کارایی پیش تیمارهای شیمیایی و مکانیکی بر شکستن خواب بذر و ویژگی‌های جوانه‌زنی پنیرک (*Malva neglcta*)

فرزاد مندنی [۱*]، اشکان جلیلیان [۲]، آتوسا الفت [۳]

چکیده مبسوط

مقدمه: پنیرک (*Malva neglecta*) گیاهی پایا از تیره **Malvaceae** است. خواب بذر یک ویژگی سازگار کننده در بعضی بذرها به‌ویژه بذر علف‌های هرز برای بهینه‌سازی توزیع جوانه‌زنی در طول زمان است که شناخت این ویژگی در مدیریت اکولوژیک آن‌ها نقش بسیار مهمی دارد. دلیل خواب فیزیکی بذر، ساختار ردیف سلول‌های خارجی پوسته آن است که به آب نفوذناپذیراست. در خواب فیزیکی، پوسته بذر به‌قدری سخت است که به جنین اجازه بزرگ شدن در حین جوانه‌زنی را نمی‌دهد. خواب شیمیایی بذر گیاهان به دلیل وجود مواد بازدارنده در پوسته خارجی بسیار از میوه‌ها و بذرها و همچنین ممکن است توسط یک لایه‌ی لعابی که مانع تبادل اکسیژن می‌گردد ایجاد شود. بدیهی است شناخت اکولوژی جوانه‌زنی و خواب بذر این علف‌هرز کمک شایانی به مدیریت درازمدت آن خواهد کرد. لذا این مطالعه باهدف شناخت عوامل مؤثر بر شکستن خواب و همچنین تأثیر تیمارهای شیمیایی و مکانیکی بر جوانه‌زنی بذر پنیرک انجام گردید.

مواد و روش‌ها: به‌منظور شناخت تأثیر پیش تیمارهای شیمیایی و مکانیکی بر شکستن خواب‌و برخی از مهم‌ترین ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر علف هرز پنیرک آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشگاه رازی کرمانشاه در سال ۱۳۹۵ اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل آب مقطر (شاهد)، اسیدسولفوریک ۹۸ درصد (۲، ۳ و ۴ دقیقه)، نیترات پتاسیم ۳ درصد (۳، ۴ و ۷ روز)، پراکسید هیدروژن ۳۰ درصد (۲، ۳ و ۴ دقیقه) و خراش‌دهی با سمباده و سرمادهی مرطوب (۱، ۲ و ۳ هفته) بود. ویژگی‌های مورد ارزیابی شامل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول و وزن خشک ساقه‌چه، طول و وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک کل گیاهچه و شاخص بنیه بذر بود. مقایسه‌های گروهی، تجزیه و تحلیل داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها نیز به روش **LSD** و در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار آماری **SAS** نسخه ۹/۴ انجام گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد بیشترین درصد جوانه‌زنی به تیمار خراش‌دهی مکانیکی همراه با سرمادهی به مدت سه هفته (۸۲ درصد) و کمترین آن به تیمار شاهد (۵ درصد) مربوط بود. نتایج مقایسه‌های گروهی نیز نشان‌دهنده بیشترین اثرگذاری تیمار خراش‌دهی مکانیکی به همراه سرمادهی در مقایسه با سایر تیمارها بر شکستن خواب بذر پنیرک بود. بیشترین طول ساقه‌چه (۳۴/۹۲ میلی‌متر)، وزن خشک ساقه‌چه (۲/۶۰ گرم)، وزن خشک گیاهچه (۳/۲۹ گرم) و بنیه بذر (۵۸/۱۳) در تیمار خراش‌دهی مکانیکی و سرمادهی به مدت سه هفته مشاهده شد. همچنین بیشترین سرعت جوانه‌زنی (۵/۲۱ بذر در روز)، طول ریشه‌چه (۴۴/۸۸ میلی‌متر) و وزن خشک ریشه‌چه (۰/۸۵ گرم) مربوط به تیمار اسید سولفوریک ۹۸ درصد در مدت زمان دو دقیقه بود. با توجه به نتایج به دست آمده این امکان وجود دارد که خواب بذر پنیرک، ترکیبی از خواب فیزیولوژیکی و فیزیکی باشد، زیرا تأثیرگذاری تیمارهای مورد بررسی بر هر دو فرایند متابولیکی و فیزیکی باعث افزایش درصد جوانه‌زنی گردید.

نتیجه‌گیری: در میان تیمارهای مورد بررسی و با توجه به نتایج مقایسات گروهی تیمار خراش‌دهی به همراه سرمادهی بیشترین تأثیر را بر شکستن خواب بذر پنیرک داشت. با توجه به نقش تیمار خراش‌دهی به همراه سرمادهی در شکستن خواب بذرها، می‌توان گفت که این خواب، خواب فیزیولوژیکی می‌باشد و عامل دخیل در این خواب، نارس بودن جنین، وجود عوامل بازدارنده در بذر و یا هر دو عامل می‌باشد. افزایش جوانه‌زنی پنیرک با خراش‌دهی پوسته بذر مؤید وجود مقاومت مکانیکی پوسته در مقابل خروج جوانه است و به عبارت دیگر پوسته به‌عنوان یک مانع فیزیکی از طریق ممانعت از گسترش رویان و یا از طریق ایجاد محدودیت در جذب آب و شاید تبادلات گازی عمل می‌کند.

واژه‌های کلیدی: اسید سولفوریک، پراکسید هیدروژن، خراش‌دهی، سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، نیترات پتاسیم

جنبه‌های نوآوری:

۱- بررسی شکستن خواب و ویژگی‌های جوانه‌زنی گونه *neglcta* گیاه پنیرک

۲- بررسی پیش تیمارهای شیمیایی متفاوت و مکانیکی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی پنیرک

DOI: 10.29252/yujs.5.1.55

[۱] استادیار اکولوژی گیاهان زراعی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه رازی، کرمانشاه

[۲] دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه رازی، کرمانشاه

[۳] دانشجوی کارشناسی زراعت و اصلاح نباتات، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه رازی، کرمانشاه

[*] پست الکترونیک نویسنده مسئول: f.mondani@razi.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۰۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۲/۳۱)

مقدمه

پنیرک (*Malva neglecta*) گیاهی پایا از تیره Malvaceae است که دارای ساقه‌هایی به ارتفاع ۵۰ تا ۱۲۰ سانتی‌متر و ریشه‌ای سفیدرنگ و گوشتدار می‌باشد. برگ‌های آن پنجه‌ای ۵ تا ۷ لوبه و دندانه‌دار و گل‌های این گیاه به رنگ نیلی مایل به بنفش منقوش به خطوط ارغوانی رنگ است. قسمت‌های مورداستفاده پنیرک از نظر درمانی برگ، گل و حتی ریشه می‌باشد (تروهید[1] و همکاران، ۲۰۱۵). پنیرک شامل ۲۵ تا ۳۰ گونه بوده که بسته به محل پراکنش آن و دید زارعین و متخصصان هم به‌عنوان علف هرز و هم به‌صورت گیاه دارویی شناخته می‌شود (تروهید و همکاران، ۲۰۱۵؛ خاتمی[2]، ۲۰۱۱).

یکی از مهم‌ترین سازوکارهای حفظ بقا در گیاهان خواب، استراحت یا وقفه موقت در جوانه‌زنی و رشد آن‌ها است که در این حالت با وجود مناسب بودن شرایط برای جوانه‌زنی، بذر برای مدت نامعلومی در وضعیت استراحت باقی می‌ماند (کوچکی و عزیزی[3]، ۲۰۰۵). بذرهای بسیاری از گیاهان مرتعی، دارویی و علف‌های هرز از طریق داشتن یکی از انواع خواب‌ها (فیزیکی، مکانیکی و شیمیایی) بقای خود را برای سال‌های طولانی تضمین می‌کنند، اما برای تکثیر و کشت این گیاهان، رهایی از خواب و جوانه‌زنی یکنواخت بذرها ضروری می‌باشد (مکی‌زاده[4] و همکاران، ۲۰۰۶).

دلیل خواب فیزیکی بذر، ساختار ردیف سلول‌های خارجی پوسته آن است که به آب نفوذناپذیراست. در خواب فیزیکی، پوسته بذر به‌قدری سخت است که به جنین اجازه بزرگ شدن در حین جوانه‌زنی را نمی‌دهد. در بین تیره‌های گیاهی تقریباً ۱۲ تیره دارای خواب فیزیکی بذر هستند (کوررس[5]، ۲۰۰۵). در مطالعه‌ای روی گیاه خارا گل یا شبدرک (*Coronilla varia*) مشخص شد که با افزایش عمق سوراخ ایجاد شده در پوسته بذر، مقدار نفوذ آب به آن افزایش پیدا می‌کند (نظری[6]، ۲۰۱۵). در طبیعت پوسته سخت بذرها به‌تدریج توسط عواملی همچون اسیدها، میکروارگانیسم‌ها، رطوبت، گرما و آتش‌سوزی از بین می‌رود، این در حالی است که در شرایط غیرطبیعی خواب فیزیکی بذر ناشی از پوسته سخت را با استفاده از موادی نظیر سنباده، آب داغ و اسید از بین می‌برند. در برخی علف‌های هرز بذرهایی تولید می‌شوند که دارای خواب فیزیکی هستند که به‌وسیله‌ی برخی عوامل محیطی مزرعه (دما، رطوبت، تغییرات نوری و فصلی) شکسته می‌شوند (گیبسون[7] و همکاران، ۱۹۹۰، ونگ[8] و همکاران، ۲۰۰۹، علیزاده مجد[9] و همکاران، ۲۰۱۶).

