فصلنامه علمی - پژوهشی گیاه و زیست بوم
سال ۱۰، شماره ۳۹، تابستان ۱۳۹۳

تأثیر پیش تیمار بذر بر روی میزان تبادلات گازی و فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانت در دو رقم گندم دیم

عادل سی و سه مرده[۱] حمید فاتح*[۱]، مسعود کریمپور[۱]، وریا ویسانی[۱]، طاهر محصلی[۲]

چکیده

پیش تیمار بذر تکنیکی است که به واسطه آن بذور پیش از قرارگرفتن در بستر خود و مواجهه با شرایط اکولوژیکی محیط، به‌لحاظ فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی آمادگی جوانه‌زنی را به‌دست می‌آورند. این امر می‌تواند سبب بروز تظاهرات زیستی و فیزیولوژیکی متعددی در بذر پیش‌تیمارشده و گیاه حاصل از آن گردد. درهمین‌راستا به بررسی اثرات پیش تیمار بذر بر برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی دو رقم گندم دیم پرداخته شد. تیمارهای آزمایشی شامل، شاهد (بدون پیش‌تیمار بذر)، پیش تیمار بذر (با استفاده از مقطر: خیس و خشک‌کردن بذر با آب مقطر و سولفات روی: در سه غلظت ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ پی‌پی‌ام) و دو رقم گندم دیم (سرداری و آذر ۲) بود. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان اجرا شد. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که تیمارهای آزمایشی، اثر معنی‌داری بر صفات کلروفیل، فتوسنتز، تعرق، CO_2 زیرروزنه‌ای، هدایت مزوفیلی، کارایی مصرف آب، آنزیم کاتالاز، آنزیم پراکسیداز و وزن دانه داشتند. پیش‌تیمار بذر با روی باعث افزایش میزان کلروفیل، فتوسنتز، تعرق، هدایت مزوفیلی، کارایی مصرف آب و وزن دانه در ارقام گندم گردید. درحالی‌که میزان فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز با پیش تیمار بذر کاهش پیدا کرد. میزان CO_2 زیر روزنه‌ای و کارایی مصرف آب در رقم سرداری بیشتر از رقم آذر ۲ بود. هرچند میزان کلروفیل و میزان فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز در برگ‌های رقم آذر ۲ بیشتر از رقم سرداری بود.

واژه‌های کلیدی: پرایمینگ بذر، پرکسیداز، فتوسنتز، کاتالاز، کلروفیل، گندم دیم

۱- دانشگاه کردستان، گروه زراعت، سنندج، ایران
۲- دانشگاه شهید باهنر کرمان، گروه تولیدات گیاهی- باغبانی، کرمان، ایران
* مکاتبه‌کننده: (agri_hamid1243@yahoo.com)

تاریخ دریافت: تابستان ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: پاییز ۱۳۹۰

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

استقرار ضعیف گیاهچه به‌دلیل خشکی و فقدان آبیاری کافی یکی از مهم‌ترین مشکلات مناطق نیمه‌خشک به‌ویژه در کشورهای درحال‌توسعه می‌باشد. افزایش سرعت جوانه‌زنی جهت استقرار سریع‌تر و مناسب‌تر اهمیت زیادی در بهبود استقرار و عملکرد گیاهان زراعی دارد (Murugu *et al.*, 2003; 2004). پرایمینگ بذر تکنیکی است که به‌واسطه آن بذور پیش از قرارگرفتن در بستر خود و مواجهه با شرایط اکولوژیکی محیط، به‌لحاظ فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی آمادگی جوانه‌زنی را به‌دست می‌آورند. این امر می‌تواند سبب بروز تظاهرات زیستی و فیزیولوژیکی متعددی در گیاه حاصل از بذر پرایم شده گردد به‌گونه‌ای‌که این موارد را می‌توان در چگونگی جوانه‌زنی، استقرار اولیه نبات، بهره‌برداری از نهاده‌های محیطی، زودرسی، افزایش کمی و کیفی محصول مشاهده کرد (Pill & Necker, 2001; Savage *et al.*, 2004). علت تسریع جوانه‌زنی در بذور پرایم‌شده می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه‌کننده مثل آلفا-آمیلاز، افزایش سطح شارژ انرژی زیستی ATP، افزایش سنتز RNA و DNA، افزایش تعداد و درعین‌حال ارتقاء عملکرد میتوکندری‌ها باشد (Afzal *et al.*, 2002).

بذور پرایم‌شده پس از قرارگرفتن در بستر خود زودتر جوانه زده و در پی این امر استقرار در گیاهان حاصل از این بذور سریع‌تر، بهتر و درعین‌حال یکنواخت‌تر انجام می‌پذیرد. درواقع چنین گیاهی در مقایسه با گیاهان به‌وجودآمده از بذور تیمارنشده درطی زمان کوتاه‌تری سیستم ریشه‌ای خود را گسترش داده و با جذب مطلوب‌تر آب و مواد غذایی و تولید بخش‌های سبز فتوسنتزکننده به مرحله اتوتروفی می‌رسند. تحقق چنین شرایطی به‌لحاظ زیستی و اکولوژیکی موقعیت ویژه‌ای به گیاهان حاصل از بذور پرایم‌شده می‌دهد (Duman, 2006)، به‌طوری‌که این وضعیت امکان بهره‌برداری مناسب‌تر از نهاده‌های محیطی مثل آب، نور و غیره را به گیاه می‌دهد (Chivasa *et al.*, 1998). برآیند این موارد درنهایت می‌تواند منجربه افزایش مدت و سطح فتوسنتزکننده در این گیاهان گردد که متعاقب این امر، میزان تثبیت دی‌اکسیدکربن و طبعاً آسیمیلات‌های تولیدی و همچنین ذخیره هیدروکربن‌های غیرساختاری در اندام‌های مختلف گیاه افزایش یافته و درنتیجه بیوماس تولیدی بیشتر خواهد شد. ازآنجا که بین بیوماس و ذخایر غذایی موجود در پیکره گیاه با تخصیص آن به اندام‌های زایشی، ارتباط تنگاتنگی برقرار است، براین‌اساس در گیاه پرایم‌شده به شرط عدم وجود محدودیت مخزن، محصول دانه در مقایسه با تیمار شاهد افزایش خواهد یافت (Finnerty *et al.*, 1992).

Khan (1999) گزارش نمود پرایمینگ بذر می‌تواند تحت تنش‌های محیطی سبب بهبود روند واکنش‌های فیزیولوژیکی در بذر شده و درنتیجه مقاومت به تنش‌های محیطی در این بذور را به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای ارتقا دهد. در بذور پرایم‌شده‌ای که در بستر خود با شرایط تنش‌زا روبرو هستند، واکنش‌های اکسیداتیو که منجربه تولید مواد سمی و خسارت‌زایی چون رادیکال‌های آزاد می‌شود، به مراتب کمتر از بذور تیمار نشده می‌باشد.

Srivastava & Roy (2000) گزارش دادند که پرایمینگ بذور می‌تواند در گیاهان حاصل، با افزایش محتوای کلروفیل a و b، میزان فتوسنتز را افزایش دهد و از این طریق قدرت منبع و فرآهمی

Archive of SID

www.SID.ir

فتواسیمیلات‌ها را افزایش داده و د نهایت بهبود عملکرد را در بر داشته باشد.

تأثیرات عمده پرایمینگ بذر شامل تأثیر پرایمینگ بذر بر جوانه‌زنی و استقرار اولیه گیاهچه (Pill & Necker, 2001; Afzal *et al.*, 2002; Farooq et al., 2006)، افزایش عملکرد دانه و بیوماس ازطریق افزایش فتوسنتز درپی استقرار سریع‌تر گیاه می‌باشد (Finnerty *et al.*, 1992; Chivasa *et al.*, 1998; Harris *et al.*, 2001; Duman, 2006).

برپایه گزارشات منتشره توسط محققان عملکرد محصول ذرت، برنج، نخود و گندم در اثر کاربرد روش‌های مختلف پرایمینگ بذر اعم از هیدروپرایمینگ، اسموپرایمینگ، هاردنینگ و بیوپرایمینگ بهبود یافته است (Harris, 2004; Harris *et al.*, 1999). هیدروپرایمینگ بذور ژنوتیپ‌های مختلف ذرت به مدت ۲۴ ساعت توانست ظهور گیاهچه از سطح خاک را تسریع نموده و باعث افزایش عملکرد گردد (Nagar *et al.*, 1998). همچنین هیدروپرایمینگ بذور گندم باعث افزایش محتوای کل کلروفیل، محتوای کلروفیل a و b و میزان فتوسنتز در گیاهان حاصل (Roy & Srivastava, 2000) و از این طریق قدرت منبع و دسترسی به مواد فتوسنتزی را افزایش داده و درنهایت بهبود عملکرد را در بر داشت (Ashraf & Foolad, 2005). گزارش‌های Harris *et al* (1999; 2004) نیز حاکی از افزایش قابل‌ملاحظه محصول در گیاهان زراعی در اثر پرایمینگ بذر می‌باشد. برپایه این نتایج محصول گندم ۳۷ درصد، جو ۴۰ درصد، برنج آپلند ۷۰ درصد، ذرت ۲۲ درصد، سورگوم ۳۱ درصد، نخود سفید ۵۶ درصد و ارزن مرواریدی ۵۰ درصد افزایش محصول در پی تیمار پرایمینگ داشتند (Kaur *et al.*, 2005).

