نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیستم و یکم، شماره دوم، ۱۳۹۳
http://jwfst.gau.ac.ir

اثر هالوپرایمینگ بر شکست خواب و بهبود جوانه‌زنی بذر ارغوان (*Cercis siliquastrum* L.)

ناصر نوروزی هارونی[۱]، *مسعود طبری کوچکسرایی[۲] و سیداحسان ساداتی[۳]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه جنگلداری، دانشگاه تربیت مدرس، [۲]استاد گروه جنگلداری، دانشگاه تربیت مدرس
[۳] استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۲/۲۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۲۶

چکیده

مشکل اساسی بذر ارغوان (*Cercis siliquastrum* L.) به‌خاطر خواب دوگانه (پوسته و جنین) است که سبب تأخیر جوانه‌زنی و طولانی شدن دوره جوانه‌زنی بذر می‌شود. این پژوهش به‌منظور کوتاه کردن دوره شکست خواب بذر و بهبود مؤلفه‌های جوانه‌زنی آن روی بذرهای خراش داده شده با آب جوش، با استفاده از تکنیک هالوپرایمینگ با غلظت‌های ۰، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰ میلی‌مولار نمک KNO_3 (در مدت ۲٤ ساعت) انجام شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ٤ تکرار در محیط ژرمیناتور (١٦ ساعت روشنایی، دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ٦٥ درصد) صورت گرفت. نتایج نشان داد که به‌کارگیری خراش‌دهی مکانیکی (آب جوش) و نمک KNO_3 در تکنیک پرایمینگ توانست در دوره کوتاه ۳۰ روزه بر شکست خواب بذر غلبه کند به نحوی که بذرهای خراش داده شده با جوش و هالوپرایم شده با غلظت ۷۵۰ میلی‌مولار KNO_3 درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر را به‌ترتیب حدود ۳، ۱/۵ و ۲/۵ برابر نسبت به بذر پرایم نشده افزایش داد. همچنین، در این غلظت، در مقایسه با دیگر غلظت‌ها، کمترین میانگین زمان جوانه‌زنی، بیشترین سرعت جوانه‌زنی، بزرگ‌ترین اندازه طول ساقه‌چه و شاخص بنیه بذر مشاهده شد. برای کوتاه کردن دوره خواب بذر ارغوان و افزایش میزان جوانه‌زنی آن در نهالستان‌ها، پیشنهاد می‌شود بذر، قبلاً با آب

*مسئول مکاتبه: mtabari@modares.ac.ir

جوش خراش داده شود، سپس مبادرت به اعمال تکنیک هالوپرایمینگ با نمک نیترات پتاسیم (ترجیحاً غلظت ۷۵۰ میلی‌مولار به‌مدت ۲٤ ساعت) شود.

واژه‌های کلیدی: ارغوان، جوانه‌زنی، خراش‌دهی، هالوپرایمینگ

مقدمه

گونه ارغوان *Cercis siliquastrum* L. گیاهی است از خانواده Fabaceae با برگ‌های سبز متمایل به آبی و قلوه‌ای گرد که گل‌های خوشه‌ای آن از اواخر اسفند تا اوایل اردیبهشت قبل از ظهور برگ‌ها ظاهر می‌شود (ثابتی، ۱۹۹۵). این گیاه بومی منطقه مدیترانه‌ای گرم جنوب شرقی اروپا و جنوب غربی آسیاست و در اروپا با بلوط و کاج آمیخته است (استنبرگ، ۲۰۱۱). در ایران در ایلام، مازندران، گلستان، گیلان، همدان، لرستان و فارس به‌صورت خودرو می‌روید و مناسب احیاء و جنگل‌کاری در مناطق خشک می‌باشد (جزیره‌ای، ۲۰۰۱). این‌گونه در تپه‌های جنوب مشهد نیز مشاهده شده است. برای ایجاد فضای سبز و چشم انداز نیز استفاده می‌شود (زینسیرکران و همکاران، ۲۰۱۰) و همانند دیگر گونه‌های خانواده لگوم داران موجب تثبیت ازت و حاصل‌خیزی خاک فقیر می‌شود. دم کرده گل ارغوان برای دستگاه تنفس مفید بوده و پاک کنندهٔ معده و دافع سنگ کلیه است. خاکستر گل آن باعث لخته شدن خون می‌شود و زغال تهیه شده از چوب آن جهت جلوگیری از ریزش ابرو به‌کار می‌رود (رحیمی گل‌سفیدی، ۲۰۰۰). تکثیر رویشی آن به‌وسیله پیوند ممکن است اما به‌وسیله قلمه مشکل است (پیتو و نوی، ۲۰۰۱). بذر ارغوان دارای خواب دوگانه (Double Dormancy) حاصل از پوسته و آندوسپرم است (راسیسو و همکاران، ۱۹۹۸). خواب ترکیبی در بسیاری از گونه‌های درختی و درختچه‌ای (به‌ویژه در گیاهان خانواده لگومینوز) که در تکثیر مشکل دارند حادث می‌شود و برای شکست این خواب ابتدا باید پوسته بذر به‌وسیله خراش‌دهی تیمار شود و سپس تیمار لایه‌گذاری سرد صورت گیرد (کنشلو، ۱۹۹٤). از آن‌جایی که تکثیر ارغوان عمدتاً از طریق بذر انجام می‌شود و خواب بذر این گونه مانع جوانه‌زنی یکنواخت و سریع آن می‌گردد (کنشلو، ۱۹۹٤)، بنابراین بررسی‌های لازم برای یافتن روش‌های شکست خواب بذر آن به‌منظور تولید نهال با کیفیت برای جنگل‌کاری‌های احیایی و یا صنایع داروسازی بسیار دارای اهمیت است. در منابع اشاره شده است که کاشت بذر ارغوان که به‌طور مکانیکی خراش داده شده است در بهار انجام گیرد. همچنین، گزارش شده است که

بعضی توده‌های بذری این‌گونه بعد از خراش‌دهی به ۱۲-٤ هفته لایه‌گذاری نیاز دارند زیرا افزون بر خفتگی فیزیکی پوسته سخت بذر، برخی خفتگی درون‌زا (جنین) نیز دارند. غوطه‌وری در آب ولرم به‌مدت ٢٤ ساعت و بعد چینه سرمایی به‌مدت ۱۲ هفته، اغلب برای بذرهایی که مدت زیادی در انبار مانده‌اند توصیه شده است (پیتو و نوی، ۲۰۰۱).

به‌طورکلی، از دیدگاه اکولوژیک، خواب بذر یک مکانیسم زنده ماندن است که از جهت تکثیر و پراکندگی بذرها و گسترش جمعیت‌های گیاهان اهمیت دارد و اصولاً به‌دلایل مختلفی می‌تواند به‌وجود آمده باشد. از مهم‌ترین این دلایل می‌توان به کمبود هورمون‌های تحریک کننده جوانه‌زنی و عوامل شیمیایی بازدارنده در پوسته بذر اشاره کرد (کوپلند و مک‌دونالد، ۱۹۹۵). غوطه‌ور نمودن بذرهای خشک در آب‌جوش موجب نفوذ آب به داخل بذر شده و باعث تغییرات فیزیولوژیکی در بذر و به‌دنبال آن جوانه‌زدن جنین می‌گردد (اگبولا و اتجری، ۱۹۹۱؛ صابونگری، ۲۰۰۱). خیساندن در آب جوش در بذوری که دارای یک دوره خواب کوتاه هستند جوانه‌زنی‌شان را تسهیل می‌کند (کوپلند و مک‌دونالد، ۱۹۹۵). علاوه‌بر این، برخی از هورمون‌ها، اسیدها و نمک‌های معدنی نیز جهت شکست خواب بذر، افزایش درصد و تسریع جوانه‌زنی مورد استفاده قرار می‌گیرند (محمدی و همکاران، ۲۰۱۱).

