

تأثیر هالوپرایمینگ و هیدروپرایمینگ بر جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه ذرت رقم هیبرید

SC704 تحت تنش شوری و خشکی

نسیم مسرت^{۱*}، عطاءالله سیادت^۲، مهران شرفی‌زاده^۳ و بهنام حبیبی‌خانیانی^۴

(۱) دانش‌آموخته‌ی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دزفول، ایران.

(۲) عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دزفول، ایران.

(۳) عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد، دزفول، ایران.

(۴) عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد دزفول، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دزفول، ایران.

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد است.

* نویسنده مسئول: Nasimmasarat@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۱۸

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۸/۱۴

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی عوامل مؤثر بر جوانه‌زنی، رشد و استقرار گیاهچه ذرت رقم هیبرید SC704 تحت شرایط تنش شوری و خشکی و تعیین بهترین تیمار پرایمینگ در شرایط تنش در تابستان ۱۳۸۹ در مرکز تحقیقات کشاورزی صفی‌آباد دزفول اجرا شد. این تحقیق در قالب آزمایش فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار در دو بخش آزمایشگاه و گلدان اجرا گردید. فاکتور اول شامل سه سطح پرایمینگ (شاهد، نیترات پتاسیم و آب مقطر)، فاکتور دوم شامل دو سطح محلول‌های اسمزی (کلرید سدیم و پلی‌اتیلن‌گلیکول) و فاکتور سوم شامل پنج سطح پتانسیل اسمزی (۰، -۰/۳، -۰/۶، -۰/۹ و -۱/۲ - مگاپاسکال) بودند. در این تحقیق برخی از شاخص‌های مرتبط با ویگور بذر از قبیل درصد جوانه‌زنی، طول، وزن تر و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی اندازه‌گیری شدند. نتایج حاکی از تأخیر جوانه‌زنی در هر دو محلول کلرید سدیم و پلی‌اتیلن‌گلیکول بود. درصد جوانه‌زنی و همچنین دیگر شاخص‌های جوانه‌زنی تحت تأثیر تیمار پرایمینگ و شرایط تنش ایجاد شده قرار گرفتند و دارای اختلاف معنی‌دار بودند. در شرایط آزمایشگاه بذور در تمام غلظت‌های محلول کلرید سدیم جوانه زدند، اما در پتانسیل اسمزی -۱/۲ - مگاپاسکال ایجاد شده به وسیله پلی‌اتیلن‌گلیکول جوانه‌زنی مشاهده نشد. پرایمینگ بذر موجب بهبود جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها تحت تنش‌های شوری و خشکی شد. با توجه به نتایج مشاهده شده، در شرایط آزمایشگاه، تیمار هالوپرایمینگ و در گلخانه تیمار هیدروپرایمینگ، بهترین و مؤثرترین تیمار بود.

واژه‌های کلیدی: هالوپرایمینگ، هیدروپرایمینگ، ذرت، جوانه‌زنی، تنش.

مقدمه

ذرت به دلیل ویژگی‌های بسیار زیاد خود، به‌ویژه به دلیل قدرت سازگاری با شرایط اقلیمی گوناگون، به سرعت در تمام دنیا گسترش یافت و جایگاه سوم را بعد از گندم و برنج از نظر سطح زیر کشت به خود اختصاص داد. در حال حاضر در بیش از ۱۴۰ میلیون هکتار از اراضی دنیا ذرت کشت می‌گردد (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۸۰). زراعت در زمین‌هایی که حاصلخیزی بالایی نداشته و در عین حال واجد انواع تنش‌های محیطی مثل کم‌آبی، شوری، دماهای بالا و پایین (مانند خوزستان) می‌باشند با مشکلات و مخاطرات فراوانی روبرو است. اولین مشکلی که می‌توان در راستای تولید محصول در چنین زمین‌هایی متصور بود، مشکلات مربوط به جوانه‌زنی و استقرار مناسب محصول در مزرعه است. پر واضح است که جوانه‌زنی مطلوب و در پی آن استقرار مناسب محصول و حصول سبز یکنواخت در مزرعه می‌تواند راه را برای تولید محصولی قابل قبول از نظر کمی و کیفی هموار سازد. اهمیت جوانه‌زنی و استقرار اولیه در تمام محصولات یکسان نمی‌باشد، به‌طوری‌که اگر گیاه توانایی کافی در پنجه‌زنی داشته باشد، اهمیت این موارد کم‌تر از زمانی خواهد بود که گیاه در صورت عدم سبز مناسب مزرعه قادر به جبران سطح فتوسنتز کننده نباشد. برای مثال اهمیت جوانه‌زنی و استقرار مناسب محصول در گیاه ذرت که قادر به بهبود سطح سبز خود با اتکا به این ویژگی نمی‌باشد مضاعف می‌باشد (Haris *et al.*, 2000).

