علوم و تحقیقات بذر ایران
سال هفتم/ شماره سوم/ ۱۳۹۹ (۳۳۹ - ۳۲۷)

DOI: 10.22124/jms.2019.4593

ارزیابی تأثیر اسموهیدروپرایمینگ بذر بر مشخصه‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه پنبه تحت تنش خشکی

حمیدرضا مهرآبادی[1*]

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۹۸/۳/۱۹

چکیده

به‌منظور بررسی اثر اسموهیدروپرایمینگ بذر بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه پنبه در شرایط تنش خشکی، دو آزمایش در مراحل جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای صورت گرفت. در آزمایش اول، بذور پنبه پیش‌تیمارشده با استفاده از آب مقطر (هیدروپرایمینگ) و پلی‌اتیلن‌گلایکول ۶۰۰۰ در پتانسیل‌های ۲-،۴-، ۶- و ۸- بار (اسموپرایمینگ) به‌همراه بذور شاهد در معرض پنج سطح پتانسیل اسمزی (صفر، ۲-، ۴-، ۶- و ۸- بار) محیط کاشت بذور قرار گرفتند. این تحقیق به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. دومین آزمایش با استفاده از بذرهای شاهد (بدون پیش‌تیمار) و پیش‌تیمارشده با آب مقطر (هیدروپرایم) و نیز پلی‌اتیلن‌گلایکول در سطح ۲-، ۴-، و ۶- بار در سه سطح تنش آبی: ۳۰، ۶۰ و۹۰ درصد ظرفیت زراعی با استفاده از گلدان‌های با حجم دو لیتر در محل ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کاشمر انجام شد. نتایج آزمایش جوانه‌زنی نشان داد که هیدروپرایمینگ بذر پنبه بیش‌ترین درصد و سرعت جوانه‌زنی و همچنین وزن خشک گیاهچه را در تمامی پتانسیل‌های اسمزی (به‌جز ۴- بار) در مقایسه با شاهد ایجاد نمود. نتایج آزمایش گلدانی نشان داد تیمارهای اسمو و هیدروپرایمینگ بذر پنبه، سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاهچه، سطح برگ، وزن خشک بخش هوایی و ریشه نسبت به شاهد شد. تنش خشکی در تیمارهای ۳۰ و ۶۰ درصد ظرفیت زراعی موجب کاهش سطح برگ و ارتفاع گیاهچه شد.

واژه‌های کلیدی: پلی‌اتیلن‌گلایکول، تنش اسمزی، سطح برگ، *گوسیپیوم هیرستوم*، مؤلفه‌های ریشه

استادیار بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

*نویسنده مسئول: hr.mehrabadi@yahoo.com

مقدمه

وجود تنش‌های مختلف زنده و غیر زنده سبب شده است تا گیاهان زراعی در برخی موارد تنها به ۱۰ تا ۲۰ درصد از عملکرد واقعی خود در شرایط تنش دست یابند (Kafi *et al.*, 2009). تنش خشکی به‌تنهایی عامل ۴۵ درصد از کاهش محصولات زراعی است (Belhassen, 2010). از آن‌جائی‌که قسمت اعظم اراضی تحت کشت پنبه در ایران در مناطق خشک و نیمه‌خشک واقع شده است، لذا تنش خشکی جزء جدایی‌ناپذیر سیستم‌های تولید پنبه در این مناطق است. از طرف دیگر جوانه‌زنی بذر از پارامترهای اولیه و با اهمیت در استقرار کامل گیاه در شرایط مزرعه‌ای است که با تأثیر بر تراکم بوته در واحد سطح تأثیر چشمگیری بر عملکرد نهایی محصول می‌گذارد. در این ارتباط یکی از راهکارهای موجود برای افزایش توان جوانه‌زنی بذر استفاده از تکنیک پیش‌تیمار کردن بذر[1] با انواع مواد شیمیایی و یا آب است که منجر به افزایش توان بنیه و جوانه‌زنی بذر در شرایط سخت محیطی می‌گردد (Demir Kaya *et al*, 2006؛Murungu *et al*, 2003). در طی عمل پرایمینگ بذر افزایش سنتز پروتئین و فعال‌سازی آنزیم‌ها به‌خصوص هیدرولاز و آلفا آمیلاز در جنین رخ می‌دهد (Farooq *et al.*, 2007). پرایمینگ همچنین فعالیت پراکسیداسیون لیپید را در طی جوانه‌زنی کاهش داده در نتیجه باعث افزایش درصد جوانه‌زنی می‌شود (Hus and Sung, 1997). پرایمینگ بذر مزایای بسیاری دارد و از دیرباز به‌صورت سنتی توسط کشاورزان و به‌طور عمده با روش خیساندن در آب (هیدروپرایمینگ) به‌کار گرفته می‌شود. پیش‌تیمار بذرها با بهره‌گیری از محلول‌هایی با پتانسیل‌های متفاوت اسمزی (اسمو یا هالوپرایمینگ) شیوه‌ای آسان، کم‌هزینه و کم‌خطر می‌باشد که به‌عنوان یک استراتژی متداول برای افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی، سبزشدن بذرها و بهبود کمی و کیفی محصول تحت شرایط نامساعد محیطی، می‌تواند مقاومت گیاهان را در برابر تنش خشکی یا شوری افزایش دهد. از آن‌جایی‌که در شرایط مزرعه‌ای، بستر کاشت یکنواخت نمی‌باشد و نیز به‌دلیل مشکل‌بودن کنترل عوامل محیطی در مزرعه، تحقیقات آزمایشگاهی برای بررسی تحمل گیاهان به تنش خشکی به‌ویژه در مرحله جوانه‌زنی از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد (EL- Sharkavi *et al*., 1989).

اصولاً عامل عمده جوانه‌زنی پایین و یا عدم جوانه‌زنی بذور، کافی‌نبودن رطوبت و به عبارتی دیگر پتانسیل پایین آب خاک و یا محیط کشت برای آب نوشی بذر است. علاوه بر این تداوم پایین‌بودن پتانسیل محیط کشت بذر موجب تأثیر منفی بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه می‌گردد. در این ارتباط پهلوانی (Pahlevani, 1999) طی تحقیقی نشان داد که کاهش پتانسیل اسمزی محیط، کاهش درصد جوانه‌زنی بذور پنبه را در پی داشت. وی خاطر نشان کرد که سطوح ۶- و ۸- بار سبب کاهش شدید و معنی‌دار درصد جوانه‌زنی ژنوتیپ‌های پنبه به میزان ۴۳ درصد شد. فرزانه (Farzaneh, 2001) نیز طی تحقیقی با بررسی تأثیر پتانسیل‌های ۱-، ۴- و ۸- بار حاصل از کاربرد پلی‌اتیلن‌گلایکول بر جوانه‌زنی و سبزشدن ۴۰ ژنوتیپ پنبه اظهار داشت، با منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی محلول، نسبت وزن خشک ریشه‌چه به قسمت هوایی افزایش یافت. با این‌حال سرعت و درصد یکنواختی جوانه‌زنی و نیز وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه به‌دنبال منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی محلول کاهش پیدا نمود. مورونگو و همکاران (Murungu *et al.*, 2003) خاطر نشان کردند، با کاهش پتانسیل ماتریک خاک درصد جوانه‌زنی و رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه پنبه کاهش معنی‌داری به‌ویژه در پتانسیل‌های از ۱- بار به ۲- بار داشت.

