۱/۰۰	۴/۵۰	۳۰/۰۰	۹/۷۰	۲/۳۰	۲۱/۹۰	۷	۵	۵	۵						
۲	IR 79971-B-204-1-4	AR25	۱۳۴/۰۰	۸۱/۲۰	۳۷/۷۰	۸/۰۸	۳/۰۶	۱۹/۷۰	۷	۷	۷	۷	۱۱۵/۰۷	۸۵/۱۲	۹۲/۱۷	۸/۱۵	۲/۹۵	۱۸/۴۰
۲	IR 80312-6-B-3-2-B	AR26	۱۴۰/۰۰	.	.	.	.	.	۹	۷	۷	۷	۱۴۱/۰۷					
۲	IR 81024-B-424-1	AR27	۱۱۴/۰۰	۱۴/۸۰	۲۸/۷۰	۹/۷۹	۲/۶۴	۲۱/۱۰	۹	۷	۷	۷	۱۱۵/۰۷	۱۸/۷۲	۲۶/۱۷	۹/۸۶	۲/۵۳	۱۹/۸۰
۲	IR 81428-B-15	AR28	۱۱۸/۰۰	۱۴/۵۰	۳۱/۹۰	۹/۳۱	۲/۰۹	۱۹/۷۰	۹	۷	۷	۷	۱۱۹/۰۷	۱۸/۴۲	۲۹/۳۷	۹/۳۸	۱/۹۸	۱۸/۴۰
۳	IR 81024-B-254-4	AR29	۱۱۴/۰۰	۲۲/۱۰	۳۷/۷۰	۸/۹۱	۳۲/۶۹	۲۱/۹۰	۹	۷	۷	۷	۱۱۲/۴۰	۱۴/۹۹	۳۴/۲۴	۸/۶۴	۳۲/۷۴	۲۰/۲۷
۳	IR 81024-B-61-3	AR30	۱۱۴/۰۰	۵۷/۴۰	۳۶/۶۰	۸/۶۶	۲/۸۳	۱۶/۶۰	۹	۷	۷	۷	۱۱۲/۴۰	۱۴/۳۳	۴۳/۱۴	۸/۳۹	۲/۸۸	۱۴/۹۷
۳	IR 80014-B2-25-B-B-B	AR31	.	.	.	.	.	.	۹	۷	۷	۷						
۳	IR 78875-15-B-3-B	AR32	۱۱۴/۰۰	۱۸/۸۰	۶۰/۶۰	۸/۲۵	۲/۷۵	۲۱/۷۰	۷	۷	۷	۹	۱۱۲/۴۰	۱۰/۶۹	۵۷/۱۴	۷/۹۸	۲/۸۰	۲۰/۰۷
۳	IR 78944-B-8-B-B-B	AR33	۱۳۰/۰۰	۴۷/۷۰	۵۱/۲۰	۸/۰۸	۲/۹۷	۱۹/۵۰	۷	۵	۵	۵	۱۲۸/۴۰	۳۳/۵۹	۴۷/۷۴	۷/۸۱	۳/۰۲	۱۷/۸۷
۳	IR 79971-B-71-3-2	AR34	.	.	.	.	.	.	۹	۷	۷	۹						
۳	Neda3	نعما	۱۰۴/۰۰	۷/۳۰	۲۸/۲۰	۹/۹۶	۲/۵۸	۲۶/۹۰	۳	۳	۳	۳	۱۰۱/۴۰	۹۳/۲۱	۳۳/۳۹	۵۷/۷۴	۲/۸۵	۱۷/۸۷
۳	IR 80508-B-194-1-B	AR35	۱۰۳/۰۰	۴۱/۵۰	۶۱/۲۰	۹/۴۸	۲/۸۰	۱۹/۵۰	۵	۵	۵	۷	۱۲۵/۰۷	۱۹/۵۹	۴۲/۳۴	۷/۹۱	۲/۸۹	۱۹/۳۷
