

تسهیل جوانه‌زنی بذر هشت گونه زالزالک (*Crataegus spp.*) بومی ایران با کاربرد خراش دهی شیمیایی و چینه‌سرمایی

معصومه همتی فر^۱، علی تهرانی فر^{۲*}، بهرام عابدی^۳، حسن اکبری‌بیشه^۴

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی و فضای سبز دانشگاه فردوسی مشهد

^۲ استاد گروه علوم باغبانی و فضای سبز دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

^۳ استادیار گروه علوم باغبانی و فضای سبز دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

^۴ عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان

* پست الکترونیک نویسنده مسئول: tehranifar@um.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۲۶)

چکیده

با توجه به ارزش دارویی و زینتی زالزالک *Crataegus spp.* و نیز مشکلاتی که در تکثیر جنسی آن به دلیل وجود پوشش سخت بذر و جنین نارس وجود دارد کار روی روش‌هایی که بتواند موجب تسهیل فرآیند جوانه‌زنی بذر این گیاه شود از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ بنابراین، هدف از این مطالعه شناسایی بهترین روش شکستن خواب بذر هشت گونه زالزالک بومی ایران می‌باشد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتور اول گونه‌ی زالزالک در هشت سطح، فاکتور دوم تیمار اسید سولفوریک در سه سطح (نیم و یک ساعت غوطه‌وری در اسید سولفوریک ۹۸٪ در مقابل عدم تیمار (شاهد)) و فاکتور سوم تیمار سرمادهی مرطوب در سه سطح (۹۰، ۱۰۵ و ۱۲۰ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) بودند. نتایج نشان داد که بالاترین درصد جوانه‌زنی (۳۲٪) و سرعت جوانه‌زنی (۹/۱ بذر در روز) در *C. turkestanica* تحت اثر متقابل تیمار اسید سولفوریک به مدت یک ساعت و سپس یک دوره ۱۲۰ روزه سرمادهی حاصل شد که اختلاف معنی‌دار با سایر تیمارها داشت. در نتیجه می‌توان گفت بذرهای زالزالک دارای خواب عمیق فیزیکی و فیزیولوژیکی می‌باشند و برهمکنش تیمار اسید سولفوریک و چینه‌سرمایی نقش مهمی در افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر زالزالک ایفا نمود.

واژه‌های کلیدی: اسید سولفوریک، خواب بذر، درصد جوانه‌زنی، سرمادهی.

جنبه‌های نوآوری

۱- دستیابی به بهترین روش شکستن خواب بذر زالزالک در گونه‌ها و ژنوتیپ‌های مختلف.

۲- کوتاه کردن مدت زمان تنزیدن بذر.

مقدمه

با صنعتی شدن جوامع و افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی در شهرها، نقش و اهمیت گیاهان به‌عنوان پالاینده‌های هوای آلوده بیش از پیش مشخص شده است. زالک به‌عنوان گیاهی مقاوم در برابر آلودگی هوا و سازگار با انواع خاک‌ها به‌عنوان یک گیاه زینتی به میزان زیادی در پرچین‌سازی مورد استفاده قرار می‌گیرد (ویلیامز و بوکستن^۱، ۱۹۸۶). گیاه زالک از جنس *Crataegus*، طایفه *Crataegeae*، زیرتیره *Maloidae*، تیره رز (*Rosaceae*)، راسته *Rosales*، زیررده *Rosidae* و رده *Magnoliopsida* می‌باشد (ارجمندی^۲، ۲۰۰۶). این گیاه خودگشن بوده (قاسمی^۳، ۲۰۱۰) و گرده‌افشانی در آن به‌صورت غیرتخصصی و توسط مگس‌ها، سوسک‌ها، زنبورها و بندرت توسط مورچه‌ها انجام می‌شود (کریستنسن^۴، ۱۹۹۲).

با وجود اهمیت زالک در فضای سبز متأسفانه تکثیر آن با مشکلاتی روبرو است و در حال حاضر بهترین و مؤثرترین راه برای تکثیر گونه‌های آن استفاده از بذر می‌باشد (میرزاده واقفی^۵ و همکاران، ۲۰۱۳، ۲۰۱۰).

