

بررسی تأثیر موسیلاژ بذر بر میزان مقاومت به خشکی گیاه شاهی (*Lepidium sativum* L.) در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه

حمید سودائی‌زاده*، اصغر مصلح‌آرانی و مهدیه تجملیان

یزد، دانشگاه یزد، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۰/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۳/۵/۱۶

چکیده

رشد و نمو گیاهان از مرحله جوانه‌زنی بذر شروع و با استقرار گیاهچه در خاک ادامه می‌یابد. به‌منظور بررسی نقش موسیلاژ در مقاومت به خشکی شاهی (*Lepidium sativum* L.) در مرحله جوانه‌زنی، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. در این آزمایش سطوح مختلف تنش خشکی در پنج سطح (۰، ۰/۵، ۰/۹، ۱/۴۵، ۲/۱- مگاپاسکال) بر دو نوع بذر دارای موسیلاژ و بدون موسیلاژ گیاه شاهی اعمال شد. نتایج نشان داد که با افزایش تنش خشکی صفات جوانه‌زنی شامل درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و بنیه بذر به‌طور معنی‌داری (۰/۰۱ < p) کاهش یافت. همچنین تأثیر موسیلاژ بر صفات جوانه‌زنی شاهی (۰/۰۱ < p) معنی‌دار بود و در بیشتر صفات مورد بررسی، بذر دارای موسیلاژ در مقایسه با بذره‌های بدون موسیلاژ به میزان کمتری تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفتند. به‌طور کلی نتایج این تحقیق نشان‌دهنده نقش مثبت موسیلاژ در حفظ رطوبت و بهبود جوانه‌زنی بذر در شرایط تنش رطوبتی است.

واژه‌های کلیدی: موسیلاژ، تنش خشکی، شاهی (*Lepidium sativum* L.)، جوانه‌زنی

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۳۴۵۰۷۴۷۶، پست الکترونیکی: hsodaie@yazduni.ac.ir

مقدمه

رشد و نمو گیاهان از جوانه‌زنی بذر شروع می‌شود و برای ادامه حیات آن جوانه باید بتواند خود را با شرایط محیطی مطابقت داده و در خاک مستقر شود. همچنین حساس‌ترین مرحله زندگی یک گیاه مرحله جوانه‌زنی و زمانی است که گیاه هنوز به‌صورت گیاهچه بوده و اگر گیاه بتواند این مراحل را با موفقیت سپری کند، شانس زنده ماندن و استقرار آن زیاد است (۴).

به نظر می‌رسد توسعه موسیلاژ در بذر یکی از سازگاری‌های تکاملی گیاهان به محیط بیابان بوده و دارای برخی مزایای زیست محیطی در شرایط محدودیت رطوبت است (۱۸). موسیلاژها علاوه بر خواص دارویی، با حفظ رطوبت بذر در حفاظت از آن در زمان جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های اولیه مؤثرند (۱۴)، علاوه بر آن افزایش سطح تماس

در کشور ما تولید محصولات زراعی اغلب تحت تأثیر تنش‌های محیطی انجام می‌شود. بجز نوار شمالی، در بقیه نقاط ایران معمولاً تنش‌های خشکی، شوری، گرما و سرما وجود دارد (۹). خشکی از ویژگی‌های کشور ما است و از این پدیده طبیعی و غیر قابل تغییر، راه فراری نیست و از طرفی مصرف منابع انرژی، آب و مواد غذایی به‌طور روزافزونی در جامعه افزایش می‌یابد. بکارگیری روش‌هایی برای شناخت ارتباط کمبود آب خاک و رشد محصولات در هر مرحله، بررسی واکنش‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و متابولیکی و همچنین بهره‌برداری صحیح از آب موجود به همراه کشت گیاهان مقاوم به خشکی در این رابطه بسیار مؤثر است.

شوری و خشکی بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند میزان جوانه‌زنی با افزایش میزان نمک و پتانسیل اسمزی در هر دو گروه بذر بدون موسیلاژ و دارای موسیلاژ کاهش یافت. اگرچه درصد جوانه‌زنی در بذره‌های حاوی موسیلاژ به صورت معنی‌داری بالاتر از بذره‌هایی بود که موسیلاژ آنها برطرف شده بود. اما به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که موسیلاژ به جوانه زنی بذر در تنش‌های خشکی و شوری کمک کرده و نقش مهمی را از نظر اکولوژیکی در چرخه زندگی *Artemisia sphaerose phala* ایفا می‌کند (۲۶).

Clifford و همکاران (۲۰۰۲) ترکیب و نقش فیزیولوژیکی موسیلاژ و پلی‌ساکارید را در گونه‌های *Ziziphus* در طی دوره تنش خشکی بررسی کردند. در بررسی به‌عمل آمده از گونه‌های مذکور که در محیط‌هایی با بارندگی نامنظم رشد می‌کنند، مشخص گردید که موسیلاژ به‌عنوان منبعی برای انتقال مجدد مواد محلول برای تنظیم اسمزی استفاده می‌شود (۱۲).

Taylor و همکاران (۲۰۰۳) بیان کردند که در شرایط نبود تنش خشکی، موسیلاژ منجر به کاهش سرعت جوانه‌زنی چغندر می‌شود. بنابراین، به‌نظر می‌رسد نقش موسیلاژ در افزایش سرعت جوانه‌زنی در مواقعی است که بذر در شرایط تنش رطوبتی قرار داشته و موسیلاژ با فراهم نمودن آب بیشتر برای بذر، باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی آن می‌گردد (۲۴).

این تحقیق به بررسی نقش موسیلاژ در مقاومت به خشکی گونه *Lepidium sativum* L در مرحله جوانه‌زنی می‌پردازد. نتایج این تحقیق می‌تواند در شناخت مکانیسم‌های مختلف مقاومت به خشکی گیاهان موجود در مناطق خشک مورد استفاده قرارگیرد.

