بهبود جوانه‌زنی بذر *Crataegus pseudoheterophylla* Pojark. با کاربرد نیترات پتاسیم، اسید سولفوریک و لایه‌گذاری

فاطمه احمدلو[۱]، مسعود طبری کوچکسرایی[۱*]، پژمان آزادی[۲] و آیدین حمیدی[۳]

[۱] نور، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی، گروه جنگل‌داری

[۲] کرج، پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی

[۳] کرج، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال

تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۳/۸/۱۲

چکیده

جنس زالزالک (*Crataegus* L.) متعلق به خانواده *Rosaceae* می‌باشد و موارد استفاده دارویی و زینتی دارد. جوانه‌زنی بذر در گونه‌های جنس زالزالک بدلیل داشتن آندوکارپ استخوانی و خواب جنین به سختی انجام می‌شود. تحقیق حاضر بمنظور شناخت مؤثرترین روش برای شکستن خواب و جوانه‌زنی بذر زالزالک ایرانی *Crataegus pseudoheterophylla* Pojark. انجام شد. بدین منظور بذرها در دو آزمایش جداگانه بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۳ تکرار در گلدان‌های پلاستیکی کاشته شدند. ابتدا تیمارهای خراش‌دهی پوسته بذر با استفاده از نیترات پتاسیم با غلظت‌های ۰، ۲۵۰۰، ۵۰۰۰، ۷۵۰۰ و ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و اسید سولفوریک ۹۸ درصد در مدت‌های آغشتگی ۰، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰، ۱۸۰ و ۲۱۰ دقیقه انجام شد. آنگاه بذرها در ترکیب با لایه‌گذاری در حالت‌های پیوسته (یک ماه گرمادهی و سه ماه سرمادهی) و متناوب (یک ماه سرمادهی و دو هفته گرمادهی، بعد یک ماه سرمادهی و دو هفته گرمادهی و در پایان یک ماه سرمادهی) قرار گرفتند. نتایج نشان داد که در تیمار نیترات پتاسیم بیشترین درصد جوانه‌زنی (۱۹/۳۳ درصد) و سرعت جوانه‌زنی (۴/۱۸ تعداد در روز) در غلظت ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و لایه‌گذاری متناوب و در تیمار اسید سولفوریک بیشترین درصد جوانه‌زنی (۵۵ درصد) و سرعت جوانه‌زنی (۸/۶۳ تعداد در روز) در مدت ۱۲۰ دقیقه و لایه‌گذاری متناوب وجود دارد. البته بیشترین میانگین زمان جوانه‌زنی (۳۹ و ۳۰ روز) در هر دو تیمار خراش‌دهی در لایه‌گذاری پیوسته وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: خراش‌دهی، خواب بذر، زالزالک، سرعت جوانه‌زنی، لایه‌گذاری.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۱۲۴۴۵۵۳۴۹۹ ، آدرس الکترونیکی: mtabari@modares.ac.ir

مقدمه

جنس زالزالک (*Crataegus* L.) درختان یا درختچه‌هایی خزان کننده متعلق به خانواده *Rosaceae* می‌باشد که ۱۵۰ تا ۱۲۰۰ گونه در جهان دارد و پراکنش آن عموماً در مناطق معتدل نیمکره شمالی می‌باشد (۲۲). در ایران حدود ۲۷ گونه (۲۲ گونه، ۵ هیبرید) از این جنس وجود دارد و از این تعداد ۴ گونه بومی، ۵ گونه نادر و ۴ گونه در حال انقراض است (۲۰). بیشتر بذرهای جنس زالزالک دارای آندوکارپ استخوانی و خواب دوگانه بوده یعنی علاوه بر وقوع خواب فیزیکی (مقاومت مکانیکی پوسته)، دارای خواب جنین نیز می‌باشند و جوانه‌زنی آنها با مشکل مواجه است و ممکن است ۲ تا ۳ سال طول بکشد (۱۲). از طرفی بذر مهمترین عامل تولید مثل جنسی گیاهان است و علاوه بر حفاظت ذخایر توارثی، حفظ و بقای نسل گونه‌های گیاهی در شرایط سخت زیست محیطی، نقش مهمی در

انتقال خصوصیات وراثتی، مکانیزم‌های پراکنش و استقرار گیاه در مناطق مختلف دارد (۳). بمنظور شکستن خواب بذر گونه‌های درختی و درختچه‌ای و تحریک جوانه‌زنی آنها با توجه به شرایط رویشگاهی و نیازهای اکولوژیکی، تیمارهای مختلفی ازجمله خراش‌دهی پوسته با عوامل مکانیکی (سمباده) و یا به روش شیمیایی و استفاده از اسید سولفوریک، نیترات پتاسیم و اسید جیبرلیک توسط ISTA (۱۸) پیشنهاد شده است و بعضی از محققان نیز معتقدند که لایه‌پردازی‌های گرم و سرد می‌تواند میزان جوانه‌زنی را افزایش دهد (۲۴). در طبیعت خواب بذر توسط سائیدگی تدریجی پوسته بذر، عبور از دستگاه گوارش جانوران و پرندگان، عمل میکروارگانیسم‌ها، شستشوی بازدارنده‌ها توسط باران و دماهای متناوب گرم و سرد، شکسته می شود. در طی دمای گرم، میکروارگانیسم‌ها آندوکارپ را تجزیه کرده و بذرها آب جذب می‌کنند و در دمای سرد خواب بذر شکسته می‌شود (۹). در مورد شکست خواب و جوانه‌زنی بذرهای جنس زالزالک تحقیقاتی در خارج و داخل کشور انجام شده است.