البته، در مورد شکستن خواب بذر ارغوان مطالعاتی انجام شده که تیمار خراش با اسیدسولفوریک همراه با لایه‌گذاری سرد بیشترین درصد جوانه‌زنی را فراهم کرده است (جبری و کارام، ۲۰۰٤). در مطالعه انجام شده روی بذرهای *Cercis canadensis* مشاهده شد که خراش‌دهی با اسیدسولفوریک ۹۰ درصد به‌مدت ۳۰ دقیقه جذب آب را آسان می‌کند (جونز و جنوی، ۱۹۹۵؛ جنوی، ۱۹۹۱). در مطالعه راسیسو و همکاران (۱۹۹۸) روی بذر *C. siliquastrum* تیمار خراش‌دهی پوسته بذر با تیغه تیز همراه با خیساندن در آب و لایه‌گذاری به‌مدت ٦۰ روز سبب شکست خواب بذر شد و خراش‌دهی پوسته با تیغه تیز و خیساندن ٢٤ ساعت در اسید جیبرلیک بدون لایه‌گذاری موجب تحریک جوانه‌زنی بذر آن گردید. در مطالعه دیگری زینسیرکران و همکاران (۲۰۱۰) موفق‌ترین تیمار جوانه‌زنی بذر *C. siliquastrum* را خراش‌دهی با اسیدسولفوریک ۹۸ درصد به‌مدت ۳۰ دقیقه همراه با لایه‌گذاری سرد به‌مدت ۸ هفته معرفی کردند. البته، در پژوهش پیپینیس و همکاران (۲۰۱۱) برای بهبود شکست خواب و جوانه‌زنی بذر *C. siliquastrum* به خیساندن بذر در اسیدسولفوریک ۹۰ درصد به‌مدت ۲۰ تا ٤۰ دقیقه همراه با لایه‌گذاری سرد و مرطوب (با ماسه) به‌مدت ۹۰ تا ۱۲۰ روز اشاره شده است. تمام

این پژوهش‌های انجام شده روی بذر *C. siliquastrum* مبین طولانی بودن دوره خواب برای مدت بیش از دو ماه است.

در برخی مطالعات از نمک نیترات پتاسیم (KNO_3) به‌عنوان تیماری جهت شکست خواب و بهبود جوانه‌زنی بذر استفاده شده است (کولمبینا و همکاران، ۲۰۰٦؛ البورسی و همکاران، ۲۰۰۵). همچنین محلول با غلظت ۱ تا ۲ درصد نیترات پتاسیم جهت افزایش عملکرد جوانه‌زنی شایع است و از سوی انجمن رسمی تحلیل گران بذر (AOSA) و انجمن آزمون بین‌المللی بذر (ISTA) برای آزمون‌های جوانه‌زنی بسیاری از گونه‌ها توصیه می‌شود (کوپلند و مک‌دونلد، ۱۹۹۵). نیترات پتاسیم می‌تواند با تأثیر توأم نور و یا درجه حرارت اثرات مؤثرتری بر جوانه‌زنی بذر داشته باشد (میلاکو و همکاران، ۲۰۱۲). این در حالی است که از نمک نیترات پتاسیم، همانند نمک کلرید سدیم و کلرید پتاسیم، در تکنیک هالوپرایمینگ بذر نیز استفاده می‌شود (افضل و همکاران، ۲۰۰۸).

اگر چه در تکنیک هالوپرایمینگ با استفاده از KNO_3 پژوهش‌های گسترده‌ای روی محصولات زراعی و مرتعی صورت گرفته است (اسماعیلی و حیدرزاده، ۲۰۱۲؛ آسکی و همکاران، ۲۰۱۱؛ فاروق، ۲۰۰٦؛ تیلکی و همکاران، ۲۰۱۱)، ولی پژوهش‌های انجام یافته در ارتباط با به‌کارگیری این شیوه روی بذر گونه‌های جنگلی بسیار محدود است. از میان نمونه‌های اندک، می‌توان به استفاده از KNO_3 در تکنیک پرایمینگ بذر روی *Prunus armeniaca* اشاره کرد که سبب بهبود درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی بذر و خصوصیات فیزیولوژی نهال حاصله در مقایسه با بذور شاهد شد (بهان و شرما، ۲۰۱۱). همچنین ژئو و همکاران (۲۰۱۲)، با بررسی اثر هالوپرایمینگ با استفاده از KNO_3 روی بذر *Pinus bungeana* به‌این نتیجه رسیدند که درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی نسبت به بذرهای شاهد افزایش معنی‌داری داشته است. هادی‌نژاد و همکاران (۲۰۱۳) نیز در تأثیر پرایمینگ روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه *Quercus castaneifolia* تحت تأثیر پرایمینگ با KNO_3 در سطوح غلظت ۱، ۱/۵ و ۳ درصد (به‌مدت‌های ۱۲، ۲٤ و ٤۸ ساعت)، به‌این نتیجه رسیدند که هالوپرایمینگ بذور با غلظت ۱/۵ درصد سبب بهبود خصوصیات جوانه‌زنی و افزایش ارتفاع، قطر، وزن تر و خشک نهال‌های حاصله شده است.

به‌طور کلی، با توجه به مشکل اساسی بذر ارغوان به‌خاطر خواب پوسته بذر و جنین که سبب تأخیر جوانه‌زنی، طولانی شدن دوره جوانه‌زنی و کاهش عملکرد بذر می‌شود (راسیسو و همکاران، ۱۹۹۸؛ زینسیرکران، ۲۰۱۰)، مطالعات صورت گرفته اغلب شکست خواب آن را از طریق خراش‌دهی

مکانیکی و با اسیدها به‌همراه لایه‌گذاری سرد و مرطوب که معمولاً زمان بر بوده و از ۲ ماه تا ٤ ماه به طول می‌انجامیده است گزارش کرده‌اند. این پژوهش به‌دنبال پاسخ به این سوال است که آیا با استفاده از اثر ترکیبی تیمار آب جوش به‌همراه تکنیک هالوپرایمینگ با نیترات پتاسیم (KNO_3) می‌توان دوره شکست خواب بذر ارغوان را کوتاه کرد و درصد جوانه‌زنی و صفات جوانه‌زنی آن را ترقی داد.

روش تحقیق: در این پژوهش بذهای ارغوان (با مشخصات آمده در جدول ۱)، پس از یک‌سال انبارداری در سرد خانه مرکز بذر جنگلی خزر مورد آزمایش قرار گرفت. برای تعیین قوه نامیه ابتدا ٤ تکرار ۱۰۰ بذری به‌مدت ۲۰ ساعت در آب خیسانده و سپس پوسته بذرها جدا شد و جنین آن‌ها در محلول ۱ درصد ترازولیوم قرار گرفت و به‌مدت ۲٤ ساعت در دمای اتاق قرار داده شد و در نهایت با توجه به رنگ جنین قوه نامیه بذرها بررسی شد (ایستا، ۱۹۸۵). برای به‌دست آوردن درصد خلوص سه تکرار ۱۰۰ گرمی وزن شد و وزن ناخالصی در هر تکرار محاسبه و با نسبت‌گیری درصد خلوص بذور محاسبه شد (ایستا، ۱۹۸۵). جهت به‌دست آوردن وزن هزار دانه بذور، ۸ تکرار ۱۰۰ عددی بذر جدا و پس از توزین بذور میانگین وزن آن‌ها در ۱۰ ضرب شد و به‌این ترتیب وزن هزار دانه و تعداد در کیلوگرم به‌دست آمد (ایستا، ۱۹۸۵). برای تعیین میزان رطوبت، بذرها ابتدا در دمای ۱۰۳ درجه آون به‌مدت ۱۷ ساعت با ۳ تکرار ۱۰ گرمی قرار داده شدند و سپس توزین شدند (ایستا، ۱۹۸۵). رابطه (۱)، محاسبه میزن رطوبت را نشان می‌دهد.