مواد و روشها

بذر با خاک (۱۷)، پیشگیری از پراکندگی بذر توسط باران، باد، مورچه‌ها و یا دیگر شکارچیان (۱۸ و ۲۶) و ترمیم DNA جنین با استفاده از رطوبت شبنم و باران، به زنده ماندن بذر در شرایط سخت بیابان کمک می‌کند (۲۶).

شاهی *(Lepidium sativum L.)* یکی از گیاهانی دارویی است که بذر آن حاوی مقادیر زیادی موسیلاژ است. شاهی گیاهی علفی، بی‌کرک با ساقه راست است که در بسیاری از کشورهای جهان انتشار یافته است. در هند این گیاه برای درمان آسم، اسهال خونی و خواب‌آلودگی استفاده می‌شود. همچنین در چین دانه‌های شاهی برای درمان دل‌پیچه، آسم، ذات‌الریه، سردرد و تومور مصرف می‌شود (۲۲). شاهی اثر ضدآسکوربوت قوی دارد و به حالت خام در سالاد و یا با اغذیه به‌صورت سبزی خوردن مصرف می‌شود. همچنین شاهی خاصیت اشتها آور، مدر و تصفیه‌کننده خون دارد (۱۱). مصرف دانه آن برای تقویت معده، خلط‌آور بودن و خاصیت ضدالتهابی توصیه می‌گردد (۱۶).

مطالعات بسیاری بر روی عوامل مؤثر بر جوانه‌زنی (مانند دما، نور، رطوبت خاک و عمق دفن در زیر ماسه) انجام شده است؛ با وجود این، در مورد نقش سایر عوامل مؤثر در جذب آب توسط بذر از جمله موسیلاژ، به‌خصوص در محیط پرتنش مطالعات اندکی انجام شده است. در این رابطه حاجی رضایی و همکاران (۱۳۹۱) به نقش مثبت موسیلاژ در حفظ رطوبت و بهبود جوانه‌زنی بذر در شرایط تنش رطوبتی در دو گونه اسفرزه و بارهنگ اشاره کردند. این محققان گزارش کردند که بذور دارای موسیلاژ در مقایسه با بذره‌های بدون موسیلاژ به میزان کمتری تحت تأثیر اثر تنش خشکی قرار گرفته و در هر دو نوع بذر (با موسیلاژ و بدون موسیلاژ)، صدمه ناشی از تنش خشکی در جوانه‌زنی و رشد اولیه اسفرزه کمتر از بارهنگ بود (۲).

Yang و همکاران (۲۰۱۰) نقش موسیلاژ را در جوانه‌زنی بذر *Artemisia sharosephala* در شرایط تنش

قالب طرح کاملاً تصادفی در چهار تکرار بر بذور با موسیلاژ و بدون موسیلاژ اعمال شد. به منظور ایجاد تنش خشکی از پلی اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ استفاده شد. برای محاسبه PEG لازم از رابطه میشل زکوفمن بشرح زیر استفاده شد (۲۱):

$$\Psi_s = -(1.18 \times 10^{-2})C - (1.8 \times 10^{-4})C^2 + (2.67 \times 10^{-4})CT + (8.39 \times 10^{-7})C^2T \quad (1)$$

که در آن: C میزان PEG لازم بر حسب گرم در کیلوگرم آب، T دمای محیط که معمولاً ۲۵°C فرض می‌شود، Ψ_s فشار اسمزی بر حسب مگاپاسکال است.

که در آن PG درصد جوانه زنی و Ni تعداد بذر جوانه زده در روز آخر شمارش و N تعداد کل بذرهاست. برای محاسبه سرعت جوانه زنی از فرمول زیر استفاده شد (۱۹):

$$S = \sum G/t \quad (3)$$

که در آن G درصد جوانه زنی بذرها در هر روز و t زمان کل جوانه زنی را نشان می‌دهد.

بنیه بذر نیز از فرمول زیر محاسبه شد (۱۰):

$$(4) \quad 100 / \text{درصد جوانه زنی} \times \text{طول گیاهچه (سانتیمتر)} = \text{بنیه بذر}$$

به منظور تجزیه داده‌ها، ابتدا بر روی آنها آزمایش نرمالیت به انجام شد. برای نرمال نمودن متغیرهایی که دارای توزیع نرمال نبودند از تبدیل لگاریتمی استفاده شد. تجزیه داده‌ها با روش تجزیه واریانس دوطرفه در محیط نرم افزاری ۱۶ SPSS انجام شد. میانگین تیمارها با کمک آزمون دانکن مقایسه شده و نمودارهای مربوطه با استفاده از نرم افزار Excel رسم گردید.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر سطوح مختلف خشکی و نوع بذر (موسیلاژ و بدون موسیلاژ) بر

این تحقیق در سال ۱۳۹۲ در آزمایشگاه گیاه‌شناسی دانشگاه یزد انجام شد. به منظور بررسی نقش موسیلاژ در مقاومت به خشکی گیاه شاهی در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه، تیمارهای تنش خشکی با پنج سطح (۰، ۰/۵، ۰/۹، ۱/۴۵، ۲/۱ - مگاپاسکال) در یک آزمایش فاکتوریل در

بذرهای شاهی قبل از انجام آزمایش با هیپوکلریت سدیم ۲٪ به مدت ۲ دقیقه ضدعفونی و بعد با آب مقطر شستشو داده شدند. از پتری‌دیش‌های ۸ سانتیمتری برای این آزمایش استفاده گردید که قبل از استفاده در هیپوکلریت سدیم ۱۰٪ (به مدت ۱۰ دقیقه) ضدعفونی و با آب مقطر شستشو داده شدند. سپس تعدادی از بذرها به کمک شیوه-ای مناسب موسیلاژ برداری شد. به این صورت که ابتدا بذرها با استفاده از آب ۵-۱۰ دقیقه مرطوب و پس از ظهور موسیلاژ، با سایش ملایم بر روی کاغذ صافی، موسیلاژ آنها جدا شد (۱۸).