تحقیقات نشان داده است که استفاده از تکنیک پرایمینگ باعث افزایش دامنه جوانه‌زنی بذرها در شرایط محیطی تنش‌زا از قبیل تنش شوری، خشکی و دما می‌شود (Ashraf and Foolad, 2005). استفاده از بذرهای با کیفیت بالاتر (دارای ظرفیت بالای جوانه‌زنی، قدرت و خلوص بالا) سبب جوانه‌زنی و یکنواختی بالاتر و نهایتاً استقرار سریع و مطلوب گیاهچه‌ها و استفاده بیش‌تر آن‌ها از عناصر غذایی، رطوبت خاک و تشعشع خورشیدی در طیف وسیع‌تری از شرایط سخت محیطی خواهد شد (Basra *et al.*, 2004). در این خصوص توسلی و کاسناو (Toselli and Casenave, 2003) طی مطالعه‌ای نشان دادند که پرایمینگ بذر باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی پنبه تحت تنش‌های شوری و دمایی گردید اما تأثیر معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی نداشت. سلطانی و همکاران

[1]Seed Priming

(Soltani *et al.*, 2007) بیان داشتند که بذرهای پنبه پرایم‌شده نسبت به شاهد تحت شرایط تنش خشکی دارای درصد و سرعت جوانه‌زنی و همچنین وزن خشک گیاهچه بیش‌تری بودند. در آزمایشی که توسط ناسیمنتو و آرگو (Nascimento and Arago, 2004) انجام شد، خاطر نشان شد که پرایمینگ باعث افزایش سرعت و درصد جوانه‌زنی در بذور خربزه گردید. تحقیقات نشان داده وضعیت آب خاک، بر رشد، شکل، ساختار، عکس‌العمل-های فیزیولوژیک گیاه، ویژگی‌های سیستم جذب ریشه‌ای محصول و نیز بر نسبت ریشه به اندام‌های هوایی تأثیر می‌گذارد (Wang *et al.*, 2007). گزارش شده است که موقعیت ریشه‌های جانبی بستگی به محتوای رطوبتی لایه‌های مختلف خاک دارد (Hu Xiao *et al.*, 2009). با وقوع تنش خشکی میزان فعالیت ریشه گیاهان زراعی کم شده (Zhang *et al.*, 2006) و توزیع سیستم ریشه‌ای، رشد گیاه و میزان عملکرد را تحت تأثیر قرار می‌دهد. هوژیااو و همکاران (Hu Xiao *et al.*, 2009) نشان دادند که میزان رشد و وزن خشک ریشه در پنبه در شرایط رطوبتی ۷۰ درصد ظرفیت زراعی بیش‌تر از شرایط رطوبتی ۹۰ درصد ظرفیت زراعی بود و در محتوای آب خاک ۶۰ درصد ظرفیت زراعی مقدار آن کاهش داشت.

از این نظر با توجه به واکنش متفاوت پنبه به شرایط تنش کمبود آب و تعدیل آن در گیاه در نتیجه تغییرات مثبت مرفوفیزیولوژیک به‌وجودآمده در طی فرآیند پیش-تیمار بذر، این پژوهش به‌منظور بررسی تأثیر پیش‌تیمار بذر با استفاده از آب و پلی‌اتیلن‌گلایکول (PEG) بر ویژگی‌های مرفولوژیک مرتبط با تحمل به خشکی در گیاهچه پنبه رقم ورامین در شرایط بدون تنش و تنش خشکی انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی ارزیابی تأثیر پرایمینگ بذر با استفاده از آب مقطر و پلی‌اتیلن‌گلایکول بر مؤلفه-های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه پنبه رقم ورامین در دو شرایط آزمایشگاه و گلخانه شامل: ۱- پژوهش آزمایشگاهی، ارزیابی تأثیر پرایمینگ بر مؤلفه‌های جوانه-زنی و ۲- آزمایش گلخانه‌ای شامل بررسی تأثیر مناسب-ترین تیمار پرایمینگ بذر در سطوح مختلف تنش خشکی بر رشد و خصوصیات مورفولوژیک گیاهچه پنبه در محل ایستگاه تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کاشمر در سال ۱۳۹۴ انجام شد.

بخش اول: پژوهش جوانه‌زنی

به منظور کنترل آلودگی‌های قارچی احتمالی در طی عمل پرایمینگ، بذرهای پنبه رقم ورامین با قارچ‌کش کربوکسین‌تیرام به‌میزان ۱/۵ گرم در هزار گرم بذر ضدعفونی شدند. سپس نمونه بذر به سه زیر نمونه تقسیم شد. یک زیر نمونه برای تیمار شاهد (بدون پیش‌تیمار) و دو زیر نمونه برای تیمارهای پرایمینگ آماده شدند.

پیش‌تیمار بذر

بذور دلینته (کرک‌زدایی‌شده) به‌تعداد ۲۰۰ عدد با آب مقطر (گروه ۱) و تعداد ۲۰۰ عدد بذر برای هر یک از سطوح تیمارشده با پلی‌اتیلن‌گلایکول ۶۰۰۰ (PEG) در پتانسیل‌های اسمزی ۲-، ۴-، ۶- و ۸- بار که با استفاده از معادله میشل و کافمن (Michel and Kaufmann, 1973) (گروه ۲) تهیه شده بود، به‌مدت ۱۲ ساعت پیش-تیمار شدند. بذور تیمارشده در یک انکوباتور با درجه حرارت تنظیم‌شده ۲۵ درجه سلسیوس در شرایط تاریکی قرار گرفتند و بعد از آن، بذور از داخل محلول‌های اسموپرایم خارج شده و سه مرتبه با آب مقطر شسته شده و در سطح یک کاغذ صافی قرار داده شده و پس از ۴۸ ساعت تا رسیدن به رطوبت اولیه، در معرض هوا خشک شدند. این بذور به‌همراه بذرهای پیش‌تیمارنشده در آزمایشات بعدی مورد استفاده قرار گرفتند.

تأثیر سطوح مختلف تنش خشکی در مرحله جوانه زنی بذور پیش تیمار شده در شرایط آزمایشگاه

بذر پیش‌تیمارشده و شاهد به‌تعداد ۲۵ عدد را با استفاده از روش کاشت بذر بین دو کاغذ (Soltani *et al.*, 2007) به‌صورت رول پیچیده و در اتاقک رشد با درجه حرارت ثابت ۲۵ درجه سلسیوس به‌مدت ۱۵ روز در معرض سطوح مختلف تنش خشکی اعمال‌شده با PEG (صفر (شاهد) و نیز در پتانسیل ۲-، ۴-، ۶-، و ۸- بار) جهت جوانه‌زنی قرار گرفتند. جهت جلوگیری از تبخیر محلول‌های ایجادشده، محتوای محلول ظروف در سطح ثابتی نگهداری شدند. خروج ریشه‌چه به‌میزان ۲ میلی‌متر به‌عنوان شاخص جوانه‌زنی در نظر گرفته شد (ISTA, 2003). طرح آماری مورد استفاده آزمایش فاکتوریل ۲×۲ در قالب طرح کاملاً تصادفی بود که در سه تکرار اجرا

شد. برای مدت ۱۵ روز تعداد بذرهای جوانه‌زده هر ۲۴ ساعت ثبت و سپس سرعت جوانه‌زنی به‌روش ماگویر (Maguire, 1962) محاسبه شد (روابط ۱ و ۲).

$$GP= 100(n/N) \quad \text{(رابطه ۱)}$$

GP درصد جوانه‌زنی، n تعداد بذرهای جوانه‌زده، N تعداد کل بذرها

$$GR= \sum_{i=1}^{n} Si/Di \quad \text{(رابطه ۲)}$$

که در آن GR، سرعت جوانه‌زنی، S_i تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر روز شمارش، D_i تعداد روز تا شمارش nام و n دفعات شمارش می‌باشد.