خواب شیمیایی بذر گیاهان احتمالا به دلیل وجود مواد بازدارنده در پوسته خارجی بسیاری از میوه‌ها و بذرها و عدم تبادل اکسیژن توسط یک‌لایه‌ی لعابی ایجاد شود. در طبیعت این مواد توسط باران‌های شدید از پوسته بذر آبشویی شده و گاهی اوقات نیز جذب ذرات خاک می‌شوند. به‌طور مصنوعی نیز می‌توان این مواد را از پوسته بذر با آب شست و یا از تیمارهای سرمادهی، هورمون‌هایی مثل جیبرلیک اسید جهت خواب‌شکنی استفاده کرد (صالحی[10] و همکاران، ۲۰۱۵).

جوانه‌زنی بذر یک رویداد حیاتی در تعیین موفقیت یک گونه علف هرز یا گیاه در بوم نظام‌های زراعی است و توسط عوامل محیطی مختلفی کنترل می‌شود (کوگر[11] و همکاران، ۲۰۰۴). متخصصین رسمی تجزیه‌کنندگان بذر (AOSA[12]) و انجمن بین‌المللی آزمون بذر (ISTA[13]) روش‌های مختلفی را برای شکستن خواب و تحریک جوانه‌زنی بذر گیاهان پیشنهاد کرده‌اند، که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به مواردی نظیر سرمادهی، خراش‌دهی و استفاده از

[1] Terohid
[2] Khatmi
[3] Khoochaki and Azizi
[4] Makkizadeh
[5] Korres

[6] Nazari
[7] Gibson
[8] Wang
[9] Alizadeh Majd
[10] Salehi
[11] Koger
[12] Association of Official Seed Analysts
[13] International Seed Testing Association

محلول‌های مختلف تحریک‌کننده جوانه‌زنی (نیترات پتاسیم، اسید سولفوریک و پراکسید هیدروژن) اشاره کرد (قادری[1] و همکاران، ۲۰۰۸). اعمال پیش تیمار جهت شکستن خواب بذر و به دست آوردن درصد بالای جوانه‌زنی در یک دوره زمانی کوتاه به شرطی که نسبت هزینه‌ها و مشکلات اجرایی آن قابل توجیه باشد، ضروری است (باسکین و باسکین[2]، ۱۹۹۸). از عوامل تأثیرگذار و کم‌هزینه در افزایش خواب‌شکنی و جوانه‌زنی استفاده از تیماری‌های پیش سرمادهی و شیمیایی می‌باشد که کارآمد بودن آن‌ها در علف‌های هرز کمتر مورد توجه قرار گرفته است (حاتمی مقدم و زینلی[3]، ۲۰۰۸). پیش سرمادهی یکی از روش‌های مهم در القای خواب زمستانه در بذر می‌باشد که بسته به نوع بذر، مدت آن می‌تواند متغیر باشد (گل محمدزاده[4] و همکاران، ۲۰۱۵). خواجه حسینی[5] و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی روش‌های شکستن خواب بیست گونه علف هرز، علت خواب برخی بذرها را وجود پوسته سخت و عدم نفوذپذیری اکسیژن و آب به آن دانسته که با برطرف کردن آن‌ها جوانه‌زنی تسریع می‌شود. بررسی‌ها نشان داده است که ۹۵ درصد خواب بذر گونه گون، به دلیل سخت بودن پوسته آن می‌باشد که با اعمال تیمار سرمادهی برطرف می‌شود (عیسوند[6] و همکاران، ۲۰۰۶). ۲۰۰۶). خراش‌دهی مکانیکی به همراه تیمار مرطوب سرمادهی به مدت دو هفته تأثیر معنی‌داری بر شکستن خواب و خصوصیات جوانه‌زنی در گیاه گاو پنبه دارد (حاتمی مقدم و زینلی، ۲۰۰۸). در تحقیقی دیگر روی شکستن خواب ۳۸ گونه موجود در بانک ژن منابع طبیعی، تیمار سرمادهی بهترین کارایی را نشان داد و باعث شکستن خواب ۲۷ گونه از گونه‌های مورد مطالعه شد (نصیری[7] و همکاران، ۲۰۰۴).

نیترات پتاسیم نیاز به نور را در بذرهای فتوبلاستیک مثبت برطرف می‌سازد و به‌نوعی تأمین‌کننده نور لازم جهت شکستن خواب و جوانه‌زنی است. پیش تیمار نیترات پتاسیم ۳ درصد همچنین می‌تواند باعث بهبود صفات طول گیاهچه و وزن‌تر آن‌ها در برخی بذرها همچون زیره سبز گردد (جباری[8] و همکاران، ۲۰۱۱). جعفریان و زارع[9] (۲۰۱۴) دریافتند که پیش تیمار نیترات پتاسیم در شرایط تنش شوری توانست اثرات منفی تنش شوری را بر بذر تریتیکاله تعدیل کند و از این طریق منجر به افزایش جوانه‌زنی شود. تحقیقات دیگر نیز نشان از تأثیرگذاری نیترات پتاسیم بر شکستن خواب بذرهای علف شور[10]، سوروف[11]، فالاریس[12] و خردل وحشی[13] دارد (خواجه حسینی و همکاران،۲۰۱۰).

گیبسون و همکاران (۱۹۹۰) اثر پیش تیمار اسید سولفوریک را همچون اثرات دستگاه گوارش حیوانات، آتش در طبیعت برای شکستن خواب و همچنین جوانه‌زنی بذرهای سخت دانستند که باعث رفع خواب فیزیکی می‌شود. نتایج تحقیق دیگری نیز نشان داد اسید سولفوریک باعث شکستن خواب فیزیکی بذر *Rhynchosia capitata* شد، بااین‌حال افزایش زمان استفاده از آن اثرات منفی روی جنین و درصد جوانه‌زنی داشت (حیدرعلی[14] و همکاران، ۲۰۱۱). محققین دیگر نیز اثرات منفی اسید سولفوریک را بر جوانه‌زنی و جنین بذر به‌ویژه در کاربرد طولانی‌مدت گزارش کردند (تیگابو و اودن[15]، ۲۰۰۱).

پراکسید هیدروژن (H_2O_2) ترکیبی است که باعث کاهش اثر تنش و همچنین افزایش جوانه‌زنی در بسیاری از بذرها در شرایط تنش می‌شود (سنتی[16] و همکاران،

[1] Ghaderi
[2] Baskin and Baskin
[3] Hatami-Moghadam and Zeinali
[4] Golmohamdzadeh
[5] Khajeh Hosseini
[6] Eisavand
[7] Nasiri

[8] Jabbari
[9] Jafarian and Zare
[10] *Salsola rigida*
[11] *Echinochloa crus-galli*
[12] *Phalaris aquatica*
[13] *Sinapis arvensis*
[14] Haidar-ali
[15] Tigabu and Oden
[16] Santhy

۲۰۱۴؛ پاتاد[1] و همکاران، ۲۰۱۱). جوانه‌زنی همراه با جذب آب آغاز می‌شود، هنگام جذب آب پراکسید هیدروژن از تغییر فعالیت‌های تنفسی میتوکندری تولید می‌شود و با تداخل با سایر هورمون‌ها و فعالیت‌های بذر باعث شکستن خواب بذر می‌شود. پراکسید هیدروژن در جوانه‌زنی نقشی متابولیکی داشته و به‌صورت یک سیگنال باعث تجمع ذخایر غذایی بذر در جهت رشد جنین می‌شود (ورما[2] و همکاران، ۲۰۱۵).