ازجمله روش‌های پرایم‌کردن بذر جهت استقرار هرچه بهتر گیاهچه می‌توان رطوبت‌دهی و خیس و خشک‌کردن (Harris *et al.*, 2001; Mumtaz Khan *et al.*, 2003)، سرمادهی (Murugu *et al.*, 2004)، تیمارهای هورمونی و استفاده از مواد ایجادکننده پتانسیل اسمزی (Nascimento, 2003) را نام برد. Kathiresan *et al* (1984)، گزارش کردند که پرایمینگ بذور آفتابگردان به‌وسیله $ZnSo_4$، یا سولفات روی باعث افزایش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه شده است. همچنین پرایمینگ بذر با سولفات روی باعث افزایش ۲۷، ۱۷ و ۱۸ درصدی عملکرد دانه به‌ترتیب در ذرت، گندم و نخود گردیده است (Harris, 2006).

باوجودی‌که برخی از گزارش‌ها حاکی از تأثیر مثبت پرایمینگ غذایی بر جوانه‌زنی بذور گیاهان زراعی از مسیرهای مختلفی نظیرافزایش فعالیت آنزیم‌های پاک‌سازی‌کننده گونه‌های فعال اکسیژن نظیر کاتالاز و پراکسیداز (Jie *et al.*, 2002)، فعال‌سازی ATPase، اسید فسفاتاز و RNA سینتتاز (Fu *et al.*, 1988) است، گزارش شده است که تیمارهای پرایمینگ برای دوره‌های طولانی‌تر از ۴۸ ساعت و پتانسیل اسمزی خیلی پایین (پایین‌تر از پتانسیل بحرانی) و همچنین غلظت‌های بالا موجب آسیب‌دیدن پروتئین‌های LEA وکاهش جوانه‌زنی می‌گردد (Capron *et al.*, 2000). Varier *et al* (2010) گزارش کردند که تیمارهای پرایمینگ باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز در پنبه شده است. همچنین Rafiq *et al* (2006) اعلام کردند

Archive of SID

www.SID.ir

که تیمارهای پرایمینگ باعث افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز در سلول‌های ریشه گندم شده است.

بنابراین اعمال پرایمینگ بذر روشی ارزان برای افزایش عملکرد محصولاتی مانند گندم است و راهی مناسب برای ارتقاء درآمد کشاورزان می باشد (Harris, 2006). باتوجه به اثرات مثبتی که پرایمینگ بذر می‌تواند بر خصوصیات فیزیولوژیک و عملکرد گیاهان زراعی داشته باشد. همچنین میزان مطالعات انجام‌گرفته در مورد تأثیر پرایمینگ بذر بر تبادلات گازی برگ و آنزیم‌های آنتی اکسیدانت در ارقام سرداری و آذر ۲ گیاه گندم ناچیز می‌باشد. بنابراین هدف از این تحقیق، بررسی اثرات تیمارهای پرایمینگ بذر بر تبادلات گازی برگ و آنزیم‌های آنتی اکسیدانت دو رقم گندم دیم (سرداری و آذر ۲) بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش به‌صورت گلدانی در فضای آزاد محوطه گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه کردستان (با مختصات در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۱۶ دقیقه و طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۱ دقیقه و ارتفاع ۱۳۷۵ متر از سطح دریا) انجام گرفت. براساس یک دوره ۱۲ ساله آماری میزان نزولات سالیانه در منطقه ۴۹۲/۱ میلی متر است. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با دو فاکتور و در سه تکرار به اجرا گذاشته شد. فاکتور اول شامل پرایمینگ بذر در پنج سطح شاهد (بدون پرایم)، هاردنینگ (خیس و خشک‌کردن بذور در دو سیکل ۵ ساعته با آب مقطر)، (Farooq *et al.*, 2007)، و سولفات روی در سه غلظت ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ پی‌پی‌ام به مدت ۱۰ ساعت (Harris, 2006). و فاکتور دوم شامل دو رقم گندم دیم سرداری و آذر ۲ بود. در طول دوره پرایمینگ، محلول‌های موردنظر با استفاده از پمپ آکواریوم هوادهی شدند. پس از اعمال تیمارها، بذور پرایم‌شده ۳ بار با آب‌مقطر شستشوی سطحی شده و در سایه خشک شدند. خشک‌کردن بذور تا حدی بود که وزن آنها به وزن اولیه (قبل از اعمال تیمار) رسید و تا زمان کشت در یخچال نگه‌داری شدند. به‌منظور اجرای آزمایش از جعبه‌های چوبی به طول ۷۰ و عرض ۴۰ و عمق ۴۰ سانتی‌متر با مساحت کلی ۰/۲۸ مترمربع استفاده شد. فاصله ردیف‌های کشت در هر جعبه ۱۲ سانتی‌متر درنظر گرفته شد و روی هر ردیف ۱۵ عدد بذر کشت گردید.

جهت اندازه‌گیری میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ ($mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}\mu$)، تعرق ($mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$) و غلظت CO_2 زیر روزنه ای (μmm^{-1})، از دستگاه IRGA، مدل LCA4 استفاده شد. به‌این‌منظور با قراردادن قسمت میانی برگ پرچم ساقه اصلی در داخل محفظه شیشه‌ای دستگاه به‌مدت یک دقیقه، صفات ثبت شدند (Wang *et al.*, 2009). هدایت مزوفیلی ($mol\ CO_2\ m^{-2}\ s^{-1}\mu$) از تقسیم میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ به غلظت CO_2 زیر روزنه‌ای به‌دست آمد (Fischer *et al.*, 1998). کارایی مصرف آب فتوسنتزی ($\mu mol\ CO_2\ mmol^{-1}\ H_2O_2$) نیز از تقسیم میزان فتوسنتز در واحد سطح برگ به تعرق به‌دست آمد. تمامی اندازه‌گیری‌ها در شدت نور محیط ۱۴۰۰-۱۲۰۰ میکرومول فوتون بر متر مربع بر ثانیه، در ساعت ۱۰ تا ۱۲ صبح انجام گردید.

میزان SPAD کلروفیل برگ تیمارهای آزمایشی پس از گل‌دهی با استفاده از دستگاه کلروفیل‌سنج SPAD اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری میزان

Archive of SID

www.SID.ir

SPAD کلروفیل، برگ هر واحد آزمایشی به مدت ۲ ثانیه درون حفره دستگاه قرار داده شد و اعداد مربوطه قرائت شدند.

جهت اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز ۰/۲ گرم از بافت تازه برگ در نیتروژن مایع ساییده در بافر پتاسیم فسفات ۰/۰۲ مولار، pH ۶/۸ در دمای $4C^o$ عصاره گیری شد و سپس همگن حاصل در ۱۲۰۰۰ دور در دمای $4C^o$ به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شده و محلول روئی جهت اندازه‌گیری فعالیت پراکسیداز و پراکسیداز مورداستفاده قرار گرفت. سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز به روش Cakmak & Horst (1991) انجام شد. تجزیه آب اکسیژنه با کاهش در جذب در طول موج ۲۴۰ نانومتر به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر (GBC-Cintra 6- Australia) پیگیری شده و به‌ازای هر میلی‌گرم پروتئین در عصاره آنزیمی بیان می‌گردد. واحد فعالیت به‌صورت تغییرات جذب به میلی‌گرم پروتئین در دقیقه بیان گردید. فعالیت آنزیم پراکسیداز با افزودن مقادیر مناسب از عصاره آنزیمی، بافر، گایاکول با غلظت نهایی ۲۸ میلی‌مولار و پراکسید هیدروژن با غلظت نهایی ۵ میلی‌مولار در طول موج ۴۷۰ نانومتر خوانده شد. فعالیت آنزیمی به‌ازای تغییرات جذب به ازای میلی‌گرم پروتئین در دقیقه بیان گشت. برای آنزیم پلی‌فنول اکسیداز نیز مخلوط واکنش شامل ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره آنزیمی، ۵۰۰ میکرولیتر آب اکسیژنه ۵ میلی‌مولار و ۵۰۰ میکرولیتر متیل‌کاتکول ۰/۰۲ میلی‌مولار در ۱۹۰۰ میکرولیتر بافر پتاسیم فسفات با pH ۶/۱ بود. افزایش در جذب در طول موج ۴۱۰ نانومتر خوانده شد و فعالیت آنزیمی به‌ازای تغییرات جذب به میلی‌گرم پروتئین در دقیقه بیان گشت (Ghanati *et al.*, 2002). واحد فعالیت به‌صورت تغییرات جذب به میلی‌گرم پروتئین در دقیقه بیان می‌شود. میزان پروتئین برگ نیز برطبق روش Bradford (1976) تعیین شد. بدین‌منظور ۱ میلی‌لیتر از محلول برادفورد به همراه ۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی پس از مخلوط‌شدن کامل، در دستگاه اسپکتروفتومتر قرار داده شد و جذب محلول در طول موج ۵۹۵ نانومتر ثبت گردید. غلظت پروتئین برحسب میلی‌گرم بر گرم بافت تازه با کمک منحنی استاندارد که با استفاده از آلبومین سرم گاوی به عنوان استاندارد تهیه شده بود محاسبه شد. واحد به‌صورت میلی‌گرم پروتئین بر گرم وزن تر بیان می‌شود.

