نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۵، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۲، ص. ۴۹۱-۴۸۳

Agroecology
Vol. 5, No. 4, Winter 2014, p. 483-491

اثر دما و عمق آب بر خصوصیات جوانه‌زنی ارقام مختلف برنج (*Oryza sativa* L.) و سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.) در شرایط آزمایشگاه

متین حقیقی خواه[1*]، محمد خواجه حسینی[2] و محمد بنایان اول[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۰٤/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۰۸/۰۸

چکیده

واکنش جوانه‌زنی گیاهان زراعی به شرایط مختلف محیطی یکی از مهمترین عوامل تعیین‌کننده قابلیت این گیاهان در رقابت با علف‌های‌هرز می‌باشد. به منظور بررسی تأثیر عمق آب و دماهای مختلف بر خصوصیات جوانه زنی ارقام مختلف برنج (*Oryza sativa* L.) و علف هرز سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.) مطالعه‌ای به صورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار در آزمایشگاه بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۸۸ انجام گرفت. عوامل مورد مطالعه شامل عمق آب (شاهد، ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ سانتی‌متر) و دما (۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد) و ارقام برنج خزر، هاشمی، دمسیاه و نیز علف‌هرز سوروف بود. براساس نتایج حاصله بهترین واکنش در خصوصیات مربوط به جوانه‌زنی هر سه رقم برنج و سورف به دما در تیمار۳۰ درجه سانتی‌گراد بدست آمد، روند واکنش به دما دارای یک روند صعودی از دمای۱۰ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد بود ولی با افزایش دما به بیش از این میزان روند نزولی به خود گرفت. افزایش عمق آب باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی تمام ارقام مورد استفاده شد، ولی مقاومت ارقام برنج به افزایش عمق آب بیش از علف‌هرز سوروف بود.

واژه‌های کلیدی: اکسیژن، رقابت، درجه‌حرارت، علف‌هرز

مقدمه

برنج (*Oryza sativa* L.) یکی از گیاهان مهم تیره گندمیان و غذای اصلی بیش از یک سوم جمعیت دنیاست. به نظر می‌رسد که مبداء اولیه برنج، آسیا بوده است (Chabra et al., 2006). تولید برنج در دنیا از ۶۱۰ میلیون تن در سال ۱۹۹۹ به ۶۸۵ میلیون تن در سال ۲۰۰۸ رسیده است و تولید برنج در ایران از ۲/۳ میلیون تن در سال ۱۹۹۹ به ۳/۵ میلیون تن در سال ۲۰۰۸ رسیده است (FAO, 2005) که حدود ۷۰ درصد آن در استان‌های شمالی کشور تولید می‌شود.با توجه به رشد روز افزون جمعیت و افزایش نیازهای غذایی و محدودیت برای افزایش سطح زیر کشت برنج باید درصدد افزایش عملکرد در واحد سطح بود. یکی از عوامل کاهش عملکرد برنج خسارت ناشی از حضور علف‌های‌هرز در شالیزار است کاهش عملکرد برنج در اثر رقابت با علف‌های‌هرز حدود ۲۵ درصد برآورد شده است (Lindquist &Kropff, 1996). سوروف (*Echinichloa crus-galli* L.) یکی از ده علف‌هرز خطرناک دنیا می‌باشد که به دلیل شباهت مورفولوژیکی و فیزیولوژیکیا برنج مهمترین علف‌هرز آن در دنیا محسوب می‌شود (Gibson et al., 2003). ارتفاع زیاد آن نیز باعث شده رقیبی قوی برای جذب نور باشد، به‌طوری‌که بیشترین رشد و نمو خود را در نور کامل داشته و به سایه حساس می‌باشد به این جهت یکی از روش‌های زراعی مؤثر در مدیریت آن توسعه سریع کانوپی برنج و افزایش سرعت سایه‌اندازی روی آن می‌باشد (Holm, 1969).

به دلیل نقش بذر در استقرار سریع گیاه، فرآیند جوانه‌زنی بذر به‌عنوان یک عامل کلیدی در کشاورزی اهمیت خود را حفظ کرده است (Copeland & McDonald, 2001). جوانه‌زنی بذر مرحله‌ای بحرانی در طی مراحل زندگی گیاه برای بقاء گونه‌ها به شمار می‌رود (Huang et al., 2003). همچنین زمان جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی از مفاهیم مهم اکولوژیکی بوده و می‌توانند در بقاء گیاهچه و بلوغ آن تأثیر بسزایی داشته باشند (Xiao et al., 2010). جوانه‌زنی سریع‌تر گیاهان زراعی در ابتدای فصل رشد توانایی رقابت آن‌ها را با علف‌های هرز

۱، ۲ و۳- به ترتیب دانشجوی دکتری، استادیار و دانشیار گروه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: m_haghighi_646@yahoo.com)

افزایش می‌دهد. مطالعات نشان داده است که بذر ارقامی از گندم بهاره (*Triticumae stivum* L.) که توانایی جوانه‌زنی در دمای کمتر را دارند گیاهانی با قدرت رقابت بالاتر تولید می‌کنند نسبت به ارقامی که نیاز به دمای بیشتری برای شروع جوانه‌زنی دارند (Seefeldt et al., 2002). در دمای مطلوب بیشترین جوانه‌زنی در کوتاه‌ترین زمان ممکن اتفاق می‌افتد (Copeland & McDonald, 2001). دمای مطلوب جوانه‌زنی در گونه‌های مختلف، متفاوت است. آفتابگردان (*Hellianthus annuus* L.) در گستره‌ی دمایی ۵ تا ۴۰ درجه سانتی‌گراد جوانه می‌زند که ۲۵ درجه سانتی‌گراد مناسب‌ترین دما جهت جوانه‌زنی سریع‌تر این گیاه می‌باشد، با افزایش دما به بیش از ۴۰ درجه سانتی‌گراد پوشش بذر و پریکارپ مانع از جوانه‌زنی می‌شوند (Gay et al., 2003). سرعت رشد گیاهچه‌های جو (*Hordeum vulgar* L.) با افزایش دمای جوانه‌زنی از ۱۵ به ۲۵ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت (Sung et al., 2005). گزارش شده که گیاه تاغ (*Haloxylon ammodendron* Bunge.) در ۱۰ درجه‌سانتی‌گراد بهترین جوانه‌زنی را داشت و با افزایش دما به ۳۰ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی کاهش یافت (Huang et al., 2003). دمای پایین سبب تأخیر در جوانه‌زدن بذر برنج شده و موجب تولید گیاهچه‌های ضعیف و یا حتی باعث از بین رفتن آنها می‌شود و در نهایت، قدرت رقابت گیاه با علف‌هرز کمتر شده و در نتیجه عملکرد کاهش می‌یابد. بهترین دما جهت جوانه‌زنی برنج ۲۵ تا ۳۵ درجه‌سانتی‌گراد گزارش شده است (Jiang et al., 2006).