در مرحله بعد، تعداد ۲۰ بذر انتخاب و داخل پتری‌دیش‌ها قرار داده شد. سپس به هر پتری‌دیش ۱۰ میلی‌لیتر از محلول‌های تهیه شده اضافه گردید. پتری‌دیش‌ها به مدت ۱۰ روز در ژرمیناتور با تناوب نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی و در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد قرار گرفتند. به‌طور روزانه پتری‌دیش‌ها بازبینی و تعداد بذرهایی که جوانه زده بود و ریشه‌چه آنها قابل رؤیت بود (بیش از ۲ میلیمتر طول) به‌عنوان بذره‌های جوانه زده شمارش شد. طول ریشه‌چه و ساقه‌چ با خط‌کش با دقت ۰/۱ میلیمتر اندازه‌گیری شد. درصد جوانه زنی از طریق فرمول زیر محاسبه گردید:

$$PG = (Ni/N) \times 100 \quad (2)$$

درصد و سرعت جوانه‌زنی و همچنین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و بنیه بذر گیاه شاهی در سطح یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل خشکی و نوع بذر نیز بر طول ساقه‌چه در

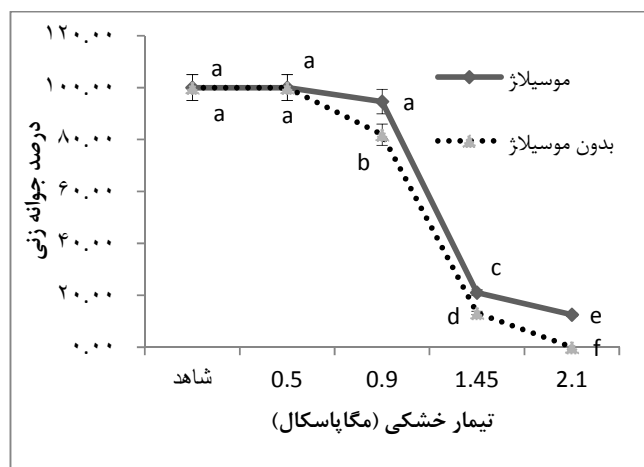
جدول ۱- تجزیه واریانس اثر تنش خشکی و موسیلاژ بذر بر صفات جوانه‌زنی شاهی (*Lepidium sativum* L)

میانگین مربعات						منابع تغییرات
طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	بنیه بذر	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	درجه آزادی	
۰/۳۴۴**	۰/۷۶۶**	۰/۱۰۶**	۳/۲۸**	۴/۸۲**	۴	تیمارهای خشکی (A)
۰/۵۰۲**	۰/۰۸۴**	۰/۰۰۹**	۰/۷۶۰**	۰/۲۶۰**	۱	نوع بذر (B)
۰/۰۱۲*	۰/۰۱۴**	۰/۰۰۲**	۰/۴۶**	۰/۱۱۸**	۴	اثر متقابل (A×B)
۰/۰۰۴	۰/۰۰۲**	۰/۰۰	۰/۰۰۴	۰/۰۰۹	۳۰	خطا

*, **, ***: به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ درصد، معنی‌دار در سطح ۱ درصد، عدم وجود تفاوت معنی‌دار

پتانسیل‌های اسمزی ۰/۹-، ۱/۴۵- و ۲/۱- مگاپاسکال وجود موسیلاژ منجر به افزایش معنی‌دار جوانه‌زنی در مقایسه با عدم وجود این ماده گردید. البته در تیمار شاهد و پتانسیل ۰/۵- مگاپاسکال بین دو نوع بذر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۱).

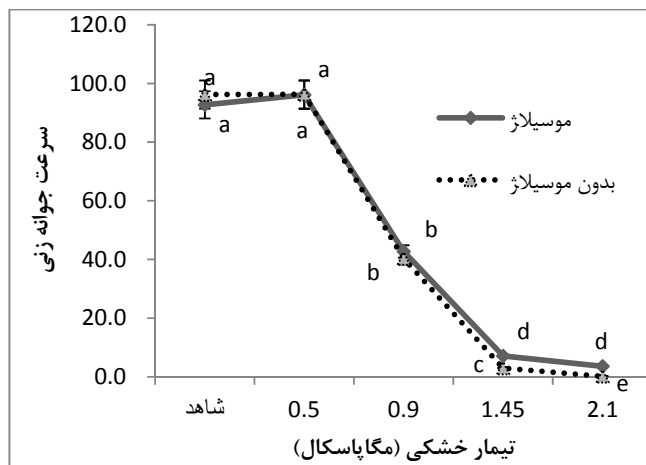
بر اساس نتایج به دست آمده از آزمون دانکن پتانسیل‌های اسمزی بالاتر از ۰/۵- مگاپاسکال منجر به کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی در بذرهای بدون موسیلاژ شد، در حالیکه در بذور با موسیلاژ کاهش معنی‌دار صفت مذکور از پتانسیل‌های بالاتر از ۰/۹- مگاپاسکال مشاهده شد. در



شکل ۱- اثر متقابل نوع بذر و تیمار خشکی بر میانگین درصد جوانه‌زنی (میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند)

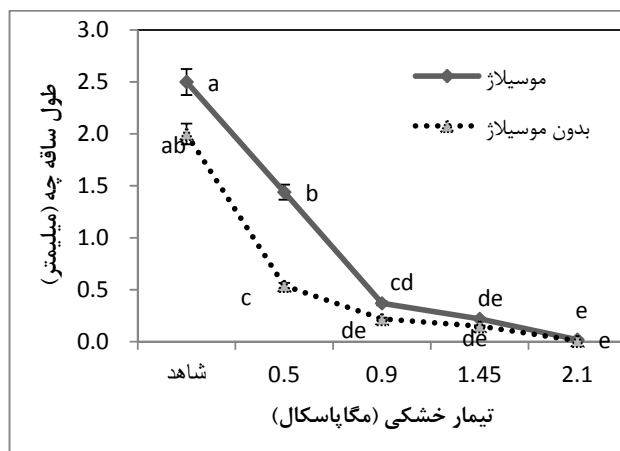
افزایش تنش خشکی به ۱/۴۵- و ۲/۱- مگاپاسکال بذرهای موسیلاژدار مقاومت بهتری در برابر تنش از خود نشان داد و به نسبت بذور فاقد موسیلاژ به طور معنی‌داری از سرعت جوانه‌زنی بیشتری برخوردار بودند (شکل ۲).

