"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد پنجم، شماره ۱، بهار و تابستان ۹۵
شماره صفحه: ۱۳۴- ۱۲۳

اثر هیدروپرایمینگ بر برخی خصوصیات جوانه‌زنی بذرهای چندشکل تاج‌الملوک زینتی(*Aquilegia chrysantha*)

فهیمه نبی[۱]، احمد اصغرزاده[۲]، ابراهیم گنجی[۲]، علیرضا باقری[۳*]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شیروان، ۲- عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی و ۳- عضو هیئت علمی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه

چکیده

به منظور بررسی اثر هیدروپرایمینگ بر برخی خصوصیات جوانه زنی بذرهای چند شکل تاج الملوک زینتی این آزمایش به صورت فاکتوریل سه عامله در قالب طرح کاملا تصادفی به اجرا در آمد. در ابتدا بذرهای سیاه و قهوه ای رنگ به صورت چشمی از یکدیگر جدا شدند و پس از آن با استفاده از روش بینایی ماشین از نظر اندازه به دو گروه تقسیم شدند. سپس برای تحریک جوانه‌زنی، بذرها به مدت ۴ هفته در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شده و پس از آن تحت تیمارهای شاهد، ۴، ۸، ۱۲ و ۲۴ ساعت هیدروپرایمینگ قرار گرفتند. این آزمایش به صورت فاکتوریل سه فاکتوره و در قالب طرح کاملاً تصادفی به اجرا درآمد. فاکتورهای آزمایشی شامل رنگ بذر، اندازه بذر و هیدروپرایمینگ بودند. نتایج نشان داد که بذرهای بزرگ در مقایسه با بذرهای کوچک درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی بیشتر و متوسط زمان جوانه‌زنی کمتری داشتند. علاوه بر این بذرهای سیاه رنگ نیز در مقایسه با بذرهای قهوه ای در ارتباط با صفات بیان شده تظاهرات بهتری را نشان دادند. همچنین بهترین خصوصیات مربوط به جوانه‌زنی در تیمارهای ۱۲ و ۲۴ ساعت هیدروپرایمینگ ثبت شد. در مجموع با توجه به الگوی غیر یکنواخت جوانه‌زنی این گیاه، استفاده از بذرهای سیاه رنگ بزرگ در شرایط هیدروپرایمینگ ۱۲ ساعت می تواند جوانه‌زنی بهتری را به همراه داشته و برای تولید با عملکرد بهتر تاج‌الملوک زینتی توصیه می شود.

کلمات کلیدی: چندشکلی بذر، پرایمینگ، جوانه‌زنی، تاج‌الملوک زینتی.

مقدمه

گیاهان دارویی یکی از منابع غنی کشور است که که به صورت خام یا فرآوری شده در طب سنتی و مدرن مورد استفاده و بهره وری قرار می گیرند. ایران از نظر آب و هوا در زمینه رشد گیاهان دارویی یکی از بهترین مناطق جهان محسوب می شودکه صادرات آن می تواند منبع بزرگ درآمدی برای کشور باشد (Samsam shariat, 2004). تاج‌الملوک زینتی (*Aquilegia chrysantha*) از خانواده آلاله[1] بومی آمریکای شمالی که ارتفاع آن تا یک متر می رسد، گیاهی چند ساله علفی با گل های زرد درخشان است. این گیاه در برابر گرما بسیار مقاوم بوده و به همین

1 *Ranunculaceae*

نویسنده مسئول: علیرضا باقری، نشانی: پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه، تلفن: ۰۹۳۵۳۸۲۰۸۲۸*
E-mail: a.bagheri@razi.ac.ir
تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۷/۲۵
تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۱۲/۱۹

Archive of SID
www.SID.ir

دلیل به عنوان گیاه بوستان ها در نظر گرفته می شود (Welch, 1989). بذرهای این گیاه اغلب یک الگوی جوانه‌زنی نا منظم را نشان می دهند که انتقال نشاء را با مشکل مواجه می کند (Nau, 1989) و مانعی جدی در تولید تجاری این گیاه می باشد. این گیاه برای جوانه‌زنی ظاهراً به دمای نسبتاً پائین نیاز دارد (Finnerty *et al*., 1992). از سوی دیگر تاج‌الملوک در اواخر بهار و یا اوایل تابستان کشت می شود که با توجه به بالا بودن دما در این زمان ها، جوانه‌زنی با مشکلاتی روبرو خواهد شد (Davis *et al*., 1993). با توجه به مطالب ذکر شده اندیشیدن در مورد روش هایی که جوانه‌زنی این گیاه را تسهیل کند می تواند در جهت تولید این گیاه بسیار مؤثر باشد.

چندشکلی بذر[1] پدیده ای است که در آن یک گیاه شکل های مختلف ریخت شناختی بذر را تولید می کند و این امر در تیره های آفتابگردان[2]، اسفناجیان[3] و گندمیان[4] بیشتر دیده می شود (Wang *et al*., 2008). بذر های چندشکل معمولاً در رنگ، اندازه و شکل به‌علاوه پراکنش، خواب و جوانه‌زنی متفاوت می باشند (Baskin *et al*., 1998; Wei *et al*., 2007). در گیاه تاج‌الملوک زینتی بذرها با دو رنگ سیاه و قهوه ای مشخص هستند (Anonymous, 2012). بذرهای چندشکل یک گیاه، خصوصیات جوانه‌زنی مختلفی را نشان می دهند و جوانه‌زنی در این بذرها با ترکیبی از راهبردهای متفاوت دیده می شود (استراتژی فرصت طلب در مقابل استراتژی محتاط[5]) (Gutterman, 2002; Venable, 1985). به نظر می رسد پاسخ های جوانه‌زنی مختلف توسط بذرهای چندشکل، یک استراتژی مصونیت زا و سودمند در محیط های سخت و غیر قابل پیش بینی باشد (Wei *et al*., 2007).