آب یک نیاز اساسی برای جوانه‌زنی است و جهت فعالیت آنزیم‌ها، تجزیه، انتقال و استفاده از مواد ذخیره‌ای لازماسترطوبت مازاد یا حالت غرقاب جوانه‌زنی بذر چغندرقند (*Beta vulgaris* L.) و ذرت (*Zea mays* L.) را به تأخیر می‌اندازد (Copeland & McDonald, 2001). حال آن‌که بر طبق تحقیقات جوانه‌زنیبارهنگ آبی (*Plantago major* L.) در عمق ۱ و ۱۲ سانتی‌متر آب بهتر از شاهد بود (Xiao et al., 2010).

برنج نیز گیاهی است که قادر به جوانه زنی در شرایط غرقاب می باشد. بنابراین مدیریت سطح آب در مزارع برنج یکی از موفق‌ترین روش‌های کنترل علف‌هرز است که توسط کشاورزان استفاده می‌شود. سن و همکاران (Sen et al., 2002) گزارش دادند که افزایش سطح آب به مقدار ۵ تا ۷ سانتی‌متر در مزارع برنج در کالیفرنیا از رشد علف های هرز مهم جلوگیری می‌کند. ایجاد شرایط غرقابی در مزرعه به عمق ۱۰ سانتی‌متر مانع از جوانه‌زنی بذر بسیاری از علف‌های هرز شده و گیاهچه‌های علف‌های هرز را نیز از بین می‌برد (Sen et al., 2002). میزان تنفس در طی جوانه‌زنی به سرعت افزایش می‌یابد و از آنجا که تنفس یک فرایند اکسیداسیونی می‌باشد، بنابراین بایستی اکسیژن کافی جهت این فرآیند مهیا باشد (Copeland & McDonald, 2001). با کاهش غلظت اکسیژن به پایین‌تر از میزان موجود در هوا جوانه‌زنی بذرهای ذرت کاهش یافت (Van Toai, 1988). بر طبق گزارشات حداکثر جوانه‌زنی بذر گونه‌هایی نظیر سورگوم (*Sorghum bicolor* L.)، ذرت و سویا (*Glycine max* L.) زمانی به وقوع می‌پیوندد که غلظت اکسیژن به مقدار موجود در هوا نزدیک باشد (Al-Ani et al., 1985). اگرچه در این زمینه استثناهایی وجود دارد. سوروف (*Echinochloa crus-galli* L.) گیاهی است که تا حدی به غرقاب مقاوم است، اما برنج در رقابت با سوروف به شرایط غرقاب مقاومت بیشتری نشان می‌دهد. لذا در عمق‌های زیاد آب، برنج قادر به جوانه‌زنی می‌باشد، در حالی‌که جوانه‌زنی سوروف کاهش می یابد (Sen et al., 2002). ارقام متعددی از برنج از جمله خزر، هاشمی و دمسیاه در سطح استان گیلان و مازندارن کشت می‌شوند. رقم خزر یکی از ارقام اصلاح شده است که از طریق دورگ‌گیری بین رقم TNAU 7456 و یکی از لاین‌های خواهری IR36 به نام IR2071-625-1-52 بدست آمد. رقم خزر به‌طور میانگین نه پنجه‌بارور تولید می‌کند و ارتفاع بوته در آن تا ۱۲۰ سانتی‌متر می‌رسد. تعداد روزهای تا ۵۰ درصد گلدهی در این رقم ۱۰۷ روز است. وزن هزار دانه ۲۵ گرم و عملکردی حدود ۴/۲ تن در هکتار دارد و بنابراین، از ارقام پرمحصول محسوب می‌شود. هاشمی یکی از ارقام بومی است که بعد از رقم خزر بیشترین سطح کشت را در ایران دارا می‌باشد. توانایی تولید ۱۱ پنجه بارور را دارد و ارتفاع آن تا ۱۴۰ سانتی‌متر می‌رسد. تعداد روزهای تا۵۰ درصد گلدهی در این رقم ۹۲ روز است و در رده ارقام متوسط رس می‌باشد وزن هزار دانه آن بطور متوسط ۲۵ گرم و دارای عملکردی معادل ۳/۵ تن در هکتار می‌باشد. دمسیاه نیز یکی از ارقام بومی ایران است و نه تنها در ایران، بلکه در جهان نیز یکی از با کیفیت‌ترین ارقام است، ولی به دلیل مشکلاتی از قبیل حساسیت به ورس این رقم سطح زیر کشت آن پایین است. تعداد پنجه بارور آن ۱۶ عدد و ارتفاع آن تا ۱۵۰ سانتی‌متر می‌رسد، بنابراین، جز ارقام پابلند می‌باشد. تعداد روزهای تا ۵۰ درصد گلدهی در این رقم ۹۵ روز است. وزن هزار دانه‌ی دمسیاه ۲۳ گرم است و عملکرد آن در حدود ۳/۵ تن در هکتار می‌باشد. ارقام مذکور هرکدام بدلیل ویژگی‌های خاص خود احتمالاً قدرت رقابتی متفاوتی با علف‌های هرز از جمله سوروف را در مراحل مختلف رشدی از جمله رشد اولیه نشاء دارا می‌باشند و بنابراین، هدف از این مطالعه بررسی تفاوت اثر عمق آب و دمای محیط بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد اولیه نشاء سه رقم برنج و نیز یک توده‌ی بذری سوروف در شرایط آزمایشگاهی بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش جهت بررسی توانایی جوانه‌زنی بذور برنج در اعماق مختلف آب و در دماهای مختلف در آزمایشگاه بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۸۸ اجرا شد. نمونه‌های بذری مورد