نتایج حاصل از بررسی اثر تنش خشکی بر سرعت جوانه‌زنی نشان داد که به غیر از پتانسیل ۰/۵- مگاپاسکال، در سایر تیمارهای خشکی سرعت جوانه‌زنی در هر دو نوع بذر نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری داشت. با اینحال با



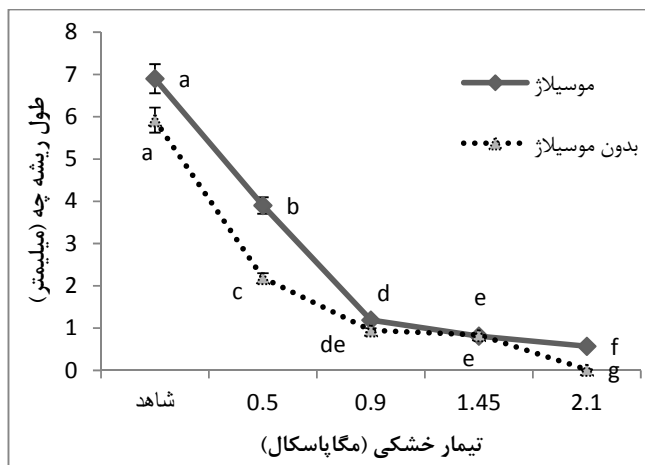
شکل ۲- اثر متقابل نوع بذر و تیمار خشکی بر میانگین سرعت جوانه‌زنی (میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند)

نتایج نشان داد که اعمال تنش خشکی همانند دو صفت قبلی طول ساقه‌چه هر دو نوع بذر را نیز به‌طور معنی‌داری کاهش داد. به‌طوری‌که به غیر از تیمار ۰/۵- مگاپاسکال، در سایر پتانسیل‌های اسمزی در بین دو نوع بذر مورد مطالعه از نظر صفت مذکور تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۳).



شکل ۳- اثر متقابل نوع بذر و تیمار خشکی بر میانگین طول ساقه‌چه (میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند)

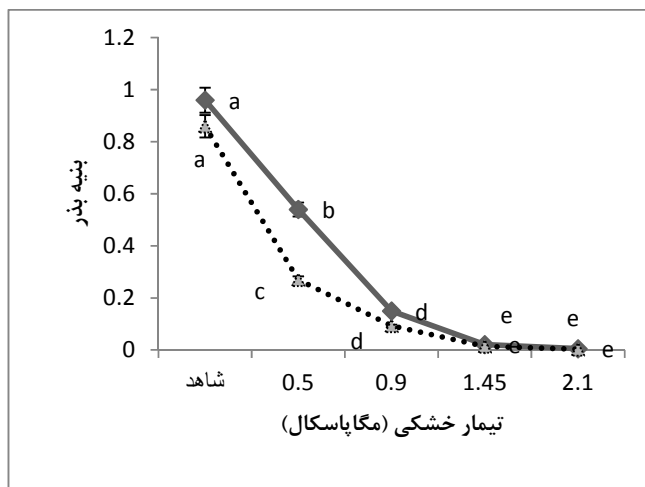
شکل ۴ نشان دهنده اثر متقابل تنش خشکی و نوع بذر بر روی طول ریشه‌چه گونه شاهی است. نتایج نشان‌دهنده کاهش معنی‌دار طول ریشه‌چه با اعمال تنش خشکی است. در کلیه پتانسیل‌های اسمزی بذرهای دارای موسیلاژ از



شکل ۴- اثر متقابل نوع بذر و تیمار خشکی بر میانگین طول ریشه‌چه (میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند)

پتانسیل ۰/۵ - مگاپاسکال بذور با موسیلاژ از بنیه بذر بیشتری برخوردار بودند اما بین سایر تیمارهای رطوبتی از این نظر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۵).

