

مقاله کوتاه

شکست خواب بذر خارشتر (*Alhagi maurorum*) با استفاده از پیش تیمارهای مختلف و ارزیابی حدآستانه تحمل شوری در مرحله جوانه‌زنیهادی پیراسته انوشه^۱

چکیده مبسوط

مقدمه: خارشتر (*Alhagi maurorum*) تحمل بالایی به تنش‌های شوری و خشکی دارد و کیفیت علوفه آن از گاه غلات بالاتر و در حد یونجه می‌باشد. بذره‌های خارشتر به دلیل پوسته سخت، به راحتی جوانه نمی‌زنند؛ لذا کشت آن به عنوان یک محصول کشاورزی، نیازمند تحقیقات بیشتری به‌ویژه در زمینه شکستن خواب و افزایش جوانه‌زنی است. علی‌رغم مطالعات فراوان در مورد خارشتر به عنوان یک علف‌هرز، تحقیقات در مورد بررسی فاکتورهای زراعی خارشتر به عنوان یک گیاه زراعی بسیار اندک است؛ بنابراین، در این مطالعه، برخی جوانب جوانه‌زنی و تحمل به شوری آن بررسی شده است.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش جوانب مختلف جوانه‌زنی خارشتر در مرکز ملی تحقیقات شوری در سال ۱۳۹۷ بررسی شد. در آزمایش اول پیش تیمارهای مختلف شامل شاهد، خراش‌دهی فیزیکی با کاغذ سنباده، هیدروپرایمینگ، آب جوش و اسیدسولفوریک بررسی گردیدند. با انتخاب تیمار پرایمینگ اسیدسولفوریک به عنوان تیمار برتر، در آزمایش دوم و سوم، زمان‌ها (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ دقیقه) و غلظت‌های مختلف اسیدسولفوریک (۹۸ و ۷۵ درصد) مقایسه گردید. در آزمایش چهارم بذره‌های برداشت‌شده در سال‌های ۱۳۹۷، ۱۳۹۶ و ۱۳۹۵ مقایسه شدند. تأثیر سطوح مختلف تنش شوری (صفر، ۶، ۱۲، ۱۸، ۲۴، ۳۰ و ۳۶ دسی‌زیمنس بر متر) بر جوانه‌زنی و رشد اولیه خارشتر در آزمایش پنجم بررسی شد. در آزمایش ششم تیمارهای رژیم نوری شامل تاریکی ممتد، روشنایی ممتد و دوره‌های متناوب تاریکی-روشنایی و در آزمایش هفتم فاکتور اثرات بذر خواهری (بذره‌های کنارهم و جداگانه) مقایسه شدند. درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه اندازه‌گیری و حدآستانه تحمل به شوری و کاهش ۵۰٪ جوانه‌زنی برآورد شد.

یافته‌ها: نتایج آزمایش اول نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی در پیش تیمار اسیدسولفوریک (۵۷ درصد) به دست آمد که بیش از ۶ برابر جوانه‌زنی در تیمار شاهد بود. در آزمایش دوم مشاهده شد که بیشترین درصد جوانه‌زنی (۸۱ درصد) و رشد گیاهچه (۵/۷ سانتی‌متر) از پیش تیمار اسیدسولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۲۵ دقیقه به دست آمد. نکته مهم اینکه این نتیجه در اسیدسولفوریک ساخت داخل به دست آمد که در مورد اسیدسولفوریک تولید خارج، بیشترین جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در غلظت ۷۵ درصد مشاهده شد. در آزمایش چهارم مشخص شد که حداقل سه سال طول عمر بذر تأثیر معنی‌داری بر جوانه‌زنی بذر نداشت. افت شدید جوانه‌زنی و کاهش رشد در شوری ۳۰ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد. با این وجود، حتی در شوری ۳۶ دسی‌زیمنس بر متر نیز جوانه‌زنی متوقف نشد. در آزمایش‌های ششم و هفتم مشخص شد که تفاوت معنی‌داری بین جوانه‌زنی بذره‌های کاشته شده در تاریکی، روشنایی یا دوره‌های متناوب تاریکی-روشنایی و بذره‌هایی کنارهم نسبت به بذره‌های با فاصله مشاهده نشد؛ بنابراین، بذر خارشتر فتوبلاستیک نیست و در کنارهم قرارگرفتن بذره‌های خارشتر تأثیر منفی (اثر خواهری) بر یکدیگر ندارند.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی بهترین روش برای بهبود جوانه‌زنی، پیش تیمار بذر با اسیدسولفوریک داخلی با غلظت ۹۸ درصد و اسیدسولفوریک خارجی با غلظت ۷۵ درصد به مدت ۲۵ دقیقه است. با توجه به حصول درصد جوانه‌زنی بالا در تیمار اسیدسولفوریک (خراش‌دهی شیمیایی) به نظر می‌رسد خواب بذر خارشتر احتمالاً فیزیکی باشد. همچنین حدآستانه تحمل به شوری این گیاه ۱۴/۲ دسی‌زیمنس بر متر برآورد شده است، ولی در شوری‌های بسیار بالاتر نیز قابلیت جوانه‌زنی حداقلی را دارد. تنش ملایم شوری، نه تنها جوانه‌زنی این گیاه را کاهش نمی‌دهد، بلکه برای تحریک رشد لازم است. با توجه به تحمل بالای شوری خارشتر در مرحله جوانه‌زنی، کشت آن در سیستم‌های شورورزی برای بررسی بیشتر توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: بذره‌های خواهری، پیش تیمار، شورپسند، شورورزی، قوه نامیه

جنبه‌های نوآوری:

- ۱- تیمار اسیدسولفوریک با غلظت ۹۸ درصد به مدت ۲۵ دقیقه منجر به شکستن خواب بذر خارشتر و جوانه‌زنی بالا (۹۶ درصد) می‌گردد.
- ۲- در شوری‌های متوسط (حدود ۶ دسی‌زیمنس بر متر) نسبت به شرایط بدون تنش، جوانه‌زنی بدون تغییر و رشد گیاهچه تحریک می‌شود.
- ۳- حدآستانه تحمل به شوری خارشتر، ۱۴/۲ دسی‌زیمنس بر متر برآورد شد.

