



تأثیر دوره‌های آبیاری غرقابی و زمان پس از برداشت بر جوانه‌زنی بذر ارقام برنج

مهرزاد طاوسی^{۱*}، عبدالعلی گیلانی^۲، محمد حسین قرینه^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۴/۲۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۶/۱۷

چکیده

خصوصیات کیفی بذر و اثرات آن بر جنبه‌های جوانه‌زنی، صرف نظر از ژنوتیپ و شرایط رطوبتی خاک در مزرعه، متأثر از مدت زمان نگهداری بذر پس از برداشت می‌باشد لذا این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه اجرا شد. عامل اصلی به صورت ترکیبی از رژیم آبیاری و ژنوتیپ شامل ۴، ۶ و ۸ ساعت یک روز در میان و ۴ ساعت هر روز آبیاری و ارقام برنج دانیال، لاین ۶، چمپا و عنبوری قرمز بود. پنج فاصله زمانی پس از برداشت (۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ روز) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد ژنوتیپ‌های پرمحصول به دلیل درصد پوسته کمتر، وزن هزاردانه بیشتر و جنین بزرگتر بر ژنوتیپ‌های محلی برتری داشتند. کیفیت بذر تحت تأثیر ژنوتیپ، رژیم‌های آبیاری و مدت زمان نگهداری بذر بود. رژیم آبیاری IR₂ بهترین نتیجه را در میزان جوانه‌زنی (۷۷ درصد)، طول ساقه‌چه (۸/۹ سانتی‌متر) و وزن خشک گیاهچه (۳۴ میلی‌گرم) داشت. لاین ۶ بیشترین میزان جوانه‌زنی (۸۲ درصد)، طول ریشه‌چه (۸/۷ سانتی‌متر) و وزن خشک گیاهچه (۴۳/۶ میلی‌گرم) داشت. ۶۰ روز پس از برداشت طول ساقه‌چه به بالاترین میزان (۹ سانتی‌متر) رسید. با اعمال هر گونه رژیم آبیاری، لاین ۶ پس از برداشت ۸۰ روزه بالاترین جوانه‌زنی را داشت.

واژه‌های کلیدی: ارقام برنج، جوانه‌زنی، خواب بذر، دوره‌های آبیاری

۱- محقق بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز

۲- استادیار پژوهش بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز

۳- دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین خوزستان، اهواز

* نویسنده مسئول: tavoosimehr@yahoo.com

مقدمه

استفاده از رژیم‌های آبیاری متناوب و یا تر و خشک نمودن خاک در دوره‌های زمانی مختلف یکی از استراتژی‌های کاهش مصرف آب در زراعت برنج می‌باشد. تنش خشکی آناتومی، مورفولوژی، فیزیولوژی و بیوشیمی گیاه را تحت تأثیر قرار داد و تقریباً بر کلیه جنبه‌های رشد و نمو آن‌ها اثر داشت (Ghiasi *et al.*, 2013) و با جلوگیری از انتقال املاح و مواد غذایی به گیاه و کاهش سطح برگ و اجزای عملکرد، در نهایت موجب کاهش عملکرد گردید اما تیمارهای آبیاری ۵، ۸ و ۱۱ روز بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج تأثیر منفی معنی‌دار نداشت و آبیاری متناوب با کاهش ۱۵ درصد مصرف آب، بهره‌وری آب بالاتری داشت (Saberi *et al.*, 2011). سلحشور و همکاران (Salahshur-Delivand *et al.*, 2010) نیز عدم کاهش عملکرد برنج در مدیریت‌های آبیاری را گزارش دادند. رجسوس و همکاران (Rejesus *et al.*, 2011) گزارش نمودند که آبیاری متناوب مدت زمان آبیاری را به میزان ۳۸ درصد کاهش می‌دهد بدون این‌که کاهش معنی‌داری در عملکرد مشاهده شود. کابانگون و همکاران (Cabangon *et al.*, 2011) نیز ۲۰ درصد کاهش میزان آب آبیاری بدون کاهش عملکرد در آبیاری متناوب برنج نسبت به شرایط غرقاب را گزارش کردند. سلحشور و همکاران (Salahshur-Delivand *et al.*, 2010) این میزان را ۴۰ درصد محاسبه کردند و بیان نمودند که راندمان مصرف آب در دوره‌های مختلف آبیاری اختلاف بسیار معنی‌داری با هم داشتند به طوری که آبیاری ۸ روزه علاوه بر داشتن بالاترین راندمان، از نظر عملکرد با آبیاری هر روزه تفاوتی نداشت.

الگوی تغییرات کیفیت بذر بر روی گیاه مادری علاوه بر مرحله رسیدگی و نمو بذر، کاملاً متأثر از شدت و مدت اثر عوامل محیطی از جمله درجه حرارت، رطوبت نسبی هوا و شرایط رطوبتی خاک و خصوصیات ژنوتیپ و ترکیبی از آنهاست (Moshatati and Gharineh, 2012). تغییر در میزان رطوبت خاک و شرایط اکسیداسیون و احیاء آن با تأثیرگذاری بر میزان حلالیت عناصر ماکرو و میکرو منجر به تفاوت در جنبه‌های فیزیولوژیکی و کیفی بذر گردید به-طوری‌که در شرایط مطلوب آبیاری، علاوه بر تعداد دانه بیشتر، دانه‌های سنگین‌تر و با کیفیت بهتری تولید شدند اما محدودیت رطوبت خاک و کاهش جذب نیتروژن و