۳	IR 81044-B-112-U 4-2	AR36	۱۰۳/۰۰	۲۷/۱۰	۵۰/۹۰	۹/۲۹	۲/۶۶	۲۱/۱۰	۷	۵	۵	۷	۱۲۵/۰۷	۱۳/۳۴	۴۰/۸۹	۸/۲۳	۲/۷۹	۱۳/۷۷
۳	Tarom3	طارم	۱۰۴/۰۰	۱۱/۲۰	۳۵/۸۰	۹/۲۶	۲/۵۱	۲۴/۱۰	۷	۷	۷	۵	۱۲۸/۰۷	۱۹/۵۹	۲۸/۰۹	۸/۰۸	۲/۸۹	۱۱/۶۷
۳	IR 74371-54-1-1	AR37	۱۲۵/۰۰	۳۰/۵۰	۳۷/۲۰	۸/۲۲	۲/۸۴	۱۲/۸۰	۷	۷	۷	۷	۱۲۸/۰۷	۱۸/۴۷	۳۰/۲۷	۸/۲۶	۳/۰۲	۱۸/۴۷
۳	IR 81024-B-88-3	AR38	۱۱۴/۰۰	۳۶/۲۰	۴۶/۶۰	۸/۵۳	۲/۹۷	۲۰/۱۰	۹	۷	۷	۷	۱۱۲/۴۰	۱۲/۴۷	۴۳/۱۴	۸/۴۶	۳/۰۲	۱۸/۴۷
۳	IR71525-19-1-1	AR39	۱۳۰/۰۰	۶۱/۹۰	۴۴/۴۰	۱۰/۱۲	۳/۱۰	۱۴/۱۰	۷	۷	۷	۷	۱۲۸/۴۰	۴۰/۹۴	۵۳/۷۹	۸/۸۵	۳/۱۵	۱۲/۴۷
۳	Fajr3	فجر	۱۲۵/۰۰	۳۸/۲۰	۴۱/۶۰	۹/۹۵	۲/۰۶	۱۸/۰۰	۷	۵	۵	۷	۱۰۰/۴۰	۴۵/۴۴	۱۶/۵۹	۸/۰۸	۲/۹۷	۱۷/۶۷
۳	IR 80508-B-57-1-B	AR40	۱۰۲/۰۰	۲۴/۷۰	۴۸/۹۰	۸/۳۵	۲/۹۲	۱۹/۳۰	۹	۷	۷	۹	۱۱۶/۴۰	۲۸/۵۹	۳۵/۸۹	۸/۵۵	۲/۸۸	۱۱/۳۷
٤	IR 81024-B-21-3	AR41	۱۱۸/۰۰	۴۴/۰۰	۳۲/۲۰	۸/۸۲	۲/۸۳	۱۳/۰۰	۹	۷	۷	۷	۱۳۵/۴۰	۱۳۹/۴۰	۳۰/۱۴	۰/۱۹	۲/۱۶	۱۸/۲۷
٤	IR 64	AR42	۱۳۸/۰۰	۷/۳۰	۳۳/۶۰	۹/۶۰	۲/۱۱	۱۹/۹۰	۵	۵	۳	۳						
٤	IR 55423-01 (NSIC RC9)	AR43	.	.	.	.	.	.	۷	۷	۷	۹						
٤	IR 79971-B-149-2-3	AR44	.	.	.	.	.	.	۷	۷	۷	۹						
٤	IR 80501-B-96-1-B	AR45	.	.	.	.	.	.	۷	۷	۷	۹						
٤	Tarom4	طارم	۱۰۱/۰۰	۹/۸۰	۲۳/۸۰	۹/۶۹	۲/۱۹	۲۲/۷۰	۷	۷	۷	۹						
٤	IR 79971-B-148-3-1	AR46	۱۲۸/۰۰	۱۷/۷۰	۳۸/۷۰	۸/۰۵	۲/۷۷	۱۸/۷۰	۵	۵	۵	۹	۱۲۸/۰۷	۱۹/۵۹	۴۲/۳۴	۷/۹۱	۲/۸۹	۱۹/۳۷