شوری و خشکی را باید یک واقعیت بلامنازع در اراضی کشاورزی دانست که متأسفانه روندی افزایشی دارد. نیاز روزافزون به غذا الزام بهره‌برداری همه جانبه از مزارع را امری گریزناپذیر ساخته است لذا اتخاذ راهکارهایی که ضمن اقتصادی و مقرون‌به‌صرفه بودن کارایی مناسبی نیز داشته باشند کاملاً احساس می‌شود. یکی از این روش‌ها تیمارهای پیش از کاشت بذر است که به‌ویژه در شرایط نامساعد بس‌تر بذر به‌خصوص در ابتدای رشد کمک شایانی به استقرار مطلوب‌تر گیاهچه و استفاده بهینه از عوامل محیطی می‌کند. پرایمینگ بذر تکنیکی است که به واسطه آن بذور پیش از قرار گرفتن در بستر خود و مواجهه با شرایط اکولوژیکی محیط، به لحاظ فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی آمادگی جوانه‌زنی را به‌دست می‌آورند. این امر می‌تواند سبب بروز تظاهرات زیستی و فیزیولوژیکی متعددی در بذر پرایم شده و گیاه حاصل از آن گردد به‌طوری‌که این موارد را می‌توان در چگونگی جوانه‌زنی، استقرار اولیه گیاه، بهره‌برداری از نهاده‌های محیطی، زودرسی و افزایش کمی و کیفی محصول مشاهده کرد. پرایمینگ بذر یکی از روش‌های فیزیولوژیکی به حساب می‌آید که سبب تسریع فرآیند جوانه زنی بذرها می‌شود. بنا به تعریف، پرایمینگ به تیمار بذر قبل از کشت اطلاق می‌شود که به‌وسیله آن بذر مراحل جوانه‌زنی را طی می‌کند ولی به دلیل پایین بودن میزان آب جذب شده خروج ریشه‌چه صورت نمی‌گیرد (Nascimento and Aragao, 2004). به‌عبارت دیگر، در جریان پرایمینگ بذر از مرحله جوانه‌زنی تا شروع تقسیم سلولی تحریک صورت می‌گیرد و پس از خشک شدن و آگیری مجدد از همان مرحله‌ای که خشک شده بود شروع به فعالیت می‌کند (Michel