پتاسیم موجب تأثیر نامطلوب بر نمو، کیفیت و تولید بذر و نیز کاهش خواب بذر گردید (Crusciol *et al.*, 2012). کاشت بذرهای با کیفیت بالا عملکرد مزرعه‌ای را از طریق بهبود استقرار گیاهچه افزایش داد (Asadi-Danalo *et al.*, 2014). ظهور اولیه گیاهچه در بذرهای تولیدی در شرایط تنش کم‌آبی متوسط، ۴۸ درصد بیشتر از بذرهای تولید شده در شرایط آبیاری مطلوب بود اما در تنش شدید کم‌آبی، سرعت و شاخص ظهور، وزن خشک و بنیه و ظهور نهایی گیاهچه کاهش یافت (Hadi *et al.*, 2012). میزان خواب بذر در برنج بسته به زمان رسیدن، پوسته بذر و رنگ فرابر، واریته و حتی زیر گونه‌های مختلف است (Marques *et al.*, 2014; Gu *et al.*, 2011). در استان خوزستان به دلیل هم‌زمانی و ادامه رشد برنج با فصل گرما و شیوه آبیاری غرقابی دائم و مستقیم در زراعت برنج، میزان مصرف آب به مراتب بیشتر از سایر مناطق برنج‌خیز کشور است لذا کاهش مصرف آب از طریق تناوب آبیاری به‌عنوان یک راه‌کار مهم، امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. با توجه به تأثیرپذیری جنبه‌های فیزیولوژیکی و کیفی بذر از خصوصیات ژنوتیپ، شرایط رطوبتی خاک در مزرعه و مدت زمان پس از برداشت و نگهداری آن در انبار، این آزمایش طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش اثر رژیم‌های آبیاری در مزرعه و زمان‌های پس از برداشت بر روی درصد جوانه‌زنی و پارامترهای رشد گیاهچه ژنوتیپ‌های برنج بررسی شد. بر این اساس بذرهای چهار رقم برنج (دانیال، لاین ۶، چمپا و عنبربوی قرمز) متأثر از مقاطع زمانی آبیاری یک روز در میان ۸ (IR₁)، ۶ (IR₂)، ۴ ساعت (IR₃) و آبیاری هر روزه ۴ ساعت (IR₄)، پس از برداشت از مزرعه‌ای، بلافاصله به آزمایشگاه منتقل گردیدند و در ۵ فاصله زمانی (۰، ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۸۰ روز پس از برداشت) مورد مطالعه قرار گرفتند. آزمایش به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح کاملاً تصادفی و سه تکرار اجرا گردید به طوری‌که عامل اصلی ترکیبی از سطوح آبیاری و ژنوتیپ، و عامل فرعی فواصل زمانی پس از برداشت بودند. بذرهای به‌دست آمده از خوشه اصلی تیمارهای مختلف، پس از تصادفی شدن، در دمای معمولی اتاق نگهداری شدند و در زمان‌های مشخص شده، از هر تیمار صد بذر (۳۰۰ بذر برای سه

محققان گزارش شده بود (Moshatati and Gharineh, 2012; Adebisi *et al.*, 2010).

طول ریشه‌چه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثرات ساده عوامل و اثرات متقابل دو و سه عاملی آنها در سطح ۱ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱). با توجه به مقایسه میانگین‌ها، در اثرات متقابل رقم و رژیم آبیاری، بیشترین طول ریشه‌چه را رقم عنبروری قرمز با آبیاری ۴ ساعت هر روز با متوسط ۹/۴ سانتی‌متر داشت. اما در کلیه رژیم‌های آبیاری یک روز در میان، لاین ۶ طویل‌ترین ریشه را داشت و کمترین نوسان طول ریشه‌چه در رژیم‌های آبیاری را داشت (جدول ۲). اثر متقابل آبیاری و زمان پس از برداشت مشخص نمود به جز رژیم آبیاری IR₄، در سایر سطوح آبیاری طول ریشه‌چه در زمان صفر نگهداری بذر به‌مراتب بیشتر بود به‌طوری‌که طویل‌ترین ریشه‌چه در زمان صفر و رژیم آبیاری IR₃ با میانگین ۹/۴۶ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد (جدول ۳). به نظر می‌رسد بهبود در تهویه خاک و تولید بذور کیفی‌تر از دلایل این نتیجه‌گیری باشد. مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و زمان پس از برداشت نشان داد بیشترین و کمترین طول ریشه‌چه با مقادیر ۱۱/۰۶ و ۵/۴۸ سانتی‌متر به‌ترتیب مربوط به لاین ۶ و رقم دانیال در ۸۰ روز پس از برداشت بود (جدول ۴). تفاوت در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بذر به‌خصوص وزن بیشتر آن در رقم دانیال و کیفیت بالاتر بذر در لاین ۶ و تغییر در کیفیت بذر با گذشت زمان می‌تواند از دلایل دستیابی به نتیجه مزبور باشد. بادبو و همکاران (Baddiow *et al.*, 2004) نیز گزارش داد که سیستم ریشه‌چه در پاسخ به شرایط کم‌آبی، توسط ژن‌هایی کنترل می‌شوند که در برنامه‌های اصلاحی برای مقاومت به خشکی به‌آسانی قابل استفاده هستند. ضرایب نشان‌دهنده همبستگی مثبت و معنی‌دار طول ریشه‌چه با طول ساقه‌چه، طول گیاهچه و وزن خشک و همبستگی منفی و معنی‌دار با جوانه‌زنی و نسبت ساقه به ریشه بود (جدول ۵). با افزایش طول ریشه‌چه امکان رشد بهتر برای ساقه و گیاه و تولید ماده خشک بیشتر فراهم شد.

درصد جوانه‌زنی بذر

توان جوانه‌زنی بذر تحت تأثیر ژنوتیپ، رژیم آبیاری، زمان پس از برداشت، اثرات متقابل عواملی آبیاری*ژنوتیپ، ژنوتیپ*

تکرار) با محلول ۵ درصد هیپوکلریت سدیم به‌مدت ۱۰ دقیقه ضدعفونی و سپس به روش بین کاغذ صافی، بدون اعمال خواب‌شکنی و براساس قوانین بین‌المللی ISTA (2015) و (2013) ISTA در دمای ۲ ± ۲۵ درجه سانتی‌گراد کشت و برای مدت ۱۴ روز در ژرمیناتور نگهداری شدند. در این مطالعه درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، ریشه‌چه و گیاهچه، وزن خشک گیاهچه و نسبت طول ساقه به ریشه محاسبه شدند: درصد جوانه‌زنی: که به‌صورت تعداد بذرهاى جوانه‌دار در روز چهاردهم که گیاهچه کامل و سالمی داشتند تقسیم بر تعداد بذرهاى کشت شده (در هر تکرار ۱۰۰ بذر) - به دست آمد (Abdoli and Saeidi, 2012).

$$\text{رابطه (۱)} \quad \text{FGP} = (\text{Ng} / \text{Nt}) \times 100^1$$

برای محاسبه طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه، پس از پایان دوره آزمایش جوانه‌زنی، از هر ظرف کشت، ۱۰ گیاهچه نرمال به‌طور تصادفی اندازه‌گیری و سپس میانگین‌گیری شد (Roy *et al.*, 2013). این گیاهچه‌ها جهت اندازه‌گیری وزن خشک در داخل پاکت‌های مخصوص قرار گرفتند و در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت نگهداری و سپس با ترازوی دیجیتال با دقت سه رقم اعشار توزین شدند (Islam *et al.*, 2012). آنالیزهای آماری با استفاده از نرم‌افزارهای MSTATC و MINITAB و EXCELL صورت گرفت. میانگین‌ها بر اساس روش دانکن در سطح معنی‌دار ۵ درصد آماری مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که اثر رژیم آبیاری، ژنوتیپ و مدت زمان نگهداری بذر بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه و نسبت طول ساقه به ریشه در سطح یک درصد آماری معنی‌دار بود (جدول ۱). تأثیر تنش خشکی و ژنوتیپ بر جوانه‌زنی و پارامترهای رشد گیاهچه بذر همچون طول و وزن ساقه‌چه و ریشه‌چه با نتایج عبدلی و سعیدی (Abdoli and Saeidi, 2012) و هادی و همکاران (Hadi *et al.*, 2012) مطابقت داشت. تفاوت در واکنش ژنوتیپ‌های مورد بررسی در این تحقیق در بیان تأثیر تنش خشکی در گیاه مادر، نیز توسط بسیاری از