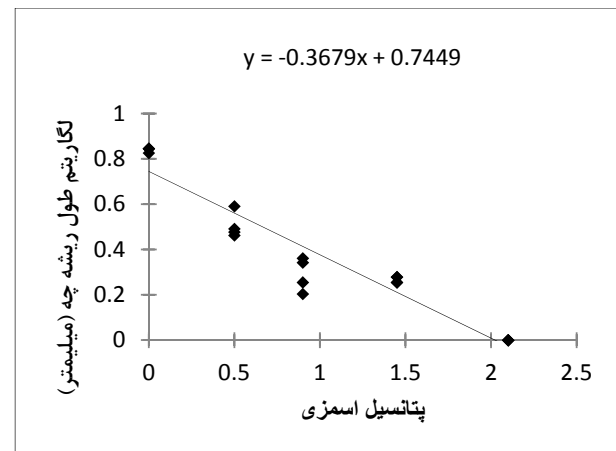
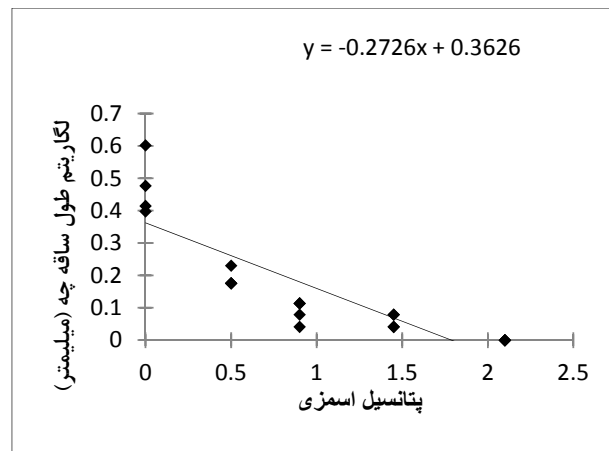
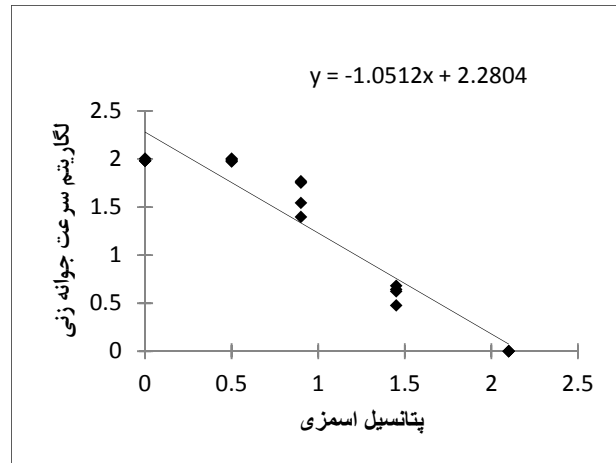
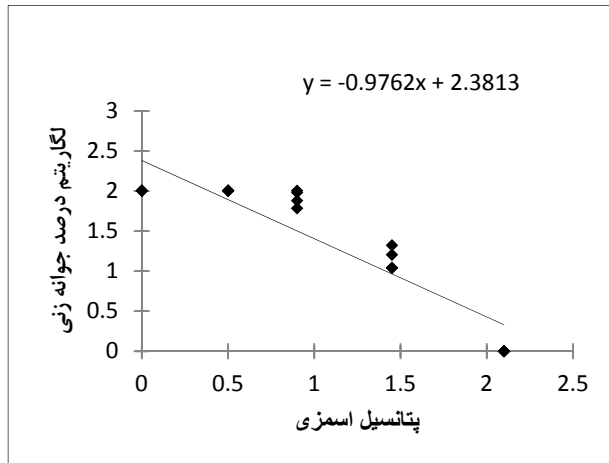
نتایج بررسی بنیه بذر نشان داد که با تنش خشکی این صفت را نیز همانند سایر صفات مورد بررسی در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش داد. نمودار اثر متقابل تنش خشکی و نوع بذر بیانگر آن است که اگرچه در



شکل ۵- اثر متقابل نوع بذر و تیمار خشکی بر میانگین بنیه بذر (میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح ۵ درصد آزمون دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند)

کاهشی در بذور بدون موسیلاژ شدیدتر از بذرهای موسیلاژدار بود، به‌طوری‌که در کلیه متغیرهای ذکر شده شیب رگرسیون در این نوع از بذور منفی‌تر از بذرهای با موسیلاژ بود (شکل‌های ۶ و ۷).

بررسی رابطه رگرسیون خطی بین تیمارهای مختلف خشکی و صفات مورد بررسی نشان داد که با افزایش پتانسیل اسمزی درصد و سرعت جوانه‌زنی و همچنین طول ساقه‌چه و ریشه‌چه در هر دو نوع بذر با و بدون موسیلاژ به صورت خطی کاهش یافت. با این حال روند



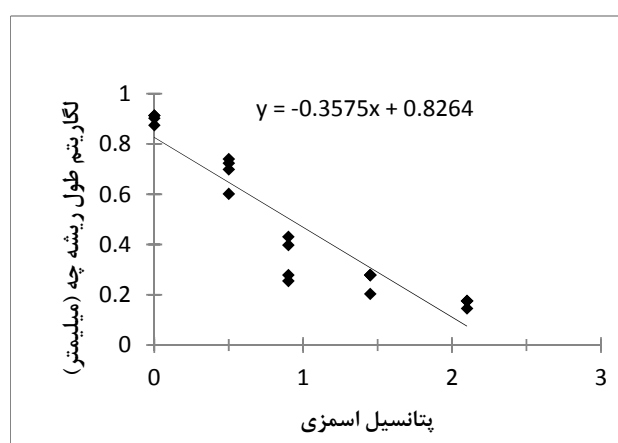
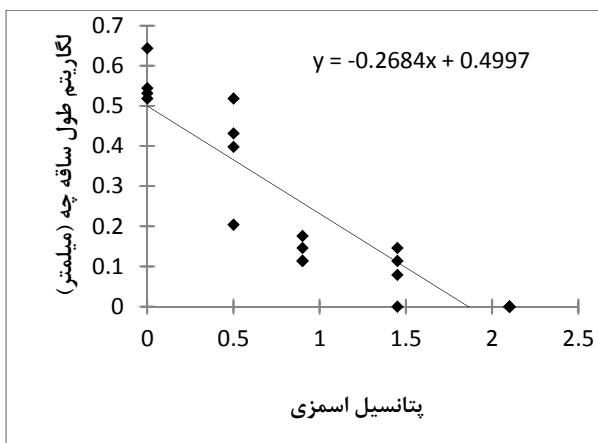
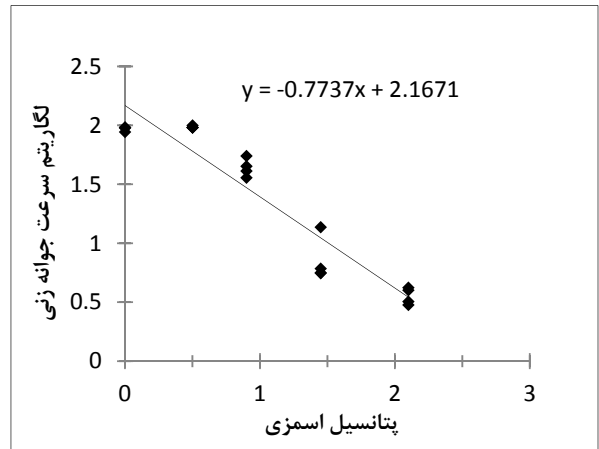
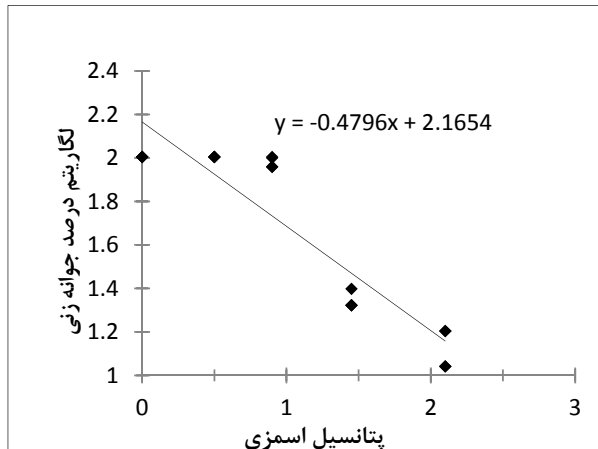
شکل ۶- رابطه رگرسیونی تنش خشکی و صفات جوانه‌زنی در بذره‌های بدون موسیلاژ