مطالعه عبارت بودند از سه رقم برنج شامل خزر، دمسیاه و هاشمی تولید سال ۱۳۸۷ در شهرستان لشت‌نشاء واقع در استان گیلان و بذر علف‌هرز سوروف که از همان مزارع جمع‌آوری شده بودند. طرح آماری مورد استفاده فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی و در چهار تکرار بود. تیمارهای اعمال شده به ترتیب شامل: دما در هفت سطح (۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۳۵ و ۴۰ درجه سانتی‌گراد)، عمق آب در شش سطح (۰، ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ سانتی‌متر) و شامل ارقام برنج و علف‌هرز سوروف در چهار سطح (سوروف، خزر، دمسیاه و هاشمی) بودند. برای انجام آزمایش از ظروف استوانه‌ای با ارتفاع ۱۲ سانتی‌متر و قطر ۴/۵ سانتی‌متر استفاده شد. برای بررسی اثر هر تیمار، چهار تکرار هر یک شامل ۲۵ بذر در نظر گرفته شد. بذور برنج ابتدا به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر خیسانده شدند و سپس به مدت ۲۴ ساعت در هوای آزمایشگاه قرار داده شدند تا به رطوبت اولیه برسند (ISTA, 2008). پس از آن درون استوانه‌ای گذاشته شدند. سپس با اضافه نمودن آب مقطر به ظروف حاوی بذر عمق آب در تیمارهای مختلف تنظیم شد. در تیمار شاهد بذور فقط مرطوب بودند. در بذور سوروف ابتدا برای شکستن خواب بذر از اسیدسولفوریک استفاده شد. پس از هشت دقیقه بذور تیمار شده با اسیدسولفوریک (Haghighi Khah et al., 2012) با آب مقطر شستشو شدند تا اثری از اسید بر آنها باقی نماند بقیه‌ی مراحل مانند بذور برنج انجام شد. سپس ظروف مربوط به هر تیمار دمایی در ژرمیناتور با دمای مشخص قرار داده شدند. شمارش بذور جوانه‌زده به صورت روزانه طی ۱۴ روز (برنج) و ۱۰ روز (سوروف) انجام شد. معیار جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه به اندازه‌ی دو میلی‌متر بود. در روز آخر آزمایشگیاهچه‌های نرمال شمارش شدند. گیاهچه‌های سالم و کامل با ریشه‌چه و ساقه‌چه طبیعی با اندازه متناسب و رنگ طبیعی به‌عنوان گیاهچه‌های نرمال در نظر گرفته شدند، طول ساقه‌چه نیز در روز آخر اندازه‌گیری شد و سرعت جوانه‌زنی بر حسب متوسط زمان جوانه‌زنی (MGT[1]) محاسبه شد (KhajeHosseini & Matthewst, 2005).

جهت تجزیه آماری و رسم نمودارها به ترتیب از نرم‌افزارهای SAS ver. 9.1 و Excel استفاده شد (Saber et al., 2013). مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد و بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) انجام شد.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که عوامل دما، عمق و رقم روی درصد جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی و اثرات متقابل بین آنها ($p\leq ۰/۰۱$) اثر معنی‌داری داشت (جدول ۱). براساس نتایج حاصله، با افزایش دما از ۱۰ به ۳۰ درجه سانتی‌گراد میانگین درصد جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی افزایش محسوسی یافت و پس از آن با افزایش دما مقادیر فاکتورهای مورد اشاره کاهش یافت (جدول ۲)، به‌طوری‌که بیشترین درصد و کمترین متوسط زمان جوانه‌زنی در تیمار ۳۰ درجه‌سانتی‌گراد با میانگین‌های ۹۶/۵ درصد و ۲ روز بدست آمد، با این وجود، در ۱۰ درجه‌سانتی‌گراد هیچ گونه‌جوانه‌زنی اتفاق نیفتاد. براساس مطالعات انجام شده بهترین دما جهت جوانه‌زنی برنج دمای ۲۵ تا ۳۵ درجه سانتی‌گراد است (Jiang et al., 2006). آکمن (Akman, 2009) گزارش کرد که افزایش دما از ۳۵ به ۴۱ درجه - سانتی‌گراد جوانه‌زنی برنج را کاهش داد. به نظر می‌رسد که افزایش دما به بیشتر از محدوده ۳۰ درجه سانتی‌گراد باعث ایجاد تغییر در ماهیت و مکانیسم عمل آنزیم‌های مورد نیاز جهت جوانه‌زنی شده باشد.

افزایش عمق آب تأثیر شدیدی بر درصد جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی نداشت، به‌طوری‌که بالاترین درصد جوانه‌زنی با میانگین ۷۹/۴ مربوط به تیمار شاهد و پایین‌ترین آن با میانگین ۷۰/۷۵ مربوط به تیمار عمق آب۱۰ سانتی‌متر بود (جدول ۲). حالت غرقابی بر رشد، متابولیسم، جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه اثر منفی دارد و این امر به دلیل محدودیت انتشار گازها در فاز آبی می‌باشد (Ito et al., 1999). سن و همکاران (Sen et al., 2002) گزارش دادند که با افزایش عمق آب از صفر به ۸ سانتی‌متر تراکم علف‌های‌هرز باریک‌برگ به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در عمق ۰ و ۲ سانتی‌متر آب بذور برنج صد در صد جوانه زدند، در حالی که با افزایش عمق آب در حد ۶ تا ۸ سانتی‌متر درصد جوانه‌زنی به ۷۰ در صد کاهش یافت (Sen et al., 2002).