¹ Final Germination Percentage

جدول ۱- تجزیه واریانس ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر و گیاهچه ارقام برنج تحت شرایط دوره‌های آبیاری غرقابی و زمان پس از برداشت
 Table 1. Analysis of variance for seed germination and seedling characteristics of rice cultivars duration of flooding irrigation and time after harvesting conditions

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean square					
		طول ریشه Root length	طول ساقه Shoot length	طول گیاهچه Seedling length	جوانه‌زنی Germination	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	نسبت طول ساقه به ریشه Shoot length/Root length
آبیاری Irrigation	3	2.774 **	1.642 **	1.355 n.s	159.201 **	517.591**	0.318**
ژنوتیپ genotype	3	30.809 **	69.037 **	78.904 **	1005.417 **	4638.862**	2.084**
آبیاری × ژنوتیپ Irrigation × genotype	9	5.831 **	3.160 **	15.080 **	46.276 **	142.881**	0.084**
خطا Error	32	0.2887	0.244	0.721	11.874	2.620	0.01
زمان نگهداری Time after harvesting	4	18.605 **	0.923 **	20.516 **	26283.91 **	36750.199**	0.660**
آبیاری × زمان نگهداری Irrigation × Time after harvesting	12	4.116 **	2.187 **	7.708 **	20.531 n.s	182.210**	0.410**
ژنوتیپ × زمان نگهداری Genotype × Time after harvesting	12	18.374 **	4.417 **	32.136 **	587.535 **	1558.409**	0.347**
آبیاری × ژنوتیپ × زمان نگهداری Irrigation × Genotype × Time after harvesting	36	5.611 **	2.575 **	12.219 **	34.289 **	167.787**	0.150**
خطا Error	128	0.245	0.272	0.581	13.401	3.035	0.010
ضریب تغییرات % CV%		6.22	5.93	4.55	6.07	5.61	8.51

ns, * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and **: not-significant and significant at 5 and 1 percent level of probability, respectively

جدول ۲ - مقایسه میانگین برهمکنش ژنوتیپ × دوره آبیاری بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی بذر ژنوتیپ‌های برنج

Table 2. Mean comparison of irrigation period × genotype interaction effect of germination characteristics of rice genotypes

آبیاری Irrigation	ژنوتیپ Genotype	طول ریشه (cm) Root length	طول ساقه (cm) Shoot length	طول گیاهچه (cm) Seedling length	جوانه‌زنی (%) Germination	وزن خشک گیاهچه (mg) Seedling dry weight	نسبت ساقه به ریشه Shoot length/Root length
1	1	9.07±0.3 ab	7.85±0.3 d	16.92± 0.4 e	80.99± 7.6 abc	43.7± 7.1c	0.88±0.05 g
1	2	7.17± 0.7 g	8.31± 0.2 c	15.48± 0.9 g	77.44±6.1 cd	33.47±11.4 d	1.28±0.11 bc
1	3	7.85± 0.2 f	9.42±0.4 b	17.27± 0.6 de	64.33±7.02 h	25.2±8.1 gh	1.2± 0.03 cde
1	4	8.55± 0.4 cd	9.48± 0.1 b	18.03±0.5 bc	63.40±5.9 h	23.53± 6.2 i	1.13± 0.04 ef
2	1	8.59±0.6 cd	7.31± 0.3 e	15.9± 0.8 fg	82.38± 7.6 a	49.72± 8.9 a	0.92± 0.09 g
2	2	7.79±0.4 f	9.29±0.3 b	17.09± 0.6 de	81.33±5.1 abc	31.42±10.4 e	1.23±0.07 bcd
2	3	7.03± 0.6 g	9.2±0.1 b	16.23± 0.7 f	67.49±6.5 gh	24.27± 6.8 hi	1.47±0.16 a
2	4	7.25±0.2 g	10.08±0.3 a	17.23± 0.5 de	74.32±5.6 def	28.82±9.3 f	1.4±0.03 a
3	1	8.81± 0.5 bc	7.4± 0.2 e	16.2± 0.7 f	82.22±8.1 ab	46.86± 6.0 b	0.87±0.04 g
3	2	6.56±0.2 h	8.25±0.2 c	14.8± 0.3 h	80.66±5.4 abc	30.4±9.4 e	1.29±0.07 b
3	3	8.11± 0.7 ef	9.54±0.2 b	17.65± 0.8 cd	75.26±5.5 de	23.87± 6.9 i	1.26± 0.09 bcd
3	4	8.22±0.3 def	10.31±0.2 a	18.53± 0.3 b	71.21±6.2 efg	28.4± 9.2 f	1.28±0.06 bc
4	1	8.49± 0.2 cde	7.3±0.2 e	15.79±0.4 fg	80.53± 8.6 abc	34.28± 6.6 d	0.86±0.02 g
4	2	7.15± 0.2 g	8.45± 0.2 c	15.5± 0.2 g	78.22± 5.2 bcd	26.07± 6.6 g	1.19± 0.02 de
4	3	7.25± 0.4 g	8.34± 0.2 c	15.57± 0.6 fg	70.54±6.4 fg	22.22± 5.8 j	1.19±0.07 de
4	4	9.38± 0.3 a	10.25± 0.3 a	19.63± 0.6 a	72.96± 6.2 ef	24.82±6.9 ghi	1.1± 0.03 f

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال ۵ درصد با روش دانکن تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means followed by similar letters in the same column don't significant difference based on Duncan multiple range test at 5% level probability

جدول ۳ - مقایسه میانگین برهمکنش زمان پس از برداشت × دوره آبیاری بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی بذر ژنوتیپ‌های برنج

Table 3. Mean comparison of irrigation period × time after harvesting interaction effect on germination characteristics of rice genotypes seed