and Kaufman, 1973; Taylor, 1997). پیش تیمار بذر به عنوان یک تکنیک آسان، کم هزینه و با خطر پایین راه حلی است که برای بهبود جوانه زنی بذر ها پیشنهاد شده است. برخی از مواد شیمیایی از جمله اسیدجاسمونیک، اسیدسالیسیلیک و پلی آمین ها به عنوان مولکول های سیگنالی ممکن است اثرات مطلوبی بر رشد و گسترش گیاه داشته باشند. هدف کلی پرایمینگ بذر، آب دهی جزئی آن ها می باشد به طوری که بذور در مرحله اول (جذب فیزیکی آب) و در مرحله دوم (شروع فرآیندهای بیوشیمیایی و هیدرولیز قندها) جوانه زنی را پشت سر گذاشته ولی از ورود به مرحله سوم جوانه زنی (مصرف قند توسط جنین و رشد ریشه چه) باز می ماند (Bradford, 1995). در روش پرایمینگ معمولاً از پلی اتیلن گلیکول استفاده می شود. پلی اتیلن گلیکول علاوه بر اینکه قابل دسترس می باشد، هیچ گونه واکنش فیزیولوژیکی با بذر ندارد. Ashraf و Rauf (۲۰۰۱) گزارش نمودند که پیش تیمار بذر ذرت با آب و یا محلول های اسموتیک تحت شرایط تنش شوری، جوانه زنی و استقرار اولیه را بهبود بخشید. در گزارشی آمده است که نترات پتاسیم با غلظت کم، جوانه زنی را افزایش می دهد (Mehra et al., 2003). در آزمایشی دیگر بیان شد که پرایمینگ بذر باعث افزایش میزان اسیدهای نوکلئیک، پروتئین و افزایش تحرک مواد ذخیره شده در بذر می گردد، در نتیجه بذر سریع تر جوانه زده و گیاهچه در سطح خاک ظاهر می گردد. جوانه زنی سریع تر باعث افزایش ویگور و استقرار گیاه شده و بهتر می تواند از منابع استفاده کرده و عملکرد نهایی آن نیز افزایش می یابد (Bradford, 1995). آل ابراهیم و همکاران (۱۳۸۷) با بررسی اثرات تنش شوری و خشکی بر جوانه زنی و رشد گیاهچه لاین های اینبرد ذرت اعلام نمودند افزایش پتانسیل اسمزی، مؤلفه های جوانه زنی و رشد اولیه گیاهچه را کاهش می دهد و تنش شوری باعث کاهش بیش تر رشد گیاهچه گردید. سلطانی و همکاران (۱۳۸۶) تأثیر پرایمینگ بر مؤلفه های جوانه زنی و رشد گیاهچه پنبه در شرایط تنش خشکی بررسی کردند و نتیجه به دست آمده بهبود مؤلفه های جوانه زنی و افزایش مقاومت پنبه تحت تأثیر پرایمینگ را تأیید می کند. حسینی و کوچکی (۱۳۸۶) نشان دادند که استفاده از آب مقطر و اسیدکلریدریک، بیش ترین درصد و سرعت جوانه زنی را در پرایمینگ بذر چغندر قند در پی داشت. طول ریشه چه و ساقه چه در تیمارهای کلریدسدیم و پلی اتیلن گلیکول نسبت به تیمارهای اسیدکلریدریک کاهش یافت. در تحقیقات دیگر مشاهده شد که با افزایش شدت خشکی، درصد سبز شدن و رشد گیاهچه ذرت و پنبه کاهش یافت اما پرایمینگ موجب افزایش این دو مؤلفه در سطوح تنش خشکی نسبت به بذرهای شاهد گردید. بر این اساس مطالعه اثرات پیش تیمارهای بذر با استفاده از پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ و کلریدسدیم بر روی جوانه زنی و استقرار گیاهچه ذرت رقم هیبرید ۷۰۴ تحت شرایط شوری و خشکی مورد توجه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در دو بخش آزمایشگاه و گلخانه در سه تکرار اجرا گردید. عامل اول شامل سه سطح پرایمینگ (شاهد (بدون پرایم)، بذور پرایم شده با آب مقطر، بذور پرایم شده با نترات پتاسیم) و پنج سطح پتانسیل‌های اسمزی مختلف (۰، -۰/۳، -۰/۶، -۰/۹ و -۱/۲) ناشی از کلرید سدیم و پلی‌اتیلن‌گلیکول ۶۰۰۰ به ترتیب به عنوان تنش‌های شوری و خشکی بررسی شدند. در قسمت گلخانه تنش خشکی با پلی‌اتیلن‌گلیکول حذف شد و تنها تنش شوری با کلرید سدیم بررسی گردید و بقیه تیمارها با بخش آزمایشگاه مشابه بودند. علت حذف پلی‌اتیلن‌گلیکول هزینه بالا و تقریباً مشابه بودن نتیجه آن با محلول کلرید سدیم بود. ابتدا بذور با محلول ۳ درصد هیپوکلرید سدیم به مدت دو دقیقه ضدعفونی شدند و برای هر پلات دو ظرف پتری در نظر گرفته شد که در یکی ۲۵ عدد بذر ضدعفونی شده برای قسمت آزمایشگاه و در دیگری پنج عدد بذر برای قسمت گلخانه قرار گرفت. برای پرایم کردن، بذرها در ظروف پتری با ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت ۱۸ ساعت و در ۱۰ میلی‌لیتر نترات پتاسیم به مدت ۱۲ ساعت قرار گرفتند و سپس درب ظروف برای جلوگیری از تبخیر محلول‌ها گذاشته شد. بعد از اتمام زمان پرایمینگ، بذرها جداگانه چندین نوبت با آب مقطر شستشو شده و سپس در دمای اتاق خشک گردیدند و بعد از این مرحله محلول‌های کلرید سدیم و پلی‌اتیلن‌گلیکول به آن‌ها اضافه شد و سپس به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی قرار گرفت. روز بعد در زیر پلاستیک سفید قرار داده شدند و پس از این مرحله ۲۵ عدد بذر در ظروف پتری کشت شده و شمارش بذور جوانه‌زده تا روز ششم زمانی که در تعداد بذرهای جوانه‌زده تغییری مشاهده نشد، ادامه یافت. بذرهایی که طول ریشه‌چه آن‌ها به طول دو میلی‌متر رسید را به عنوان بذر جوانه‌زده شمارش شد. طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه و وزن تر و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه را با استفاده از پنج نمونه از هر تکرار اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک بذور به مدت یک ساعت در درجه حرارت ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت (عدالت‌پیشه و همکاران، ۱۳۸۸). در قسمت گلخانه پنج عدد بذر در هر ظرف پتری قرار داده شد و عملیات پرایمینگ کاملاً شبیه بخش آزمایشگاه بر روی بذرها اعمال کرده و بعد از خشک شدن بذرها در گلدان کشت شدند. گلدان‌ها دارای ۱۸ سانتی‌متر قطر و ۱۸ سانتی‌متر طول بودند و دو کیلوگرم خاک درون گلدان جای گرفت. کشت قبلی در این زمین گندم بود. بذرها را در عمق دو سانتی‌متری قرار گرفتند قبل از گذاشتن بذرها در گلدان خاک گلدان را با محلول‌های شوری تهیه شده از کلرید سدیم مخلوط و بذرها را در گلدان کشت گردید و شمارش را تا شش روز تا زمانی که در تعداد بذرهای جوانه‌زده تغییری مشاهده نشد، ادامه یافت. بذرهایی که طول ریشه‌چه آن‌ها به طول دو میلی‌متر رسید را به عنوان بذر جوانه‌زده شمارش گردید و صفاتی که در قسمت آزمایشگاه اندازه‌گیری شده اندازه‌گیری گردید (Singh and Rao, 1993). برای تهیه محلول‌های پلی‌اتیلن‌گلیکول ۶۰۰۰ از روش Michel و Kaufman (۱۹۷۳) و برای تهیه محلول‌های نمک از فرمول ۱ (وانت هوف) استفاده گردید (Singh and Rao, 1993).