دانه‌رست‌های با هیپوکوتیل کوتاه، ضخیم و پیچیده و نیز ریشه‌های اولیه کوتاه به‌عنوان بذور غیر طبیعی در نظر گرفته شدند (ISTA, 2003). در پایان آزمون جوانه‌زنی (۱۵روز) ریشه‌چه و ساقه‌چه دانه‌رست‌ها جدا و سپس در آون با حرارت ۲±۷۵ درجه سلسیوس برای مدت ۷۲ ساعت خشک شدند. وزن خشک دانه‌رست (ریشه‌چه و ساقه‌چه) با دقت میلی‌گرم توزین شد. تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار Mstatc انجام شد و مقایسه میانگین صفات به‌وسیله آزمون کم‌ترین اختلاف معنی‌دار (LSD) برای اثرات اصلی و نیز آزمون توکی[1] (HSD) برای اثرات متقابل صورت گرفت. نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار Excel ترسیم شدند.

بخش دوم: پژوهش گلدانی

در این آزمایش مناسب‌ترین تیمار (پیش‌تیمار با آب مقطر) به‌دست آمده از نتایج بخش اول پژوهش به‌همراه بذور شاهد، در معرض سه سطح تنش خشکی: ۳۰، ۶۰ و ۹۰ درصد ظرفیت زراعی[2] (FC)، از مرحله دو برگی تا ۸ الی ۱۰ برگی قرار داده شدند. برای این منظور بذرهای شاهد و پیش‌تیمارشده هر یک به تعداد ۶ عدد در سه تکرار در گلدان‌هایی به حجم ۲ لیتر که با نسبت ۲:۱ از ماسه و خاک مزرعه پر شده بود کشت شدند. قبل از کشت برای جلوگیری از رشد عوامل بیماری‌زا، بذرها با استفاده از قارچ‌کش بنومیل به‌نسبت ۱/۵ در هزار ضدعفونی شدند.

برای تعیین و کنترل دقیق میزان رطوبت خاک در سطح ۰/۳- بار ابتدا گلدان‌ها (سه گلدان) تا سطح اشباع آبیاری شده و سپس آب اضافی از کف گلدان‌ها خارج شد. برای جلوگیری از تبخیر آب خاک با استفاده از سلفون نازک روی گلدان‌ها پوشیده شد. سپس گلدان‌ها هر روز وزن شدند. روزی که کاهش وزن در گلدان‌ها مشاهده نشد، به‌عنوان این‌که رطوبت خاک در حد ظرفیت زراعی قرار دارد تعیین شده و گلدان‌ها توزین شدند. سپس به‌مدت ۴۸ ساعت در آون قرار گرفتند تا آب موجود به‌طور کامل خشک شود. سپس مجدداً گلدان‌ها وزن شدند. میزان رطوبت خاک در ظرفیت زراعی از اختلاف وزن گلدان همراه با خاک در حالت ظرفیت زراعی و وزن گلدان همراه با خاک خشک به‌دست آمد. آبیاری گلدان‌ها بر اساس سه سطح ۳۰ درصد (تنش شدید خشکی)،۶۰ درصد (تنش متوسط خشکی) و ۹۰ درصد (بدون تنش خشکی) از میزان آب خاک در ظرفیت زراعی صورت گرفت. در مرحله دو برگ حقیقی گلدان‌ها تنک و در هر تکرار سه گیاهچه نگهداری شد. تا استقرار بوته‌ها (مرحله ۲ برگ حقیقی) آبیاری گلدان‌ها به گونه‌ای انجام شد که به گیاهچه‌ها هیچ‌گونه تنشی اعمال نشود. صفات مورد اندازه‌گیری در این بخش شامل ارتفاع گیاهچه، سطح برگ (با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج[3])، طول ریشه، وزن خشک برگ، ساقه، ریشه و کل گیاهچه بودند.

نتایج و بحث

بخش اول: بررسی تأثیر تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر در پتانسیل‌های مختلف محیط کشت بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد دانه‌رست پنبه

درصد جوانه زنی

نتایج نشان داد پرایمینگ بذر سبب تغییر معنی‌دار ($P<0.01$) درصد جوانه‌زنی بذور پنبه شد (جدول ۱). بالاترین درصد جوانه‌زنی در نتیجه اعمال پیش‌تیمار هیدروپرایمینگ به‌میزان ۶۷/۸ درصد به‌دست آمد. پرایمینگ بذر با محلول‌پلی‌اتیلن گلایکول در سطوح ۲- و ۴- بار سبب افزایش درصد جوانه‌زنی نسبت به شاهد شد. به‌نظر می‌رسد که آبگیری اولیه بذر در فرآیند پرایمینگ موجب تحریک و شروع فعالیت‌های متابولیک و آزادشدن آنزیم‌های هیدرولیزکننده می‌گردد. لذا در این حالت پس از خشک‌شدن بذر و آبگیری مجدد بذر به جهت هیدرولیز

[1]Honestly Significat difference (HSD)
[2]Field Capacity
[3]Leaf Area Meter

اولیه ذخایر بذر، فرآیند جوانه‌زنی بهتر و سریع‌تر انجام (Ashraf and Foolad, 2005) به این نکته اشاره داشتند که آن‌جایی‌که پروسه جذب آب و هیدرولیز در بذور پرایم‌شده بیش‌تر صورت گرفته است، لذا سرعت فاز سوم از مراحل جوانه‌زنی که رشد رویان می‌باشد با سرعت می‌شود. در این خصوص اشرف و فولاد بیش‌تری در مقایسه با بذور شاهد انجام می‌گیرد. اما پتانسیل‌های اسمزی پایین‌تر (۶- و ۸- بار) درصد جوانه‌زنی کم‌تری را در مقایسه با شاهد نشان دادند (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) درصد و سرعت جوانه‌زنی و وزن خشک دانه‌رست پنبه

Table 1. Analysis variance of germination percentage and germination speed and seedling dry weight of cotton

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	وزن خشک دانه‌رست Seedling weight
پرایمینگ بذر Seed Primming (a)	5	2454.658**	3.837**	44675.184**
پتانسیل‌های مختلف محیط کشت بذر Different Potential of Seed Culture (b)	4	6296.350**	14.681**	20978.528**
a×b	20	64.597**	0.44**	361.701**
خطا Error	60	2.444	0.005	9.267
ضریب تغییرات C.V (%)		8.6	11.3	9.6

** معنی‌دار در سطح ۵ درصد ** significant at 5%

جدول ۲- اثرات ساده تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر و پتانسیل‌های مختلف محیط کشت بذر بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی و وزن خشک دانه‌رست

Table 2. Effect of simple of seed priming and potentials of seed culture on germination indices and seedling dry weight

تیمارها Treatments	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate (nd^{-1})	وزن خشک دانه‌رست Seedling dry weight (mg)
شاهد Control	55.0 d	1.9 c	261.4 c
پیش تیمار با آب مقطر Hydroprime	67.8 a	2.4 a	288.7 a
PEG -2 bar	62.4 b	2.1 b	266.5 b
PEG -4 bar	56.6 c	1.9 d	242.4 d
PEG -6 bar	44.3 e	1.5 e	184.3 e
PEG -8 bar	32.5 f	1.0 f	146.9 f
پتانسیل اسمزی صفر Ψs 0	75.6 a	3.1 a	274.4 a
پتانسیل اسمزی ۲- بار Ψs -2 bar	65.4 b	2.2 b	2544.6 b
پتانسیل اسمزی ۴- بار Ψs -4 bar	53.9 c	1.7c	230.5 c
پتانسیل اسمزی ۶- بار Ψs -6 bar	42.7 d	1.2 d	210.4 d
پتانسیل اسمزی ۸- بار Ψs -8 bar	27.9 e	0.7 e	188.6 e