۱- استادیار مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد
DOR: 98.1000/2383-1251.1399.7.181.13.1.1588.1610

DOI: 10.29252/yujs.7.1.181

رایانامه نویسنده مسئول: h.pirasteh@areeo.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۲۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۸/۱۹

مقدمه

تنش شوری به‌عنوان یکی از مهم‌ترین تنش‌های محیطی، عامل مهمی در محدود کردن رشد و عملکرد محصولات کشاورزی می‌باشد. افت عملکرد به سبب تنش شوری، ۲۰ درصد برآورد شده است. در حال حاضر حجم قابل توجهی از منابع آبی جهان متأثر از شوری با درجات مختلف می‌باشد و متأسفانه شور شدن خاک پدیده‌ای پیش رونده محسوب می‌گردد؛ بنابراین، برای مبارزه و یا کنار آمدن با این پدیده باید از همه راهکارهای علمی-عملی لازم استفاده کرد. به‌عنوان نمونه، گیاهان شورزی^۱ با تحمل بالا به شوری می‌توانند جایگزین مناسبی برای گیاهان حساس یا نیمه‌متحمل به شوری در این مناطق باشند که علاوه بر ایجاد درآمد بیشتر و بهبود وضعیت معیشتی بهره‌برداران این مناطق، می‌توانند بخش عمده‌ای از جیره غذایی نشخوارکنندگان در مناطق شور و خشک را تامین نمایند (رنجبرآ و همکاران، ۲۰۱۸).

با توجه به کمبود منابع آبی و اختصاص آن‌ها به گیاهان زراعی و باغی مهم اصلی، می‌توان از آب‌های شور و لب‌شور برای تولید علوفه از طریق کشت گیاهان شورزی استفاده کرد. استفاده از آب‌های شور و لب‌شور برای تولید گیاهان شورزی علوفه‌ای مانند خارشتر می‌تواند راهکار مناسبی برای تولید علوفه در شرایط کمبود منابع آب شیرین باشد (پیراسته انوشه^۲ و همکاران، ۲۰۱۷). گیاهان شورزی می‌توانند بخش عمده‌ای از جیره غذایی نشخوارکنندگان در مناطق خشک را شامل شوند. از مهم‌ترین گیاهان شورزیست کشور می‌توان به خارشتر (*Alhagi spp.*) اشاره نمود (باشتینی^۳ و همکاران، ۲۰۱۳). خارشتر گیاهی است که اگرچه تا کنون به‌عنوان یک علف‌هرز مطرح بوده، ولی به دلیل رشد مناسب، تحمل بالا به شوری و خشکی، کیفیت بالای علوفه و مصارف دارویی، پتانسیل کشت آن به‌عنوان گیاه زراعی علوفه‌ای یا دارویی می‌تواند مورد بررسی قرار گیرد. با توجه به تحمل بالای این گیاه به تنش‌های محیطی و کیفیت بالای علوفه آن (بالاتر از کاه

گندم و جو و در حد یونجه) گزینه مناسبی برای تولید علوفه در مناطق شور و خشک است. با این حال زراعت خارشتر به دلیل جوانه‌زنی کم و استقرار سخت با مشکل مواجه است. به‌دلیل پوست دانه سخت و وزن هزار دانه نسبتاً زیاد گونه‌های خارشتر، کشت خارشتر به‌راحتی توسط بذر انجام نمی‌شود؛ چنانچه در طبیعت نیز به میزان زیادی از طریق تکثیر رویشی گسترش می‌یابند (هاشمی و رضائزاد^۴، ۲۰۱۳). بنابراین، کشت خارشتر به‌عنوان یک محصول کشاورزی، نیازمند شکستن خواب و دستیابی به حداکثر جوانه‌زنی است، چرا که جوانه‌زنی یکنواخت بذر و استقرار مطلوب گیاهچه زمین‌پوشی کامل و استفاده کارا از منابع را به‌دنبال خواهد داشت. لذا، اهمیت شکستن خواب بذر خارشتر پیش نیاز در نظر گرفتن آن به‌عنوان یک محصول کشاورزی است.

تکثیر خارشتر بطور عمده از طریق اندام‌های زیرزمینی و جوانه‌زنی آن معمولاً در بهار صورت می‌گیرد. زمان و طول گل‌دهی بسته به مناطق مختلف و شرایط رشد متفاوت است، اما معمولاً در اکثر مناطق ایران در اواخر بهار گل می‌دهد و اوایل تابستان به بذر می‌نشیند و به علت رشد نامحدود این گیاه، گلدهی و بذردهی آن در طول تابستان هم‌زمان ادامه دارد (نیک-فام^۵ و همکاران، ۲۰۱۳). شش گونه مهم خارشتر *A. graecorum*، *A. canescens maurorum*، *A. sparsifolia* و *A. nepalensis kirghisorum persarum* هستند که گونه‌های *maurorum* (مترادف *persarum* و *mannifera*) و *pseudalhagi camelorum graecorum* به‌عنوان مهمترین گونه در ایران به وفور یافت می‌شوند.

در مطالعات پیشین گونه‌های مختلف خارشتر به‌عنوان یک گیاه متحمل به تنش شوری و خشکی معرفی شده است. به‌عنوان مثال، می‌توان به بررسی گونه‌های *A. maurorum* (کوربان^۶ و همکاران، ۱۹۹۹؛ زانو^۷ و همکاران، ۲۰۰۵؛ فرخواره^۸ و همکاران، ۲۰۰۲؛

⁵ Hashemi and Rezanejad

⁶ Nikfam

⁷ Kurban

⁸ Zhao

⁹ Farkhah

¹ Halophyte

² Ranjbar

³ Pirasteh-Anosheh

⁴ Bashtini

توجه به اینکه اسیدسولفوریک بهترین تیمار آزمایش اول بود، در آزمایش دوم و سوم زمان‌ها و غلظت‌های مختلف آن بررسی شد. تیمارها در این آزمایش غلظت (۹۸ و ۷۵ درصد) و مدت زمان‌های پیش تیمار (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ دقیقه) اسیدسولفوریک به همراه یک تیمار شاهد بدون پیش تیمار بود. در آزمایش دوم اسیدسولفوریک خارجی (۹۷ درصد مرک، ساخت آلمان) و در آزمایش سوم اسیدسولفوریک داخلی (۹۸ درصد مجلی، ساخت ایران) استفاده شد. آزمایش چهارم به منظور بررسی قدرت حفظ قوه نامیه بذر با گذشت زمان و با مقایسه بذرهای جمع‌آوری شده در سال‌های ۱۳۹۵، ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ انجام شد.