روش های مختلف تقویت[6] بذر برای کاهش زمان جوانه‌زنی از طریق افزایش سرعت جوانه‌زنی برای بدست آوردن استقرار بهتر گیاهان در بسیاری از گیاهان باغی (Bradford *et al*., 1990) و زراعی (Hussain *et al*., 2006) با موفقیت همراه بوده است. یکی از این روش ها استفاده از پرایمینگ بذر[7] است (Farooq *et al*., 2010). در جریان پرایمینگ، بذرها تا حدی آب جذب می کنند (تا قبل از خروج ریشه چه) و سپس از محیط آب خارج می‌شوند. مقدار این آب به اندازه ای است که امکان وقوع یکسری فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی پیش از جوانه-زنی را فراهم می سازند و در عین حال منجر جوانه‌زنی بذر نمی شود (Bourgne *et al*., 2000). هنگامی که بذر پرایم شده در محیط مناسب جوانه‌زنی قرار می گیرد، سریع‌تر از بذرهای پرایم نشده جوانه می‌زند. برخی محققین گزارش کرده اند که پرایمینگ باعث افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی بذر می گردد (Murungu *et al*., 2003). انواع روش‌های پرایمینگ وجود دارد که از آن جمله می توان به: هیدروپرایمینگ (جذب آب) اشاره کرد (Azarnivand *et al*., 2010). در روش هیدروپرایمینگ بذرها بدون استفاده از هیچ ماده شیمیایی، تنها با آب خالص تیمار شده و پس از آن و قبل از تکمیل جوانه‌زنی خشک می شوند. در این

1 Seed Heteromorphism
2 *Asteraceae*
3 *Chenopodiaceae*
4 *Poaceae*
5 Opportunistic vs Cautious strategies

6Invigoration
7 Seed Priming

Archive of SID
www.SID.ir

روش مقدار جذب آب توسط بذر از طریق تنظیم مدت زمان تماس بذر با آب خالص کنترل می شود. گیاهان حاصل از تیمار پرایمینگ در مقایسه با گیاهان شاهد در طی زمان کوتاه تری سیستم ریشه ای خود را گسترش می دهند و با جذب مطلوب تر آب و مواد غذایی و تولید بخش های سبز فتوسنتز کننده به مرحله اتوتروفی می رسند. تحقق چنین شرایطی به لحاظ زیستی و اکولوژیکی موقعیت ویژه ای به گیاهان حاصل از بذرهای پرایم شده می دهد (Wang *et al.*, 2003). به طوری که این وضعیت امکان بهره برداری مناسب تر از نهاده های محیطی مثل آب، نور و غیره را به گیاه می دهد. همین‌طور در اثر این شرایط ممکن است توانایی ذاتی گیاه جهت برتری در رقابت با سایر گیاهان به لحاظ ویژگی های اکولوژیکی حاکم بر این روابط ارتقاء یابد (Weaich *et al.*, 1992).

در بیشتر مطالعات چندشکلی بذر از جنبه های اکولوژیکی و پاسخ های تکاملی گیاهان در برابر شرایط محیطی بررسی شده است، این در حالی است که از جنبه تولیدی و انتخاب بهترین نوع بذر یک گیاه با بذرهای چندشکل برای تولید بهتر و بیشتر کمتر مورد توجه قرار گرفته است. با توجه به اهمیت گیاه تاج‌الملوک انتخاب بذرهای مناسب برای کشت موفق این گیاه و فقدان مطالعات مربوط به اثر پرایمینگ بذر این گیاه بر جوانه‌زنی بذرهای متفاوت از نظر رنگ و اندازه، این آزمایش تنظیم و به اجرا در آمد. هدف از این تحقیق تعیین بهترین تیمار هیدروپرایمینگ و بررسی اثر آن بر برخی خصوصیات جوانه‌زنی بذرهای چندشکل گیاه تاج‌الملوک زینتی می باشد.

مواد و روش ها

جهت بررسی اثر هیدروپرایمینگ بر جوانه‌زنی شکل های مختلف بذر تاج‌الملوک زینتی، آزمایشی به صورت فاکتوریل سه عامله در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در آزمایشگاه علف‌های‌هرز دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. به این منظور در ابتدا بذرهای F1 تاج‌الملوک زینتی شرکت Kouel, ChP از یک مرکز تولید بذر واقع در مشهد تهیه شد، سپس بذرهای سیاه و قهوه ای بر اساس رنگ تفکیک شده و پس از آن با استفاده از روش عکس برداری و روش بینایی ماشین[1]، بذرها بر اساس اندازه به دو دسته بزرگ و کوچک تقسیم شدند.

به این منظور ابتدا هر یک از بذرهای مورد آزمایش کددهی شده و پس از آن با استفاده از یک اسکنر HP Scanjet G4010 با وضوح ۱۲۰۰ dpi از بذرهای عکس تهیه شده و هر کدام از بذرها در یک پاکت پلاستیکی قرار گرفت. پس از انجام این مرحله با پردازش عکس های گرفته شده با استفاده از نرم افزار پردازش تصویر JMicrovision ابعاد هر بذر و مساحت هر یک از آن‌ها محاسبه شد. پس از محاسبه اندازه مساحت بذرها، بذرها به دو دسته بزرگ و کوچک تقسیم شدند. میانگین مساحت بذرهای سیاه و قهوه‌ای رنگ، به ترتیب معادل ۰/۰۸ و ۰/۰۵ سانتی‌متر مربع بود، بنابراین اندازه ۰/۰۶ سانتی‌متر مربع به عنوان حدفاصل بین بذرهای کوچک و بزرگ انتخاب و به این ترتیب بذرهای کوچک تر و بزرگتر از ۰/۰۶ سانتی‌متر مربع به ترتیب به عنوان بذرهای کوچک و بزرگ در نظر گرفته شدند. پس از این مرحله با دانستن اندازه هر بذر کددار، بذرهای