٤	IR 79971-B-201-2-3	AR47	۱۲۵/۰۰	۳۹/۰۰	۹/۷۰	۸/۳۷	۲/۶۷	۱۳/۱۰	۷	۷	۷	۹	۱۲۵/۰۷	۱۳/۳۴	۴۰/۸۹	۸/۲۳	۲/۷۹	۱۳/۷۷
٤	IR 79971-B-338-2-2	AR48	۱۲۸/۰۰	۵۸/۳۰	۲۱/۶۰	۸/۲۲	۲/۸۹	۱۱/۳۰	۵	۵	۵	۹	۱۲۸/۰۷	۶۰/۱۹	۲۵/۲۴	۸/۰۸	۳/۰۱	۱۱/۹۷
٤	IR 81025-B-347-3	AR49	۱۰۲/۰۰	۳۵/۹۰	۲۴/۲۰	۷/۹۰	۲/۸۱	۱۵/۲۰	۷	۷	۷	۹	۱۲۸/۰۷	۲۷/۷۶	۳۷/۷۹	۸/۷۶	۲/۹۳	۱۵/۸۷
٤	Fajr4	فجر	۱۲۸/۰۰	۹/۲۰	۳۰/۹۰	۹/۷۹	۲/۱۸	۲۱/۳۰	۷	۷	۷	۹						
٤	IR 81063-B-94-U 3-1	AR50	۱۰۸/۰۰	۲۱/۷۰	۳۵/۱۰	۷/۴۱	۲/۸۷	۱۸/۷۰	۷	۷	۷	۹	۱۰۸/۰۷	۲۳/۷۴	۳۸/۷۶	۸/۱۳	۲/۸۳	۱۹/۳۷
٤	IR 78875-176-B-2-B	AR51	۱۲۵/۰۰	۳۴/۷۰	۱۹/۱۰	۸/۲۷	۲/۷۱	۱۹/۶۰	۹	۷	۷	۹	۱۲۵/۰۷	۲۴/۸۲	۳۶/۵۹	۸/۱۳	۲/۸۳	۲۰/۲۷
٤	IR 78937-B-20-B-B-4	AR52	۱۳۰/۰۰	۱۹/۹۰	۲۸/۲۰	۸/۲۴	۲/۹۶	۲۰/۸۰	۷	۷	۷	۹	۱۳۰/۰۷	۲۱/۷۹	۳۱/۸۴	۸/۱۰	۳/۰۸	۲۱/۴۷
٤	IR 80501-B-113-2-B	AR53	۱۲۸/۰۰	۲۰/۱۰	۲۴/۲۰	۹/۶۷	۲/۵۳	۱۹/۴۰	۹	۷	۷	۹	۱۲۸/۰۷	۲۱/۹۹	۲۷/۸۴	۹/۵۳	۲/۶۵	۲۰/۰۷
٤	IR 81024-B-362-3	AR54	۱۱۴/۰۰	۲۳/۵۰	۳۵/۵۰	۸/۷۸	۳/۰۶	۱۹/۸۰	۵	۵	۷	۹	۱۱۴/۰۷	۲۵/۳۹	۳۹/۱۴	۸/۶۴	۳/۱۸	۲۰/۴۷
٤	UPL RI-7	AR55	۱۱۸/۰۰	۱۶/۵۰	۱۶/۵۰	۸/۴۴	۲/۸۰	۱۵/۹۰	۹	۷	۷	۹	۱۱۸/۰۷	۶۴/۹۷	۲۰/۱۴	۸/۳۰	۲/۹۲	۱۶/۵۷
٤	Neda4	نعما	۹۹/۰۰	۷/۷۰	۲۹/۶۰	۹/۳۰	۲/۵۶	۱۸/۱۰	۱	۳	۳	۱						
٤	IR 71700-247-1-1-2	AR56	۱۳۰/۰۰	.	.	.	.	.	۵	۳	۳	۳	۱۳۰/۰۷					
٥	Fajr5	فجر	۱۲۳/۰۰	۱۴/۶۰	۲۱/۲۰	۸/۰۰	۲/۵۶	۱۴/۲۰	۷	۷	۷	۵	۱۲۵/۰۷	۱۲/۴۰	۱۰/۳۴	۴/۸۰		