آبیاری Irrigation	زمان نگهداری Time after harvesting	طول ریشه (cm) Root length	طول ساقه (cm) Shoot length	طول گیاهچه (cm) Seedling length	جوانه‌زنی (%) Germination	وزن خشک گیاهچه (mg) Seedling dry weight	نسبت ساقه به ریشه Shoot length/Root length
1	1	8.94± 0.3 b	9.05± 0.5 a-d	17.99± 0.6 a	10.33± 1.2 h	81.16± 5.3 b	1.03± 0.07 jk
1	2	8.7± 0.4 bc	8.64± 0.2 d-h	17.34± 0.6 c	64.72± 4.7 f	24.78± 5.8 ef	1.01± 0.03 k
1	3	7.26± 0.4 j	8.21± 0.3 hi	15.47± 0.6 i	82.97± 2.6 d	13.67± 0.6 j	1.19± 0.09 efg
1	4	8.63± 0.2 bcd	9.39± 0.1 a	18.02± 0.3 a	93.31± 1.5 b	24.28± 6.4 ef	1.1± 0.03 hijk
1	5	7.27± 0.6 j	8.54± 0.1 e-i	15.81± 0.8 h	94.86± 1.2 ab	13.5± 0.5 j	1.29± 0.11 cd
2	1	8.76± 0.2 bc	9.42± 0.6 a	18.17± 0.7 a	14.86± 1.9 g	87.78± 3.4 a	1.09± 0.08 hijk
2	2	7.82± 0.3 fgh	8.71± 0.2 c-g	16.53± 0.2 e	74.80± 3.5 e	25.25± 5.9 e	1.15± 0.08 fghi
2	3	6.38± 0.5 l	8.71± 0.5 c-g	15.09± 0.8 j	86.79± 1.6 c	13.5± 0.3 j	1.54± 0.18 a
2	4	7.55± 0.5 hij	8.7± 0.2 c-g	16.13± 0.7 fg	93.61± 1.6 b	26.92± 7.5 d	1.22± 0.08 def
2	5	7.82± 0.6 fgh	9.32± 0.1 ab	17.14± 0.6 cd	96.27± 1.1 a	14.33± 0.4 ij	1.27± 0.09 cde
3	1	9.47± 0.5 a	8.08± 0.5 i	17.54± 1.0 b	14.68± 2.3 g	82.5± 2.8 b	0.86± 0.03 l
3	2	8.23± 0.2 def	9.03± 0.4 a-e	17.25± 0.6 c	74.92± 3.0 e	24.67± 5.1 ef	1.1± 0.04 g-k
3	3	6.84± 0.2 k	9.12± 0.4 a-d	15.96± 0.5 gh	89.14± 2.1 c	19.33± 3.3 h	1.34± 0.07 bc
3	4	7.78± 0.1 fgh	9.18± 0.2 abc	16.97± 0.3 d	95.05± 0.8 ab	22.07± 4.8 g	1.18± 0.03 fgh
3	5	7.3± 0.8 ij	8.95± 0.2 a-f	16.26± 0.8 f	95.67± 1.0 ab	13.33± 0.6 j	1.39± 0.12 b
4	1	8.17± 0.4 efg	8.53± 0.7 e-i	16.69± 1.1 e	10.96± 2.5 h	68.05± 1.3 c	1.03± 0.05 jk
4	2	7.57± 0.5 hij	8.23± 0.2 ghi	15.79± 0.6 h	73.30± 3.2 e	23.67± 4.7 f	1.16± 0.09 f-i
4	3	8.35± 0.2 cde	8.9± 0.3 b-f	17.13± 0.5 cd	87.93± 1.4 c	13.33± 0.6 j	1.07± 0.03 ijk
4	4	8.5± 0.4 bcde	8.8± 0.3 c-f	17.31± 0.7 c	94.70± 1.7 ab	15.36± 1.1 i	1.04± 0.03 jk
4	5	7.73± 0.4 ghi	8.47± 0.1 f-i	16.2± 0.4 f	95.44± 1.3 ab	13.83± 0.3 j	1.12± 0.05 g-j

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال ۵٪ با روش دانکن تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means followed by similar letters in the same column don't significant difference based on Duncan multiple range test at 5% level probability

جدول ۴ - مقایسه میانگین برهمکنش ژنوتیپ × زمان پس از برداشت بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی بذر ژنوتیپ‌های برنج

Table 4. Mean comparison of genotype × time after harvesting interaction effect on germination characteristics of rice genotypes seed

ژنوتیپ	زمان نگهداری	طول ریشه (cm)	طول ساقه (cm)	طول گیاهچه (cm)	جوانه‌زنی (%)	وزن خشک گیاهچه (mg)	نسبت ساقه به ریشه
Genotype	Time after harvesting	Root length	Shoot length	Seedling length	Germination	Seedling dry weight	Shoot length/Root length
1	1	9.03±0.2 b	6.27±0.1 l	15.29±0.2 l	4.22±1.2 k	76.2± 2.4 c	0.7± 0.01 k
1	2	8.76±0.1 bc	7.52± 0.1 j	16.28± 0.2 i	90.63±1.0 e	55.61±1.3 e	0.86± 0.01 ij
1	3	7.85±0.2 e	6.97± 0.1 k	14.81± 0.3 m	93.7±1.2 de	21±3.1 g	0.89±0.03 i
1	4	6.99± 0.3 fg	7.95± 0.2 i	14.94± 0.5 m	97.99± 0.6 a	50.55± 5.6 f	1.17±0.07 ef
1	5	11.06±0.2 a	8.63± 0.1 gh	19.69± 0.3 a	97.77±0.7ab	14.83±0.2 hi	0.78± 0.01 j
2	1	8.38± 0.4 cd	8.73± 0.5fgh	17.1±0.8 g	21.54± 1.4 i	93.7±4.4 a	1.04±0.03 h
2	2	7.4±0.2 f	8.38± 0.1 hi	15.77± 0.2 k	82.83±1.2 f	15.33±0.4 h	1.14±0.03 efg
2	3	6.16± 0.3 h	8.38±0.2 hi	14.42± 0.4 n	91.94±0.9 e	14.33±0.4 hi	1.4±0.06 b
2	4	8.42±0.3 cd	8.96±0.1efg	17.38±0.3 f	93.03± 1.3de	14.33±0.4 hi	1.08±0.03 gh
2	5	5.48±0.2 i	8.43± 0.2 h	13.91±0.4 o	92.22±1.0 e	14±0.4 hij	1.57±0.06 a
3	1	9.14± 0.6 b	9.52±0.5 bcd	18.64±1.0 c	13.30±1.3 j	70.28± 2.0 d	1.06±0.04 gh
3	2	7± 0.4 fg	9.04± 0.2 efg	16.04±0.5 j	50.19±2.6 h	13.83±0.5 hij	1.34± 0.08 bc
3	3	6.57± 0.6 gh	9.18±0.2 def	15.75±0.7 k	79.06±1.1 f	11.83± 0.3 k	1.58±0.17 a
3	4	8.52± 0.2 cd	9.22± 0.1 cde	17.74±0.2 e	92.82±1.1 de	11.67±0.4 k	1.09±0.03 fgh
3	5	6.57± 0.2 h	8.66±0.1 gh	15.23±0.3 l	96.10±0.8 bc	11.83± 0.4 k	1.34±0.04 bc
4	1	8.8± 0.3 bc	10.56±0.4 a	19.35±0.7 b	14.51± 1.1 j	79.31±3.5 b	1.22±0.05 de
4	2	9.15±0.5 b	9.67±0.3 bc	18.82±0.7 c	57.77±1.8 g	13.58±0.2 ij	1.08±0.05 gh
4	3	8.24± 0.1 de	10.41± 0.2 a	18.66±0.2 c	79.36±1.4 f	12.67±0.2 jk	1.27± 0.03 cd
4	4	8.53±0.4 cd	9.96±0.1 b	18.37± 0.5 d	91.67± 1.2 e	12.08±0.4 k	1.2± 0.05 de
4	5	7.02±0.2 f	9.56±0.1 bcd	16.58±0.2 h	95.39±0.9 cd	14.33± 0.4 hi	1.38±0.06 b