انجام شود فعالیت‌های متابولیکی جوانه‌زنی در داخل بذر به آرامی انجام خواهد شد، در نتیجه مدت زمان لازم برای خروج ریشه‌چه از بذر و سرعت جوانه‌زنی کاهش می‌یابد (۱۳). اثر تنش خشکی بر درصد و سرعت جوانه‌زنی در مطالعات زیادی مورد بررسی قرار گرفته است. حسینی و رضوانی‌مقدم (۱۳۸۵) بیان کردند که افزایش تنش خشکی منجر به کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی در گیاه اسفرزه شد، به گونه‌ای که بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی مربوط به شرایط عدم تنش و کمترین مقدار آن مربوط به پتانسیل ۱/۲- مگاپاسکال بود (۳).

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج آزمایش بیانگر کاهش صفات جوانه‌زنی گیاه شاهی از جمله درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و بنیه بذر با افزایش میزان تنش خشکی است.

کاهش ورود آب به بذر در اثر افزایش تنش خشکی باعث کاهش هدایت هیدرولیکی شده، در نتیجه فرایندهای فیزیولوژیک و متابولیک جوانه‌زنی تحت تأثیر قرار گرفته و میزان و یا سرعت انجام آنها کاهش می‌یابد (۸). اگر جذب آب توسط بذر دچار اختلال گردد و یا جذب به آرامی



شکل ۷- رابطه رگرسیونی تنش خشکی و صفات جوانه‌زنی در بذرهای با موسیلاژ

Plantago ovata Forsk.) و بارهنگ (*Plantago major* L.) در مرحله جوانه‌زنی و دانه‌رست به نتایج مشابهی دست یافتند (۲). همچنین Yang و همکاران (۲۰۱۰) نیز بیان کردند که بذور دارای موسیلاژ *Artemisia sphaerocephala* در مقایسه با بذرهای بدون موسیلاژ تنش خشکی را بهتر تحمل می‌کنند و از درصد جوانه‌زنی بیشتری برخوردارند (۲۶).

موسیلاژ به‌عنوان یک ترکیب پلی‌ساکاریدی و آب دوست توانایی نگهداری مقادیر قابل توجهی از رطوبت را داشته و در افزایش مقاومت به تنش خشکی بذرهای در حال جوانه‌زنی کمک شایانی می‌کند (۱۵). Wardle و همکاران (۱۹۹۱) نیز بیان کردند که موسیلاژ پس از

بر اساس نتایج به‌دست آمده، با افزایش تنش خشکی، درصد و سرعت جوانه‌زنی هر دو نوع بذر (با و بدون موسیلاژ) به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. با این حال جوانه‌زنی بذور با موسیلاژ به‌خصوص در تیمارهای شدیدتر رطوبتی به‌طور معنی‌داری از بذور بدون موسیلاژ بیشتر بود. در بالاترین پتانسیل اسمزی (۲/۱ -) درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرهای بدون موسیلاژ نسبت به شاهد به ترتیب ۱۰۰ و ۹۹/۶ درصد کاهش یافت، در حالی که میزان کاهش این دو صفت در بذرهای دارای موسیلاژ به ترتیب ۸۷ و ۹۱ درصد بدست آمد.

در این رابطه حاجی‌رضایی و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی نقش موسیلاژ در افزایش مقاومت به خشکی اسفزه

ریشه ای و کارایی هر یک از ریشه‌ها دارد. مقاومت بعضی گیاهان نیز در برابر خشکی بستگی به عمق و فراوانی انشعابات سیستم ریشه‌ای است تا بتوانند آب مورد نیاز گیاه را از توده بزرگتر خاک جذب کنند (۶). بنابراین نقش موسیلاژ در افزایش طول ریشه‌چه در مقاومت گیاه به تنش خشکی تأثیر بسزایی خواهد داشت.

نتایج حاصل از شیب خط رگرسیون در این آزمایش نشان داد که صفات مرتبط به جوانه‌زنی (درصد و سرعت جوانه‌زنی) نسبت به صفات مرتبط با رشد اولیه گیاهچه (طول ریشه‌چه و ساقه‌چه) به میزان بیشتری تحت تأثیر نقش مثبت موسیلاژ قرار گرفت. تحقیقات مختلفی بیان‌گر نقش مثبت موسیلاژ در بهبود درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور تحت تنش‌های خشکی و شوری می‌باشد (۲۳ و ۲۶). این امر می‌تواند به این دلیل باشد که موسیلاژ آب را از محلول PEG جذب کرده و آن را به داخل بذر منتقل کرده و منجر به آماس و جوانه‌زنی بذر می‌گردد (۲۴).