$$\Phi = m.i.r.t$$

فرمول (۱)

m : غلظت مولی

i : ضریب ثابت یونیزاسیون ماده حل شونده

r : عدد ثابت گازها (۰/۰۰۸۳۱ Mpa.Li/mol/k)

 Φ : پتانسیل اسمزی محلول بر حسب مگاپاسکال

برای تیمارهای پتانسیل اسمزی مربوط به محلول کلریدسدیم با استفاده از فرمول بالا مقدار نمک محاسبه شد. برای پتانسیل اسمزی صفر تنها آب مقطر قرار و برای پتانسیل اسمزی ۰/۳ - مگاپاسکال مقدار ۳/۵ گرم نمک در یک لیتر آب، پتانسیل اسمزی ۰/۶ - مگاپاسکال مقدار ۷ گرم نمک در یک لیتر آب، پتانسیل اسمزی ۰/۹ - مگاپاسکال مقدار ۱۰/۵۳ گرم نمک در یک لیتر آب، پتانسیل اسمزی ۱/۲ - مگاپاسکال مقدار ۱۴/۲ گرم نمک را در یک لیتر آب مقطر حل گردیدند. برای محاسبه درصد جوانه زنی از فرمول ۲ استفاده گردید (Nicols and Heydecker, 1968) :

$$S/T \times 100 = \text{درصد جوانه زنی}$$

فرمول (۲)

S : تعداد بذور جوانه زده

T : کل تعداد بذور

متوسط زمان لازم برای جوانه زنی که شاخصی از سرعت و شتاب جوانه زنی محسوب می گردد از فرمول ۳ محاسبه

گردید (Ellis and Roberts, 1981)

$$MGT = \sum(ND) / \sum N$$

فرمول (۳)

N : تعداد بذور جوانه زده در طی D روز

D : تعداد روزها از ابتدای جوانه زنی

 $\sum N$: کل تعداد بذور جوانه زده

تجزیه واریانس داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS و MSTAT-C انجام گرفت و مقایسات میانگین با آزمون چند دامنه ای دانکن و ضریب همبستگی بین صفات نیز با استفاده از نرم افزار SPSS محاسبه گردید.

نتایج و بحث

نتایج جدول ۱ نشان داد که بین سطوح مختلف پرایمینگ و محلول های اسمزی و پتانسیل های اسمزی و همچنین بین اثرات متقابل عوامل اختلاف معنی دار وجود داشت. اثر تنش شوری و خشکی بر تمامی مؤلفه های مورد بررسی معنی دار بود و پتانسیل اسمزی نیز بر تمامی صفات اندازه گیری شده اثر معنی داری داشت. در بخش گلخانه مشخص شد که بین سطوح مختلف پرایمینگ و پتانسیل های اسمزی و همچنین بین اثرات متقابل بین تیمارها اختلاف معنی دار داشت ولی

برای صفت متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی بین سطوح مختلف پرایمینگ و پتانسیل‌های اسمزی اختلاف معنی‌دار نبود (جدول ۲). در قسمت آزمایشگاه درصد جوانه‌زنی با افزایش پتانسیل اسمزی در هر دو محلول کلریدسدیم و پلی‌اتیلن‌گلیکول کاهش یافت و تیمار پرایمینگ باعث افزایش درصد جوانه‌زنی شد و هالوپرایمینگ برای درصد جوانه‌زنی مؤثرتر از بقیه تیمارهای پرایمینگ بود و در مورد بقیه صفات هیدروپرایمینگ باعث تسریع در درصد جوانه‌زنی بذورش (جدول ۳). نتایج نشان داد که هیدروپرایمینگ بذر موجب تسریع در درصد جوانه‌زنی بذور به هنگام استفاده از پلی‌اتیلن‌گلیکول و کلریدسدیم به‌ویژه تحت شرایط پتانسیل اسمزی پایین شد. در این بررسی مشاهده شد که هیچ‌کدام از بذور (پرایم و غیرپرایم) در پتانسیل اسمزی $-1/2$ مگاپاسکال ایجاد شده توسط پلی‌اتیلن‌گلیکول قادر به جوانه‌زنی نبودند، اما تمام بذور پرایم شده و غیرپرایم در پتانسیل‌های اسمزی ایجاد شده توسط محلول کلریدسدیم جوانه زدند، درحالی‌که درصد جوانه‌زنی با افزایش تنش اسمزی حاصل از پلی‌اتیلن‌گلیکول کاهش پیدا کرد اما در تنش اسمزی ایجاد شده توسط محلول کلریدسدیم در تمام پتانسیل‌های اسمزی بذرها جوانه‌زده بودند. همچنین تیمار پرایمینگ موجب افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه شد و همچنین اثرات منفی پلی‌اتیلن‌گلیکول بر طول ساقه‌چه مانند اثر آن بر طول ریشه‌چه بیش‌تر از اثرات منفی محلول کلریدسدیم بود. متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی که شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی محسوب می‌گردد از فرمول ۴ محاسبه گردید (Ellis and Roberts, 1981):