میانگین‌های با حروف مشترک در هر ستون در سطح احتمال ۵٪ با روش دانکن تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means followed by similar letters in the same column don't significant difference based on Duncan multiple range test at 5% level probability

جدول ۵- همبستگی میانگین‌های مؤلفه‌های جوانه‌زنی بذر

Table 5. Correlation between means of seed germination characteristics

	طول ریشه (cm) Root length	طول ساقه (cm) Shoot length	طول گیاهچه (cm) Seedling length	جوانه‌زنی (%) Germination	وزن خشک گیاهچه (mg) Seedling dry weight
طول ساقه (cm) Shoot length	0.237*				
طول گیاهچه (cm) Seedling length	0.845**	0.718**			
جوانه‌زنی (%) Germination	-0.236*	-0.036 n.s	-0.190 n.s		
وزن خشک گیاهچه (mg) Seedling dry weight	0.239*	-0.115 n.s	0.110 n.s	-0.741**	
نسبت ساقه به ریشه Shoot length/Root length	-0.790**	0.316**	-0.390**	0.204 n.s	-0.303**

n.s, * و **: به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

n.s, * and **: not-significant and significant at 5 and 1 percent level of probability, respectively.

بیشترین درصد جوانه‌زنی مربوط به بذر لاین ۶ در ۸۰-۶۰ روز پس از برداشت بود (جدول ۴). نتایج با گزارشات محققین مبنی بر وجود تفاوت بین ژنوتیپ‌های مختلف برنج و زمان‌های مختلف بعد از برداشت از نظر درصد جوانه‌زنی مطابقت داشت (Karbalaie and Sodaie, 1999). به نظر می‌رسد تغییر ویژگی‌های کیفی بذر و کاهش عوامل بازدارنده فیزیولوژیکی مربوط به جوانه‌زنی طی دوره پس از برداشت، صرف نظر از ژنوتیپ برنج، از دلایل دست‌یابی به نتیجه مزبور بود. برخی محققین بیشترین پتانسیل کیفیت بذر برنج را پس از گذشت ۱۲ تا ۱۹ روز پس از رسیدگی کامل گزارش دادند (Ellis *et al.*, 1993). ضرایب نشان‌دهنده همبستگی منفی و معنی‌دار میزان جوانه‌زنی با وزن خشک گیاهچه بود. با افزایش زمان نگهداری بذر پس از برداشت، جوانه‌زنی روندی افزایشی و وزن خشک گیاهچه روندی کاهشی داشت (جدول ۵).

طول ساقه‌چه

نتایج نشان داد اثر رژیم آبیاری، ژنوتیپ، زمان پس از برداشت و اثرات متقابل دو و سه عاملی بر طول ساقه‌چه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد در کلیه رژیم‌های آبیاری، عبوری قرمز نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برتری داشت و طول ساقه‌چه‌ی بلندتر تولید کرد. با تغییر در آبیاری، طول ساقه‌چه نیز متأثر از دوره زمانی پس از برداشت، متفاوت بود به طوری که بالاترین مقادیر را به ترتیب رژیم‌های آبیاری IR₂ و IR₁ در زمان‌های صفر و ۶۰ روز پس از

زمان پس از برداشت و اثر متقابل آبیاری × ژنوتیپ × زمان پس از برداشت در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها مشخص نمود در تمام سطوح آبیاری، ژنوتیپ‌های اصلاح شده (دانیال و لاین ۶) نسبت به ژنوتیپ‌های محلی برتری قابل توجهی داشتند و بیشترین آن با میانگین ۸۲/۳۸ درصد مربوط به لاین ۶ و IR₂ بود (جدول ۲). عبدلی و سعیدی (Abdoli and Saeidi, 2012) نیز جوانه‌زنی بیشتر را در بذرهای کشیده‌تر گزارش داد. به نظر می‌رسد ذخیره بیشتر بذر، جنین بزرگتر و پوسته نازک‌تر یا درصد پوسته کمتر بذر در ژنوتیپ‌های اصلاح شده از علل نتیجه به دست آمده باشد. در اثر متقابل آبیاری و زمان پس از برداشت به موازات افزایش زمان نگهداری بذر، درصد جوانه‌زنی بذر با شدت متفاوت در تمام سطوح آبیاری افزایش یافت به طوری که کمترین و بیشترین مقدار آن به ترتیب در زمان‌های صفر و ۸۰ روز پس از برداشت مشاهده گردید و بالاترین درصد جوانه‌زنی با متوسط ۹۶/۲۷ درصد مربوط به رژیم آبیاری ۶ ساعته و ۸۰ روز پس از برداشت بود (جدول ۳).

با توجه به مقایسه میانگین ژنوتیپ و زمان پس از برداشت، در تمام ژنوتیپ‌ها با گذشت زمان پس از برداشت، درصد جوانه‌زنی روندی صعودی و با شیب متفاوت داشت به طوری که سرعت آن در دامنه صفر (۱۳ درصد) تا ۲۰ روز پس از برداشت (۷۲ درصد) به مراتب نه تنها بیشتر بود بلکه ژنوتیپ‌های اصلاح شده، شدت واکنش و تغییرات بالاتری نسبت به ارقام محلی داشتند و

برداشت داشتند (جدول ۳). اثر متقابل ژنوتیپ و زمان پس از برداشت، برتری ارقام محلی نسبت به اصلاح شده را نشان داد به طوری که بیشترین و کمترین طول ساقچه به ترتیب مربوط به رقم عنبوری قرمز و لاین ۶ بود (جدول ۴). نتایج بیانگر آن است که علی‌رغم تأثیرپذیری نسبی طول ساقچه از رژیم آبیاری و زمان نگهداری بذر پس از برداشت، به نظر می‌رسد علت اصلی اختلافات، تفاوت ذاتی بین ارقام محلی و اصلاح شده است. ضرایب نشان‌دهنده همبستگی مثبت و معنی‌دار طول ساقچه با طول ریشه‌چه، طول گیاهچه و نسبت ساقه به ریشه بود (جدول ۵).

