اثر پیش‌تیمار اسمزی و آب بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم برنج (*Oryza sativa L.*) در بستر خشک در شرایط آب و هوایی مازندران

محمد خادمی[۱]، فائزه زعفریان[۲*]، شهرام نظری[۳] و محمد علی اسماعیلی[۴]

۱) دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.

۲ و ۴) دانشیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.

۳) استادیار پژوهش بخش اصلاح و تهیه بذر، موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران.

[*]نویسنده مسئول: fa_zaefarian@yahoo.com

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد می‌باشد.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۰۶ **تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۸/۲۸**

چکیده

تکنیک پرایمینگ (پیش‌تیمار) بذر یکی از روش‌های موثر در استقرار سریع و بهبود ویژگی زایشی برنج در شرایط کشت مستقیم است. به‌منظور بررسی اثر پیش‌تیمار اُسمزی و آب (اُسموپرایمینگ و هیدروپرایمینگ) در بهبود عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم برنج آزمایشی در بهار سال ۱۳۹۸ در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل دو رقم برنج طارم و شیرودی و پیش‌تیمار در پنج سطح شامل پیش‌تیمار با آب (۲۴ ساعت)، کلرید کلسیم (پتانسیل اُسمزی ۱/۲۵- مگاپاسکال در ۲۴ ساعت)، کلرید پتاسیم (پتانسیل اُسمزی ۱/۲۵- مگاپاسکال در ۲۴ ساعت)، اسید اسکوربات (۱۰ میلی‌گرم در یک لیتر آب به‌مدت ۲۴ ساعت) و شاهد (عدم پیش‌تیمار) بود. نتایج اثر رقم نشان داد درصد سبز شدن با ۸۸ و ۷۸ و سرعت سبز شدن با ۰/۲ و ۰/۱۵ در روز به‌ترتیب در ارقام شیرودی و طارم به‌دست آمد. هم‌چنین اثر پیش‌تیمار بر سرعت سبز شدن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، به‌طوری‌که بالاترین سرعت سبز شدن در پیش‌تیمار با کلرید کلسیم، کلرید پتاسیم و آب به‌دست آمد که به‌ترتیب ۵۰، ۳۶ و ۲۹ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داشت. بیش‌ترین ارتفاع بوته برنج در رقم شیرودی تحت پیش‌تیمار با کلرید کلسیم، کلرید پتاسیم و آب به‌ترتیب با ۱۰۷، ۱۰۴ و ۱۰۳ سانتی‌متر به‌دست آمد. نتایج نشان داد که مقدار شاخص کلروفیل لایه‌های مختلف پوشش گیاهی در کلیه تیمارهای پیش‌تیمار در رقم شیرودی بالاتر از رقم طارم بود. بالاترین عملکرد دانه و بیولوژیک بالاتری به‌ترتیب با ۵۵۱۳ و ۱۳۲۲۳ کیلوگرم در هکتار در رقم شیرودی به‌دست آمد. پیش‌تیمار با کلرید کلسیم، کلرید پتاسیم، آسکوربات و آب به‌ترتیب ۱۹، ۱۴، ۱۰ و ۱۴ درصد نسبت به تیمار شاهد سبب افزایش عملکرد دانه گردید. به‌طورکلی نتایج نشان داد پیش‌تیمار با کلرید کلسیم و کلرید پتاسیم موجب بهبود کارکرد بذر و در نتیجه افزایش عملکرد در شرایط کشت مستقیم برنج می‌شود.

واژه‌های کلیدی: برنج، پیش‌تیمار، کلرید کلسیم و عملکرد دانه.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.1.6]

مقدمه

برنج[1] یکی از مهم‌ترین غلات است و نقش مهمی در تغذیه نیمی از مردم جهان که بیش‌تر آن‌ها در کشورهای در حال توسعه زندگی می‌کنند، دارد (Hussain *et al*., 2016; Ding *et al*., 2018). این محصول حدود یک سوم سطح زیر کشت غلات دنیا را به خود اختصاص داده است و هم‌چنین تامین کننده ۳۵ تا ۶۰ درصد کالری حدود ۷/۲ میلیارد نفر از جمعیت جهان است (FAO, 2018). اگرچه پتانسیل رشد و عملکرد گیاهان به‌عوامل ژنتیکی وابسته است، اما برای دست‌یابی به حداکثر پتانسیل تولید، متغیرهای محیطی از قبیل شرایط آب و هوایی بر رشد و نمو و عملکرد برنج اثرگذار می‌باشند (Liu *et al*., 2013). محیط رشد برنج به‌دلیل نیاز آبی بالا آن را از سایر گیاهان زراعی متمایز می‌سازد، به‌طوری که مقدار قابل توجهی از آب آبیاری قبل از نشاء جهت تهیه و آماده‌سازی زمین و غرقاب نمودن آن و مقدار دیگری نیز در طول دوره رشد محصول به‌طور مستمر به‌صورت نفوذ عمقی مصرف می‌شود (IRRI, 2010). برنج در ایران اغلب به‌صورت آبی کشت می‌شود. روش آبیاری مورد استفاده آن در کشور روش غرقابی می‌باشد که استفاده از این روش موجب مصرف آب بیش از اندازه و پایین بودن کارایی مصرف آن می‌گردد، بنابراین با توجه به محدودیت منابع آبی و تقاضای بالای کشور به‌مصرف برنج، لازم است استراتژی‌های جدیدی در راستای مدیریت بهینه در خصوص کشت این محصول پرمصرف اتخاذ شود. کمبود منابع آب، کشاورزان تولیدکننده برنج را مجبور به ایجاد رویکردی مناسب یعنی کشت مستقیم برنج به جای سیستم غرقابی در جهت کاهش میزان مصرف آب کرده است که بسیار ارزشمند می‌باشد. با توسعه کشاورزی فشرده در سراسر جهان، کشت نشایی عاملی محدود کننده تبدیل شده است، بنابراین کشت مستقیم بذر می‌تواند جایگزینی برای کشت نشایی باشد. تکنیک کشت مستقیم برنج با تسریع آماده‌سازی زمین به‌ترتیب سبب کاهش ۲۰ و ۳۰ درصدی هزینه‌های کارگری و آب نسبت به نشایی می‌گردد (Du *et al*., 2019). کشت مستقیم برنج علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف آب دارای مزایایی همچون کاهش هزینه‌ها و مراقبت‌های ناشی از خزانه برنج و بهبود نظام زراعی برنج ـ گندم از طریق تسهیل زمان استقرار و بهبود رشد گیاه زراعی زمستانه می‌باشد (Balasubramanian and Hill, 2002)، اما در عین‌حال باید توجه داشت که بذرهای کاشته شده در کشت مستقیم باید جوانه‌زنی و یکنواختی بالاتری نسبت به کشت نشایی داشته باشند. بذرهای کاشت شده در کشت مستقیم علاوه بر قرار گرفتن در دماهای پایین ممکن است با مشکلاتی هم‌چون گسترش جمعیت علف‌های هرز، خشکی، سیل و سایر شرایط نامطلوب دیگر مواجه شوند که موجب کاهش رونق این روش کشت در استان‌های تحت کشت برنج گردد. استفاده از تکنیک پیش‌تیمار بذر می‌تواند یکی از روش‌های موثر در جبران عوارض ناشی از کشت مستقیم برنج و افزایش کیفیت بذر باشد (Imran *et al*., 2013). پیش‌تیمار بذر روشی است

1- *Oryza sativa* L.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.1.6]