رابطه (۱) $\frac{M2-M3}{M2-M1}\times ۱۰۰$

M1 وزن ظرف برحسب گرم، M2 وزن ظرف و بذرهای داخل آن قبل از خشک کردن و M3 وزن ظرف و بذرهای داخل آن بعد از خشک شدن بر حسب گرم.

در ادامه، جهت مطالعه شکست خواب بذر، بعد از انتخاب یکنواخت و یک اندازه ٦۰۰ بذر، که ۱۰۰ عدد برای هر تیمار غلظت پتاسیم نیترات (مجموعاً ٤۰۰ بذر)، ۱۰۰ عدد نیز برای تیمار بدون پرایم (خیسانده شده در آب‌جوش) و ۱۰۰ عدد برای بدون اعمال پیش تیمار (شاهد) بود، جداسازی شد. این آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با زیر نمونه در قالب ٤ تکرار صورت گرفت و تیمارها شامل ۳ سطح پیش تیمار: شاهد (بدون اعمال تیمار)، بدون‌پرایم (خیساندن در آب‌جوش) و تیمار توأم خیساندن در آب‌جوش و نیترات پتاسیم در غلظت‌های مختلف (۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰ میلی‌مولار)

صورت گرفت. در این ارتباط، ابتدا بذرهای بدون پرایم و بذرهای مورد استفاده تیمار پتاسیم نیترات به‌منظور خراش‌دهی مکانیکی پوسته به‌مدت ۲٤ ساعت در آب‌جوش در حال سرد شدن قرار داده شدند. آنگاه با محلول قارچ‌کش Carboxin Tiram (۲ گرم در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر)، ضدعفونی و با آب مقطر شسته شدند تا بذور برای انجام تکنیک هالوپرایمینگ آماده شود. سپس محلول‌های هالوپرایمینگ با استفاده از نیترات پتاسیم (KNO_3) در غلظت‌های ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰ میلی‌مولار تهیه شد. بذور به‌مدت ۲٤ ساعت در ظرف‌های محلول پرایمر قرار گرفتند (وانلی و همکاران، ۲۰۰٤) آنگاه نمونه‌های پرایم شده از محلول خارج شدند و برای رفع مواد باقی‌مانده، سطح آن‌ها به‌مدت دو دقیقه با آب مقطر شستشو شد سپس بذور برای خشک شدن و رسیدن به وزن اولیه در دمای اتاق و شرایط تاریکی به‌مدت ۲٤ ساعت قرار گرفتند تا فرآیند هالوپرایمینگ پایان یابد (وانلی و همکاران، ۲۰۰٤). به‌دنبال آن، کلیه وسایل از جمله پتری‌دیش (قطر ۸ سانتی‌متر) و کاغذ صافی‌ها دراتوکلاو به‌مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد در فشار ۱/۱ بار قرار گرفتند تا استریل شوند.

برای تعیین جوانه‌زنی بذور مورد تیمار، پس از قرار دادن دو لایه کاغذ صافی داخل هر پتری‌دیش، ۲۵ عدد بذر ارغوان با پراکنش یکنواخت در ٤ تکرار قرار داده شد (مجموعاً ۱۰۰ عدد برای هر تیمار، یعنی ٤۰۰ بذر برای بذور هالوپرایم شده و ۱۰۰ بذر برای بذور بدون پرایم و ۱۰۰ بذر برای شاهد) و به هریک از پتری دیش‌ها، ۵ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد. بذرها در اطاقک رشد (ژرمیناتور) در شرایط استاندارد جوانه‌زنی (۱٦ ساعت روشنایی با شدت ۱۰۰۰ لوکس نوری و ۸ ساعت تاریکی، دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ٦۵ درصد) به‌مدت ۳۰ روز مورد بررسی قرار گرفتند. در طی دوره آزمایش به‌منظور جلوگیری از رشد قارچ و پاک نگه داشتن پتری‌دیش‌ها، کاغذهای صافی هر ۳ روز یک‌بار تعویض شد.

یادداشت‌برداری‌ها با توجه به تاریخ اولین جوانه‌زنی با شمارش روزانه بذور جوانه‌زده صورت گرفت. معیار جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه در حدود ۲ میلی‌متری از بذر بود (ای اوسا، ۱۹۹۱). شمارش تا زمانی‌که تعداد بذرهای جوانه زده تا ۳ روز متوالی در هر نمونه ثابت باقی‌ماند ادامه یافت (لوفند و باکر، ۱۹۸٦). پس از اتمام جوانه‌زنی، صفات جوانه‌زنی از جمله درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی (پانوار و باردوج، ۲۰۰۵) میانگین زمان جوانه‌زنی (کولکارنی، ۲۰۰۷) و برای اندازه‌گیری طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نیز برای هر یک از سطوح هالوپرایمینگ و تیمار بدون پرایم ۲۰ گیاهچه به‌صورت تصادفی انتخاب و با کولیس با دقت اندازه‌گیری شد و شاخص بنیه بذر نیز با استفاده از فرمول شیخ و عبدل

(۲۰۰۷) محاسبه گردید. شایان ذکر است که روند جوانه‌زنی بذرهای ارغوان تا روز سی‌ام ادامه یافت، همچنین بذرهایی که در معرض آب‌جوش و نیترات پتاسیم قرار نگرفته بودند به‌دلیل عدم جوانه‌زنی در تجزیه و تحلیل آماری قرار نگرفتند.

جدول ۱- ویژگی‌های بذور ارغوان تهیه شده از مرکز بذر درختان جنگلی خزر.

گونه	مبدأ	تاریخ جمع‌آوری	خصوصیات بذر تهیه شده					
			تاریخ آزمایش	خلوص (درصد)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد (در کیلوگرم)	رطوبت (درصد)	قوه نامیه (درصد)
ارغوان	زنجان	۱۳۹۰	۱۳۹۱	٦٥	۲۷/۷	۳٦٦۳۰	٤/٤	۸٥

جدول ۲- ویژگی‌های جوانه‌زنی مورد مطالعه و نحوه محاسبه آن‌ها.

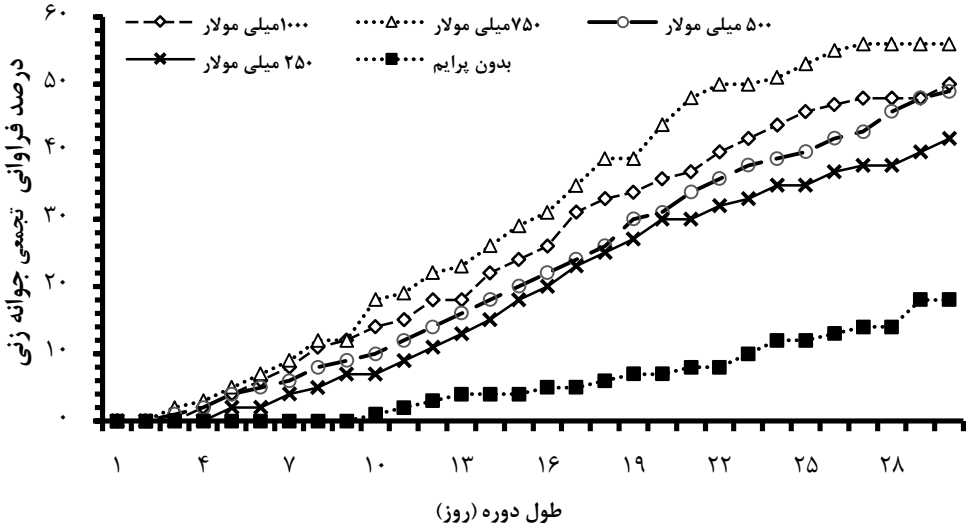
صفات جوانه‌زنی	روابط محاسباتی
درصد جوانه‌زنی (۱)	$GR= n/N\times100$ (پانوار و باردوج، ۲۰۰۵)
سرعت جوانه‌زنی (۲)	$GS= \sum(ni/ti)$ (پانوار و باردوج، ۲۰۰۵)
میانگین زمان جوانه‌زنی (۳)	$MTG= \sum (ni .ti) / \sum n$ (کولکارنی، ۲۰۰۷)
شاخص بنیه بذر (٤)	$SVI= GR \times Mean (Sl+Rl)/ 100$ (شیخ و عبدل، ۲۰۰۷)

n تعداد کل بذرهای جوانه‌زده در طی دوره	ti تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی
N تعداد بذرهای کاشته شده	ni تعداد بذرهای جوانه‌زده در فاصله زمانی مشخص ti
Sl طول ساقه‌چه	Rl طول ریشه‌چه
GR درصد جوانه‌زنی	

