"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد سوم، شماره ۲، پائیز و زمستان ۹۳
شماره صفحه: ۲۲۲- ۲۱۱

نقش موسیلاژ بر جوانه زنی سیزده گونه گیاه دارویی تحت سطوح مختلف پتانسیل اسمزی (پلی‌اتیلن گلایکول)

تکتم مستشار شهیدی[1*]، محمد خواجه حسینی[2] و محمدحسن راشد محصل[3]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۲- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
۳- استاد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

چکیده

به منظور بررسی نقش موسیلاژ در جوانه زنی بذر گیاهان دارویی تحت شرایط تنش خشکی، آزمون جوانه زنی در ۴ تکرار ۲۵ تایی بذر ۱۳ گونه گیاه دارویی شامل: قدومه (*Alyssum homalocarpum*)، خاکشیر (*Descurainia Sophia*)، کتان (*Linum usitatissimums*)، شنبلیله (*Trigonella foenumgraecum*)، بادرنجبویه (*Melissa officinalis*)، بالنگو (*Lallemantia ibrica*)، مریم‌گلی و مریم‌گلی‌کبیر (*Salvia officinalis and Salvia sclarea*)، اسفرزه (*Plantago psyllium*) ، اسفرزه‌فرانسوی (*Plantago ovate*)، بارهنگ‌کبیر (*Plantago major*)، ریحان سبز و بنفش (*Ocimum basilicum (green)and(violet*) از خانواده‌های چلیپائیان (Brassicaceae)، کتان (Linaceae) ، نیامداران (Fabaceae)، نعناعیان (Lamiaceae) و بارهنگ (Plantaginaceae) در پتری‌دیشهای با قطر دهانه ۹ سانتی‌متری روی کاغذ صافی مرطوب شده با آب مقطر در آزمایشگاه تحقیقات بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۱ انجام شد. به منظور اعمال تنش خشکی، پتانسیل‌های اسمزی با پلی‌اتیلن گلایکول در ۵ سطح صفر، ۰/۱-، ۰/۲-، ۰/۳-، ۰/۴- مگاپاسکال ایجاد و درصد و متوسط زمان جوانه زنی گونه‌های مذکور تعیین شد. نتایج نشان داد سطوح پتانسیل اسمزی اثر معنی‌داری بر درصد و متوسط زمان جوانه زنی بذر گونه‌های فوق داشت ($P\leq$۰/۰۱). (*Plantago psyllium, Melissa officinalis, Linum usitatissimums*) گونه‌های متحمل به فشار اسمزی و (*Melissa officinalis, Alyssum homalocarpum, Plantago major*) گونه‌های حساس به فشار اسمزی بودند، سایر گونه‌ها از تحمل متوسط در سطوح مورد بررسی تنش برخوردار بودند. به نظر می‌رسد مقدار موسیلاژ در میزان تحمل به تنش در گونه‌های فوق موثر بوده و همچنین موسیلاژ اثر مثبتی بر کاهش اثر تنش در اکثر گونه‌های مورد بررسی داشت که می‌تواند مزیتی اکولوژیک در مرحله جوانه زنی آن‌ها در شرایط تنش خشکی باشد.

کلمات کلیدی: موسیلاژ، متوسط زمان جوانه زنی، درصد جوانه زنی، تنش خشکی، پلی‌اتیلن گلایکول.

مقدمه

به‌طورکلی تخمین‌زده می‌شود که حدود ۱۰۰۰۰ گونه گیاهی در ایران وجود دارد که از میان آن‌ها ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ گونه آن‌ها گیاه دارویی محسوب می‌شوند (Aghilian, 2010). تعدادی از این‌گونه‌ها موسیلاژ تولید می‌کنند. موسیلاژها ماکرومولکول‌های پلی‌ساکاریدی کم و بیش محلول در آب هستند که پس از انحلال محلول‌های کلوئیدی و یا ژل مانند

*نویسنده مسئول: تکتم مستشار شهیدی، ایران، خراسان رضوی، مشهد، میدان آزادی، دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده کشاورزی، گروه زراعت
E-mail: toktam.mostasharshahidi@stu.um.ac.ir
تاریخ دریافت: ۹۳/۴/۲
تاریخ تصویب: ۹۳/۶/۲۶

ایجاد می‌کنند و در واقع فراورده‌های معمولی متابولیز بوده که منبع ذخیره آب و حفاظت بذرها می‌باشند (Emami and Tayrani Najaran, 2008). علاوه بر مصارف طبی و صنعتی از دیدگاه اکولوژیکی نیز موسیلاژ نقش مهمی در نگهداری از قوه‌نامیه و جوانه زنی بذر ایفا می‌کند. از جمله در طول جوانه زنی بذرها و رشد ابتدایی، جوانه‌ها را در برابر خشکی محافظت می‌کند (Thapliyal *et al*., 2006). سطح تماس بذر با خاک را افزایش داده و از پراکندگی بذرها جلوگیری کرده و باعث کاهش از دست دادن آب توسط بذر می‌شود (Huang *et al*., 2000). موسیلاژ با شبنم شبانگاهی یا مقدار اندکی از باران تشکیل‌شده و در ترمیم بذر و نگهداری قوه‌نامیه بذر تحت شرایط سخت و خشک بیابانی کمک می‌کند (Huang *et al*., 2004). موسیلاژها همچنین عامل بازدارنده جوانه زنی یا همان خواب بذرهای بعضی گونه‌ها نیز هستند، وجود ترکیبات بازدارنده در پوسته بذر به ویژه ترکیباتی که مانع از جذب آب و اکسیژن توسط بذر می‌شوند نقش مهمی در ایجاد خواب بذر گیاهان دارند. ترکیبات موسیلاژی با ایجاد یک لایه اطراف بذر قادرند با ممانعت از تبادلات گازی از جوانه زنی یکنواخت بذر بعضی از گونه‌های مختلف گیاه Capparis جلوگیری کنند (Tansi and Toncer, 2000). سیراک و همکاران (Cirak *etal*., 2007) گزارش نمودند که آبشویی بذر گونه‌های Hypericum سبب تسریع جوانه زنی این بذرها می‌شود، زیرا تشکیل موسیلاژ پس از جذب آب در اطراف بذر مانع از تبادلات گازی و در یافت اکسیژن کافی توسط بذر می‌شود.