Hudson و Carlson (۱۸) گزارش کرده‌اند که شستشوی بذرهای *Crataegus douglasii* Lindl. با آب اکسیژنه (H_2O_2) ده درصد بمدت ۱۵ دقیقه و قرار دادن در ۲ °C سرما بمدت ۴ ماه روی درصد جوانه‌زنی بذر مؤثر بوده و ضمناً بذرها بمدت ۴۸-۲۴ ساعت قبل از سرمادهی در آب روان قرار داده شدند. ISTA (۱۹) یک دوره ۹۰ روزه در انکوباسیون در دمای ۲۵ °C و بعد ۹ ماه سرمادهی مرطوب در دمای ۵-۳ °C را برای گونه *Crataegus monogyna* Jacq. پیشنهاد می‌کند. Todd و Blazich (۲۶) با ۶۰ روز گرمادهی و ۱۲۰ روز سرمادهی، میزان جوانه‌زنی را در *C. anomala* Sarg. و *C. mollis* (Torr. & A. Gary) Scheele به‌ترتیب ۳۷ و ۵۰ درصد بدست آوردند. از طرفی آندوکارپ استخوانی نیز عاملی برای خواب بذر می‌باشد و نفوذپذیر کردن آن سبب افزایش جوانه‌زنی می‌گردد (۱۲). تحقیقی دیگر توسط Yahyaoglu و همکاران (۲۷) روی شکست خواب بذر چندین گونه از جنس *Crataegus* با تیمارهای لایه‌گذاری سرد (با مدت زمان‌های ۲۰، ۴۰، ۶۰ و ۹۰ روز)، تیمار استفاده از اسید سولفوریک (با مدت زمان‌های ۳۰، ۷۵، ۱۰۵، ۱۲۰، ۱۵۰ و ۱۸۰ دقیقه) و بعد لایه‌گذاری سرد بمدت ۶۰ تا ۹۰ روز، بیشترین میزان جوانه‌زنی (۱۷/۵ درصد) بذرهای *C. monogyna* Franco subsp. *azarella* را در اسید سولفوریک بمدت زمان ۱۲۰ دقیقه و بعد لایه‌گذاری سرد بمدت ۹۰ روز مشاهده کردند. این در حالی است که در گونه‌های *C. microphylla* C. Koch، *C. monogyna* K. Koch، *C. pontica* و زالزالک ایروانی *C. pseudoheterophylla* اساساً جوانه‌زنی رؤیت نشد.

میرزاده واقفی و همکاران (۷) در بررسی شکستن خواب بذر و تشدید جوانه‌زنی در سه گونه زالزالک (*Crataegus persica* Pojark.، *C. aminii* Khat.، *C. babakhanloui* Khat.) با اعمال تیمارهای خراش‌دهی پوسته و اعمال گرمادهی و سرمادهی متناوب نشان دادند که در تمام تیمارها برای نفوذپذیرتر کردن پوسته و شکستن خواب بذر، خراش‌دهی مکانیکی مؤثر است. سرعت جوانه‌زنی در تیمار قرار دادن بذرها در آب روان بمدت ۲۴ ساعت، سپس سه ماه گرمادهی (۱۸ °C) و آنگاه ۴/۵ ماه سرمادهی و درصد جوانه‌زنی در بذرهای کاشته شده در هوای آزاد در اوایل تابستان در همه گونه‌ها دارای بیشترین مقدار بوده است.

گونه تحقیق حاضر *Crataegus pseudoheterophylla* Pojark. دارای میوه پیرن کوچک تک هسته‌ای، قرمز تیره مایل به ارغوانی تیره، کروی با آندوکارپ استخوانی و قطر ۱۱-۵ میلی‌متر می‌باشد (۵). میوه آن خوراکی و گل‌ها، برگ‌ها و میوه آن سرشار از آنتی اکسیدانت و پلی فنل‌ها هستند. بدلیل داشتن گل‌های سفید و زیبا در فضای سبز شهری، باغها، مزارع و حاشیه جاده‌ها نیز کاربرد دارند. این گونه، سازگاری بالایی به سرما داشته و ضمن پوشش دادن

مناطق نیمه خشک وسیع کشور بهترین پایه پیوند برای به، گلابی و سیب بوده و از نظر خواص دارویی و ارزش صادراتی حائز اهمیت می‌باشد. با توجه به اهمیت کاشت گونه‌های زالزالک در فضای سبز و توسعه جنگل کاری‌ها و حفظ ذخایر ژنتیکی این گونه در رویشگاه‌های طبیعی آن در آسیای غربی (ایران، افغانستان و ترکیه) و قفقاز، تولید نهال آنها ضرورت دارد. تکثیر این گونه جزو اولویت طرح‌های تحقیقاتی اداره کل منابع طبیعی استان مرکزی می‌باشد و مناطق گرگان (کتول، کوهی نزدیک گرگان)، مازندران (کجور، کلاردشت)، همدان (کوه الوند)، لرستان (خرم‌آباد، چمشید)، فارس (یاسوج، کوه دنا)، خراسان (جنگلهای بردو)، تهران (کوه توچال، پس قلعه، کوههای دودره، کرج کوه دشته، کرج) و مناطق مرکزی ازجمله در استان مرکزی بصورت تک پایه پراکنش دارد (۲). پیش از انجام تحقیق با اداره‌های منابع طبیعی و مراکز تحقیقاتی استان‌هایی که در قسمت بالا به آنها اشاره شد در مورد مطالعه روی جوانه‌زنی *C. pseudoheterophylla* بصورت حضوری و تماس تلفنی و مکاتبه، ارتباط برقرار شد که جوانه‌زنی کمتر از ۱۰ درصد را گزارش و تأکید کردند که نیازمند پروتکل مناسب برای تکثیر از طریق بذر گونه حاضر می‌باشند. تعیین تیمارهای مطلوب برای شکستن خواب و افزایش جوانه-زنی بذر *گونه C. pseudoheterophylla* بمنظور تولید نهال آن در بررسی حاضر انجام می‌شود که اولین گزارش در مورد جوانه‌زنی بذر گونه حاضر در جهان می‌باشد.

مواد و روشها

جمع‌آوری بذر رسیده از منطقه روستای دو خواهران در شهرستان شازند استان مرکزی، بخش مرکزی دهستان آستانه در فاصله ۸ کیلومتری از شازند انجام شد. منطقه مورد مطالعه در عرض جغرافیایی"۵۶´۵۱°۳۳ شمالی و طول جغرافیایی "۱۲´۲۴°۴۹ شرقی، متوسط ارتفاع منطقه ۲۲۰۰ متر، متوسط بارندگی ۵۶۸/۵ میلی‌متر، اقلیم منطقه نیمه مرطوب سرد و کوهستانی، بافت خاک لومی شنی تا لومی رسی شنی با اسیدیته ۷/۸ تا ۸ و میزان هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک ۰/۵ میلی‌موس بر سانتی‌متر می‌باشد (۱).