که سبب فعال شدن مکانیسم‌های اولیه جوانه‌زنی قبل از کاشت می‌گردد (رزمی و حمیدی، ۱۳۹۵). برای این عمل در گیاهان مختلف مزایای زیادی ذکر شده است که از مهم‌ترین آن‌ها افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر می‌باشد (Iqbal *et al*., 2020). بذور پیش‌تیمار شده پس از قرار گرفتن در بستر خود زودتر جوانه‌زده و در پی این امر استقرار در گیاهان حاصل از این بذور سریع‌تر، بهتر و در عین حال یکنواخت‌تر انجام می‌پذیرد (Hussain *et al*., 2018). در واقع چنین گیاهی در مقایسه با گیاهان به‌وجود آمده از بذور تیمار نشده در طی زمان کوتاه‌تری سیستم ریشه‌ای خود را گسترش داده و با جذب مطلوب‌تر آب و مواد غذایی و تولید بخش‌های سبز فتوسنتز کننده زودتر به مرحله اتوتروفی (خودپروردگی) می‌رسند. تحقق چنین شرایطی به لحاظ زیستی و اکولوژیکی موقعیت ویژه‌ای به گیاهان حاصل از بذور پیش‌تیمار شده می‌دهد، به‌طوری که این وضعیت امکان بهره‌برداری مناسب‌تر از نهاده‌های محیطی نظیر آب، نور و غیره را به گیاه می‌دهد (Ruttanaruangboworn *et al*., 2017). رایج‌ترین روش‌های پیش‌تیمار شامل پیش‌تیمار با آب و مواد اسمزی می‌باشد. بکارگیری تکنیک پیش‌تیمار (پرایمینگ) در برنج خصوصا در شرایط کشت مستقیم به‌علت تسریع سرعت و درصد سبز شدن، یکنواختی سبز شدن و توسعه سیستم ریشه‌ای موجب ایجاد تاج‌پوشش مطلوب و افزایش شاخص سطح برگ و در نهایت افزایش جذب نور می‌گردد، در نتیجه در این شرایط افزایش شاخص برداشت، درصد پنجه‌های بارور، طول خوشه و دیگر اجزای عملکرد اتفاق می‌افتد (Rehman *et al*., 2013). گزارش شده است پیش‌تیمار بذر برنج با کلرید کلسیم و آب در شرایط کشت مستقیم برنج سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد این گیاه زراعی نسبت به تیمار عدم پیش‌تیمار گردید که در این بین افزایش عملکرد ناشی از پیش‌تیمار با کلرید کلسیم به‌دلیل پروتئین‌سازی، طویل شدن سلول و ایجاد یک سیستم دفاع سلولی در برابر رادیکال‌های آزاد اکسیژن چشمگیرتر بود (Slaton*et al*., 2001). Farooq و همکاران (۲۰۰۷) مشاهده کردند که پیش‌تیمار بذر برنج از طریق آب، کلرید پتاسیم، کلرید کلسیم و آسکوربات به‌ترتیب سبب افزایش ۱۱، ۲۵، ۳۱ و ۲۰ درصدی عملکرد دانه نسبت به تیمار شاهد شد. در همین راستا طی پژوهشی گزارش شد که پیش‌تیمار بذر برنج با کلرید کلسیم، کلرید پتاسیم و آب با بهبود ویژگی گیاهچه‌ای سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد برنج در شرایط کشت مستقیم برنج گردید (Ahmad *et al*., 2013). Khaliq و همکاران (۲۰۱۵) نیز اظهار داشتند پیش‌تیمار با آب از طریق بهبود ویژگی گیاهچه‌ای و به‌دنبال آن افزایش شاخص سطح برگ موجب افزایش تعداد خوشه و عملکرد دانه در کشت مستقیم برنج می‌شود، بنابراین با توجه به اینکه شیوه کنونی کشت برنج در شمال کشور به‌روش سنتی ـ غرقابی است و مصرف آب در این شیوه خارج از توان منابع آبی و سفره‌های زیرزمینی است، لذا این پژوهش با هدف ارزیابی ویژگی گیاهچه‌ای و اثر آن بر عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم برنج در استان مازندران در واکنش به پیش‌تیمار با مواد اسمزی و آب برای شناسایی بهترین تیمار انجام پذیرفت.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.1.6]

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی اثر پیش‌تیمار بذر روی برنج در سیستم زراعی کشت مستقیم، آزمایشی در بهار سال ۱۳۹۸ در مزرعه پژوهشی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، با عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۵ دقیقه شرقی به ارتفاع ۱۳/۲ متر از سطح دریا انجام شد. متوسط بارندگی بلند مدت سالانه ۷۵۰ میلی‌متر و بیشینه و کمینه دمای سالانه نیز به‌ترتیب ۲۲/۸ و ۱۳/۴ درجه سانتی‌گراد و اقلیم منطقه بر اساس روش آمبرژه، معتدل است. ویژگی خاک محل انجام آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱: برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	نیتروژن (درصد)	ماده آلی (درصد)	بافت خاک
۲/۴	۷/۱	۱۸/۹	۲۵۴/۳	۰/۱۵	۱/۴	لومی ـ رسی

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و سه تکرار انجام شد. فاکتورهای اعمال شده آزمایش شامل دو رقم برنج طارم و شیرودی و پیش‌تیمار در پنج سطح شامل پیش‌تیمار با آب (۲۴ ساعت)، کلرید کلسیم با پتانسیل اسمزی ۱/۲۵- مگاپاسکال در ۲۴ ساعت (۲۲/۵ گرم کلرید کلسیم در یک لیتر آب)، کلرید پتاسیم با پتانسیل اُسمزی ۱/۲۵- مگاپاسکال در ۲۴ ساعت (۲۰/۷۴ گرم کلرید پتاسیم در یک لیتر آب)، اسید اسکوربات (۱۰ میلی‌گرم در یک لیتر آب به‌مدت ۲۴) و شاهد (عدم پیش‌تیمار) بود (اخگری و همکاران، ۱۳۹۶؛ Farooq *et al*., 2006; Farooq *et al*., 2007; Rehman *et al*., 2015). برای انجام آزمایش ابتدا کلیه ظروف و سپس بذرها به‌طور کامل ضدعفونی شدند. بدین‌منظور بذرها با محلول هیپوکلریت سدیم ۳ درصد به‌مدت ۳۰ ثانیه ضدعفونی و پس از آن چند بار با آب مقطر شستشو گردیدند. بعد از اتمام مدت زمان پیش‌تیمار با مواد اسمزی، بذرها از بطری خارج و با آب مقطر شستشو شدند و بعد جهت خشک شدن به مدت ۷۲ ساعت در محیط سایه و دمای اتاق نگهداری شدند، به‌طوری که رطوبت آن‌ها به میزان اولیه رسید. در این بررسی از بذر تیمار نشده به‌عنوان شاهد استفاده شد.

در اواسط اردیبهشت ماه عملیات شخم بهاره انجام و سپس روتاری تیلر زده شد. پس از آماده‌سازی بستر کشت برای هر کرت، پنج ردیف به فاصله ۲۵ سانتی‌متر ایجاد شد و سپس بذرهای جوانه‌دار شده را در اواخر اردیبهشت ماه با فاصله کاشت سه سانتی‌متر روی هر ردیف و فاصله بین هر ردیف ۲۵ سانتی‌متر و در کرت‌های به ابعاد ۲×۲ متر مربع بذرکاری به روش دستی شد. آبیاری در این تحقیق به‌صورت موضعی (تیپ) با توجه به دمای هوا و خشکی خاک مزرعه انجام شد.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.1.6]

مدیریت آب مزرعه در سه هفته اول به‌صورت غرقاب ـ خشک شدن متناوب انجام شد. پس از آن با افزایش ارتفاع گیاهچه-ها، سطح آب مزرعه نیز افزایش داده شد و در ادامه برابر با آبیاری رایج ادامه یافت. در طول دوره رشد، مزرعه عاری از هر گونه آفت، بیماری، علف‌های هرز و کمبود عناصر غذایی نگهداری شد. مقادیر کود مصرفی بر اساس توصیه‌های فنی معاونت تحقیقات برنج کشور (آمل) به‌صورت پایه و سرک مصرف شدند، به‌طوری‌که در این آزمایش ۱۵۰ کیلوگرم نیتروژن (از منبع کود اوره) و کودهای فسفر و پتاسیم هر کدام به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌ترتیب از منبع دی‌فسفات آمونیوم و سولفات پتاسیم مصرف گردیدند. در این آزمایش ۵۰ درصد کود اوره به‌صورت پایه (قبل از کاشت) و ۲۵ درصد آن در زمان طویل شدن ساقه و ۲۵ درصد دیگر نیز در زمان تشکیل خوشه مصرف شد. کود فسفری کامل به‌صورت پایه و کود پتاسی نیز ۵۰ درصد پایه و ۵۰ درصد نیز در زمان تشکیل خوشه به‌شکل سرک و نواری در اطراف بوته مصرف گردید. به‌منظور تعیین درصد و سرعت سبز شدن پس از شروع سبز شدن با بازدید روزانه از هر کرت، گیاهچه‌های سبز شده در یک خط کاشت مشخص شمارش شدند. برای اندازه‌گیری شاخص کلروفیل در مرحله گل‌دهی، هر بوته به سه بخش بالایی (برگ پرچم)، میانی و زیرین تقسیم شد. پس از جداسازی هر بخش، برای اندازه‌گیری شاخص کلروفیل برگ از دستگاه کلروفیل‌متر (SPAD-502, Konika Minolta Co.) استفاده گردید. بدین صورت که برگ‌ها به سه قسمت فرضی تقسیم شد و پس از اندازه‌گیریSPAD هر بخش، میانگین هر قسمت به‌عنوان عدد SPAD آن لایه از برگ در نظر گرفته شد. به-منظور محاسبه صفات مورد بررسی، ارتفاع بوته و تعداد پنجه‌های کل و بارور در زمان خوشه‌دهی اندازه‌گیری شد و پس از رسیدن محصول در هر یک از تیمارها ۲۰ بوته جدا و طول خوشه، تعداد خوشه در متر مربع، تعداد دانه در خوشه، طول خوشه و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. برای محاسبه مساحت برگ پرچم نیز از حاصل‌ضرب طول و عرض برگ پرچم در ۰/۷۵ استفاده شد (Yoshida, 1981). هم‌چنین جهت محاسبه عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت در تاریخ هشتم شهریور ماه در رقم طارم و ششم مهر ماه در رقم شیرودی برداشت از سطح دو متر مربع صورت گرفت و پس از خرمن‌کوبی عملکرد دانه برای تیمارهای مختلف بر حسب رطوبت ۱۴ درصد محاسبه گردید. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