موسیلاژ گونه‌ها، محدود به تیره‌های خاص گیاهی از جمله: Cruciferae, Euphorbiaceae, Lamiaceae, Onograceae Plantaginaceae می‌باشند که تعدادی از آن‌ها علف هرز و تعدادی نیز گیاه دارویی هستند (James *et al*., 1973). گونه‌هایی که دارای لایه موسیلاژ در سطح خارجی می‌باشند مزایای اکولوژیکی زیادی در شرایط تنش می‌توانند داشته باشند (Huang *et al*., 2008). از طرفی به نظر می‌رسد درصد جوانه زنی نسبت به دیگر مؤلفه‌های جوانه زنی، عامل بهتری برای ارزیابی مقاومت به خشکی باشد (Ghani, 2009). از آنجا که جوانه زنی با جذب آب آغاز می‌شود، کمبود آب در این مرحله بر حسب طول مدت و شدت تنش موجب عدم جوانه زنی یا کاهش درصد و سرعت جوانه زنی می‌گردد (Hassani, 2005). تنش خشکی می‌تواند با کاهش جذب آب توسط بذرها ارتباط داشته باشد. اگر جذب آب توسط بذر دچار اختلال شود و یا جذب آب به کندی صورت گیرد فعالیت متابولیکی جوانه زنی بذر به آرامی صورت خواهد گرفت در نتیجه مدت زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش و سرعت جوانه زنی کاهش می‌یابد (Hosseini and Rezvani Moghadam, 2006). در آزمایشی بر روی ۳ گیاه دارویی زنیان (*Trachyspermum ammi*)، رازیانه (*Foenicolum vulgare*) و شوید (*Anethum graveolens*) مشاهده شده است که با اعمال تنش خشکی و شوری، درصد و سرعت جوانه زنی هر سه گیاه کاهش یافت و میزان کاهش در اثر تنش خشکی شدیدتر از تنش شوری بود (Boromand Reza Zadeh and koocheki, 2005). نتایج تحقیقات مختلف در ارتباط با اسفرزه (*Plantago ovate*) نشان داده است که در این گیاه با افزایش میزان تنش خشکی به طور خطی از درصد جوانه زنی بذرهای اسفرزه کاسته شد (Hosseini and Rezvani Moghadam, 2006).

روش‌های مختلفی برای جداسازی موسیلاژ بذرها استفاده می‌شود از جمله استفاده از سانتریفوژ و یا محلول‌های شیمیایی که همگی به دلیل آسیب‌دیدگی بذر و پوسته آن قابل‌استفاده در این تحقیق نیست و بهترین روش استفاده از کاغذ صافی و کشیدن آن بر سطح بذرها تا پاک‌سازی تقریبی موسیلاژ آن‌هاست. با توجه به این که قدم اول در راستای اهلی سازی و تولید انبوه گیاهان دارویی دستیابی به بذر سالم با درصد جوانه زنی بالا است و چون به نظر می‌رسد مطالعه نقش موسیلاژ در سیر تکاملی گیاهان در تطابق با شرایط خشکی و آمادگی اکولوژیکی در شرایط سخت خشکی ضروری است. بنابراین با آگاهی از اینکه کشور ما جزء مناطق خشک و نیمه‌خشک بوده که با شرایط تنش و کمبود آب روبروست و از طرفی افزایش روزافزون تقاضا بر مصرف گیاهان دارویی با کاهش تمایل به فراورده‌های شیمیایی، ضرورت افزایش سطح زیر کشت این گیاهان در کشور را ایجاد می‌کند لذا بررسی نقش موسیلاژ بر درصد جوانه زنی بذر برخی گیاهان دارویی تولیدکننده موسیلاژ در این تحقیق انجام شد.

مواد و روش

بذرهای ۱۳ گونه گیاه دارویی تولیدکننده موسیلاژ شامل: قدومه (*Alyssum homalocarpum*)، خاکشیر (*Descurainia Sophia*) از تیره چلیپائیان (Brassicaceae)، کتان (*Linum usitatissimums*) از تیره کتان (Linaceae)، شنبلیله (*Trigonella foenumgraecum*) از تیره نیامداران (Fabaceae)، بادرنجبویه (*Melissa officinalis*)، بالنگو (*Lallemantia ibrica*)، مریم‌گلی و مریم‌گلی کبیر (*Salvia officinalis and Salvia sclarea*)، (ریحان سبز و بنفش) (*Ocimum basilicum(green)and(violet)*) از تیره نعناعیان (Lamiaceae) و اسفرزه (*Plantago psyllium*)، اسفرزه فرانسوی (*Plantago ovate*)، بارهنگ‌کبیر (*Plantago major*) از تیره بارهنگ (Plantaginaceae) در سال ۱۳۹۱ از نیشابور، سبزوار، اراک و باغ گیاهان دارویی مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد جمع‌آوری و به آزمایشگاه تحقیقات بذر دانشکده کشاورزی منتقل‌شده و در شرایط کنترل شده در یخچال نگهداری شد. نمونه‌های بذر قبل از انجام آزمایش‌ها کاملاً تمیز و از ناخالصی‌ها جدا شدند. به منظور بررسی ساختار ظاهری موسیلاژ بذرهای هر یک از گونه‌های مورد آزمایش در آب به مدت ۱۰ الی ۱۵ دقیقه غوطه‌ور شد و شکل و رنگ و ساختار موسیلاژ بذرهای گونه‌های مذکور با بینو-کولار مورد مطالعه و عکس‌برداری از آن‌ها صورت گرفت و بررسی ضخامت موسیلاژ با نرم‌افزار JMicrovision1.2.7 انجام شد. آزمایش‌های جوانه زنی در قالب یک طرح کاملاً تصادفی ۴ تکرار ۲۵ تایی بذر در پتری‌دیشهای با قطر دهانه ۹ سانتیمتر حاوی کاغذ صافی مرطوب شده با آب مقطر در ژرمیناتور در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در شرایط نوری ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی با استفاده از آزمون جوانه زنی به روش روی کاغذ جوانه زنی[1] انجام گرفت و تعداد بذرهای جوانه‌زده بر اساس خروج ریشه‌چه به طول ۲ تا ۳ میلی‌متر از پوسته بذر به صورت روزانه تا پایان روز ۱۴ شمارش و ثبت شدند. به منظور جداسازی موسیلاژ بذرهای گونه‌های مذکور، بذرهای هر یک از گونه‌های مورد

1 · Top Paper

آزمایش را در آب به مدت ۱۰ الی ۱۵ دقیقه غوطه‌ور ساخته و با ملایمت و سریع روی کاغذ صافی گذاشته و به آرامی بر روی سطح بذرها با کاغذ صافی چندین مرتبه کشیده شد تا موسیلاژ روی بذرها جدا شد. به منظور بررسی تأثیر موسیلاژ بر ویژگی‌های جوانه زنی بذرهای گیاهان دارویی تولیدکننده موسیلاژ، تحت شرایط تنش خشکی، تیمارهای پتانسیل اسمزی با پلی‌اتیلن گلایکول ۶۰۰۰ در ۵ سطح صفر(آب مقطر)، ۰/۱-، ۰/۲-، ۰/۳-، ۰/۴- مگاپاسکال بر روی هر دو نوع بذرهای موسیلاژدار و بدون‌موسیلاژ اعمال شد. در نهایت درصد جوانه زنی و متوسط زمان جوانه زنی تعیین شد.