$$MGT = \sum(ND) / \sum N \quad \text{فرمول (۴)}$$

N : تعداد بذور جوانه‌زده در طی D روز

D : تعداد روزها از ابتدای جوانه‌زنی

$\sum N$: کل تعداد بذور جوانه‌زده

در این بررسی طول ساقه‌چه در بذور هیدروپرایم شده در اکثر سطوح کلریدسدیم نسبت به تیمار بذر با نیتراپتاسیم بیش‌تر بود. با افزایش پتانسیل‌های اسمزی محلول‌ها در مورد طول ساقه‌چه و ریشه‌چه تیمار هیدروپرایمینگ بهترین تیمار بوده است. پرایم کردن بذرها با آب‌مقطر موجب بالاترین درصد جوانه‌زنی شده است و هیدروپرایمینگ برای بقیه صفات بهترین تیمار بود (جدول ۴). مقایسه میانگین متوسط زمان جوانه‌زنی در سطوح مختلف پتانسیل اسمزی حاکی از آن بود که کم‌ترین زمان برای جوانه‌زنی در آب‌مقطر (صفر مگاپاسکال) اتفاق افتاد و با کاهش پتانسیل اسمزی متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی افزایش یافت. اثرات تنش ناشی از کلریدسدیم کم‌تر از پلی‌اتیلن‌گلیکول بود. در این مطالعه با توجه به نتایج بخش آزمایشگاه و گلدان نتیجه شد که هیدروپرایمینگ و تیمار کردن بذور با نیتراپتاسیم موجب بهبود جوانه‌زنی و سایر صفات مورد مطالعه تحت شرایط تنش گردید. میانگین زمان جوانه‌زنی با استفاده از پرایمینگ بذر کاهش یافت. درحالی‌که شرایط تنش باعث تأخیر قابل ملاحظه‌ای در جوانه‌زنی گردید. میانگین زمان جوانه‌زنی در محلول کلریدسدیم در مقایسه با

محلول پلی اتیلن گلیکول در پتانسیل اسمزی یکسان کوتاه تر بود. Harris و همکاران (۱۹۹۹، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۲) گزارش کردند که پیش تیمار بذر ذرت باعث استقرار و رشد بهتر گیاه، گل دهی زودتر و عملکرد بیش تر آن می شود. Sung و Chiu (۱۹۹۵) نتیجه گرفتند که میانگین زمان جوانه زنی به وسیله هیدروپرایمینگ بذر کاهش یافت بدون اینکه در میزان آب جذب شده توسط بذر تغییری ایجاد گردید. هیدروپرایمینگ بذر باعث بهبود میزان جوانه زنی و میانگین زمان جوانه زنی تحت شرایط تنش شوری گردید. علاوه بر این هیدروپرایمینگ باعث افزایش میزان جوانه زنی نرمال شد. Fujikura و همکاران (۱۹۹۳) اثرات سودمند هیدروپرایمینگ بذر را بر درصد جوانه زنی نرمال بذور فرسوده و غیر فرسوده گل کلم تأیید کردند. علاوه بر این Sadeghian و Yavari (۲۰۰۴) ادغان داشتند که با افزایش تنش اسمزی گیاهچه های غیرنرمال در چغندر قند افزایش یافت. Rao و Singh (۱۹۹۳) گزارش دادند تیمار بذور با نیترات پتاسیم موجب بهبود جوانه زنی، رشد گیاهچه و شاخص بنیه گیاهچه در هیبریدهای ذرت گردید. پرایمینگ بذر با نیترات پتاسیم باعث افزایش معنی دار فعالیت آلفا آمیلاز، بتا آمیلاز و دهیدروژناز گردیده و فعالیت کاتالاز اندام های هوایی را تحت تنش شوری افزایش داد. بنابراین افزایش فعالیت آنزیمی دارای اثرات مستقیم یا غیرمستقیم بر جوانه زنی بذر و رشد و نمو گیاهچه می باشد. Van de venter (۱۹۹۹) گزارش دادند که احتمالاً نیترات پتاسیم مانع تجمع یون های سمی در جنین می گردد. Khajeh Hosseini و همکاران (۲۰۰۳) ادغان داشتند که جوانه زنی بذور در کلرید سدیم نسبت به پلی اتیلن گلیکول در پتانسیل آبی یکسان بهتر صورت گرفت. این موضوع ممکن است به علت جذب یون های سدیم و کلر به وسیله بذر باشد که باعث حفظ گرا دیان پتانسیل آبی در بذور و جذب بهتر آب در زمان جوانه زنی می گردد. در این تحقیق درصد جوانه زنی بذور (هیدروپرایم، تیمار نیترات پتاسیم و شاهد) در پلی اتیلن گلیکول نسبت به کلرید سدیم با پتانسیل آبی یکسان کم تر بود که این موضوع نشان دهنده این است که اثرات منفی تنش اسمزی به وسیله پلی اتیلن گلیکول بر جوانه زنی بیش از اثرات سمی تجمع یون های کلر و سدیم بود. Murillo-amador و همکاران (۲۰۰۲) گزارش دادند که خشکی و شوری جوانه زنی را با کاهش جذب آب تحت تأثیر قرار می دهد. Mehra و همکاران (۲۰۰۳) و Michel و Kaufman (۱۹۷۳) بیان کردند که مولکول های پلی اتیلن گلیکول نمی توانند وارد بذر گردند، هم چنین این مولکول ها فاقد اثر سمی بر جوانه زنی می باشد. خواجه حسینی و همکاران (۲۰۰۳) این موضوع را تأیید کرد. Kaya و همکاران (۲۰۰۳) گزارش داد که بهبود جوانه زنی و رشد گیاهچه را در بذور نخود هیدروپرایم شده آفتابگردان تحت تنش خشکی و شوری نتیجه شد. Farooq و همکاران (۲۰۰۶) افزایش عملکرد دانه را به ترتیب در بذور هیدروپرایم شده آفتابگردان، برنج و گندم گزارش کردند. هم چنین Mehra و Raaj (۲۰۰۲) بهبود سبز شدن و استقرار گیاهچه کلزا را تحت شرایط تنش گزارش کردند.