درصد و سرعت سبز شدن

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم بر درصد و سرعت سبز شدن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). درصد سبز شدن ارقام شیرودی و طارم به‌ترتیب با ۸۸ و ۷۸ درصد و سرعت سبز شدن به‌ترتیب ۰/۲۰ و

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.1.6]

۰/۱۵ در روز مشاهده شد (جدول ۳). نتایج اثر پیش‌تیمار بر درصد و سرعت سبز شدن به‌ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). اثر مقایسه میانگین درصد سبز شدن در تیمارهای مختلف پیش‌تیمار نشان داد که بیش‌ترین مقدار این صفت با ۹۰ درصد متعلق به تیمار پیش‌تیمار با کلرید کلسیم بود که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با پیش‌تیمار کلرید پتاسیم و آب نداشت. کم‌ترین درصد سبز شدن در تیمارهای شاهد و پیش‌تیمار با اسید آسکوربات مشاهده شد (جدول ۴). کاربرد کلرید کلسیم به‌دلیل تحریک سلولی و در اختیار قرار دادن کلسیم بیش‌تر برای بذر منجربه بهبود پارامترهای رشد گیاهچه‌ای می‌شود (نصراله‌الحسینی و همکاران، ۱۳۹۲). مقایسه میانگین سرعت سبز شدن در تیمارهای مختلف پیش‌تیمار نشان داد که بالاترین سرعت سبز شدن متعلق به تیمار پیش‌تیمار با کلرید کلسیم، کلرید پتاسیم و آب بود که به‌ترتیب ۵۰، ۳۶ و ۲۹ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داشت. کم‌ترین سرعت سبز شدن نیز در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۴). یکی از دلایل اصلی افزایش سرعت جوانه‌زنی با تیمارهای پیش‌تیمار، تکمیل بخشی از مراحل متابولیسمی در جوانه‌زنی بذر است. در واقع بذور پیش‌تیمار شده از لحاظ مراحل جوانه‌زنی نسبت به بذور پیش تیمار نشده یک گام جلوتر هستند. در همین راستا گزارشات متعددی مبنی بر افزایش درصد و سرعت سبز شدن برنج تحت پیش‌تیمار با ترکیبات اسمزی مختلف ارائه شده است (Ahmad *et al*., 2013; Du *et al*., 2019). هم‌چنین لطیفی و امیدی (۱۳۹۸) دلیل افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی گیاه برنج را به افزایش سنتز مواد تنظیم‌کنند رشد گیاهی مانند جیبرلین نسبت دادند که فعالیت آنزیم‌های خاصی از جمله آلفا آمیلاز، پروتئاز و نوکلئاز را موجب می‌شود.

ارتفاع بوته

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد برهم‌کنش رقم و پیش‌تیمار بر ارتفاع بوته پرچم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین ارتفاع ارقام برنج در تیمارهای مختلف پیش‌تیمار نشان داد که بیش‌ترین ارتفاع برنج متعلق به رقم شیرودی تحت تیمارهای پیش‌تیمار با کلرید کلسیم، کلرید پتاسیم و آب به‌ترتیب ۱۰۷/۳۵، ۱۰۳/۵۲ و ۱۰۳/۲۹ سانتی‌متر بود که از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها مشاهده نشد. به‌طور کلی ارتفاع بوته برنج در رقم طارم در کلیه تیمارهای پیش‌تیمار کم‌تر از رقم شیرودی بود، اما با این حال در رقم طارم تحت پیش‌تیمار مختلف ارتفاع بوته نسبت به تیمار عدم پیش‌تیمار در حدود ۵ تا ۱۲ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). بنابراین چنین استنباط می‌شود که رقم شیرودی نسبت به رقم طارم دارای پتانسیل ژنتیکی و کیفیت فیزیولوژیکی بالایی می‌باشد. شاید علت این اختلاف بین ارقام را می‌توان با کیفیت فیزیولوژیکی بذر توجیه کرد. به‌دلیل اینکه دوام هر مرحله جذب آب وابسته به خواص توارثی از جمله ساختارهای شیمیایی بذر و نفوذپذیری پوشش بذر است، چنین به‌نظر می‌رسد که این شرایط در رقم شیرودی بهتر بود. در مطالعه‌ای نشان داده شد که پیش‌تیمار کردن بذور با افزایش تعداد میان‌گره و یا افزایش فاصله بین گره‌ها

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.1.6]

موجب افزایش ارتفاع بوته گندم[1] می‌گردند (Tajnakhsh *et al*., 2016). در پژوهشی Mahajan و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند پیش‌تیمار با کلرید پتاسیم و آب به‌ترتیب ۲۰ و ۵۰ درصد ارتفاع گیاهچه برنج را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. در همین راستا عنوان شد پیش‌تیمار با مواد اسمزی و آب سبب افزایش ارتفاع بوته برنج می‌شود (Farooq *et al*., 2018). در پژوهش دیگری نشان داده شد که پیش‌تیمار با آب در ماش[2] موجب افزایش ارتفاع گیاه گردید (Haidar *et al*., 2020). ایشان جذب سریع‌تر آب و تسریع در شروع فرآیندهای متابولیکی را دلیل افزایش ارتفاع ذکر کردند.

مساحت برگ پرچم

نتایج تجزیه واریانس نشان داد برهم‌کنش رقم و پیش‌تیمار بر مساحت برگ پرچم در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج برهم‌کنش رقم و پیش‌تیمار بر مساحت برگ پرچم نشان داد که پیش‌تیمار با کلرید کلسیم، کلرید پتاسیم، آسکوربات و آب به‌ترتیب ۹۲، ۹۰، ۸۶ و ۸۱ درصد در رقم شیرودی و ۷۸، ۵۵، ۵۴ و ۴۱ درصد در رقم طارم سبب افزایش این شاخص نسبت به تیمار شاهد گردید (جدول ۵). مهدوی (۱۳۸۳) نیز در بررسی ارقام اصلاح شده و بومی برنج گزارش داد مساحت برگ پرچم در ارقام اصلاح شده بیش‌تر بود. احتمالاً پیش‌تیمار بذور برنج از طریق تسریع در سبز شدن موجب تسریع در افزایش سطح برگ پرچم می‌گردند. در همین راستا تاج‌بخش و همکاران (۱۳۹۴) بیان داشتند پیش‌تیمار هورمونی از طریق بهبود سرعت جوانه‌زنی و کاهش متوسط زمان ظهور گیاهچه موجب افزایش سطح برگ پرچم و وزن تر و خشک برگ گندم گردید. مهم‌ترین دلیل این امر را باید در بهره‌برداری مطلوب گیاه حاصل از بذور تیمار شده، از نهاده‌های در دسترس و در عین حال تولید آسیمیلات بیشتر و به تبع آن توسعه بیشتر برگ‌ها و تجمع زیست توده بیشتر در این اندام دانست. هم‌چنین طی پژوهشی El-Shafey و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند پیش‌تیمار بذر برنج با کلرید کلسیم و کلرید سدیم از طریق بهبود خصوصیات گیاهچه‌ای و به تبع آن استفاده کارآمدتر اندام‌های مورفولوژیکی از منابع، موجب افزایش سطح برگ پرچم شد. Mahboob و همکاران (۲۰۱۸) نیز دریافتند که پیش‌تیمار بذر گندم با کلرید کلسیم و اسید سالیسیلیک موجب افزایش به‌ترتیب ۲۰ و ۱۷ درصد مساحت برگ پرچم نسبت به تیمار شاهد گردید.