غلظت پلی‌اتیلن‌گلایکول که برای تهیه پتانسیل آب لازم بود از طریق رابطه زیر به دست آمد (Michel and Kaufmann, 1973):

$$S = - (1/18\times10^{-2})\ C - (1/8\times10^{-4})\ C^2 + (2/67\times 10^{-4})\ CT + (8/39\times10^{-7})\ C^2T$$

که در این رابطه C: غلظت پلی‌اتیلن‌گلایکول ۶۰۰۰ بر حسب گرم در لیتر، T: دما بر حسب درجه سانتی‌گراد و S: پتانسیل آب بر حسب بار است. غلظت مورد نظر پلی‌اتیلن‌گلایکول در این پژوهش در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد محاسبه شد. در اعمال تیمار تنش خشکی بجای آب مقطر از محلول‌های تهیه‌شده با پتانسیل‌های مذکور در آزمایش‌های جوانه زنی بر روی هر دو نوع بذرهای دارای موسیلاژ و بذرهایی که موسیلاژ آن‌ها حذف شده بود استفاده شد و سپس نمونه‌ها در ژرمیناتور در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و جوانه زنی روزانه به مدت ۱۴ روز ثبت شد و در صورت نیاز برای مرطوب ساختن مجدد در طی دوره شمارش از خود محلول‌ها استفاده شد.

درصدجوانه‌زنی بذرها با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

(رابطه ۲):

FGP : درصد جوانه زنی نهایی

n : تعداد بذرهای جوانه‌زده

N : تعداد بذرهای قرار داده‌شده در هر ظرف پتری

و برای محاسبه متوسط زمان جوانه زنی از رابطه زیر استفاده شد:

(رابطه ۳): $MGT = \Sigma nt / \Sigma n$

MGT : متوسط زمان جوانه زنی

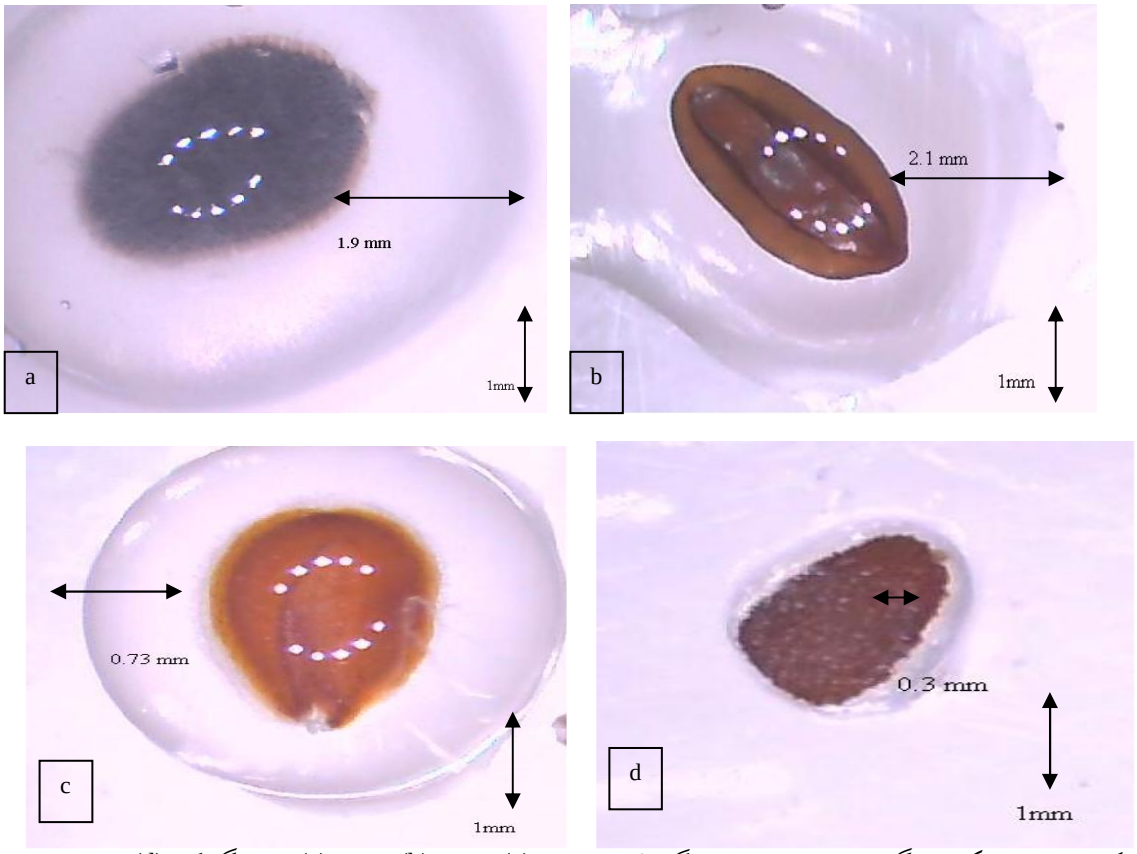
n : تعداد بذرهای جدید جوانه زده در زمان t

t : شماره روز ازشروع جوانه زنی

لازم به ذکر است سرعت جوانه زنی با متوسط زمان جوانه زنی رابطه عکس دارد. داده‌ها بر اساس طرح کاملاً تصادفی ۳ فاکتوره تجزیه واریانس شده و حداقل تفاوت معنی‌دار(LSD) با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C تعیین شد. تمامی داده‌هایی که به درصد بیان‌شده‌اند، قبل از تجزیه‌واریانس به arcsine تبدیل شدند و از نرم‌افزار Excel جهت رسم نمودارها و تعیین رابطه رگرسیونی استفاده شد.

نتایج

در بررسی موسیلاژ بذرها با بینوکولار در ۸ گونه بارهنگ کبیر، مریم گلی، اسفرزه‌ایرانی و فرانسوی، قدومه، شنبلیله، کتان و خاکشیر، موسیلاژ شفاف، حبابی شکل و در ۵ گونه ریحان سبز و بنفش، بادرنجبویه، مریم‌گلی‌کبیر و بالنگو موسیلاژ سفید رنگ با ساختاری شبیه به رشته‌های هیف برجسته مشاهده شد. ضخامت موسیلاژ در گونه‌های مختلف از ۲/۱ میلی‌متر در اسفرزه‌ایرانی تا ۰/۳ میلی‌متر در بارهنگ‌کبیر متفاوت بود (شکل ۱). بین وزن هزار بذر و ضخامت موسیلاژ همبستگی معنی‌داری وجود نداشت ($r= ۰/۲۸^{ns}$) (جدول ۱).



شکل ۱- مقایسه شکل و رنگ و ضخامت موسیلاژ ۴ گونه(ریحان بنفش(a)، اسفرزه(b)، قدومه (c) و بارهنگ کبیر(d)).

Fig.1. comparison the shape and color and Thickness of mucilage 4 species *Ocimum basilicum*(a), *Plantago psyllium* (b), *Alyssum homalocarpum* (c) and *Plantago major* (d).