٥	IR 81025-B-327-3	AR57	۱۲۱/۰۰	۲۴/۵۰	۲۹/۲۰	۸/۳۲	۲/۸۲	۱۷/۴۰	۷	۳	۳	۵	۱۲۰/۰۰	۸/۹۳	۳۲/۴۴	۲۱/۷۹	۲/۷۹	۲۱/۶۲
٥	IR 78875-207-B-1-B	AR58	.	.	.	.	.	.	۷	۷	۷	۷						
٥	IR 81063-B-94-U 3-4	AR59	۱۱۴/۰۰	۱۶/۰۰	۲۲/۱۰	۷/۵۰	۲/۸۰	۱۸/۸۰	۷	۷	۷	۷	۱۱۳/۰۷	۱۵/۲۹	۲۵/۳۴	۸/۱۱	۲/۷۷	۲۳/۰۲
٥	IR 81024-B-214-2	AR60	۱۰۲/۰۰	۱۱/۶۰	۳۳/۰۰	۸/۹۴	۲/۶۳	۲۷/۵۰	۷	۵	۵	۷	۱۰۱/۰۷	۱۰/۸۹	۲۵/۳۶	۹/۵۵	۲/۶۰	۲۱/۷۲
٥	IR 81024-B-235-4	AR61	۱۰۵/۰۰	۱۷/۳۰	۳۰/۱۰	۹/۲۰	۲/۷۵	۲۸/۱۰	۷	۵	۵	۷	۱۰۴/۰۷	۱۰/۸۹	۲۳/۶۹	۹/۸۱	۲/۷۲	۲۳/۳۲
٥	Neda5	نعما	۹۸/۰۰	۸/۴۰	۳۵/۸۰	۹/۶۷	۲/۳۵	۲۰/۱۰	۳	۳	۳	۳						
٥	Tarom5	طارم	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.						
		$X_{.1}$	۱۰۸/۳۳	۸/۰۳	۳۱/۵۷	۹/۵۳	۲/۴۶	$LSD_{0.05}$	(شاهد)				۴/۸۰	۱۲/۴۰	۱۰/۲۲	۱/۰۰	۰/۳۳	۴/۳۹
		$X_{.2}$	۱۰۸/۳۳	۶/۸۷	۳۴/۲۷	۹/۳۸	۲/۵۴	$LSD_{0.05}$	(ژنوتیپ های تکرار نشده، بلوک مشابه)				۱۰/۷۳	۲۷/۷۳	۲۲/۸۴	۰/۷۵	۲/۲۴	۹/۸۳
		$X_{.3}$	۱۱۱/۰۰	۱۸/۹۰	۳۵/۲۰	۹/۷۲	۲/۳۸	$LSD_{0.05}$	(ژنوتیپ های تکرار نشده، بلوک مختلف)				۱۲/۳۹	۳۲/۰۲	۲۶/۳۸	۰/۸۶	۲/۵۹	۱۱/۳۵
		$X_{.4}$	۱۰۹/۳۳	۸/۹۰	۲۸/۱۰	۹/۵۹	۲/۳۱	$LSD_{0.05}$	(ژنوتیپ های تکرار نشده و شاهد)				۹/۱۷	۲۳/۶۹	۱۹/۵۲	۱/۹۲	۰/۶۴	۸/۳۹
		$X_{.5}$	۱۱۰/۵۰	۱۱/۵۰	۲۸/۵۰	۸/۸۴	۲/۴۶	۱۷/۱۵										
		$X_{..}$	۱۰۹/۴۰	۱۰/۷۹	۳۱/۷۴	۹/۴۵	۲/۴۳	۲۱/۳۷										