1 Maschine vision

Archive of SID

www.SID.ir

کوچک و بزرگ در هر رنگ با جداسازی کد مربوطه از سایر بذر ها جدا شده و آماده آزمایش شدند. به این ترتیب چهار شکل مختلف از بذرها، شامل بذرهای سیاه و قهوه ای رنگ کوچک و بزرگ از یکدیگر تفکیک شده و برای اعمال تیمارهای هیدروپرایمینگ آماده شدند. برای آماده سازی بذر جهت انجام آزمایش هیدروپرایمینگ و با توجه به عدم جوانه‌زنی بذرها در مراحل اولیه آزمایش و احتمال وجود خواب در بذرهای مورد آزمایش ابتدا بذرها به مدت ۴ هفته در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. پس از این مرحله هر ۴ شکل بذرهای تاج‌الملوک زینتی بر اساس نوع تیمار هیدروپرایمینگ به مدت ۴، ۸، ۱۲ و ۲۴ ساعت در آب مقطر نگهداشته شده و سپس در سایه خشک شدند. . به این ترتیب سطوح مختلف فاکتور هیدروپرایمینگ شامل خیساندن بذرها به مدت ۴، ۸، ۱۶ و ۲۴ ساعت قبل از کاشت و تیمار شاهد بدون پرایمینگ روی چهار شکل مختلف بذرهای تاج‌الملوک زینتی اعمال شد. برای ضدعفونی کردن بذرها از محلول هیپوکلریت سدیم ۱ درصد استفاده شد، به این ترتیب که بذرها به مدت ۳۰ ثانیه در این محلول ضد عفونی شده و بلافاصله طی چندین مرحله متوالی مورد شستشو قرار گرفتند. سپس از هر یک از تیمارهای آزمایشی تعداد ۲۵ بذر در داخل ظرف پتری و روی کاغذ صافی به ترتیب قرار گرفته و پس از مرطوب سازی با آب مقطر به ترتیب در دمای ۲۵ و ۲۰ درجه سانتیگراد روز و شب (Davis *et al*., 1993) در داخل ژرمیناتور (با فتو پریود ۱۶ ساعت روز و ۸ ساعت شب) قرار گرفتند. پس از این مرحله به مدت دو هفته بررسی های مربوط به جوانه‌زنی انجام شد که در این مدت هر ۲ روز یکبار کاغذهای صافی دوباره توسط آب مقطر مرطوب می شدند. در این مطالعه بذرهایی که ریشه آن‌ها به اندازه ۲ میلی‌متر و یا بیشتر خارج شده بود به عنوان بذر جوانه زده در نظر گرفته شدند و به این ترتیب بذرهای جوانه زده هر روز در هر ظرف پتری شمارش شدند و برخی صفات مربوط به جوانه‌زنی شکل های مختلف بذرهای تاج‌الملوک زینتی شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی تحت تأثیر هیدروپرایمینگ مورد بررسی قرار گرفت. به منظور محاسبه سرعت جوانه‌زنی به روش ماگویر[1] (Hartmann and Kester, 1968) از رابطه ۱ استفاده شد. همچنین درصد و متوسط زمان جوانه‌زنی نیز بر اساس روابط ۲ و ۳ محاسبه شدند (Soltani *et al*., 2002).

(رابطه ۱):

$$\text{سرعت جوانه‌زنی} = \frac{\text{تعداد بذرهای جوانه زده}}{\text{تعداد روز تا آخرین شمارش}} + \frac{\text{تعداد بذرهای جوانه زده}}{\text{تعداد روز تا اولین شمارش}}$$

(رابطه ۲):

$$\text{درصد جوانه‌زنی} = (\text{تعداد کل بذرها} \div \text{تعداد بذرهای جوانه زده تا روز i‌ام}) \times ۱۰۰$$

(رابطه ۳):

$$\text{متوسط زمان جوانه‌زنی} = \frac{\sum(\text{تعداد روز از آغاز جوانه‌زنی} \times \text{تعداد بذرهای جوانه زده در روز i‌ام})}{\text{تعداد کل بذرهای جوانه زده}}$$

1 Maguire

Archive of SID
www.SID.ir

به منظور تجزیه آماری داده ها، در نرم افزار SAS 9.1 با استفاده از روش تجزیه واریانس معنی داری اختلافات بین داده های حاصل از تیمارهای مختلف آزمایش مشخص و برای مقایسه میانگین ها در صورت وجود اختلاف معنی دار، از روش دانکن با سطح معنی داری $p\leq ۰/۰۵$ استفاده شد. قبل از انجام تجزیه واریانس، با استفاده از نرم افزار Minitab ابتدا از نرمال بودن توزیع داده های خام اطمینان حاصل شد. در این آزمایش نمودارها با استفاده از نرم افزارهای Excel رسم گردیدند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس درصد جوانه‌زنی بذرهای تاج‌الملوک زینتی تحت تیمارهای مختلف نشان داد که مدت زمان هیدروپرایمینگ، اندازه و رنگ بذر تأثیر معنی داری ($p\leq 0.01$) روی درصد جوانه‌زنی داشتند. این در حالی است که اثر متقابل زمان هیدروپرایمینگ اندازه بذر و زمان هیدروپرایمینگ × رنگ بذر تأثیر معنی داری را بر درصد جوانه‌زنی نداشتند و تنها اثر متقابل اندازه و رنگ بذر تفاوت معنی داری ($p\leq 0.01$) را در درصد جوانه‌زنی نشان داد. اثر متقابل سه فاکتور مورد بررسی در این آزمایش نیز روی درصد جوانه‌زنی بذرو تاج‌الملوک زینتی معنی دار نبود (جدول ۱).

مقایسه میانگین‌های درصد جوانه‌زنی تاج‌الملوک زینتی نشان داد که هیدروپرایمینگ باعث افزایش درصد جوانه‌زنی شد (شکل ۱ الف). گزارش‌های مختلفی حاکی از آن است که پرایمینگ باعث افزایش درصد جوانه‌زنی بذر می‌گردد (Murungu *et al.*, 2003) و محققان زیادی بر اثرات مفید این روش در بهبود وضعیت جوانه‌زنی بذرها و رشد اولیه گیاهچه تاکید داشته اند (Kaya *et al.*, 2006). فینرتی و همکاران (Finnerty *et al.*, 1992) اثر پرایمینگ روی گونه های تاج الملوک را مورد بررسی قرار دادند و بیان کردند که پرایمبنگ به طور معنی داری باعث افزایش درصد جوانه زنی گونه های تاج-الملوک کوهی (*A. caerulea*) و تاج‌الملوک کانادایی (*A. Canadensis*) شد. فاروق و همکاران (Farooq *et al.*, 2010) بهبود جوانه‌زنی در بذرهای پرایم شده برنج را به افزایش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز نسبت دادند.

در این بذرها پراکسیداسیون چربی ها به واسطه افزایش شدت فعالیت آنزیم های ضد اکسیداسیون کاهش یافت که این موضوع می تواند از دلایل بهبود جوانه‌زنی در بذرهای پرایم شده تاج‌الملوک زینتی نیز قلمداد شود. توجه به بذرهای شاهد نشان می دهد که درصد جوانه زنی آن‌ها از مقدار قابل توجهی بر خوردار نیست. برای توجیه این مطلب می توان این گونه عنوان نمود که در این آزمایش طول دوره جوانه زنی ۱۴ روز در نظر گرفته شد، این در حالی است که مدت زمان استاندارد ارزیابی جوانه زنی تاج الملوک ۲۸ روز است. بنابراین با وجود اختلاف معنی دار تیمارهای هیدروپرایمینگ با یکدیگر و با تیمار شاهد در شکل های مختلف بذر تاج الملوک، پاسخ کمتر بذرهای شاهد را می توان به عدم تکمیل دوره آزمون جوانه زنی نیز نسبت داد.