تأثیر تنش شوری بر جوانه‌زنی بذرهای خارشتر در آزمایش پنجم بررسی شد. سطوح شوری شامل ۷ شوری: صفر (بدون تنش شوری)، ۶، ۱۲، ۱۸، ۲۴، ۳۰ و ۳۶ دسی‌زیمنس بر متر بود؛ که برای تیمار با شوری صفر از آب مقطر و برای تهیه محلول آبی با شوری‌های ۶ تا ۳۶ دسی‌زیمنس بر متر از رقیق سازی آب شور طبیعی (۵۰ دسی‌زیمنس بر متر) استفاده شد. برای این کار رطوبت مورد نیاز بذرهای جوانه‌زنی از طریق محلول‌های تهیه شده تامین گردید. شوری هر کدام از محلول‌ها با هدایت سنج الکتریکی رومیزی آزمایشگاهی (مدل 3 Level Cond inoLab WTW ساخت آلمان) کنترل گردید. در آزمایش ششم، نیاز به نور خارشتر برای جوانه‌زنی بررسی شد. تیمارها در این آزمایش، شامل سه رژیم تاریکی ممتد، روشنایی ممتد و دوره‌های متناوب تاریکی-روشنایی در ژرمیناتور بود. در تیمار تاریکی ممتد پتری‌ها به طور کامل با سه لایه فویل آلومینیومی پوشانده شدند، ولی در تیمار روشنایی ممتد بذرهای به‌طور ممتد ۲۴ ساعته زیر نور مهتابی و در تیمار متناوب پتری‌ها به‌صورت دوره‌های ۱۲ ساعته در شرایط تاریکی و روشنایی قرار گرفتند. در آزمایش هفتم نیز، تأثیر بذرهای خواهری بررسی شد که شامل دو تیمار کنارهم و با فاصله بود. در تیمار کنارهم هر ۳۰ بذر (برداشت‌شده از تعداد محدودی غلاف در یک بوته) بدون فاصله در کنار هم و در تیمار با فاصله بذرهای با فاصله یکنواخت (برداشت‌شده از بوته‌های مختلف) در پتری قرار گرفتند.

امیری^۱ و همکاران، (۲۰۱۲)، *A. sparcifolia* (ارندت و همکاران^۲، ۲۰۰۴؛ جی^۳ و همکاران، ۲۰۰۸؛ ژانگ^۴ و همکاران، ۲۰۱۰) و گونه *A. graecorum* (مطالعه زوبیده^۵ و همکاران، ۲۰۰۶) اشاره کرد. حتی در برخی از این پژوهش‌ها نشان داده شد که اعمال سطوح ملایم شوری (کوربان و همکاران، ۱۹۹۹؛ زوبیده و همکاران، ۲۰۰۷؛ امیری و همکاران، ۲۰۱۲) یا خشکی (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۰) نه تنها رشد خارشتر را با محدودیت مواجه نمی‌کند، بلکه سطوح ملایم شوری برای رشد اولیه لازم است. اگرچه مطالعات خوبی در مورد خارشتر به‌عنوان یک علف‌هرز انجام شده است، با این وجود، اطلاعات اندکی در مورد راه‌های افزایش جوانه‌زنی آن به‌عنوان یک محصول کشاورزی موجود است؛ بنابراین، در مطالعه حاضر جوانب مختلف جوانه‌زنی خارشتر به‌منظور شکستن خواب و بهبود درصد جوانه‌زنی و همچنین تحمل به شوری آن بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به‌صورت هفت آزمایش جداگانه بر روی خارشتر ایرانی (*Alhagi maurorum Medic.*) در آزمایشگاه مرکز ملی تحقیقات شوری کشور در شهر یزد در سال ۱۳۹۷ انجام شد. بذرهای خارشتر در اواسط مردادماه از مراتع شهرستان بهادباد استان یزد جمع آوری شد. هر هفت آزمایش به صورت طرح پایه کاملاً تصادفی با چهار تکرار طراحی گردید.

در آزمایش اول پیش‌تیمارهای مختلف بذر شامل شاهد (بذر خشک)، خراش‌دهی، هیدروپرایمینگ، آب جوش و اسیدسولفوریک برای افزایش جوانه‌زنی مقایسه شدند. تیمارهای خراش‌دهی با کاغذ سنباده (Sand paper 200 Matator) به مدت دو دقیقه، هیدروپرایمینگ با آب مقطر به مدت ۱۲ ساعت، آب جوش با قراردادن در آب در حال جوشیدن به مدت ۱۵ ثانیه و اسیدسولفوریک به صورت قرار دادن بذر به مدت ۱۰ دقیقه در اسیدسولفوریک ۷۵ درصد اجرا گردید. با

¹ Amiri

² Arndt

³ Jie

⁴ Zhang

⁵ Zobayed

افزایش درصد جوانه‌زنی بذر نسبت به تیمار شاهد گردید. بیشترین درصد جوانه‌زنی در پیش تیمار اسیدسولفوریک مشاهده شد که ۶/۳ برابر درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد بود. درصد جوانه‌زنی بذرهای خشک بسیار پایین بود که نشان دهنده لزوم پیش تیمار بذر برای حصول جوانه‌زنی کافی و پوشش کامل زمین است. خارشتر هم مانند سایر گونه‌های خانواده باقلانیان^۳ با دارا بودن پوسته سخت، نسبت به آب غیرقابل نفوذ است (باسکین و باسکین^۴، ۲۰۰۴). یکی از جنبه‌های موفقیت خارشتر که به‌عنوان یک علف‌هرز مهم مطرح شده است، حفظ جمعیت خود طی سال‌های متمادی خواب بذر آن‌ها می‌باشد. این ویژگی که بیشتر در بذر علف‌های هرز دیده می‌شود، به آنها کمک می‌کند تا حتی با وجود شرایط مساعد جوانه نرزد و به بقای آنها کمک می‌کند (اسماعیلی و اسلامی^۵، ۲۰۱۰)؛ ولی برای اینکه خارشتر به عنوان یک محصول کشاورزی کشت و مورد استفاده قرار گیرد، باید این ویژگی از بین برود؛ که به نظر می‌رسد پیش تیمار اسیدسولفوریک می‌تواند تیمار موثری باشد. مرادی^۶ و همکاران (۲۰۱۵) بیان کردند که ایجاد خراش در پوسته بذر یا شستشو با اسید سولفوریک باعث شکستن خواب و جوانه‌زنی بذر خارشتر می‌شود. در یک مطالعه دیگر، مشاهده شد که موثرترین تیمارها جهت شکستن خواب بذر خارشتر به ترتیب آب جوش و خراش‌دهی مکانیکی با کاغذ سنباده هر دو به مدت ۳ دقیقه بود (اسماعیلی و اسلامی، ۲۰۱۰).

با توجه به اینکه جوانه‌زنی بذرهای خارشتر پیش تیمار شده با اسیدسولفوریک به طور قابل توجهی بیشتر از بذرهای بدون پیش تیمار بود، می‌توان گفت که خواب بذر در خارشتر فیزیکی است. بر اساس نظر باسکین و باسکین (۲۰۰۴) عوامل دخیل در ایجاد خواب را می‌توان به سه گروه فیزیولوژیک، فیزیکی (نفوذ ناپذیری پوسته بذر به آب یا هوا) و مورفولوژیک (کامل نبودن جنین بذر) دسته بندی کرد. به طور کلی، بذرهای موجود در خاک هر سه نوع خواب را دارند، اما خواب فیزیولوژیک

برای کشت بذرهای در همه آزمایش‌ها ۳۰ عدد بذر سالم در هر پتری ۹ سانتی‌متری روی یک لایه کاغذ صافی واتمن شماره ۲ قرار داده شد و رطوبت مورد نیاز بذرهای با آب‌شهر با هدایت الکتریکی ۰/۵ دسی‌زیمنس بر متر (به جز آزمایش پنجم) تامین گردید. همه پتری‌ها درون ژرمیناتور تهویه‌دار (ایران خودساز مدل IK.Rhp420 ساخت ایران) قرار گرفت که به‌جز در آزمایش ششم، شرایط ژرمیناتور روی رژیم دمایی ۲۰/۲۵ درجه سلسیوس روز/شب با ۱۲ ساعت روشنایی و رطوبت نسبی ۵۰ درصد تنظیم شد.