در بین ارقام برنج بالاترین درصد جوانه‌زنی با میانگین۸۱/۵۲ درصد مربوط به رقم هاشمی و پایین‌ترین آن مربوط به رقم خزر با میانگین ۶۸/۵ درصد بود. درصد جوانه‌زنی بذور علف‌هرز سوروف از درصد جوانه‌زنی هر سه رقم برنج مورد مطالعه کمتر و مقدار آن ۶۷/۲۱ درصد بود (جدول ۲). بررسی نتایج اثرات متقابل بین تیمارهای دما و عمق آب بر درصد جوانه زنی نشان داد، در دماهای کمتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد با افزایش عمق آب درصد جوانه‌زنی کاهش یافت (شکل ۱)، حال آن‌که با افزایش دما به بیش از۳۰ درجه سانتی‌گراد افزایش عمق آب سبب بهبود در جوانه‌زنی بذور شد. بیشترین درصد جوانه‌زنی در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و عمق صفر (۹۹ درصد) بدست آمد. انجلینی و همکاران (Angelini et al., 1998) گزارش کردند که افزایش دما از۸ به۲۰ تا۳۰ درجه سانتی‌گراد متوسط زمان جوانه‌زنی گیاه کنف (*Hibiscus cannabinus* L.) را از ۱۴ به ۶ روز کاهش می‌دهد. به نظر می‌رسد که با افزایش بیش از حد دما مواد مترشحه از بذر افزایش می‌یابند که این مواد خود سبب جلوگیری از جوانه‌زنی بذور می‌شوند، در این حالت افزایش عمق آب

1- Mean germination time

سبب کاهش غلظت این مواد شده و در نتیجه جوانه‌زنی بهبود می‌یابد. بررسی اثرات متقابل بین رقم و دما نشان می‌دهد که هر سه رقم برنج مورد مطالعه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به حداکثر جوانه‌زنی خود رسیده‌اند. حال آن‌که جوانه‌زنی سوروف در ۳۰ درجه سانتی‌گراد به حداکثر میزان خود رسید (شکل ۲). بنابراین، سوروف دیرتر از ارقام برنج مورد مطالعه به دمای مطلوب خود برای جوانه‌زنی می‌رسد و این می‌تواند فرصتی برای جوانه‌زنی و استقرار سریع‌تر نشاءهای برنج نسبت به سوروف ایجاد کند.

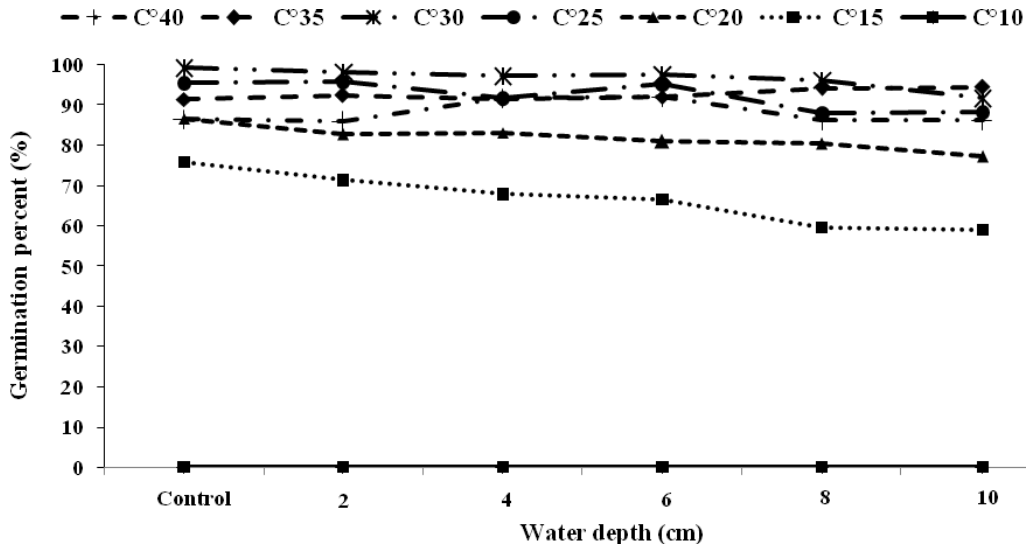
جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خصوصیات جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای برنج و سوروف

Table 1- analysis of Variance of germination and seedling characteristics of rice and barnyard grass

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	متوسط زمان جوانه‌زنی Mean germination time	درصد گیاهچه‌های نرمال Normal seedling	طول گیاهچه Seedling length
دما (A) Temperature (A)	6	111312**	810**	91313**	64817**
عمق آب (B) Water depth (B)	5	5091**	0.65**	332**	2394**
رقم (C) Variety (C)	3	8515**	11**	22319**	4625**
A×B	30	141**	0.95**	386**	841**
A×C	18	1013**	4.07**	1428**	1103**
B×C	15	351**	0.67**	215**	728*
A×B×C	90	258	0.33**	514**	474*
اشتباه آزمایشی Experimental error	504	47.19	0.17	76.8	364

** و *: به ترتیب به معنای تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد

** and *: are significant at 1 and 5 % probability levels



شکل۱- اثر متقابل بین عمق آب و دما بر درصد جوانه‌زنی

Fig. 1- Interaction effect between water depth and temperature on the germination percentage