بررسی درصد جوانه‌زنی در بذرهای سیاه و قهوه‌ای بزرگ و کوچک نشان داد که به طور کلی بذرهای بزرگ در مقایسه با بذرهای کوچک درصد جوانه‌زنی بیشتری را داشتند، به طوری که در هر دو رنگ سیاه و قهوه‌ای، بذرهای بزرگ از درصد جوانه‌زنی بیشتری برخوردار بودند، علاوه بر این

Archive of SID

www.SID.ir

درصد جوانه‌زنی در بذرهای سیاه به طور معنی داری بیشتر از بذرهای قهوه‌ای بود (شکل ۱ ب).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی بذرهای مورد آزمایش تاج‌الملوک زینتی

Table 1- Analysis of variance (Mean squares) of germination percentage, germination rate and mean germination time of Golden columbine (*Aquilegia chrysantha*) seeds

منابع تغییرات SOV	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	متوسط زمان جوانه‌زنی Mean germination time
هیدروپرایمینگ Hydropriming	4	3408.95**	140.97**	3.38**
رنگ بذر Seed color	1	4681.66**	139.16**	7.37**
اندازه بذر Seed size	1	1041.66**	23.74**	0.14^{ns}
پرایمینگ×رنگ بذر Priming×Seed color	4	76.45^{ns}	9.36**	0.59*
رنگ بذر×اندازه بذر Seed color×Seed size	1	601.66**	5.88*	0.003^{ns}
پرایمینگ × اندازه بذر Priming*Seed size	4	76.04^{ns}	0.56^{ns}	0.50*
پرایمینگ× رنگ بذر× اندازه بذر Priming×Seed color× Seed size	4	86.04^{ns}	1.46^{ns}	0.31^{ns}
خطای آزمایش Error	40	55.83	1.25	0.20
ضریب تغییرات (CV; %)	---	11.82	15.00	17.52

**، * و ns به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۰/۰۱، ۰/۰۵ و عدم معنی داری می باشند.

**: P<0.01, *: P<0.05 and, ns: non-significant based on Fisher's test of significance.

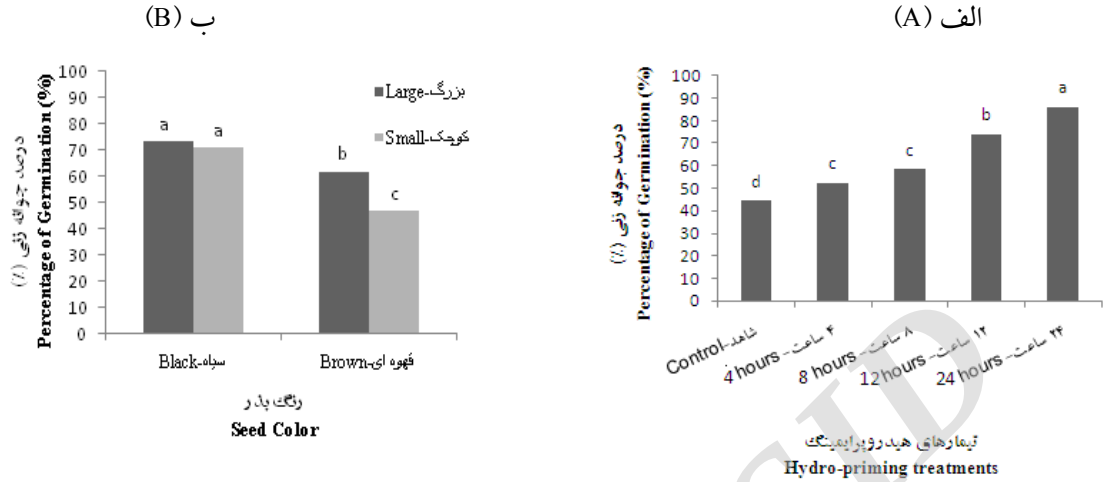
به این ترتیب که حتی در مورد بذرهای کوچک سیاه، درصد جوانه‌زنی بیشتر از بذرهای قهوه‌ای بزرگ بود. لئون-کلوسترزیال و همکاران (Leon-Kloosterziel *et al.*, 1994) بیان کردند که خصوصیات مربوط به پوشش بذر در تعیین شکل بذر، خواب و جوانه‌زنی مهم است. مثلاً وجود رنگدانه ها در پوشش بذر می تواند جوانه‌زنی بذر را تحت تأثیر قرار دهد (Matilla *et al.*, 2005). پوشش بذر لایه اصلی مسئول در نفوذ ناپذیری بذر بوده و اغلب دارای سلول های پارانشیم نردبانی منشوری کشیده شعاعی و فشرده در کنار هم است (Meisert *et al.*, 1999). چاپل و همکاران (Chapple *et al.*, 1994) گزارش کردند که لایه پارانشیم نردبانی پوشش بذر در بذرهای گیاه آرابیدوبسیس (*Arabidopsis thaliana*) با رنگ های مختلف، منجر به نفوذپذیری متغیر این بذرها می شود. تفاوت در رنگدانه ها و جذب آب توسط ژنوتیپ بذر تعیین می شود (Powell, 1989).

نتایج این آزمایش نشان داد که درصد جوانه‌زنی بذرهای سیاه در مقایسه با بذرهای قهوه‌ای بیشتر بود این در حالی است که پوگا- هرمیدا (Puga-Hermida *et al.*, 2003) بیان داشت که در گیاه کلزا میزان جذب آب در بذرهای با رنگ های مختلف، متفاوت و در بذرهای تیره تر آهسته تر از بذرهای روشن است. بنابراین انتظار بر این بود که جذب آب توسط بذرهای قهوه‌ای بیشتر صورت گرفته و درصد

Archive of SID

www.SID.ir

جوانه‌زنی این بذرها در مقایسه با بذرهای سیاه رنگ بیشتر باشد.



شکل ۱- الف) اثر هیدروپرایمینگ بذر و ب) اثر متقابل رنگ × اندازه بذر بر درصد جوانه‌زنی

Figure 1- A) Effect of hydro-priming and, B) Interaction of color and size of seeds on germination percentage

در حالی که این انتظار برآورده نشد و بذرهای سیاه رنگ درصد جوانه‌زنی بیشتری را نشان دادند. در توجیه این مطلب باید گفت که با توجه به میانگین بیشتر اندازه بذرهای سیاه نسبت به بذرهای قهوه ای رنگ (به ترتیب ۰/۰۸ و ۰/۰۵ سانتی‌متر مربع) در مجموع بذرهای سیاه رنگ بذرهای بزرگ تری نسبت به بذرهای قهوه‌ای بودند، بنابراین این انتظار وجود داشت که با توجه به اندوخته بیشتر در بذرهای بزرگ تر، جوانه‌زنی بهتر در این بذرها مشاهده شود. از سوی دیگر تیمار هیدروپرایمینگ را نیز نباید از نظر دور داشت. چرا که جذب کمتر آب در بذرهای سیاه رنگ در مقایسه با بذرهای قهوه‌ای زمانی در جوانه‌زنی تأثیر بیشتری را خواهد داشت که بذرهای خشک در معرض آزمایش قرار گیرند. این در حالی بود که به نظر می رسد تیمارهای هیدروپرایمینگ در این آزمایش اثر منفی رنگ بذر در جذب آب در بذرهای سیاه را با نرم کردن پوسته بذر طی مدت زمان عمل هیدروپرایمینگ کم کرده و باعث جذب بهتر آب و در نتیجه جوانه‌زنی بهتر این بذرها شده است.