زالک از جمله گیاهانی است که جوانه‌زنی بذر آن به‌سختی انجام می‌شود (بوژارسکا^۶، ۲۰۱۱) و فرآیند جوانه‌زنی آن به ۲-۶ سال زمان نیاز دارد و گیاه پس از گذشت بیش از ۱۰ سال وارد فاز بلوغ و گلدهی می‌شود (کریستنسن، ۱۹۹۲). دو مکانیسم اصلی که باعث ایجاد رکود در بذر این جنس شده‌اند عبارت‌اند از: انباشت بازدارنده‌های رشد و توسعه پوشش‌های بذر که آگیری، قابلیت نفوذ گازها و شسته شدن بازدارنده‌ها را کنترل می‌کنند (نصیری^۷ و همکاران، ۲۰۰۸).

یکی از وقایع اولیه بحرانی در طی جوانه‌زنی بذر، حرکت ذخایر بذر (هیدرولیز و انتقال) است که برای رشد

طولی جنین ضروری بوده و انرژی فرآیندهای متابولیکی مختلف شامل تنفس و فعالیت‌های متابولیکی را تأمین می‌کند (بیشنوی^۸ و همکاران، ۱۹۹۳) بدین منظور برای نفوذپذیر کردن پوسته می‌بایست از تیمارهای سرمادهی، اسید سولفوریک و آب گرم استفاده کرد که سبب افزایش مقدار رطوبت بذر، مقدار اکسیژن و تسهیل در تبادل گازها و از طرفی حذف یا کاهش مواد بازدارنده جوانه‌زنی می‌شوند. تیمارهای ذکر شده می‌توانند ذخایر عناصر غذایی جنین را غنی و جوانه‌زنی را تسریع کنند (حیدری^۹ و همکاران، ۲۰۰۸).

جهت نرم شدن پوسته سخت بذر علاوه بر سرمای مرطوب، می‌بایست گرمای مرطوب جهت پیش‌رسی جنین نیز اعمال گردد که این سرمادهی و گرمادهی متناوب به‌واسطه اثری که در برطرف نمودن عوامل بازدارنده دارد سبب افزایش تعداد بذرهای جوانه‌زده در واحد زمان و در نهایت افزایش سرعت جوانه‌زنی می‌گردد (میرزاده واقفی و همکاران، ۲۰۱۰).

مطالعات گونق^{۱۰} (۱۹۹۶) نشان داد که تیمار در ۲۲ الی ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۵ روز و سپس در ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت ۹۰-۷۵ روز بر درصد جوانه‌زنی بذر گونه *Crataegus mollis* نتیجه مثبتی داشت.

خوشخوی^{۱۱} (۱۹۸۸)، روش‌های تکثیر زالک را بررسی نمود و بیان داشت که خراش دادن بذر با استفاده از اسید سولفوریک و اعمال سرمادهی به مدت ۵ ماه در ۴ درجه سانتی‌گراد و قرار دادن آن‌ها در بهار یا اوایل تابستان در هوای آزاد در ۲۱-۲۷ درجه سانتی‌گراد می‌تواند مفید باشد؛ زیرا بذریه‌هایی که پوسته سخت آن‌ها برطرف نمی‌شوند گاهی تا ۳ سال طول می‌کشد تا سبز شوند. پژوهشگران دیگری نیز بیان کرده‌اند که تیمار با اسید و به دنبال آن گرمادهی و سرمادهی، به شکستن خواب جنین و سرعت جوانه‌زنی کمک می‌کند (بوژارسکا، ۲۰۱۱).

¹ Williams and Buxton

² Arjomandi

³ Ghasemi

⁴ Christensen

⁵ Mirzadeh Vaghefi

⁶ Bujarska

⁷ Nasiri

⁸ Bishnoi

⁹ Heidari

¹⁰ Gongh

¹¹ Khoshkholi

ابتدا میوه‌های رسیده در فصل پاییز به روش دستی جمع‌آوری شده و در آزمایشگاه بذرها از گوشت میوه جدا و با آب شسته شدند. برای تیمار خراش‌دهی شیمیایی از اسید سولفوریک غلیظ (۹۸٪)، ساخت شرکت مرک استفاده گردید.

بدین ترتیب که بذرها را به نسبت یک به چهار (بذر به اسید) (نسبت حجمی) غوطه‌ور کرده و پس از گذشت زمان موردنظر (نیم و یک ساعت)، برای از بین رفتن بقایای اسید و رفع موانع شیمیایی از جمله بازدارنده‌های رشد واقع در پوسته چوبی زالاک (گاسلینگ^۳، ۲۰۰۷)، بذرها به مدت ۲۴-۴۸ ساعت در جریان آب جاری قرار گرفتند.