بذرهای جوانه‌زده در پایان روز چهاردهم، زمانی که از توقف جوانه‌زنی بذرهای اطمینان حاصل شد، شمارش گردید و براساس رابطه ۱ درصد جوانه‌زنی (GP) محاسبه شد (امام و پیراسته انوشه^۱، ۲۰۱۴). در رابطه ۱ g_i تعداد بذرهای جوانه‌زده و G تعداد کل بذرهای بودند.

$$\text{رابطه ۱} \quad GP = \frac{g_i}{G} \times 100$$

طول گیاهچه نیز با خط‌کش میلی‌متری اندازه‌گیری شد. حد‌آستانه تحمل به شوری (a_0) و حد‌آستانه کاهش ۵۰ درصد جوانه‌زنی (C_{50}) نیز به ترتیب براساس روابط ۲ و ۳ به دست آمد (ون گونختن و هافمن^۲، ۱۹۸۴). در روابط زیر G_r درصد جوانه‌زنی نسبی، L شیب‌خط کاهش جوانه‌زنی، EC_{iw} هدایت الکتریکی آب و P ضریب کاهش ۵۰ درصدی جوانه‌زنی است.

$$\text{رابطه ۲} \quad G_r = 100 - L \times (EC_{iw} - a_0)$$

$$\text{رابطه ۳} \quad G_r = \frac{1}{1 + \left(\frac{EC_{iw}}{C_{50}} \right)^p}$$

آزمون یکنواختی واریانس، تجزیه واریانس، مقایسه میانگین (آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد) و تجزیه‌های آستانه با نرم‌افزار SAS انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین پیش تیمارهای مختلف بذر روی جوانه‌زنی بذرهای خارشتر وجود دارد (شکل ۱). همه پیش تیمارهای بذر موجب

³ Fabaceae

⁴ Baskin and Baskin

⁵ Esmaili and Eslami

⁶ Moradi

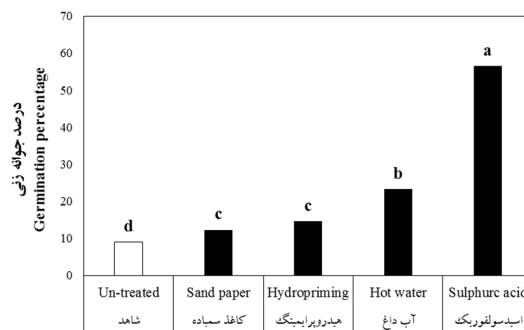
¹ Emam and Pirasteh-Anosheh

² Van Genuchten and Hoffman

درصد اسیدسولفوریک داخلی نبود، ولی غلظت ۷۵ درصد اسیدسولفوریک خارجی بیشتر از غلظت ۹۸ درصد آن بود. تیمارهای پرایمینگ اسیدسولفوریک خارجی با غلظت ۷۵ درصد به مدت ۲۵ و ۲۰ دقیقه و همچنین تیمار پرایمینگ اسیدسولفوریک داخلی با غلظت ۹۸ درصد به مدت ۲۵ دقیقه بیشترین طول گیاهچه را داشتند.

نتایج همچنین نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین بذره‌ای برداشت شده در سال ۱۳۹۷ با بذره‌ای برداشت شده در سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۵ نداشت (شکل ۴)؛ که نشان می‌دهد بذره‌ای خارشتر با رعایت شرایط نگهداری حداقل به مدت ۳ سال قادر به حفظ قوه نامیه خود هستند. با این حال، به نظر می‌رسد که بذور خارشتر قادرند قوه نامیه خود را به مدت بسیار بیشتر نیز حفظ کنند. بیان شده است که بذره‌ای خارشتر قادرند حتی در زیر آب حداقل ۸ ماه قوه نامیه خود را حفظ کنند (دی توماسو و هیلی، ۲۰۰۷). بذره‌ای خاشتر می‌توانند برای چندین سال در خاک‌های خشک و نیمه خشک بدون از دست دادن قوه نامیه زنده بمانند، ولی قوه نامیه آن‌ها در معرض سرما و خاک مرطوب پس از گذشت یکسال کاهش می‌یابد (دی توماسو و هیلی، ۲۰۰۷).

بذره‌ای خارشتر تا سطح تنش شوری ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر بیشینه درصد جوانه‌زنی را حفظ کردند (شکل ۵) و شوری‌های ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر و بالاتر موجب کاهش معنی‌دار جوانه‌زنی گردید. با این حال، حتی شوری ۱۸ دسی‌زیمنس بر متر نیز علی‌رغم کاهش جوانه‌زنی، ولی جوانه‌زنی قابل قبولی (حدود ۶۰ درصد) را به دنبال داشت. بذره‌ای خارشتر حتی در شدیدترین سطح تنش شوری ۳۶ دسی‌زیمنس بر متر نیز هرچند اندک (۲۶/۷ درصد)، ولی قادر به جوانه‌زنی بودند. این موضوع نشان دهنده تحمل بالای خارشتر به شوری در مرحله جوانه‌زنی است. مطابق با این نتایج، کوربان و همکاران (۱۹۹۹)، فرخواه و همکاران (۲۰۰۲)، ارنندت و همکاران (۲۰۰۴)، امیری و همکاران (۲۰۱۲)، جی و همکاران (۲۰۰۸) و زوبید و همکاران (۲۰۰۷) نیز گزارش کردند که خارشتر یک گونه متحمل به شوری است که توانایی تحمل سطوح بالایی از تنش شوری را



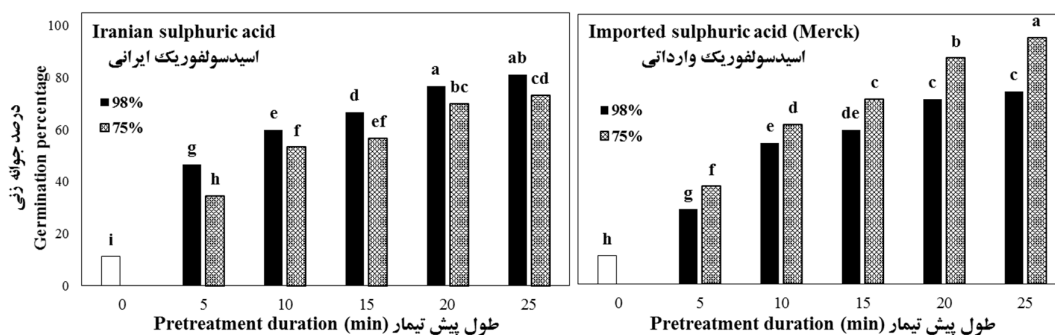
شکل ۱. تأثیر پیش تیمارهای مختلف بر جوانه‌زنی بذر خارشتر. ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Fig. 1. The effect of different treatments on seed germination of camelthorn. The columns with at least a similar letter had no significant difference based on LSD at 1% probability level.