تجزیه و تحلیل داده‌ها، به کمک نرم‌افزار آماری MSTATC انجام شد. مقایسه میانگین‌های هر صفت با استفاده از آزمون چنددامنه ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج

پارامترهای فتوسنتزی

فتوسنتز

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۲) نشان داد، پرایمینگ بذر و رقم تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ بر میزان فتوسنتز گیاه داشتند. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که پرایمینگ بذر با روی به‌ویژه در سطوح ۲۰۰ و ۳۰۰ پی‌پی‌ام باعث افزایش میزان فتوسنتز برگ‌های رقم سرداری نسبت شاهد گردید (شکل ۱). درحالی‌که در برگ‌های رقم آذر۲ اختلاف معنی‌داری بین پرایمینگ بذر با سطوح روی و شاهد ازلحاظ میزان فتوسنتز مشاهده نگردید. همچنین نتایج نشان داد که پرایمینگ بذر با روی در مقایسه با پرایمینگ بذر با آب‌مقطر باعث افزایش فتوسنتز در برگ‌های گیاه گردید (شکل ۱). پرایمینگ بذر با آب‌مقطر تأثیر

Archive of SID

www.SID.ir

معنی‌داری بر میزان فتوسنتز برگ‌های ارقام سرداری و آذر ۲ نداشت.

تعرق

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آن است که پرایمینگ بذر با سطوح مختلف روی و آب‌مقطر تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر میزان تعرق برگ‌های گیاه گذاشت (جدول ۱). نتایج به‌دست‌آمده از مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که پرایمینگ بذر با روی در سطح ۲۰۰ پی‌پی‌ام باعث افزایش میزان تعرق برگ‌ها در رقم آذر ۲ در مقایسه با شاهد گردید. درحالی‌که بین پرایمینگ بذر با سطوح ۳۰۰ و ۴۰۰ پی‌پی‌ام روی و شاهد در رقم آذر ۲ اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (شکل ۲). پرایمینگ بذر با آب‌مقطر باعث افزایش میزان تعرق برگ‌های رقم آذر ۲ گردید درحالی‌که، تأثیر معنی‌داری بر میزان تعرق برگ‌های رقم سرداری نداشت (شکل ۲).

دی اکسید کربن زیر روزنه‌ای

نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که پرایمینگ بذر با سطوح مختلف روی و آب‌مقطر تأثیر معنی‌داری بر میزان CO_2 زیرروزنه‌ای نداشت. درحالی‌که رقم تأثیر معنی‌داری بر میزان CO_2 زیرروزنه‌ای در سطح احتمال ۵ درصد گذاشت (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که میزان CO_2 زیرروزنه‌ای در رقم سرداری بیشتر از رقم آذر ۲ بود (شکل ۳).

هدایت مزوفیلی

نتایج جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) حاکی از آن است که پرایمینگ بذر با سطوح مختلف روی و آب‌مقطر تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر میزان هدایت مزوفیلی برگ‌ها گیاه گذاشت. همچنین رقم و اثر متقابل رقم × پرایمینگ بذر به‌ترتیب تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد بر میزان هدایت مزوفیلی گذاشت (جدول ۱). نتایج نشان داد که در رقم سرداری پرایمینگ بذر با روی به‌ویژه در سطح ۳۰۰ پی‌پی‌ام در مقایسه با پرایمینگ بذر با آب‌مقطر باعث افزایش میزان هدایت مزوفیلی برگ‌ها گیاه گردید (شکل ۴). درحالی‌که اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف روی در میزان هدایت مزوفیلی مشاهده نگردید. پرایمینگ بذر سطح ۴۰۰ پی‌پی‌ام روی باعث کاهش هدایت مزوفیلی نسبت به شاهد شد (شکل ۴).

کارایی مصرف آب فتوسنتزی

پرایمینگ بذر و رقم به‌ترتیب تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد بر میزان کارایی مصرف آب در برگ‌های گیاه داشتند. درحالی‌که اثر متقابل پرایمینگ بذر × رقم تأثیر معنی‌داری بر میزان کارایی مصرف آب در برگ‌ها نداشت (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها حاکی از آن است که رقم سرداری میزان کارایی مصرف آب بیشتری را نسبت به رقم آذر۲ از خود نشان داد (شکل ۵A). همچنین نتایج نشان داد که پرایمینگ بذر با روی در سطح ۳۰۰ پی‌پی‌ام باعث افزایش میزان کارایی مصرف آب گردید درحالی‌که پرایمینگ بذر با آب مقطر تأثیر معنی‌داری بر میزان کارایی مصرف آب برگ‌های گیاه نداشت (شکل ۵B).

کلروفیل

نتایج حاصل از جدول داده‌ها نشان داد که پرایمینگ بذر و رقم به‌ترتیب تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و ۰/۱ درصد بر میزان کلروفیل برگ‌های گیاه گذاشت (جدول ۱).

Archive of SID

www.SID.ir

درحالی‌که اثر متقابل پرایمینگ بذر × رقم تأثیر معنی‌داری بر میزان کلروفیل در برگ‌های گیاه نداشت. به‌طوری‌که پرایمینگ بذر با روی به‌ویژه در سطح ۲۰۰ پی‌پی‌ام باعث افزایش میزان کلروفیل برگ‌ها گردید (شکل 6B). درحالی‌که اختلاف معنی‌داری بین پرایمینگ بذر با روی و آب مقطر در میزان کلروفیل برگ‌ها مشاهده نگردید. همچنین مشاهده شد که میزان کلروفیل برگ‌های در رقم آذر ۲ بیشتر از سرداری بود (شکل 6A).

فعالیت آنزیمی

آنزیم کاتالاز

نتایج نشان داد که فعالیت آنزیم کاتالاز در سطح احتمال ۰/۱درصد تحت‌تأثیر پرایمینگ بذر و رقم قرار گرفت. اثر متقابل پرایمینگ بذر × رقم تأثیر معنی‌داری بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز نداشت (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها حاکی از آن است که پرایمینگ بذر با روی در سطح ۲۰۰ پی‌پی‌ام و آب مقطر باعث کاهش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز در برگ‌های گیاه شد (شکل 7B). درعین‌حال اختلاف معنی‌داری بین پرایمینگ بذر در سطوح ۳۰۰ و ۴۰۰ پی‌پی‌ام و شاهد مشاهده نگردید. میزان فعالیت آنزیم رقم آذر ۲ بیشتر از رقم سرداری بود (شکل 7A).

آنزیم پراکسیداز

فعالیت آنزیم پراکسیداز در سطح احتمال ۰/۱ درصد تحت‌تأثیر پرایمینگ بذر و رقم قرار گرفت. درحالی‌که اثر متقابل پرایمینگ بذر×رقم تأثیر معنی‌داری بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز برگ‌های گیاه نگذاشت (جدول ۱). پرایمینگ بذر با روی در سطح ۲۰۰ پی‌پی‌ام و آب مقطر باعث کاهش میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در برگ‌های گیاه در مقایسه با شاهد شد (شکل 8B). نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین پرایمینگ بذر با روی در سطوح ۳۰۰ و ۴۰۰ پی‌پی‌ام ازلحاظ فعالیت آنزیم پراکسیداز مشاهده نگردید. میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز در برگ‌های رقم آذر ۲ بیشتر از رقم سرداری بود (شکل 8A).

وزن دانه

پرایمینگ بذر و رقم تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۱ درصد بر وزن دانه گیاه گندم گذاشت (جدول ۱). نتایج نشان داد که در رقم آذر ۲ پرایمینگ بذر با روی به‌ویژه در سطوح ۲۰۰ و ۳۰۰ پی‌پی‌ام باعث افزایش وزن دانه نسبت به شرایط شاهد شد (شکل ۹). همچنین در رقم سرداری پرایمینگ بذر با روی در سطح ۴۰۰ پی‌پی‌ام باعث افزایش وزن دانه نسبت به شاهد شد. پرایمینگ بذر با آب مقطر باعث افزایش وزن دانه در رقم آذر ۲ گردید. درحالی‌که پرایمینگ بذر با آب مقطر تأثیر معنی‌داری بر وزن دانه در رقم سرداری نگذاشت (شکل ۹).