شاخص کلروفیل

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که برهم‌کنش رقم و پیش‌تیمار بر میزان کلروفیل برگ در لایه‌های مختلف پوشش گیاهی معنی‌دار بود (جدول ۲). به‌طور کلی نتایج مقایسه میانگین حاکی از آن است که مقدار شاخص کلروفیل لایه‌های مختلف پوشش گیاهی در کلیه تیمارهای پیش‌تیمار در رقم شیرودی بالاتر از رقم طارم بود. به‌نظر می‌رسد افزایش غلظت کلروفیل در ارقام مختلف مربوط به نقش ژنتیکی و افزایش بیوسنتز این رنگدانه‌های فتوسنتزی و

1-*Triticum aestivum* L
2-*Vigna radiate* (L.) wilczek

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.1.6]

همچنین به‌تعویق انداختن تخریب و زوال آن‌ها باشد (رئیسی ساداتی و همکاران، ۱۳۹۹). با توجه به نتایج می‌توان دریافت در هر دو رقم مورد مطالعه شاخص کلروفیل در لایه‌های بالایی بیش‌ترین میزان بودند، حال‌آن‌که با نزدیک شدن به سطح زمین این شاخص روند نزولی یافت، به‌طوری که کم‌ترین میزان این شاخص در لایه‌های پایینی مشاهده شد. نتایج نشان داد که بیش‌ترین شاخص کلروفیل در برگ زیرین رقم شیرودی با ۲۸/۹۵، ۲۸/۱۹ و ۲۷/۹۶ به‌ترتیب تحت پیش‌تیمار با اسید اسکوربات، کلرید کلسیم و کلرید پتاسیم مشاهده شد که در یک گروه آماری قرار گرفتند. هم‌چنین کم‌ترین مقدار این شاخص در برگ‌های زیرین نیز در تیمار شاهد با ۱۸/۸۲ و ۱۹/۷۴ به‌ترتیب در ارقام طارم و شیرودی گزارش شد. نتایج شاخص کلروفیل در برگ میانی موید این موضوع است که در هر دو رقم مورد بررسی، تیمارهای پیش‌تیمار به‌خوبی توانستند شاخص کلروفیل را نسبت به تیمار عدم پیش‌تیمار افزایش دهند، به‌طوری‌که نتایج نشان داد تیمارهای پیش‌تیمار با کلرید کلسیم، کلرید پتاسیم، اسید اسکوربات و آب به‌ترتیب ۴۶/۴۷، ۵۳/۳۹، ۵۷/۰۳ و ۳۷/۶۰ درصد در رقم شیرودی و به‌ترتیب۲۷/۱۰، ۲۶/۳۹، ۲۵/۳۱ و ۱۸/۴۳ درصد در رقم طارم موجب افزایش شاخص کلروفیل نسبت به تیمار شاهد گردید. مقدار شاخص کلروفیل در برگ بالایی نیز نشان داد که بالاترین مقدار این شاخص در این سطح پوشش گیاهی با ۳۶/۴۷ در رقم شیرودی و تحت پیش‌تیمار با کلرید پتاسیم به‌دست آمد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با پیش‌تیمار با کلرید کلسیم و اسید اسکوربات در همین رقم را نداشت. به‌طور کلی نتایج به‌دست آمده در برگ بالایی نشان داد با وجود این که در هر دو رقم مورد مطالعه پیش‌تیماربا آب نسبت به سایر تیمارهای پیش‌تیمارها کارآیی کم‌تری دارد، اما مشاهده شد که این تیمار در رقم شیرودی و طارم به‌ترتیب ۲۴ و ۱۱ درصد مقدار شاخص کلروفیل را نسبت به تیمار عدم پیش‌تیمار افزایش داد (جدول ۵). در همین راستا Singh و Usha (۲۰۰۳) بیان کردند که پیش‌تیمار بذر گندم با محلول اسمزی منجر به تولید گیاهچه‌هایی با کلروفیل کل بالاتری در مقایسه با تیمار شاهد در شرایط نرمال و تنش گردید. کلسیم و پتاسیم از ترکیبات غذایی بسیار مفید می‌باشند که نقش حیاتی در بذر دارند. این عناصر می‌توانند به‌عنوان یک محرک ثانویه در جذب سایر عناصر غذایی عمل کنند که به نوبه خود در افزایش فتوسنتز و بهبود شاخص کلروفیل نقش دارند (سوری و همکاران، ۱۳۹۵).

تعداد پنجه کل

نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که اثرهای ساده رقم و پیش‌تیمار بر تعداد پنجه کل معنی‌دار بود (جدول ۶). مقایسه میانگین تعداد پنجه ارقام نشان داد که تعداد پنجه کل در ارقام شیرودی و طارم به‌ترتیب ۱۹/۴ و ۱۵/۱ عدد بود (جدول ۳). مقایسه میانگین تعداد پنجه کل در تیمارهای مختلف پیش‌تیمار نشان داد که پیش‌تیمار با کلرید کلسیم و کلرید پتاسیم دارای بیش‌ترین تعداد پنجه کل باعث شدند به‌طوری که در تیمارهای فوق تعداد پنجه نسبت به تیمار شاهد

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.1.6]

به‌ترتیب ۲۸ و ۳۰ درصد افزایش داشتند. هم‌چنین پیش‌تیمار با آسکوربات و آب در یک گروه آماری قرار گرفتند که نسبت به تیمار شاهد به‌ترتیب ۷ و ۱۵ درصد برتری داشتند (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد پیش‌تیمار بذر برنج تاثیر بسیار زیادی بر تسهیم ماده خشک گیاهی به مخازن اقتصادی بوته دارد، به‌طوری که موجب افزایش کارایی انتقال مواد فتوسنتزی شده و در نتیجه سبب افزایش تعداد پنجه کل می‌گردد. در همین راستا Farooq و همکاران (۲۰۰۷) دریافتند که پیش‌تیمار بذر برنج با آب، کلرید پتاسیم و کلرید کلسیم به‌ترتیب سبب افزایش ۱۴، ۱۵ و ۲۱ درصدی تعداد پنجه کل نسبت به تیمار شاهد شدند. هم‌چنین Rehman و همکاران (۲۰۱۵) طی آزمایشی اظهار داشتند که پیش‌تیمار بذر برنج با آب، کلرید پتاسیم و کلرید کلسیم موجب افزایش تعداد پنجه‌های بارور در واحد سطح در سیستم زراعی کشت مستقیم گردیدند. آن‌ها دلیل این برتری را به استقرار مناسب گیاهچه و در نهایت استفاده مطلوب از عوامل محیطی مانند نور، رطوبت خاک و عناصر غذایی نسبت دادند. طی پژوهش Nawaz و همکاران (۲۰۱۶) روی سیستم‌های مختلف زراعی کاشت برنج گزارش شد که پیش‌تیمار بذور با آب و کلرید کلسیم به‌طور میانگین موجب افزایش ۹ و ۱۰ درصد تعداد پنجه کل نسبت به تیمار شاهد گردیدند.

جدول ۲: تجزیه واریانس رقم و پیش‌تیمار بر درصد و سرعت سبز شدن، ارتفاع بوته، مساحت برگ پرچم و مقدار شاخص کلروفیل در توزیع عمودی پوشش گیاهی برنج

منبع تغییرات	درجه آزادی	درصد سبز شدن	سرعت سبز شدن	ارتفاع بوته	سطح برگ پرچم	کلروفیل برگ زیرین	کلروفیل برگ میانی	کلروفیل برگ بالایی
بلوک	۲	۱۴۱/۰۳	$۰/۱\times۱۰^{-۲}$	۳۵۰	۸۷/۶	۴/۶۵	۷/۴۳	۸/۷۱
رقم	۱	۷۱۰/۵۳**	۰/۰۱**	۳۴۰۲/۲**	۱۹۴/۱**	۱۳۵/۵۱**	۱۰۶/۱۱**	۶۷/۲۹**
پیش‌تیمار	۴	۲۲۳/۱۳*	$۰/۴\times۱۰^{-۲**}$	۱۸۹/۰۱**	۱۰۷**	۴۷/۹۲**	۷۷/۵۲**	۶۱/۸۷**
رقم×پیش‌تیمار	۴	۴۰/۸۷$^{n.s}$	$۰/۲\times۱۰^{-۱n.s}$	۵/۷**	۸/۹**	۶/۴۲*	۹/۴۰**	۸/۸۴*
خطای آزمایشی	۱۸	۵۵/۶۲	$۰/۵\times۱۰^{-۳}$	۶/۲۱	۱/۵	۲/۲۶	۱/۸۷	۲/۳۵
ضریب تغییرات (درصد)	-	۹/۰۸	۱۳/۷۲	۱۲/۸	۶/۱	۶/۳۵	۵/۰۲	۴/۹۶

^{ns}، * و ** به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطوح پنج و یک درصد می‌باشند.