در اواخر آبان ۱۳۹۰ از پایه‌های مادری سالم با ویژگی‌های یکسان از نظر قطر و ارتفاع و مورفولوژی و از قسمت فوقانی تاج و رو به نور گونه فوق اقدام به جمع‌آوری بذرهای رسیده به رنگ قرمز تیره گردید. بررسی‌های اولیه شامل تعیین تعداد بذر در هر میوه، تعداد جنین در هر بذر، درصد قوه نامیه با آزمون تترازولیوم، درصد خلوص فیزیکی، درصد رطوبت بذر، وزن هزار دانه و تعداد بذر در کیلوگرم بر اساس آزمون جوانه‌زنی استاندارد مطابق جدول ۱ انجام شد (۱۹).

بذرهای رسیده با آندوکارپ پس از انتقال به آزمایشگاه پژوهشکده گل و گیاهان زینتی محلات ابتدا بمدت ۴۸ ساعت درون آب روان و بعد بمدت ۲۴ ساعت در بستر ماسه مرطوب در فریزر با دمای ۱۹- درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و با محلول هیپوکلریت سدیم ۲ درصد بمدت زمان ۱۵ دقیقه ضدعفونی شدند. قبل از اعمال تیمارهای لایه-گذاری، تمامی گلدان‌ها بمدت زمان ۱ ماه در اتاق رشد با دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. این تحقیق با دو آزمایش جداگانه با هر یک از محلول‌های شیمیایی نیترات پتاسیم و نیز اسید سولفوریک و بدنبال آنها لایه‌گذاری انجام شد. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی بود که در ۳ تکرار انجام شد. تیمارهای مورد آزمایش قرارگیری بذرها در محلول شیمیایی نیترات پتاسیم با غلظت‌های (۰، ۲۵۰۰، ۵۰۰۰ و ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) در مدت زمان ۴۸ ساعت و اسید سولفوریک غلیظ ۹۸ درصد با مدت زمان (۰، ۳۰، ۴۵، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰، ۱۸۰و ۲۱۰ دقیقه) و بعد قرارگیری هر یک از سطوح نیترات پتاسیم و اسید سولفوریک در تیمارهای بدون لایه گذاری، لایه‌گذاری پیوسته (یک ماه گرمادهی و سه ماه

سرمادهی) و لایه‌گذاری متناوب (یک ماه سرمادهی و دو هفته گرمادهی و بعد یک ماه سرمادهی و دو هفته گرمادهی و بعد یک ماه سرمادهی) بود. تیمارهای سرمادهی در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و تیمارهای گرمادهی در اتاق رشد با دمای ۲۳ درجه سانتی گراد اعمال شد. لایه‌گذاری در بستر مخلوط ماسه:پرلیت:کوکوپیت استریل به نسبت حجمی ۲:۱:۱ و در طی دوره هر هفته تحت هوادهی و تنظیم رطوبت قرار گرفت. کشت در گلدان‌های پلاستیکی (۸ × ۱۵ سانتی‌متر) به تعداد ۴۵ عدد برای تیمارهای نیترات پتاسیم و تعداد ۸۱ عدد برای تیمارهای اسید سولفوریک همراه با تیمارهای لایه‌گذاری و ۵۰ عدد بذر با سه تکرار انجام شد. بطور کلی تعداد ۱۲۶ گلدان و ۶۳۰۰ بذر مورد استفاده قرار گرفت.

بعد از اعمال تیمارها و قرار دادن گلدان‌ها بمدت ۲ ماه در شرایط اتاق رشد (با فتوپریود ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی و حرارت ۲۳ درجه سانتی‌گراد و تشعشع لامپ‌های فلورسنت ۲ هزار لوکس)، بذرها شروع به جوانه‌زنی کردند. شمارش بذرهای جوانه‌زده در اتاق رشد با مشاهده اولین بذر جوانه‌زده در پایان ماه دوم آغاز شد و تا پایان ماه چهارم با اطمینان از تمام شدن جوانه‌زنی بذرها بدلیل عدم جوانه‌زنی بذر بمدت ۱ ماه، ادامه یافت (۹). در پایان آزمایش درصد زنده‌مانی بذرهای جوانه نزده با آزمون تترازولیوم بررسی و نشان داد که بذرهای تیمار شده فاقد قوه نامیه می‌باشند. آنگاه با استناد بر معادلات ارائه شده توسط محققان (جدول ۲) اندازه‌گیری صفات جوانه‌زنی انجام شد. این تحقیق بطور کلی بمدت ۱۰ ماه طول کشید.

جدول ۱- خصوصیات بذرهای مورد مطالعه گونه *Crataegus pseudoheterophylla*

تعداد بذر در هر میوه	تعداد جنین در هر میوه	مبدأ بذر	قوه نامیه (درصد)	خلوص (درصد)	رطوبت (درصد)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد در کیلوگرم
۱	۱	شازند استان مرکزی	۸۰/۱	۹۹	۱۰/۲	۱۵۸/۵۱	۶۳۱۰

جدول ۲- فرمول محاسباتی شاخص‌های جوانه‌زنی با استناد به Panwar و Bhardwaj (۲۳)

شماره معادله	صفات مورد مطالعه	نحوه محاسبه صفات
[۱]	جوانه‌زنی (درصد)	$GR= n/(N\times100)$
[۲]	سرعت جوانه‌زنی (بذر در روز)	$GS= \sum(ni/ti)$
[۳]	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز)	$MGT= \sum (ni .ti) / \sum n$

n= تعداد کل بذرهای جوانه زده در طی دوره N = تعداد بذرهای کاشته شده (در این تحقیق ۲۵ بذر)

ni = تعداد بذرهای جوانه زده در فاصله زمانی مشخص ti (در این تحقیق هر ۳ روز) ti = تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی

آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SPSS (Ver. 17) انجام شد. ابتدا شرط نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و همگنی واریانس داده‌ها بوسیله آزمون لون آزمون گردید. برای تعیین اختلاف آماری داده‌ها از آزمون تجزیه واریانس دو طرفه و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده معنی‌دار بودن اثر تیمارهای غلظت نیترات پتاسیم، اسید سولفوریک، لایه-گذاری و اثر متقابل آنها بر تمامی صفات مورد مطالعه می باشد (جدول ۳). بیشترین درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی در تیمار غلظت نیترات پتاسیم ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و لایه‌گذاری متناوب و بیشترین میانگین زمان

جوانه‌زنی در تیمار بدون محلول نیترات پتاسیم و در لایه- گذاری پیوسته وجود دارد (جدول ۴).