". " نشان‌دهنده ژنوتیپ هایی که به گل نرفته اند و یا خیلی دیر گل داده اند و قابل ارزیابی نبوده اند و یا سبز نشده اند

, X شامل میانگین ارقام شاهد در هر بلوک می باشد

.. X شامل میانگین ارقام شاهد در همه بلوک ها می باشد

میانگین تصحیح شده: شامل میانگین نهایی اصلاح شده ژنوتیپ های آزمایشی است

LSD شامل مقدار حداقل تفاوت معنی داری جهت مقایسه میانگین ها مـی باشد

HDG: تاریخ ظهور خوشه؛ HT: ارتفاع بوته؛ TGW: وزن ۱۰۰۰ دانه؛ GW و GL: طول و عرض دانه؛ FG و NFG: تعداد دانه پر و پوک؛ PACP: وضعیت کلی هر ژنوتیپ؛ DRT: قابلیت تحمل به خشکی؛ DRR: قابلیت احیا بعد از خشکی؛ Dis & Ins: وضعیت عمومی تحمل به آفات و بیماری‌های مهم؛

تجزیه و تحلیل آماری برای ارقام شاهد و جهت تصحیح ژنوتیپ‌های آزمایشی تکرار نشده نشان داد که از میان صفات مورد ارزیابی فقط صفت تاریخ ظهور خوشه (تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی) برای سه رقم شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده شد و برای بقیه صفات تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، ضمن آنکه اثرات بلوک‌ها (تکرار) نیز برای صفات مختلف مورد ارزیابی غیرمعنی دار بود (جدول ۳). میزان ضریب تغییرات آزمایشی به‌جز برای صفت ظهور خوشه، که از میزان تغییرات بالایی برخوردار بود، در حد مطلوبی از حدود ۲/٤۳ برای عرض دانه تا ۳۱/۷٤ برای صفت دانه پر در خوشه متغیر بود.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات مختلف کمی مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های شاهد در شرایط هوازی در مازندران

		میانگین مربعات صفات					
منبع تغییرات	درجه آزادی	ظهور خوشه	دانه پوک در خوشه	دانه پر در خوشه	طول دانه	عرض دانه	وزن ۱۰۰۰ دانه
بلوک (تکرار)	٤	٤/۲۳	٦۹/۵۰	۳۳/۵۵	۰/۲۷	۰/۰۳	۱۲/٤۹
شاهد	۲	۷۲۲/۱۹**	٦۱/۰۹ns	۳۵/۷۲ns	۰/۷۹ns	۰/۱۷ns	۲۱/۷۸ns
خطای‌آزمایشی	۷	۱۰/۳۰	٦۸/۷۵	٤٦/٦۵	۰/٤۵	۰/۰۵	۸/٦۳
ضریب تغییرات	خطای‌آزمایشی	۲/۹۳	۳٦/۸۲	۲۱/۵۲	۷/۰٦	۸/۹٤	۱۳/۷٤
میانگین کل		۱۰۹/٤	۱۰/۷۹	۳۱/۷٤	۹/٤۵	۲/٤۳	۲۱/۳۷

** و * معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، ns غیر معنی‌دار می‌باشند.

مقایسه میانگین برای صفت ظهور خوشه در ژنوتیپ‌های شاهد نشان داد که ارقام ندا و طارم با تعداد روز ۱۰۱ و ۱۰۳ تا ظهور خوشه در یک گروه قرار گرفتند و زودرس‌تر بودند (جدول ٤).

جدول ٤- مقایسه میانگین صفات کمی مورد مطالعه در ارقام شاهد در آزمایش ارزیابی ژنوتیپ‌های برنج هوازی

	میانگین صفات					
ارقام شاهد	سرکشیدن (روز)	دانه پوک در خوشه	دانه پر در خوشه	طول دانه (میلی‌متر)	عرض دانه (میلی‌متر)	وزن ۱۰۰۰ دانه(گرم)
ندا	۱۰۱/۰۰	۷/۷۲	۳٤/۲۲	۹/٦٤	۲/۵٤	۲۳/۲٦
فجر	۱۲۳/۰۰	۱٤/٦۰	۳۱/۰٦	۹/۵۸	۲/۲۳	۱۹/۱۰
طارم	۱۰۳/۰۰	۹/۸۸	۲۹/۵۰	۹/۰۵	۲/۵۵	۲۱/۸۵
$LSD_{(0.05)}$	٤/۸۰	۱۲/٤۰	۱۰/۲۲	۱/۰۰	۰/۳۳	٤/۳۹

مقایسه میانگین‌های تصحیح شده صفات مورد مطالعه (جدول ٢) برای ژنوتیپ‌های هوازی (بدون تکرار) هم‌چنین نشان داد که برای صفت ظهور خوشه تعداد ٩ ژنوتیپ زودرس‌تر و یا در حد ندا و طارم بودند و می‌توانند از حیث زودرسی مورد توجه باشند. برای صفت تعداد دانه پوک در خوشه تعداد ١٨ ژنوتیپ دارای تعداد دانه پوک در حد ارقام شاهد و یا کمتر از آنها بودند و برای صفت تعداد دانه پر در بوته نیز ٩ ژنوتیپ دارای وضعیت مطلوبتری بودند. برای صفت طول دانه که به‌عنوان یک صفت مهم از شکل دانه که در بازارپسندی اولیه ارقام برنج مورد توجه بسیار می‌باشد، تعداد ١٥ ژنوتیپ دارای طول دانه در حد ارقام شاهد و یا برتر از آنها بودند. برای صفت عرض دانه نیز از حیث مصرف کنندگان مورد توجه می‌باشد، تعداد ٤٤ ژنوتیپ، و برای وزن ١٠٠٠ دانه نیز که به‌عنوان جزء مهم از عملکرد دانه می باشد تعداد ٢٠ ژنوتیپ دارای وزن ١٠٠٠ دانه در حد ارقام شاهد و یا بهتر از آنها بودند.