جدول ۳: مقایسه میانگین اثر رقم بر درصد و سرعت سبز شدن، تعداد پنجه در بوته، تعداد خوشه در بوته، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه گیاه برنج

رقم	درصد سبز شدن	سرعت سبز شدن (در روز)	تعداد پنجه در بوته	تعداد خوشه (متر مربع)	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه (گرم)
شیرودی	۸۸ a	۰/۲۰ a	۱۹/۴ a	۱۲۶/۸۳ a	۸۹/۴۳ a	۲۳/۴۷ a
طارم	۷۸ b	۰/۱۵ b	۱۵/۱ b	۷۰/۵۷ b	۶۶/۹۵ b	۲۲/۳۲ b
$LSD_{0.05}$	۷/۸۴	۰/۰۲	۱/۳۵	۶/۱۶	۹/۷۴	۰/۸۹

میانگین‌های در هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد ندارند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1400.13.49.1.6]

جدول ۴: مقایسه میانگین اثر پیش‌تیمار بر بر درصد و سرعت سبز شدن، تعداد پنجه در بوته، تعداد خوشه در بوته و وزن هزار دانه گیاه برنج

پیش‌تیمار	درصد سبز شدن	سرعت سبز شدن (در روز)	تعداد پنجه در بوته	تعداد خوشه (متر مربع)	وزن هزار دانه (گرم)
شاهد (بدون پیش‌تیمار)	۷۴ b	۰/۱۴ c	۱۵/۵ b	۸۷/۴۸ b	۲۰/۶۴ c
کلرید کلسیم	۹۰ a	۰/۲۱ a	۱۹/۹ a	۱۰۶/۲۴ a	۲۴/۰۹ a
کلرید پتاسیم	۸۵ ab	۰/۱۹ ab	۲۰/۲ a	۱۰۵/۱۴ a	۲۳/۷۱ ab
آسکوربات	۷۸ b	۰/۱۶ bc	۱۶/۷ b	۹۷/۲۶ a	۲۲/۵۱ b
آب	۸۳ ab	۰/۱۸ abc	۱۷/۶ b	۹۷/۳۹ a	۲۳/۴ ab
$LSD_{0.05}$	۸/۳۹	۰/۰۴	۲/۱۴	۹/۷۴	۱/۴۱

میانگین‌های در هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد ندارند.

جدول ۵: مقایسه میانگین برهم‌کنش پیش‌تیمار و رقم بر ارتفاع بوته، مساحت برگ پرچم، تعداد پنجه بارور و مقدار شاخص کلروفیل در توزیع عمودی پوشش گیاهی برنج

رقم	پیش‌تیمار	ارتفاع بوته (سانتی‌متر	سطح برگ پرچم (سانتی-	تعداد پنجه بارور	کلروفیل برگ زیرین	کلروفیل برگ میانی	کلروفیل برگ بالایی
شیرودی	شاهد (بدون پیش‌تیمار)	۸۶/۷۸ c	۱۳/۲ d	۲۰/۳۳ d	۱۹/۷۴ cd	۲۰/۹۶ e	۲۵/۳۴ e
	کلرید کلسیم	۱۰۷/۳۵ a	۲۵/۳ a	۲۸/۵۲ a	۲۸/۱۹ a	۳۰/۷ ab	۳۳/۴۲ ab
	کلرید پتاسیم	۱۰۳/۵۲ ab	۲۵/۱ a	۲۶/۷۳ ab	۲۷/۹۶ a	۳۲/۱۵ a	۳۶/۴۷ a
	آسکوربات	۹۹/۹۷ b	۲۴/۶ a	۲۲/۶۳ cd	۲۸/۹۵ a	۳۲/۸۸ a	۳۵/۳۱ a
	آب	۱۰۳/۲۹ ab	۲۳/۹ d	۲۵/۱۱ bc	۲۴/۲۷ b	۲۸/۸۴ bc	۳۱/۴۴ bc
طارم	شاهد (بدون پیش‌تیمار)	۷۴/۰۵ e	۱۱/۹ d	۱۱/۵۱ f	۱۸/۸۲ d	۲۱/۲۲ e	۲۵/۹۷ de
	کلرید کلسیم	۸۳/۴۷ cd	۲۱/۲ b	۱۶/۲۲ e	۲۲/۸۹ bc	۲۶/۹۷ cd	۳۰/۷۶ bc
	کلرید پتاسیم	۷۹/۶۱ de	۱۸/۵ c	۱۶/۱۳ e	۲۲/۳۳ bc	۲۶/۸۲ cd	۳۰/۷۹ bc
	آسکوربات	۷۷/۷۹ e	۱۸/۳ c	۱۴/۴۳ e	۲۳/۱۱ bc	۲۶/۵۹ cd	۳۰/۶۲ bc
	آب	۷۹/۴۹ de	۱۶/۸ c	۱۵/۲۸ e	۲۰/۷ cd	۲۵/۱۳ d	۲۸/۸۷ cd
$LSD_{0.05}$		۴/۲۷	۲/۲۱	۴/۲۷	۲/۵۷	۲/۳۴	۲/۶۳

میانگین‌های در هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد ندارند.

جدول ۶: تجزیه واریانس اثرهای رقم و پیش‌تیمار بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد پنجه کل	تعداد پنجه- های بارور	تعداد خوشه	طول خوشه	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تکرار	۲	۳۹/۷۴	۵/۴	۴۲۲	۵/۸	۱۲۸۲	۳/۰۶	۱۲۶۸۴۶	۲۰۰۹۱۵	۳/۳
رقم	۱	۱۵۱۶**	۷۴۳**	۲۳۷۳۳**	۶۴/۹**	۳۷۹۰**	۹/۸**	۶۱۶۱۳۲۶۸**	۳۷۴۹۳۶۲۴۲**	۱۳/۳$^{n.s}$
پیش‌تیمار	۴	۵۵/۷**	۳۹/۱**	۳۴۲**	۲۰/۴*	۱۵۰$^{n.s}$	۱۱/۶**	۴۱۱۰۲۱**	۱۴۸۹۹۶۹**	۸۰/۵**
رقم×پیش‌تیمار	۴	۱/۷^{ns}	۳/۹**	۴۰/۶$^{n.s}$	۰/۳۶^{ns}	۱۹$^{n.s}$	۰/۳۱$^{n.s}$	۱۵۰۵۳۰۸۲$^{n.s}$	۱۸۷۰۳۹$^{n.s}$	۱/۵$^{n.s}$
خطای آزمایشی	۱۸	۹/۱	۱/۷	۳۴/۴	۰/۸۹	۸۵/۹	۰/۷۲	۳۵۹۹۱	۲۴۷۷۰۶	۲/۴
ضریب تغییرات	-	۱۳/۶	۶/۶	۵/۹	۴/۱	۱۱/۸	۳/۷	۱۴/۶	۵/۱	۳/۶

^{ns}، * و ** به ترتیب عدم معنی‌داری، معنی‌داری در سطوح پنج و یک درصد می‌باشند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.1.6]

تعداد پنجه‌های بارور

نتایج تجزیه واریانس نشان داد برهم‌کنش رقم و پیش‌تیمار بر تعداد پنجه‌های بارور در سطح احتمال یک درصد معنی-دار بود (جدول ۶). مقایسه میانگین تعداد پنجه کل دو رقم برنج و در تیمارهای مختلف پیش‌تیمار نشان داد که بیش‌ترین تعداد پنجه‌های بارور متعلق به رقم شیرودی در تیمارهای پیش‌تیماربا کلرید کلسیم و کلرید پتاسیم بود که به‌ترتیب ۴۰ و ۳۱ درصد نسبت به تیمار شاهد در همین رقم بیش‌تر بود. افزایش پنجه‌های بارور به‌وسیله پیش‌تیمار بذر با کلرید کلسیم و پتاسیم را می‌توان به‌دلیل سبز شدن بهتر، رشد سریع گیاهچه، استقرار مناسب و در نهایت استفاده مطلوب از عوامل محیطی نور، رطوبت خاک و عناصر غذایی نسبت داد (Ashraf and Foolad, 2005). هم‌چنین نتایج برهم‌کنش حاکی از آن بود که کم‌ترین تعداد پنجه‌های بارور متعلق به رقم طارم در تیمار بدون پیش‌تیمار بود. نتایج هم‌چنین نشان داد که پیش‌تیمار رقم طارم با کلرید کلسیم و کلرید پتاسیم به‌ترتیب ۴۱ و ۴۰ درصد تعداد پنجه‌های بارور را نسبت به تیمار عدم پیش‌تیمار افزایش داد (جدول ۵). در همین راستا Farooq و همکاران (۲۰۰۶) مشاهده کردند پیش‌تیمار بذر برنج با کلرید کلسیم و کلرید پتاسیم به‌ترتیب باعث ۷ و ۱۳ درصد افزایش پنجه‌های بارور نسبت به تیمار شاهد گردیدند. Du و Tuong (۲۰۰۲) بیان داشتند که پیش‌تیمار با کلرید پتاسیم موجب افزایش پنجه‌های بارور نسبت به تیمار شاهد در گیاه برنج شد. به‌نظر می‌رسد علت افزایش پنجه‌های بارور به‌دلیل تحریک رشد اولیه گیاهچه به‌کمک پیش‌تیمار است، به‌طوری‌که پیش‌تیمار از طریق تامین عناصر غذایی ضروری مورد نیاز برای رشد در اوایل فصل رشد می‌تواند موجب سبز شدن سریع گیاهچه و ورود زودتر آن‌ها به مرحله اتوتروف و در نهایت دستیابی سریع‌تر به سطح سبز مطلوب گردد که در این حالت با افزایش توانایی جذب منابع موجب بهبود ویژگی زایشی از جمله پنجه‌های بارور می‌گردد. به‌نظر می‌رسد پیش‌تیمار با عناصر غذایی مانند کلسیم و پتاسیم با نقش کلیدی در واکنش‌های آنزیمی، تنفس، جذب و تثبیت دی‌اکسیدکربن، سنتز پروتئین‌ها و اثر آن بر فتوسنتز از طریق تنظیم کار روزنه‌ها و رابطه آب در گیاه و افزایش مقاومت گیاهان در برابر تنش‌های محیطی نقش بسیار مهمی در افزایش عملکرد گیاهان در شرایط تنش خشکی دارد (Farooq *et al*., 2007; Wang *et al*., 2013).