علیرغم دارویی بودن گیاه پنیرک و خواص آن در طب سنتی و صنعت داروسازی، این گیاه به‌عنوان یکی از خطرناک‌ترین علف‌های هرز در کشت بسیاری از گیاهان زراعی و باغی مشکل‌سازاست (میقانی[3] و همکاران، ۲۰۱۲؛ دیناری و میقانی[4]، ۲۰۱۳). با وجود خسارت علف هرز پنیرک در مزارع و باغات و اهمیت آن، مطالعات اندکی روی دوره خواب و برطرف کردن آن و همچنین شرایط موردنیاز جهت جوانه‌زنی این علف هرز انجام شده است. بدیهی است شناخت اکولوژی جوانه‌زنی و خواب بذر این علف هرز کمک شایانی به مدیریت درازمدت آن خواهد کرد. لذا این مطالعه با هدف شناخت عوامل مؤثر بر شکستن خواب و همچنین تأثیر تیمارهای شیمیایی و مکانیکی بر جوانه‌زنی بذر پنیرک انجام گردید.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر برخی عوامل شیمیایی و مکانیکی بر شکستن خواب بذر علف هرز پنیرک، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار، در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه رازی کرمانشاه در پاییز سال ۱۳۹۵ اجرا گردید. بذر علف هرز پنیرک از مزارع تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی (طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۹ دقیقه، عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۱ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۱۳۱۹ متر) در تابستان سال ۱۳۹۴ جمع‌آوری و در دمای محیط تا زمان اجرای آزمایش نگهداری شد. بذرها قبل از آزمایش به مدت ۱۰ دقیقه با محلول هیپوکلریت سدیم ۲ درصد ضدعفونی شد (جعفریان و زارع، ۲۰۱۴). سپس تعداد ۲۵ عدد بذر سالم در هر پتری پلاستیکی سترون شده به قطر ۹ سانتی‌متر که با کاغذ صافی و محلول آب مقطر به مقدار ۵ میلی‌لیتر آماده شده بود قرار گرفت. تیمارهای اعمال‌شده در آزمایش شامل: آب مقطر (شاهد)، اسید سولفوریک غلیظ ۹۸ درصد (در مدت زمان‌های ۲، ۳ و ۴ دقیقه)، نیترات پتاسیم ۳ درصد (در زمان‌های ۳، ۴ و ۷ روز)، پراکسید هیدروژن ۳۰ درصد (در زمان‌های ۲، ۳ و ۴ دقیقه)، خراش‌دهی با سمباده و سرمادهی مرطوب (به مدت ۱، ۲ و ۳ هفته) بود. پس از اعمال تیمارهای اسید سولفوریک، نیترات پتاسیم و پراکسید هیدروژن در زمان‌های مذکور، بذرهای مورد آزمایش با آب مقطر شسته شد و سپس به پتری‌ها انتقال داده شد. جهت اعمال تیمار خراش‌دهی با سمباده و سرمادهی مرطوب نیز ابتدا بذرهای موردنظر پس از ضدعفونی به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر خیسانده شد و سپس به مدت یک دقیقه با سمباده خراش داده شد و در پایان در دمای صفر تا ۴ درجه سانتی‌گراد در مدت زمان‌های ۱، ۲ و ۳ هفته قرار گرفت (حاتمی مقدم و زینلی، ۲۰۰۸).

در تمامی تیمارهای مذکور شمارش بذرهای جوانه-زده به‌صورت روزانه طی ۱۴ روز انجام شد. صفات اندازه‌گیری شده شامل: درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه-زنی، میانگین طول ساقه‌چه، میانگین طول ریشه‌چه، میانگین وزن خشک ریشه‌چه، میانگین وزن خشک ساقه‌چه، میانگین وزن کل گیاهچه و شاخص بنیه بذر بود. درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی (Rs) براساس تعداد بذر جوانه‌زده در هر روز طبق رابطه ۱ و ۲ محاسبه گردید (موگیر[5]، ۱۹۶۲).

رابطه ۱: ۱۰۰× (جوانه‌زده بذرهای تعداد)/(بذرها کل تعداد) = درصد جوانه‌زنی

[1] Patade
[2] Verma
[3] Meighani
[4] Dinari and Meighani
[5] Maguire

جدول ۱- مقایسه گروهی بین تیمارهای آزمایش و ضرایب آن‌ها بر اساس روش مقایسه گروهی اورتوگونال

Table1. Group comparison of treatments and their coefficients based on orthogonal analysis method

Comparisons مقایسه‌ها	Treatments تیمارها				
	T1	T2	T3	T4	T5
۱- مقایسه تیمارهای مورد ارزیابی با تیمار شاهد 1- Comparison of evaluated treatments and control treatment	-4	+1	+1	+1	+1
۲- مقایسه تیمارهای شیمیایی با تیمار مکانیکی 2- Comparison of Chemical treatments and Mechanical treatment	0	-1	-1	-1	+3
۳- مقایسه اسید سولفوریک با پراکسید هیدروژن و نیترات پتاسیم 3- Comparison of H_2SO_4 with H_2O_2 and KNO_3	0	-2	+1	+1	0
۴- مقایسه نیترات پتاسیم با اسید سولفوریک و پراکسید نیتروژن 4- Comparison of KNO_3 with H_2SO_4 and H_2O_2	0	+1	-2	+1	0
۵- مقایسه پراکسید نیتروژن با اسید سولفوریک و نیترات پتاسیم 5- Comparison of H_2O_2 with H_2SO_4 and KNO_3	0	+1	0	-1	0
۶- مقایسه پراکسید نیتروژن با تیمار مکانیکی 6- Comparison of H_2O_2 and Mechanical treatment	0	0	0	-2	+2

تیمارهای آزمایش؛ T1: شاهد؛ T2: اسید سولفوریک؛ T3: نیترات پتاسیم؛ T4: پراکسید نیتروژن؛ T5: مکانیکی

Treatments; T1: Control; T2: H_2SO_4; T3: KNO_3; T4: H_2O_2; T5: Mechanical

رابطه ۲:

$$GR = \sum N_i / T_i$$

GR= سرعت جوانه‌زنی بر حسب تعداد بذر در روز شمارش، N_i= تعداد بذر جوانه‌زده در هر روز، T_i= شمارش روز پس از شروع آزمایش. همچنین با داشتن درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه‌ها، شاخص بنیه بذر (Vi) با استفاده از رابطه ۳ برآورد گردید (عبدوالباکی و اندرسون[1]، ۱۹۷۳):

رابطه ۳:

$$Vi = \frac{Gr\% \times MSH}{100}$$

در این رابطه، MSH، میانگین طولی گیاهچه (ریشه‌چه + ساقه‌چه) و Gr٪، درصد جوانه‌زنی است.

تجزیه و تحلیل داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها نیز به روش LSD و در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۴ انجام گرفت. همچنین برای کسب اطلاعات بیشتر در مورد پاسخ بذر علف هرز پنیرک به تیمارهای مورد بررسی و همچنین ارزیابی علمی و آماری تیمارها به‌صورت دسته‌بندی‌شده، در این آزمایش از روش مقایسه‌های گروهی استفاده شد (ابراهیمی[2] و همکاران، ۲۰۱۵). به‌منظور استفاده از روش مقایسه‌های گروهی اورتوگونال از نرم‌افزارهای SAS نسخه ۹/۴ و Excel در نسخه آفیس ۲۰۰۷ استفاده شد (جدول ۱).

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی

نتایج این بررسی نشان داد اثر تیمارهای شیمیایی و مکانیکی بر درصد جوانه‌زنی بذر علف هرز پنیرک معنی‌دار بود (جدول ۲)، به‌طوری که بیشترین درصد جوانه‌زنی به تیمارهای کاربرد خراش‌دهی مکانیکی همراه با سرمادهی به مدت سه هفته (۸۲ درصد) و پراکسید هیدروژن ۳۰ درصد به مدت ۲ دقیقه (۷۳ درصد) و کمترین آن به تیمار شاهد (۵ درصد) مربوط بود (شکل ۱). به نظر می‌رسد با توجه به درصد بالای

[1] Abdulbaki and Anderson

[2] Ebrahimi

شکستن خواب در تیمارهای خراش‌دهی مکانیکی همراه با سرمادهی و پراکسید هیدروژن می‌توان عمده دلیل

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمارهای مورد ارزیابی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر پنیرک

Table 2. Analysis of variance of the effect of evaluated treatments on seed germination traits of *Malva neglecta*

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک گیاهچه	بنیه بذر
Source of variation	df	Germination (%)	Germination rate	Epicotyl length	Epicotyl weight	Radicle length	Radicle dry weight	Seedling dry weight	Seed vigor
	سطوح احتمال (Probability levels)								
تیمار Treatment	12	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
خطا Error	39	-	-	-	-	-	-	-	-
درصد ضریب تغییرات Coeff Var (%)		8.35	7.20	3.59	7.10	3.03	8.26	6.08	9.23

خواب بذر پنیرک را از نوع فیزیولوژیکی دانست، زیرا سرمادهی با تأثیر بر فعالیت جنین و همچنین افزایش تولید هورمون جیبرلین و فعالیت آنزیم‌های که منجر به شکسته شدن مولکول‌های نشاسته و قند می‌شود باعث افزایش جوانه‌زنی و شکستن خواب بذر می‌شود. نتایج تحقیقات متعددی نشان داد که گونه‌های تیره پنیرک به دلیل وجود پوسته سخت و نفوذناپذیر نسبت به آب دارای خواب فیزیکی هستند (حاتمی‌مقدم و زینلی، ۲۰۰۸). عیسوند و همکاران (۲۰۰۶) نیز دریافتند که حدود ۹۵ درصد از خواب گونه‌های گون وحشی به دلیل وجود پوسته سخت بود که با اعمال سرمادهی برطرف شد. همچنین تیمار سرمادهی از طریق تأثیر بر فرآیندهای فیزیولوژیک بذر باعث شکستن خواب و افزایش جوانه‌زنی بذرهای روناس[1]، خشخاش[2]، رازیانه[3] و کیسه کشیش[4] شد (رضوانی[5] و همکاران، ۲۰۱۴؛ گل محمدزاده و همکاران، ۲۰۱۵). فاریابی[6] (۲۰۱۱) نشان داد که دو هفته سرمادهی باعث شکستن خواب بذر آویشن و بومادران به ترتیب به میزان ۸۱ و ۷۹ درصد شد.