طول گیاهچه

ضرایب نشان‌دهنده همبستگی مثبت و معنی‌دار رشد گیاهچه با طول ریشه‌چه و ساقچه و همبستگی منفی و معنی‌دار با نسبت ساقه به ریشه بود (جدول ۵). طول گیاهچه تحت تأثیر ژنوتیپ، زمان پس از برداشت و اثرات متقابل دو و سه عاملی در سطح یک درصد آماری بود اما رژیم آبیاری بر رشد گیاهچه تأثیرگذار نبود (جدول ۱). سطوح مختلف رژیم آبیاری تأثیری در طول گیاهچه ارقام نداشت و ارقام محلی نسبت به اصلاح شده مقادیر بالاتری داشتند. در اثر متقابل رژیم آبیاری و زمان برداشت بالاترین مقادیر مربوط به زمان صفر و رژیم‌های آبیاری IR₂ و IR₁ و نیز ۶۰ روز پس از برداشت در رژیم آبیاری IR₁ بود (جدول ۳). مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و زمان پس از برداشت مشخص نمود شدت واکنش ارقام به مدت نگهداری بذر کاملاً متفاوت بود و به‌طور نسبی ارقام محلی دامنه تغییرات کمتری داشتند لذا بیشترین و کمترین طول گیاهچه با مقادیر ۱۹/۶۹ و ۱۳/۹۱ سانتی‌متر مربوط به لاین ۶ و رقم دانیال در ۸۰ روز پس از برداشت بذر بود (جدول ۴). میرزامعصوم‌زاده (Mirzamasumzadeh, 2011) و عطاردی و همکاران (Atarodi *et al.*, 2011) نیز کاهش رشد گیاهچه را در شرایط تنش گزارش دادند.

وزن خشک گیاهچه

ضرایب نشان‌دهنده همبستگی مثبت و معنی‌دار وزن خشک گیاهچه با طول ریشه‌چه بود. همچنین همبستگی منفی و معنی‌دار وزن خشک گیاهچه با میزان جوانه‌زنی را نشان داد (جدول ۵). به‌نظر می‌رسد با افزایش طول ریشه و بالطبع جذب بیشتر آب و افزایش واکنش‌های شیمیایی

و فیزیولوژیکی، رشد و در نهایت وزن گیاهچه افزایش یافت. وزن خشک گیاه یکی از شاخص‌های فیزیولوژیکی برای بیان رشد گیاهچه می‌باشد اما مقدار آن می‌تواند بسته به خصوصیات بذر و شرایط محیطی تغییر نماید به طوری که نتایج نشان داد وزن خشک گیاهچه تحت تأثیر رژیم آبیاری، ژنوتیپ، زمان پس از برداشت و اثرات متقابل دو و سه عاملی در سطح یک درصد آماری بود (جدول ۱). برهمکنش ژنوتیپ و رژیم آبیاری نشان داد بیشترین میزان وزن خشک گیاهچه (۴۹/۷۲ میلی‌گرم) مربوط به لاین ۶ و رژیم آبیاری IR₂ بود. تمامی ارقام در رژیم آبیاری IR₂، گیاهچه‌های قوی‌تری از لحاظ وزنی تولید نمودند (جدول ۲). به‌نظر می‌رسد علاوه بر تفاوت قابل توجه ویژگی‌های بذر به‌ویژه از لحاظ وزن و برتری آن در ارقام اصلاح شده، تولید گیاهچه‌هایی با طول و اندام‌های رویشی کوتاه‌تر و به تبع آن تنفس کمتر، یکی از دلایل دست‌یابی به نتیجه مزبور باشد. مقایسه میانگین برهمکنش رژیم آبیاری و زمان پس از برداشت بذر مشخص نمود در تمام رژیم‌های آبیاری، بیشترین وزن گیاهچه مربوط به زمان صفر بود و به‌طور نسبی با افزایش در مدت زمان نگهداری بذر پس از برداشت، وزن خشک گیاهچه روندی کاهشی تا حدود یک سوم را نشان داد. بالاترین وزن با ۸۷/۷۸ میلی‌گرم مربوط به زمان صفر و رژیم آبیاری IR₂ بود (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد علاوه بر تأثیر تغییرات رطوبتی خاک بر ویژگی‌های کمی و کیفی بذر طی رسیدگی، کاهش ذخایر بذر و تغییر در جنبه‌های کیفی آن در مدت زمان نگهداری از علل این نتیجه‌گیری باشد. در اثر متقابل ژنوتیپ و زمان پس از برداشت، به موازات افزایش در زمان نگهداری بذر، وزن خشک گیاهچه در تمام ژنوتیپ‌ها به‌شدت کاهش یافت و دانیال بلافاصله پس از برداشت (۹۳/۷ میلی‌گرم) نسبت به سایر تیمارها (میانگین ۱۹ میلی‌گرم) بیشترین وزن خشک را داشت (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد علاوه بر نقش تعیین‌کننده وزن بذر، در صورت عدم وجود عوامل بازدارنده فیزیولوژیکی و فیزیکی برای جوانه‌زنی، کاشت بذر بلافاصله پس از برداشت، بهترین زمان برای تولید گیاهچه قوی می‌باشد. میرزامعصوم‌زاده (Mirzamasumzadeh, 2011) کاهش وزن خشک گیاهچه‌ها را در تنش خشکی طی مرحله پر شدن دانه را گزارش کردند.

نسبت ساقه به ریشه

ضرایب نشان‌دهنده همبستگی مثبت و معنی‌دار نسبت ساقه به ریشه با طول ساقه و همبستگی منفی و معنی‌دار با طول ریشه و طول گیاهچه بود (جدول ۵). نتایج تجزیه واریانس نشان داد نسبت طولی ساقه به ریشه متأثر از اثرات ساده و متقابل دو و سه عاملی در سطح یک درصد آماری بود (جدول ۱). مقایسات میانگین مشخص نمود در تمام سطوح آبیاری، لاین ۶ کمترین مقدار را داشت و بیشترین نسبت مربوط به ارقام محلی چمپا و عنبری قرمز در رژیم آبیاری IR₂ بود (جدول ۲). به نظر می‌رسد علاوه بر تفاوت ساختاری و مورفولوژیکی «ارقام پاکوتاه و اصلاح‌شده» با «ارقام پابلند محلی»، تغییر در میزان تولید و نسبت دو تنظیم‌کننده رشد مهم (اکسین و سیتوکینین) طی فرآیند شکل‌گیری و پر شدن بذر در دوره رسیدگی ناشی از تنش آب در خاک، و نیز در اندام‌زایی یا تحریک رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه در مرحله