تعداد و طول خوشه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی رقم و پیش‌تیمار در سطح احتمال یک درصد بر تعداد خوشه در متر مربع معنی‌دار بود، اما برهم‌کنش آن‌ها بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان داد که تعداد خوشه در بوته در ارقام شیرودی و طارم به‌ترتیب ۱۲۷ و ۷۰/۶ عدد در هر متر مربع و طول خوشه نیز به‌ترتیب ۲۴/۹ و ۲۱/۲ سانتی‌متر بودند (جدول ۳). هم‌چنین مقایسه میانگین‌ها نشان داد که پیش‌تیمار با کلرید کلسیم، کلرید پتاسیم،

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.1.6]

آسکوربات و آب به‌ترتیب باعث افزایش تعداد خوشه بارور به میزان ۲۱، ۲۰، ۱۱ و ۱۱ درصد نسبت به تیمار شاهد گردید (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد افزایش تعداد خوشه در متر مربع در اثر پیش‌تیمار بذر ناشی از جوانه‌زنی مطلوب و استقرار مناسب بوته حاصل از بذر تیمار شده می‌باشد. در اثر این امر روند رشد رویشی و به تبع آن رشد زایشی گیاه از جمله تعداد خوشه بهبود می‌یابد. به‌نظر می‌رسد استفاده از تکنیک پیش‌تیمار سبب تولید ساقه‌های قوی‌تر و ضخیم‌تر و سیستم ریشه‌ای گسترده می‌شود و نیز برگ‌ها به‌صورت عمودی‌تر قرار گرفته که سبب افزایش فتوسنتز می‌شود که در این حالت تعداد پنجه‌های بارور و تعداد خوشه در متر مربع نیز افزایش می‌یابد (Musa *et al*., 2001). Ghassemi-Golezani و همکاران (۲۰۱۰) نیز نشان دادند پیش‌تیمار با آب در تیمارهای ناشی از تاخیر در کاشت به خوبی سبب افزایش تعداد غلاف در متر مربع در عدس[1] شدند. بر اساس گزارش Clark و همکاران (۲۰۰۱) پیش‌تیمار با مواد اسمزی بذر کلزا[2] سبب افزایش قابل ملاحظه تعداد خورجین در واحد سطح می‌گردد. هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین اثر پیش‌تیمار بر طول خوشه نشان داد که پیش‌تیمار با کلرید کلسیم، کلرید پتاسیم، آسکوربات و پیش‌تیمار با آب به‌ترتیب ۲۱، ۱۹، ۱۷ و ۲۳ درصد نسبت به تیمار افزایش داده است (جدول ۴).

تعداد دانه در خوشه

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر رقم بر تعداد دانه در خوشه در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۶). نتایج نشان داد که تعداد دانه در خوشه در رقم شیرودی به میزان ۲۲/۵ عدد بیش‌تر از رقم طارم بود (جدول ۳). علت افزایش تعداد دانه در رقم شیرودی را می‌توان به پتانسیل ژنتیکی و کیفیت فیزیولوژیکی این رقم نسبت داد (دستان و همکاران، ۱۳۹۳). پتانسیل ژنتیکی ارقام در بهبود تعداد دانه توسط سایر پژوهشگران نیز ثابت شده است (طاهری و همکاران، ۱۳۹۷).

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس موید این مسئله بود که اثرهای اصلی رقم و پیش‌تیمار بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ۶). نتایج نشان داد که وزن هزار دانه در ارقام شیرودی و طارم به‌ترتیب ۲۳/۵ و ۲۲/۳ گرم بود (جدول ۳). بالاترین وزن هزار دانه با ۲۴/۱ و ۲۳/۷ گرم به‌ترتیب تحت پیش‌تیمار با کلرید کلسیم و کلرید پتاسیم به‌دست آمد که از نظر آماری در یک گروه قرار گرفتند. هم‌چنین اثر پیش‌تیمار با آسکوربات و آب به‌ترتیب ۹ و ۱۴ درصد نسبت به تیمار شاهد باعث افزایش وزن هزار دانه شد (جدول ۴). در پژوهشی ثابت شد پیش‌تیمار با امواد اسمزی و آب به‌ترتیب سبب افزایش ۱۱ و پنج درصد وزن هزار دانه نسبت به تیمار شاهد در گیاه زراعی برنج گردیدند. آن‌ها هم‌چنین افزایش وزن دانه به‌واسطه

1- *Lens culinaris*
2- *Brassica napus* L.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.1.6]

پیش‌تیمار را عمدتاً ناشی از افزایش طول دوره یا سرعت پر شدن نسبت دادند که در این مورد قدرت مخزن نقش کلیدی دارد (Nawaz *et al*., 2016). Rehman و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی اثر پیش‌تیمار بر وزن هزار دانه ذرت بیان داشتند که پیش‌تیمار با آب و مواد اسمزی سبب افزایش به‌ترتیب دو و پنج درصدی در کاشت زود هنگام و هم‌چنین سبب افزایش دو و سه درصدی وزن هزار دانه در تاریخ کاشت مطلوب شدند. در پژوهشی دیگر نشان داده شد پیش‌تیمار با آب و مواد اسمزی سبب افزایش ۱۰ درصدی وزن هزار دانه نسبت به تیمار شاهد در گیاه دانه روغنی آفتابگردان[1] گردید (Hussain *et al*., 2006). در پژوهشی دلیل افزایش وزن دانه تحت پیش‌تیمار را به افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده نشاسته نسبت دادند (Kaur *et al*., 2009).

عملکرد دانه و بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرهای اصلی رقم و پیش‌تیمار در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد دانه و بیولوژیک معنی‌دار بود، اما برهم‌کنش آن‌ها اثر معنی‌دار بر این صفات نشان نداد (جدول ۶). نتایج مقایسه میانگین نشان داد عملکرد دانه در ارقام شیرودی و طارم به‌ترتیب ۵۵۱۳ و ۲۶۴۷ کیلوگرم در هکتار و عملکرد بیولوژیک نیز به‌ترتیب ۱۳۲۲۳ و ۹۱۵۳ کیلوگرم در هکتار بود. اثر پیش‌تیمار با کلرید کلسیم، کلرید پتاسیم، آسکوربات و آب به‌ترتیب ۱۹، ۱۴، ۱۰ و ۱۴ درصد نسبت به تیمار شاهد سبب افزایش عملکرد دانه گردید (جدول ۷). این نتایج با یافته‌های Farooq و همکاران (۲۰۰۶) که بیان داشتند پیش‌تیمار با کلرید پتاسیم و کلرید کلسیم سبب افزایش به‌ترتیب ۱۸ و ۱۵ درصدی عملکرد دانه در برنج می‌شود نیز مطابقت دارد. آن‌ها هم‌چنین افزایش عملکرد دانه بذرهای پیش‌تیمار شده را به بهبود ویژگی گیاهچه‌ای ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده مثل آلفا آمیلاز، افزایش سطح انرژی به‌دلیل افزایش ATP، سنتز DNA و RNA، افزایش و هم‌چنین ارتقاء عملکرد میتوکندری‌ها دانستند. در مطالعه‌ای گزارش شد که پیش‌تیمار با کلرید پتاسیم و آب به‌ترتیب سبب افزایش ۱۱ و ۲۲ درصدی عملکرد دانه در کشت مستقیم برنج گردید (Mahajan *et al*.,2011). هم‌چنین نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بالاترین عملکرد بیولوژیک در تیمارهای پیش‌تیمار شده مشاهده شد که از نظر آماری در یک گروه معنی‌دار قرار گرفتند (جدول ۷). در همین راستا Kant و همکاران (۲۰۰۴) طی پژوهشی اظهار داشتند که پیش‌تیمار با آب و مواد اسمزی به‌ترتیب عملکرد بیولوژیک را ۱۲ و ۸ درصد افزایش داد. Mahboob و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش کردند که در کشت ذرت، پیش‌تیمار با اسید سالیسلیک و آب سبب افزایش به‌ترتیب ۸ و ۱۱ درصدی عملکرد بیولوژیک نسبت به تیمار شاهد شدند. Hussain و همکاران (۲۰۰۶) اظهار داشتند پیش‌تیمار با نیترات پتاسیم، کلرید سدیم و آب سبب افزایش ۸ درصدی عملکرد بیولوژیک گیاه دانه روغنی

1- *Helianthus annuus* L.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.1.6]

آفتابگردان نسبت به تیمار شاهد شدند. به‌طور کلی افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک به‌وسیله پیش‌تیمار بذر همچنان که محققین دیگر نیز گزارش کرده‌اند، می‌تواند به‌دلیل بهبود ویژگی‌های آنتی‌آکسیدانی، رشد سریع گیاهچه، استقرار مناسب و در نهایت استفاده مطلوب از عوامل محیطی نور، رطوبت خاک و عناصر غذایی باشد (عباس‌دخت و همکاران، ۱۳۹۵؛ صیامی و همکاران، ۱۳۹۶؛ Adornis *et al*., 2020).