نتایج این بررسی همچنین نشان داد که کاربرد پراکسید هیدروژن ۳۰ درصد تأثیر فراوانی بر شکستن خواب و بهبود درصد جوانه‌زنی بذر علف هرز پنیرک داشت (شکل ۱). ممکن است کاربرد پراکسید هیدروژن با تأثیر خود بر مهار آنزیم آبسیزیک اسید و بیان ژن‌های تولیدکننده آنزیم‌های هیدرولیز کننده نشاسته و قند باعث شکستن خواب فیزیولوژیکی و افزایش درصد جوانه‌زنی بذر علف هرز پنیرک شود. نقش تیمار اسید سولفوریک نیز می‌تواند گویای این امر باشد که با تأثیر بر تخریب پوسته بذر و ایجاد منفذ به‌عنوان دلیل فیزیکی خواب بذر پنیرک، باعث انتقال اکسیژن و آب به جنین شد که این اتفاق آغازگر فعالیت‌های شیمیایی جنین بذر و خواب‌شکنی آن گردید (شکل ۱).

منتظری[7] و همکاران (۲۰۱۲) نیز نشان دادند تیمار پراکسید هیدروژن ۳۰ درصد بیشترین تأثیر را بر درصد جوانه‌زنی پنیرک داشت. نتایج تحقیق کاربرد تیمار شیمیایی اسید سولفوریک بر روی بذر گیاه مورد (*Myrtus communis* L) نشان داد که عمده دلیل خواب بذر فیزیکی و همچنین فیزیولوژیکی می‌باشد که

[1] *Rubia tinctorum*
[2] *Papaver somniferum*
[3] *Foeniculum vulgare*
[4] *Capsella bursa-pastoris*
[5] Rezvani
[6] Faryabi
[7] Montazeri

تیمار دو دقیقه اسید سولفوریک ۹۸ درصد با ۸۸ درصد جوانه‌زنی تیمار مناسبی معرفی شد (اسماعیلی[1] و همکاران، ۲۰۱۲). خراش‌دهی شیمیایی به‌وسیله اسید سولفوریک باعث شکستن خواب به میزان ۷۸ درصد در بذر کادیلو (*Urena lobata*) که هم‌خانواده پنیرک و یک گونه علف هرز مهاجم در مراتع فلوربدا می‌باشد گردید (جینگ[2] و همکاران، ۲۰۰۹). به نظر می‌رسد علت جوانه‌زنی اندک پنیرک در تیمار شاهد داشتن موانع فیزیکی و فیزیولوژیکی بود (شکل ۱)، چرا که با تأثیر تیمار سرمادهی و پراکسید هیدروژن به‌عنوان برطرف‌کننده خواب فیزیولوژیکی و اسید سولوفوریک ۹۸ درصد به‌عنوان عامل فیزیکی بر پوسته بذر درصد جوانه‌زنی و شکستن خواب بذر پنیرک افزایش یافت. وجود پوسته سخت و همچنین عدم دوره زمانی سرمادهی در زمستان دلیل اصلی کاهش جوانه‌زنی در بسیاری از بذر گیاهان است (صالحی و همکاران، ۲۰۱۵؛ خواجه حسینی و همکاران، ۲۰۱۰).

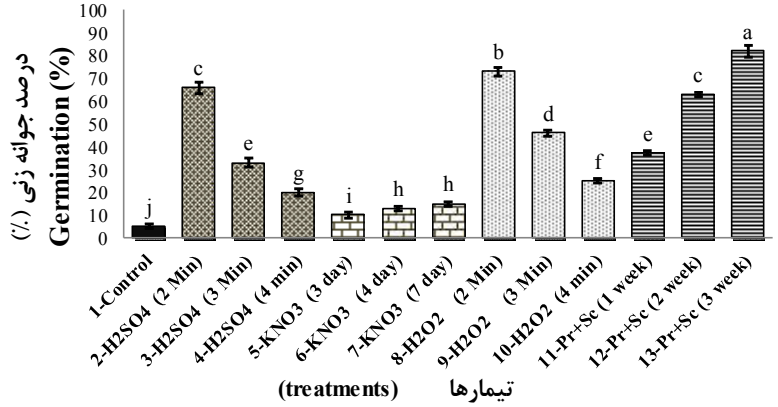
نتایج بررسی مقایسه گروهی نشان داد که کلیه مقایسه‌ها روی صفت درصد جوانه‌زنی معنی‌دار بود (جدول ۳). برای تفسیر این مقایسه و نتیجه آن، بعد از مشخص شدن معنی‌داری مقایسه، به ضریب (Q) پرداخته می‌شود، در صورتی که ضریب این علامت با ضریب تیمارها در جدول ۱ یکسان باشد، نشان از برتری آن تیمار دارد. بر این اساس نتایج این تحقیق در مقایسه تیمارهای مورد ارزیابی با تیمار شاهد (مقایسه اول) نشان داد که اعمال تیمارها باعث افزایش جوانه‌زنی و شکستن خواب بذر شده است. همچنین نتیجه مقایسه تیمارهای شیمیایی با تیمار مکانیکی (مقایسه دوم) و هم علامت بودن ضرایب Q و تیمار مکانیکی (خراش‌دهی به همراه سرمادهی) نیز نشان از برتری این تیمار در مقایسه با هر سه تیمار شیمیایی (اسید سولفوریک، نیترات پتاسیم و پراکسید هیدروژن) داشت.

همچنین بررسی مقایسه تیمارهای شیمیایی با یکدیگر در مقایسه‌های سوم تا پنجم نشان داد که تیمار پراکسید هیدروژن دارای تأثیر بیشتری بر شکستن خواب و افزایش درصد جوانه‌زنی بذر پنیرک بود (جدول ۱ و ۳). بررسی نهایی میان گروه مکانیکی تیمار خراش-دهی همراه با سرمادهی (۱، ۲ و ۳ هفته) و تیمار شیمیایی پراکسید هیدروژن (۲، ۳ و ۴ دقیقه) در مقایسه ششم نیز نشان داد که خراش‌دهی همراه با سرمادهی (۱،۲ و ۳ هفته) به‌عنوان تأثیرگذارترین تیمار بر شکستن خواب بذر پنیرک بود. به نظر می‌رسد تیمار خراش‌دهی همراه با سرمادهی از طریق تأثیر بر فعالیت-های متابولیکی و همچنین سد کنندگی فعالیت هورمون آبسیزیک اسید و یا از طریق افزایش نسبت هورمون جیبرلین نسبت به آبسیزیک اسید منجر به شکست خواب بذر و افزایش درصد جوانه‌زنی پنیرک گردید. همچنین تأثیر سرما بر پوسته بذر و افزایش قابلیت اکسیژن‌رسانی به جنین نیز می‌تواند از دیگر دلایل برتری این تیمار باشد.

سرعت جوانه‌زنی

اثر تیمارهای شیمیایی و مکانیکی بر سرعت جوانه-زنی بذر پنیرک معنی‌دار بود (جدول ۲)، به نحوی که بیشترین و کمترین سرعت جوانه‌زنی به ترتیب در تیمار اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۲ دقیقه (۵/۲۱ در روز) و تیمار شاهد (۰/۳۳ در روز) مشاهده شد (جدول ۴). سرعت جوانه‌زنی در تیمار اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۲ دقیقه نسبت به تیمار شاهد حدود ۹۳ درصد افزایش یافت. به نظر می‌رسد اسید سولفوریک از طریق تأثیر بر پوسته بذر و ایجاد منافذ در آن باعث انتقال بیشتر آب و اکسیژن که آغازگر فعالیت‌های جنین جهت جوانه‌زنی است، باعث بهبود سرعت جوانه‌زنی گردید. همچنین کاربرد اسید سولفوریک ۹۸ درصد نسبت به تیمارهای دیگر که مدت زمان بیشتری را صرف تخریب پوسته و همچنین شکستن خواب بذر می‌کنند، با تأثیر آنی و سریع‌تر بر ویژگی‌های فیزیکی بذر، باعث بهبود سرعت جوانه‌زنی گردید.

[1] Ismaili
[2] Jing



شکل ۱- اثر تیمارهای شیمیایی و مکانیکی بر درصد جوانه‌زنی بذر پنیرک

Figure 1. The effect of chemical and mechanical treatments on the *Malva neglecta* germination

اعدادی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند. تیمارها شامل: ۱- شاهد، ۲ تا ۴ اسید سولفوریک ۲، ۳ و ۴ دقیقه، ۵ تا ۷ نیترات پتاسیم ۳، ۴ و ۷ روز، ۸ تا ۱۰ پراکسید هیدروژن ۲، ۳ و ۴ دقیقه، ۱۱ تا ۱۳ خراش‌دهی همراه با سرمادهی ۱، ۲ و ۳ هفته است. میله‌های عمودی نشان‌دهنده خطای استاندارد از میانگین (n=4) است.

Means by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD Test. (Treatments included: 1- Control, 2 to 4 Sulfuric acid 2, 3 and 4 minute, 5 to 7 Potassium nitrate 3, 4 and 7 days, 8 to 10 Hydrogen Peroxide 2, 3 and 4 minute, 11 to 13 Scarification with prechilling 1, 2 and 3 weeks. Vertical bars represent standard error of mean (n = 4).