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که پرایمینگ بذر با روی باعث افزایش میزان فتوسنتز برگ‌های رقم سرداری نسبت شاهد گردید (شکل ۱). همچنین نتایج نشان داد که پرایمینگ بذر با روی در مقایسه با پرایمینگ بذر با آب مقطر باعث افزایش فتوسنتز در برگ‌های گیاه گردید (شکل ۱). بذور پرایم‌شده پس از قرارگرفتن در بستر خود زودتر جوانه زده و در پی این امر استقرار در گیاهان حاصل از این بذور سریع‌تر، بهتر و درعین‌حال یکنواخت‌تر انجام می‌پذیرد. درواقع

Archive of SID

www.SID.ir

چنین گیاهی درمقایسه با گیاهان به‌وجودآمده از بذور تیمارنشده درطی زمان کوتاه‌تری سیستم ریشه‌ای خود را گسترش داده و با جذب مطلوب‌تر آب و مواد غذایی و تولید بخش‌های سبز فتوسنتزکننده به مرحله اتوتروفی می‌رسند. تحقق چنین شرایطی به‌لحاظ زیستی و اکولوژیکی موقعیت ویژه‌ای به گیاهان حاصل از بذور پرایم‌شده می‌دهد (Duman, 2006)، به‌طوری‌که این وضعیت امکان بهره‌برداری مناسب‌تر از نهاده‌های محیطی مثل آب، نور و غیره را به گیاه می‌دهد (Chivasa *et al.*, 1998). برآیند این موارد درنهایت می‌تواند منجربه افزایش مدت و سطح فتوسنتزکننده در این گیاهان گردد که متعاقب این امر، میزان تثبیت دی‌اکسید کربن و طبعاً آسیمیلات‌های تولیدی و همچنین ذخیره هیدروکربن‌های غیرساختاری در اندام‌های مختلف گیاه افزایش یافته و درنتیجه بیوماس تولیدی بیشتر خواهد شد. در این رابطه، Roy & Srivastava (2000) گزارش دادند که پرایمینگ بذور می‌تواند در گیاهان حاصل، با افزایش محتوی کلروفیل a و b، میزان فتوسنتز را افزایش دهد و از این طریق قدرت منبع و فرآهمی فتواسیمیلات‌ها را افزایش داده و درنهایت بهبود عملکرد را دربرداشته باشد. پرایمینگ بذر با آب مقطر و روی باعث افزایش میزان تعرق برگ‌ها در رقم آذر ۲ درمقایسه با شاهد شدند (شکل ۲). همچنان که اشاره شد پرایمنگ بذر باعث افزایش فتوسنتز در برگ‌های گیاه گردید (شکل ۱)، این امر می‌تواند یکی از دلایل افزایش میزان تعرق برگ‌ها در شرایط پرایمینگ بذر بوده باشد. همچنین پرایمیگ بذر ممکن است موجب تسریع در جوانه‌زنی بذرها گردد و از این طریق باعث توسعه بهتر و سریعتر سیستم ریشه‌ای در گیاه شده و به‌تبع آن باعث افزایش جذب آب و درنهایت افزایش تعرق و فتوسنتز در برگ‌ها شده باشد.

نتایج نشان داد که در رقم سرداری پرایمینگ بذر با روی به‌ویژه در سطح ۳۰۰ پی‌پی‌ام درمقایسه با پرایمینگ بذر با آب مقطر باعث افزایش میزان هدایت مزوفیلی برگ‌ها گردید (شکل ۴). همچنین نتایج نشان داد که پرایمینگ بذر با روی در سطح ۳۰۰ پی‌پی‌ام باعث افزایش میزان کارایی مصرف آب گردید (شکل 5B). همچنان که اشاره شد پرایمینگ بذر با روی باعث افزایش میزان فتوسنتز برگ‌ها گردید (شکل ۱). باتوجه به اینکه میزان هدایت مزوفیلی و کارایی مصرف آب در برگ‌های گیاه رابطه مستقیم با میزان فتوسنتز برگ‌ها دارند و نیز به‌ترتیب از تقسیم فتوسنتز بر میزان CO_2 زیر روزنه و فتوسنتز بر میزان تعرق محاسبه می‌شوند، بنابراین می‌توان این‌طور استنباط نمود که پرایمینگ بذر ممکن است ازطریق افزایش میزان فتوسنتز در برگ‌های گیاه موجب افزایش هدایت مزوفیلی و کارایی مصرف آب در برگ‌های گیاه شده باشد.

شکاری و همکاران (۱۳۸۹) اظهار داشتند که پرایمینگ بذر با اسید سالسلیک موجب افزایش میزان فتوسنتز، محتوی کلروفیل، محتوی نسبی آب برگ و عملکرد دانه تحت شرایط تنش کم‌آبی می‌گردد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که پرایمینگ بذر با روی به‌ویژه در سطح ۲۰۰ پی‌پی‌ام باعث افزایش میزان کلروفیل برگ‌ها گردید (شکل 6B). که با نتایج Roy & Srivastava (2000) مطابقت دارد. این محققان نشان دادند که پرایمینگ بذور باعث افزایش محتوی کل کلروفیل، محتوی کلروفیل a و b و همچنین میزان فتوسنتز در گیاه گندم گردید. همچنان که اشاره شد پرایمینگ بذر

Archive of SID

www.SID.ir

ممکن است ازطریق تسریع در استقرار اولیه‌ای گیاه، موجب توسعه بهتر سیستم ریشه‌ای گردد در این شرایط، میزان جذب آب و عناصر غذایی ضروری برای گیاه افزایش یافته و درنهایت موجب افزایش غلظت رنگدانه‌ای فتوسنتزی در برگ‌های گیاه گردیده باشد.

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها حاکی از آن است که پرایمینگ بذر با روی در سطح ۲۰۰ پی‌پی‌ام و آب مقطر باعث کاهش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز و آنزیم پراکسیداز در برگ‌های گیاه شد (اشکال ۷B و ۸B). Guan *et al* (2009) گزارش کردند که پرایمینگ بذر تأثیر معنی‌داری بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز ندارد درحالی‌که میزان فعالیت آنزیم کاتالاز با پرایمینگ بذ افزایش یافت. همچنین Varier *et al* (2010) در گیاه پنبه و Rafiq *et al* (2006) در ریشه گندم، گزارش کردند که تیمارهای پرایمینگ باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های کاتالاز و پراکسیداز در گیاه می‌گردد. بنابراین نتایج، نمی‌توان انتظار داشت که پاسخ تمامی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان نسبت به پرایمینگ بذر به‌صورت مشابه باشد، همچنین به‌نظر می‌رسد نوع گیاه، اندام گیاه و شرایط فیزیولوژیکی آن در تعیین نوع آنزیم‌ها و چگونگی پاسخ پرایمینگ بذر مؤثر باشند. اکسیژن‌های واکنشگر (ROS) هم در شرایط عادی و هم در شرایط تنش تولید می‌شوند، گیاهان سیستم‌های دفاعی خود را علیه این ملکول‌ها به‌خوبی توسعه داده‌اند (Alscher *et al.*, 2002). یکی از سیستم‌های دفاعی گیاه دربرابر ROSها افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت همچون کاتالاز و پراکسیداز می‌باشد. طی تحقیقی که توسط Kibinza *et al* (2011) انجام گرفت مشخص شد که پرایمینگ بذر، میزان غلظت پراکسید هیدروژن را که یکی از انواع ROSها می‌باشد، در گیاه آفتابگردان کاهش داد. باتوجه نتایج به‌دست‌آمده می‌توان این طور استنباط نمود که پرایمینگ بذر ممکن است موجب کاهش غلظت ROSها در برگ‌های گیاه شده باشد و از این طریق باعث کاهش میزان فعالیت آنزیم‌های کتالاز و پرکسیداز در برگ‌های گیاه شده باشد.

نتایج نشان داد که در رقم سرداری و آذر ۲ پرایمینگ بذر با روی باعث افزایش وزن دانه نسبت به شرایط شاهد شد (شکل ۹). پرایمینگ بذر با آب مقطر باعث افزایش وزن دانه در رقم آذر ۲ گردید. نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق با نتایج عبدالرحمنی و همکاران (۱۳۸۸) مطابقت دارد. این محققین گزارش کردند که پرایمینگ بذر با غلظت ۱۰ میلی‌مولار سولفات روی+۵۰ میلی‌مولار فسفر موجب افزایش عملکرد رقم آبیدر گیاه جو می‌گردد. نجفی‌پر و همکاران (۱۳۸۷) اظهار داشتند که پرایمینگ بذ در شرایط تنش خشکی باعث افزایش وزن هزاردانه در رقم سرداری می‌شود. همچنین Kahlon *et al* (1992) و Farooq *et al* (2006) عملکرد بیشتری را به‌ترتیب در بذور هیدروپرایم شده گندم و برنج گزارش کردند. افزایش وزن دانه در ارقام گندم ممکن است ناشی از جوانه‌زنی مطلوب و استقرار مناسب بوته حاصل از بذر تیمار شده بوده باشد. در این شرایط روند رشد رویشی گیاه و به‌تبع آن رشد زایشی آن بهبود می‌یابد. برآیند این موارد درنهایت در افزایش وزن دانه ظهور یافته است. Bort *et al* (1998) نشان دادند که در مراحل اولیه رشد کمبود روی و فسفر رشد اولیه گیاهچه‌ها را با تأخیر انداخته و باعث افزایش حساسیت گیاهچه‌ها به دوره‌های بعدی خشکی و سرما می‌شود. با تأمین این عناصر در مراحل اولیه رشد، می‌توان استقرار گیاهچه‌ها را تسریع نمود.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق نشان داد که با پرایمینگ بذر، میزان فتوسنتز(شکل ۱)، تعرق برگ (شکل ۲)، هدایت مزوفیلی (شکل ۴)، کارایی مصرف آب (شکل ۵B) و محتوی کلروفیل (شکل ۶B) گیاه به‌طور معنی‌داری افزایش پیدا کرد. باتوجه به اثرات مثبت پرایمینگ بذر که به‌صورت افزایش میزان فتوسنتز، تعرق، هدایت مزوفیلی، کارایی مصرف آب و محتوی کلروفیل نمایان می‌شود، افزایش وزن دانه گیاه دور از انتظار نخواهد بود.