با مقایسه همه صفات مورد بررسی و هم‌چنین صفات عمومی ارزیابی شده از قبیل قابلیت پذیرش عمومی و یا تحمل به خشکی و احیا از تنش خشکی، تعداد ٥ ژنوتیپ در مازندران برتر از ژنوتیپ‌های شاهد بودند (جدول ٥).

جدول ٥- ژنوتیپ‌های منتخب برنج هوازی با در نظر گرفتن وضعیت صفات مختلف مورد ارزیابی در مازندران

شجره	کد	صفات									
		HDG	NFG	FG	GL	GW	TGW	PACP	DRR	DRT	Dis&Ins
IR 84179-B-403	AR05	١٢۶/٠٧	١۶/١۶	٣٧/۴۴	٨/٠٥	٢/٥٥	١٩/۶۴	٥	٥	٥	٧
IR 81063-B-94-U 3-2	AR06	١٢۶/٠٧	۴١/٥۶	٥٠/۶۴	٨/١٢	٢/٨٧	١۶/٨۴	٣	٣	٥	٥
IR 78875-176-B-1-B	AR22	١٠٩/٠٧	١٧/٣٢	٣٥/٢٧	٨/١٢	٢/٥٥	١٧/١٠	٥	٥	٥	٥
IR 80508-B-194-1-B	AR35	١٠١/۴٠	٣٣/٣٩	٥٧/٧۴	٩/٢١	٢/٨٥	١٧/٨٧	٥	٥	٥	٧
IR 81024-B-235-4	AR61	١٠۴/٠٠	١۶/٥٩	٣٣/٣۴	٩/٨١	٢/٧٢	٣٢/٣٢	٥	٥	٥	٧

HDG: تاریخ ظهور خوشه؛ HT : ارتفاع بوته؛ TGW : وزن ١٠٠٠ دانه؛ GW و GL : طول و عرض دانه؛ FG و NFG : تعداد دانه پر و پوک؛ PACP : وضعیت کلی هر ژنوتیپ؛ DRT : قابلیت تحمل به خشکی؛ DRR : قابلیت احیا بعد از خشکی؛ Dis & Ins : وضعیت عمومی تحمل به آفات و بیماری‌های مهم؛

بحث

شروع مطالعه بررسی وضعیت ژنوتیپ‌های هوازی برنج که از تلاقی‌های ژنوتیپ‌های دسته آپلند و ژنوتیپ‌های دسته تحت آبیاری برنج حاصل شدند، در گام اول می‌تواند اطلاعات مفیدی را در زمینه امکان تغییر الگوی کشت برنج از شرایط غرقابی به شرایط هوازی در مناطق مختلف برنج خیز در کشور و یا مستعد کشت برنج و هم‌چنین توسعه کشت و کار برنج در این مناطق با توجه به چالش‌های فراوانی

که تولید این محصول به‌ویژه در استان‌های شمالی با آن روبرو می‌باشد فراهم آورد. از آنجا که جهت کشت این نوع از ژنوتیپ‌های برنج نیاز به غرقاب‌سازی اراضی و گلخراب نمودن آن نمی‌باشد و بذر برنج بدون جوانه‌دار شدن و یا خزانه‌گیری بطور مستقیم در زمین شخم و دیسک خورده کاشته می‌شود، مقادیر بسیار بالایی از آب که جهت عملیات آماده‌سازی زمین، تهیه خزانه و هم‌چنین نگهداری از آن می‌شود صرفه جویی به‌عمل می‌آید و از این‌رو هزینه تولید و نیروی کار مورد نیاز به مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابد (بالاسوبرامانیان و هیل، ۲۰۰۲). مطالعه نشان داده است که تا حدود ٦۰ درصد از آب آبیاری که جهت کشت برنج به صورت غرقابی مورد استفاده قرار می‌گیرد اغلب به‌صورت نفوذ عمقی و یا هرز آب از دسترس برنج خارج می‌شود که با تغییر در الگوی کاشت به مقدار زیادی از هرز رفتن و هم‌چنین آلوده شدن آب تازه جلوگیری می‌شود و راندمان مصرف آب به مقدار قابل توجهی افزایش می‌یابد (ویال، ۲۰۰۷). در گزارشی میزان صرفه جویی در میزان آب در سیستم کشت هوازی برنج در مقایسه با کشت آبی در چین تا حدود ۵۰ درصد گزارش شد (تمپلتون و بایوت، ۲۰۱۱).