جدول ۱: جدول میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	وزن تر ریشه‌چه (گرم)	وزن تر ساقه‌چه (گرم)	وزن خشک ریشه‌چه (گرم)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم)	متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی (روز)
پرایمینگ (a)	۲	۲۴۹/۶۰۰**	۱۹/۹۰۸**	۲۴/۴۶۲**	۰/۰۱۳**	۰/۰۰۰۲۱	۰/۰۱۶**	۰/۰۲۰**	۰/۱۱۰*
محلول‌های اسمزی (b)	۱	۱۹۰۰۹/۶۰۰**	۹۷/۹۶۹**	۶۱/۳۳۹**	۰/۰۶۱**	۰/۰۲۴**	۰/۰۰۷**	۰/۰۰۳**	۱۰/۰۸۰**
پتانسیل‌های اسمزی (c)	۴	۹۹۸۰/۱۷۸**	۸۹/۴۷۷**	۶۰/۷۸۲**	۰/۱۳۴**	۰/۰۶۹**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۷**	۱۷/۱۹۰**
اثر متقابل پرایمینگ × محلول‌های اسمزی (a×b)	۸	۳۴/۱۳۳**	۰/۴۴۱*	۰/۴۰۷*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۶ ^{ns}	۰/۰۲۳ ^{ns}
اثر متقابل پرایمینگ × پتانسیل اسمزی (a×c)	۲	۳۳/۳۷۸**	۰/۴۹۷**	۰/۸۰۸**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۰۱**	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۳**	۰/۰۱۳ ^{ns}
اثر متقابل محلول اسمزی × پتانسیل اسمزی (b×c)	۴	۶۲۳/۸۲۳**	۱۴/۸۷۵**	۱۴/۹۹۰*	۰/۰۲۱**	۰/۰۱۴**	۰/۰۰۰۵ ^{ns}	۰/۰۰۱**	۱۹/۱۷۴*
اثر متقابل پرایمینگ × محلول‌های اسمزی × پتانسیل اسمزی (a×b×c)	۸	۲۱/۰۲۲**	۰/۹۹۶**	۰/۶۴۰**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۰۵*	۰/۰۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۷ ^{ns}
خطا	۶۰	۴۰۸۹	۰/۱۲۴	۰/۱۰۷	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۱	۲/۹۸۷	۰/۰۳۴
ضریب تغییرات (درصد)	۱۴	۶	۶	۸	۹	۱۰	۳	۱۰	۳

ns, * و **: به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

جدول ۲: جدول میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در شرایط گلخانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	وزن تر ریشه‌چه (گرم)	وزن تر ساقه‌چه (گرم)	وزن خشک ریشه‌چه (گرم)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم)	متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی (روز)
پرایمینگ (a)	۲	۱۹۴۷/۶۶۷**	۸۷/۹۶۴**	۱۱۲/۷۳۰**	۰/۰۷۷**	۰/۱۳۸**	۰/۰۵۶**	۰/۰۰۸**	۰/۱۲۷ ^{ns}
پتانسیل‌های اسمزی (c)	۴	۲۲۹۷/۷۷۸**	۵۸/۰۰۱**	۷۲/۶۰۸**	۰/۰۷۰**	۰/۰۶۳**	۰/۰۰۳**	۰/۰۰۶**	۰/۸۹۱ ^{ns}
پرایمینگ × محلول‌های اسمزی (a×c)	۸	۴۲۴/۴۴۴*	۱۹/۳۶۰*	۱۵/۴۱۵*	۰/۰۳۱*	۰/۰۳۳*	۰/۰۰۱*	۰/۰۰۱**	۰/۳۳۵*
خطا	۶۰	۱۸۶/۶۶۷	۶/۶۴۹	۶/۳۹۱	۰/۰۱۲	۰/۰۱۲	۰/۰۰۰۵	۰/۰۰۰۳	۰/۴۴۱
(ضریب تغییرات) درصد	۳	۷	۳	۵	۷	۳	۵	۴	۴