در هر ستون تیمارهای مربوط به هر کدام از تیمارهای پرایمینگ و پتانسیل اسمزی که حروف مشابه دارند در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار نمی‌باشند

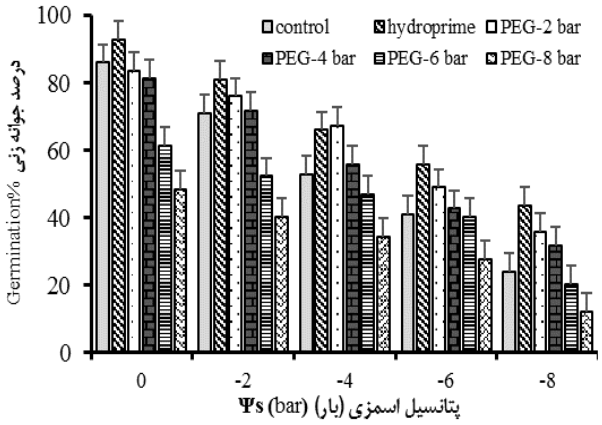
In each column, treatments relevant to each primming and osmotic potentials have the same alphabetic are non-significant at 0.01%

نتایج همچنین حاکی از کاهش معنی‌دار ($P< 0.01$) درصد جوانه‌زنی با افزایش پتانسیل اسمزی محیط کشت بذر از شاهد (صفر بار) به پتانسیل اسمزی ۸- بار ایجاد شده با پلی‌اتیلن‌گلایکول بود. بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد به‌میزان۷۵/۶ درصد و کم‌ترین آن در تیمار (پتانسیل اسمزی ۸- بار) به‌میزان ۲۷/۹ درصد مشاهده شد (جدول ۲). با افزایش پتانسیل اسمزی جذب آب به‌وسیله بذر با محدودیت بیش‌تری مواجه شده و گیاه انرژی بیش‌تری صرف جذب آب نموده و نتیجتاً جوانه‌زنی کندتر انجام شود. نتایج همچنین حاکی از معنی‌داربودن اثر متقابل تیمارهای پرایمینگ بذر و پتانسیل‌های مختلف محیط کشت بذر بود (جدول ۱). بر اساس نتایج، پیش‌تیمار بذر با آب به‌جز در پتانسیل اسمزی ۴- بار، بالاترین درصد جوانه‌زنی را ایجاد نمود. با افزایش پتانسیل اسمزی محیط کشت، بذور پرایم‌شده با پلی‌اتیلن‌گلایکول به‌ویژه در پتانسیل‌های ۲- و۴- بار، نسبت به شاهد افزایش درصد جوانه‌زنی را نشان دادند (شکل ۱ a).

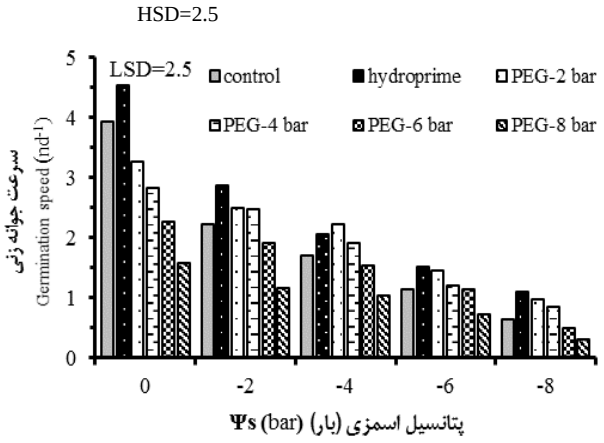
سرعت جوانه‌زنی:

پیش‌تیمار بذور پنبه با آب موجب افزایش معنی‌دار (P<0.01) سرعت جوانه‌زنی (۲۴/۹ درصد) در مقایسه با شاهد شد (جدول ۱). بذور تیمارشده با PEG در پتانسیل ۲- بار نیز افزایش ۸/۲ درصدی سرعت جوانه‌زنی را نشان داد (جدول ۲). ولی تیمار پرایم با PEG در پتانسیل‌های ۴-، ۶- و ۸- بار سرعت جوانه‌زنی را به‌ترتیب به‌میزان ۴، ۲۳/۶ و ۵۰/۱ درصد کاهش داد. نتایج همچنین نشان داد که کاهش پتانسیل اسمزی محیط کشت بذر، سرعت جوانه‌زنی را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. به‌طوری که میزان کاهش سرعت جوانه‌زنی در پتانسیل‌های اسمزی ۲-، ۴-، ۶- و ۸- بار به‌ترتیب برابر ۲۸/۵، ۴۳، ۶۰/۹ و ۷۳/۳ درصد بود (جدول۲). نتایج اثر متقابل تیمارهای هیدرواسموپرایمینگ بذور با پتانسیل اسمزی محیط کشت بذر معنی‌دار بود (جدول ۱). تیمار هیدروپرایمینگ به‌جز در پتانسیل اسمزی محلول کشت بذر ۴- بار، از بالاترین سرعت جوانه‌زنی برخوردار بود. علاوه بر این نتایج نشان داد، پرایمینگ بذر به‌وسیله PEG در پتانسیل‌های ۲- و ۴- بار سرعت جوانه‌زنی را در مقایسه با شاهد در شرایط پتانسیل اسمزی محلول کشت ۲-، ۴-، ۶- و ۸- بار افزایش می‌دهد (شکل ۱ b). نتیجه این‌که پرایمینگ بذر می‌تواند موجب بهبود سرعت جوانه‌زنی در شرایط تنش خشکی گردد.

(a)



(b)



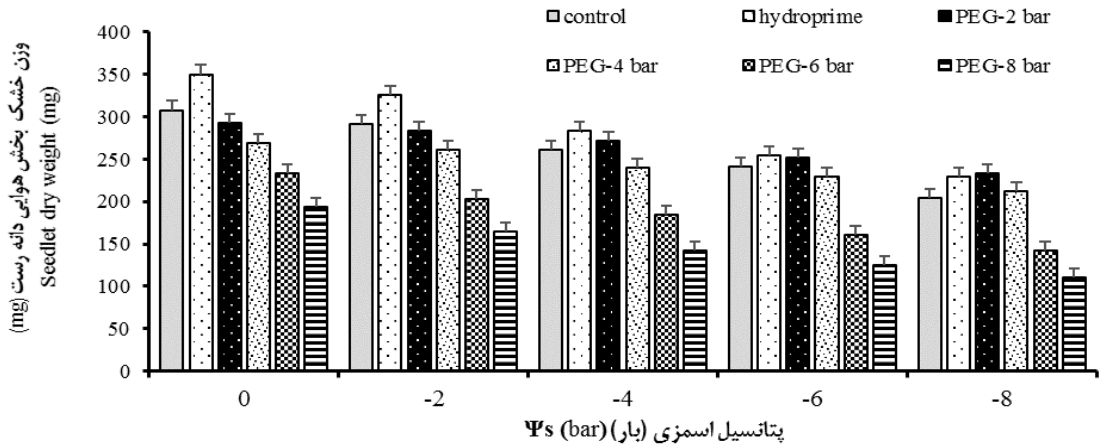
شکل ۱- تأثیر تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر در پتانسیل‌های مختلف اسمزی بر درصد (a) و سرعت جوانه‌زنی بذور پنبه (b)

Figure 1. Effect of different seed priming in different osmotic potentials on germination percent (a) and germination rate of cotton seed (b).