جدول ۳– تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی گونه *C. pseudoheterophylla* در تیمار نیترات پتاسیم، اسید سولفوریک، لایه‌گذاری و اثر متقابل آنها

منابع تغییرات	جوانه‌زنی		سرعت جوانه‌زنی		میانگین زمان جوانه‌زنی	
	میانگین مربعات	F	میانگین مربعات	F	میانگین مربعات	F
بلوک	۱/۶۸۹	۰/۵۲۶^{ns}	۰/۰۱۹	۰/۰۹۱^{ns}	۱۰/۵۷۴	۱/۸۶۲^{ns}
نیترات پتاسیم	۱۸۵/۷۵۶	۵۹/۷۰۷**	۱۱/۴۶	۵۸/۱۴**	۲۱۹/۵۵۸	۳۶/۵۶۸**
لایه‌گذاری	۳۴۷/۸۲۲	۱۱۱/۸**	۲۰/۳۶۵	۱۰۳/۳۲**	۱۹۱/۸۹۱	۳۱/۹۶**
نیترات پتاسیم × لایه‌گذاری	۲۰/۵۷۲	۶/۶۱۲**	۲/۴۱۴	۱۲/۲۴۸**	۲۷۱/۰۹۹	۴۵/۱۵۲**
خطا	۳/۲۱۳	–	۰/۲۱	–	۵/۶۷۸	–
درصد ضریب تغییرات	۱۲/۹		۱۵/۹		۱۲/۰۷	
بلوک	۱/۸۲۷	۰/۲۷۸^{ns}	۰/۹۱۴	۱/۷۸۳^{ns}	۲/۰۱۳	۰/۱۴۶^{ns}
اسید سولفوریک	۱۲۷۲/۳۴۶	۱۹۸/۵۷۴**	۱۸/۸۸۷	۳۵/۷۹۱**	۳۸/۵۹۴	۲/۸۸۷**
لایه‌گذاری	۴۴۴۴/۴۵۷	۶۹۳/۶۴۴**	۲۷/۳۶	۵۱/۸۵**	۵۸۵/۹۸۵	۴۳/۸۳۹**
اسید سولفوریک × لایه‌گذاری	۱۸۹/۲۹	۲۹/۵۴۲**	۵/۴۱۵	۱۰/۲۶۲**	۱۰۰/۶۲۷	۷/۵۲۸**
خطا	۶/۵۸۴	–	۰/۵۱۳	–	۱۳/۸۰۴	–
درصد ضریب تعییرات	۱۰/۷۳		۱۹/۴۵		۱۶/۱۹	

^{ns}: عدم معنی داری **:معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ *:معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵

جدول ۴– میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی متأثر از ترکیب تیمارهای نیترات پتاسیم، لایه‌گذاری و اثر متقابل آنها

غلظت نیترات پتاسیم (میلی‌گرم در لیتر)	تیمار لایه‌گذاری	جوانه‌زنی (درصد)	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز)
	بدون لایه‌گذاری	–	–	–
نیترات پتاسیم (۰)	لایه‌گذاری پیوسته	۱(۰/۰۰)e	۰/۰۲۵(۰/۰۰)e	۳۹(۱/۷)a
	لایه‌گذاری متناوب	۲/۶۷(۰/۰۶)e	۰/۱۶(۰/۰۰)e	۱۹/۴۲(۲/۹)b
	بدون لایه‌گذاری	–	–	–
نیترات پتاسیم (۲۵۰۰)	لایه‌گذاری پیوسته	۳(۰/۱)e	۰/۳۴(۰/۰۰)e	۹/۲۷(۰/۷)cd
	لایه‌گذاری متناوب	۹(۰/۵)d	۱/۴۴(۰/۰۴)d	۹/۴۶(۰/۶)cd
	بدون لایه‌گذاری	۲(۰/۰۵)e	۰/۱۹(۰/۰۰)e	۱۱/۵(۰/۸۷)cd
نیترات پتاسیم (۵۰۰۰)	لایه‌گذاری پیوسته	۱۰/۶۷(۰/۶۷)cd	۲/۳۱(۰/۰۵)c	۸/۶۴(۰/۱۹)cd
	لایه‌گذاری متناوب	۱۳/۳۳(۱/۶)bc	۳/۵۶(۰/۱۵)ab	۷/۹۶(۰/۵۸)d
	بدون لایه‌گذاری	۳/۳۳(۰/۰۶)e	۰/۳۶(۰/۰۵)e	۱۳/۱۱(۱/۱)c
نیترات پتاسیم (۷۵۰۰)	لایه‌گذاری پیوسته	۱۲(۱/۱۵)bcd	۲/۹۹(۰/۳)bc	۸/۷۵(۰/۸)cd
	لایه‌گذاری متناوب	۱۲/۶۷(۱/۲)bc	۲/۶۹(۰/۰۸)c	۹/۵۷(۱/۳)cd
	بدون لایه‌گذاری	۴/۳۳(۰/۰۶)e	۰/۳۶(۰/۰۵)e	۱۳/۱۱(۱/۱)c
نیترات پتاسیم (۱۰۰۰۰)	لایه‌گذاری پیوسته	۱۴/۳۳(۱/۲)b	۳/۸۲(۰/۱)a	۷/۸۱(۱/۴)d
	لایه‌گذاری متناوب	۱۹/۳۳(۱/۸)a	۴/۱۸(۰/۱۲)a	۱۰/۲۲(۱/۶)cd

(): اشتباه معیار علامت – معرف عدد صفر حروف مختلف در هر ستون بیانگر معنی‌دار بودن میانگین‌ها در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد.