تجزیه و تحلیل داده‌ها: جهت اطمینان از نرمال بودن داده‌های به‌دست آمده به‌دلیل پایین بودن تعداد داده‌ها از آزمون آماری Shapiro-Wilk استفاده شد. همگنی واریانس داده‌ها به‌وسیله آزمون Levene مورد بررسی قرار گرفت. آزمون آماری مورد استفاده در این مطالعه تجزیه واریانس یک‌طرفه (One-way ANONA) بود. هنگامی‌که واریانس داده‌ها همگن نبود، برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون t3 Dunnett's استفاده گردید و در مواردی که فرض همگنی واریانس‌ها مورد تأیید قرار گرفت، برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون آماری Duncan استفاده شد.

نتایج

درصد فراوانی تجمعی جوانه‌زنی: درصد فراوانی تجمعی جوانه‌زنی بذور در تمام سطوح غلظت KNO_3 در مقایسه با تیمار بدون پرایم از میزان بیشتری برخوردار بود. در حقیقت، خراش‌دهی با آب جوش و هالوپرایمینگ توانست سبب شروع سریع جوانه‌زنی گردد، به‌طوری‌که جوانه‌زنی در تمام سطوح غلظت ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌مولار KNO_3 زودتر از بذور پرایم نشده آغاز شد (شکل ۱).



شکل ۱- درصد فراوانی تجمعی جوانه‌زنی بذرهای ارغوان، هالوپرایم شده با غلظت‌های مختلف نمک KNO_3 و تیمار پرایم نشده.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر غلظت‌های مختلف هالوپرایمینگ بر درصد جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و شاخص بنیه بذر در سطح ۱ درصد و بر سرعت جوانه‌زنی در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. سطوح مختلف نیترات پتاسیم نتوانست تأثیر معنی‌داری بر طول ریشه‌چه بگذارد (جدول ۲).

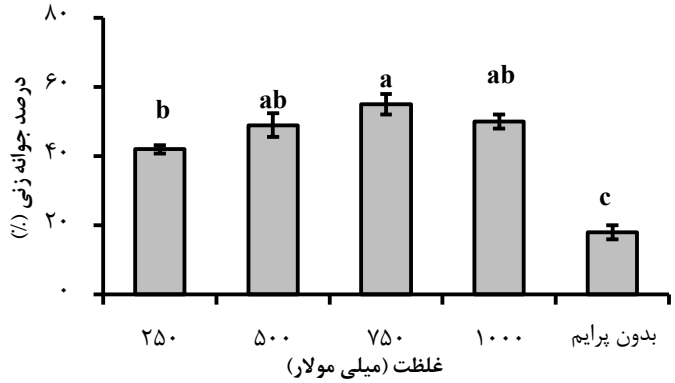
جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس صفات مورد اندازه‌گیری، بین تیمارهای غلظت محلول KNO_3 و تیمار پرایم نشده.

صفات	متغیر	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	مقدار معنی‌داری
درصد جوانه‌زنی	تیمار	٤	٨٥٤/٨	٣٥/٦١**	٠/٠٠٠
	اشتباه آزمایشی	١٥	٢٤		
سرعت جوانه‌زنی	تیمار	٤	٠/١٥٩	٤/٢٦*	٠/٠١٧
	اشتباه آزمایشی	١٥	٠/٠٣٧		
میانگین زمان جوانه‌زنی	تیمار	٤	٣٠/٤٤	١٣/٤٩**	٠/٠٠٠
	اشتباه آزمایشی	١٥	٢٤		
طول ساقه‌چه	تیمار	٤	١٩/٨٦١	٧/٦٧٦**	٠/٠٠١
	اشتباه آزمایشی	١٥	٢/٥٨٦		
طول ریشه‌چه	تیمار	٤	٤/٨٨٩	٢/١٤٦ ns	٠/١٢٥
	اشتباه آزمایشی	١٥	٢/٢٧٨		
شاخص بنیه بذر	تیمار	٤	٤٦٢٥١٤/٠٨٧	٣٣/٤١٩**	٠/٠٠٣
	اشتباه آزمایشی	١٥	١٣٨٤٠/٠٣٤		

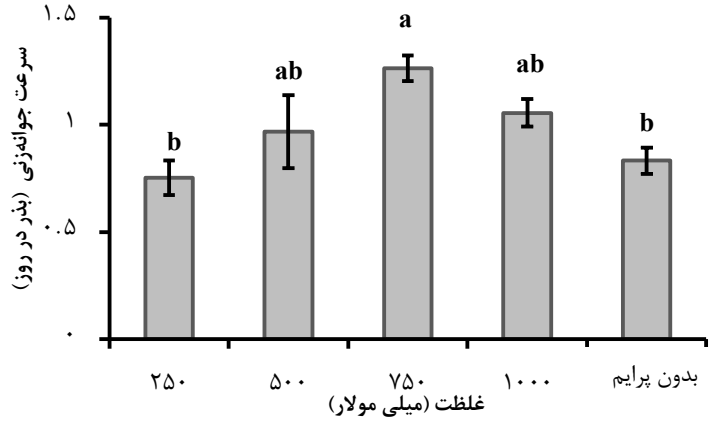
nsعدم معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد، **معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد، *معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد

درصد جوانه‌زنی: هالوپرایمینگ سبب بهبود درصد جوانه‌زنی بذرها تا غلظت ۷۵۰ میلی‌مولار شد (شکل ۱). به‌طوری‌که بیشترین میانگین درصد جوانه‌زنی (۵۵ درصد) متعلق به بذرهای تیمار شده با آب جوش و پرایم شده با غلظت ۷۵۰ میلی‌مولار KNO_3 بوده است. کمترین میانگین درصد جوانه‌زنی (۱۸ درصد) به بذرهای بدون پرایم اختصاص داشت (شکل ۲). به‌عبارت دیگر، جوانه‌زنی در بذر پرایم شده با غلظت ۷۵۰ میلی‌مولار KNO_3 افزایشی حدود ۳ برابر را نسبت به بذر بدون پرایم ایجاد نمود.

سرعت جوانه‌زنی: تکنیک هالوپرایمینگ سبب بهبود سرعت جوانه‌زنی در تمام سطوح محلول شد. طوری‌که سرعت جوانه‌زنی در ابتدا با افزایش غلظت محلول KNO_3 تا غلظت ۷۵۰ میلی‌مولار افزایش یافت. سرعت جوانه‌زنی بذر در سطح هالوپرایمینگ ۷۵۰ میلی‌مولار نسبت به تیمارهای بدون پرایم ۰/٤۳ در روز بیشتر بوده است (شکل ۳). از طرف دیگر می‌توان گفت که سرعت جوانه‌زنی در بذر پرایم شده با غلظت ۷۵۰ میلی‌مولار KNO_3 افزایشی حدود ۱/۵ برابر را نسبت به بذر بدون پرایم تولید نمود.