در این پژوهش علاوه بر سرمای مرطوب (جهت نرم شدن پوسته سخت بذر)، گرمای مرطوب برای پیش‌رسی جنین نیز اعمال گردید. برای انجام تیمار گرمای مرطوب: بعد از انجام تیمار اسید، یک قسمت بذر با سه قسمت پیت خزه مرطوب به‌عنوان نگهدارنده آب مخلوط گردید و هر تیمار به‌صورت جداگانه در کیسه‌های توری پلاستیکی داخل گلدان‌های بزرگ جعبه‌ای شکل حاوی ماسه و کوکوپیت مرطوب به نسبت (۱:۱) داخل گلخانه گرم و مرطوب با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، به مدت ۹۰ روز قرار گرفت.

در تیمار سرمای کیسه‌های توری حاوی بذر داخل کیسه‌های پلاستیکی حاوی ماسه مرطوب قرار گرفت و در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. بذرهایی که تیمار اسید روی آن‌ها اعمال نگردید به مدت ۲۴ ساعت در جریان آب جاری بوده و سپس مراحل گرمادهی و سرمادهی مرطوب روی آن‌ها اعمال گردید. در تمام تیمارها همیشه بذرها مرطوب بودند (مورگنسون^۴، ۲۰۰۰).

بعد از اعمال تیمارها، بذر در داخل گلدان و در هوای آزاد در دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد برای جوانه‌زنی در بستر کاشت خاک معمولی سترون شده کشت شدند.

گاربر و مورهد^۱ (۱۹۹۹) برای جوانه‌زنی بذر گونه‌های مختلف زالاک (*Crataegus spp.*) تیمار گرمایی ۲۴-۲۰ درجه سانتی‌گراد را به مدت ۹۰-۳۰ روز و به دنبال آن تیمار سرما به مدت ۱۸۰-۹۰ روز را توصیه کردند. گاسلینگ^۲ (۲۰۰۷) بیان داشت که در بعضی مواقع ممکن است جوانه‌زنی بذر زالاک تا ۱۸ ماه طول بکشد.

از آنجا که برای شکستن خواب بذر این گونه‌ها بررسی دقیق و جامعی نشده است، هدف از این پژوهش بررسی نیازهای جوانه‌زنی بذر و تعیین بهترین تیمارها برای شکست خواب بذر و جوانه‌زنی، کوتاه کردن مدت زمان تنژیدن بذور و در نتیجه حفظ ذخایر ژنتیکی برخی گونه‌های زالاک که در حال انقراض هستند، بوده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات تیمارهای مختلف بر شکستن خواب بذر هشت گونه زالاک بومی ایران، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد طی سال‌های ۹۴-۱۳۹۳ انجام شد. برای هر تیمار ۵۰ عدد بذر در نظر گرفته شد و برداشت میوه زالاک در پاییز ۱۳۹۳ انجام گرفت. تیمارهای مورد مطالعه شامل: خراش‌دهی شیمیایی با اسید سولفوریک (۹۸٪ در ۲ سطح زمانی نیم و یک ساعت و نیز بدون کاربرد اسید)، چینه‌سرمایی (تحت دمای ۴ درجه سانتی‌گراد در ۳ دوره ۹۰، ۱۰۵ و ۱۲۰ روزه) می‌باشد. یک دوره گرمادهی ۹۰ روزه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد جهت پیش‌رسی جنین برای تمامی گونه‌ها نیز اعمال گردید. هشت گونه زالاک مورد استفاده شامل:

C. microphylla – *C. songarica* – *C. atrosanguina* – *C. pseudoheterophylla* subsp. *turkestanica* – *C. meyeri* – *C. ambigua* – *C. azarolus* var. *aronia* – *C. assadii*

از گونه‌های جمع‌آوری شده از مناطق مختلف کشور (گلستان، بجنورد، اصفهان، قزوین و تبریز) می‌باشند.