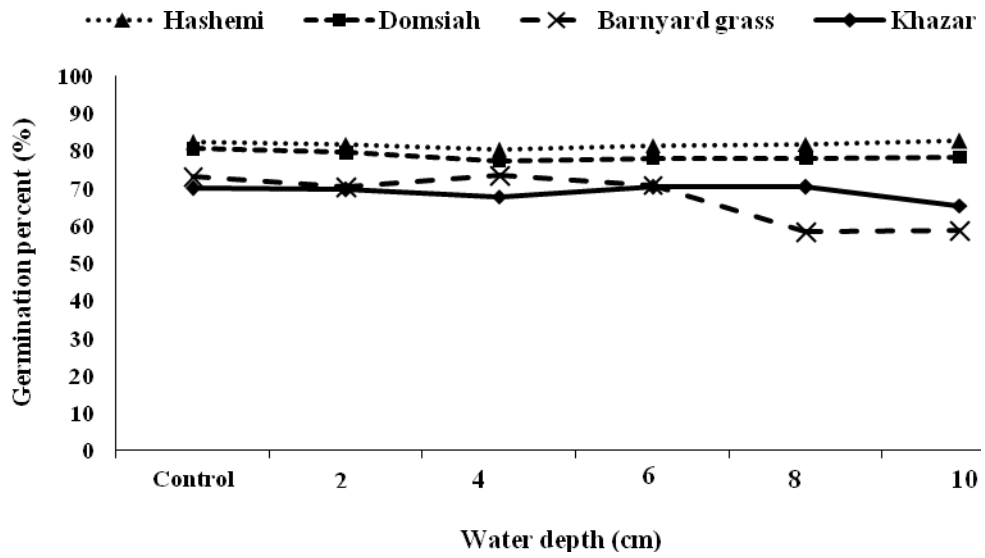
جدول ۲- مقایسات میانگین اثرات اصلی تیمارهای مختلف دمایی و عمق آب بر صفات جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای برنج و سوروف

Table 2- Mean comparison of the effects of different treatments of temperature and water depth on germination and seedling characteristics of rice and barnyard grass

طول گیاهچه (میلی‌متر) Seedling length (mm)	درصد گیاهچه‌های نرمال Normal seedling	متوسط زمان جوانه‌زنی (روز) Mean germination time (day)	درصد جوانه‌زنی Germination (%)	تیمار Treatment	
0^{e}	0^{g}	0^{e}	0^{f}	10	
6.33^{d}	42.95^{f}	9.55^{a}	66.58^{e}	15	دما
28.95^{b}	66.79^{d}	4.84^{b}	81.91^{d}	20	(درجه سانتی‌گراد)
66.52^{a}	82.79^{b}	4.03^{c}	92.16^{b}	25	Temperature
67.73^{a}	89.16^{a}	2.98^{d}	96.45^{a}	30	(°C)
29.84^{b}	79.79^{c}	3^{d}	92.37^{b}	35	
16.42^{c}	63.5^{e}	2.95^{d}	87.83^{c}	40	
30.87^{b}	60.89^{ab}	3.81^{c}	79.35^{a}	0	
30.73^{b}	57.82^{c}	3.95^{ab}	74.92^{a}	2	عمق آب
25.14^{c}	59.67^{bc}	3.92^{ab}	74.6^{a}	4	(سانتی‌متر)
25.11^{c}	61.39^{ab}	4.02^{a}	74.92^{a}	6	Water depth
31.41^{b}	62.57^{a}	3.87^{bc}	71.85^{b}	8	(cm)
37.51^{a}	61.92^{ab}	3.85^{bc}	70.75^{b}	10	
23.37^{c}	49.78^{c}	4.26^{a}	68.5^{c}	Khazar خزر	رقم
34.72^{a}	69.83^{a}	3.87^{b}	78.38^{b}	Domsiah دمسیاه	Cultivar
33.8^{a}	71.47^{a}	3.65^{c}	81.52^{a}	Hashemi هاشمی	
28.56^{b}	51.76^{b}	3.83^{b}	67.21^{c}	Barnyard grass سوروف	

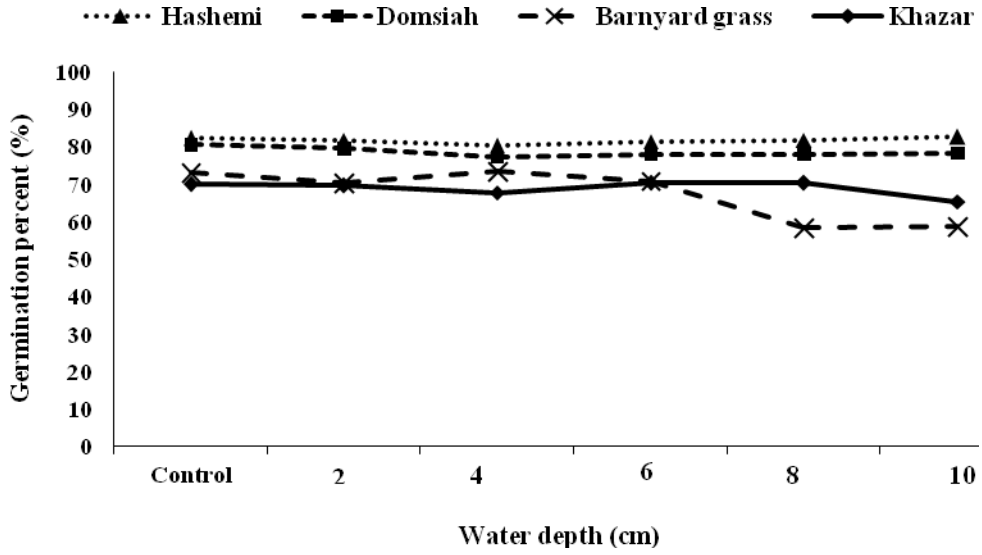
*در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون LSDتفاوت معنی‌دارندارند(P≤۰/۰۵).

*Means within a column followed by the same letter are not significantly different based on LSD test ($p \leq 0.05$).