وزن خشک دانه‌رست

تأثیر تیمارهای پرایمینگ بذر بر وزن خشک دانه‌رست پنبه معنی‌دار (P<0.01) بود (جدول ۱). نتایج نشان داد تیمار هیدرو پرایمینگ و تیمار اسموپرایمینگ بذر در پتانسیل اسمزی ۲- بار سبب افزایش وزن خشک دانه‌رست شد. درحالی‌که سایر تیمارها موجب کاهش وزن خشک دانه‌رست در مقایسه با شاهد شدند (جدول۲). نتایج همچنین نشان داد، کاهش پتانسیل اسمزی محیط کشت، موجب کاهش معنی‌دار رشد دانه‌رست و نتیجتاً ماده خشک تولیدی شد (جداول ۱ و ۲). افزایش وزن خشک دانه‌رست در بذور پیش‌تیمارشده ناشی از فعالیت بیش‌تر آنزیم‌های متابولیک موثر بر سوخت و ساز و رشد بیش‌تر رویان و متعاقباً دانه‌رست می‌باشد. در این خصوص کائور و همکاران (Kaur *et al.*, 2005) اظهار نمودند، اختصاص ماده خشک در میوه گیاهان نخود حاصله از بذور هیدروپرایمینگ‌شده در مقایسه با شاهد بالاتر بود که مشخص گردید این امر ناشی از بالاتربودن فعالیت آنزیم‌های درگیر در متابولیسم ساکارز نظیر ساکارز سینتاز، اینورتازها و ساکارز فسفات سینتاز بود. با این وجود، کاهش وزن خشک دانه‌رست در پتانسیل‌های کم‌تر از ۲- بار احتمالاً به‌دلیل آب‌گیری بذر پنبه به‌دنبال ایجاد تنش مصنوعی در بذر بوده است که این موضوع سبب واکنش دفاعی بذر به‌منظور حفظ ساختارهای سلولی شده است.

اثر متقابل تیمارهای پرایمینگ بذر با پتانسیل اسمزی محیط کشت در رابطه با وزن خشک دانه‌رست معنی‌دار بود (جدول ۱). بر اساس نتایج تیمار هیدروپرایمینگ بذر در تمامی پتانسیل‌های اسمزی محیط کشت، به‌جز پتانسیل اسمزی ۸- بار، بیش‌ترین وزن خشک دانه‌رست را تولید نمود. تیمار پرایمینگ بذر با PEG در پتانسیل اسمزی۲- بار نیز سبب افزایش وزن خشک دانه‌رست در پتانسیل اسمزی محیط کشت ۴-، ۶- و ۸- بار در مقایسه با شاهد شد (شکل ۲). کم‌ترین وزن خشک دانه‌رست متعلق به تیمار پرایمینگ بذر با PEG ۸- بار و در پتانسیل اسمزی ۸- بار محیط کشت بود.



شکل ۲- تأثیر تیمارهای مختلف پرایمینگ بذر در پتانسیل‌های مختلف اسمزی بر وزن خشک دانه‌رست پنبه

Figure 2. Effect of different seed priming in different osmotic potentials on cotton seedling dry weight

بخش دوم: پژوهش گلدانی

ارتفاع گیاهچه

پیش‌تیمار بذر پنبه تأثیر معنی‌داری (P<0.01) بر ارتفاع گیاهچه نشان داد (جدول ۳). به‌طوری‌که ارتفاع گیاهچه در بذور تیمارشده با آب (هیدروپرایمینگ) با ۲۶۱/۹ میلی‌متر، افزایشی معادل ۱۶/۲ درصد در مقایسه با تیمار شاهد (با ۲۲۵/۳ میلی‌متر) نشان داد. در این خصوص از آن‌جایی‌که بذور پیش‌تیمارشده در مراحل اولیه، با فاز تحریکی تولید و انباشت این گونه مواد متابولیک و محلول‌های سازگار مواجه شده‌اند، لذا واکنش سریع‌تر و بیش‌تری نسبت به افزایش رشد پس از رفع تنش نشان می‌دهند. میزان افزایش ارتفاع گیاهچه در بذور تیمارشده با پلی‌اتیلن‌گلایکول کم‌تر و به‌ویژه تیمار بذر با پتانسیل‌های ۴- و ۶- بار سبب کاهش ارتفاع گیاهچه شد. مواجهه با تنش خشکی نیز سبب کاهش معنی‌دار (P<0.01) ارتفاع گیاهچه شد (جداول ۳ و ۴). اثر متقابل هیدروپرایمینگ بذر با سطوح تنش خشکی نیز در ارتباط با ارتفاع گیاهچه معنی‌دار (P<0.01) بود. به‌طوری‌که میزان کاهش ارتفاع گیاهچه به‌دنبال تنش خشکی در بذر-های شاهد در سطوح آبیاری ۳۰ و ۶۰ درصد به‌ترتیب برابر ۱۹/۶ و ۹/۶ درصد بود. درحالی‌که مقدار آن برای بذرهای هیدروپرایم (۱۹/۲ و ۸/۷ درصد) و پرایم‌شده با PEG در پتانسیل‌های ۲- بار (۱۲/۹ و ۷/۵ درصد)، ۴- بار (۱۵/۵ و ۱۲/۷ درصد) و ۶- بار (۱۷/۴ و ۵/ درصد) بودند (جدول ۵).

سطح برگ گیاهچه

تفاوت معنی‌داری (P<0.01) بین سطح برگ تولیدی گیاهچه حاصل از بذور پرایم‌شده و شاهد مشاهده شد (جدول ۳). به‌طوری‌که پیش‌تیمار بذور سبب شد تا سطح برگ نهایی گیاهچه (مجموع تمامی تیمارهای پرایمینگ شده) حدود ۲ درصد در مقایسه با گیاهچه شاهد کاهش پیدا نماید. البته این کاهش بیش‌تر در ارتباط با کاهش مشاهده شده در سطح برگ گیاهچه پیش‌تیمارشده با PEG در سطوح ۴- و ۶- بار در مقایسه با شاهد بود. رشد بیش‌تر بخش‌های هوایی و ریشه‌ها در بذرهای پیش-تیمارشده دلیل اصلی افزایش سطح برگ در گیاهچه‌های پیش‌تیمارشده و به‌ویژه تیمار هیدروپرایم در مقایسه با شاهد بود. نتایج مشابهی در ارتباط با افزایش سطح برگ در اثر پرایمینگ بذر توسط اشرفی و رزمجو (Ashrafi and Razmjo, 2009) در گیاه گلرنگ گزارش شده است.

جدول۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات ارتفاع، سطح برگ، وزن خشک اندام‌ها و طول ریشه در گیاهچه پنبه

Table 3. Analysis variance of height, leaf area, root and shoot dry weight and root length in cotton plantlet

Treatment تیمار	درجه آزادی df	ارتفاع گیاهچه Plantlet height	سطح برگ Leaf area	وزن خشک هوایی Shoot dry weight	وزن خشک ریشه Root dry weight	طول ریشه Root lenght	نسبت ریشه به بخش هوایی Root/Shoot
Primming (a) پرایمینگ	4	4411.867**	3355.444**	13212.7**	5337.0**	925.033**	7.748**
Irrigation levels (b) سطوح آبیاری	2	7075.467**	7540.689**	3165769.867**	208410.956**	9154.067**	75.062**
a × b	8	102.8**	240.994**	11763.867**	1114.733**	164.400**	5.281**
Error خطا	30	10.133	6.889	627.111	97.978	19.778	0.275

** معنی‌دار در سطح ۵ درصد

** significant at 5%

جدول ۴ - اثرات ساده پیش‌تیمار بذر و سطوح آبیاری بر میانگین صفات ارتفاع، سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی و ریشه، طول ریشه و نسبت ریشه به بخش هوایی در گیاهچه پن‌به

Table 4. Effect of simple of seed priming and irrigation levels on mean of height, leaf area, root and shoot dry