جدول ۱- وزن هزار بذر و ضخامت موسیلاژ بذرهای ۱۳ گونه گیاه دارویی مورد مطالعه

Table1-Seed weight and seed mucilage thickness of the 13 studied species of medicinal plants

ضخامت موسیلاژ(mm)	وزن هزار بذر(g)	محل جمع آوری	نام علمی	نام انگلیسی	نام فارسی
Thickness of mucilage(mm)	1000seed weight(g)	Place of collected	Scientific name	English name	Persian name
0.73	0.92	سبزوار Sabzevar	*Alyssum homalocarpum*	Alyssum	قدومه
1.40	0.17	مشهد Mashhad	*Descurainia sophia*	Flix weed	خاکشیر
1.30	1.66	مشهد Mashhad	*Lallemantia ibrica*	Lallemantia	بالنگوسیاه
0.40	4.77	مشهد Mashhad	*Linum usitatissimum*	Flax	کتان
1.50	1.80	اراک Arak	*Melissa officinalis*	Lemon balm	بادرنجبویه
1.90	1.75	نیشابور Nishaboor	(*Ocimum basilicum green*)	Sweet basil	ریحان سبز
2.00	1.34	نیشابور Nishaboor	*Ocimum basilicum* (*violet*)	Sweet basil	ریحان بنفش
0.30	0.18	مشهد Mashhad	*major Plantago*	Great plantain	بارهنگ کبیر
1.90	1.22	مشهد Mashhad	*ovata Plantago*	Clammy plantaine	اسفرزه فرانسوی
2.10	1.73	مشهد Mashhad	*psyllium Plantago*	Isabgule	اسفرزه ایرانی
1.20	1.10	مشهد Mashhad	*Salvia officinalis*	Sage	مریم گلی
1.50	3.69	مشهد Mashhad	*Salvia sclarea*	Clary sage	مریم گلی کبیر
0.75	8.90	مشهد Mashhad	*foenumgraecum Trigonella*	Fenugreek	شنبلیله

نتایج تجزیه‌واریانس (جدول ۲) نشان داد میان گونه‌ها از نظر درصد جوانه زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی در همه سطوح پتانسیل آب اختلاف معنی‌داری وجود داشته همچنین اثر متقابل گونه، پتانسیل آب و موسیلاژ نیز معنی‌دار شد (P≤ ۰/۰۱).

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) درصد جوانه زنی

Table 2- Analysis of Variance (Mean squares) of measured characters

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات درصد جوانه زنی	میانگین مربعات متوسط زمان جوانه‌زنی
S.O.V	df	(MS) Germination percent	(MS) Mean Germination Time(day)
گونه Species	12	8355.7**	17.8**
تنش خشکیDrought stress	14	7184.8**	53.8**
تنش × گونه Drought stress × Species	48	194.8**	2.7**
موسیلاژ Mucilage	1	9.7 ns	20.9**
موسیلاژ × گونه Mucilage × Species	12	1031.4**	7.4**
موسیلاژ × تنش Mucilage × Drought stress	4	738.7**	2.7**
گونه × تنش × موسیلاژ Species × Drought stress × Mucilage	48	173.8**	2.5**
خطا Error	390	36.4	0.1
کل Total	519		
C.V.%(درصد) ضریب تغییرات		11.4	11.7

ns غیر معنی‌دار و ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

ns: non significant and **: significant at probability level 1 percent

نتایج نشان داد درصد جوانه زنی بذرها در آب مقطر از ۱۴ درصد در بالنگو تا ۹۷ درصد در بادرنجبویه و شنبلیله متفاوت بود. بعد از جداسازی موسیلاژ درصد جوانه زنی نهایی با استفاده از آب مقطر برای ۱۳ گونه گیاه دارویی تعیین شد که درصد جوانه زنی بذرها از ۷ درصد در ریحان بنفش تا ۵۹ درصد در بالنگو افزایش نشان داد که دلیل بر وجود خواب در بذرهای گونه‌های مذکور بود (شکل۲). نتایج بررسی متوسط زمان جوانه زنی بذرگونه‌ها نیز نشان داد در تیمار شاهد (آب مقطر) با جداسازی موسیلاژ به استثناء مریم گلی متوسط زمان جوانه زنی تمام گونه‌ها کاهش یافت که نشان‌دهنده نقش موسیلاژ در ایجاد خواب بذر و همچنین کاهش تبادلات گازی توسط بذراست (جدول ۴). همچنین همبستگی معنی‌داری (P≤۰/۰۵) بین درصد جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی بذر گونه‌های مورد بررسی وجود داشت (r=۰/۶۳*). با کاهش پتانسیل آب روند کاهش درصد جوانه زنی در بذرهای موسیلاژدارگونه‌های مختلف متفاوت بود. با اعمال سطوح پتانسیل اسمزی در پتانسیل آب ۰/۱- مگاپاسکال (MPa) درصد جوانه زنی بذر گونه‌های مورد آزمایش تفاوت معنی‌داری نسبت به شاهد (آب مقطر) نداشت. در پتانسیل‌های ۰/۲- و ۰/۳- مگاپاسکال (MPa) درصد جوانه زنی گونه‌های قدومه، مریم گلی و بارهنگ کبیر به ترتیب با ۶۷، ۷۰ و۳۱ درصد جوانه زنی در پتانسیل ۰/۲- مگاپاسکال (MPa) و ۶۷، ۶۸ و ۱۹ درصد جوانه زنی در پتانسیل ۰/۳- مگاپاسکال (MPa) کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد

داشت. کاهش درصد جوانه زنی با افزایش پتانسیل آب در گونه بارهنگ کبیر بسیار محسوس بود. در پتانسیل ۰/۴- مگاپاسکال (MPa) درصد جوانه زنی تمام گونه‌ها بجز اسفرزه با ۸۸ درصد جوانه زنی کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد نشان داد (شکل ۲). لذا گونه‌های مورد مطالعه را از نظر اثر سطوح تیمار پلی‌اتیلن گلایکول بر درصد جوانه زنی بذر به ۳ گروه می‌توان تقسیم‌بندی کرد: ۱- متحمل: گونه‌هایی که در سطوح مورد بررسی تنش درصد جوانه زنی بالای ۷۰ درصد داشتند ۲- دارای تحمل متوسط: گونه‌هایی که تا پتانسیل اسمزی ۰/۳- مگاپاسکال (MPa) به فشار اسمزی مقاومت نشان داده و با افزایش تنش در پتانسیل ۰/۴- مگاپاسکال (MPa) کاهش درصد جوانه زنی در این گونه‌ها به طور معنی‌داری مشاهده شد. ۳- حساس: گونه‌هایی که کاهش درصد جوانه زنی در پتانسیل اسمزی ۰/۲- مگاپاسکال (MPa) مشهود بود و سطوح پتانسیل اسمزی در کاهش درصد جوانه زنی موثر بود (جدول ۳).