Archive of SID

www.SID.ir

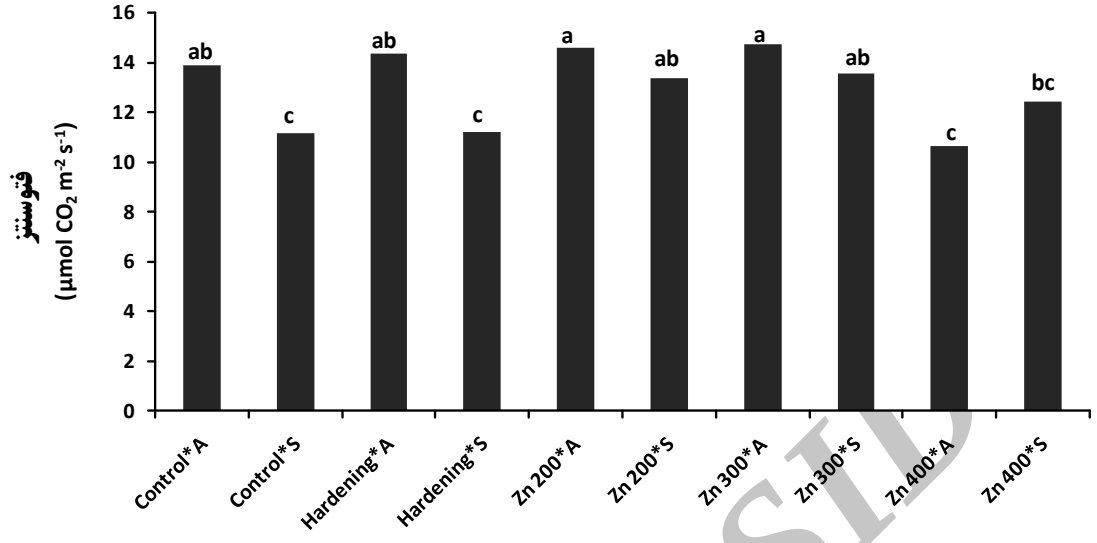
جدول ۱- تجزیه واریانس مقادیر کلروفیل، فتوسنتز، تعرق، CO_2 زیر روزنه‌ای، هدایت مزوفیلی، کارایی مصرف آب، آنزیم کاتالاز، آنزیم پراکسیداز و وزن دانه، تحت‌تأثیر انواع پرایمینگ و ارقام مختلف گندم

منابع تغییرات	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)							
		کلروفیل	فتوسنتز	تعرق	CO_2 زیر روزنه‌ای	هدایت مزوفیلی	کارایی مصرف آب	آنزیم کاتالاز	آنزیم پراکسیداز	وزن دانه
تکرار	۲	۷/۱۳$^{n.s}$	۰/۶۱۸^{ns}	۱/۴۸^{ns}	۱۲/۳^{ns}	۰/۰۰۰^{ns}	۰/۰۳۶^{ns}	۳۴/۵^{ns}	۰/۰۲۸^{ns}	۰/۴۰۸^{ns}
پرایمینگ	۴	۲۲/۶*	۷/۰۶**	۲/۱۳*	۳۱/۵^{ns}	۰/۰۰۴**	۰/۱۸*	۱۷۰۹***	۰/۸۳۴***	۴۸/۵***
رقم	۱	۵۷۰***	۱۲/۲**	۳۷/۳***	۸۹/۴*	۰/۰۰۸**	۱/۰۴**	۱۳۲۷۲***	۱/۲۳***	۲۰۱***
رقم × پرایمینگ	۴	۲/۲۴^{ns}	۵/۱۶**	۱/۹۱*	۴/۱۱^{ns}	۰/۰۰۳*	۰/۰۲۹^{ns}	۱۰۹/۶^{ns}	۰/۰۹۴^{ns}	۱۲/۸***
خطای آزمایشی	۱۸	۵/۲۶	۱/۲۱	۰/۵۶۵	۱۵/۶	۰/۰۰۱	۰/۰۵۷	۵۴/۹	۰/۰۴۷	۱/۱۷۹
ضریب تغییرات (C.V٪)		۶/۱۴	۸/۴۸	۱۰/۲	۰/۹۴	۸/۷۹	۱۳	۳/۶	۸/۰۲	۱/۱۹

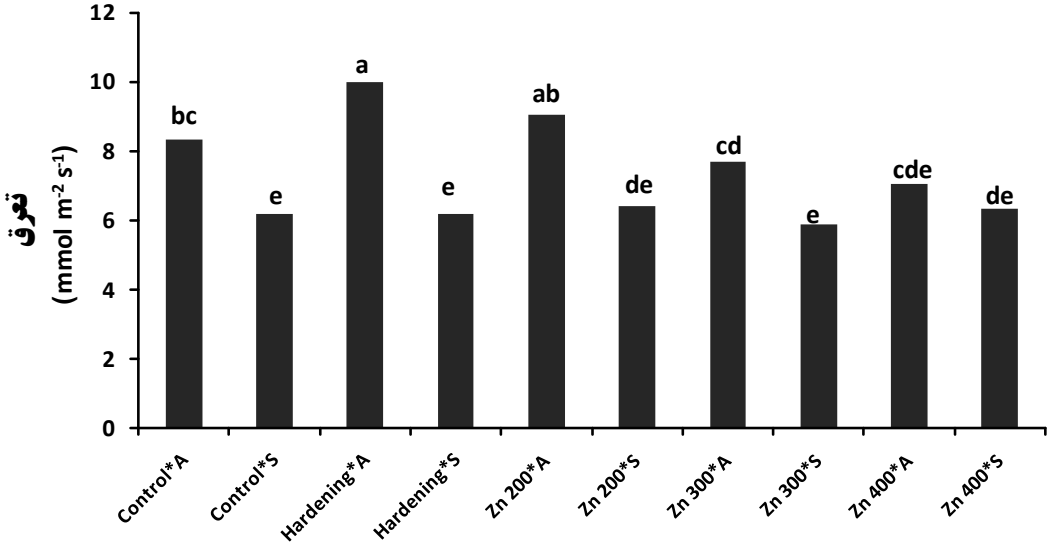
$^{n.s}$: غیرمعنی‌دار، *: معنی‌دار درسطح احتمال ۵ درصد، **: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، ***: معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۱ درصد.

Archive of SID

www.SID.ir

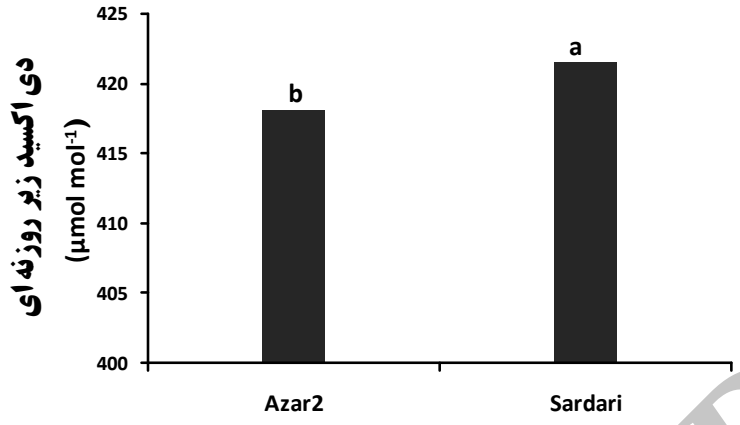


شکل ۱- تغییرات میزان فتوسنتز ارقام سرداری (S) و آذر۲ (A) گیاه گندم تحت‌تأثیر پرایمینگ بذر با روی در سطوح مختلف ۲۰۰ (Zn 200)، ۳۰۰ (Zn 300) و ٤۰۰ (Zn 400) پی‌پی‌ام و پرایمینگ بذر با آب مقطر (Hardening) و شاهد (Control). میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف آماری معنی‌دار به روش دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