Treatment تیمار	ارتفاع گیاهچه Plantlet height (mm)	سطح برگ Leaf area (cm^2)	وزن خشک هوایی Shoot dry weight (mg)	وزن خشک ریشه Root dry weight (mg)	طول ریشه Root length (mm)	نسبت ریشه به بخش هوایی Root/Shoot ratio
control شاهد	225.9	143.9	1785.6	560.0	144.8	31.7
Hydroprime پیش‌تیمار با آب مقطر	268.7	168.0	2037.7	606.0	158.0	29.7
PEG -2 bar	233.0	147.0	1828.6	576.0	151.7	31.9
PEG -4 bar	219.9	135.2	1777.7	559.3	142.4	32.0
PEG -6 bar	211.2	114.8	1724.2	540.9	131.1	31.6
$LSD_{(0.01)}$	4.1	3.4	32.5	12.8	5.8	0.7
Irrigation 30% آبیاری ۳۰ ٪	210.9	118.1	1365.0	435.3	118.3	32.1
Irrigation 60% آبیاری ۶۰ ٪	230.0	144.5	1843.7	611.3	152.2	33.2
Irrigation 90% آبیاری ۹۰ ٪	254.3	162.7	2283.5	659.1	166.3	28.9
$LSD_{(0.01)}$	3.2	2.6	25.2	9.9	4.5	0.5

کاهش سطح برگ در اثر تنش خشکی در تیمارهای۳۰ و۶۰ درصد آبیاری معنی‌دار ($P<0.01$) بود. کاهش سطح برگ برای تیمارهای ۳۰ و ۶۰ درصد آبیاری به‌ترتیب ۲۷/۴ و ۱۱/۲ درصد بود (جدول۴). بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، میزان تأثیر پیش‌تیمار بذور پنبه توام با افزایش شدت تنش آبی (سطوح آبیاری ۶۰ و ۳۰ درصد) افزایش پیدا کرد. محققان کاهش به مراتب پایین‌تر سطح برگ، به‌دنبال تنش خشکی در بذور پیش‌تیمارشده را ناشی از افزایش مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد اولیه بالاتر گیاهچه دانستند (Passam and Kakouritis, 1994). بالاترین سطح برگ در تمامی تیمارها و سطوح آن به‌ترتیب به بذور هیدورپرایم‌شده و در سطح آبیاری ۹۰ درصد (۱۹۳/۷ سانتی‌متر مربع) و پایین‌ترین آن مربوط به بذور تیمار شده با PEG در سطح ۶- بار (۱۰۳/۳ سانتی‌متر مربع) بود.

وزن خشک بخش هوایی گیاهچه

تیمارهای۳۰ و ۶۰ درصد سبب کاهش معنی‌دار ($P<0.01$) وزن خشک بخش هوایی گیاهچه پنبه به‌میزان تفاوت وزن خشک بخش هوایی گیاهچه حاصل از بذور شاهد و هیدروپرایم‌شده معنی‌دار ($P<0.01$) بود و در این ارتباط گیاهچه‌های پرایم‌شده وزن خشک بالاتری به‌میزان ۳/۱ درصد در مقایسه با گیاهچه‌های شاهد نشان دادند. (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد از آن‌جایی‌که شرایط رشد از نظر تولید تعداد بیش‌تر سلول و رشد بالاتر آن‌ها در گیاهچه‌های پیش‌تیمارشده بیش‌تر فراهم بوده لذا امکان ذخیره بیوماس بیش‌تری در این گیاهچه‌ها فراهم بوده است. این افزایش می‌تواند ناشی از رشد بیش‌تر اندام‌های هوایی گیاهچه‌های پیش‌تیمار شده به‌دلیل تولید بیش‌تر بیوماس و سطح تعرق‌کننده بالاتر در گیاهچه‌های هیدرواسموپرایمینگ شده باشد. در این خصوص دمیرکایا و همکاران (Demir Kaya *et al.*, 2006) گزارش کردند که پرایمینگ باعث افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه و کاهش دانه‌رست‌های آفتابگردان در شرایط تنش خشکی گردید. با این وجود تنش خشکی در ۴۰/۲ و ۱۹/۳ درصد به‌ترتیب در سطوح۳۰ و ۶۰ درصد آبیاری شد (جداول ۳ و ۴).

جدول ۵- اثر پیش‌تیمار بذر و سطوح آبیاری بر میانگین صفات ارتفاع، سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی و ریشه، طول ریشه و نسبت ریشه به بخش هوایی در گیاهچه پنبه

Table 5. Effect of seed priming (SP) and irrigation levels (IL) on mean of height, leaf area, root and shoot dry weight, root length and root/shoot in cotton plantlet

سطوح آبیاری ×پیش‌تیمار بذر	SP × IL	ارتفاع گیاهچه Plantlet height (mm)	سطح برگ Leaf area (cm^2)	وزن خشک بخش هوایی Shoot weight (mg)	وزن خشک ریشه Root weight (mg)	طول ریشه Root length (mm)	نسبت ریشه به هوایی Root/ Shoot
Irrigation 30% × No Primming	آبیاری ۳۰ درصد × بدون پیش‌تیمار	201.0 H	109.0 I	1299.0 JK	420.7 I	115.3 H	32.4 C
Irrigation 60% × No Primming	آبیاری ۶۰ درصد × بدون‌پیش تیمار	226.3 E	148.3 E	1757.3 H	586.7 F	143.3 F	33.4 ABC
Irrigation 90% × No Primming	آبیاری ۹۰ درصد × بدون پیش‌تیمار	250.3 C	174.3 B	2300.3 B	674.3 B	175.7 B	29.3 D
Irrigation 30% × Hydroprime	آبیاری ۳۰ درصد × هیدروپرایم	239.3 D	138.3 F	1635.7 I	458.0 G	126.7 G	28.0 E
Irrigation 60% × Hydroprime	آبیاری ۶۰ درصد × هیدروپرایم	270.3 B	172.0 BC	1966.0 E	639.0 CD	161.0 CD	32.5 BC
Irrigation 90% × Hydroprime	آبیاری ۹۰ درصد× هیدروپرایم	296.3 A	193.7 A	2511.3 A	721.0 A	186.3 A	28.7 DE
Irrigation 30% × PEG -2 bar	آبیاری ۳۰ درصد × ۲- بار	217.7 F	123.3 G	1339.3 J	451.0 GH	128.7 G	33.7 AB
Irrigation 60% ×PEG -2 bar	آبیاری ۶۰ درصد × ۲- بار	231.3 E	149.7 DE	1890.3 F	629.7 CDE	162.0 CD	33.3 ABC
Irrigation 90% × PEG -2 bar	آبیاری ۹۰ درصد × ۲- بار	250.0 C	168.0 C	2256.0 BC	647.3 C	164.3 C	28.7 DE
Irrigation 30% × PEG -4 bar	آبیاری ۳۰ درصد × ۴- بار	205.0 GH	116.7 H	1271.6 K	431.0 HI	116.0 H	33.9 A
Irrigation 60% ×PEG -4 bar	آبیاری ۶۰ درصد × ۴- بار	212.0 FG	134.0 F	1819.0 G	613.0 E	153.7 DE	33.7 A
Irrigation 90% × PEG -4 bar	آبیاری ۹۰درصد × ۴- بار	242.7 D	155.0 D	2242.3 C	634.0 CDE	157.7 CD	28.3 DE
Irrigation 30% × PEG -6 bar	آبیاری ۳۰ درصد × ۶- بار	191.7 I	103.3 I	1279.3 K	415.7 I	104.7 I	32.5 BC
Irrigation 60% × PEG -6 bar	آبیاری ۶۰ درصد × ۶- بار	210.0 G	118.3 GH	1785.7 GH	588.3 F	141.0 F	33.0 ABC
Irrigation 90% × PEG -6 bar	آبیاری ۹۰ درصد × ۶- بار	232.0 E	122.7 G	2107.7 D	618.7 DE	147.7 EF	29.4 D