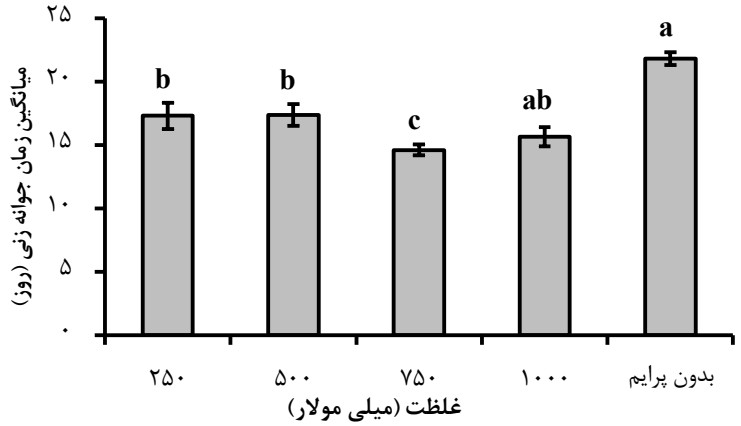


شکل ۲- درصد جوانه‌زنی بذرهای ارغوان، هالوپرایم شده با غلظت‌های مختلف KNO_3 و تیمار پرایم نشده (میانگین ± اشتباه معیار)



شکل ۳- سرعت جوانه‌زنی بذرهای ارغوان، هالوپرایم شده با غلظت‌های مختلف KNO_3 و تیمار پرایم نشده (میانگین± اشتباه معیار).

میانگین زمان جوانه‌زنی: میانگین زمان جوانه‌زنی برای تیمار بدون پرایم در مقایسه با سطوح مختلف غلظت KNO_3 از میزان بیشتری برخوردار بود. همچنین با افزایش غلظت در ابتدا این مشخصه کاهش داشت و پس از غلظت ۷۵۰ میلی‌مولار این مقدار افزایش یافت. به‌طوری‌که کمترین مقدار میانگین زمان جوانه‌زنی متعلق به سطح محلول ۷۵۰ میلی‌مولار KNO_3 ثبت شد، که در مقایسه با تیمار پرایم نشده به‌طور میانگین ۷/۲۳ روز کمتر است (شکل ٤).

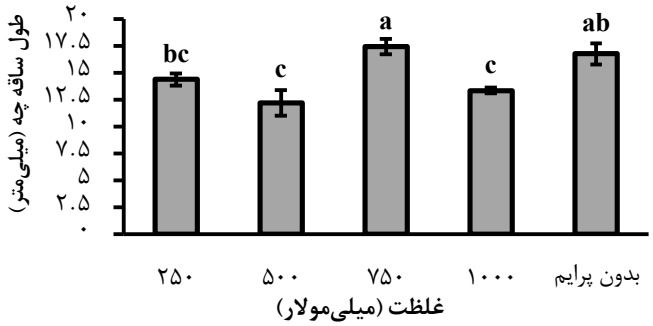


شکل ٤- میانگین زمان جوانه‌زنی بذرهای ارغوان، هالوپرایم شده با غلظت‌های مختلف نمک KNO_3 و تیمار پرایم نشده (میانگین± اشتباه معیار).

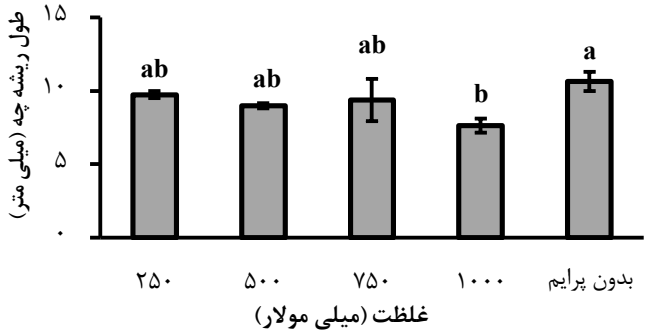
طول ساقه‌چه: طول ساقه‌چه در غلظت ۷۵۰ میلی‌مولار KNO_3 بزرگ‌تر از آن در تیمار بدون پرایم بود. کمترین مقدار این مشخصه در سطوح ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌مولار اتفاق افتاد که در مقایسه با تیمار بدون پرایم به‌طور میانگین ۳/٤ و ۳/۸ میلی‌متر کاهش داشت (شکل ۵).

طول ریشه‌چه: مقایسه میانگین صفت طول ریشه نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین سطوح مختلف غلظت محلول KNO_3 و بدون پرایم بود. به‌طوری که کوچک‌ترین اندازه طول ریشه‌چه را غلظت ۱۰۰۰ میلی‌مولار داشت که نسبت به تیمار بدون پرایم به‌طور میانگین ۳/٤ میلی‌متر کمتر بود. بزرگ‌ترین اندازه طول ریشه‌چه را نیز تیمار بدون پرایم نشان داد که اندازه آن به‌طور میانگین ۱۰/٥٤ میلی‌متر است (شکل ٦).

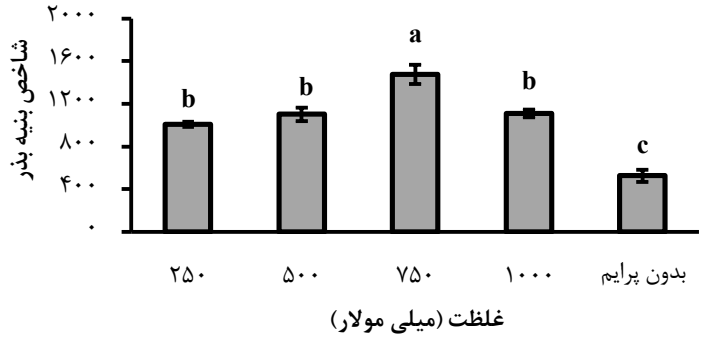
شاخص بنیه بذر: شاخص بنیه بذر در تمام سطوح غلظت KNO_3 از اندازه بزرگتری در مقایسه با تیمار بدون پرایم برخوردار بود (شکل ۷). این مؤلفه تا سطح ۷۵۰ میلی‌مولار افزایش داشت و سپس در سطح ۱۰۰۰ میلی‌مولار کاهش یافت. شاخص بنیه بذر در سطح غلظت ۷۵۰ میلی‌مولار به‌طور میانگین حدود ۲/۵ برابر بیشتر از تیمار بدون پرایم بود (شکل ۷).



شکل ۵- طول ساقه‌چه در بذور ارغوان، هالوپرایم شده با غلظت‌های مختلف نمک KNO_3 و تیمار پرایم نشده (میانگین± اشتباه معیار).



شکل ٦- طول ریشه‌چه در بذرهای ارغوان، هالوپرایم شده با غلظت‌های مختلف نمک KNO_3 و تیمار پرایم نشده (میانگین± اشتباه معیار).



شکل ۷- شاخص بنیه بذرهای ارغوان هالوپرایم شده با غلظت‌های مختلف نمک KNO_3 و تیمار پرایم نشده (میانگین± اشتباه معیار).

بحث

مدت زمان لازم برای جوانه‌زنی بذر نقش مهمی در بقاء و ایجاد شرایط مناسب جهت رقابت گیاهان دارد و تأخیر در جوانه‌زنی آن می‌تواند اثر زیادی در مقدار بیوماس کل و رشد گیاه داشته باشد (روس و هارپر، ۱۹۷۲). انتخاب تکنیکی که بتواند باعث بهبود صفات جوانه‌زنی بذر و در عین حال ارزان و ساده باشد به‌طوری که شانس موفقیت تولید نهال و استقرار آن را افزایش دهد، بسیار مفید است. استفاده از تکنیک هالوپرایمینگ می‌تواند تأثیر به‌سزایی در جهت افزایش یکنواختی جوانه‌زنی بذرهای رسیده نامتجانس (اولوچ و ولبوم، ۱۹۹٦)، بهبود درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های حاصله داشته باشد (موسوی و همکاران، ۲۰۰۹؛ احمدوند و همکاران، ۲۰۱۲).