³ Gosling

⁴ Morgenson

¹ Garber and Morhead

² Gosling

جدول ۱- مشخصات رویشگاه ژنوتیپ‌های وحشی زالاک

Table 1. Specifications of habitats of wild hawthorn genotypes

شماره Number	نام علمی گیاه Scientific name of the plant	منطقه بومی Native area	موقعیت جغرافیایی Geographic location
1	<i>C. microphylla</i> var. <i>microphylla</i>	Golestan	H:501 N: 37° 02' 50.9" E:55° 05' 15.8"
2	<i>C. pseudoheterophylla</i> subsp. <i>turkestanica</i>	North Khorasan	H:1125 N: 37° 30' 55" E:57° 09' 02.1"
3	<i>C. assadii</i>	North Khorasan	H:1125 N: 37° 30' 55" E:57° 09' 02.1"
4	<i>C. atrosanguinea</i>	Esfahan	H:2285 N: 31° 31' 14" E:51° 22' 20"
5	<i>C. songarica</i>	Qazvin	H:1745 N: 39° 43' 20" E:40° 30' 58.5"
6	<i>C. ambigua</i>	Qazvin	H:1745 N: 39° 43' 20" E:40° 30' 58.5"
7	<i>C. meyeri</i>	East Azarbaijan	H:1365 N: 66° 62' 44" E:43° 21' 87"
8	<i>C. azarolus</i> var. <i>aronia</i>	Kurdistan	H:1950 N: 36° 13' 42" E:46° 19' 28"

اسید و سرمادهی در سطح احتمال یک درصد بر صفات درصد و سرعت جوانه‌زنی بود.

در مورد اثرات سه‌گانه ژنوتیپ، اسید و سرمادهی و نتایج به دست آمده از شکل ۱، *C. turkestanica*، *C. songarica*، *C. atrosanguinea*، *C. aronia* و *C. assadii* بالاترین درصد جوانه‌زنی را در تیمار یک ساعت اسید و ۱۲۰ روز سرمادهی به ترتیب با ۳۲، ۲۱، ۲۲، ۱۶ و ۱۶ درصد، نشان دادند. در *C. microphylla* با برهمکنش تیمار اسید سولفوریک و سرمادهی، درصد بذر جوانه‌زده افزایش یافت اما در مجموع برای آن، غوطه‌وری در اسید سولفوریک به مدت نیم ساعت و سرمادهی ۱۰۵ روز توصیه می‌شود چرا که این ژنوتیپ دارای پوسته نازکی می‌باشد و اسید می‌تواند به جنین آن آسیب برساند و همچنین با افزایش مدت سرمادهی ریشه‌چه طویل شده و مناسب کشت مکانیکی نمی‌باشد.

با استفاده از روابط ۱ تا ۲، سرعت جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی محاسبه گردید.

$$\text{رابطه (۱): } \sum_{i=1}^j \frac{n_i}{D_i} = \text{سرعت جوانه‌زنی (آگراوال)}^1, (۱۹۹۲).$$

n_i تعداد بذره‌های جوانه‌زده در روزهای شمارش و D_i تعداد روز پس از شروع آزمایش است.

رابطه (۲): درصد جوانه‌زنی = (تعداد کل بذرها / تعداد بذره‌های جوانه‌زده) $\times 100$

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزار Excel و JMP 8 استفاده شد و در پایان میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی و در سطح احتمال یک درصد مقایسه شد و بهترین تیمار جوانه‌زنی برای هر گونه مشخص و معرفی گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) حاکی از معنادار بودن اثرات اصلی و متقابل دوگانه و سه‌گانه ژنوتیپ،

¹ Agrawal

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات جوانه‌زنی بذر زالزالک تحت تیمارهای مختلف شکستن خواب بذر

Table 2. Analysis of variance of germination traits of hawthorn seeds under different treatments of seed dormancy breaking

Sources variation	منابع تغییر	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات Mean Squares	
			درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate
Sulfuric acid	اسید سولفوریک	2	1046.167**	72.42681**
Chilling	سرمادهی	2	720.056**	56.15389**
Genotype	ژنوتیپ	7	138.685**	21.27439**
Acid × chilling	اسید×سرمادهی	4	257.389**	22.16111**
Acid × Genotype	اسید×ژنوتیپ	14	68.177**	5.56882**
Chilling × Genotype	سرمادهی×ژنوتیپ	14	100.479**	7.96669**
Acid × Chilling × Genotype	اسید×سرما×ژنوتیپ	28	42.733**	4.29011**
Error	خطا	144	5.667	0.5813
Coefficient of variation (%)	درصد ضریب تغییرات		45.344	54.03

** نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال خطای یک درصد

** indicates a significant difference at the level of one percent error probability.

assadii بالاترین سرعت جوانه‌زنی را در تیمار یک ساعت اسید و ۱۲۰ روز سرمادهی، *C. meyeri*، *C. ambigua* و *C. microphylla* بالاترین سرعت جوانه‌زنی را در تیمار نیم ساعت اسید و ۱۰۵ روز سرمادهی داشتند. پژوهش‌های زیر مؤید این موضوع است.