جدول ۳- تقسیم‌بندی ۱۳ گونه گیاه دارویی تولیدکننده موسیلاژ بر اساس عکس‌العمل به پتانسیل اسمزی پلی‌اتیلن گلایکول

Table3- Classified into 13 species of medicinal plants producing mucilage on response to osmotic potential levels

عکس‌العمل به پتانسیل اسمزی پلی‌اتیلن گلایکول Response to osmotic potential		تعداد گونه No. Species	مثال Example
Tolerant	متحمل	3	*Plantago psyllium*
moderate tolerant	تحمل متوسط	7	*Descurainia sophia*
sensitive	متحمل‌ترین	3	*Plantago major*

بر این اساس گونه اسفرزه با ۴ درصد کاهش جوانه زنی نسبت به شاهد در پتانسیل ۰/۴- مگاپاسکال (MPa) متحمل‌ترین گونه به اثرات فشار اسمزی بوده که در تمام سطوح پتانسیل اسمزی مقاومت نشان داده است. حسینی و رضوانی مقدم (Hosseini and Rezvani Moghadam, 2006) نیز بهترین محدوده رطوبتی برای جوانه زنی بذرهای اسفرزه را تا ۰/۸- مگاپاسکال (MPa) معرفی کردند. گونه‌های بادرنجبویه و کتان با جوانه زنی بالای ۷۰ درصد در پتانسیل ۰/۴- مگاپاسکال (MPa) گونه‌های مقاوم به فشار اسمزی و ۷ گونه ریحان (سبز و بنفش)، اسفرزه‌فرانسوی، خاکشیر، بالنگو، مریم‌گلی‌کبیر و شنبلیله با ۳ تا ۱۰ درصد کاهش جوانه زنی نسبت به شاهد در پتانسیل ۰/۳- مگاپاسکال (MPa) گونه‌های دارای تحمل متوسط به فشار اسمزی و گونه‌های مریم‌گلی، بارهنگ‌کبیر و قدومه با ۱۲ تا ۱۶ درصد کاهش جوانه زنی نسبت به شاهد در پتانسیل ۰/۲- مگاپاسکال (MPa) گونه‌های حساس به فشار اسمزی بودند. با حذف موسیلاژ درصد جوانه زنی با آب مقطر در ۵ گونه خاکشیر، بالنگوسیاه، ریحان (سبز و بنفش) و بارهنگ‌کبیر افزایش نشان داد که بیانگر نقش موسیلاژ در ایجاد خواب در این گونه‌هاست و با اعمال سطوح پتانسیل اسمزی در پتانسیل ۰/۱- مگاپاسکال (MPa) درصد جوانه زنی بذرهای ۵ گونه قدومه، خاکشیر، بالنگو، ریحان سبز، اسفرزه‌فرانسوی کاهش یافت. در پتانسیل ۰/۲- مگاپاسکال (MPa) در ۴ گونه کتان و بارهنگ‌کبیر و اسفرزه و مریم‌گلی نیز کاهش درصد جوانه زنی مشاهده شد. در تیمار ۰/۳- مگاپاسکال درصد جوانه زنی تمام گونه‌ها بجز سه گونه بادرنجبویه، ریحان بنفش و مریم گلی کبیر کاهش معنی‌داری داشت و در پتانسیل ۰/۴- مگاپاسکال درصد جوانه زنی تمام گونه‌ها بجز

بادرنجبویه کاهش معنی‌داری نشان داد که می‌تواند به علت مقاومت این‌گونه به شرایط تنش باشد. (شکل ۲). نتایج بررسی متوسط زمان جوانه زنی بذرگونه‌ها نشان داد در تیمار شاهد (آب مقطر) با جداسازی موسیلاژ به استثناء گونه مریم گلی متوسط زمان جوانه زنی تمام گونه‌ها کاهش یافت یا تغییری نداشت و با اعمال پتانسیلهای اسمزی در تیمار ۰/۱- مگاپاسکال در هر دونوع بذرهای موسیلاژدار و بدون موسیلاژ تفاوت معنی‌داری باشاهد مشاهده نشد بجز بذرهای موسیلاژدار وبدون موسیلاژ خاکشیر که کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی و بهبود سرعت جوانه‌زنی در پتانسیل ۰/۱- مشاهده شد که می تواند ناشی از اثر تحریک کنندگی مقادیر پایین پتانسیل اسمزی بر فعالیت آنزیم های درونی بذر باشد (Hosseini and Rezvani Moghadam, 2006). در پتانسیل ۰/۲- مگاپاسکال متوسط زمان جوانه‌زنی بذرهای موسیلاژدار ۴ گونه قدومه، بارهنگ کبیر ، مریم گلی کبیر و شنبلیله افزایش یافت ودر سایر گونه‌ها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد . با حذف موسیلاژ متوسط زمان جوانه‌زنی ۶ گونه قدومه، بارهنگ کبیر ، مریم گلی کبیر، شنبلیله، مریم گلی و بالنگو افزایش معنی-داری یافت که تفاوت تعداد گونه‌ها در افزایش متوسط زمان جوانه‌زنی بین بذرهای موسیلاژدار و بدون موسیلاژ نشان دهنده نقش موسیلاژ در حفظ سرعت جوانه‌زنی تحت شرایط تنش است. در تیمار ۰/۳- مگاپاسکال متوسط زمان جوانه‌زنی بذر موسیلاژدارگونه‌ها مشابه تیمار ۰/۲- مگاپاسکال بود و با حذف موسیلاژ متوسط زمان جوانه‌زنی تمام گونه‌ها بجز کتان افزایش معنی‌داری نشان داد. در پتانسیل ۰/۴- مگاپاسکال متوسط زمان جوانه‌زنی بذرهای موسیلاژدار و بدون موسیلاژ تمام گونه‌ها بجز بذرهای موسیلاژدار خاکشیرو اسفرزه فرانسوی افزایش معنی‌داری نشان داد. بعنوان مثال متوسط زمان جوانه‌زنی بذر اسفرزه با افزایش شدت تنش در پتانسیل اسمزی ۰/۴- مگاپاسکال ، نزدیک ۴ برابر در بذرهای موسیلاژدار و نزدیک به ۶ برابر در بذرهای بدون موسیلاژ افزایش نشان دادکه نشان دهنده اثر موسیلاژ بر سرعت جوانه‌زنی بذر است (جدول ۴). بنابراین به نظر می‌رسد موسیلاژ اثر مثبتی در کاهش اثر فشار اسمزی در گونه‌های فوق داشته است. فرآیند فیزیکی جذب آب برای فعالیت‌های متابولیکی جوانه زنی بذر ضروری است. جوانه زنی بذرهای موسیلاژدار گونه‌ای از درمنه (*Artemisia Sphaerocephala*) نیز با افزایش پتانسیل اسمزی پلی‌اتیلن‌گلایکول (PEG) کاهش یافت و همچنین بذرهای موسیلاژدار در مقایسه با بذرهایی که موسیلاژشان جداشده بود درصد جوانه زنی بالاتری نشان دادند (Yang *et al.*, 2010). نتایج نشان‌دهنده این است که ضخامت موسیلاژ بر میزان تحمل گونه‌ها نسبت به شرایط تنش موثر بود به عنوان مثال اسفرزه با ضخامت موسیلاژ ۲/۱ میلی‌متر متحمل‌ترین گونه به شرایط تنش، ریحان با ضخامت موسیلاژ ۱/۹ میلی‌متر جزء گونه‌های با تحمل متوسط و بارهنگ‌کبیر و قدومه به ترتیب با ضخامت موسیلاژ ۰/۳ و ۰/۷۳ میلی‌متر گونه‌های حساس به تنش بودند (جدول ۱). اگر چه نوع ترکیبات موسیلاز نیز احتمالاً در میزان جذب و نگهداری آب و در نتیجه میزان حساسیت و تحمل گونه‌ها به شرایط تنش موثر است که آزمایش-های بیشتری جهت بررسی شیمیایی ترکیبات موسیلاز گونه‌های مذکور می‌بایست انجام شود. شواهد نشان داده که بذرهای جهش‌یافته آرابیدوپسیس تالیانا (*Arabidopsist thaliana*) با میزان موسیلاژ کمتر در