شکل ۲- اثر متقابل بین رقم و دما بر درصد جوانه‌زنی

Fig. 2- Interaction effect between temperature and cultivar on the germination percentage



شکل ۳- اثر متقابل رقم و عمق آب بر درصد جوانه‌زنی برنج

Fig. 3- Interaction effect between cultivar and water depth on the germination percentage of rice

بررسی اثرات موجود بین رقم و عمق آب نشان داد که درصد جوانه زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی علف هرز سوروف حساسیت بالاتری نسبت به افزایش عمق آب دارد، افزایش عمق آب در دو رقم هاشمی و دمسیاه درصد جوانه‌زنی را تغییر نداد، ولی در رقم خزر افزایش عمق آب به بالاتر از هشت سانتی‌متر درصد جوانه‌زنی را کاهش داد (شکل ۳). حال آن‌که افزایش عمق آب به بیش از شش سانتی‌متر جوانه‌زنی را کاهش داد و در هشت سانتی‌متر کاهش بیشتری یافت و در عمق ۱۰ سانتی‌متر آب، درصد جوانه‌زنی مشابه عمق هشت سانتی‌متر بود. بنابراین به نظر می‌رسد که برای کنترل سوروف توسط افزایش عمق آب می‌توان عمق هشت سانتی‌متر را برای هر سه رقم برنج پیشنهاد نمود.

درصد گیاهچه‌های نرمال و طول ساقه‌چه

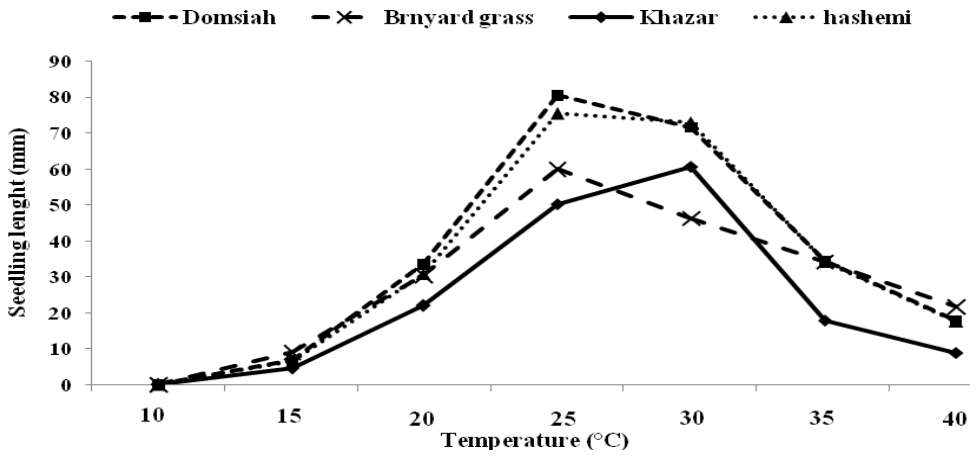
بررسی نتایج تجزیه واریانس نشان از تأثیر معنی‌دار فاکتورهای

دما و عمق و رقم و اثرات متقابل آنها بر درصد گیاهچه‌ی نرمال و طول‌ساقه‌چه داشت (جدول ۱). درصد گیاهچه‌های نرمال با افزایش دما تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد افزایش یافت، پس از آن با افزایش بیشتر دما تا حد ۴۰ درجه سانتی‌گراد درصد گیاهچه‌های نرمال کاهش یافت، به‌طوری‌که بالاترین درصد گیاهچه‌ی طبیعی و طول ساقه‌چه با میانگین‌های ۸۹ درصد و ۶۷ میلی‌متر در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و پایین‌ترین درصد گیاهچه‌ی نرمال و طول ساقه‌چه در تیمارهای دمایی ۴۰ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد بدست آمد (جدول ۲). دمای کم موجب کاهش سرعت جوانه‌زنی و افزایش گیاهچه‌های غیر نرمال در گیاه ذرت می‌شود (Khajeh Hosseini et al., 2009). به نظر می‌رسد که در دمای بالا پروتئین‌های ضروری برای جوانه‌زنی تغییر می‌یابند و این باعث تاخیر در جوانه‌زنی و تولید گیاهچه‌های غیر طبیعی می‌شود. مطالعات نشان داده‌اند که افزایش دما از ۳۵ به ۴۱ درجه سانتی‌گراد مانع از طویل شدن ساقه‌چه و ریشه‌چه در برنج و ذرت شد (Akman., 2009). به نظر می‌رسد کاهش طول ساقه‌چه و ریشه‌چه به دلیل کاهش هورمون‌های تحریک‌کننده و افزایش ترکیبات بازدارنده در دمای بالا می‌باشد (Kabar & Baltep, 1987). بالاترین و پایین‌ترین میانگین درصد نشاءهای طبیعی به ترتیب با ۷۸ و ۴۹ مربوط به ارقام هاشمی و دمسیاه بود (جدول ۲).

بررسی روند تغییرات اثرات متقابل بین تیمارهای دما و رقم مورد استفاده بر درصد گیاهچه‌های نرمال و طول ساقه‌چه نشان داد، تمام ارقام برنج و نیز سوروف در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد بالاترین درصد گیاهچه‌های نرمال و نیز طول ساقه‌چه را دارا بودند (شکل‌های ۴ و ۵). هرچند طول گیاهچه در رقم خزر کمتر از دو رقم دیگر بود که شاید بتوان این را دلیلی بر تحمل کمتر افزایش عمق آب در این رقم دانست که به نظر می‌رسد ناشی از کوتاه بودن طول ساقه آن باشد. هر چند عمق آب تأثیر چندانی بر میانگین زمان جوانه‌زنی نداشت، افزایش عمق آب تأثیر شدیدی بر کاهش درصد گیاهچه‌های نرمال سوروف داشت و حساسیت به عمق آب در ارقام برنج به‌صورت محسوسی کمتر از سوروف بود (شکل ۶). با افزایش عمق آب مقدار اکسیژن کاهش می‌یابد. گیاه بالغ به دلیل دارا بودن سیستم تهویه‌ای توسعه یافته (آئرانشیم) به شرایط غرقاب مقاوم است که وجود این بافت در این گیاه منجر به رسیدن هوا به ریشه از طریق برگ و ساقه می‌شود. در مقایسه با گیاه کامل بذر برنج و گیاهچه هنوز فاقد این سیستم توسعه یافته می‌باشند و برای جوانه‌زنی و رشد در شرایط کمبود اکسیژن به انرژی و متابولیک مانند گلوکز و آمینواسید نیاز دارند (Jang et al., 2006).