نتیجه‌گیری

کیفیت بذر بر عملکرد گیاهان زراعی به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم اثر دارد و همان‌گونه که عبدلی و سعیدی (Abdoli and Saeidi, 2012) نیز گزارش داد تحت تأثیر پارامترهای محیطی، رطوبتی و ژنتیکی است. قدرت بذر بالا که با تولید گیاهچه‌های قوی، منجر به پتانسیل عملکرد بالاتر می‌گردد، خود تحت تأثیر ژنوتیپ، رژیم‌های آبیاری و مدت زمان نگهداری بذر بود. به‌عبارت دیگر رژیم آبیاری و ژنوتیپ در مدت زمان خواب بذر تأثیر به‌سزایی داشتند. فنر و کیتاجما (Fenner and Kitajima, 1999) نیز تأثیر شرایط رشد گیاه مادر را بر میزان خواب بذر تولید شده گزارش کردند. درصد جوانه‌زنی بالاتر و بنیه بهتر، موجب استقرار سریع‌تر بذر شده و گیاهچه زودتر از خاک خارج می‌شود و سطح خاک را سریعاً پوشش داده و قدرت مقابله بیشتری با علف‌های هرز و کم‌آبی دارند (Abdoli and Saeidi, 2012). اهمیت کلیه مؤلفه‌های جوانه‌زنی توسط محققان زیادی به اثبات رسیده است اما به‌نظر می‌رسد پس از میزان جوانه‌زنی که بیشترین توصیف را در عملکرد برنج دارد (Adebisi et al.,

گیاهچه‌ای از دلایل دستیابی به نتیجه مزبور باشد. در اثر متقابل رژیم آبیاری و زمان پس از برداشت بیشترین مقدار مربوط به رژیم آبیاری IR₂ و ۴۰ روز پس از برداشت بذر بود و در کلیه سطوح آبیاری، نگهداری بذر به‌مدت ۴۰ و نیز ۸۰ روز پس از برداشت نسبت بالاتری داشت (جدول ۳). برهمکنش ژنوتیپ و زمان پس از برداشت بذر نشان داد بیشترین مقدار مربوط به رقم دانیال و زمان ۸۰ و رقم چمپا ۴۰ روز پس از برداشت بود. همچنین میزان تأثیرگذاری مدت نگهداری بذر کاملاً وابسته به نوع رقم بود به‌طوری‌که در لاین ۶ با افزایش زمان نگهداری بذر به ۶۰ روز، نسبت ساقه به ریشه روندی صعودی داشت و پس از آن به‌شدت کاهش یافت در صورتی‌که در سایر ارقام چنین روند معین و مشخصی مشاهده نشد (جدول ۴).

مهم‌ترین مؤلفه وزن خشک گیاهچه بود (جدول ۲). ادیبسی و همکاران (Adebisi et al., 2010) نیز همبستگی مثبت و معنی‌دار درصد جوانه‌زنی را با صفات زراعی برنج نشان دادند. رژیم آبیاری حاکم بر گیاه مادری، بر روی جوانه‌زنی بذر برنج و خصوصیات فیزیولوژیک آن مؤثر بود، عبدلی و سعیدی (Abdoli and Saeidi, 2012) نیز این نتیجه را گزارش دادند. گرچه برخی محققین کاهش خواب در بذرها برخی محصولات تولید شده در تنش کم‌آبی را گزارش دادند (Steadman et al., 2004) این بررسی نشان داد با اعمال هر گونه رژیم آبیاری، لاین ۶ پس‌مدت زمان خواب ۸۰ روزه بالاترین جوانه‌زنی را داشت. هر سه عامل رژیم آبیاری و ژنوتیپ و زمان نگهداری بذر بر کلیه مؤلفه‌های جوانه‌زنی تأثیر داشت (جدول ۱). ژنوتیپ‌های پرمحصول بر ژنوتیپ‌های محلی برتری داشتند. برخی محققین ارقام برنج را بر اساس میزان خواب در محدوده ۱۰ تا ۱۰۰ روزه، به گروه‌هایی به‌ترتیب با خواب ضعیف تا خواب خیلی قوی تقسیم کردند و خاطر نشان کردند که اکثر ارقام برنج دارای خواب متوسط می‌باشند. بیشتر ژنوتیپ‌های برنج معمولاً بلافاصله بعد از برداشت دارای مدت کوتاه خواب

بذر می‌باشند که تا حدود یک ماه طول می‌کشد و شدت آن در ارقام مختلف متفاوت بود (Mew and Misra, 1994). عبدلی و سعیدی (Abdoli and Saeidi, 2012) نیز گزارش دادند که تنش خشکی در مزرعه گندم موجب تاثیر منفی بر جوانه‌زنی و پارامترهای رشد گیاهچه بذر حاصل شده داشت. شاخص بنیه بذر و طول گیاهچه حساس‌ترین صفت به تنش خشکی تشخیص داده شد (Pessarakli, 2014).