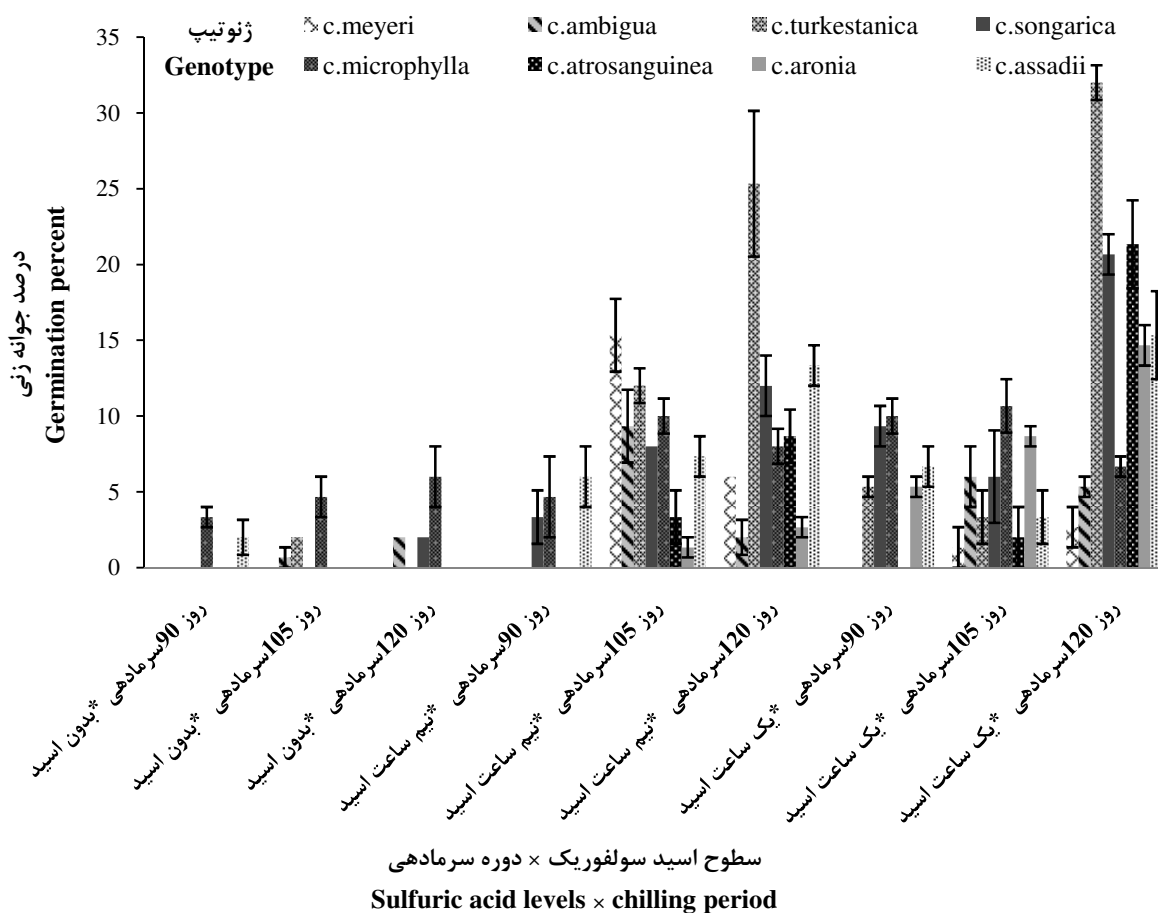
پیتو و دینوی^۲ (۲۰۰۱) در مورد (*Crataegus spp.*) خواب بذر را از نوع درونی معرفی کرده‌اند و بیان داشتند که با یک تیمار آب گرم برای مدت ۱۶-۴ هفته همراه با یک سرمای ۳۶-۱۲ هفته‌ای برطرف می‌شود و خراش‌دهی قبل از پیش تیمار گرما به همراه سرما را مثمر ثمر یاد کرده‌اند.