نتایج این تحقیق بیانگر کاهش معنی‌دار صفات جوانه‌زنی شاهی در اثر افزایش تنش خشکی است. تنش خشکی جوانه‌زنی و رشد هر دو نوع بذر موسیلاژ‌دار و بدون موسیلاژ را کاهش داد، ولی میزان کاهش در بذره‌های بدون موسیلاژ به‌طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر بود. این نتایج نشان‌دهنده نقش مثبت موسیلاژ در حفظ رطوبت و در نتیجه افزایش درصد جوانه‌زنی و سرعت بذر است. موسیلاژ به‌عنوان منبعی برای انتقال مجدد مواد محلول جهت تنظیم اسمزی است و به‌طور گسترده بر روی در دسترس بودن رطوبت در طول جوانه‌زنی نقش دارد (۱۲).

بنابراین وجود موسیلاژ در بذره‌های گیاهان موجود در مناطق خشک می‌تواند عامل مهمی در حفظ بقاء و پراکندگی این گونه‌های گیاهی باشد. با این حال، ضروری است که نقش موسیلاژ در افزایش جوانه‌زنی بذور تحت تنش خشکی در حضور خاک نیز بررسی گردد.

مرطوب شدن، مواد تحریک‌کننده جوانه‌زنی تولید کرده و به این ترتیب درصد و سرعت جوانه‌زنی را افزایش می‌دهد (۲۵).

همچنین نتایج به‌دست آمده بیانگر این مطلب است که اعمال تمامی سطوح تنش خشکی باعث کاهش طول ساقه‌چه در بذور با موسیلاژ و بدون موسیلاژ شد. در این رابطه تمرتاش و همکاران (۱۳۸۹) بیان کردند که با افزایش تنش خشکی طول ساقه‌چه کاهش می‌یابد (۱). کاهش شدید طول ساقه‌چه را می‌توان به تأثیر منفی پلی‌اتیلن‌گلیکول بر طول شدن هیپوکتیل ربط داد (۷). همچنین نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در تیمارهای شدیدتر رطوبتی طول ساقه‌چه بذره‌های با موسیلاژ در مقایسه با بذره‌های بدون موسیلاژ از افزایش معنی‌داری برخوردار نبود. Yang و همکاران (۲۰۱۰) در نتایج مشابه دریافتند که موسیلاژ منجر به افزایش معنی‌دار طول گیاهچه بذره‌های تحت تنش شوری گیاه *Artemisia sharosephala* نشد (۲۶).

از دیگر نتایج این مطالعه کاهش معنی‌دار طول ریشه‌چه در اثر اعمال تنش رطوبتی است که می‌توان علت آن را ناشی از وجود مولکول‌های بزرگ پلی‌اتیلن‌گلیکول و همچنین پتانسیل اسمزی ایجاد شده توسط آن که باعث کاهش جذب آب توسط ریشه و همچنین کاهش طول آن می‌شود، دانست (۵). همچنین نتایج نشان داد که در شدیدترین تنش رطوبتی مورد بررسی در این تحقیق، بذور با موسیلاژ از طول ریشه‌چه بیشتری نسبت به بذره‌های بدون موسیلاژ برخوردار بودند. تحقیقات مختلف نشان داده است که موسیلاژ دارای نقش‌های فیزیولوژیکی متعددی در گیاه بوده که از جمله آنها می‌توان به افزایش انتقال آب در داخل بذر در زمان جوانه‌زنی اشاره کرد که این پدیده ممکن است منجر به افزایش طول ریشه‌چه گردد (۱۵). ارتباط گیاه با آب عمدتاً از طریق ریشه صورت می‌گیرد. نقش ریشه در جذب آب و مواد غذایی بستگی به انتشار سیستم‌های