منابع

- Abdoli, M. and Saeidi, M. 2012. Effects of Water Deficiency Stress during Seed Growth on Yield and its Components, Germination and Seedling Growth Parameters of Some Wheat Cultivars. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 4 (15): 1110-1118. **(Journal)**
- Adebisi, M.A., Okelola, F.S., Alake, C.O., Ayo-Vaughan, M.A. and Ajala, M.O. 2010. Interrelationship between seed vigour traits and field performance in new rice for Africa (Nerica) genotypes (*Oryza sativa* L.). *Journal of Agricultural Science and Environmental*, 10(2): 15-24. **(Journal)**
- Asadi-Danalo, A., Ghassemi-Golezani, K., Shafagh-Kalvanagh, J. and Bakhshy, J. 2014. Effects of Seed Quality and Water Deficit on Performance of Lentil (*Lens culinaris* Medik). *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science*, 24(1): 83-94. (In Farsi) **(Journal)**
- Atarodi, H., Iran-nejad, H., Shiranirad, A.H., Amiri, R. and Akbari, Gh.A. 2011. Effects of drought stress on the mother plant and sowing date, on seed germination and vigor of canola varieties. *Iranian Journal of Field Crop Science*, 42(1): 71-80. (In Farsi) **(Journal)**
- Badiow, F.A., Diouf, D., Sane, D., Diouf, O., Goudioby, V. and Diaalo, N. 2004. Screening cowpea (*Vigna unguiculato* L.) walp. varieties by inducing water deficit and RAPD analyses. *African Journal of Biotechnology*, 3: 174-178. **(Journal)**
- Cabangon, R.J., Castillo, E.G. and Tuong, T.P. 2011. Chlorophyll meter-based nitrogen management of rice grown under alternate wetting and drying irrigation. *Field Crops Research*, 121: 136-146. **(Journal)**
- Crusciol, C.A.C., Toledo, M.Z., Arf, O. and Cavariana, C. 2012. Water supplied by sprinkler irrigation system for upland rice seed production. *Bioscience Journal Uberlandia*, 28 (1): 34-42. **(Journal)**
- Ellis, R.H., Hong, T.D. and Jackson, M.T. 1993. Seed production environment, time of harvest, and the potential longevity of seeds of three cultivars of rice (*Oryza sativa* L.). *Annals of Botany*, 72: 583-590. **(Journal)**
- Fenner, M. and Kitajima, K. 1999. Seed and seedling ecology. In: Pugnaire, F. and Valladares, F. (Eds.) *Handbook of Functional Plant Ecology*, Marcel Dekker. NY, pp: 589-622. **(Part of Book)**
- Ghiasy, M., Farahbakhsh, H., Sabouri, H. and Mohamadi nejad, G.H. 2013. Evaluation of rice cultivars in drought and normal conditions based on sensitive and tolerance indices. *Electronical Journal of Crop Production*. 6 (4): 55-75. **(Journal)**
- Gu, X.Y., Foley, M.E., Horvath, D.P., Anderson, J.V., Feng, J., Zhang, L., Mowry, C.R., Ye, H., Suttle, J.C., Kadowaki, K. and Chen, Z. 2011. Association between seed dormancy and pericarp color is controlled by a pleiotropic gene that regulates abscisic acid and flavonoid synthesis in weedy red rice. *Genetics*, 189(4): 1515-1524. **(Journal)**
- Hadi, H., Babaei, N., Daneshian, J., Arzanesh, M.H. and Hamidi, A. 2012. Effects of *Azospirillum lipoferum* on seedling characteristics derived from sunflower (*Helianthus annus* L.) seed water deficit conditions. *Agroecology Journal*, 3 (3): 320-327. (In Farsi) **(Journal)**
- Islam, R., Mukherjee, A. and Hossin, M. 2012. Effect of osmopriming on rice seed germination and seedling growth. *Journal of Bangladesh Agricultural University*, 10(1): 15-20. **(Journal)**
- ISTA. 2013. Handbook for seedling evaluation. International Seed Testing Association. Available online at: <http://seedtest.org/en/productdetail---1--1082--203--188.html>. **(Handbook)**
- ISTA. 2015. International rules for seed testing. International Seed Testing Association (ISTA). Seed Science and Technology. Available online at: www.seedtest.org/en/ista-rules-for-2015-_content---1--1448.html. **(Handbook)**
- Karbalaie, M.T. and Sodaie Mashaie, S. 1999. The study of seed dormancy and its duration of rice variety and hybridization lines. Final Research Report. Rice Research Institute. pp: 10. (In Farsi)

- Marques, E.R., Araújo, E.F., Araújo, R.F., Filho, S.M. and Plínio César Soares, P.C. 2014. Seed quality of rice cultivars stored in different environments. *Journal of Seed Science*, 36(1): 32-39. **(Journal)**
- Mew, T.W. and Misra, J.K. 1994. A manual of rice seed health testing. IRRI. Manila, Philippines, pp: 113. **(Book)**
- Mirzamasumzadeh, B. 2011. Application of potassium humate for production of wheat seed under after anthesis drought condition. *Advances in Environmental Biology*, 5(8): 2373-2376. **(Journal)**
- Moshatati, A. and Gharineh, M.H. 2012. Effect of grain weight on germination and seed vigor of wheat. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 4 (8): 458-460. **(Journal)**
- Pessarakli, M. 2014. Handbook of Plant and Crop Physiology, Third Edition. CRC Press, pp: 1031. **(Book)**
- Rejesus, R.M., Palis, F.G., Rodriguez, D.G.P., Lampayan, R.M. and Bouman, B.A.M. 2011. Impact of the alternate wetting and drying (AWD) water-saving irrigation technique: Evidence from rice producers in the Philippines. *Food Policy*, 36: 280-288. **(Journal)**
- Roy, P.K., Sarkar, M.A.R., Paul, S.K. and Dey, A. 2013. Effect of osmopriming of Boro rice seeds on field establishment of seedling. *International Journal of Applied Sciences and Biotechnology*, 1(4): 228-232. **(Journal)**
- Saberi, T., Amiri, A., Paknezhad, F., Pazoki, A. and Azinpour, K. 2011. Effect of nitrogen fertilizer and irrigation management on yield, yield components and water use efficiency of hybrid rice cultivar (Bahar). *Crop Physiology*, 11: 119-135. (In Farsi) **(Journal)**
- Salahshur-Delivand, F., Nazemi, A.H. and Yazdany, M.R. 2010. Improve water management in rice fields. The 12th meeting of the Iranian National Committee on Irrigation and Drainage. Available online: <http://www.wnn.ir/html/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=8318>. **(Web site)**
- Soltani, E., Kamkar, B., Galeshi, S. and Akram Ghaderi, F. 2009. The effect of seed aging on the seedling growth as affected by environmental factors in wheat. *Research Journal of Environmental Sciences*, 3 (2): 184-192. **(Journal)**
- Steadman, K.J., Ellery, A.J., Chapman, R., Moore, A. and Turner, N.C. 2004. Maturation temperature and rainfall influence seed dormancy characteristics of annual ryegrass (*Lolium rigidum*). *Australian Journal of Agricultural research*, 55(10): 1047-1057. **(Journal)**

The effect of duration of flooding irrigation and time after harvesting on seed germination of rice genotypes

Mehrzaad Tavooosi*¹, Abdolali Gilani², Mohammad Hosein Gharineh³

Received: July 21, 2015

Accepted: September 8, 2015

Abstract

Seed qualitative characteristics and their effects on seed germination are affected by genotype and soil moisture conditions in the field and the time after harvesting. The experiment was carried out as factorial split-plot design in randomized complete with three replicates in laboratory condition. The main plots were combination of 4 different irrigation regimes (I1, I2, I3= eight, six and four hours every other day, respectively and I4 = four hours per day) and 4 different genotypes [Danial (V1), Line6 (V2), Champa (V3), Red Anbori (V4)]. Five post-harvest interval times (0, 20, 40, 60 and 80 days) were considered as subplots. The results showed that high yielding genotypes were superior in comparison with local genotypes because of less shell percentage, higher 1000 seeds weight and bigger embryo. Seed qualitative characteristics affected by genotype, irrigation regimes and the time after harvesting. IR2 was the best treatments in the germination percentage (77%), length of shoot (8.9cm) and seedling dry weight (34mg). Line 6 had the highest seed germination (82%), root length (8.7cm) and seedling dry weight (43.6mg). The highest shoot length (9cm) grew up 60 days after harvesting. By applying every irrigation regimes, line 6 after the 80-day time after harvesting had the highest seed germination.

Key words: Germination, Irrigation Regimes, Rice Genotypes, Seed Dormancy

1: Researcher, Seed and Plant Improvement Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahwaz

2: Research Assistant professor, Seed and Plant Improvement Research Department, Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Ahwaz

3: Associate Professor, Khuzestan Ramin Agriculture and Natural Resources University

*Corresponding author: tavooisimehr@yahoo.com