جدول ۳- بررسی معنی‌داری مقایسه گروهی بر درصد جوانه‌زنی بذر پنیرک در تیمارهای مورد ارزیابی

Table 3. Study of the significance of orthogonal analysis of seed germination percentage of *Malva neglecta* in evaluated treatments

مقایسه‌ها Comparisons	درجه آزادی df	سطوح احتمال Probability levels	Q
۱- مقایسه تیمارهای مورد ارزیابی با تیمار شاهد 1-Comparison of evaluated treatments and control treatment	1	<0.0001	+ 1692
۲- مقایسه تیمارهای شیمیایی با تیمار مکانیکی 2- Comparison of chemical treatments and mechanical treatment	1	<0.0001	+ 980
۳- مقایسه اسید سولفوریک با پراکسید هیدروژن و نیترات پتاسیم 3- Comparison of H_2SO_4 with H_2O_2 and KNO_3	1	<0.0001	-224
۴- مقایسه نیترات پتاسیم با اسید سولفوریک و پراکسید نیتروژن 4- Comparison of KNO_3 with H_2SO_4 and H_2O_2	1	<0.0001	+ 748
۵- مقایسه پراکسید نیتروژن با اسید سولفوریک و نیترات پتاسیم 5- Comparison of H_2O_2 with H_2SO_4 and KNO_3	1	<0.0001	- 200
۶- مقایسه پراکسید نیتروژن با تیمار مکانیکی 6- Comparison of H_2O_2 and mechanical treatment	1	<0.0001	+ 304

جدول ۴- اثر تیمارهای مورد بررسی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر پنیرک

Table 4. Effect of evaluated treatments on seed germination traits of *Malva neglecta*

تیمارها	سرعت جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	وزن خشک ریشه‌چه	بنیه بذر
treatments	Germination rate (seed per day)	Epicotyl length (mm)	Epicotyl weight (g)	Radicle length (mm)	Radicle dry weight (g)	Seed vigor
1- Control	0.33 ^{i}	4.50 ^{h}	0.18 ^{g}	9.55 ^{J}	0.25 ^{i}	0.70 ^{i}
2- H_2SO_4 (2 Min)	5.21 ^{a}	11.12 ^{e}	2.08 ^{b}	44.88 ^{a}	0.85 ^{a}	36.93 ^{b}
3- H_2SO_4 (3 Min)	3.87 ^{b}	9.34 ^{f}	1.89 ^{c}	39.04 ^{b}	0.40 ^{edf}	15.96 ^{e}
4- H_2SO_4 (4 min)	3.61 ^{c}	8.53 ^{g}	1.57 ^{e}	37.88 ^{c}	0.30 ^{hi}	9.27 ^{g}
5- KNO_3 (3 day)	0.57 ^{h}	4.57 ^{h}	0.21 ^{g}	10.77 ^{i}	0.33 ^{gh}	1.53 ^{i}
6- KNO_3 (4 day)	0.63 ^{h}	4.66 ^{h}	0.26 ^{g}	12.37 ^{h}	0.42 ^{d}	2.21 ^{i}
7- KNO_3 (7 day)	0.49 ^{hi}	4.93 ^{h}	0.30 ^{g}	12.35 ^{h}	0.48 ^{c}	2.58 ^{i}
8- H_2O_2 (2 Min)	3.41 ^{c}	16.25 ^{c}	2.00 ^{cb}	17.28 ^{f}	0.41 ^{de}	24.49 ^{d}
9- H_2O_2 (3 Min)	2.98 ^{d}	12.32 ^{d}	1.73 ^{d}	14.70 ^{g}	0.36 ^{egf}	12.42 ^{f}
10- H_2O_2 (4 min)	2.60 ^{e}	9.71 ^{f}	1.30 ^{f}	11.36 ^{i}	0.29 ^{hi}	5.26 ^{h}
11- Pr+Sc (1 week)	1.03 ^{g}	12.87 ^{d}	1.46 ^{e}	17.75 ^{f}	0.35 ^{gf}	11.33 ^{gf}
12- Pr+Sc (2 week)	1.64 ^{f}	25.20 ^{b}	2.10 ^{b}	24.41 ^{e}	0.49 ^{c}	31.26 ^{c}
13- Pr+Sc (3 week)	2.76 ^{de}	34.92 ^{a}	2.60 ^{a}	36.00 ^{d}	0.69 ^{b}	58.13 ^{a}

در هر ستون، اعدادی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند. تیمارها شامل: ۱- شاهد، ۲ تا ۴ اسید سولفوریک ۲، ۳ و ۴ دقیقه، ۵ تا ۷ نیترات پتاسیم ۳، ۴ و ۷ روز، ۸ تا ۱۰ پراکسید هیدروژن ۲، ۳ و ۴ دقیقه، ۱۱ تا ۱۳ خراش‌دهی همراه با سرمادهی ۱، ۲ و ۳ هفته است.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD Test. Treatments included: 1- Control, 2 to 4 Sulfuric acid 2, 3 and 4 minute, 5 to 7 Potassium nitrate 3, 4 and 7 day, 8 to 10 Hydrogen peroxide 2, 3 and 4 minute, 11 to 13 Scarification with prechilling 1, 2 and 3 weeks.

مکی زاده و همکاران (۲۰۰۶) نشان دادند که اسیدسولفوریک از طریق تأثیر بر پوسته بذر گیاه روناس و تأمین اکسیژن لازم منجر به افزایش سرعت جوانه‌زنی شد. رهنما قهفرخی و توکل افشاری[1] (۲۰۰۷) نیز دریافتند که کاربرد اسید سولفوریک با تأثیر بر ساختار فیزیکی بذر (پوسته) باعث انتقال اکسیژن و آب به جنین شد که این امر منجر به بهبود درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر باریجه (*Ferula gummosa*) گردید. همچنین جماعتی سومرین[2] و همکاران (۲۰۱۰) نیز بالاترین سرعت جوانی را در تیمار اسید سولفوریک ذکر کردند و نشان دادند که بذرهای روناس (*Rubia tinctorum*)، باریجه (*Ferula gummosa*)، سلمه‌تره (*Chenopodium album*) و تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus*) به دلیل خواب فیزیکی و فیزیولوژیکی در تیمار شاهد دارای کمترین درصد و سرعت جوانه‌زنی بودند که با نتایج این تحقیق مطابقت داشت.

طول و وزن خشک ساقه‌چه

نتایج این بررسی نشان داد اثر تیمارهای شیمیایی و مکانیکی بر طول و وزن خشک ساقه‌چه پنیرک معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین و کمترین طول ساقه‌چه به ترتیب به تیمار خراش‌دهی مکانیکی همراه با سرمادهی به مدت ۳ هفته (۳۴/۹۲ میلی‌متر) و تیمار شاهد (۴/۵ میلی‌متر) مربوط بود (جدول ۴). طول ساقه‌چه پنیرک در تیمار خراش‌دهی مکانیکی همراه با سرمادهی به مدت ۳ هفته در مقایسه با تیمار شاهد حدود ۸۷ درصد افزایش یافت. همچنین بالاترین وزن خشک ساقه‌چه نیز در تیمار خراش‌دهی مکانیکی همراه با سرمادهی به مدت ۳ هفته به میزان ۲/۶۰ گرم و کمترین آن در تیمار شاهد به میزان ۰/۳۰ گرم مشاهده گردید (جدول ۴). تیمار خراش‌دهی مکانیکی همراه با سرمادهی به مدت ۳ هفته در مقایسه با تیمار شاهد حدود ۸۸ درصد وزن خشک ساقه‌چه پنیرک را افزایش داد. به نظر می‌رسد

[1] Rahnama Ghahfarokhi and Tavakol-Afshari
[2] Jamaati soomarin

تیمار خراش‌دهی به همراه سرمادهی مرطوب توانست با تأثیر بر نفوذپذیری پوسته و غشاء باعث شکستن خواب بذر و همچنین افزایش سطوح آنزیم‌های کاتالاز، فسفاتاز، آلکالین لیپاز و پراکسیداز و همچنین تشکیل اسیدهای آمینه ضروری برای تغذیه جنین بذر پنیرک شود. از طرفی ممکن است کاهش مقدار آبسیزیک اسید و همچنین افزایش سطح جیبرلین بذر با تأثیر بر تقسیم سلولی، طویل‌تر شدن سلول و انعطاف‌پذیری سلول باعث افزایش طول و وزن خشک ساقه‌چه گردد. صالحی و همکاران (۲۰۱۵) نشان دادند سرمادهی باعث بهبود وزن خشک ساقه‌چه گیاه بیلهر (*Dorema aucheri*) به میزان ۱۶ میلی‌گرم شد. همچنین طول و وزن خشک ساقه‌چه گیاه زیره (*Bunium persicum*) نیز در مجاورت سرمادهی افزایش یافت (پور اسماعیلی و شریفی[1]، ۲۰۰۳). وجود پوسته سخت و عدم تخریب آن و همچنین خواب تحمیلی بذر پنیرک می‌تواند دلیل کاهش طول و وزن خشک ساقه‌چه گردد. نتایج تحقیق محققان دیگر روی بذرهای گیاه باریجه و زیره سبز نشان داد که کمترین طول و وزن خشک ساقه‌چه در تیمار شاهد بود که با نتایج این بررسی مطابقت داشت (جباری و همکاران، ۲۰۱۱؛ الوندیان[2] و همکاران، ۲۰۱۳).