مدت زمان هیدروپرایمینگ، اندازه بذر و رنگ بذر تأثیر معنی داری ($p\leq0.01$) را بر سرعت جوانه‌زنی بذرهای تاج‌الملوک زینتی داشتند (جدول ۱). علاوه بر این اثر متقابل زمان هیدروپرایمینگ × رنگ بذر ($p\leq0.01$) و اثر متقابل رنگ × اندازه بذر ($p\leq0.05$) نیز تفاوت معنی دار بر سرعت جوانه‌زنی نشان دادند. این در حالی بود که اثر متقابل زمان هیدورپرایمینگ × اندازه بذر و همچنین اثر متقابل زمان هیدروپرایمینگ × رنگ × اندازه بذر، معنی دار نبود (جدول ۱). شاخص ماگویر، شاخص شتاب[1] جوانه‌زنی بذر محسوب می شود و ممکن است نمونه های با مقدار مشابه درصد جوانه‌زنی، مقادیر مختلفی

1 Index of velocity

Archive of SID

www.SID.ir

از این شاخص را نشان دهند. اگرچه ماگویر واحد این شاخص را ارائه نکرده است اما واحد این شاخص تعداد گیاهچه های عادی جوانه زده در روز است (Ranal and De Santana, 2006).

واکنش بذرهای سیاه و قهوه‌ای رنگ نسبت به تیمار هیدروپرایمینگ متفاوت بود. ارزیابی اثر تیمار هیدروپرایمینگ در بذرهای قهوه‌ای و سیاه نشان داد که به طور کلی سرعت جوانه‌زنی در بذرهای سیاه در مقایسه با بذرهای قهوه‌ای بیشتر بود و با افزایش مدت زمان هیدروپرایمینگ بر شدت این اختلاف افزوده شد (شکل ۲ الف). مشاهده مقادیر سرعت جوانه‌زنی در بذرهای سیاه و قهوه‌ای تاج‌الملوک زینتی نشان داد که به جز در مورد تیمار ۸ ساعت هیدروپرایمینگ در سایر تیمارهای هیدروپرایمینگ و تیمار شاهد تفاوت معنی داری بین سرعت جوانه‌زنی بذرهای سیاه و قهوه‌ای وجود داشت. نتایج نشان داد که در هر دو رنگ سیاه و قهوه‌ای بذرهای تاج‌الملوک زینتی، با افزایش مدت زمان هیدروپرایمینگ سرعت جوانه‌زنی نیز افزایش پیدا کرد. مورونگو و همکاران (Murungu *et al.*, 2003) بیان کردند که هنگامی که بذر پرایم شده در محیط مناسب جوانه‌زنی قرار می‌گیرد، سریع‌تر از بذرهای پرایم نشده جوانه می‌زند. علت تسریع جوانه‌زنی در بذرهای پرایم شده می تواند ناشی از افزایش فعالیت آنزیم های تجزیه کننده مثل آلفا-آمیلاز، افزایش سطح شارژ انرژی زیستی در قالب افزایش مقدار ATP، افزایش سنتز RNA و DNA و همچنین افزایش تعداد و در عین حال ارتقاء عملکرد میتوکندری باشد (Shivankar *et al.*, 2003). در بذرهای پرایم شده کارکرد و ساختار غشاء سلولی در مقایسه با بذرهای شاهد در وضعیت مطلوب تری می باشد که این عوامل در مجموع می توانند توجیهی برای جوانه‌زنی مطلوب تر در بذرهای تیمار شده باشد (Singh, 1995). چاجناوسکی و همکاران (Chojnowski *et al.*, 1997)، بیان داشتند که در بذرهای پرایم شده افزایش در فعالیت های تنفسی و در نتیجه تولید ATP، تحریک فعالیت RNA و پروتئین‌سازی می تواند موجب افزایش سرعت جوانه‌زنی شوند. همانند سازی DNA، تحریک فعالیت RNA و در نتیجه پروتئین سازی، ترمیم غشای سلولی و افزایش غلظت هورمون های محرک جوانه‌زنی از جمله اتیلن در زمان جذب آب توسط بذر صورت گرفته که مجموعه این عوامل، مقدمات جوانه‌زنی را فراهم می آورند. به همین دلیل زمانی که این بذرهای پرایم شده تحت شرایط جوانه‌زنی قرار می گیرند در مقایسه با بذرهای شاهد سریعتر جوانه زده و می توانند از منابع محیطی بهتر بهره برداری کنند.