جدول ۷: مقایسه میانگین اثر ساده رقم و پیش‌تیمار بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت

رقم	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
شیرودی	۵۵۱۳ a	۱۳۲۲۳ a	۴۳/۱۵ a
طارم	۲۶۴۷ b	۹۱۵۳ b	۴۱/۸۲ a
$LSD_{0.05}$	۱۹۹	۵۲۳	۱/۶۲
پیش‌تیمار			
شاهد (بدون پیش‌تیمار)	۳۶۵۹ c	۸۶۹۶ b	۳۸/۲۴ d
کلرید کلسیم	۴۳۴۷ a	۹۶۲۵ a	۴۷/۴۵ a
کلرید پتاسیم	۴۱۸۲ ab	۹۴۱۸ a	۴۴/۷۴ b
آسکوربات	۴۰۲۴ b	۹۱۹۵ a	۴۱/۸۶ c
آب	۴۱۸۸ ab	۹۳۲۱ a	۴۰/۱۱ cd
$LSD_{0.05}$	۳۱۵	۸۲۷	۲/۵۶

میانگین‌های در هر ستون که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد ندارند.

نتیجه‌گیری

کشت مستقیم برنج می‌تواند به‌عنوان رویکردی مناسب برای کشاورزان قابل ترویج باشد، اما این سیستم کشت دارای محدودیت‌هایی است که موجب کاهش عملکرد در واحد سطح می‌شود. به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که پیش‌تیمار بذر برنج با کلرید کلسیم، کلرید پتاسیم و آب با افزایش ۱۹-۱۴ درصدی عملکرد به‌عنوان بهترین تیمار بذری معرفی شد، به‌طوری‌که با بهبود ویژگی گیاهچه‌ای و فیزیولوژیکی موجب افزایش رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه برنج گردید. این مسئله می‌تواند در بهبود کارکرد بذر و افزایش کیفیت بذر در شرایط کشت مستقیم بذر موثر باشد. لذا می‌توان به کشاورزان توصیه کرد که از روش مدیریت زراعی ساده و ارزان قیمت پیش‌تیمار بذرها با کلرید کلسیم و کلرید پتاسیم (۲۲/۵ گرم کلرید کلسیم و ۲۰/۷۴ گرم کلرید پتاسیم در یک لیتر آب با پتانسیل اُسمزی ۱/۲۵- مگاپاسکال در ۲۴ ساعت) استفاده نمایند.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.1.6]

منابع

اخگری، ح.، اصفهانی، م.، محسن‌آبادی، غ.ر. و اعلمی، ع. ۱۳۹۶. اثر پرایمینگ بذر بر شاخص‌های خوابیدگی بوته دو رقم برنج (*Oryza sativa* L.) در روش کشت مستقیم. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. ۷(۳): ۱۴۳-۱۲۹.

تاج‌بخش، م.، حسن‌زاده قورت تپه، ع. و آقایی اوخچلار، ر. ۱۳۹۴. تاثیر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر ویژگی‌های مرفوفیزیولوژیکی و عملکرد دو رقم گندم در شرایط مطلوب و قطع آبیاری. نشریه پژوهش‌های کاربردی زراعی. ۲۸ (۴): ۸۴-۷۴.

دستان، س.، نورمحمدی، ق. و مدنی، ح. ۱۳۹۳. مقایسه صفات زراعی چهار رقم برنج در نظام‌های کاشت در منطقه نکا. نشریه به‌زراعی کشاورزی. ۱۶(۲): ۲۴۶-۲۳۱.

رزمی، ز. و حمیدی، ر. ۱۳۹۵. اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر و فواصل مختلف آبیاری بر ویژگی‌های بیوشیمیایی دو رقم گندم نان (*Triticum aestivum* L.). نشریه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۸ (۲۹): ۸۷-۷۳.

رئیسی‌ساداتی، س.ی.، جهانبخش گده کهریز، س.، عبادی، ع. و صدقی، م. ۱۳۹۹. اثر محلول‌پاشی نانو اکسید روی بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک گندم تحت تنش خشکی. نشریه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۲(۴۶): ۶۴-۴۵.

سوری، م.ک.، عرب، م.ا.، توحیدلو، ق. و کاشی، ع.ک. ۱۳۹۵. تاثیر برخی تیمارهای پرایمینگ بر کیفیت جوانه‌زنی بذر گیاه آرتیشو. نشریه علوم و فناوری بذر ایران. ۵ (۲): ۹۴-۸۵.

صیامی، ر.، میرشکاری، ب.، فرحوش، ف.، رشیدی، و. و تاری‌نژاد، ع.ر. ۱۳۹۶. اثر پرایمینگ بذر با سالیسیلیک اسید و تنش کم‌آبی بر فعالیت‌های آنزیمی و عملکرد ذرت دانه‌ای. نشریه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۹ (۳۴): ۳۵-۲۳.

طاهری، ش.، غلامی، ا.، عباس‌دخت، ح. و مکاریان، ح. ۱۳۹۷. پاسخ عملکرد، اجزای عملکرد و کیفیت دانه ارقام گلرنگ به تنش کم‌آبی و پرایمینگ بذر. نشریه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۰ (۳۸): ۵۸-۳۹.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.1.6]

عباس‌دخت، ح.، افشاری، ح.، اوجی، ا. و طاهری، ش. ۱۳۹۵. اثر پرایمینگ بذر و سطوح مختلف کاربرد نیتروژن بر عملکرد کمی و کیفی آفتابگردان رقم پروگرس. نشریه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۸ (۲۹): ۱۲۰-۱۰۵.

لطیفی، س.ع. و امیدی، ح. ۱۳۹۸. اثر پرایمینگ بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر و گیاهچه برنج رقم عنبربو، تحت تنش کم‌آبی. نشریه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۱ (۴۴): ۲۱-۵.

مهدوی، ف. ۱۳۸۳. مطالعه شاخص‌های فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی رشد در ارقام جدید و قدیم برنج. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی. دانشگاه مازندران. ۱۵۰ ص.

نصراله‌الحسینی، م.، رحمانی، ا. و خاوری خراسانی، س. ۱۳۹۲. بررسی شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و میزان جذب سدیم، کلر، کلسیم و پتاسیم بخش‌های مختلف گیاهچه ذرت شیرین هیبرید KSC 403تحت تنش شوری و پرایمینگ. نشریه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۳ (۲۷): ۳۷۲-۳۵۷.

Adornis, D.N., Rapetsoa, M.C., Wakindiki, I.I. and Zerizghy, M.G. 2020. Micronutrient seed priming improves maize (*Zea mays*) early seedling growth in a micronutrient deficient soil. Heliyon. 6: 1-10.

Ahmad, R., Hussain, S., Farooq, M., Rehman, A.U. and Jabbar A. 2013. Improving the performance of direct-seeded system of rice intensification by seed priming. International Journal of Agriculture and Biology. 15: 791-794.

Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2005. Pre-sowing seed treatment– A shot-gun approach to improve germination, plant growth and crop yield under saline and non-saline conditions. Advances in Agronomy. 88: 223- 271.

Balasubr, V. and Hill, J. 2002. Direct seeding of rice in Asia: Emerging issues and strategic research needs for the 21st century. In: Pandey S, Mortimer M, Wade L, Tuong TP, Lopez K and Hardy, B, (eds) Direct Seeding: Research Issues and Opportunities. Proceeding of the International Workshop on Direct Seeding in Asia Rice Systems: Strategic Research Issues and Opportunities, 25-28 January. Bangkok, Thailand. Pp-15-39.