طول و وزن خشک ریشه‌چه

اثر تیمارهای شیمیایی و مکانیکی بر طول و وزن خشک ریشه‌چه پنیرک معنی‌دار بود (جدول ۲)، به‌طوری که بیشترین طول ریشه‌چه به تیمار اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۲ دقیقه به میزان ۴۴/۸۸ میلی‌متر و کمترین آن به تیمار شاهد به میزان ۹/۵۵ میلی‌متر مربوط بود (جدول ۴). تیمار اسید سولفوریک ۹۸ به مدت ۲ دقیقه در مقایسه با تیمار شاهد حدود ۷۸ درصد طول ریشه‌چه علف هرز پنیرک را افزایش داد. همچنین بالاترین وزن خشک ریشه‌چه نیز در تیمار اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۲ دقیقه به میزان ۰/۸۵ گرم و کمترین آن در تیمار شاهد به میزان ۰/۲۵ گرم مشاهده گردید (جدول ۴). وزن خشک ریشه‌چه در تیمار اسید سولفوریک ۹۸ درصد در مقایسه با تیمار شاهد حدود ۷۰ درصد افزایش نشان داد. به نظر می‌رسد اسیدسولفوریک با شکستن خواب فیزیکی پنیرک و همچنین ایجاد خراش در سطح پوسته موانع خروج ریشه‌چه را برطرف ساخت که این عمل باعث خروج آسان‌تر و سریع‌تر ریشه‌چه و در نهایت افزایش طول و وزن ریشه‌چه شد. تیمار اسید سولفوریک ۹۸ درصد با تأثیر بر پوسته بذر و اکسیژن‌رسانی بهتر به جنین علاوه بر افزایش طول ریشه‌چه و وزن خشک گیاه گل اختر (*Canna indica* L)، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی را نیز افزایش داد (فلاح ایمانی[3] و همکاران، ۲۰۱۴). همچنین عباسی[4] و همکاران (۲۰۱۴) نیز دریافتند اسیدسولفوریک باعث افزایش وزن خشک ریشه‌چه بذر گیاه گواوا (*Pasidum guajava*) از ۰/۵ گرم در تیمار شاهد به ۳/۵ گرم شد. محققان دیگر نیز گزارش کردند اسید سولفوریک با تأثیرگذاری بر خواب بذر و شکستن پوسته بذرهای گیاه باریجه، تاج‌خروس، سلمه‌تره و اسفناج باغی (*Atriplex canescens*) منجر به خروج آسان‌تر ریشه‌چه و در نهایت افزایش طول و وزن خشک آن شد (رهنما قهفرخی و توکل افشاری، ۲۰۰۷؛ جماعتی سومرین و همکاران، ۲۰۱۰).

وزن خشک گیاهچه

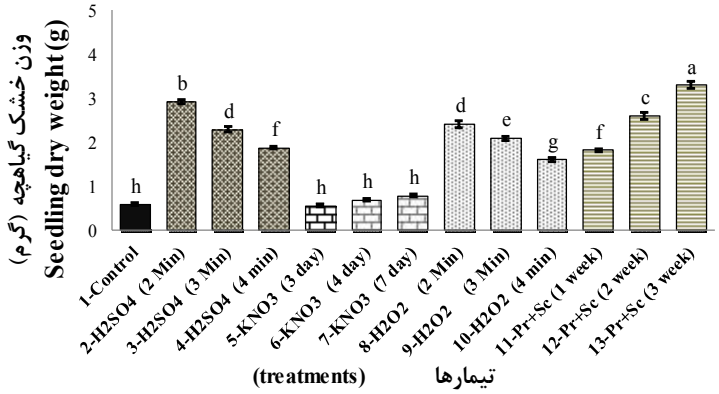
نتایج این تحقیق نشان داد اثر تیمارهای شیمیایی و مکانیکی بر وزن خشک گیاهچه علف هرز پنیرک معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین وزن خشک گیاهچه در تیمارهای خراش‌دهی مکانیکی همراه با سرمادهی به مدت ۳ هفته (۳/۲۹ گرم) و اسید سولفوریک ۹۸ درصد دو دقیقه (۲/۹۳ گرم) و کمترین آن در تیمار شاهد (۰/۵۸ گرم) مشاهده شد (شکل ۳). وزن خشک گیاهچه در تیمارهای خراش‌دهی مکانیکی همراه با سرمادهی به مدت ۳ هفته و اسید سولفوریک ۹۸ درصد دو دقیقه نسبت به تیمار شاهد به ترتیب حدود ۸۲ و ۸۰ درصد

[1] Poresmaeil and Sharifi
[2] Alvandian
[3] Fallah-Imani
[4] Abbasi

افزایش نشان داد. به نظر می‌رسد در تیمارهای خراش‌دهی مکانیکی همراه با سرمادهی و اسید سولفوریک ۹۸ درصد با تأثیر بر عوامل محدودکننده فیزیکی نظیر پوسته سخت و فیزیولوژیکی نظیر هورمون اسید آبسیزیک و افزایش محورهای زیر لپه و بالای لپه باعث افزایش وزن خشک کل گیاهچه شد. علاوه بر این، امکان دارد تیمار سرمادهی با افزایش هورمون اسید جیبرلیک در بذر باعث شکستن خواب فیزیولوژیکی و فیزیکی شده که این موضوع منجر به افزایش ملکول‌های قند و نشاسته و در نهایت بهبود وزن خشک کل گیاهچه گردید. همچنین اسید سولفوریک با تخریب پوسته بذر و ایجاد منافذ ورودی اکسیژن باعث شکستن خواب و افزایش فعالیت‌های جنین می‌گردد که این امر باعث افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و در کل وزن خشک کل گیاهچه شد. سرمادهی با تأثیر بر فعالیت‌های هورمونی و فیزیولوژیکی بذر، افزایش تقسیم سلولی و طویل‌تر شدن محورهای زیر و بالای لپه باعث افزایش وزن خشک کل گیاهچه گیاه بیلهر و تاتوره شد (صالحی و همکاران، ۲۰۱۵؛ الوندیان و همکاران، ۲۰۱۳). افزایش وزن محورهای زیر و بالای لپه و در نهایت وزن کل گیاهچه به علت تیمار اسید سولفوریک منجر به بهبود وزن خشک گیاهچه زیره شد (فلاح‌ایمانی، ۲۰۱۴). دیگر بررسی‌ها بر گیاهان گواوا، تاج‌خروس و سلمه‌تره نیز نشان داد کاربرد تیمار اسید سولفوریک می‌تواند با رفع عوامل محدودکننده خروج گیاهچه باعث بهبود وزن خشک آن شود (عباسی و همکاران، ۲۰۱۴؛ جماعتی سومرین و همکاران، ۲۰۱۰).

شاخص بنیه بذر

اثر تیمارهای شیمیایی و مکانیکی بر شاخص بنیه بذر علف هرز پنیرک معنی‌دار بود (جدول ۲)، به‌گونه‌ای که بیشترین بنیه بذر در تیمارهای خراش‌دهی مکانیکی همراه با سرمادهی به مدت ۳ هفته (۵۸/۱۳) و اسید سولفوریک ۹۸ درصد دو دقیقه (۳۶/۹۳) و کمترین بنیه بذر در تیمار شاهد (۰/۷۰) به علت داشتن خواب و پوسته سخت بذر مشاهده گردید (جدول ۴). بنیه بذر علف هرز پنیرک در تیمارهای خراش‌دهی مکانیکی همراه با سرمادهی به مدت ۳ هفته و اسید سولفوریک ۹۸ درصد دو دقیقه نسبت به تیمار شاهد به ترتیب حدود ۹۹ و ۹۸ درصد افزایش یافت. به نظر می‌رسد که



شکل ۳- اثر تیمارهای مورد ارزیابی بر وزن خشک گیاهچه پنیرک

Figure 3. Effect of evaluated treatments on seedling dry weight of *Malva neglecta*

اعدادی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند. تیمارها شامل: ۱- شاهد، ۲ تا ۴ اسید سولفوریک ۲، ۳ و ۴ دقیقه، ۵ تا ۷ نیترات پتاسیم ۳، ۴ و ۷ روز، ۸ تا ۱۰ پراکسید هیدروژن ۲، ۳ و ۴ دقیقه، ۱۱ تا ۱۳ خراش‌دهی همراه با سرمادهی ۱، ۲ و ۳ هفته است. میله‌های عمودی نشان‌دهنده خطای استاندارد از میانگین (n=4) است.

Means by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using LSD Test. (Treatments included: 1- Control, 2 to 4 Sulfuric acid 2, 3 and 4 minute, 5 to 7 Potassium nitrate 3, 4 and 7 days, 8 to 10 Hydrogen Peroxide 2, 3 and 4 minute, 11 to 13 scarification with prechilling 1, 2 and 3 weeks. Vertical bars represent standard error of mean (n = 4).