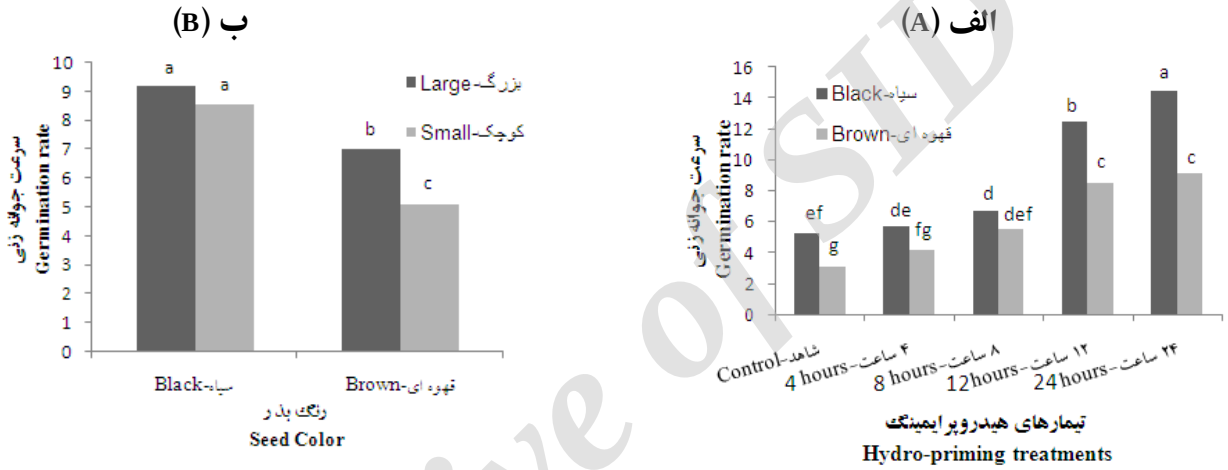
آب توسط بذر طی سه مرحله مشخص جذب می شود. در مرحله اول، بذر آب جذب کرده و وزن آن در طی این مرحله به صورت خطی افزایش می یابد. در مرحله دوم سرعت جذب آب با میزان ثابت انجام می گیرد و در طی این مرحله میزان محتوای آب بذر تغییر اندکی می کند. فرایندهای مهم متابولیکی طی مراحل اول و دوم انجام شده و بذر برای جوانه‌زنی آماده می شود. در نهایت طی مرحله سوم ریشه چه خارج می شود (Azarnivand *et al.*, 2010). در روش پرایمینگ بذر مقدار محدودی آب در اختیار گیاه قرار می‌گیرد تا فقط مراحل مقدماتی جوانه‌زنی قبل از خروج ساقه‌چه و ریشه‌چه انجام گیرد. در واقع هدف فرایند پرایمینگ جذب آب تا مرحله دوم می باشد (Murungu *et al.*, 2003).

افزایش سرعت زمان و جوانه‌زنی در تیمار های هیدروپرایمینگ ۱۲ و ۲۴ ساعت در بذرهای سیاه

Archive of SID

www.SID.ir

رنگ با شدت بیشتری همراه بود. به طوری که در بذرهای سیاه بیشترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۲۴ ساعت هیدروپرایمینگ و در بذرهای قهوه‌ای بیشترین سرعت جوانه‌زنی در تیمارهای ۲۴ و ۱۲ ساعت هیدروپرایمینگ مشاهده شد. کمترین سرعت جوانه‌زنی نیز در هر دو رنگ سیاه و قهوه‌ای در تیمار شاهد و تیمار ۴ ساعت هیدروپرایمینگ بدست آمد (شکل ۲ الف). افزایش سرعت جوانه‌زنی بذرهای پرایم شده در شرایط نامساعد مزرعه ازجمله پایین بودن دما و کمبود رطوبت می تواند در شرایط اقلیمی ایران بسیار حائز اهمیت باشد. همچنین پرایمینگ باعث کاهش ناهمگونی فیزیولوژیکی در توده بذر می شود (Still and Bradford, 1997).



شکل ۲- الف) اثر متقابل هیدروپرایمینگ × رنگ بذر و ب) اثر متقابل رنگ × اندازه بذر بر سرعت جوانه‌زنی

Figure 2- A) Interaction of hydro-priming and seed color, and B) Interaction of color and size of seeds on germination rate

مقایسه سرعت جوانه‌زنی بذرهای سیاه و قهوه‌ای نشان داد که به طور کلی بذرهای سیاه دارای سرعت جوانه‌زنی بیشتر بود و تفاوت معنی داری بین بذرهای سیاه و قهوه‌ای از این نظر مشاهده شد. بذرهای سیاه کوچک و بزرگ از نظر سرعت جوانه‌زنی تفاوت معنی داری را نشان ندادند، این در حالی بود که در بذرهای قهوه‌ای، اندازه بذر به عنوان عاملی تأثیرگذار مطرح بود و سرعت جوانه‌زنی بذرهای قهوه‌ای بزرگ نسبت به بذرهای قهوه‌ای کوچک به طور معنی داری بیشتر بود (شکل ۲ ب). رانال و دسانتانا (Ranal and De Santana, 2006) بیان داشتند که مقادیر بالای شاخص ماگویر نشان دهنده بنیه بالاتر گیاهچه های یک نمونه در مقایسه با نمونه دیگر است. از این رو می توان این گونه نتیجه گیری کرد که بنیه بذرهای سیاه در مقایسه با بذرهای قهوه‌ای بالاتر بوده و یا اینکه بنیه بذرهای قهوه‌ای بزرگ از بذرهای قهوه‌ای کوچک بیشتر بود که ممکن است باعث بیشتر شدن سرعت جوانه‌زنی بذرهای سیاه رنگ در مقایسه با بذرهای قهوه‌ای رنگ و همچنین بذرهای قهوه‌ای بزرگ نسبت به بذرهای قهوه‌ای کوچک شده است.

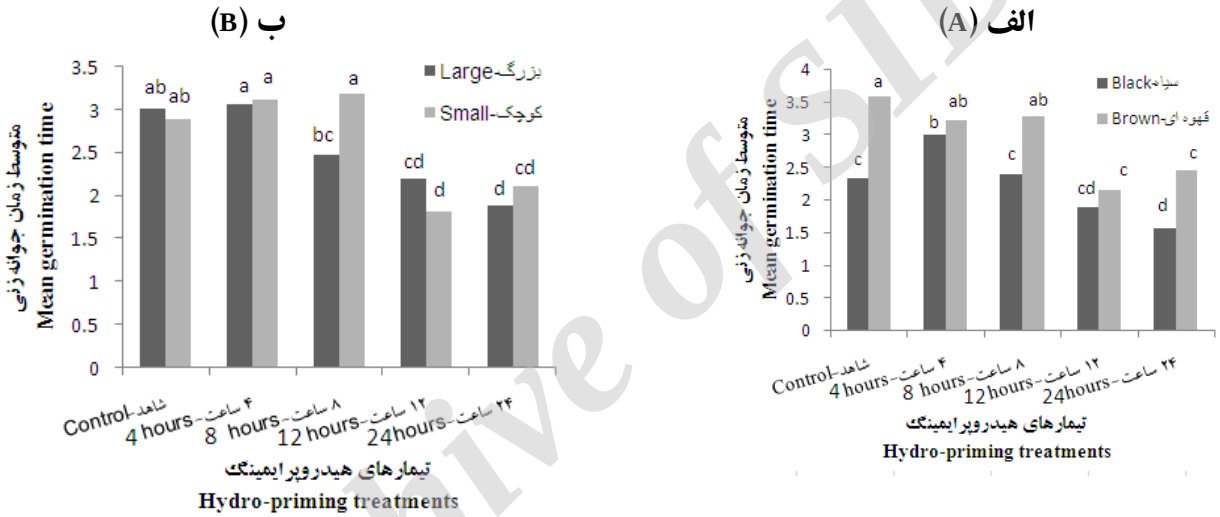
تأثیر تیمار هیدروپرایمینگ و رنگ بذر بر متوسط زمان جوانه‌زنی معنی دار ($p\leq0.01$) و اثرات متقابل

Archive of SID

www.SID.ir

هیدروپرایمینگ × اندازه بذر و هیدروپرایمینگ × رنگ بذر نیز تفاوت معنی دار را با سطح احتمال $p\leq0.05$ نشان داد، اما اثر متقابل رنگ × اندازه بذر و اثر متقابل هیدروپرایمینگ × رنگ × اندازه اثر معنی داری را بر متوسط زمان جوانه‌زنی بذرها نداشت (جدول ۱).