اهمیت بیشتری دارد و خواب فیزیکی در درجه بعدی اهمیت قرار دارد. با این حال، اسماعیلی و اسلامی (۲۰۱۰) بیان کردند که مهمترین عامل وجود خواب و عدم جوانه‌زنی بذره‌ای خارشتر پوسته سخت بذره‌ای آن‌ها (خواب فیزیکی) است.

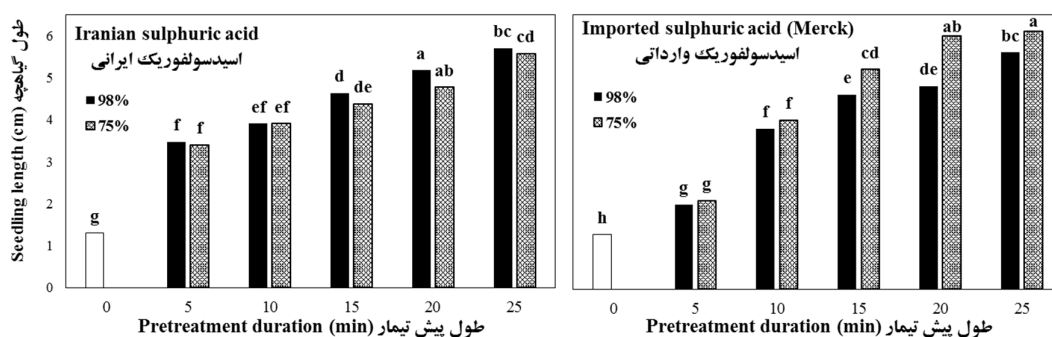
با توجه به اینکه پیش تیمار اسیدسولفوریک به خوبی توانست موجب شکستن خواب بذر خارشتر گردد، در آزمایش بعدی تیمارهای مختلف به منظور بهینه سازی پرایمینگ اسیدسولفوریک طراحی شد؛ که نتایج آن نشان داد بیشترین درصد جوانه‌زنی (میانگین ۸۱٪) در تیمار اسیدسولفوریک ۲۵ دقیقه به دست آمد (شکل ۲). غلظت بهینه برای اسیدسولفوریک خارجی (مرک) ۷۵ درصد (۸/۶ برابر جوانه‌زنی در تیمار شاهد) بود؛ در حالی که برای اسیدسولفوریک داخلی غلظت ۹۸ درصد تأثیر بیشتری داشت (۷/۳ برابر جوانه‌زنی در تیمار شاهد) و تقریباً معادل ۷۵ درصد نمونه خارجی بود. با این حال، بیشترین درصد جوانه‌زنی در تیمار پرایمینگ اسیدسولفوریک خارجی با غلظت ۷۵ درصد به مدت ۲۵ (۹۶ درصد) و ۲۰ دقیقه (۸۸ درصد) به ترتیب ۸/۶ و ۷/۹ برابر جوانه‌زنی شاهد و تیمار پرایمینگ اسیدسولفوریک داخلی با غلظت ۹۸ درصد به مدت ۲۵ دقیقه (۸۱ درصد) معادل ۷/۳ برابر جوانه‌زنی شاهد به دست آمد. بیشترین طول گیاهچه نیز از تیمار پرایمینگ اسیدسولفوریک به مدت ۲۵ دقیقه به دست آمد (شکل ۳)؛ که تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌های ۹۸ و ۷۵

¹ Di Tomaso and Healy



شکل ۲. تأثیر غلظت‌ها و زمان‌های مختلف تیمار اسیدسولفوریک بر جوانه‌زنی بذر خارشتر. ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Fig. 2. The effect of varying concentrations and durations of sulphuric acid treatment on seed germination of camelthorn. The columns with at least a similar letter had no significant difference based on LSD at 1% probability level.



شکل ۳. تأثیر غلظت‌ها و زمان‌های مختلف تیمار اسیدسولفوریک بر طول گیاهچه خارشتر. ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Fig. 3. The effect of varying concentrations and durations of sulphuric acid treatment on camelthorn seedling length of. The columns with at least a similar letter had no significant difference based on LSD at 1% probability level.

دارد. نه تنها شوری تا ۱۲ دسی‌زیمنس بر متر طول گیاهچه را به‌طور معنی‌داری کاهش نداد، بلکه شوری ۶ دسی‌زیمنس بر متر باعث افزایش طول گیاهچه خارشتر گردید (شکل ۵). کاهش قابل توجه طول گیاهچه در شوری‌های ۲۴ دسی‌زیمنس بر متر و بالاتر اتفاق افتاد و در شوری ۳۶ دسی‌زیمنس بر متر رشد گیاهچه به شدت متوقف گردید. افزایش رشد در سطوح شوری متوسط در پژوهش‌های کوربان و همکاران (۱۹۹۹)، زوبید و همکاران (۲۰۰۷) و امیری و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان داده شد که شوری‌های ملایم نقش موثری در تحریک رشد اولیه خارشتر دارد. در شوری‌های متوسط، گیاهان شورزی مانند خارشتر، سالیکورنیا (*Salicornia spp.*)،

بر عکس گیاهان غیرشورزی^۱ (*Suaeda maritima*) افزایش رشد دارند (کوربان و همکاران، ۱۹۹۹). گیاهان شورزی برای حفظ شیب اسمزی به‌منظور جذب آب از خاک‌های شور یون‌های غیرآلی را در غلظتی برابر یا بیشتر از محلول پیرامون ریشه^۲ تجمع می‌دهند (یوان^۳ و همکاران، ۲۰۱۹).

بر اساس نتایج تجزیه حدآستانه، حد آستانه تحمل به شوری خارشتر در مرحله جوانه‌زنی ۱۴/۲ دسی‌زیمنس بر متر و حدآستانه کاهش ۵۰ درصد جوانه‌زنی ۲۹/۱ دسی‌زیمنس بر متر برآورد شد (شکل

¹ Glycophyte

² Rhizosphere

³ Yuan

متوقف می‌شود (دیر^۲، ۲۰۰۴). با این حال، این پدیده که بیشتر به رقابت بین بذرها و یا ویژگی آللوپاتیک نسبت داده می‌شود (دیر، ۲۰۱۷)، در پروژه حاضر در مورد خارشتر دیده نشد و گزارشی نیز مشاهده نشد.