بیشترین درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی در تیمار اسید سولفوریک با مدت زمان ۱۲۰ دقیقه و لایه‌گذاری متناوب و کمترین درصد جوانه‌زنی در تیمار بدون لایه گذاری وجود دارد. بیشترین میانگین زمان جوانه‌زنی

در تیمار بدون اسید سولفوریک و در لایه‌گذاری پیوسته وجود دارد (جدول ۵).

جدول ۵- میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی متأثر از ترکیب تیمارهای اسید سولفوریک، لایه‌گذاری و اثر متقابل آنها

تیمار مدت آغشتگی بذر به اسید سولفوریک ۹۸ درصد (دقیقه)	تیمار لایه‌گذاری	درصد جوانه‌زنی (درصد)	سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز)
	بدون لایه‌گذاری	–	–	–
اسید سولفوریک ۰ دقیقه	لایه‌گذاری پیوسته	۱/۳۳(۰/۰۰)k	–	۳۰(۱/۷)a
	لایه‌گذاری متناوب	۱/۶۷(۰/۰۰)k	–	۲۱/۱۷(۱/۹۶)b
	بدون لایه‌گذاری	–	–	–
اسید سولفوریک ۳۰ دقیقه	لایه‌گذاری پیوسته	۴(۰/۲)jk	۰/۳(۰/۰۰)efg	۲۱/۴۷(۱/۹۳)b
	لایه‌گذاری متناوب	۸(۰/۵۲)gh	۰/۲۳(۰/۰۳)fg	۱۶/۵۴(۱/۹)b
	بدون لایه‌گذاری	۰/۳۳(۰/۰۰)k	–	۷/۶۷(۰/۵)c
اسید سولفوریک ۴۵ دقیقه	لایه‌گذاری پیوسته	۱۲/۳۳(۱/۴)h	۰/۴۰۹(۰/۰۴)efg	۱۷/۶۷(۰/۴۷)b
	لایه‌گذاری متناوب	۱۶/۶۷(۱/۶)g	۰/۶۹۸(۰/۰۵)defg	۱۷/۲۹(۰/۶۸)b
	بدون لایه‌گذاری	۱/۳۳(۰/۰۸)k	۰/۰۸۳(۰/۰۰)g	۶(۰/۳)cd
اسید سولفوریک ۶۰ دقیقه	لایه‌گذاری پیوسته	۱۹(۱/۵۲)g	۰/۷۶۸(۰/۰۲)defg	۱۵/۶(۰/۵۷)b
	لایه‌گذاری متناوب	۲۴(۱/۷)f	۰/۸۴۵(۰/۰۲)defg	۱۸/۱۵(۱/۶۵)b
	بدون لایه‌گذاری	۴/۳۳(۰/۰۳)ijk	۰/۰۸۶(۰/۰۰)g	۲۱(۱/۳۲)b
اسید سولفوریک ۹۰ دقیقه	لایه‌گذاری پیوسته	۲۳/۶۷(۰/۸۸)f	۰/۹۷۵(۰/۰۳)defg	۱۴/۵(۰/۳۴)b
	لایه‌گذاری متناوب	۲۸/۶۷(۲/۳۳)de	۱/۱۴۴(۰/۱)defg	۱۷(۱/۲۵)b
	بدون لایه‌گذاری	۸/۳۳(۰/۰۵)hi	۰/۰۹۹(۰/۰۰)g	۱۴/۲۲(۰/۶۲)b
اسید سولفوریک ۱۲۰ دقیقه	لایه‌گذاری پیوسته	۴۷(۲/۰۸)b	۵/۶۶(۰/۴)b	۱۸/۷۱(۱/۳۴)b
	لایه‌گذاری متناوب	۵۵(۲/۷۳)a	۸/۶۳(۰/۱۷)a	۱۸/۸۲(۱/۴۵)b
	بدون لایه‌گذاری	۶/۶۷(۰/۰۹)ij	۰/۰۸۳(۰/۰۰)g	۱۵/۵۶(۲/۱)b
اسید سولفوریک ۱۵۰ دقیقه	لایه‌گذاری پیوسته	۴۰(۲/۵۲)c	۱/۷(۰/۰۳)de	۱۹/۰۱(۱/۵)b
	لایه‌گذاری متناوب	۴۵/۶۷(۲/۳۳)b	۱/۹۸(۰/۱۲)cd	۱۸/۹(۱/۹)b
	بدون لایه‌گذاری	۳(۰/۰۵)jk	۰/۰۳۷(۰/۰۰)g	۱۵/۵(۲/۲۵)b
اسید سولفوریک ۱۸۰ دقیقه	لایه‌گذاری پیوسته	۳۲/۶۷(۱/۲)d	۱/۳۴۵(۰/۰۴)defg	۱۷/۹۵(۲/۳)b
	لایه‌گذاری متناوب	۳۹(۲/۲)c	۱/۶(۰/۰۸)def	۱۹(۱/۹)b
	بدون لایه‌گذاری	۱/۳۳(۰/۰۲)k	۰/۰۲۵(۰/۰۰)g	۱۶/۶۷(۱/۶)b
اسید سولفوریک ۲۱۰ دقیقه	لایه‌گذاری پیوسته	۱۹(۱/۹)g	۱/۱۱(۰/۰۸)defg	۱۹(۱/۷)b
	لایه‌گذاری متناوب	۲۵/۳۳(۲/۴)ef	۳/۰۹(۰/۳)c	۱۶/۶۷(۱/۶)b

اعداد داخل پرانتز اشتباه معیار هستند. علامت – معرف عدد صفر در ارزشهای مطالعه شده است.

حروف مختلف در هر ستون بیانگر معنی‌دار بودن میانگین‌ها در سطح احتمال ۰/۰۵ می‌باشد.