در این مطالعه هم‌چنین از میان سه رقم شاهد محلی طارم، ندا و فجر که مورد ارزیابی قرار گرفتند رقم ندا از وضعیت بسیار مناسبی در مقایسه با ژنوتیپ‌های شاهد و در اغلب موارد با ژنوتیپ‌های هوازی برخوردار بود. ندا دارای میزان دانه پر بیشتر، سنبلچه پوک کمتری و طول دانه بیشتر و وزن ۱۰۰۰ دانه بالاتری بود و از این‌رو به‌عنوان یک رقم متحمل به خشکی در مطالعات مربوط به تحمل به خشکی، اصلاح ارقام برای این تنش و یا مشخص نمودن مکانیسم تحمل به خشکی در برنج مورد استفاده قرار گیرد و هم‌چنین قابلیت کشت را در شرایط کم آبیاری و یا هوازی و به شرط توسعه مدیریت‌های زراعی مناسب در شرایط مذکور می‌تواند دارا باشد.

مطالعه اخیر هم‌چنین نشان داد که تعدادی از ژنوتیپ‌های هوازی از حیث صفات مورد مطالعه از جمله قابلیت تحمل در مقابل بیماری‌ها و دوام برگ وضعیت مناسبی را در شرایط آزمایشی بروز دادند. ولی تعدادی از آنها به علت حساسیت به طول دوره نوری شرایط مناسب را جهت مطالعه در ایران را نداشتند. ضمن آنکه تعداد قابل ملاحظه‌ای از ژنوتیپ‌هایی که مورد ارزیابی قرار گرفتند از حیث قابلیت پذیرش عمومی و خصوصیات دانه‌ای و زمان گلدهی دارای وضعیت قابل قبولی نبودند. توجه ویژه به این دسته از صفات در آغاز برنامه‌های اصلاحی می‌تواند در انتخاب ژنوتیپ‌های مناسب و حذف ژنوتیپ‌های نامطلوب کمک شایانی به کاهش هزینه‌ها و صرفه‌جویی در زمان و نیروی انسانی نماید. در مجموع صفات مورد ارزیابی در این مطالعه تعداد ۵ ژنوتیپ دارای ویژگی‌های بهتری نسبت به سایر

ژنوتیپ‌های هوازی و هم‌چنین ارقام شاهد در مازندران بودند (جدول ٥) و بنابراین به‌عنوان ژنوتیپ‌های کاندید جهت ادامه مطالعات در قالب آزمایشات تکمیلی و در پی آن انتخاب ژنوتیپ‌های برتر جهت معرفی رقم برنج مبتنی بر الگوی کشت هوازی و توسعه مدیریت‌های زراعی در رابطه با این دسته از ارقام مورد توجه می‌باشند. هم‌چنین این ژنوتیپ‌ها می‌توانند به‌عنوان منابع ژنی حامل ژن‌های متحمل به خشکی در برنامه‌های اصلاحی برنج جهت انتقال تحمل به خشکی در ارقامی با ویژگی‌های زراعی و کیفی مطلوب مورد استفاده قرار گیرند.

سپاس‌گزاری

بدینوسیله از آقای عیسی علی‌نژاد که در اجرای این پروژه به‌صورت کارشناس همکار مشارکت داشته‌اند سپاس‌گزاری می‌گردد. این مطالعه در قالب طرح پژوهشی به شماره ٨٨٠٤٨-٠٤-٠٤-٠ در موسسه تحقیقات برنج کشور به انجام رسید.