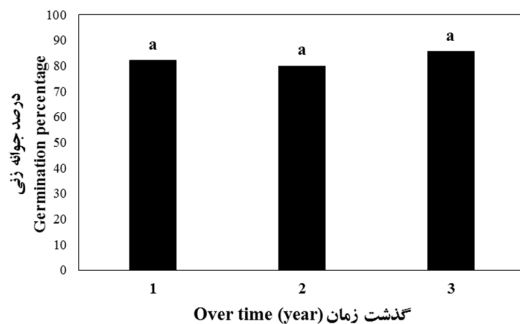
۶. جی و همکاران (۲۰۰۸) و امیری و همکاران (۲۰۱۲) حد آستانه تحمل به شوری خارشتر را حدود ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر می‌دانند. امیری و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند که در شوری ۵۰ دسی‌زیمنس بر متر هیچ جوانه‌زنی مشاهده نشد. در حالی که جی و همکاران (۲۰۰۸) اعتقاد داشتند که حتی در شوری‌های بالا نیز جوانه‌زنی خارشتر به‌طور کامل متوقف نمی‌شود. گزارش شده است که تحمل شوری گیاه خارشتر در مرحله رویشی بیشتر از مرحله جوانه‌زنی است (امیری و همکاران، ۲۰۱۲).

نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین درصد جوانه‌زنی بذر خارشتر در رژیم‌های نوری متفاوت نبود (شکل ۷)، ولی طول گیاهچه خارشتر در رژیم نوری تاریکی ممتد به میزان ۳۶ و ۲۷ درصد نسبت به رژیم‌های نوری روشنایی ممتد و دوره‌های متناوب روشنایی-تاریکی بیشتر بود. اسماعیلی و اسلامی (۲۰۱۰) نیز گزارش کردند که تفاوت معنی‌داری بین شرایط وشنایی / تاریکی و تاریکی مداوم برای تحریک جوانه‌زنی توسط تیمارهای بکار رفته وجود نداشت؛ که نشان دهنده نبود وابستگی بذور خارشتر به نور یا تاریکی برای جوانه‌زنی است. با این حال، برخی مطالعات وجود دارند که گزارش کرده اند نور برای جوانه‌زنی این گیاه ضروری است (دی توماسو و هیل، ۲۰۰۷). طویل‌تر بودن گیاهچه در رژیم نوری تاریکی ممتد در پژوهش حاضر را می‌توان به عدم تجزیه هورمون اسید جیبرلیک توسط نور نسبت داد (اسماعیلی و اسلامی، ۲۰۱۰).

همچنین جوانه‌زنی بذرها خارشتر در تیمارهای کنارهم و جدا از هم از نظر آماری متفاوت نبود (شکل ۸) که نشان دهنده این مطلب است که بذرها خارشتر تأثیرات بذر خواهری منفی بر یکدیگر ندارند. میزان جوانه‌زنی بذر و سبزشدن گیاهچه توسط عوامل محیطی کنترل می‌شوند، اما به شدت تحت تأثیر کنترل فاکتورهای گیاه و محیط مادری است. فرضیه «رقابت خواهری^۱» بیان می‌کند که جوانه‌زنی بذور ممکن است زمانی که بذرها از یک گیاه مادری در یک واحد پراکندگی یا در کنار باقی بمانند، کاهش می‌یابد یا

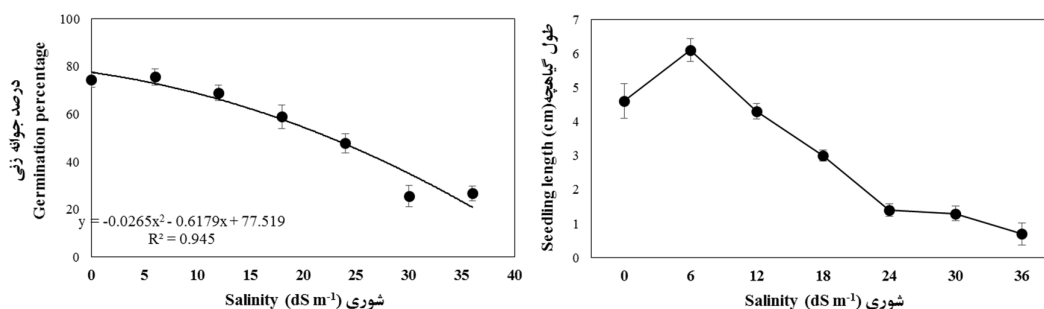
² Dyer

¹ Sibling rivalry



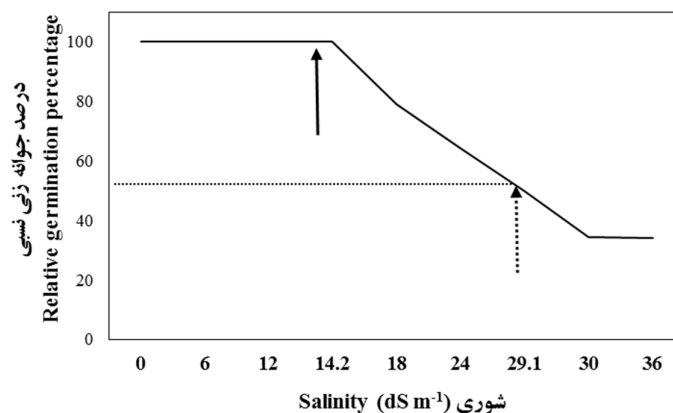
شکل ۴. توانایی حفظ قوه نامیه بذر خارشتر پس از گذشت زمان. ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Fig. 4. The ability of camelthorn to preserve seed vigor over time. The columns with at least one similar letter had no significant difference based on LSD at 1% probability level.



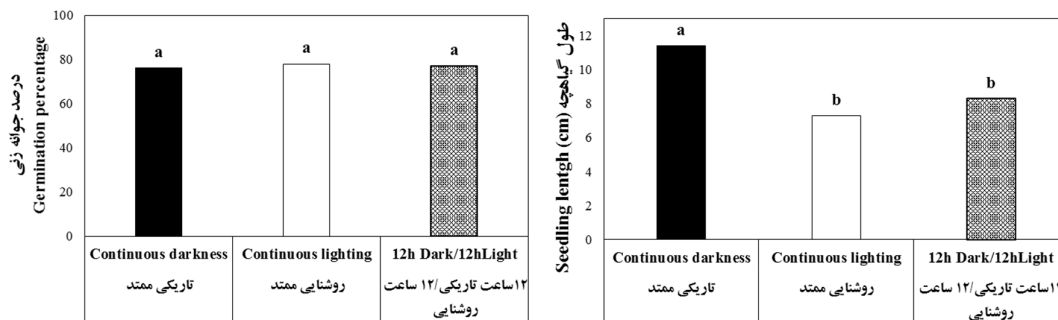
شکل ۵. تأثیر تنش شوری بر درصد جوانه‌زنی بذر و طول گیاهچه خارشتر. میانگین‌های با همپوشانی یکسان بر اساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Fig. 5. The effect of salt stress on seed germination and seedling length of camelthorn. The means with similar overlap had no significant difference based on standard error.