بحث

در این تحقیق بذرهایی که تیمار شیمیایی و لایه‌گذاری روی آنها اعمال نشد، اصلاً جوانه نزدند که با نتایج

Yahyaoglu و همکاران (۲۷) روی جوانه‌زنی بذرهای *Crataegus microphylla*، *C. monogyna* ، *C. pontica* ، *C. pseudoheterophylla* مطابقت دارد و مؤید خواب بذر گونه می‌باشد. همچنین بذرهایی که فقط تیمارهای شیمیایی روی آنها اعمال شد از درصد جوانه‌زنی بسیار پایینی برخوردار بودند که نشان می‌دهد گونه *Crataegus pseudoheterophylla* علاوه بر خواب پوسته دارای خواب درونی نیز می‌باشد و فقط آندوکارپ مانعی برای جوانه‌زنی بذر نمی‌باشد. اعمال تیمارهای نیترات پتاسیم در غلظت‌های بالا به تنهایی در این تحقیق سبب افزایش جزئی در درصد جوانه‌زنی شد، حال آنکه همراه با لایه‌گذاری بصورت متناوب، ۱۹/۳۳ درصد بذرها جوانه زدند. در بسیاری از گونه‌ها، افزایش فعالیت جوانه-زنی تحت تأثیر نیترات فقط با همراهی شرایط دیگر محیطی مانند نوسانهای حرارتی امکان‌پذیر است (۱۴). نیترات پتاسیم در پاسخ به فرایندهای متابولیکی بذرها مفید است و این ترکیب ممکن است باعث بیوسنتز اکسین شده و باعث شروع رویش جنین گردد (۲۱). نیترات پتاسیم اثر کمی بر جوانه‌زنی بذرها داشت که ناشی از کم بودن تأثیر این تیمار در افزایش نفوذ پذیری پوسته بذر می‌باشد و به ظاهر نیروی فشار ناشی از جذب آب و رشد جنین برای شکافتن پوسته بذر و خروج جوانه کافی نبوده است. پوسته به‌عنوان یک مانع فیزیکی از طریق ممانعت از گسترش رویان و یا از طریق ایجاد محدودیت در جذب آب و تبادلات گازی بر میزان جوانه‌زنی تأثیر می‌گذارد. با افزایش غلظت نیترات پتاسیم، درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه-زنی که از عوامل مؤثر بر استقرار گیاهان می‌باشند بواسطه ضعیف شدن پوشش بذری و کاهش استحکام پوسته بذر و کاهش طول دوره مرحله تأخیری در طی فرایند جوانه‌زنی افزایش می‌یابند (۲۱).

در این تحقیق کاربرد اسید سولفوریک بمدت زمان ۱۲۰ دقیقه همراه با لایه‌گذاری متناوب سبب جوانه‌زنی به میزان ۵۵ درصد شد. اسید سولفوریک غلیظ با تخریب پوشش بذر و با در معرض قرار دادن لومن سلول‌های اسکلریدی اجازه نفوذ آب را برای فرایند آبگیری می‌دهد و خواب بذر ناشی از عدم نفوذ پوسته به آب برطرف می‌شود (۱۷). در غوطه وری بذرها با اسید سولفوریک بمدت ۲۱۰ دقیقه میزان جوانه‌زنی بذر نسبت بمدت ۱۲۰ دقیقه، ۴۶ درصد کاهش نشان داد که احتمالاً نفوذ اسید به ساختار و جنین بذر دلیل این امر می‌باشد، به‌طوری‌که افزایش مدت زمان تماس بذر با اسید سبب کاهش جوانه‌زنی گردید. Bujarska-Borkowska (۱۲) روی *Crataegus submollis* Sarg. بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی (۵۸ درصد) را در غوطه‌وری بذرها در اسید سولفوریک غلیظ بمدت ۳ ساعت همراه با لایه‌گذاری متناوب بمدت ۷ ماه بدست آوردند که ممکن است میزان ضخامت آندوکارپ بذر و اختلافات ژنتیکی پایه‌های بذری دلیل تفاوت نتایج با این تحقیق باشد.

یکی از وقایع اولیه بحرانی در طی جوانه‌زنی بذر، جزئیات حرکت ذخایر بذر (هیدرولیز و انتقال) است که انرژی فرایند متابولیکی مختلف شامل تنفس و فعالیت‌های آنابولیکی را که برای رشد طولی جنین ضروری هستند، تأمین می‌کند (۱۱). برای انجام فرایندهای متابولیکی بایستی پوشش بذر قابلیت نفوذپذیری داشته باشد (۱۲). در این راستا می‌توان اظهار داشت که در این تحقیق نیترات پتاسیم در غلظت‌های بالا و اسید سولفوریک در مدت زمان مناسب ۱۲۰ دقیقه قابلیت نفوذپذیری پوشش بذر به آب را افزایش داده است. بنابراین با حذف موانع پوشش بذر، عناصر غذایی به درون بذر رسیده و فعالیت‌های متابولیکی آن را افزایش می‌دهند (۱۱). نفوذپذیر کردن پوسته سبب افزایش مقدار رطوبت بذر، میزان اکسیژن و از طرفی حذف مواد بازدارنده جوانه‌زنی می‌گردد. این حقیقت ممکن است ذخایر عناصر غذایی جنین را غنی و جوانه‌زنی را تسریع کند. از طرفی میانگین زمان جوانه‌زنی بذر که نشان دهنده ارزیابی زمان ظهور گیاهچه و رفع دوره خواب است در تیمارهای بدون اعمال ترکیب شیمیایی بیشترین میزان را

نشان داد. در این راستا، یوسف زاده و همکاران (۸) فاکتورهای ژنتیکی، رطوبت بذر، موقعیت درخت و فاکتورهای محیطی در طول توسعه بذر از قبیل نور، حرارت، آب و مواد غذایی را از عوامل مؤثر بر دوره خواب بذر گزارش کرده‌اند.