ns, * و **: به ترتیب بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

جدول ۳: میانگین صفات اندازه‌گیری شده در آزمایشگاه در اثرات اصلی تیمارها

تیمار	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	وزن تر ریشه‌چه (گرم)	وزن تر ساقه‌چه (گرم)	وزن خشک ریشه‌چه (گرم)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم)	متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی (روز)
پرایمینگ								
شاهد	۷۷/۲C	۵/۲c	۴/۱۶c	۰/۱۹۶ c	۰/۱۴۳۵c	۰/۰۰۳۸c	۰/۰۰۲۷ c	۳/۹۴a
هیدروپرایمینگ	۸۱/۲b	۶/۸۲ a	۵/۹۶a	۰/۲۳۷a	۰/۱۸۱ a	۰/۰۵a	۰/۰۵۴ a	۳/۸۳c
نیتراپتانسیم	۸۲/۸a	۵/۸۶b	۵/۱۴b	۰/۲۱۹ b	۰/۱۷۳۲ b	۰/۰۳۳ b	۰/۰۳b	۳/۹۳b
پتانسیل اسمزی								
صفر مگاپاسکال	۹۹/۳۳a	۸/۳۵a	۷/۲ a	۰/۲۹۹ a	۰/۲۲۱۲ a	۰/۰۴۶۱ a	۰/۰۶۰۳ a	۴/۱۸b
۰/۳ - مگاپاسکال	۹۷/۵۵b	۷/۳۸b	۶/۱۱ b	۰/۲۷۹ b	۰/۲۰۴۶ b	۰/۰۳۴۴ b	۰/۰۳۲۴ b	۴/۲۶b
۰/۶ - مگاپاسکال	۹۲c	۶/۳۷c	۵/۳۴ c	۰/۲۴۴ c	۰/۱۸۲۲ c	۰/۰۲۷۳ b	۰/۰۲۷ c	۴/۳۳b
۰/۹ - مگاپاسکال	۶۸/۶۶d	۵/۰۷d	۴/۴۵ d	۰/۱۸۱d	۰/۱۵۴۷d	۰/۰۲۶۹ b	۰/۰۱۸۵ d	۴/۵۶ab
۱/۲ - مگاپاسکال	۴۴/۴۴e	۲/۶۲e	۲/۳۴e	۰/۰۸۵ e	۰/۰۶۵۱ e	۰/۰۱۰۸ c	۰/۰۰۸۱ e	۲/۱۷a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن هستند.

جدول ۴: مقایسه میانگین اثرات ساده صفات اندازه‌گیری شده در گلخانه

تیمار	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	وزن تر ریشه‌چه (گرم)	وزن تر ساقه‌چه (گرم)	وزن خشک ریشه‌چه (گرم)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم)	متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی (روز)
پرایمینگ								
شاهد	۷۲b	۸/۷۵c	۱۱/۵۲c	۰/۲۹b	۰/۳۱c	۰/۰۱۶c	۰/۰۳۱۵c	۴/۹۴a
هیدروپرایمینگ	۹۴/۹۶a	۱۳/۵۸a	۱۶/۹۴a	۰/۴۲a	۰/۵۰۶a	۰/۱۳a	۰/۰۷۶۶a	۴/۷۶a
نیتراپتاسیم	۸۵/۳۳a	۱۱/۵۱ b	۱۴/۹۴b	۰/۳۶ab	۰/۴۱۱b	۰/۰۹۴ b	۰/۰۵۰c	۴/۸a
پتانسیل اسمزی								
صفر مگاپاسکال	۹۷/۷۷a	۱۳/۵۴ a	۱۶/۶۶a	۰/۵۱۶a	۰/۴۹۳a	۰/۱۰۲a	۰/۰۹۸a	۴/۴۶c
۰/۳ - مگاپاسکال	۹۵/۵۵a	۱۲/۹ b	۱۶/۵۸a	۰/۳۷۴b	۰/۴۷۹a	۰/۰۸۵ab	۰/۰۵۳b	۴/۶۸ab
۰/۶ - مگاپاسکال	۹۳/۳۳a	۱۲/۷ c	۱۶a	۰/۳۱۶b	۰/۴۳۰ab	۰/۰۷۷b	۰/۰۴۲bc	۴/۷۲ab
۰/۹ - مگاپاسکال	۶۸/۸۸b	۹/۶۳ d	۱۲/۸۹b	۰/۳۱۵b	۰/۳۵۴bc	۰/۰۷۵b	۰/۰۴۰۳bc	۵/۰۴ab
۱/۲ - مگاپاسکال	۶۴/۴۴b	۷/۶۳ e	۱۰/۲۲c	۰/۳۰۸b	۰/۲۹۷c	۰/۰۶b	۰/۰۳۰c	۵/۲۶a

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن هستند.

منابع

آل‌ابراهیم، م.، جان‌محمدی، م.، شریف‌زاده، ف. و تکاسی، س. ۱۳۸۷. بررسی اثرات شوری و خشکی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه لاین‌های اینبرد ذرت (*Zea mays*)، مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۱ (۲): ۴۳-۳۵.