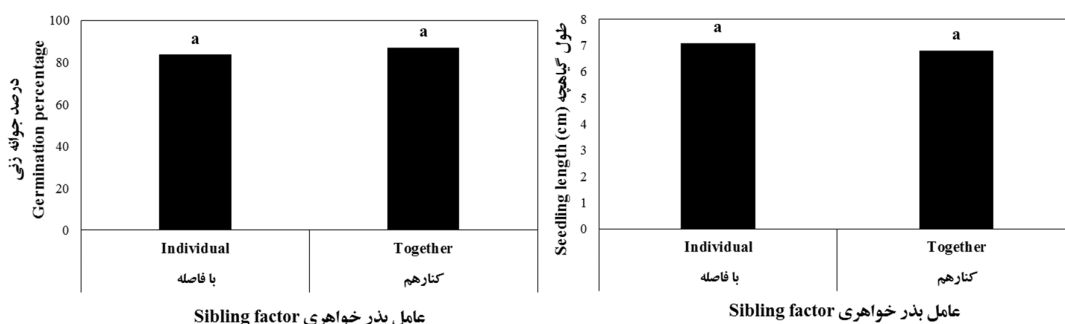
شکل ۶. پاسخ جوانه‌زنی نسبی بذر خارشتر به سطوح مختلف تنش شوری. فلش تیره حد‌آستانه تحمل به شوری و فلش نقطه چین حد‌آستانه کاهش ۵۰ درصد را نشان می‌دهد.

Fig. 6. The relative germination response of camelthorn seeds to different salt stress levels. The black and dotted arrows represent the salinity tolerance threshold level and 50% reduction threshold.



شکل ۷. تأثیر تیمارهای مختلف نوری بر درصد جوانه‌زنی بذر و طول گیاهچه خارشتر. ستون‌های با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Fig. 7. The effect of different lighting treatments on seed germination and seedling length of camelthorn. The columns with at least a similar letter had no significant difference based on LSD at 1% probability level.



شکل ۸. تأثیر عامل بذر خواهری بر درصد جوانه‌زنی بذر و طول گیاهچه خارشتر. میانگین‌های با همپوشانی یکسان بر اساس خطای استاندارد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Fig. 8. The effect of sibling factor on seed germination and seedling length of camelthorn. The means with similar overlap had no significant difference based on standard error.

خارشتر نیازمند به نور^۱ نیست و حداقل تا سه سال قادر به حفظ قوه نامیه خود می‌باشد.

سپاسگزاری

این تحقیق بخشی از نتایج مربوط به پروژه «تولید علوفه با کشت خارشتر در شرایط تنش شوری و خشکی» می‌باشد که از طریق معاونت پژوهش و فناوری سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی تامین اعتبار شده است؛ بدین‌وسیله از این معاونت و مجموعه مدیریت مرکز ملی تحقیقات شوری سپاسگزاری می‌شود.

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که همه پیش تیمارها (آب جوش، اسیدسولفوریک، هیدروپرایمینگ و خراش‌دهی) باعث افزایش جوانه‌زنی بذر گردید که نشان دهنده این است که این پیش تیمارها منجر به شکستن پوسته غیرقابل نفوذ بذر خارشتر و شکستن خواب آن گردیدند. ولی بهترین روش برای بهبود جوانه‌زنی، پیش تیمار بذر با اسیدسولفوریک داخلی ۹۸٪ به مدت ۲۵ دقیقه است؛ بنابراین به نظر می‌رسد خواب بذر خارشتر فیزیکی باشد. خارشتر در مرحله جوانه‌زنی به شوری متحمل است و حد آستانه تحمل به شوری این گیاه ۱۴/۲ دسی‌زیمنس برمتر برآورد شد. تنش ملایم شوری، نه تنها جوانه‌زنی این گیاه را کاهش نمی‌دهد، بلکه برای تحریک رشد اولیه نیز لازم است. همچنین، نتایج مشخص کرد که بذر

¹ Photoblastic

منابع

- Amiri, B., Assareh, M., Jafari, M., Rasuli, B. and Jafari, A. 2012. Effect of NaCl & Na₂SO₄ on germination and seedling growth of *Salicornia herbacea* and *Alhagi persarum*. Iranian Journal of Rangelands and Desert Research, 19(2): 233-243. [In Persian with English Summary].
- Arndt, S.K., Arampatsis, C., Foetzki, A., Li, X., Zeng, F. and Zhang, X. 2004. Contrasting patterns of leaf solute accumulation and salt adaptation in four phreatophytic desert plants in a hyperarid desert with saline groundwater. Journal of Arid Environments, 59(2): 259-270. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2004.01.017>
- Bashtini, J., Fazaieili, H., Mirhadi, S.A., Malekkhahi, M. and Razaghi, A. 2013. Effect of feeding Alhagi browse to lactating ewes on milk yield and performance of lambs. Journal of Animal Science Researches, 32: 39-49. [In Persian with English Summary].
- Baskin, J.M. and Baskin, C.C. 2004. A classification system for seed dormancy. Seed Science Research, 14(1): 1-16. <https://doi.org/10.1017/S0960258515000033> ; <https://doi.org/10.1079/SSR2003150> ; <https://doi.org/10.1017/S0960258518000417>
- Di Tomaso, J.M. and Healy, E.A. 2007. Weeds of California and Other Western States. Agriculture and Natural Resources press, California.
- Dyer, A.R. 2004. Maternal and sibling factors induce dormancy in dimorphic seed pairs of *Aegilops triuncialis*. Plant Ecology, 172(2): 211-218. <https://doi.org/10.1023/B:VEGE.0000026339.61069.33>
- Dyer, A.R. 2017. The seed ecology of *Aegilops triuncialis*: linking trait variation to growing conditions. Seed Science Research, 27(3): 183-198. <https://doi.org/10.1017/S0960258517000174>
- Emam Y. and Pirasteh-Anosheh, H. 2014. Field and Laboratory Techniques in Crop Sciences. Jahad-e-Daneshgahi Press, Mashhad. [In Persian].
- Esmaili, A. and Eslami, S.V. 2010. Breaking of dormancy and germination in Camelthorn seeds (*Alhagi camelorum* Fish.). The 3rd Iranian Weed Science Congress, February.
- Farkhah, A., Heidari-Sharifabad, H., Ghorbanli, M. and Shakker-Bazarnow, H. 2002. Effects of salinity on seed germination of *Salsola dendroides*, *Alhagi persorum* and *Aeluropus lagopoides*. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 9: 1-14. [In Persian with English Summary].
- Hashemi, Z. and Rezanejad, F. 2013. Morphological and developmental study of *Alhagi pseudoalhagi* (M.B.) Desv. flower and anatomical features. Iranian Journal of Plant Biology, 15: 31-44. [In Persian with English Summary].
- Jie, Z., Jiang, Z.F. and Arndt S.K. 2008. Growth, physiological characteristics and ion distribution of NaCl stressed *Alhagi sparsifolia* seedlings. Chinese Science Bulletin, 53(2): 169-176. <https://doi.org/10.1007/s11434-008-6020-5>
- Kurban, H., Hirofumi, S., Kunito, N. and Rahmutulla, A. 1999. Effect of salinity on growth, photosynthesis in leguminous plant *Alhagi pseudoalhagi* (Bieb.). Soil Science and Plant Nutrition, 45(4): 851-862. <https://doi.org/10.1080/00380768.1999.10414334>
- Moradi, A.R., Ghanbari, A., Rashed Mohassel, M.H. and Izadi Darbandi, E. 2015. Investigations on the cardinal temperatures for germination of *Alhagi pseudoalhagi*. Journal of Plant Protection, 29(2): 283-290
- Nikfam, F., Baghestani, M., Mirvakili, S. and Meighani, F. 2013. Investigating of phenological stages of camelthorn (*Alhagi pseudoalhagi* L.) in Yazd Province. Journal of Weed Ecology, 1: 1-8. [In Persian with English Summary].