در هر ستون تیمارهایی که حروف مشابه دارند در سطح ۰/۰۱ معنی‌دار نمی‌باشند

In each column, treatments with the same alphabetic are non-significant at 0.01%

کاهش رشد و یا وزن خشک از یک طرف ناشی از رشد کم‌تر کل بوته و از طرف دیگر ناشی از اختصاص کم‌تر مواد برای رشد ریشه بود که به‌صورت باز خورد منفی بر رشد اندام‌های هوایی شامل افزایش طول میانگره‌ها و سطح برگ یا وزن خشک آن‌ها اثر گذاشته بود. کاهش وزن خشک بخش هوایی گیاهچه به‌دنبال تنش خشکی به‌طور معنی‌داری ($P<0.01$) در تیمارهای پرایم‌شده و شاهد تفاوت می‌کرد، به‌طوری‌که در شرایط بدون تنش (سطح۹۰ درصد آبیاری) بالاترین وزن خشک در تیمار هیدروپرایم و در سطوح آبیاری ۳۰ و ۶۰ درصد به‌ترتیب از تیمارهای پرایم‌شده به‌ویژه تیمارهای هیدروپرایم و پیش-تیمار با PEG در سطح ۲- بار مشاهده شد مشاهده شد (جدول ۵).

طول و وزن خشک ریشه

بر اساس نتایج بالاترین افزایش طول ریشه گیاهچه پنبه در تیمار هیدروپرایم به‌میزان ۹/۱ درصد مشاهده شد

(جدول ۴). تنش خشکی سبب کاهش معنی‌دار ($P<0.01$) طول ریشه گیاهچه شد. این کاهش در تیمارهای۳۰ و۶۰ درصد آبیاری به‌ترتیب برابر ۲۸/۹ و ۸/۵ درصد بود (جداول ۳ و ۴). بر اساس نتایج در شرایط بدون تنش به‌جز تیمار هیدرو پرایمینگ که موجب افزایش طول ریشه‌چه به‌میزان ۶/۱ درصد شد، پیش‌تیمار بذر با استفاده از پلی‌اتیلن‌گلایکول در پتانسیل‌های۲-، ۴- و ۶- بار سبب کاهش طول ریشه‌چه شد. ولی در شرایط تنش خشکی، پیش‌تیمار بذر با استفاده از PEG در پتانسیل‌های ۲-، ۴- بار سبب افزایش طول ریشه‌چه گیاهچه پنبه شد (جداول ۳و ۵). نتایج مشابهی توسط ملکی‌زاده و فرهودی گزارش شده است (Malekizadeh Tafti and Farhodi, 2012).

تأثیر پرایمینگ بذر بر وزن خشک ریشه معنی‌دار ($P<0.01$) بوده و سبب افزایش ۲ درصدی آن شد (جداول ۳و ۴). بیش‌ترین افزایش وزن خشک ریشه به میزان ۸ درصد متعلق به تیمار هیدروپرایم بود. تنش خشکی القاءشده ناشی از اثر سطوح۳۰ و۶۰ درصد ظرفیت زراعی، موجب کاهش معنی‌دار وزن خشک ریشه شد. مقدار کاهش در تیمارهای۳۰ و۶۰ درصد به‌ترتیب برابر ۳۳/۹ و ۷/۳ درصد در مقایسه با شاهد بود (جداول ۳ و ۴). به‌طور کلی پرایمینگ بذر تأثیر معنی‌داری بر افزایش وزن خشک ریشه تولیدی گیاهچه به‌خصوص در شرایط تنش خشکی داشت. تأثیر پرایمینگ بذر با استفاده از PEG در شرایط بدون تنش، کاهشی بود (جدول ۵).

جدول۶- آستانه تحمل خشکی گیاهچه پنبه بر حسب درصد رطوبت از ظرفیت زراعی در تیمارهای مختلف در رابطه با صفات ارتفاع، سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی و ریشه و طول ریشه

Table 6. Drought tolerace threshold of cotton plantlet on the basis of moisture percent of field capacity in different treatments of height, leaf area, shoot and root dy weight and root

تیمار Treatment	ارتفاع گیاهچه Plantlet height (mm)	سطح برگ Leaf area (cm^2)	وزن خشک هوایی Shoot dry weight (mg)	وزن خشک ریشه Root dry weight (mg)	طول ریشه Root length (mm)
شاهد control	$FC_{60\%}$	$FC_{60\%}$	$FC_{60\%}$	$FC_{60\%}$	$FC_{60\%}$
پیش‌تیمار با آب مقطر Hydroprime	$FC_{60\%}$	$FC_{60\%}$	$FC_{60\%}$	$FC_{60\%}$	$FC_{60\%}$
PEG -2 bar	$FC_{60\%}$	$FC_{60\%}$	$FC_{60\%}$	$FC_{30\%}$	$FC_{30\%}$
PEG -4 bar	$FC_{60\%}$	$FC_{60\%}$	$FC_{60\%}$	$FC_{30\%}$	$FC_{30\%}$
PEG -6 bar	$FC_{60\%}$	$FC_{30\%}$	$FC_{60\%}$	$FC_{60\%}$	$FC_{30\%}$

نسبت ریشه به بخش هوایی

تأثیر پرایمینگ بر افزایش نسبت وزن خشک ریشه به بخش هوایی معنی‌دار بود. به‌طور کلی تیمارهای پرایم‌شده با PEG سبب افزایش این نسبت و تیمار هیدروپرایم موجب کاهش این نسبت شد. تنش خشکی سبب افزایش معنی‌دار ($P<0.01$) این نسبت شد.

بیش‌ترین افزایش در سطح آبیاری۶۰ درصد (تنش خشکی متوسط) به‌میزان ۱۱/۴ درصد مشاهده شد (جدول۳). نتایج همچنین حاکی از معنی‌دار بودن اثر متقابل پرایمینگ بذر و سطوح تنش خشکی بود (جدول ۳). به‌طوری‌که تأثیر پیش‌تیمار بذر بر افزایش این نسبت توأم با افزایش شدت تنش خشکی (آبیاری ۳۰ درصد) بیش‌تر شد و بیش‌ترین نسبت ریشه به اندام هوایی در تیمار پرایمینگ‌شده با پلی‌اتیلن‌گلایکول در پتانسیل اسمزی ۴- بار و تنش خشکی شدید به‌میزان ۳۳/۹ درصد به‌دست آمد (جدول ۵).

نتیجه‌گیری

اجرای این پروژه تحقیقاتی نشان داد که پیش‌تیمار بذر به‌عنوان یک تکنیک کارا می‌تواند موجب بهبود جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه شود. به‌عنوان نتیجه کلی از آزمایش نخست می‌توان اذعان نمود که تیمار هیدروپرایمینگ بذر نسبت به دیگر تیمارها در ارتباط با صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی و وزن خشک دانه‌رست حاصله در شرایط آزمایش از برتری نسبی قابل قبولی برخوردار بود. بر اساس نتایج بخش گلدانی پژوهش، تنش خشکی منجر به کاهش صفات رشدی در گیاهچه پنبه چون ارتفاع بوته، سطح برگ، وزن خشک اندام‌ها و طول ریشه شد. همچنین نتایج نشان داد میزان کاهش و یا افزایش صفات فوق‌الذکر در گیاهچه‌های حاصل از بذور پرایم‌شده به‌مراتب نسبت به گیاهچه حاصل از بذور بدون پرایم، بهبود پیدا کرد و منجر به افزایش رشد گیاهچه در مقایسه با شاهد شد. لذا پیش‌تیمار بذر و به‌ویژه تیمار

هیدروپرایم می‌تواند جوانه‌زنی و رشد گیاهچه پنبه را در شرایط تنش خشکی بهبود بخشد.