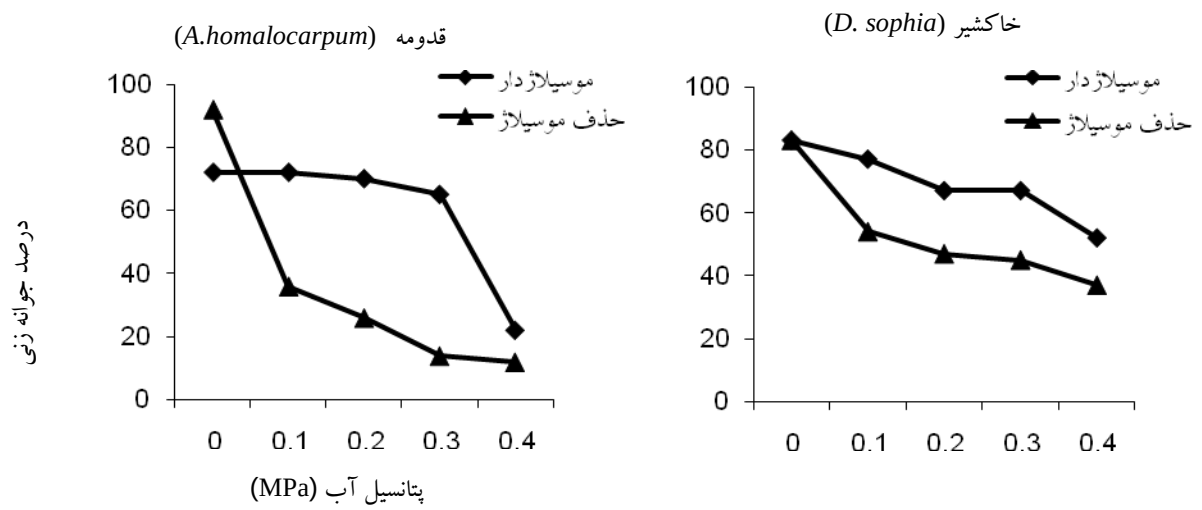
مقایسه با نوع وحشی با مقدار موسیلاژ طبیعی درصد جوانه زنی کمتری را دارا بودند که به محیط آبداری که توسط موسیلاژ تأمین می‌شود نسبت داده شده است (Penfield *et al*., 2001; Rautengarten *et al*., 2008). همچنین با حذف موسیلاژ درصد جوانه زنی در ۵ گونه خاکشیر، بالنگوسیاه، ریحان (سبز و بنفش) و بارهنگ‌کبیر افزایش نشان داد که احتمالاً مربوط به وجود عامل خواب در موسیلاژ بود. نقش بازدارندگی جوانه زنی در موسیلاژ بذرهای این‌گونه‌ها نیز دلالت بر اهمیت موسیلاژ در ایجاد خواب و نیز آمادگی بذر برای جوانه زنی در شرایط مطلوب دارد که به بهبود جوانه زنی با فرار از شرایط تنش کمک می‌نماید.

جدول ۴- متوسط زمان جوانه‌زنی (روز) بذرهای موسیلاژدار (A) و بدون موسیلاژ (B) سیزده گونه گیاه دارویی در سطوح مختلف پتانسیل آب

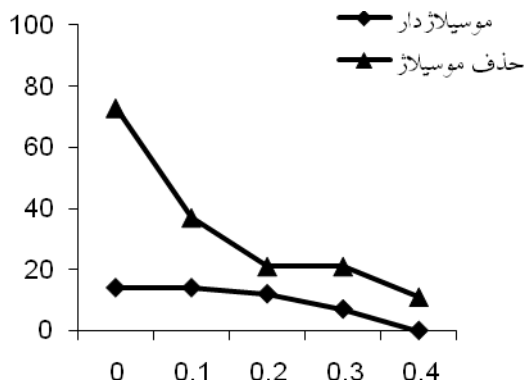
Table4. Mean germination time (MGT) (day) of thirteen species with mucilage (A) and demucilage seed (B) in different levels of water potential.

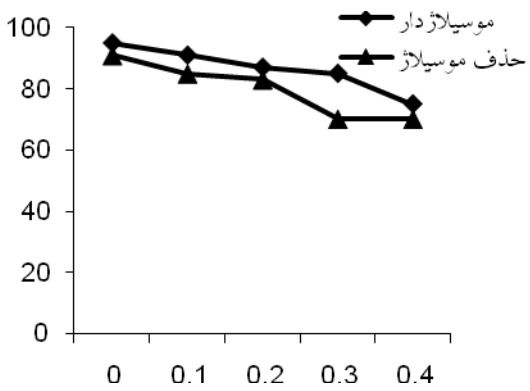
گونه Speciec	اسامی فارسی Persian names	سطوح پتانسیل آب (مگاپاسکال) levels of water potential (MPa)									
		H2o		-0.1		-0.2		-0.3		-0.4	
		A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
A.homalocarpum	قدومه	1.9	1.9	2.2	2.1	2.7	2.4	3.2	3.1	5.2	4.5
D. sophia	خاکشیر	2.7	2.6	2.4	1.9	2.7	2.5	2.7	3.5	2.8	3.5
L. ibrica	بالنگو	3.3	1.9	3.2	2.6	3.2	3.1	3.3	3.1	7	4.1
L. usitatissimum	کتان	1.5	1.4	1.5	1.2	1.9	1.2	2	1.9	3.3	2.8
M. officinalis	بادرنجبویه	2.5	1.9	2.5	2	2.6	2	2.9	2.7	4	2.9
O.basilicum (g)	ریحان سبز	2.1	1.1	2.1	1.3	2	1.5	2.6	1.7	6.8	2.8
O. basilicum (v)	ریحان بنفش	2.6	1	2.7	1.3	2.9	1.3	2.9	2.6	5.7	2.7
P. major	بارهنگ کبیر	4.8	3.6	4.6	3.6	5.6	4.4	5.6	4.2	5.6	4.9
P. ovata	اسفرزه فرانسوی	2.5	1.2	2.5	2.5	2.6	2.6	2.6	3.1	2.7	3
P. psyllium	اسفرزه	1.2	1	1.3	1.1	1.3	1.1	1.3	5.5	4.4	5.7
S.officinalis	مریم گلی	1.3	1.5	1.5	1.7	1.6	2.2	1.7	3.2	3.1	3.2
S. sclarea	مریم گلی کبیر	2.2	1.9	2.5	2.2	2.8	2.6	3.5	3.6	4.3	3.1
T. foenumgraecum	شنبلیله	2.1	1.1	2.4	1.9	2.9	2.3	5.3	1.9	5.4	2.6