- Pirasteh-Anosheh, H., Ranjbar, G., Emam, Y. and Hashemi, S.E. 2017. Forage production of alhagi using saline water and soil. The National Haloculture Congress. 22-23 November, Yazd. [In Persian with English Summary].
- Ranjbar, G., Pirasteh-Anosheh, H., Banakar, M.H. and Miri, H.R. 2018. Review on halophytes researches in Iran: explanation of challenges and offer approaches. Journal of Plant Ecophysiology, 32: 117-129. [In Persian with English Summary].
- Song, J.Z., K, F. Fan, H., Sun, M.X., Wang, B. Z., Zhang, S.Q. and Ungar, I.A. 2005. Two Na⁺ and Cl⁻ hyperaccumulators of the Chenopodiaceae. Journal of Integrative Plant Biology, 47: 311-318. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2005.00057.x>
- Van Genuchtan, M.T. and Hoffman, G.J. 1984. Analysis of crop salt tolerance data: soil salinity under irrigation- process and management. Ecological Studies, 51: 258-271. https://doi.org/10.1007/978-3-642-69836-1_8
- Yuan, F., Guo, J., Shabala, S. and Wang, B. 2019. Reproductive physiology of halophytes: current standing. Frontiers in Plant Science, 9: 1954. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01954>
- Zhang X.L., Zeng, F.J., Liu, B., Liu, Z., An, G.Z. and Sun, X.W. 2010. Effects of different soil moisture treatments on the photosynthesis and dry matter accumulation of *Alhagi sparsifolia* Seedlings. Arid Zone Research, 4: 649-655.
- Zhao, K.F., Fan, H., Song, J., Sun, M.X., Wang, B.Z., Zhang, S.Q. and Ungar, I.A. 2005. Two Na⁺ and Cl⁻ hyperaccumulators of the Chenopodiaceae. Journal of Integrative Plant Biology, 47(3): 311-318. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7909.2005.00057.x>
- Zobayed, M.A., Murch, S.J. and El-Demerdash, M.A. 2006. NaCl enhances growth and morphogenesis potential of *Alhagi graecorum*. In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant, 42(6): 607-613. <https://doi.org/10.1079/IVP2006811>

Short Research Paper

Breaking Seed Dormancy of Camelthorn (*Alhagi maurorum*) Using Different Treatments and Salinity Tolerance Threshold Level Evaluation at Germination StageHadi Pirasteh-Anosheh¹**Extended abstract**

Introduction: Camelthorn (*Alhagi maurorum*) has a high tolerance to salt and water stresses, and its forage quality is greater than cereal straw and is equal to alfalfa. Seeds of camelthorn do not germinate easily due to the hard seed coat. Therefore, camelthorn cultivation as an agricultural crop needs more research, especially on breaking seed dormancy and increasing germination. Despite numerous studies about camelthorn as a weed, there are few studies on evaluating agronomic factors of camelthorn as a field crop. Hence, in this study, some aspects of germination and salinity tolerance of camelthorn were examined.

Materials and Methods: In this research, different aspects of camelthorn germination were examined at the National Salinity Research Center in 2018. In the first experiment, different pretreatments including control, sandpaper, hydro-priming, hot water, and sulphuric acid were assessed. With the selection of sulphuric acid as the best treatment, varying durations (0, 5, 10, 15, 20, and 25 min) and concentrations (98% and 75%) of sulphuric acid priming were compared in the second and third experiments. In the fourth experiment, the seeds collected in 2018 were compared with the seeds collected in 2017 and 2016. The effect of different salt stress levels (0, 6, 12, 18, 24, 30, and 36 dS m⁻¹) was evaluated on camelthorn germination and early growth in the fifth experiment. In the sixth experiment, lighting regimes including continuous dark, continuous light, and an alternative period of dark- light were examined and in the seventh experiment sibling factors (together and individual seeds) were evaluated. Seed germination and seedling length were calculated and salinity tolerance threshold levels and 50% reduction threshold were estimated.

Results: The results of the first experiment showed that the highest germination percentage was obtained in sulphuric acid priming (56.6%), which was six folds greater than the control. In the second experiment, it was shown that the highest germination percentage (81.1%) and seedling growth (5.7 cm) was observed in sulphuric acid priming 98% for 25 min. Important note was that these results were related to domestically produced sulphuric acid, and the highest germination and seedling growth were observed in 75% concentration for the imported sulphuric acid. In the fourth experiment, it was found that at least 3 years of seed longevity had no significant effect on seed germination. Considerable losses in germination and growth were observed from 30 dS m⁻¹ salinity level; however, germination did not completely stop even at 36 dS m⁻¹ salinity. In the sixth and the seventh experiments, it was found that there were no significant differences between seeds germination in the continuous dark, continuous light, and an alternative period of dark- light as well as between individual and together seeds. So, camelthorn seed is not photoblastic and had no negative sibling factor.

Conclusions: Generally, it was concluded that the best method for improving germination is priming with sulphuric acid 98% (internal) or 75% (imported) for 25 min. According to achievement of high germination in sulphuric acid pre-treatments (chemical scarification), it seems that seed dormancy in camelthorn is presumably physical. Furthermore, although the salinity tolerance threshold of this plant is estimated 14.2 dS m⁻¹, it can germinate minimally even in very higher salinity. Light salt stress not only decreases the germination of this plant but also is necessary for growth promoting. Based on the high salinity tolerance of camelthorn in the germination stage, its cultivation in haloculture systems is recommended for more investigation.

Keywords: Haloculture, Halophyte, Pre-treatment, Sibling seeds, Vigour

Highlights:

- 1- Sulphuric acid 98% priming for 25 min led to breaking seed dormancy and acceptable camelthorn germination.
- 2- In moderate salinity, germination was not significantly changed and seedling growth was promoted compared with the non-stress conditions.
- 3- Salinity tolerance threshold level of camelthorn was estimated 14.2 dS m⁻¹.

1- Assistant Professors, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran.