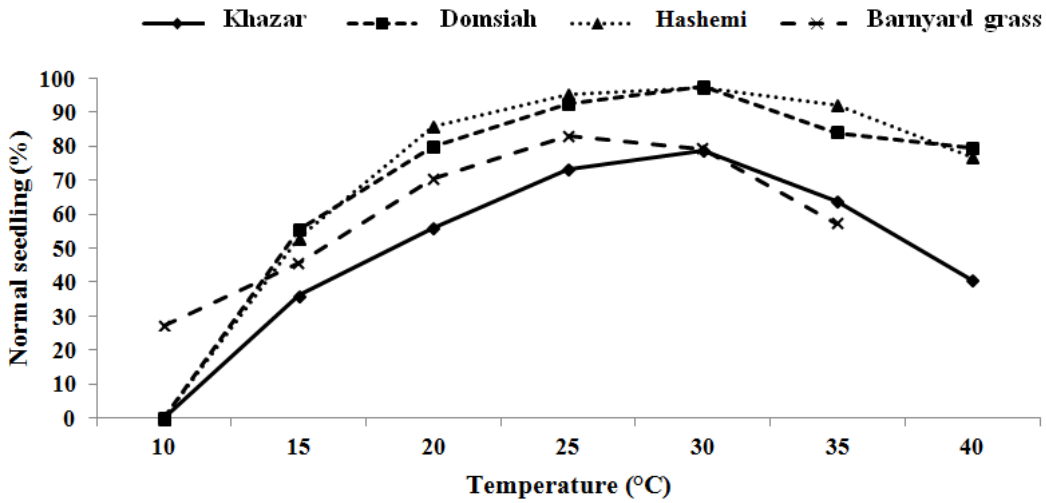
نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج کلی، این آزمایش دما و عمق آب تأثیر مستقیمی بر درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه و درصد گیاهچه‌های نرمال در ارقام مختلف برنج و علف‌هرز سوروف داشت. دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد بهترین تیمار دمایی جهت حصول بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی و درصد گیاهچه نرمال بود. افزایش عمق آب باعث کاهش درصد و افزایش زمان لازم برای جوانه‌زنی تمام ارقام مورد استفاده شد. با این وجود بیشترین طول گیاهچه در عمق ۱۰ سانتی‌متری آب حاصل شد، حساسیت علف‌هرز سوروف به افزایش عمق آب بیش از ارقام مختلف برنج بود.



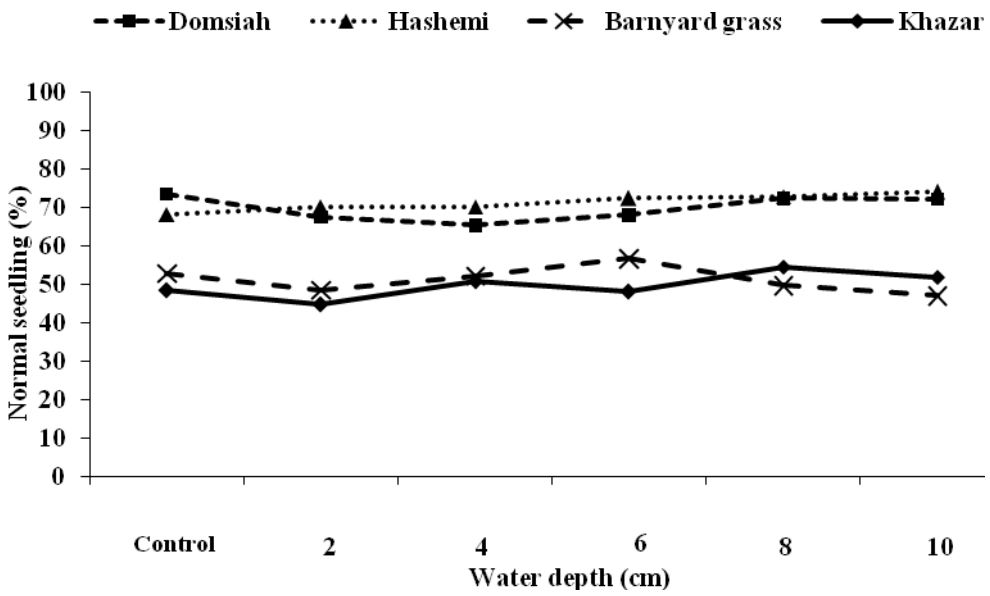
شکل ٤- اثر متقابل بین رقم و دما بر طول گیاهچه برنج

Fig. 4- Interaction effect between cultivar and temperature on the seedling length of rice



شکل ۵- اثرات متقابل بین رقم و دما بر درصد گیاهچه‌های نرمال برنج

Fig. 5- Interaction between cultivar and temperature on the percent of normal seedlings of rice



شکل ٦- اثرات متقابل بین عمق آب و رقم بر درصد گیاهچه‌های نرمال برنج

Fig. 6- Interaction between water depth and cultivar on the percent of normal seedlings of rice

بیشترین درصد جوانه‌زنی بین ارقام برنج مربوط به رقم هاشمی بود. به‌طور کلی، به نظر می‌رسد که افزایش عمق آب در مزرعه باعث کاهش ظهور و جوانه‌زنی علف هرز سوروف در مزرعه برنج می‌شود. تحمل به افزایش عمق آب در ارقام برنج متفاوت بود که به نظر می‌رسد ناشی از ویژگی‌های متفاوت ارقام است. با توجه به عدم تأثیر منفی عمق آب روی جوانه‌زنی ارقام برنج مورد استفاده تا عمق هشت سانتی‌متر و نیز کاهش قابل توجه جوانه‌زنی سوروف در این عمق به نظر می‌رسد که بتوان عمق هشت سانتی‌متر آب را در خزانه‌کاری‌ها برای کنترل علف‌هرز سوروف پیشنهاد نمود.