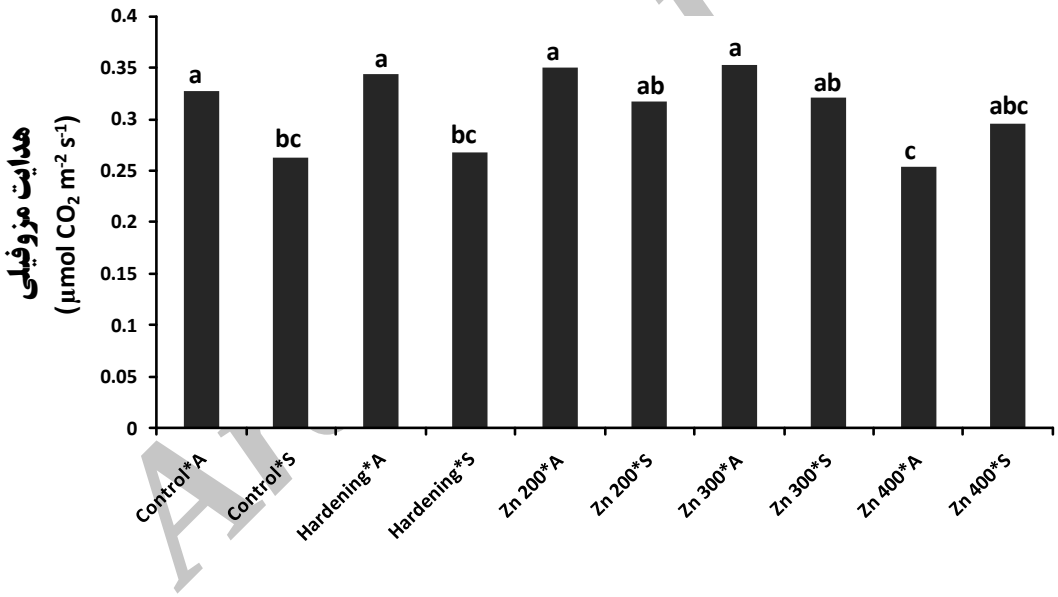


شکل ۲- تغییرات میزان تعرق ارقام سرداری (S) و آذر۲ (A) گیاه گندم تحت‌تأثیر پرایمینگ بذر با روی در سطوح مختلف ۲۰۰ (Zn 200)، ۳۰۰ (Zn 300) و ٤۰۰ (Zn 400) پی‌پی‌ام و پرایمینگ بذر با آب مقطر (Hardening) و شاهد (Control). میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف آماری معنی‌دار به روش دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

www.SID.ir

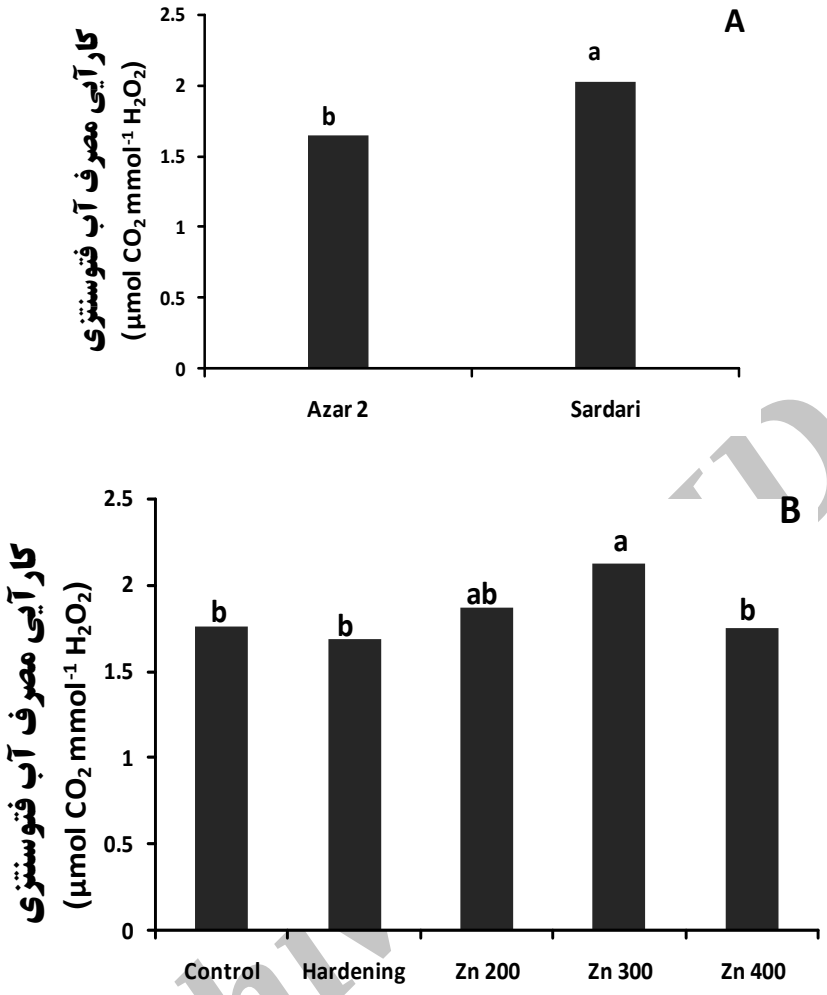


شکل ۳- مقایسه میانگین میزان تغییرات دی‌اکسیدکربن زیر روزنه‌ای در ارقام سرداری (Sardari) و آذر۲ (Azar2) گیاه گندم. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف آماری معنی‌دار به روش دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.



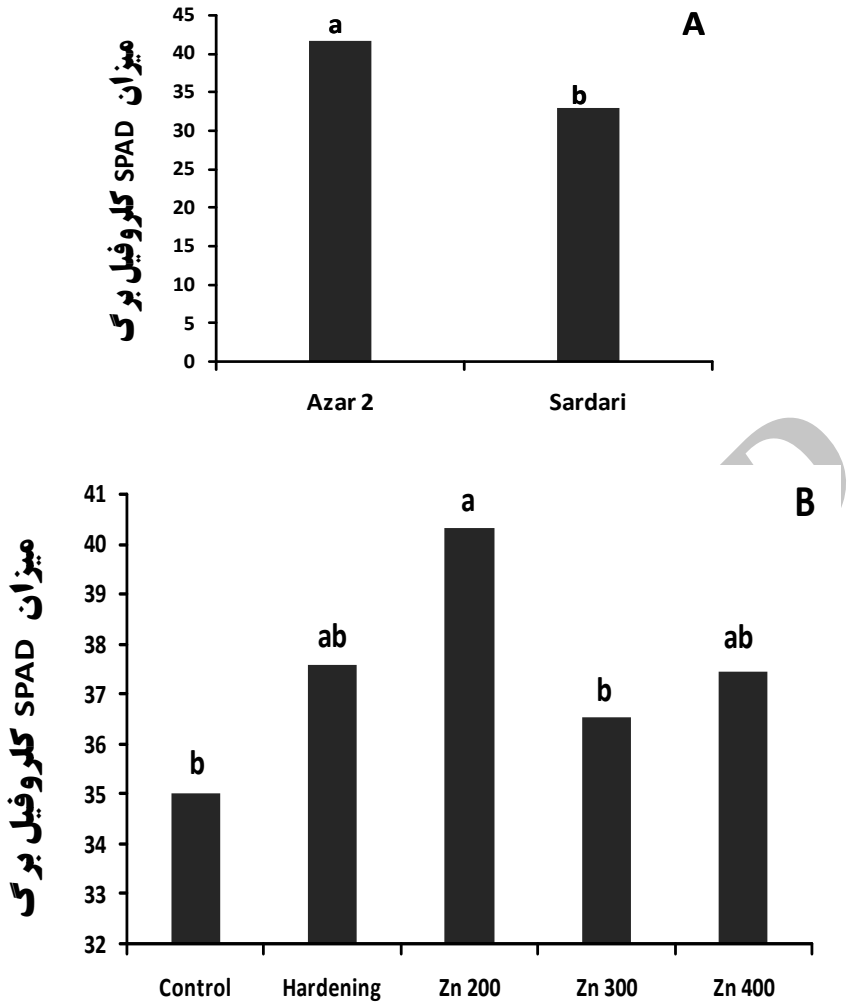
شکل ٤- تغییرات میزان هدایت مزوفیلی ارقام سرداری (S) و آذر۲ (A) گیاه گندم تحت‌تأثیر پرایمینگ بذر با روی در سطوح مختلف۲۰۰ (Zn 200)، ۳۰۰ (Zn 300) و ٤۰۰ (Zn 400) پی‌پی‌ام و پرایمینگ بذر با آب مقطر (Hardening) و شاهد (Control). میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف آماری معنی‌دار به روش دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