Clark, L.J., Whalley, W.R., Ellis-Jones, J., Dent, K., Rowse, H.R., Finch-Savage, W.E., Gatsai, T., Jasi, L., Kaseke, N.E., Murungu, F.S., Riches, C.R. and Chiduza, C. 2001. On-farm seed priming in maize: a physiological evaluation. In: proceeding of the Seventh Eastern and southern Africa Regional Maize Conference. 11-15th February. Nairobi, Kenya, pp. 268-273.

Ding, J., Hou, G.G., Dong, M., Xiong, S., Zhao, S. and Feng, H. 2018. Physicochemical properties of germinated dehulled rice flour and energy requirement in germination as affected by ultrasound treatment.Ultrasonics Sonochemistry. 41: 484-491.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.1.6]

Du, L.V. and Tuong, T.P. 2002. Enhancing the performance of dry-seeded rice: effects of seed priming, seedling rate, and time of seedling. In: Pandey, S., Mortimer, M., Wade, L., Tuong, T.P., Lopes, K. and Hardy B. (eds), Direct seeding: Research strategies and opportunities. International Research Institute, Manila, Philippines. 241-256.

Du, B., Luo, H., He, L., Zheng, L., Liu, Y., Mo, Z., Pan, S., Tian, H., Duan, M. and Tang, X. 2019. Rice seed priming with sodium selenate: Effects on germination, seedling growth, and biochemical attributes. Scientific Reports. 9 (1): 1-9.

El-Shafey, R.A.S., Rabab, M. and Elmawi, M. 2010. Effect of seed priming on infection with tip nematode, seed-borne fungi, rice yield and yield components in Egypt. Journal of Plant Protection and Pathology. 1(12): 991-1007.

Food and Agriculture Organization (FAO), 2018. Seed of rice, paddy in FAO.Retrieved March 4, 2020, fromhttp://www.fao.org/faostat/en/#data/QC.

Farooq, M., Basra, S.M.A. andHafeez, K. 2006. Seed invigoration by osmohardening in coarse and fine rice. Seed Science and Technology. 34: 181-187.

Farooq, M., Basra, S.M.A. and Ahmad, N. 2007. Improving the performance of transplanted rice by seed priming. Plant Growth Regulation. 51: 129-137.

Farooq, M., Ullah, A., Rehman, A., Nawaz, A., Nadeem, A., Wakeel, A., Nadeem, F. and Siddique, K.H.M. 2018. Application of zinc improves the productivity and bio fortification of fine grain aromatic rice grown in dry seeded and puddled transplanted production systems. Field Crops Research. 216: 53-62.

Ghassemi-Golezani, K., Chadordooz-Jeddi, A., Nasrollahzadeh, S. and Moghaddam, M. 2010. Effect of hydropriming duration on seedling vigour and grain yield of pinto bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 38(1): 109-113.

Haider, M.U., Hussain, M., Farooq M. and Ahmad, N. 2020. Optimizing zinc seed priming for improving the growth, yield and grain biofortification of mungbean (*Vigna radiata* (L.) wilczek). Journal of Plant Nutrition. 43(10): 1438-1446.

Hussain, M., Frooq, M., Basra, S.M.A. and Ahmad, N. 2006. Infuence of seed priming techniques on the seedling establishment yield and quality of hybrid sunflower. International Journal of Agriculture and Biology. 1: 14-18.

Hussain, S., Khan, F., Cao, W., Wu, L. and Geng, M. 2016. Seed priming alters the production and detoxification of reactive oxygen intermediates in rice seedlings grown under sub-optimal temperature and nutrient supply. Frontiers in Plant Science.7: 1-14.

Hussain, S., Khaliq, A., Tanveer, M., Matloob, A. and Hussain, H.A. 2018. Aspirin priming circumvents the salinity-induced effects on wheat emergence and seedling growth by regulating starch metabolism and antioxidant enzyme activities. Acta Physiologiae Plantarum. 40(4): 1-12.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.1.6]

Imran, M., Mahmood, A., Romheldand, V. and Neuman, G. 2013. Nutrient seed priming improves seedling development of maize exposed to low root zone temperatures during early growth. European Journal of Agronomy. 49: 141-148.

International Rice Research Institute (IRRI), 2010. Rice almanac (4^{th}). International Rice Research Institute, Los Banos (Philippines).

Iqbal, S., Khan, A.M., Dilshad, I., Moatter, K., Ahmad, T.and Gilani, S.A. 2020. Influnce of seed priming with $GuSO_4$ and $ZnSO_4$ on germination and seedling growth of oat under NaCl stress. Pure and Applied Biology. 9: 897-912.

Kant, S., Pahuja, S.S. and Pannu, R.K. 2004. Effect of seed priming on growth and phenology of wheat under late-sown conditions. Tropical Science. 44: 9-15.

Kaur, S., Gupta, A.K., Kaur, N., Sandhu, J.S. and Gupta, S.K. 2009. Antioxidative enzymes and sucrose synthase contribute to cold stress tolerance in chickpea. Journal of Agronomy and Crop Science. 195(5): 393-397.

Khaliq, A., Aslam, F., Matloob, A., Hussain, S., Geng, M., Wahid, A. and Rehman, H. 2015. Seed priming with selenium: consequences for emergence, seedling growth, and biochemical attributes of rice. Biological Trace Element Research. 166(2): 236-244.

Liu, L., Zhu, Y., Tang, L., Cao, W. and Wang, E. 2013. Impacts of climate changes, soilnutrients, variety type and management practices on rice yield in East China: A case study in the Taihu region. Field Crops Research. 149: 40-48.

Mahajan, G., Sarlach, R.S., Japinder, S. and Gill, M.S. 2011. Seed priming effects on germination, growth and yield of dry directed-seeded rice. Journal of Crop Improvement. 25(4): 409-417.

Mahboob,W., Rehman, H.R. Basra, S.M.A., Afzal, I., Abbas, M.A., Naeem, M. and Sarwar, M. 2015. Seed priming improves the performance of late sown spring maize (*Zea mays* L.) through better crop stand and physiological attributes. International Journal of Agriculture and Biology. 17: 491-498.

Mahboob, W., Khan, M.A., Shirazi, M.U., Faisal, S. and Asma, M. 2018. Seed priming induced high temperature tolerance in wheat by regulating germination metabolism and physio-biochemical properties. International Journal of Agriculture and Biology. 20: 2140-2148.

Musa, A., Harris, D., Johansen, C. and Kumar, J. 2001. Short duration chick pea to replace fallow after a man-rice: the role of on farm seed priming in the High Barind Tract of Bangladesh. Experimental Agriculture. 37(4): 509-521.

Nawaz, A., Farooq, M., Ahmad, R., Basra, S.M.A. and Lal, R. 2016. Seed priming improves stand establishment and productivity of no till wheat grown after direct seeded aerobic and transplanted flooded rice. European Journal of Agronomy. 76: 130-137.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.1.6]

Rehman, H.U., Basra, S.M.A. and Farooq, M. 2011. Field appraisal of seed priming to improve the growth, yield, and quality of direct seeded rice. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 35: 357-365.

Rehman, H.U., Basra, S.M.A. and Wahid, A. 2013. Optimizing nitrogen split application time to improve dry matter accumulation and yield in dry direct seeded rice. International Journal Agriculture and Biology. 15(1): 41-47.

Rehman, H.U., Kamran, M., Basra, S.M.A., Afzal, I. and Farooq, M. 2015. Influence of seed priming on performance and water productivity of direct seeded rice in alternating wetting and drying. Rice Science. 22(4): 189-196.

Ruttanaruangboworn, A., Chanprasert, W., Tobunluepop, P. and Onwimol, D. 2017. Effect of seed priming with different concentrations of potassium nitrate on the pattern of seed imbibition and germination of rice (*Oryza sativa* L.). Journal of Integrative Agriculture. 16(3): 605-613.

Singh, B. and Usha, K. 2003. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. Plant Growth Regulation. 39: 137-141.

Slaton, N.A., Wilson, C.E., Ntamatungiro, S., Norman, R.J. and Boothe, D.L. 2001. Evaluation of zinc seed treatments for rice. Agronomy Journal. 93: 152-157.

Tajbakhsh, M., Hasanzadeh, A. and Aghaii, R. 2016. Effect of different priming treatments on morphophysiological characteristics and yield of two wheat cultivars under optimum and irrigation conditions. Applied Field Crops Research. 4: 74-84.

Wang, M., Zheng, Q., Shen, Q. and Guo, S. 2013. The critical role of potassium in plant stress response. International Journal of Molecular Sciences. 14(4): 7370-7390.

Yoshida, S. 1981. Fundamentals of rice crop science. Los Banos, Philippine, International Rice Research Institute Press.

Zeb, T. and Arif, M. 2008. Effect of zinc application methods on yield and yield components of maize.Australian Journal of Crop Science. 3(2): 37-41.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2025-01-15]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1400.13.49.1.6]