منابع

1. Akman, Z. 2009. Comparison of high temperature tolerance in maize, rice and sorghum seeds by plant growth regulators. Journal of Animal and Veterinary Advances 8(2): 358-361.
2. Al-Ani, A., Bruzau, F., Raymond, P., Saint-Ges, V., Leblanc, J.M., and Pradet, A. 1985. Germination, respiration and adenylate energy charge of seeds at various oxygen partial pressures. Plant Physiology 79: 885-890.
3. Angelini, L.G., Macchia, M.,Ceccarini, L., and Bonari, E. 1998. Screening of kenaf (*Hibiscus annabinus* L.) genotypes for low temperature requirements during germination and evaluation of feasibility of seed production in Italy. Field Crops Research 59: 73-79.
4. Chabra, D., Kashaninejad, M., and Rafiyee, S. 2006. Study and comparison of waste contents in different rice dryers. Proceeding of the First National Rice Symposium, Amol, Iran. (In Persian)
5. Copeland, L.O., and McDonald, M.B. 2001. Principles of Seed Science and Technology. Kluwer Academic Publishers, Boston, USA.
6. Food and Agriculture Organization (FAO). 2005. The FAO STAT Database. Available at Web site http://faostat.fao.org.
7. Gay, C., Corbineau, F., and Come, D. 2003. Effects of temperature and oxygen on seed germination and seedling growth in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Environmental and Experimental Botany 31: 193-200.
8. Gibson, K.D., Fischer, A.J., Foin, T.C., and Hill, J.E. 2003. Crop traits related to weed suppression in water-seeded rice (*Oryza sativa* L.). Weed Science 51: 87-93.
9. Haghighi Khah, M., Khajeh Hosseini, M., and Bannayan, M. 2012. Effect of different treatment on breaking dormancy of various species of barnyard grass (*Echinochloa crus galli* and *Echinochloa orizy cola*). Protection of Plant 27(2): 255-257. (In PErsian with English summary)
10. Holm, L. 1969. Weed problems in developing countries. Weed Science 17: 113-118.
11. Huang, Z., Zhang, X., Zheng, G., and Gutterman, Y. 2003. Influence of light, temperature, salinity and storage on seed germination of *Haloxylon ammodendron* L. Journal of Arid Environments 55: 453-464.
12. ISTA. 2008. International Rules for Seed Testing, Zurich, Suitzerland.
13. Ito, O., Ella, E., and Kawano, N. 1999. Physiological basis of submergence tolerance in rainfed lowland rice ecosystem. Field Crops Research 64: 75-90.
14. Jiang, L., Liu, S., Hou, M., Tang, J., Chen, L., Zhai, H., and Wan, J. 2006. Analysis of QTLs for seed low temperature germinability and anoxia germinability in rice (*Oryza sativa* L.). Field Crops Research 98: 68-75.
15. Kabar, K., and Baltepe, B. 1987. Alleviation of salinity stress on germination of barley seeds by plant growth regulators. Doga Turkish Journal of Biology 3: 108-117.
16. Khajeh Hosseini, M., Lomholt, A., and Matthews, S. 2009. Mean germination time in the laboratory estimates the relative vigor and field performance of commercial seed lots of maize (*Zea mays* L.). Seed Science and Technology 37: 446-456.
17. Lindquist, J.L., and Kropff M.J. 1996. Applications of an ecophysiologycal model for irrigated rice (*Oriza sativa* L.) and *Echinochloa* competition. Weed Science 44: 52-56.
18. Matthews, S., and Khajeh Hosseini, M. 2005. Mean germination time as an indicator of emergence performance in soil of seed lots of maize (*Zea mays* L.). Seed Science and Technology 34: 339-347.
19. Saber, Z., Pirdashti, H., Esmaeili, M.A., and Abasisan, A. 2013. The effect of plant growth promoting rhizobacteria, nitrogen and phosphorus on relative agronomic efficiency of fertilizers, growth parameters and yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivar N-80-19 in Sari. Agroecology 5(1): 39-49. (In Persian with English Summary)
20. Seefeldt, S.S., Kidwell, K.K., and Waller J.E. 2002. Base growth temperatures, germination rates and growth response of contemporary spring wheat (*Triticumae aestivum* L.) cultivars from the US Pacific Northwest. Field Crops Research 75: 47-52.
21. Sen, L.T.H., Ranamukhaarachchi, S.L., Zoebisch, M.A., Hasan, M.M., and Meskuntavon, W. 2002. Effects of early-inundation and water depth on weed competition and grain yield of rice in the Central Plains of Thailand. Conference on International Agricultural Research for Development.
22. Sung, H.G., Shin, H.T., Ha, J.K., Lai, H.L., Cheng, K.J., and Lee, J.H. 2005. Effect of germination temperature on characteristics of phytase production from barley. Bioresource Technology 96: 1297-1303.
23. Van Toai, T., Fausey, N., and McDonald, M.B. Jr. 1988. Oxygen requirements for germination and growth of flood tolerant corn lines. Crop Science 28: 79-83.
24. Xiao, C., Wang, X., Xia, J., and Liu, G. 2010. The effect of temperature, water level and burial depth on seed germination of *Myriophyllum spicatum* and *Potamogetonm alaianus*. Aquatic Botany 92: 28-32.