از آنجا که بذرهای تحت تیمار لایه‌گذاری متناوب در این تحقیق دارای بالاترین درصد جوانه‌زنی بودند، بنابراین می توان نتیجه گرفت که خواب بذر از نوع فیزیولوژیک نیز بوده و عامل دخیل در این خواب ممکن است نارس بودن جنین یا وجود عامل بازدارنده در بذر و یا هر دو عامل بوده است. سرما احتمالاً باعث غلبه بر اسید آبسزیک درونی بذر و افزایش سطح اسید جیبرلیک و بالطبع افزایش آنزیم آلفا آمیلاز می‌شود که نشاسته را به شکر برای انتقال به جنین به‌عنوان یک منبع غذایی تبدیل می‌کند. همچنین با تحریک سنتز DNA و RNA در بذرها رشد و تقسیم سلولی در رویان را تسهیل کرده و نفوذپذیری غشای سلولی و تبادلات مواد ذخیره‌ای را افزایش می‌دهد و موجب تغییر در جابجایی یون‌ها (بویژه کلسیم) و در نتیجه پیام رسانی به سلول برای تحریک تولید اسید جیبرلیک می‌شود (۱۰) و خواب فیزیولوژیک بذر را بر طرف می‌کند که سبب می‌شود درصد جوانه‌زنی بطور معنی‌داری افزایش یابد. به عبارت دیگر لایه‌گذاری سرد منجر به تشکیل، آزاد سازی یا فعال کردن آنزیم‌های هیدرولیکی برای تجزیه پروتئین‌ها و نشاسته ذخیره در بذر برای تغذیه جنین می شوند که خواب آن را برطرف می‌کند. بطور کلی در این تحقیق بدون در نظر گرفتن تیمارهای شیمیایی بذرها در لایه‌گذاری متناوب نسبت به لایه‌گذاری پیوسته میزان جوانه‌زنی بیشتری را نشان دادند که با نتایج پژوهش Morgenson (۲۲) روی *Crataegus mollis* Scheele ،. *C. x anomala* Sarg و *C. chrysocarpa* Ashe مطابقت دارد. هورمون اسید آبسزیک در تداوم خواب بذر مؤثر است و تجمع آن در بذر در طول لایه‌گذاری سرد و گرم (لایه-گذاری متناوب) کاهش می‌یابد (۱۵) و سبب افزایش رشد جنین و سایر فرایندهای داخلی می‌شود. در یک مطالعه روی *Prunus campanulata* Maxim. در بذرهایی که فقط لایه‌گذاری گرم شدند، بدلیل تجمع کم اسید جیبرلیک جوانه‌زنی بذر با شکست مواجه شد (۲۵)، زیرا جوانه‌زنی در بذرها نتیجه توازن بین مواد تنظیم کننده رشد گیاهی می‌باشد (۱۲) و بایستی شرایط برای جوانه‌زنی مناسب باشد. یکی دیگر از اثرات لایه‌گذاری کاهش مقاومت مکانیکی پوشش بذر است که در نتیجه لایه‌گذاری گرم و سرد بطور متناوب انجام می‌شود (۱۶). همچنین اعمال سرمادهی مرطوب سوخت و ساز فسفر و پروتئین بذر را تحت تأثیر قرار می‌دهد و یک روند افزایش در سنتز اسیدهای نوکلئیک و سطوح فعالیت آنزیم‌های مسیر پنتوز فسفات بوجود می‌آید که نشانه شکست خواب و افزایش روند جوانه‌زنی بذر است (۴). در طی دوره لایه‌گذاری، بذر تحت تأثیر مجموعه‌ای از فرایندهای درونی و بیرونی قرار دارد که برآیند آنها در طول زمان و به تدریج منجر به جوانه‌زنی خواهد شد و تنها بخشی از این فرایندهاست که با کاهش غلظت بازدارنده‌ها و در مقابل افزایش محرک‌ها، جوانه‌زنی را القاء می‌کند (۶). از طرفی لایه‌گذاری سرد سبب ایجاد تنش در دیواره‌های سلول شده و این امر به نوبه خود سبب می‌شود تا میزان تراوش سلول در طی سرمازدگی به هنگام جذب آب افزایش یابد و سبب بروز جوانه‌زنی گردد (۱۳). بنابراین پیشنهاد می‌گردد مطالعات رشد و مورفولوژی نهال‌های حاصل از بذرهای گونه مورد مطالعه در آینده در دستورکار سایر پژوهشگران قرار گیرد.

نتیجه‌گیری کلی

در این بررسی شستشوی بذرها ابتدا بمدت ۴۸ ساعت در داخل آب روان و بدنبال آن قرارگیری آنها بمدت ۲۴ ساعت در فریزر با دمای ۱۹- درجه و اعمال اسید سولفوریک بمدت ۱۲۰ دقیقه و بعد قرارگیری گلدان‌ها بمدت ۱ ماه در دمای اتاق رشد در لایه‌گذاری متناوب (یک ماه سرمادهی و دو هفته گرمادهی و بعد یک ماه

سرمادهی و دو هفته گرمادهی و آنگاه یک ماه سرمادهی) انجام شد. بهترین تیمار برای جوانه‌زنی بذر زالزالک ایروانی *Crataegus pseudoheterophylla* با میزان جوانه‌زنی ۵۵ درصد شناخته شد.

منابع

۱. آقا خانی، س، متاجی، ۱. ۱۳۸۸. بررسی روند تحول اکولوژیکی و ساختار توالی توده های ذخیره گاهی جنگلی استان مرکزی (مطالعه موردی شهرستان شازند- ذخیره گاه جنگلی بلوط سرسختی)، مجله اکوفیزیولوژی گیاهی (دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان)، ۱ (۳): ۵۴-۶۲.

۲. ثابتی، ح. ۱۳۸۷. جنگلها، درختان و درختچه های ایران، انتشارات دانشگاه یزد.

۳. سرمدنیا، غ.م. ۱۳۷۵. تکنولوژی بذر، تألیف: کاپلند، ل.ا. و مک دونالد، م.ب.، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

۴. عموآقایی، ر. ۱۳۸۹. اثر کاربرد جیبرلین و سرمادهی مرطوب روی تحریک جوانه‌زنی دانه و رشد بعدی دانه رست ازگیل ژاپنی، مجله زیست شناسی ایران، ۲۳ (۲): ۲۹۹-۳۰۸.

۵. مظفریان، و. ۱۳۸۳. درختان و درختچه‌های ایران، انتشارات فرهنگ معاصر.