C. meyeri و *C. ambigua* نیز به تیمار نیم ساعت اسید و ۱۰۵ روز سرمادهی پاسخ بهتری نشان دادند اما با توجه به پایین بودن درصد جوانه‌زنی در *C. ambigua* می‌بایست مطالعه دقیق‌تری روی آن صورت گیرد. در مجموع برهمکنش تیمار اسید سولفوریک و چینه‌سرمایی نقش مهمی در افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر اکثر ژنوتیپ‌ها ایفا کردند و این مسئله نشان می‌دهد که یکی از دلایل خواب در این بذر از نوع فیزیکی و به‌واسطه سختی پوسته آن است چرا که خراش‌دهی به‌وسیله اسید و سرمادهی تا حد زیادی بر جوانه‌زنی مؤثر بوده و به جذب رطوبت بیشتر و در نتیجه تنظیم هورمونی (جیبرلیک اسید و آبسیزیک اسید) به نفع جوانه‌زنی بذر کمک کرده است (میرزاده واقفی و نصیری^۱، ۲۰۱۳).

در مورد اثرات سه‌گانه ژنوتیپ، اسید و سرمادهی و نتایج به دست آمده از شکل ۲ *C. turkestanica* و *C. songarica* و *C. atrosanguina* و *C. aronia* و *C.*

² Peitto and Dinoi

¹ Mirzadeh Vaghefi and Nasiri



شکل ۱- برهمکنش تیمارهای اسید سولفوریک، دوره سرمادهی و ژنوتیپ برای درصد جوانه‌زنی. بارها نشان‌دهنده خطای استاندارد میانگین‌ها می‌باشند (در ۳ تکرار)

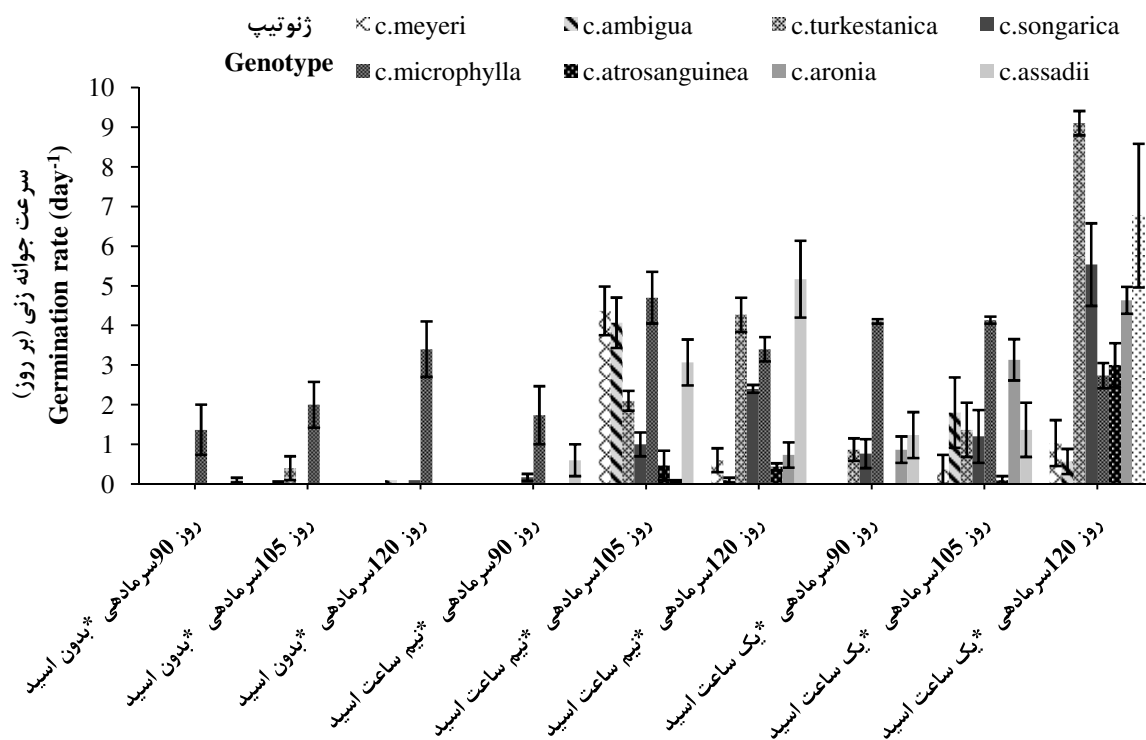
Figure 1. Effect of interactions of sulfuric acid, chilling period and genotype on germination percentage. The bars represent the standard error of the means (in 3 replications).