www.SID.ir



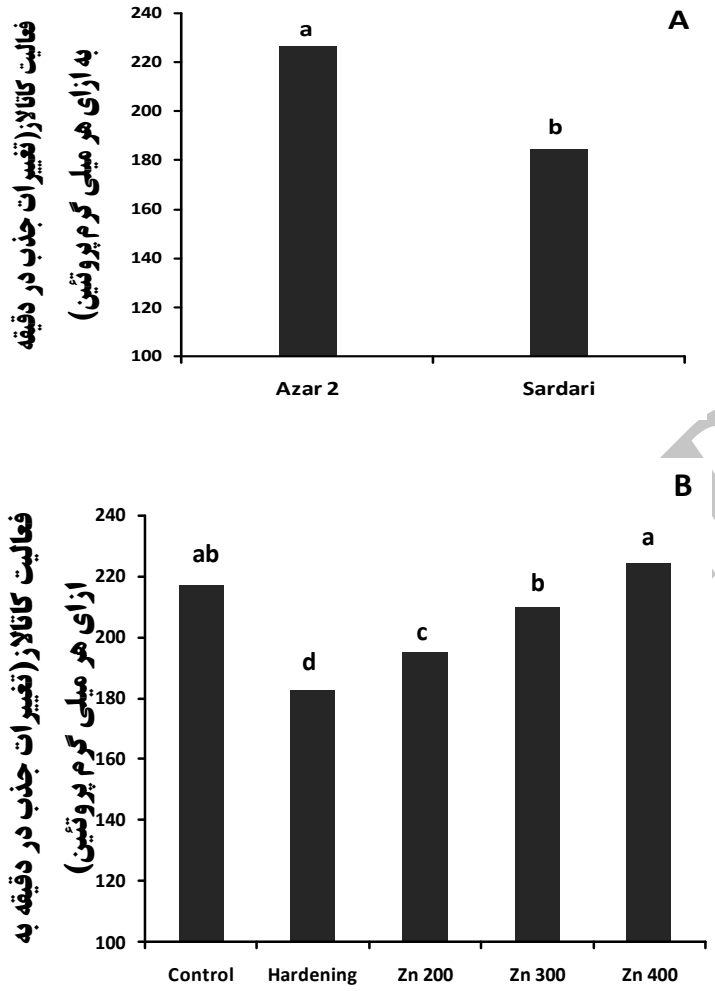
شکل ۵- تغییرات میزان کارایی مصرف آب در ارقام سرداری (Sardari) و آذر۲ (Azar2) گیاه گندم (A) و تغییرات کارایی مصرف آب تحت‌تأثیر پرایمینگ بذر با روی در سطوح مختلف۲۰۰ (Zn 200)، ۳۰۰ (Zn 300) و ٤٠٠ (Zn 400) پی‌پی‌ام و پرایمینگ بذر با آب مقطر (Hardening) و شاهد (Control) (B). میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف آماری معنی‌دار به روش دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

www.SID.ir



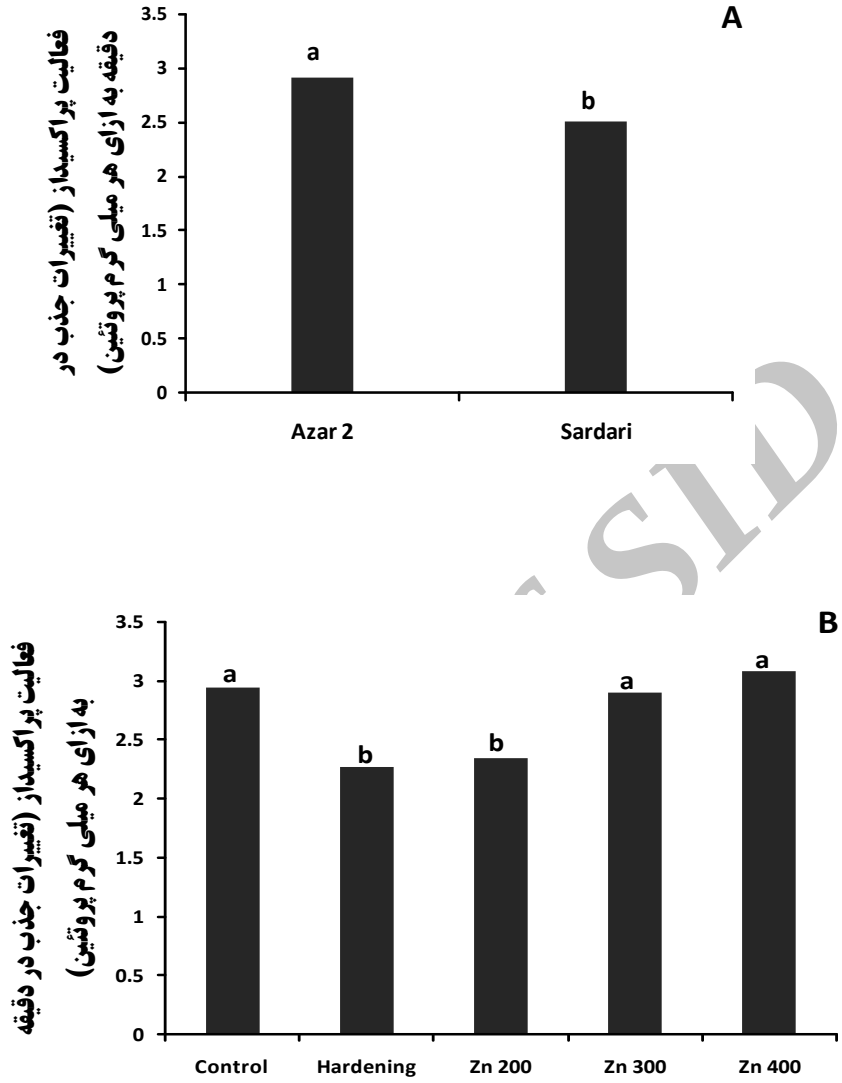
شکل ٦- تغییرات میزان کلروفیل برگ در ارقام سرداری (Sardari) و آذر۲ (Azar2) گیاه گندم (A) و تغییرات کلروفیل برگ تحت‌تأثیر پرایمینگ بذر با روی در سطوح مختلف۲۰۰ (Zn 200)، ۳۰۰ (Zn 300) و ٤۰۰ (Zn 400) پی‌پی‌ام و پرایمینگ بذر با آب مقطر (Hardening) و شاهد (Control) (B). میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف آماری معنی‌دار به روش دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

www.SID.ir



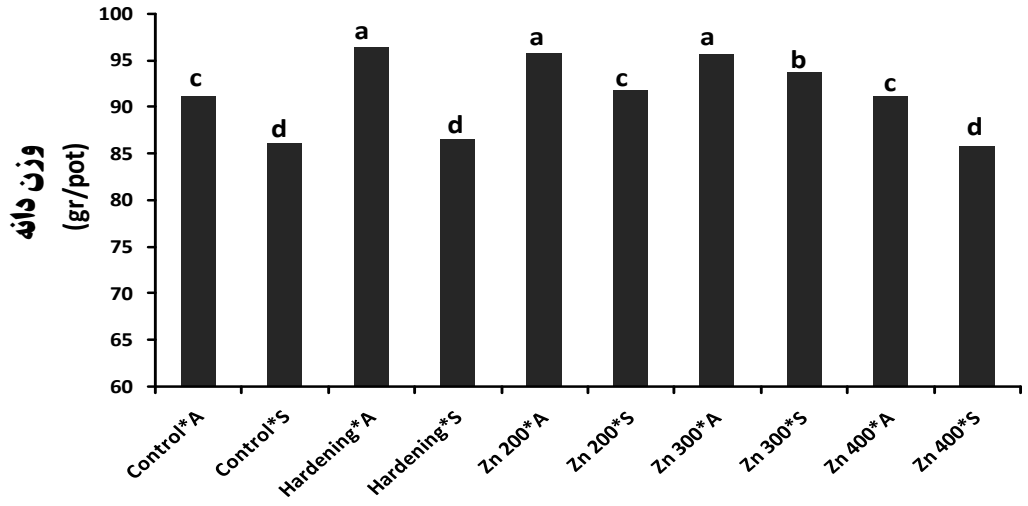
شکل ۷- تغییرات میزان فعالیت آنزیم کاتالاز برگ در ارقام سرداری (Sardari) و آذر۲ (Azar2) گیاه گندم (A) و تغییرات فعالیت آنزیم کاتالاز برگ تحت‌تأثیر پرایمینگ بذر با روی در سطوح مختلف ۲۰۰ (Zn 200)، ۳۰۰ (Zn 300) و ٤٠٠ (Zn 400) پی‌پی‌ام و پرایمینگ بذر با آب مقطر (Hardening) و شاهد (Control) (B). میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف آماری معنی‌دار به روش دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

www.SID.ir



شکل ۸- تغییرات میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز برگ در ارقام سرداری (Sardari) و آذر۲ (Azar2) گیاه گندم (A) و تغییرات فعالیت آنزیم پراکسیداز برگ تحت‌تأثیر پرایمینگ بذر با روی در سطوح مختلف۲۰۰ (Zn 200)، ۳۰۰ (Zn 300) و ٤۰۰ (Zn 400) پی‌پی‌ام و پرایمینگ بذر با آب مقطر (Hardening) و شاهد (Control) (B). میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف آماری معنی‌دار به روش دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

www.SID.ir



شکل ۹- تغییرات وزن دانه ارقام سرداری (S) و آذر۲ (A) گیاه گندم تحت‌تأثیر پرایمینگ بذر با روی در سطوح مختلف۲۰۰ (Zn 200)، ۳۰۰ (Zn 300) و ٤٠٠ (Zn 400) پی‌پی‌ام و پرایمینگ بذر با آب مقطر (Hardening) و شاهد (Control). میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک فاقد اختلاف آماری معنی‌دار به روش دانکن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشند.

منابع

شکاری،ف.، آ.پاک مهر، م.راستگو، م.وظایفی و م.ج.قریشی نسب. ۱۳۸۹. اثر پرایمینگ بذر با اسید سالیسیلیک بر پاره‌ای صفات فیزیولوژیک لوبیا چشم بلبلی (*Vigna unguiculata* L.) تحت تنش کم آبی در زمان غلاف‌بندی. مجله علوم کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، شماره ۱۳، صفحات ۲۹-۱۵.