خواجه‌حسینی، آ. و کوچکی، ع. ۱۳۸۶. اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر درصد و سرعت جوانه‌زنی چهار رقم بذر چغندر قند. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۱: ۷۶-۶۹.

سلطانی، ا.، اکرم‌قادری، ف. و معمار، ح. ۱۳۸۶. تأثیر پرایمینگ بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه پنبه در شرایط تنش خشکی، مجله الکترونیک علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ویژه‌نامه زراعت و اصلاح و نباتات. ۱۴: ۱۶-۹.

عدالت‌پیشه، م.، عباس‌دخت، ح. و منتظری، ن. ۱۳۸۸. مطالعه هالوپرایمینگ و هیدروپرایمینگ بذر بر جوانه‌زنی ذرت (رقم OSSK444) تحت شرایط تنش شوری و خشکی، مجله کشاورزی و منابع طبیعی گلستان. ۲ (۲): ۷۹-۶۷.

نورمحمدی، ق.، سیادت، س.ع. و کاشانی، ع. ۱۳۸۰. زراعت غلات، جلد اول، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز، ۴۴۶ ص.

Ashraf, M. and Rauf, H. 2001. Inducing salt tolerance in maize (*Zea mays* L.) through seed priming with chloride salte: Growth and ion transport at early growth stages. Actaphysiol plant 23:407-414.

Bradford, K.J. 1995. Water relations in seed germination. In "Seed Development and Germination" (J. Kigel and G. Galili, Eds.), Marcel dekkerinc., New York. pp. 351-396.

Demir, I. and Van de venter, H.A. 1999. The effect of priming treatments on the performance of watermelon (*Citrulluslanatus* (Thunb.) Matsum.& Nakai) seeds under temperature and osmotic stress, *Seed Science and Technology* 27: 871-875

Ellis, R.H. and Roberts, E.H. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Science and Technology* 9: 377-409.

Farooq, M., Basra, S.M.A., Warraich, E.A. and Khaliq, A. 2006. Optimization of hydropriming techniques for rice seed invigoration. *Seed Science and technology* 34: 529-534.

Fujikura, Y., Kraak, H.L., Basra, A.S. and Karssen, C.M. 1993. Hydropriming, a simple and inexpensive priming method. *Seed sci and technology* 21: 693-642.

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

Harris, D., Tripathi, R.S. and Joshi, A. 2000. On-farm seed priming to improve crop establishment and yield in direct-seeded rice, in IRRI: International Workshop on Dry-seeded rice technology, held in Bangkok, 25-28 January 2000. International rice research institute. Manila, philillines. 164 pp.

Harris, D., Rashid, A., Hollington, P.A., Jasi, L. and Riches, C. 2002. Prospects of improving maize yields with on-farm seed priming. *In: Rajbhandary, N. P., J. K. Ransom, K. Adikhari and A. F. E. palmer. (Eds). Sustainable Maize Production Systems for Nepal. NARC and CIMMYT, Katmandu, pp: 180-185.*

Kaya, M.D., Ipek, A. and Ozturk, A.,2003. Effects of different soil salinity levels on germination and seedling growth of safflower. *Turkish Journal of Agriculture For.* 27: 221-227.

Khajeh-Hosseini, M., Powell, A.A. and Bingham, I.J. 2003. The interaction between salinity stress and seed vigor during germination of soybean seeds. *Seed Science Technology* 31: 715-725.

Mehra, R. and Raaj, R. 2002. "mood fluctuations, projection bias, and volatility of equity prices. *Journal of economic dynamics and control*, 26(5): 869-887.

Mehra, V., Tripathi, J. and Powell, A.A. 2003. Aerated hydration treatment improves the response of brassica jounce and brassica campestris seeds to stress during germination. *Seed Science Technology* 31: 57-70.

Michel, B.E. and Kaufman, M.R. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant physiology* 51:914-916.

Murillo-amador, B., Lopez-Aguilar, R., Kaya, C., Larrinaga-Mayoral, J. and Flores-Hernandez, A. 2002. Comparative effects of NaCl and polyethylene glycol on germination, emergence and seedling growth of cowpea. *Journal of Agronomy crop science* 188: 235-247.

Nascimento, W.M. and Aragao, F.A.S. 2004. Muskmelon seed priming in relation to seed vigor. *Scientia Agricola* 61(1): 114-117.

Nicols, M.A. and Heydecker, W. 1968. Two approaches to the study of germination date, International Seed Testing Association 33: 531-540.

Sadeghian, S.Y. and Yavari, N. 2004. Effect of water-deficit stress on germination and early seedling growth in sugar beet. Journal of Agronomy Crop Science 190: 138-144.

Singh, B.G. and Rao, G. 1993. Effect of chemicals oaking of sunflower seed on vigor index. Indian Journal of Agriculture Science 63: 232-233.

Sung, J.M. and Chiu, K.Y. 1995. Hydration effects on seedling emergence strength of watermelon seed differing in ploidy. plant Science 110: 21-26

Taylor, A.G. 1997. Seed storage, germination and quality. *In*: The physiology of Vegetable Crops, ed. H.C. Wien. Wallingford, U.K: CAB International pp.1-36.