منابع

1.Agriculture statistics. 2009. Crops and horticulture. Economic and Planing Division Publication. Mini. Jihad-e-Agri. 1:33-35.
2.Balasubramanian, V., and Hill, J.E., 2002. Direct seeding of rice in Asia: Emerging issues and strategic research needs for the 21st century. p. 15–39. In S. Pandey et al. (ed.) Direct Seeding: Research Strategies and Opportunities. IRRI, Los Bãnos, Philippines.
3.Barker, R., Dawe, D., Tuong, T.P., Bhuiyan, S.I., and Guerra, L.C. 1999. The outlook for water resources in the year 2020: Challenges for research on water management in rice production. In: Assessment and orientation towards the 21st century. Proceedings of the 19th session of the International Rice Commission, 7-9 September 1998, Cairo, Egypt. Food and Agriculture Organization: 96-109.
4.Bouman, B.A.M., and Tuong, T.P. 2001. Field water management to save water and increase its productivity in irrigated rice. Agri. Water Manag., 49: 11-30.
5.Bouman, B.A.M., Xiaoguang, Y., Huaqi, W., Zhiming , W., Junfang , Z., Changgui, W., and Bin, C. 2002. Proceedings of the 12th International Soil Conservation Organization Conference, 26-31 May, Beijing, China. Tsinghua University Press. pp175-181.
6.Clewer, A.G., and Scarisbrick, D.H. 2001. Practical statistics and experimental design for plant and crop science. John Wiley & Sons Ltd., New York.

7.Geng, S., Zhou, Y., Zhang, M., and Smallwood, K.S. 2001. A sustainable agro-ecological solution to water shortage in the North China Plain (Huabei Plain). J. Environ. Planning and Manag., 44:345-355 .
8.Narciso, J., and Hossain, M. 2002. World Rice Statistics. In. (IRRI). www.irri.org.
9.O'Toole, J.C. 1982. Adaptation of rice to drought-prone environments. In 'in Drought Resistance in Crops, with Emphasis on Rice', International Rice Research Institute, P.O. Box933, Manila, Philippines, pp. 195-213 .
10.Peng, S., Bouman, B., Visperasa, R. M., Castañedaa, A., Nieb, L., and Park, H.K. 2006. Comparison between aerobic and flooded rice in the tropics: Agronomic performance in an eight-season experiment. Field Crops Res., 96:252-259.
11.Postel, S. 1997. Last Oasis. Facing Water Scarcity. Norton and Company, New York, USA. 239 pp.
12.Rice Today, 2007. High and dry. Rice Today (China Special), Int. Rice Res. Ins. 6:29-33.
13.Templeton, D., and Bayot, R. 2011. Aerobic rice - responding to water scarcity: An impact assessment of the ‘developing a system of temperate and tropical aerobic rice (STAR) in Asia’ project. CGIAR Challenge Program on Water and Food. www.waterandfood.org.
14.Vial, L.K. 2007. Aerobic and Alternate-wet-and-dry (AWD) Rice Systems. Nuffield Australia publishing. Griffith NSW 2680. Australia.

EJCP., Vol. 6 (4): 215-228
http://ejcp.gau.ac.ir

(Short Technical Report)

Study on possibility of changing rice cultivation system from irrigation to aerobic condition in Mazandaran province

A. Moumeni
Assistant Prof., Rice Research Institute of Iran (Mazandaran)
Recived: 07-07-2012; Accepted: 06-10-2012

Abstract

Water shortage and competition in water consumption are major challenges in irrigated-rice production. Hence, there is a need to develop a suitable rice cultivation system which use less water. Therefore, this preliminary research was carried out to study the possibility of coversion of irrigated system of rice cultivation to aerobic. Sixty one aerobic rice genotypes, in which were developed at International Rice Research Institute (IRRI), with three diverse local checks such as Fajr, Neda and Tarom were evaluated in an augmentedexperiment based on randomized complete block design with five replicatation Dash-e-Naaz, Sari, Mazandaranin 2009.We evaluated some important agronomical traits including headings (HDG), plant height (HT), number of filled (FG) and non-filled grain (NFG) per panicle, grain length (GL) and width (GW), 1000-grain weigth (TGW) together with some others which was observationaly scored. Analysis of collected data showed that eight genotypes showed a better performance than the others in aerobic condition for most of the traits like shorter time to ripening, suitable grain length and wideth and 1000-grain weight. Hence, these selected aerobic rice genotypes in aerobic condition, could be suggest to be used for further/details tests to select the best genotypes, develop related agronomic managements, and apply in rice breeding programs for drought stress condition.

Keywords:Aerobic, Augmented experiment, Cropping system, Water shortage, rice.

*Corresponding author; amoumeni@areo.ir