در بین بذرهای سیاه و قهوه‌ای، در مجموع متوسط زمان جوانه‌زنی در بذرهای سیاه کمتر از بذرهای قهوه‌ای بود. این امر به نحوی نشان دهنده سرعت جوانه‌زنی بیشتر بذرهای سیاه نسبت به بذرهای قهوه‌ای است. با افزایش مدت هیدروپرایمینگ از میزان متوسط زمان جوانه‌زنی کاسته شد به طوری که در تیمارهای ۱۲ و ۲۴ ساعت هیدروپرایمینگ بدون وجود اختلاف معنی دار در هر دو نوع بذر سیاه و قهوه‌ای کمترین میزان متوسط زمان جوانه‌زنی مشاهده شد (شکل ۳ الف).



شکل ۳- الف) اثر متقابل هیدروپرایمینگ × رنگ بذر و ب) اثر متقابل هیدروپرایمینگ × اندازه بذر بر متوسط زمان جوانه‌زنی

Figure 2- A) Interaction of hydro-priming and seed color, and B) Interaction of hydro-priming and seed size on mean germination time

مقایسه متوسط زمان جوانه‌زنی بذرهای کوچک و بزرگ تحت تیمارهای مختلف هیدروپرایمینگ نشان داد که در هر دو نوع بذر با افزایش زمان هیدروپرایمینگ از میزان متوسط زمان جوانه‌زنی کاسته شد (شکل ۳ ب). در بذرهای پرایم شده پاره ای تغییرات متابولیکی و بیوشیمیایی به نفع جوانه‌زنی تحقق می یابد. برای مثال در این بذرها بخشی از پروتئین ها و هیدرات های کربن در اثر آنزیم ها و واکنش های هیدرولیز کننده شکسته شده و آماده شرکت در فرآیند جوانه‌زنی می شوند. این مسأله می تواند توجیهی برای کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی باشد (Sung and Chiu, 1995). در یک آزمایش کاربرد هیدروپرایمینگ در آفتابگردان باعث کاهش میانگین مدت جوانه‌زنی شد (Chiu *et al.*, 1995).

در بذرهای کوچک از تیمار ۸ ساعت به ۱۲ و ۲۴ ساعت و در بذرهای بزرگ از تیمار ۴ ساعت به ۸، ۱۲ و ۲۴ ساعت هیدروپرایمینگ روند کاهشی متوسط زمان جوانه‌زنی شدت بیشتری پیدا کرد. به طوری که کمترین متوسط زمان جوانه‌زنی در هر دو نوع بذرهای کوچک و بزرگ در تیمارهای ۱۲ و ۲۴

Archive of SID
www.SID.ir

ساعت هیدروپرایمینگ مشاهده شد. علاوه بر این بررسی دقیق مقدار سرعت جوانه‌زنی در تیمارهای ۱۲ و ۲۴ ساعت هیدروپرایمینگ در بذرهای کوچک و بزرگ نشان داد که تفاوت معنی داری بین بذرهای کوچک و بذر مشاهده نشد (شکل ۳ ب). این در حالی است که یافته های گزانچیان (Gzanchian, 2008) در مورد گونه های باریک برگ نشان داد که گراس های دارای بذرهای کوچک در مقایسه با گراس های دارای بذرهای درشت جوانه‌زنی بهتری را در پاسخ به پرایمینگ نشان دادند. ماوی و همکاران (Mavi *et al*., 2010) بیان کردند که متوسط زمان جوانه‌زنی را می توان به دو عامل مرتبط دانست؛ بنیه بذر که با آن رابطه معکوس دارد و طول دوره تأخیری جذب آب تا برآمدگی ریشه چه. هرچه مقدار این شاخص (متوسط زمان جوانه‌زنی) بیشتر باشد نشان می دهد که بین قرار گرفتن بذر در محیط کشت و جذب آب تا آغاز فعالیت جنین و خروج ریشه چه مدت زمان بیشتری صرف شده است. از این رو می توان این گونه استنباط کرد که در آزمایش ما بیشترین بنیه بذر و کمترین زمان تأخیری بین جذب آب تا خروج ریشه چه در بذرهای سیاه رنگ و همچنین بذرهای بزرگ تر که تحت تیمارهای هیدروپرایمینگ ۲۴ و ۱۲ ساعت قرار داشتند مشاهده شد.

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که بذرهای بزرگ در مقایسه با بذرهای کوچک تاج‌الملوک عملکرد بهتری داشتند. بذرهای بزرگ تر دارای مواد اندوخته ای بیشتری بوده و این امر احتمالا در کارآیی بالاتر صفات جوانه‌زنی بذرهای بزرگ تر تأثیرگذار بوده است. علاوه بر این بذرهای سیاه رنگ نیز در مقایسه با بذرهای قهوه‌ای در ارتباط با صفات بیان شده تظاهرات بهتری را نشان دادند. همچنین با افزایش مدت زمان تیمار هیدروپرایمینگ بر کارایی جوانه‌زنی بذرهای تحت این تیمارها افزوده شد. این امر نشان می دهد که با افزایش زمان هیدروپرایمینگ جذب بهتر آب و در نتیجه تأثیرات مثبت آن در فرایند جوانه‌زنی بهتر صورت گرفته است.

منابع

References

Anonymous. 2012. *Aquilegia chrysantha* yellow queen [Online]. Available at https://www.woottensplants.com/product/aquilegia/aquilegia-chrysantha-yellow-queen/ (accessed 10 April 2012; verified 6 September. 2012). woottens of wenhaston, the plantsman's nursery. UK.

Azarnivand, H., M. Abasi, and A. Enayati. 2010. Evaluation and determination of the best hydro and osmopriming treatments for germination properties of tall wheatgrass (*Agropyron elongatum*). J. Range Watershed Manage. 62: 431-444.