استفاده از KNO_3 در تکنیک هالوپرایمینگ می‌تواند موجب شکست خواب برخی بذور و نیز افزایش میزان مؤلفه‌های جوانه‌زنی شود (بهان و شرما، ۲۰۱۱؛ لی و همکاران، ۱۹۹۸). در بذرهایی که خواب پوسته دارند با تیمار آب‌جوش پوسته آن‌ها نرم‌شده و فرآیند هیدرولیز پروتئین‌ها می‌تواند سبب آزادسازی قندهای ساده، سهولت سنتز پروتئین‌ها و انتشار هورمون‌هایی مانند اکسین و اتیلن شود که می‌توانند بر متابولیسم اسیدنوکلئیک تأثیر بگذارند (جکسون، ۱۹۹٤؛ ایروین، ۱۹۸٤). نتایج این پژوهش روی بذر ارغوان که دارای خواب پوسته و خواب جنین (آندوسپرم) می‌باشد (مارتینوزی و همکاران، ۱۹۸۵) نشان داد که خراش‌دهی بذر با آب جوش و هالوپرایمینگ با KNO_3 به سرعت باعث رفع خواب بذر این‌گونه شد. در حقیقت، دوره شکست خواب بذر ارغوان در این پژوهش با استفاده از نمک نیترات پتاسیم در تکنیک هالوپرایمینگ کمتر از ۳۰ روز به طول انجامید. این در حالی است که در ارتباط با همین‌گونه، در تحقیقات انجام شده توسط راسیسو و همکاران (۱۹۹۸) دوره شکست خواب به واسطه خراش‌دهی پوسته بذر با تیغه تیز همراه با خیساندن در آب و لایه‌گذاری حدود ٦۰ روز بوده است. مدت این دوره در پژوهش زینسیرکران و همکاران (۲۰۱۰)، با استفاده از خراش‌دهی با اسید سولفوریک ۹۸ درصد (به‌مدت ۳۰ دقیقه) همراه با لایه‌گذاری سرد ٥٦ روز و در پژوهش پیپینیس و همکاران (۲۰۱۱) با استفاده اسید سولفوریک ۹۰ درصد (به‌مدت ۲۰ تا ٤۰ دقیقه) همراه با لایه‌گذاری سرد و مرطوب (با ماسه) ۹۰ تا ۱۲۰ روز اشاره شده است.

به‌طور کلی در آزمایش ما، استفاده از آب‌جوش و تکنیک هالوپرایمینگ با KNO_3 سبب افزایش میانگین درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و شاخص بنیه بذر در مقایسه با تیمار بدون پرایم گردید این در حالی است که غلظت ۷۵۰ میلی‌مولار این نمک توانست ۳ برابر میزان جوانه‌زنی را

ترقی دهد. مطالعات ژئو و همکاران (۲۰۱۲) روی *Pinus bungeana*، و هادی‌نژاد و همکاران (۲۰۱۳) روی *Quercus castaneifolia* نیز دلالت بر افزایش صفات جوانه‌زنی بذرها با استفاده از هالوپرایمینگ دارد. به‌طور مشابه، تختی و شکافنده (۲۰۱۲) نیز مشاهده کردند که استفاده از کلیه پیش‌تیمارهای پرایمینگ با استفاده از سدیم کلراید، سولفات روی و آب مقطر در مقایسه با تیمار شاهد سبب بهبود درصد جوانه‌زنی بذور و رشد بالای گیاهچه‌های *Ziziphus spina-christi* شد. در حقیقت، نتایج بالا، گویای این واقعیت است که افزایش درصد جوانه‌زنی می‌تواند به‌دلیل تأثیر هالوپرایمینگ (با استفاده از نمک) بر شکست خواب بذر و ایجاد تغییرات بیوشیمیایی هیدرولیز کننده و افزایش فعالیت‌های آنزیم-های تجزیه کننده مربوط به جوانه‌زنی باشد. این، همچنین ممکن است مربوط به افزایش قابلیت انعطاف‌پذیری (Elasticity) دیواره سلولی تحت تأثیر نمک باشد (محمدی و همکاران، ۲۰۱۱). در این پژوهش، شاخص بنیه بذر در بذور تحت پرایم نسبت به بذور پرایم نشده افزایش ۲/۵ برابری را نشان داد که دلیل آن را می‌توان به افزایش معنی‌دار دو جزء مهم شاخص بنیه بذر یعنی طول گیاهچه و درصد جوانه‌زنی (شیخ و عبدل، ۲۰۰۷) و یا به افزایش متابولیسم اکسیژن در گیاهچه‌ها مربوط دانست (جونگ‌پینگ و همکاران، ۲۰۰۰).

سرعت جوانه‌زنی به‌عنوان یک شاخص مناسب در موفقیت استقرار گیاهچه‌های تولید شده از بذر شناخته شده است (هریس، ۱۹۹٤). بذرهای پرایم شده در تمام تیمارهای غلظت در مقایسه با بذرهای پرایم نشده از لحاظ سرعت جوانه‌زنی نیز اختلاف معنی‌داری را نشان دادند طوری که تیمار غلظت ۷۵۰ میلی‌مولار بالاترین سرعت جوانه‌زنی را دارد. این نتایج با یافته‌های پژوهش ریواس و همکاران (۱۹۸٤) در ارتباط با تأثیر PEG و KNO_3 بر جوانه‌زنی گونه *Capsicum annuum* L. کاملاً مطابقت دارد. افزایش سرعت جوانه‌زنی در بذرهای پرایم شده می‌تواند به‌دلیل تولید و استفاده از متابولیت‌های جوانه‌زنی (بسرا و همکاران، ۲۰۰۵؛ لی و کیم، ۲۰۰۸) یا تأثیر ترمیمی KNO_3 روی بذرهای پرایم شده (فاروق و همکاران، ۲۰۰٦) و یا سنتز DNA، RNA و پروتئین در طول دوره پرایمینگ باشد (برای و همکاران، ۱۹۸۹). در این راستا، بسرا و همکاران (۲۰۰۵) کاهش سرعت جوانه‌زنی بذور در غلظت‌های بالای پرایمینگ با نمک‌های معدنی را ایجاد شرایط اسمزی بالا و عدم جذب سریع آب برای جنین در بذرهای تیمار شده دانستند.

در این پژوهش، میانگین زمان جوانه‌زنی بذرهای هالوپرایم کاهش معنی‌داری نسبت به تیمار پرایم نشده نشان داد و مشخص شد که زمان طولانی‌تری برای جوانه‌زنی بذور بدون پرایم نیاز است که با

یافته‌های ژئو و همکاران، (۲۰۱۲) و بهان و شرما، (۲۰۱۱) که با بررسی تکنیک هالوپرایمینگ با استفاده از KNO_3 به‌ترتیب روی جوانه‌زنی بذر گونه *Pinus bungeana* و *Prunus armeniaca* L. انجام شد، مطابقت دارد. در بررسی دیگری که توسط المنایه و همکاران (۲۰۰۷) روی جوانه‌زنی بذر *Argania spinosa* L. با استفاده از پیش تیمارهای جیبرلیک‌اسید (GA3)، KNO_3 و خیساندن در آب‌جوش انجام شد، KNO_3 سبب افزایش سرعت جوانه‌زنی و کاهش میانگین مدت‌زمان جوانه‌زنی بذور شد که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. در این خصوص، می‌توان اظهار داشت که کاهش میانگین زمان جوانه‌زنی در بذور هالوپرایم شده به‌دلیل افزایش سرعت جوانه‌زنی و جذب مناسب آب بوده است که به جوانه‌زنی سریع منجر شد. نیا و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی خود روی تأثیر پیش تیمار مناسب روی جوانه‌زنی *Irvingia gabonensis* با استفاده از KNO3، پلی‌اتیلن گلایکول (PEG) و مانیتول در غلظت‌های ۱/۵ و ۳ گرم در لیتر (۴۸ و ۷۲ ساعت) پی بردند که بذرهای پرایم شده در محلول ۱/۵ گرم در لیتر KNO_3 نتایج بهتری را از نظر مؤلفه‌های جوانه‌زنی نشان دادند.