تیمار سرمادهی از طریق افزایش تقسیم سلولی و دیگر فعالیت‌های متابولیکی باعث افزایش طول ساقه‌چه و اسید سولفوریک از طریق تخریب پوسته سخت بذر و همچنین ایجاد منافذ ورودی اکسیژن باعث افزایش طول ریشه‌چه و درنتیجه بهبود بنیه بذر گردید. به نحوی می‌توان نتایج حاصل از افزایش طول و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و همچنین درصد جوانه‌زنی را از دلایل اصلی بهبود بنیه بذر دانست. تیمار سرمادهی با تأثیرگذاری بر فعالیت‌های فیزیولوژیکی بذر و همچنین افزایش هورمون جیبرلین باعث افزایش درصد جوانه‌زنی و همچنین طول گیاهچه (ریشه‌چه+ ساقه‌چه) و در نهایت بنیه بذر شد (رضوانی و همکاران، ۲۰۱۴؛ گل-محمدزاده و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین کاربرد اسید سولفوریک از طریق افزایش درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه باعث افزایش ۱۰۰ درصدی شاخص بنیه بذر تاج‌خروس و سلمه‌تره نسبت به تیمار شاهد شد (جماعتی سومرین و همکاران، ۲۰۱۰).

نتایج این بررسی‌ها نشان داد که تیمار شاهد به دلیل محدودکننده‌های فیزیکی و فیزیولوژیکی و مقدار کم صفات طول گیاهچه و درصد جوانه‌زنی (شکل ۱ و جدول ۴) نتوانست شاخص بنیه بذر بالایی در قیاس با سایر تیمارها داشته باشد. دیگر محققان نیز در تحقیقات خود به‌نوعی به این موضوع اشاره کرده‌اند که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد (عباسی و همکاران، ۲۰۱۴؛ جماعتی و همکاران، ۲۰۰۸).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج مقایسه گروهی و برتری تیمار پراکسید هیدروژن در مقایسه‌های درون‌گروهی شیمیایی و در نهایت تیمار خراش‌دهی به همراه سرمادهی به‌عنوان برترین تیمار انتخاب گردید. هر چند تیمار اسید سولفوریک با حذف پوسته بذر، به‌عنوان یک عامل محدودکننده فیزیکی، باعث شکستن خواب بذر پنیرک گردید. پس می‌توان خواب بذر پنیرک را ترکیبی از خواب فیزیولوژیکی و فیزیکی دانست. همچنین نتایج نشان داد که بذرهای خراش‌دهی شده به همراه سرما-دهی به مدت سه هفته در مقایسه با سایر تیمارها، در صفات درصد جوانه‌زنی، طول و وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه و بنیه بذر از شرایط بهتری برخوردار بودند. در صفات سرعت جوانه‌زنی، طول و وزن خشک ریشه‌چه نیز تیمار اسید سولفوریک ۹۸ درصد در مدت زمان ۲ دقیقه در مقایسه با سایر تیمارها نقش مؤثرتری داشت. داشتن خواب بذر با توجه به نگاه ما به گیاه پنیرک و بخصوص جنس (*Malva neglcta*) و دارویی بودن آن، یک محدودیت جهت کشت و کار صنعتی آن محسوب می‌شود و در نگاه دیگر به‌عنوان یک علف هرز، یک مزیت جهت بقای این گیاه و یک محدودیت جهت برنامه‌ریزی مدیریتی مبارزه با آن تلقی می‌شود. از این رو نتایج این تحقیق و دیگر تحقیقات صورت گرفته پیرامون این گیاه می‌تواند نقش مهمی در شناخت و برنامه‌ریزی مناسب جهت کشت و کار صنعتی این گیاه به‌عنوان یک گیاه دارویی و همچنین مدیریت آن به‌عنوان علف هرز ایفاء کند.

منابع

Abbasi, M., Heydari, M., and Rahimi, M. 2014. Improving germination of guava (*Psidium guajava*) seeds by acid scarification. Journal of Horticultural Science, 27(4): 394-399. [In Persian with English Summary].

Abdul-baki, A.A., and Anderson, J.D. 1973. Vigor determination in soybean seed by multiplication. Crop Science, 13(6): 630-633. https://doi.org/10.2135/cropsci1973.0011183X001300060013x

Alizadeh Majd, B., Montazeri, M.M., and Yoinesabadi, M. 2016. The effect of different treatments on seed dormancy breaking and germination of *Polygonum convolvulus*. International Journal of Farming and Allied Sciences, 5(6): 427-433.

Alvandian, S., Vahedi, A., and Taghizade, R. 2013. The study of effect ultrasound and chilling on germination of Myrtus medicinal plant (*Myrtus communis* L.). Seed Research Journal, 3(3): 21-31. [In Persian with English Summary].

Baskin, C.C., and Baskin, J.M. 1998. Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. Academic Press, San Diego, Ca.

Dinari, A., and Meighani, F. 2013. Effect of salt stress on *Malva sylvestris* L. 107- 111. 5th Iranian weed science congress. 24-26 August 2013-karaj. [In Persian with English Summary].

Ebrahimi, E., Bagheri, A., and Nurbakhsh, F. 2015. Evaluation of yield and yield components of Leek (*Allium porrum* L.) in intercropping with White Clover (*Trifolium repens* L.). Journal of Horticulture Science, 29(3): 435-442. [In Persian with English Summary].

Eisavand, Hr., Madah Arefi, H., and Tavakolafshari, R. 2006. Effects of various treatments on breaking seed dormancy of *Astragalus siliquosus*. Seed Science and Technology, 34(3): 747-752. https://doi.org/10.15258/sst.2006.34.3.22

Fallah-Imani, A., Salehi-Sardoei, A., and Shahdadneghad, M. 2014. Effect of H2SO4 on seed germination and viability of *Canna indica* L. ornamental plant. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research, 2(1): 223-229.

Faryabi., E. 2011. Effect of different treatments on breaking municipality celery and okra seeds of two plants. 1st National Conference on New Concepts in Agriculture.

Ghaderi, F.A., Kamkar, B., and Soltani, A. 2008. Sciences and Seed Technology. Mashhad University Jihad Publications. [In Persian].

Gibson, D.J., Hartnett, D.C., and Merril, G.L.S. 1990. Fire temperature heterogeneity in contrasting fire prone habitats: Kansas tall grass prairie and Florida sand hill. Bulletin of the Torrey Botanical Club, 349-356. https://doi.org/10.2307/2996832

Golmohamdzadeh, S., Zaefarian, F., and Rezvani, M. 2015. Effects of some chemical factors, prechilling treatments and interactions on the seed dormancy breaking of two Papaver species. Weed Biology and Management, 15(1): 11-19. https://doi.org/10.1111/wbm.12056

Haider-Ali, H., Tanveer, A., Ather-Nadeem, M., and Naeem-Asghar, H. 2011. Methods to break seed dormancy of *Rhynchosia capitata*, a summer annual weed. Chilean Journal of Agricultural Research, 71(3): 483-487. https://doi.org/10.4067/S0718-58392011000300021

Hatami-Moghadam, Z., and Zeinali, E. 2008. Investigating the performance of prechilling, and chemical and mechanical scarification treatments on the breaking seed dormancy in velvetleaf (*Abutilon Theophrasti*), Electronic Journal of Crop Products, 1(1): 17-37. [In Persian with English Summary].

Ismaili, A., Eisvand, H.R., Rezaeinejad, A., Sameey, K., and Zabeti, S.M. 2012. Study of germination indices and characters and seed establishment of *Myrtus communis* L. Yafte. 14(2): 71-80. [In Persian with English Summary].

Jabbari, R., Amini-Dehaghi, M., Ganji-Arjenaki, F., and Agahi, K. 2011. How duration and methods of priming may affect the germination of cumin seeds (*Cuminum Cyminum* L.). Journal of Agronomy Science, 4(4): 23-30. [In Persian with English Summary].

Jafarian, T., and Zare, M.J. 2014. Effect of treatment with hydrogen peroxide (H_2O_2) on salinity tolerance in triticale and wheat germination stage. 13th Iranian Crop Science Congress and 3rd Iranian Seed Science and Technology Conference. [In Persian with English Summary].

Jamaati-Soomarin, S., Alipoor, S.H., and Zabihi-Mahmoodabad, R. 2010. Evaluation of sulfuric acid application in breaking dormancy of goosefoot and red-root amaranth seeds. Plant Ecophysiology, 2: 127-131.

Jing, J., Ferrll, J., Macdonald, G., and Sellers, B. 2009. Factors affecting seed germination of cadillo (urenalobata). Weed Science, 57: 31-35. https://doi.org/10.1614/WS-08-092.1

Khajeh Hosseini, M., Orooji, K., and Avarseji, Z. 2010. Evaluation of some seed dormancy breaking methods on twenty weeds species, the 3rd Iranian Weed Science Congress, February 2010, 167-169. [In Persian with English Summary].

Khatmi, F. 2011. The effect of ultraviolet radiation B and C on The medicinal compounds isolated cells cultured mallow (*Malva neglecta*). M.Sc. Thesis in Tarbiat Modares University. [In Persian with English Summary].