LSD (P≤0.05) =0.6



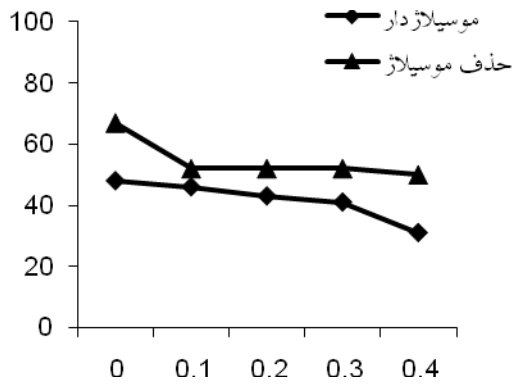
بالنگو (*L. ibrica*)

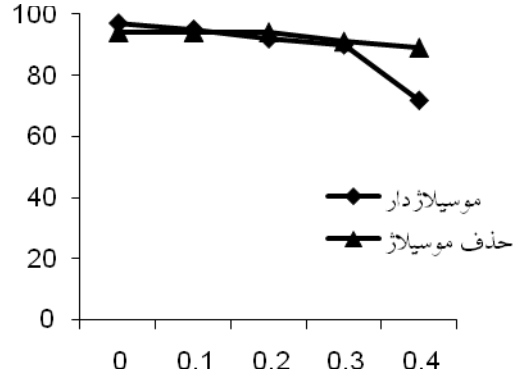




ریحان سبز (*O.basilicum* (*green*))

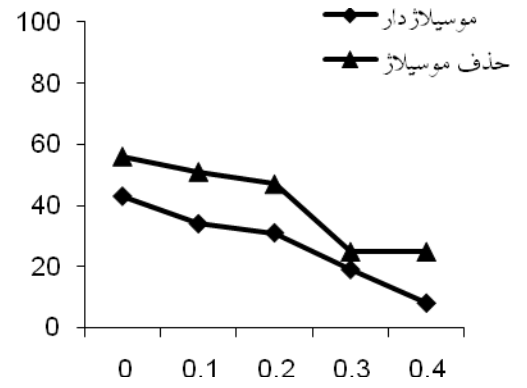
بادرنجبویه (*M. officinalis*)

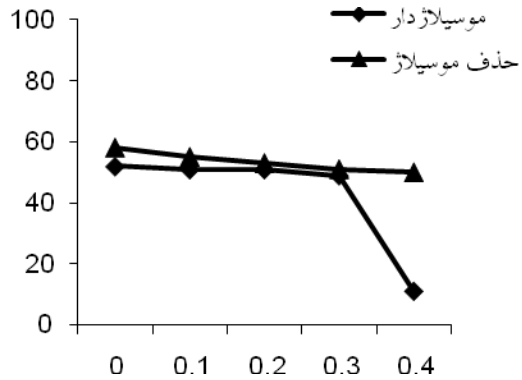




بارهنگ کبیر (*P.major*)

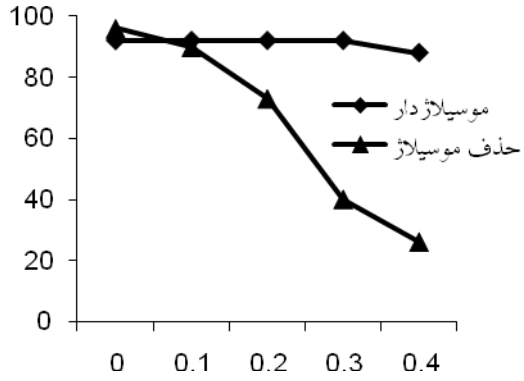
ریحان بنفش (*O. basilicum* (*violet*))

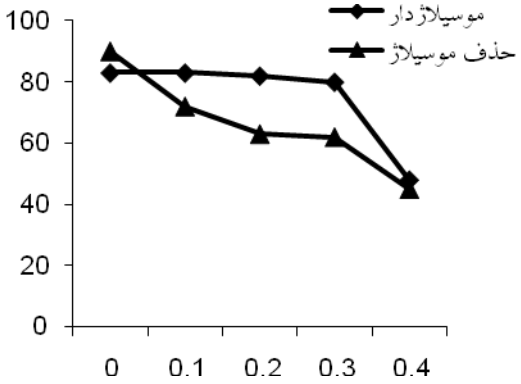


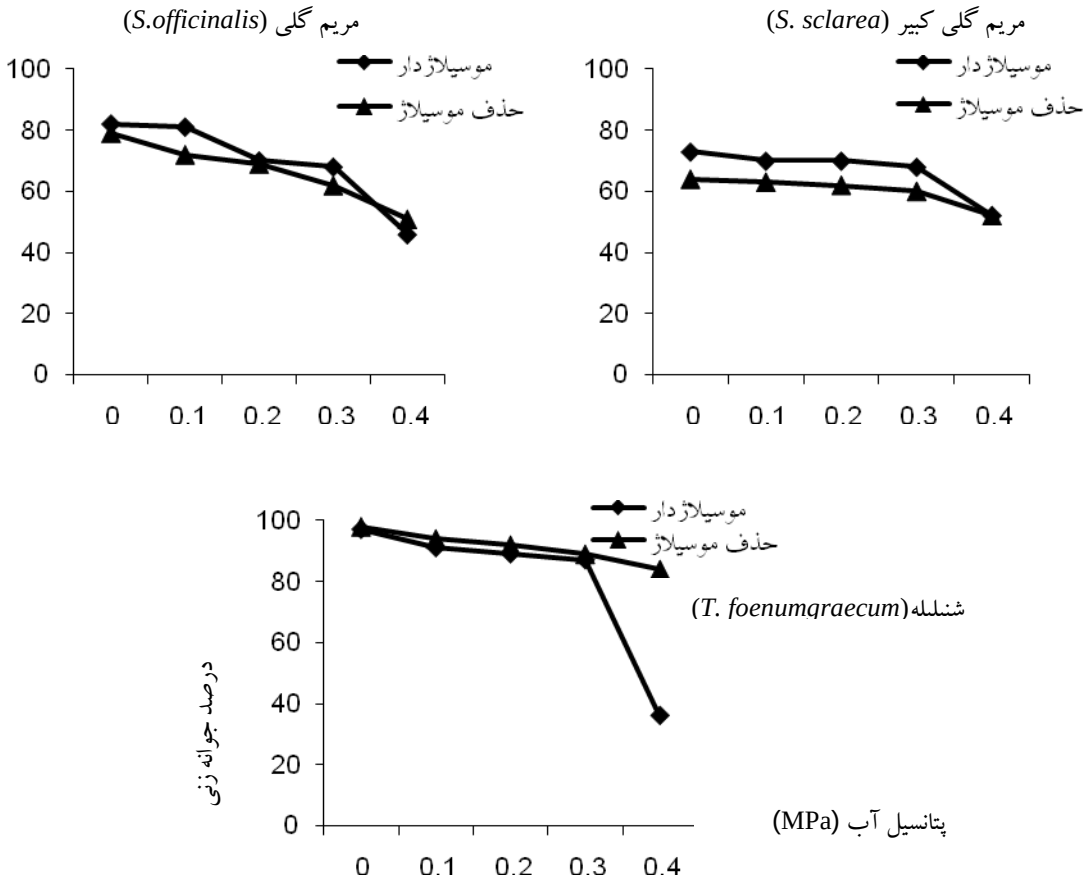


اسفرزه فرانسوی (*P. ovata*)