در مجموع، از برآیند نتایج این پژوهش مشخص می‌شود که استفاده از آب‌جوش برای خراش‌دهی پوسته بذر و به‌دنبال آن هالوپرایمینگ با نمک KNO_3 نقش به‌سزایی در شکست خواب، تحریک و تقویت در صد جوانه‌زنی بذر ارغوان دارد و سبب بهبود مشخصه‌های جوانه‌زنی این‌گونه در مدت زمان کوتاه‌تری در مقایسه با بذرهای پرایم نشده می‌شود. از آن‌جا که در اغلب تحقیقات گزارش شده به تیمار شکست خواب بذر ارغوان به‌صورت خراش‌دهی (آب‌جوش یا تیغه تیز یا اسیدسولفوریک) و لایه‌گذاری سرد در مدت‌های بیش از ۸ هفته اشاره شده (پیپینیس و همکاران، ۲۰۱۱؛ زینسرکران و همکاران، ۲۰۱۰؛ پیتو و نوی، ۲۰۰۱)، این پژوهش توانست با به‌کارگیری خراش‌دهی مکانیکی (آب‌جوش) و نمک نیترات پتاسیم در تکنیک پرایمینگ در مدت کوتاهی شکست خواب بذر آن را برطرف نماید. به نحوی که در یک مدت کوتاه ۳۰ روزه به‌ویژه در غلظت ۷۵۰ میلی‌مولار KNO_3 توانست به درصد جوانه‌زنی قابل ملاحظه (۵۵ درصد) یعنی حدود سه برابر و سرعت جوانه‌زنی حدود ۱/۵ برابر نسبت به بذرهای پرایم نشده دسترسی پیدا نماید.

منابع

1.Afzal, I., Rauf, S., Basra, S.M.A. and Murtaza, G. 2008. Halopriming improves vigor, metabolism of reserves and ionic contents in wheat seedlings under salt stress. Plant Soil Environmental, 54(9): 382–388.

2.Agboola, D.A. and Etejere, E.O. 1991. Studies on seed dormancy of selected economic tropical forest species. Nigerian Journal of Botany, 4: 115–125.

3.Ahmadi, M., Rezai, R., Ramezani, R. and Mobser, H.R. 2010. Effect osmopriming on germination characteristics of two corn hybrids (Varieties S.C. 640 and S.C. 704). Iranian Journal of Physiology of agronomy plant, summer, 2(2): 25- 44

4.Ahmadvand, G., Soleimani, F., Saadatian, B. and Pouya, M. 2012. Effect of seed priming with potassium nitrate on germination and emergence traits of two soybean cultivars under salinity stress conditions, American-Eurasian journal of agricultural and environmental sciences, 12(6): 769-774.

5.Alboresi, A., Gestin, C., Leydecker, M.T., Bedu, M., Meyer, C. and Truong, H.N. 2005. Nitrate, a signal relieving seed dormancy in Arabidopsis. Plant Cell. Environmental, 28(4): 500-512.

6.Association of Official Seed Analysis (AOSA). 1991. Rules for testing seeds. Journal Seed Technology, 12: 18- 19.

7.Asci, O.O., Acar, Z., Ayan, I., Basaran, U. and Mut, H. 2011. Effect of pretreatments on seed germination rate of red clover (*Trifolium pratense* L.) populations, African Journal of Agricultural Research, 6(13): 3055-3060.

8.Basra, S.M.A., Afzal, I., Anwar, S., Shafique, M., Haq, A. and Majeed, K. 2005. Effect of different seed invigoration techniques on wheat (*Triticuma estivum* L.) seeds sown under saline and non-saline conditions. Seed Science and Technology, 28: 36-45.

9.Bhan, S. and Sharma, N.C. 2011. Effect of seed stratification and chemical treatments on seed germination and subsequent seedling growth of wild apricot (*Prunus armeniaca* L.), Research Journal of Agricultural Science. 2(1): 13-16.

10.Bray, C., Davison, P., Ashraf, M. and Taylor, R. 1989. Biochemical changes during osmopriming of leek seeds. Annals of Botany, 63(1): 185-193.

11.Copeland, L.O. and McDonald, M.B. 1995. Principles of seed science and technology. Chapman and Hall, 3rd edn., New York, USA. 488p.

12.Dahal, P., Bradford, K.J. and Jones, R.A. 1990. Effects of priming endosperm integrity at reduced water potential, Journal of Experimental Botany, 41: 1441-1453.

13.Esmaeili, M.A. and Heidarzade, A. 2012. Investigation of different osmopriming techniques on seed and seedling properties of rice (*Oryza sativa*) genotypes, International Research Journal of Applied and Basic Sciences, 3(2): 242-246.

14. Farooq, M., Basra, S.M.A. and Hafeez, K. 2006. Seed invigoration by osmohardening in coarse and fine rice, Seed Science and Technology, 34(1): 181-187.
15. Gebre, G.H. and Karam, S.N. 2004. Germination of *Cercis siliquastrum* seeds in response to gibberellic acid and stratification, Seed science and technology, 32(1): 255-260.
16. Geneve, Robert, L. 1991. Seed dormancy in eastern redbud (*Cercis canadensis*), Journal of the American Society for Horticultural Science, 116: 1.85-88.
17. GongPing, G.U., GuoRong, W.U., ChangMei, L., and Chang Fang, Z. 2000. Effects of PEG priming on vigor index and activated oxygen metabolism in soybean seedling, Chinese Journal of Oil Crop Sciences, 22: 26-30.
18. Guo, S., Wang, Y. and Wang, W. 2012. Effects of priming treatments on germination and biochemical characteristics of *Pinus bungeana* seeds, International Journal of China Studies, 14(3): 200–204.
19. Hadinezhad, P., Payamenur, V., Mohamadi, J. and Ghaderifar, F. 2013. The effect of priming on seed germination and seedling growth in *Quercus castaneifolia*. Seed Science and Technology, 41(1): 121-124.
20. Al-Menaie, H.S., Bhat, N.R., El-Nil, M.A., Al-Dosery, S.M., Al-Shatti, A.A., Gamalin, P. and Suresh, N. 2007. Seed germination of Argan (*Argania spinosa* L.). American-Eurasian Journal Science Research, 2(1): 1-4.
21. Harris, D. 1996. The effects of manure, genotype, seed priming, depth and date of sowing on the emergence and early growth of *Sorghum bicolor* L. Moench in semi-arid Botswana, Soil and Tillage Research, 40: 73–88.
22. Irwin, P.T. 1982. Plant Physiology. Addision-Wesley Pub. Co. Inc. U.S.A., 850p.
23. ISTA, 1985. International seed testing association. ISTA Handbook on Seedling Evaluation.
24. Jackson, M.B. 1994. Root-to-shoot communication in flooded plants. Involvement of Abscisic acid, ethylene and 1-aminocy clopropane-1- carboxylic acid, Agronomy Journal, 86(5): 775-781.
25. Jazirei, M.H. 2001. Aforestation In Dryland. Tehran University Publication. 447 Pp.
26. Jones, Rodney, O. and Robert, L, Geneve. 1995. Seed coat structure related to germination in eastern redbud (*Cercis canadensis* L.), Journal of the American Society for Horticultural Science, 120(1): 123-127.
27. Khan, H.A., Ayub, C.M., Pervez, M.A., Bilal, R.M., Shahid, M.A. and Ziaf, K. 2009. Effect of seed priming with NaCl on salinity tolerance of hot pepper (*Capsicum annuum* L.) at seedling stage, Journal of Soil and Environment, 28(1): 81-87.