Baskin, J.M., X. Nan, and C.C. Baskin. 1998. A comparative study of seed dormancy and germination in an annual and a perennial species of *Senna* (Fabaceae). Seed Sci. Res. 8: 501-512.

Bourgne, S., C. Job, and D. Job. 2000. Sugarbeet seed priming: solubilization of the basic subunit of 11-S globulin in individual seeds. Seed Sci. Res. 10: 153-162.

Bradford, K.J., J.J. Steiner, and S.E. Trawatha. 1990. Seed priming influence on germination and emergence of pepper seed lots. Crop Sci. 30: 718-721.

Chapple, C.C.S., B.W. Shirley, M. Zook, R. Hammerschmidt, and S.C. Somerville. 1994. Secondary metabolism in *Arabidopsis*. Arabidopsis: 989-1030.

Chiu, K., C. Wang, and J. Sung. 1995. Lipid peroxidation and peroxide scavenging enzymes associated with accelerated aging and hydration of watermelon seeds differing in ploidy. Physiol. Plant. 94: 441-446.

Chojnowski, M., F. Corbineau, and D. Côme. 1997. Physiological and biochemical changes induced in sunflower seeds by osmopriming and subsequent drying, storage and aging. Seed Sci. Res. 7: 323-332.

Archive of SID

www.SID.ir

Davis, T.D., D. Sankhla, N. Sankhla, A. Upadhyaya, J. Parsons, and S. George. 1993. Improving seed germination of *Aquilegia chrysantha* by temperature manipulation. Hort Sci. 28: 798-799.
Farooq, M., S.M.A. Basra, A. Wahid, and N. Ahmad. 2010. Changes in nutrient-homeostasis and reserves metabolism during rice seed priming: consequences for seedling emergence and growth. Agric.Sci. in China. 9: 191-198.
Finnerty, T.L., J.M. Zajicek, and M.A. Hussey. 1992. Use of seed priming to bypass stratification requirements of three *Aquilegia* species. Hort Sci. 27: 310-313.
Gutterman, Y. 2002. Survival strategies of annual desert plants. adaptations of desert organisms. Berlin: Springer-Verlag.
Gzanchian, A. 2008. Determination of the best condition of seed priming for germination improvement of perennial grasses using PEG. first conf. Iranian seed Sci. Technol. (in Persian).
Hartmann, H.T., and D.E. Kester. 1968. Plant propagation: principles and practices. Plant propagation: principles and practices. Prentice-Hall , Englewood Cliffs, N.J.
Hussain, M., M. Farooq, S.M. Basra, and N. Ahmad. 2006. Influence of seed priming techniques on the seedling establishment, yield and quality of hybrid sunflower. Int. J. Agric. Biol. 8: 14-18.
Kaya, M.D., G. Okçu, M. Atak, Y. Çıkılı, and Ö. Kolsarıcı. 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Eur. J. Agron. 24: 291-295.
Leon-Kloosterziel, K.M., C.J. Keijzer, and M. Koornneef. 1994. A seed shape mutant of *Arabidopsis* that is affected in integument development. Plant Cell. 6: 385-392.
Matilla, A., M. Gallardo, and M.I. Puga-Hermida. 2005. Structural, physiological and molecular aspects of heterogeneity in seeds: a review. Seed Sci. Res. 15: 63-76.
Mavi, K., I. Demir, and S. Matthews. 2010. Mean germination time estimates the relative emergence of seed lots of three cucurbit crops under stress conditions. Seed Sci. Technol. 38: 14-25.
Meisert, A., D. Schulz, and H. Lehmann. 1999. Structural features underlying hardseededness in geraniaceae. Plant Biol. 1: 311-314.
Murungu, F., P. Nyamugafata, C. Chiduza, L. Clark, and W. Whalley. 2003. Effects of seed priming, aggregate size and soil matric potential on emergence of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) and maize (*Zea mays* L.). Soil Tillage Res. 74: 161-168.
Nau, J. 1999. Ball Culture Guide: the encyclopedia of seed germination..Ball Pub., Batavia, IL.
Powell, A.A. 1989. The importance of genetically determined seed coat characteristics to seed quality in grain legumes. Ann. Bot. 63: 169-175.
Puga-Hermida, M.I., M. Gallardo, and A.J. Matilla. 2003. The zygotic embryogenesis and ripening of *Brassica rapa* seeds provokes important alterations in the levels of free and conjugated abscisic acid and polyamines. Physiol. Plant. 117: 279-288.
Ranal, M.A., and D.G. De Santana. 2006. How and why to measure the germination process? Revista Brasil. Bot. 29: 1-11.
Shivankar, R., D. Deore, and N. Zode. 2003. Effect of pre-sowing seed treatment on establishment and seed yield of sunflower. J. Oilseeds Res. 20: 299-300.
Singh, B.G. 1995. Effect of hydration-dehydration seed treatments on vigour and yield of sunflower. Indian J. . Plant Physiol. 38: 66-68.
Soltani, A., S. Galeshi, E. Zeinali, and N. Latifi. 2002. Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Sci. Technol. 30: 51-60.
Still, D.W., and K.J. Bradford. 1997. Endo-B-mananase activity from individual tomato endosperm caps and radicale tips in relation to germination rats. Plant Pysiol. 113: 21-29.
Sung, J.M., and K.Y. Chiu. 1995. Hydration effect on seedling emergence strength of watermelon seeds differing in ploidy. Plant Sci. 110: 21-26.
Venable, D.L. 1985. The evolutionary ecology of seed heteromorphism. Am. Nat. 126: 577-595.
Wang, H.Y., C.L. Chen, and J.M. Sung. 2003. Both warm water soaking and soild priming treatments enhance anti - oxidation of bitter gourd seeds germinated at sub optimal temperature. Seed Sci. Technol. 31: 47-56.
Wang, L., Z. Huang, C.C. Baskin, J.M. Baskin, and M. Dong. 2008. Germination of dimorphic seeds of the desert annual halophyte *Suaeda aralocaspica* (Chenopodiaceae), a C4 plant without kranz anatomy. Ann. Bot. : 757–769 102: 757-769.
Weaich, K., K.L. Bristow, and A. Cass. 1992. Preemergent shoot growth of maize under different drying conditions. Soil Sci. Soc. Am. J. 56: 1272-1278.
Wei, Y., M. Dong, and Z.Y. Huang. 2007. Seed polymorphism, dormancy and germination of *Salsola affinis* (Chenopodiaceae), a dominant desert annual inhabiting the Junggar Basin of Xinjiang, China. Aust. J. Bot. 55: 464-470.
Welch, W.C. 1989. Perennial Garden Color: Taylor Publishing Company.

Archive of SID

www.SID.ir