۶. میرزاده واقفی، س.س، نصیری، م. ۱۳۹۲. بررسی اثر عوامل فیزیکی و شیمیایی بر جوانه‌زنی بذر زالزالک بومی (*Crataegus assadii*)، مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران)، ۲۶ (۳): ۳۶۶-,۳۷۴

۷. میرزاده واقفی، س.س، جم زاد، ز، جلیلی، ع، نصیری، م. ۱۳۸۸. بررسی شکستن خواب بذر و تشدید جوانه‌زنی در سه گونه زالزالک (*Crataegus persica*، *C. amini* ، *C. babakhanloui*)، فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۷ (۴): ۵۴۴-۵۵۹.

۸. یوسف زاده، ح، اسپهبدی، ک. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر مبدأ، قطر پایه مادری و دوره تیمار روی جوانه‌زنی بذر بارانک (*Sorbus torminalis* Crantz L.) در مازندران، مجله زیست شناسی ایران، ۲۰ (۲): ۲۱۵-۲۲۴.

9. Baskin, C.C, Baskin, J.M, 2008. Advances in understanding seed dormancy at the whole-seed level: An ecological, biogeographical and phylogenetic perspective, Acta Bot Yunnanica, 30 (3): 279-294.

10. Bewley, J.D, Black, M. 1994. Seeds. Physiology of Development and Germination, Second Edition, Plenum, New York.

11. Bishnoi, N.R, Sheroran, I.S, Singh, R. 1993. Effect of cadmium and nickel on mobilization of food reserves and activities of hydrolytic enzymes in germinating pigeon pea seeds. Biology Plant, 35:583–589.

12. Bujarska-Borkowska, B. 2006. Seed dormancy breaking in *Crataegus laevigata*, Dendrobiology, 56: 3-11.

13. Bujarska-Borkowska, B. 2007. Dormancy breaking, germination, and seedling emergence from seeds of *Crataegus submollis*, Dendrobiology, 58: 9-15

14. Çetinbaş, M, Koyuncu, F. 2006. Improving germination of *Prunus avium* L. seeds by gibberellic acid, potassium nitrate and thiourea, Horticultural Science (Prague), 33 (3): 119–123.

15. Chen, S.Y, Li, W.Y, Han, M.C, Wang, Y.C, Chien, C.T. 2005. Association of abscisic acid and gibberellins with dormancy and germination in seeds of *Prunus buergeri*, Journal of Forest Science, 20: 227-237.

16. Esen, D, Yildiz, O, Sarginci, M, Isik, K. 2007. Effects of different pretreatments on germination of *Prunus serotina* seed sources, Journal of Environmental Biology, 28(1): 99-104.

17. Garcia-Gusano, M, Martinez-Gomez, P, Dicenta, F. 2004. Breaking seed dormancy in almond (*Prunus dulcis* (Mill.) D.A Webb), Scientia Horticulturae, 99: 363-370.

18. Hudson, S.h, Carlson, M, 1998. Propagation of interior British Columbia native plants from seed, British Columbia.

19. ISTA [International Seed Testing Association] 2008. Annexe to chapter seed health testing methods.

20. Jalili, A, Jamzad, Z. 1999. Red data book of Iran, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.

21. Khan, J, Rauf, M, Ali, Z, Rashid, H, Khattack, M.S. 1999. Different stratification techniques

effects on seed germination of Pistachio, Pakistan Journal of Biological Sciences, 2: 1412-1414.

22. Morgenson, G. 2000. Effects of Cold Stratification, Warm-Cold Stratification, and Acid Scarification on Seed Germination of 3 *Crataegus* Species, Tree Planters' Notes, 49 (3): 72-74.

23. Panwar, P, Bhardwaj, S.D. 2005. Handbook of practical forestry, Agrobios (INDIA).

24. Peitto, B, Di Noi, A. 2001. Seed propagation of mediterranean trees and shrubs, APAT press, Italy.

25. Shun, Y.C, Chien, C.T, 2007. Dormancy-break and germination in seeds of *Prunus campanulata*, Taiwan Forest Research Institute Journal, 17 (1): 21-32.

26. Todd, F, Blazich, F. 2004. *Crataegus*, *Rosaceae* (Rose family), plants for future, North Carolina state university.

27. Yahyaoglu, Z, Ölmez, Z, Gokturk, A, Temel, F. 2006. Effects of cold stratification and sulphuric acid pretreatments on germination of Hawthorn (*Crataegus* spp.) Seeds, ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 8(10): 74-79.

Improving Germination of Hawthorn (*Crataegus pseudoheterophylla* Pojark.) Seed by Potassium Nitrate, Sulfuric Acid and Stratification

Ahmadloo F.[1], Tabari Kouchaksaraei M.[1], Azadi P.[2] and Hamidi A.[3]

[1] Forestry Dept., Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, I.R. of Iran

[2] Agriculture Biotechnology Research Institute, Karaj, I.R. of Iran

[3] Seed and Plant Certification and Registration Institute, Karaj, I.R. of Iran

Abstract

The genus of hawthorn (*Crataegus* L.), belonged to *Rosaceae* family has medicinal and ornamental applications. Its seed germination is poor, due to stony endocarp and embryo dormancy. This study was carried out to determine methods to break dormancy in *Crataegus pseudoheterophylla* seeds. For this purpose, seeds were sown in plastic pots as a factorial experiment in randomized completely block design (RCBD) with 3 replications. Treatments including chemical scarification in KNO_3 for 0, 2500, 5000, 7500 and 10000 mg l^{-1} and concentrate sulfuric acid (H_2SO_4 96 %) for 0, 30, 45, 60, 90, 120, 150, 180 and 210 minutes followed by continues regime (1 month at 23 °C, then 3 months at 4 °C) and alternate regime (1 month at 4 °C and, 2 weeks at 23 °C, then 1 month at 4 °C and 2 weeks at 23 °C, finally 1 month at 4 °C) were applied. Results showed that in KNO_3, the highest germination percentage (19.33 %) and germination speed (4.18 number/day) was determined at 10000 mg l^{-1} + alternate stratification and in sulphuric acid, the highest percentage germination (55 %) and speed germination (8.63 n/d) was determined for 120 minutes + alternate stratification. The highest mean time germination in both scarification treatments was observed in continues regime.

Key words: Scarification, Seed dormancy, *Crataegus* spp., Germination speed, Stratification.