Khoochaki, A., and Azizi, G. 2005. Effect of different treatments on breaking dormancy of *Teucrium polium*. Iranian Journal of Field Crops Research, 3(1): 81-88. [In Persian with English Summary].

Koger C.H., Reddy K.N., and Poston D.H. 2004. Factors affecting seed germination, seedling emergence, and survival of texas weed (*Caperonia palustris*). Weed Science, 52: 989-995. https://doi.org/10.1614/WS-03-139R2

Korres, N.E. 2005. Encyclopaedic dictionary of weed science: Theory and Digest. Paris: Lavoisier. 724 p.

Maguire, J.D. 1962. Speed of germination in selection and evaluation for seedling vigor. Crop Science, 2: 176-177. https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x

Makkizadeh, M., Farhoudi, R., Naghdi Badi, H.A. and Mehdizadeh, A. 2006. Assigning the best treatment for increasing germination of three medicinal plants seeds: *Rubia tinctourum* L., *Echinacea angustifolia* D.C. and *Myrtus communis* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 22(2): 105-116. [In Persian with English Summary].

Meighani, F., Jahedi, A., Mirvakili, S.M., Shimi, P., and Baghestani, M.A. 2012. Evaluation of chemical control of broad-leaved weeds in new seeded alfalfa (*Medicago sativa* L.). Agricultural Crop Management. 43-55. [In Persian with English Summary].

Montazeri, M., Sadr-Abadi, R. and Kolarasteghaghi, K. 2012. The effect of chemical scarification with hydrogen peroxide on malva breaking dormancy *Malva sylvestris*. National Conference On Environment and Plant Production, Semnan. Iran. [In Persian with English Summary].

Nasiri, M., Arefi, M.H., and Isavand H.R. 2004. Evaluation of viability changes and dormancy breaking in the seed of same species in natural resources gene bank. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 12(2): 163-182. [In Persian with English Summary].

Nazari, Kh. 2015. Evaluation the ecology of seed germination and emergence of Musk weed (*Myagrum Perfoliatum*). M.Sc. Thesis in Razi University. [In Persian with English Summary].

Patade, V.Y., Maya, K., and Zakwan, A. 2011. Seed priming mediated germination improvement and tolerance to cold and salt stress in capsicum. Research Journal of Seed Science, 4(3): 125-136. https://doi.org/10.3923/rjss.2011.125.136

Poresmaeil, M., and Sharifi, M. 2003. The effect of chilling treatment and some cytokinin at dormancy seeds of caraway. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 19(2): 183-193. [In Persian with English Summary].

Rahnama-Ghahfarokhi, A., and Tavakol-Afshari, R. 2007. Methods for dormancy breaking and germination of galbanum seeds (*Ferula gummosa*). Asian Journal of Plant Sciences, 6(4): 611-616. [In Persian with English Summary]. https://doi.org/10.3923/ajps.2007.611.616

Rezvani, M., Zaefarian, F., and Amini V. 2014. Effects of chemical treatments and environmental factors on seed dormancy and germination of shepherd's purse (*Capsella bursa-pastoris* L.) Medic.). Acta BotanicaBrasilica, 28(4): 495-501. https://doi.org/10.1590/0102-33062014abb3337

Salehi, A., Masoumiasl, A., and Moradi, A. 2015. Evaluation of the effective methods of seed dormancy breaking in medicinal plant of Bilhar (*Dorema aucheri*). Iranian Journal of Seed Research, 2(1): 65-72. [In Persian with English Summary].

Santhy, V., Meshram, M., Wakde, R., and Vijaya-Kumari, P.R. 2014. Hydrogen peroxide pre-treatment for seed enhancement in cotton (*Gossypim hirsutum* L.). African Journal of Agricultural Research, 9: 1982-1989. https://doi.org/10.5897/AJAR2013.7210

Terohid, S.F., Mirzai, M. And Sarihi, A. 2015. Study of hepato protective effect of *Malva neglecta*. hydroethanolic leaf extract in male rat induced with carbon tetrachloride. Journal of Cell & Tissue, 6(1): 31-34. [In Persian with English Summary].

Tigabu, M., and Oden. P.C. 2001. Effect of seed scarification, gibberellic acid and temperature on seed germination of two multipurpose albizia species from Ethiopia. Seed Science and Technology, 29: 11-20.

Verma, G., Mishra, S., Sangwan, N., and Sharma, S. 2015. Reactive oxygen species mediate axis-cotyledon signaling to induce reserve mobilization during germination and seedling establishment in *Vigna radiata*. Journal of Plant Physiology, 184: 79-88. https://doi.org/10.1016/j.jplph.2015.07.001

Wang, J., Ferrell, J., Mac Donald, G., and Sellers, B. 2009. Factors affecting seed germination of cadillo (*Urena lobata*). Weed Science, 57: 31-35. https://doi.org/10.1614/WS-08-092.1

Efficiency of Chemical and Mechanical Priming in Breaking Seed Dormancy and Germination Traits of Malva (*Malva neglcta*)

Farzad Mondani[1, *], Ashkan Jalilian[2], Atoosa olfati[3]

Extended abstract

Introduction: Malva (*Malva neglecta*) is one of perennial plants of the Malvaceae family. One of the most important mechanisms for survival of the plants is dormancy, rest or distance in germination and growth; in this case, despite favorable conditions for germination, the seed remains at rest for an indefinite period of time. Seed dormancy is a consistent feature in some seeds, especially weed seeds to optimize distribution of germination over time. Seed dormancy has a very important role in ecological management. The cause of the physical dormancy lies in skin cells outside tier structure that is impermeable to water. In physical dormancy, the seed coat is so hard that it does not allow the embryo to grow during germination. The chemical dormancy of the plants seeds is caused by the presence of inhibitor substances in the outer shell of many fruits and seeds and may also be due to an Enamel layer that blocks the exchange of oxygen. It goes without saying that understanding the ecology of weed germination and dormancy can contribute to long-term management. Therefore, this study was conducted to determine the effects of breaking seed dormancy and the impact of chemical and mechanical treatments on the germination of the Mallow seeds.

Materials and Methods: In order to recognize the effects of chemical and mechanical treatments on breaking seed dormancy and some of the most important features of seed germination of Malva, the experiment was conducted based on a completely randomized design with 4 replications at Crop Physiology Lab, Razi University, during 2016. Treatments were distilled water (control), sulfuric acid 98% (for 2, 3 and 4 minutes), potassium nitrate 3% (for 3, 4 and 7 days), hydrogen peroxide 30% (for 2, 3 and 4 minutes) and scarification with sandpaper and prechilling (for 1, 2 and 3 weeks). Germination percentage, germination rate, length and dry weight of hypocotyl, length and dry weight of radicle, seedling total dry weight and vigor index were evaluated. Group comparisons, analysis of variance and comparison of means were run based on LSD at 5% level, using SAS software (version 9.4).

Results: The results showed that the highest and the lowest germination percentage were 82% and 5% in scarification with a chilling for 3 weeks and control treatments, respectively. The results of treatment group comparisons also showed that using scarification with a chilling had the greatest impact on seed dormancy breaking. The most hypocotyl length (34.92 mm), hypocotyl dry weight (2.60 g), seedling dry weight (3.29 g) and seed vigor index (58.13) were observed in scarification with a chilling for 3 weeks. The highest germination rate (5.21 in day), radicle length (34.92 mm) and radicle dry weight (0.85 g) also belonged to sulfuric acid 98% for 2 minutes. It seems that seed dormancy of Malva was a combination of physiological and physical dormancy, because the effectiveness of the treatments evaluated in both metabolic and physical processes brought about the increase in the seed germination percentage.

Conclusion: Out of the treatments examined and given the results of group comparisons, scarification with sandpaper and prechilling had the most effect on breaking Malva's seed dormancy. As scarification with chilling had the main role in breaking seed dormancy, it could be said that the dormancy is physiological and factors contributing to this dormancy are the embryo, the existence of inhibiting factors or both. The results indicated that the germination of Malva (*Malva neglcta*) seeds mechanically scratched with scarification increased. Therefore, seed dormancy is due to hard coated seeds. The seed coat is as one physical barrier against growth of embryo or radicle that inhibits absorption of water and gas exchanges.

Keywords: Sulfuric acid, Hydrogen peroxide, Potassium nitrate, Scarification, Germination rate, Seed vigor index

***Highlights*:**

1- Investigating dormancy breaking and germination traits of *neglcta* species of Malva.
2- Evaluation of efficiency of different chemical and mechanical treatments in the germination traits of Malva.

[1] Assistant Professor in Crop Ecology, Department of Crop Production and Genetics, Razi University, Kermanshah, Iran.
[2] M.Sc. student of Agroecology, Department of Crop Production and Genetics, Razi University, Kermanshah, Iran.
[3] B.Sc. student of Agronomy and Plant Breeding, Department of Crop Production and Genetics, Razi University, Kermanshah, Iran.

* Corresponding author, E-mail address: f.mondani@razi.ac.ir

DOI: 10.29252/yujs.5.1.55

(Received: 27.10.2017; Accepted: 21.05.2018)