28.Kolumbina, M., Blesing, M. and Mares, D.J. 2006. α-Amylase and programmed cell death in aleuronic of ripening wheat grains, Journal of Experimental Botany, 57(4): 877-885.
30.Koneshloo, H. 1994. Afforestation in arid zone. The Institute of Forest and Rangeland Research. First volume, 516p.
31.Kulkarni, M.G., Street, R.A. and Staden, J.V. 2007. Germination and seedling growth requirements for propagation of *Diosscorea dregeana* (Kunth) Dur.and Schinz-A tuberous medicinal plant, South African Journal of Botany, 33: 131-137.
32.Lafond, G.P. and Baker, R.J. 1986. Effects of temperature, moisture stress, and seed size on germination of nine spring wheat cultivars, Crop science, 26(3): 563-567.
33.Lee, S., Kim, J.H., Hong, S.B., Kim, M.K. and Park, E.H. 1998. Optimum water potential, temperature and duration for priming of rice seeds, Korean Journal of Crop Science, 43(1): 1-5.
34.Martinucci, R., Gastaldo, P., Profumo, P. and Riggio Bevilacqua, L. 1985. Bound ferulic acid in the endosperm of *Cercis siliquastrum* L. Plant Science, 38(1): 41-46.
35.McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration: physiology, repair and assessment, Seed Science Technology, 27: 177-237.
36.Millaku, F., Gashi, B., Abdullai, K., Aliu, S., Osmani, M., Krasniqi, E. and Rysha, A. 2012. Effects of cold-stratification, gibberellic acid and potassium nitrate on seed germination of yellow gentian (*Gentiana lutea* L.). African Journal of Biotechnology, 11(68): 13173-13178.
37.Mohammadi, Gh., Honarmand, S. and Mohamad-khah, E. 2011. Seed Dormancy, Education and Agricultural Extension Publications, 200p.
38.Moosavi, A., Afshari, R.T., Sharif-Zadeh, F. and Aynehband, A. 2009. Seed priming to increase salt and drought stress tolerance during germination in cultivated species of Amaranth, Seed Science and Technology, 37: 781-785.
39.Nicholas, S. 1998. Plant resistance to environmental stress, Current Opinion in Biotechnology, 9: 214- 219.
40.Nya, P.J., Omokaro, D.N. and Nkang, A.E. 2006. The effect of storage temperature and humidity on germination of *Irvingia gabonensis* var. excelsa, Tropical Science, 46(2): 64-69.
41.Olouch, M.O. and Welbaum, G.E. 1996. Effect of postharvest washing and post-storage priming on viability and vigour of 6-year old muskmelon (*Cucumis melo* L.) seeds from eight stages of development, *Seed Science and Technology,* 24: 195-209.
42.Panwar, P., Bhardwaj, S.D. 2005. Handbook of practical forestry, AGROBIOS (INDIA). 191p.

43. Piotto, B., Noi, Di. 2001. Seed Propagation of Mediterranean Trees and Shrubs. APAT, Rome, 11-51p.
44. Pipinis, E., Milios, E., Smiris, P. and Gioumousidis, C. 2011. Effect of acid scarification and cold moist stratification on the germination of *Cercis siliquastrum* L. seeds, Turkish Journal Agriculture and Forestry, 35: 259-264.
45. Rahimi-Golsefidi, M. 2000. Zagros Medicinal Plants Bakhtiari, 250p.
46. Rascio, N., Mariani, P., Dalla Vencchia, F., La Roca, N., Profumo, P. and Gastaldo, P. 1998. Effects of seed chilling or GA3 supply on dormancy breaking and plantlet growth in *Cercis siliquastrum* L, Plant Growth Regulation. 25: 53–61.
47. Rivas, M., Sundsuom, F.J. and Edwards, R.L. 1984. Germination and crop development of hot pepper after seed priming, Horticulture Science, 19: 279-281.
48. Ross, M.A. and Harper, J.L. 1972. Occupation of biological space during seeding establishment, Journal of Ecology, 60: 77-88.
49. Sabeti, H. 1994. Forests, trees and shrubs of Iran. Yazd University publication. Yazd, 876p.
50. Sabongari. S. 2001. Effect of soaking duration on germination and seedling establishment of selected varieties of Tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill). M.Sc. Thesis, Department of Biological Sciences, Usmanu Danfodiyo University, Sokoto, Nigeria.
51. Sheikh, A.H. and Abdul, M.M.D. 2007. Seed morphology and germination studies of *Dalbergia sissoo* Roxb. at nursery stage in Bangladesh, Journal of Agriculture and Biological Sciences, 3(1): 35-39.
52. Sternberg, P. 2011. Physiological and morphological basis for differences in growth, water use and drought resistance among *Cercis* L. Taxa. Ph.D. Thesis, Ohio State University, 132p.
53. Takhti, S. and Shekafandeh, A. 2012. Effect of different seed priming on germination rate and seedling growth of *Ziziphus spina-christi*, Advances in Environmental Biology, 6(1): 159-164.
54. Tilaki, G.A.D., Shakarami, B. and Tabari, M. 2011. Alleviation of salinity stress on the germination and early growth of three fescue species with seed priming treatments, Propagation of Ornamental Plants, 11(2): 102-108.
55. Wan-li, Z., Le-ihong, L., Yuan-gang, Z. and Perez, S. 2004. Effect of priming on the germination of *Peltophorum dubium* seeds under water stress, Journal of Forestry Research, 15(4): 287-290.
56. Zincirkiran, M., Tümsavaş, Z. and Ünal, H. 2010. The effects of different acid treatment stratification duration on germination of *Cercis siliquastrum* L. seeds, Botany Horticulture Agronomy, 38(1): 159-163.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 21(2), 2014
http://jwfst.gau.ac.ir

Effect of Halopriming on Dormancy Breaking and Improvement of Germination Traits of Judas Tree (*Cercis Siliquastrum* L.) Seeds

N. Norouzi Haroni[1], M. Tabari Kochaksaraei*[2] and S.E. Sadati[3]
[1]M.Sc. Student, Dept. of Forestry, Tarbiat Modares University, [2] Professor, Dept. of Forestry, Tarbiat Modares University, [3]Assistant Prof., Agricultural and Natural Resources Research Center of Mazandaran
Received: 03/18/2013 ; Accepted: 10/18/2014

Abstract

The essential problem of Judas tree (*Cercis siliquastrum* L.) is due to double dormancy (membrane dormancy and embryo dormancy) causing delay of germination and enhance of germination period. This investigation was conducted in order to seed breaking dormancy and improvement of germination characteristic. The experiment was done on scarified seeds with boil water and halopriming technique with concentrations of 0, 250, 500, 750, 1000 mM salt KNO_3 (for 24 hours). The experiment was as completely randomized design with four replications in germinator (16 hours of light, 20°C and 65% relative humidity). The results showed that boil water and halopriming technique (KNO_3) in a 30-day halopriming could remove dormancy whereas scarified seeds with boil water and primed with 750 mM KNO_3 improved germination percentage, germination speed and seed vigor index, respectively 3, 1.5 and 2.5 fold as compared to non-primed seeds. Likewise, in this salt concentration, in comparison with other ones, the least mean germination time, the greatest germination speed, shoot length and vigor index were appeared. For reducing the seed dormancy period and increasing the germination percentage of *C. siliquastrum* in nurseries, it is advised that the seeds before planting are to be scarified with boil water and then applied with KNO_3 (essentially 750 mM for 24 hours) in halopriming technique.

***Keywords**:* Halopriming, Germination, Judas tree, Scarification

*Corresponding author; mtabari@modares.ac.ir