اسفرزه (*P. psyllium*)







شکل ۲- تأثیر سطوح پتانسیل آب بر درصد جوانه زنی ۱۳ گونه گیاه دارویی تولیدکننده موسیلاژ. محور x سطوح پتانسیل آب بر حسب مگاپاسکال (MPa) و محور y درصد جوانه زنی بذرها است. تمام داده‌ها قبل از تجزیه‌واریانس به arcsine تبدیل شدند.

Fig2. Effect of water potential on seed germination of 13 species of medicinal plants that producing mucilage. X- axis and Y- axis MPa potential levels of water potential in terms of seed germination. All data were transformed to arcsin before analysis.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی نتایج نشان داد میزان جوانه زنی بذرهای موسیلاژدار ۳ گونه اسفرزه،کتان و بادرنجبویه در واکنش به سطوح مختلف پلی اتیلن-گلایکول در مقایسه با شاهد بسیار خوب، ۷ گونه از قبیل ریحان و خاکشیر در حد متوسط و گونه‌های قدومه و بارهنگ‌کبیر و مریم‌گلی ضعیف بود. همچنین با افزایش سطوح پتانسیل اسمزی متوسط زمان جوانه‌زنی گونه‌ها افزایش یافت که تفاوت تعداد گونه‌ها در افزایش متوسط زمان جوانه‌زنی بین بذرهای موسیلاژدار و بدون موسیلاژ نشان دهنده نقش موسیلاژ در حفظ سرعت جوانه‌زنی تحت شرایط تنش است. لذاموسیلاژ نقش موثری در بهبود جوانه زنی اکثر گونه‌های گیاهان دارویی مورد بررسی در مقاومت به شرایط سخت محیطی هم از لحاظ تأمین رطوبت و تنظیمات اسمزی بذر و هم از نظر ایجاد خواب و فرار از شرایط تنش از جمله تنش خشکی دارد که می‌تواند مزیتی اکولوژیکی در شرایط سخت محیطی باشد. جهت بررسی بیشتر نقش موسیلاژ در جوانه زنی و تأمین رطوبت مورد نیاز بذر پیشنهاد می‌شود آزمایش‌های گسترده‌تری در خاک، هم در سطح گلخانه وهم در سطح مزرعه انجام گیرد. همچنین بررسی نوع ساختار و ترکیبات شیمیایی ترکیبات گونه‌های مورد بررسی بی‌شک در شناخت

چگونگی و بررسی علل نقش‌های متنوع موسیلاژ ضروری است.

References

Aghilian, S.H. 2010. Assessment of the seed dormancy and storage potential of forty medicinal plant species grown in Iran. MSc Thesis. Faculty of Agriculture, the University of Ferdowsi University of Mashhad, Iran. [In Persian with English summary].

Boromand- Reza Zadeh, Z., and A. Koocheki, 2005. Response of seed germination Ajowan, fennel, dill Salt stress due to matric and osmotic potential of polyethylene glycol 6000 at different temperatures. Agron. Res. Iran. 3(2): 207-217.

irak, C., K. Kevseroglu, and A.K. Ayan, 2007. Breaking of seed dormancy in a Turkish endemic *Hypericum* species: *Hypericum aviculariifolium* subsp. *depilatum* var. *depilatum* by light and some pre-soaking treatments. J. Arid Environ. 68(1): 159-164.

Emami, A., and Z. Tayrani Najaran, 2008. Pharmacognosie Phytochimie Plantes Medicinales. Mashhad University of Medical. 143pp. [In Persian].

Ghani, A., M. Azizi and A. Tehranifar, 2009. Response of *Achillea* specie to drought stress induce by polyethylene glycol in germination stage. Iran. J. Aromatic Plants. 25(2): 261-271.

Hassani, A. 2005. Effects of water stress induced by polyethylene glycol on germination characteristics of basil (*Ocimum basilicum*). Iran. J. Aromatic Plants. 21: 535-543.

Hosseini, H., and P. Rezvani-Moghadam, 2006. Effect of water and salinity stress in seed germination of Isabgol (*Plantago ovata*). Agron. Res. Iran. 4: 15-22.

Huang, Z., Y. Gutterman and Z. Hu, 2000. Structure and function of mucilaginous achenes of *Artemisia monosperma* in habiting the Negev Desert of Israel. Isr. J. Plant Sci. 48: 265-266.

Huang, Z., Y. Gutterman and D. J. Osborne, 2004. Value of the mucileginous pellicle to seeds of the sand stabilizing desert woody shrub *Artemisia sphaerocephala* (*Astraceae*). Trees, 18: 669-676.

Huang, Z., I. Babriak, D.J. Osborne, M. Dong and Y. Gutterman, 2008. Possible role of Pectin – Containing mucilage and dew in repairing embryo DNA of seeds adapted to desert conditions. Ann. Bot. 101: 277 – 283.

James, A., Young and Raymond, A. Evans, 1973. Mucilaginus Seed Coats. Weed Sci. 21(1): 52-54.

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

Penfield, S., R.C. Meissner, D.A. Shoue, N.C. Carpita and M.W. Bevan, 2001. MYB61 is required for mucilage deposition and extrusion in the *Arabidopsis* seedcoat. Plant Cell. 13: 2777-2791.

Rautengarten, C., B. Usadel, I. Neumetzler, J. Hartmann, D. Bussis and T. Altmann, 2008. Asubtilisin - like serine protease essential for mucilage release from *Arabidopsis* seedcoats. Plant J. 54: 466-480.

Thapliyal, R.C., S.S. Plartyal and j. M. Baskin, 2006. Role of mucilage in germination of *Dillenia indica* (*Dilleniaceae*) seeds. Aust. J. Bot. 56: 583 – 589.

Toncer, O.G., and S. Tansi, 2000. The caper (*Capparis ovata*) culture in Turkey. Pak. J. Biol. Sci. 3: 568-570.

Yang, x., M. Dong and Z. Huang, 2010. Role of mucilage in the germination of *Artemizia sphaerocephala* (*Astraceae*) achenes exposed to osmotic stress and salinity. Plant Physiol. Biochem. 48: 131- 135.