عبدالرحمنی،ب.، ک.قاسمی گلعذانی، م.ولی‌زاده، و.فیضی اصل و ع.توکلی. ۱۳۸۸. اثر پرایمینگ بذر بر قدرت رویش و عملکرد دانه جو رقم آبیدر در شرایط دیم. مجله علوم زراعی ایران، شماره ۱۱، جلد ۴، صفحات ۳۵۲-۳۳۷.

نجفی‌پر،ع.، ع.عیوضی، ف.حبیبی، ا.ه.پوریوسف، و م.طاهر. ۱۳۸۷. پرایمینگ بذر و اثر آن بر القای تحمل به تنش خشکی در ارقام گندم. مجله پژوهش در علوم زراعی، سال ۱، شماره ۲، صفحات ۹۲-۸۱.

Afzal,A.S., M.A.Barsa, N.Ahmad and E.A.Warraich. 2002. Effect of priming and grow regulator treatment on emergence and seedling growth of hybrid Mayze (*Zea mays* L.). International Journal of Agriculture Biology, 4: 303-306.

Alscher,R.G., N.Erturk, and L.S.Heat. 2002. Role of superoxide dismutases (SODs) in controlling oxidative stress in plants. Journal Experimental Botany, 53: 1331-1341.

Ashraf,M., and M.R.Foolad. 2005. Pre-sowing seed treatment-a shotgun approach to improve germination growth and crop yield under saline and none-saline conditions. Advance in Agronomy, 88: 223-271.

Archive of SID
www.SID.ir

Bort,J., J.L.Araus, H.Hazzam, S.Grando, and S.Ceccarelli. 1998. Relationships between early vigor, grain yield, leaf structure and stable isotope composition in field grown barley. Plant Physiology and Biochemistry, 36: 889-897.

Bradford,M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 72: 248-254.

Cakmak,I., and W.Horst. 1991. Effect of aluminium on lipid peroxidation, superoxide dismutase, catalase and peroxidase activities in root tip of soybean (*Gycine max*). Plant Physiology, 83: 463-468.

Capron,I., F.F.Corbineau, C.Dacher Job, D.Come, and D.Job. 2000. Sugar beet seed priming: Effects of priming conditions on germination, solubilization of 1 I-S globulin and accumulation of LEA proteins. Seed Science Research. 10: 243-254.

Chivasa,W., D.Harris, C.Chiduza, and P.Nymudeza. 1998. Agronomic practices, major crops and farmers perceptions of the importance of good stand stablishment in musikavanhu. Journal of Applied Science. 4(2): 109-125.

Duman,I. 2006. Effect of seed priming with PEG and K_3Po_4 on germination and seedling growth in lettuce. Pakistan Journal of Biological Sciences, 9(5): 923-928.

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

Farooq,M., S.M.A.Basra and U.R.Hafeez. 2006. Seed priming enhances emergence, yield and quality of direct-seeded rice. Crop Management of Physiology, 3: 42-44.

Farooq,M., S.M.A.Basra, I.Afzal, and A.Khaliq. 2006. Optimization of hydropriming techniques for rice seed invigoration. Seed Science and Technology, 34: 507–512.

Finnerty,T.L., J.M.Zajick, and M.A.Hussery. 1992. Use of seed priming to by pass stratification reguirements of three aquilegia species. Horticultural Science, 27: 310-313.

Fischer,R.A., D.Rees, K.D.Sayre, Z.M.Lu, A.G.Candon, and A.L.Saavedra. 1998. Wheat yield progress associated with higher stomatal conductance and photosynthetic rate, and cooler canopies. Crop Sciences, 38: 1467-1475.

Fu,J.R., X.H.Lu, R.Z.Chen, B.Z.Zhang, Z.S.Liu, Z.S.Li, and D.Y.Cai. 1988. Osmoconditioning of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds with PEG to improve vigour and some biochemical activities. Seed Science and Technology. 16: 197-212.

Ghanati,F., A.Morita, and H.Yokota. 2002. Induction of suberin and increase of liginin content by exess Bor in Tabacco cell. Soil Science and Plant Nutrition, 48: 357-364.

Guan,Y., J.Hu, X.Wang, and Ch. Shao. 2009. Seed priming with chitosan improves maize germination and seedling growth in relation to physiological changes under low temperature stress. Journal of Zhejiang University Science B, 10(6):427-433.

Archive of SID

www.SID.ir

Harris,D. 2004. On- farm seed priming reduces risk and increases yield in tropical crops. Seed Science and Technology, 23: 17-26.

Harris,D. 2006. Development and testing of 'on-farm' seed priming. Advance in Agronomy, 90: 129-178 .

Harris,D., A.Joshi, P.A.Khan, P.Gothkar, and P.S.Sodhi. 1999. On-farm seed priming in semi-arid agriculture: development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods. Experimental Agriculture, 35:15-29.

Harris,D., J.K.R.Kumar, and J.Kumar. 2001. On- farm seed priming. Agriculture Research, 44: 3-14.

Jie,L., L.Gong She, O.Dong Mei, L.Fang Fang, and W.En Hua. 2002. Effect of PEG on germination and active oxygen metabolism in wildrye (Leymu.7 chinensis) seeds. Acta Prataculturae Sinica, 11: 59-64.

Kahlon,P.S., H.S.Dhaliwal, S.K.Sharma, and A.S.Randawa. 1992. Effect pre-sowing seed soaking on yield of wheat (*Triticum aestivum*) under late sown irrigated conditions. Indian Journal of Agriculture Science, 62: 276-277.

Kathiresan,K., V.Kalyani, and J.L.Gnanarethinam. 1984. Effect of seed treatments on field emergence, early growth and some physiological processes of Sunflower *Halianthus annuus* L. Field Crops Research, 9: 215–217.

Kaur,S., A.K.Gupta, and N.Kaur. 2005. Seed priming increase crop yield possibly by modulating enzymes of sucrose metabolism in chick pea. Journal of Agronomy and Crop Science, 191: 81-86.

Khan,A., H.Miura, J.prusinki, and S.Liyar. 1999. Matrico condition of seeds to improve emergence. International symposium on stand establishment for Horticultural crops, Minnesota, April 4-6, pp, 29-40.

Kibinza,S., J.Bazin, Ch.Bailly, J.M.Farrant, F.Corbineau, and H.El-Maarouf-Bouteau. 2011. Catalase is a key enzyme in seed recovery from ageing during priming. Plant Science, 181: 309-315.

Mumtaz Khan,M., M.Qasim, M.Javid Iqbal, A.Naeem, and M.Abbas. 2003. Effect of seed humidification on germinability, vigor and lrakage in Cockscomb (*Celosia avgentea*. Var. cristata L. International Journal of Agriculture and Biology, 5: 499-503.

Murugu,F.S., C.Chiduza, P.Nyamugafata, L.J.Clark, W.R. Whalley, and W.Finch-Savage. 2004. Effects of on-farm seed priming on consecutive daily sowing occasions on the emergence and growth of maize in semi-arid Zembabwe. Field Crops Research, Available online, 7 April 2004.

Murugu,F.S., P.Nyamugafata, C.Chiduza, L.J.Clark, and W.R.Whalley. 2003. Effects of seed priming, aggregate size and matric potential on emergence of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and maize (*Zea mays* L.). Soil and Tillage Research, 74: 161-168.

Nagar,R.P., M.Dadlani, and S.P.Sharama. 1998. Effect of hydropriming on field emergence and crop growth of maize genotypes. Seed Research, 26: 1-5.

Archive of SID

www.SID.ir

Nascimento,W.M. 2003. Muskmelon seed germination and seedling development in response to seed priming. Scientia Agricola, 60: 71-75.

Pill,W.G., and A.D.Necker. 2001. The effect of seed treatment on germination and establishment of kentuky blu grass (*Poa Pratenis* L.). Journal of Agronomy, 158: 1187-1195.

Rafiq,S., T.Iqbal, A.Hameed, Z.A.Rafiqi, and N.Rafiq. 2006. Morphobiochemical analysis of salinity stress response of wheat. Pakistan Journal Botany, 38(5): 1759-1767.

Roy,N.K., and A.K.Srivastava. 2000. Adverse effect of salt stress conditions on chlorophyll content in wheat (*Triticum aestivum* L.) leaves and its amelioration through pre-soaking treatments. Indian Journal of Agriculture Science, 70: 777-778.

Savage,W.E.F., K.C.Dent, and L.J.Clark. 2004. Soak condition and temperature following sowing influence the response of Maize (*Zea Mais* L.). Field Crops Research, 90: 361-374.

Varier,A., A.Kuriakose Vari, and M.Dadlani. 2010. The sub cellular basis of seed priming. Current Science. 99(4, 25): 450-456.

Wang,H., R.L.Liu, and J.Y.Jin. 2009. Effects of zinc and soil moisture on photosynthetic rateand chlorophyll fluorescence parameters of maize. Biologia Plantarum, 53 (1): 191-194.

Archive of SID

www.SID.ir