بر اساس نتایج آستانه تحمل خشکی در شرایط آزمایشگاهی برای درصد جوانه‌زنی و وزن خشک دانه‌رست در تیمارهای شاهد، هیدروپرایم و پرایمینگ بذر با PEG با پتانسیل‌های اسمزی مختلف برابر ۲- بار بود. همچنین آستانه تحمل خشکی گیاه برای صفت سرعت جوانه‌زنی در تیمارهای شاهد و هیدروپرایم به‌ترتیب ۴- بار و ۶- بار و در تیمارهای پرایم‌شده با PEG برابر با ۸- بار بود. آستانه تحمل خشکی گیاهچه در شرایط گلخانه‌ای بر اساس درصد رطوبت از ظرفیت زراعی برای صفات مختلف ارتفاع گیاهچه، سطح برگ، وزن خشک اندام هوایی و ریشه و نیز طول ریشه در جدول ۶ آمده است.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از مسئول ایستگاه تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کاشمر تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2005. Pre sowing seed treatment – Ashotgun approach to improvegermination, plant growth, and crop yield under saline and non saline conditions. Advances in Agronomy, 88: 223- 265. **(Journal)**

Ashrafi, and Razmjo, Kh. 2009. Survey of the effect of hydroprimming on physiologic and biochemical of sunflower under drought stress. Journal of Crop Ecophysiology, 1.1:34-43. **(Journal)**

Basra, S.M.A., Ashraf, M., Iqbal, N., Khaliq, A. and Ahmad, R. 2004. Physiological and biochemical aspects of pre- sowing heat stress on cottonseed. Seed Science and Technology, 32: 765-774. **(Journal)**

Belhassen, E. 2010. Drought in Higher Plants: Genetical Physiological and Molecular Biological Analysis. ENSA-INR SGAP. Montpellier, France.152pp. **(Book)**

Demir Kaya, M., Gamze Okc, U., Atak, M. and Yakup, C. 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Europian Jounal of Agronomy, 24:291–295. **(Journal)**

EL-Sharkavi, H.M., Farghali, K.A. and Sayed, S.A. 1989. Interactive of water stress, temperature and nutrients in seed germination of three desert plant. Journal of Arid Environments, 17.3:307-301. **(Journal)**

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

Farzaneh, S. 2001. Survey of drought tolerance of cotton genotypes at germination and plantlet growth stages. M.Sc.Thesis. Gorgan University of agricultural science and Natural Resources. **(Thesis)**

Hus, J.L. and Sung, J.M. 1997. Antioxidant role of glutatnione associated with accelerated agina and hydration of triploid watermelon seeds. Physiologia Plantarum, 100: 967-974. **(Journal)**

Hu Xiao, T., Chen, H., Wang, J., Meng Xiao, B. and Chen Fu, H. 2009. Effects of Soil Water Content on Cotton Root Growth and Distribution under Mulched Drip Irrigation. Agricultural Sciences in China, 8: 709-716. **(Journal)**

ISTA, 2003.International Seed Testing Association. ISTA Handbook on Seedling Evaluation, 3rd edition. **(Book)**

Kafi, M., Salehi, L., Kamandi, A., Masoomi, A. and Nabati, J. 2009. Physiology of environmental stresses in plant. Jihad-e- Daneshgahi publishing. 502pp. **(Book)**

Kaur, S., Gupta, A.K. and Kaur, N. 2005. Seed priming increase crop yield possibly by modulating enzymes of sucrose metabolism in chickpea. Journal of Agronomy and Crop Science, 191: 81-87. **(Journal**)

Maguire, J.D. 1962. Speed of germination: in selection and evaluation for seedling vigour. Crop Science, 2: 176-177. **(Journal**)

Malekizadeh Tafti, M. and Farhodi, R. 2012. Effect of Osmoprimming of (*Melissa officinalis* L) under salt stress. 5th Conference of New Idea in agriculture. Khorasegan, Azad Islamic University. **(Conference)**

Michel, B.E. and M.R. Kaufmann, 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. Plant Physiology, 51. 5: 914-916. **(Journal)**

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

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

Pahlevani, M.H. 1999. Survey of quantitative and qualitative traits of cotton cultivars under dry farming and dry farming with complement rrigation. M.Sc. Thesis. Isfahan University of Technology. **(Thesis)**

Passam, H.C. and Kakouritis, D. 1994. The effects of osmoconditioning on the germination, emergence and early plant growth of cucumber under saline condition. Scientica Horticulturae, 57: 233-240. **(Journal)**

Soltani, E., Akram-Ghaderi, F. and Maemar, H. 2007. The effect of priming on germination components and seedling growth of cotton seeds under drought. Journal of Agricultral Science and Natural Resources, 14. 5: 9-16. **(Journal)**

Toselli, M.E. and Casenave, E.C. 2003. Water content and the effectiveness of hydro and osmotic priming of cotton seeds. Seed Science & Technology, 31: 727-735. **(Journal)**

Wang, Ch.Y., Isoda, A., Li, M.S. and Wang, D.L. 2007. Growth and Eco-Physiological Performance of Cotton under Water Stress Conditions. Agricultural Sciences in China, 6(8): 949-955. **(Journal)**

Zhang, J.Y., Duan Ai, W., Meng Zhao, J., and LIU Zu, G. 2006. Suitability of Stem Diameter Variations as an indicator of Water Stress of Cotton. Agricultural Sciences in China, 5(5): 356-362. **(Journal)**

Evaluation of the effect of seed osmo-hydropriming on germination indices and plantlet growth of cotton under drought stress

Hamid Reza Mehrabadi*

Received: March 6, 2019 Accepted: June 9, 2019

Abstract

In order to survey of the effect of osmohydropriming on germination and growth of cotton plantlet under drought stress, two experiments were carried out at emergence and plantlet stages. In the first experiment, cotton seeds were primed with distilled water (hydropriming) and Poly Eltylene Glychol 6000 (-2, -4, -6, -8 bar) (osmopriming) and controlled seeds were subjected to 5 levels of osmotic potential (0, -2, -4, -6, -8 bar). The experiment was conducted as a factorial experiment based on completely randomized design. The second experminent were conducted with control and pretretmented seeds (hydroprimed) and osmoperimed seeds using Ploy Ethylene Glycol at three osmotic levels -2, -4 and -6 bar under three levels of drought stress 30, 60 and 90 percentage of field capacity (FC) using two-liter pots at Agricultural and Natural Resource Research Station of Kashmar. The results of experiment test showed, hydropriming of cotton seed had the most growth percentage and rate as well as dry weight of seedlings in all treatments (except -4 bar) in comparison with control. The results of pots experiment indicated, osmo and hydropriming of cotton-seed increased growth (plantlet height), leaf area, dry weight of shoot and root significantly in compaison with control. Drought stress at 30 and 60 percent of (FC) treatments decreased leaf area and plantlet height.

Key word: *Gossypium hirsutum;* Leaf area; Osmotic stress; Poly eltylene glychol; Root indices

How to cite this article

Mehrabadi, H.R 2020. Evaluation of the effect of seed osmo-hydropriming on germination indices and plantlet growth of cotton under drought stress. Iranian Journal of Seed Science and Research, 7(3): 327-339. (In Persian)(**Journal)**

DOI: 10.22124/jms.2020.4593

COPYRIGHTS

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research

The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit http://jms.guilan.ac.ir/

Assistant Professor, Department of Agronomic and Horticultural Crops Research, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Mashad, Iran

*Corresponding author: hr.mehrabadi@yahoo.com