منابع

- ۱- تمرتاش، ر.، شکریان، ف. و کارگر، م. ۱۳۸۹. بررسی تاثیر تنش شوری و خشکی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر شبدر برسیم. مجله علمی پژوهشی مرتع. ۴ (۲): ۲۸۷-۲۹۷.
- ۲- حاجی رضایی، م.، سودائی زاده، ح. و مصلح آرانی، ا. ۱۳۹۱. نقش موسیلاژ در افزایش مقاومت به خشکی گیاهان در مرحله جوانه‌زنی و دانه‌رست (مطالعه موردی: اسفرزه و بارهنگ). دو فصلنامه علمی پژوهشی خشک‌بوم. ۲ (۱): ۱۲-۲۳.
- ۳- حسینی، ح. و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۵. اثر تنش خشکی و شوری بر جوانه زنی اسفرزه. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. ۱ (۴): ۱۵-۲۲.
- ۴- عسکریان، م. ۱۳۸۳. بررسی اثر شوری و خشکی بر جوانه‌زنی و استقرار نهال دو گونه مرتعی *Elymus junceus* و *Kochia prostrata*. مجله پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۲ (۶۴): ۷۱-۷۷.
- ۵- علی، ع.، اسلامی، و.، بهدانی، م.ا. و جامی‌الاحمدی، م. ۱۳۸۹. اثر استعمال خارجی گلیسین‌بتائین بر تخفیف اثرات تنش خشکی در مرحله جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه ذرت (*Zea mays L.*). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۵ (۸): ۸۳۷-۸۴۴.
- ۶- علیزاده، ا. ۱۳۸۴. رابطه آب و خاک و گیاه، چاپ پنجم. دانشگاه امام رضا، مشهد، ۴۷۰ صفحه.
- ۷- کاظم‌پور، ع.، اشرف جعفری، ع. و ریاست، م. ۱۳۹۰. بررسی اثرهای تنش خشکی بر خصوصیات جوانه زنی و رشد گیاهچه در جمعیت‌های مختلف دو گونه *Elymus pertenuis* و *Elymus hispidus*. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۸ (۲): ۳۰۷-۳۲۱.
- ۸- کیانی، م.ر.، باقری، ع. و نظامی، ا. ۱۳۷۷. عکس العمل ژنوتیپ‌های عدس به تنش خشکی حاصل از پلی اتیلن گلیکول ۶۰۰۰ در مرحله جوانه زنی. مجله علوم و صنایع کشاورزی، ۱۲ (۱): ۴۲-۵۵.
- ۹- میرطاهری، س.م.، سیادت، س.ع.، نجفی، م.ص.، فتحی، ق. و عالمی سعید، خ. ۱۳۸۸. اثر تنش خشکی بر انتقال مجدد ماده خشک در پنج رقم گندم نان. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۸ (۲): ۳۰۸-۳۱۴.
- 10- Abdul-baki, A. A., and J.D. Anderson. 1970. Viability and leaching of sugars from germinating barley. *Crop Science*, 10 (1):31-34.
- 11- Al-Yahaya, M. A., Mossa, J.S., Aggl, A.M. and S., Rafatullah. 1994. Pharmacological and safety evaluation studies on *Lepidium sativum* L., Seeds. *Phytomedicine*, 1(2): 155-159.
- 12- Clifford, S. C., Arndt, S. K., Popp, M., and H. G., Jones. 2002. Mucilage and polysaccharides in *Ziziphusspecies*: Localization, composition and physiological roles during drought stress. *Journal of Experimental Botany*, 53 (366): 131-138.
- 13- De, F. and R. K., Kar. 1994. Seed germination and seedling growth of mung bean (*Vigna radiate*) under water stress induced by PEG-6000. *Seed Science and Technology*. 23:301-304.
- 14- Garwood, N. C. 1985. The role of mucilage in the germination of *Cuipo*, *Cavanillesia platanifolia* (H. & B.) HBK (Bombacaceae), a tropical tree. *American journal of botany*, 1095-1105.
- 15- Ghanem, M. E., Han, R-M., Classen, B., Quetin-Leclerq J., Mahy, M., Ruan, C.J., Qin, P., P rez-Alfocea, F. and S., Lutts. 2010. Mucilage and polysaccharides in the halophyte plant species *Kosteletzkya vrginica*: Localization and composition in relation to salt stress, *Plant Physiology and Biochemistry* 48: 131-135.
- 16- Gokavi, S.S., Malleshi, N.G. and M. Guo. 2004. Chemical composition of garden cress (*Lepidium sativum*) seeds and its fractions and use of bran as a functional ingredient. *Plant Foods for Human Nutrient*, 59(3): 105-111.
- 17- Grubert, M. 1974. Studies on the distribution of myxospermy among seeds and fruits of Angiospermae and its ecological importance. *Acta Biol. Venez*, 8: 315-551.
- 18- Huang, Z., Boubriak, I., Osborne, D. J., Dong, M., and Y. Gutterman. 2008. Possible role of pectin-containing mucilage and dew in repairing embryo DNA of seeds adapted to desert conditions. *Annals of botany*, 101(2): 277-283.
- 19- Khan, M. A., and I. A Ungar. 1997. Effects of light, salinity, and thermoperiod on the seed

- germination of halophytes. Canadian Journal of Botany, 75(5): 835-841.
- 20- Mansour, M.M.F. 2000. Nitrogen containing compounds and adaptation of plants to salinity stress. *Biologia Plantarum*, 43 (4): 491-500.
- 21- Nakamura, Y., Tanaka, K., Ohta, E., and M. Sakata. 1990. Protective effect of Ca^{2+} on elongation an interacellular concentration of K^{+} in intact Mung been root under high NaCl stress. *Plant Cell Physiology*, 31: 815-821.
- 22- Radwan, H.M., El-ssiry, M.M., Al-Said, W.M., Ismail, A.S., Shafeek, K.A.A. and M.M. Seif-El-Nasr. 2007. Investigation of glucosinolates of *Lepidium sativum* growing in Egypt and their biological activity. *Journal of Medicine Science*, 2: 127-132.
- 23- Reyes-Ortega, I., Sánchez-Coronado, M. E. and A. Orozco-Segovia. 2009. Seed germination in *Marathrum schiedeanum* and *M. Rubrum* (Podostemaceae). *Aquatic Botany*, 90(1):13-17.
- 24- Taylor, A. G., Goffinet, M. C., Pikuz, S. A., Shelkovenko, T. A., Mitchell, M. D., Chandler, K. M., and D. A. Hammer. 2003. Physico-chemical factors influence beet (*Beta vulgaris* L.) seed germination. In: Nicolas, G., Bradford, K. J., Come, D. & Pritchard, H. W. *The Biology of Seeds: Recent Research Advances*. CABI. p. 433-440.
- 25- Wardle, D. A., Ahmed, M., and K. S. Nicholson, 1991. Allelopathic influence of nodding thistle (*Carduus nutans* L.) seeds on germination and radicle growth of pasture plants. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 34(2): 185-191
- 26- Yang, X., Dong, M., and Z. Huang. 2010. Role of mucilage in the germination of *Artemisia sphaerocephala* exposed to osmotic stress and salinity. *Plant Physiology and Biochemistry*, 48 (2): 131-135.

The effects of mucilage on improving of drought tolerance of *Lepidium sativum* L. in seed germination and early seedling growth

Sodaeizade H, Mosleh Arani A. and Tajamolian H.

Faculty of Natural Resource, Yazd University, I.R. of Iran

Abstract

Plants grown starts from seed germination stage and continues with the seedling in soil. To evaluate the role of mucilage on improving of drought tolerance of *Lepidium sativum* L. in seed germination and early seedling growth a completely randomized experiment was conducted in a factorial arrangement with four replications. Drought stress levels (0, -5, -9, -14.5, -21 MPa) and seed type (with mucilage, and without mucilage) were considered as first and second factors, respectively. Results indicate that seed germination percentage, speed of germination, shoot and root length as well as seed vigor were significantly reduced ($p < 0.01$) with increasing drought stress. The mucilage effect on germination characteristics was significant at one percent level. In most of the studied traits, seeds with mucilage were less affected by drought stress compared to the seeds without mucilage. Overall, results indicate that mucilage has a positive role in maintaining moisture and can improve seed germination under drought stress condition.

Key words: Mucilage, Drought stress, *Lepidium sativum* L., Seed germination