جوانه‌زنی زمانی مشاهده شد که بذور بدون خراش بودند در حالی که دوره‌های سرما و گرما را طی کرده بودند. اسید سولفوریک قادر است با کاهش استحکام پوسته بذر و نقش بازدارندگی آن، سبب افزایش جوانه‌زنی و بهینه‌سازی این فرآیندها گردد (مکی‌زاده‌تفتی و همکاران^۲، ۲۰۰۶). همچنین پیتو و دینوی (۲۰۰۱) بر این باورند که گذشتن دو بهار در طبیعت با تیمار اسید سولفوریک (از ۳۰ دقیقه تا ۲ ساعت برای *C.monogyna* به همراه ۴ هفته تیمار گرما و ۱۲ هفته تیمار سرما برابر است. سرمادهی نیز علاوه بر تهیه محرک‌های جوانه‌زنی و

برندا^۱ و همکاران (۲۰۰۴) نیز گزارش کردند که تیمار اسید و به دنبال آن گرمادهی و سرمادهی به شکستن خواب جنین و سرعت جوانه‌زنی بذر زالک کمک می‌کند. طبق تحقیقات میرزاده واقفی و نصیری (۲۰۱۳) نیز بالاترین درصد و سرعت جوانه‌زنی در گونه *Crataegus assadii* با اعمال تیمار گرما به مدت ۳ ماه با دمای ۱۸ درجه سانتی‌گراد و به دنبال آن به مدت چهار و نیم ماه سرمادهی در ۴ درجه سانتی‌گراد روی بذورهای خراش داده شده با سمباده حاصل گردید و کم‌ترین درصد

² Makkizadeh

¹ Brenda



سطوح اسید سولفوریک × دوره سرمادهی
Sulfuric acid levels × chilling period

شکل ۲- برهمکنش تیمارهای اسید سولفوریک، دوره سرمادهی و ژنوتیپ برای سرعت جوانه‌زنی. بارها نشان‌دهنده خطای استاندارد میانگین‌ها می‌باشند (در ۳ تکرار)

Figure 2. Effect of interactions of sulfuric acid, chilling period and genotype on germination rate. The bars represent the standard error of the means (in 3 replications).

۱۲۰ روز و تیمار سرمادهی ۱۲۰ روز بالاترین جوانه‌زنی، با ظهور ریشه‌چه کوچک با طول کم در طی دوره سرمادهی حاصل گردید. دوره‌های طولانی‌تر سرمادهی از ۱۸۰ تا ۲۴۰ روز منتج به افزایش بیش از حد طول ریشه می‌گردد و کشت مکانیکی را مشکل یا غیرممکن می‌سازد.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به‌دست آمده ژنوتیپ‌های *C. turkestanica* و *C. songarica* و *C. atrosanguinea* و *C. aronia* و *C. assadii* بالاترین درصد و سرعت جوانه‌زنی را در تیمار یک ساعت اسید سولفوریک بعلاوه ۱۲۰ روز سرمادهی داشتند و در ژنوتیپ‌های *C. microphylla* و *C. meyeri* بالاترین

رفع موانع فیزیولوژیکی باعث افزایش مقاومت دانه جوانه‌زده شده و به استقرار و رشد بعدی آن کمک می‌کند (نصیری و همکاران، ۲۰۰۳). گرونفله^۱ (۱۹۹۳) نیز با پژوهشی که روی اثر دمای پایین بر میزان جوانه‌زنی بذرهای گونه‌های زالزالک امریکای شمالی انجام داد به این نتیجه رسید که قرار دادن بذرها در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد می‌تواند درصد جوانه‌زنی را تا ۲۴ درصد افزایش دهد. همچنین بونر (۲۰۰۸) اعلام کرد که چینه-سرمایی پس از گرمای مرطوب یا دو الی سه دوره متوالی از چینه سرمایی و گرمای مرطوب برای شکستن رکود بذرهای زالزالک مؤثر واقع گردید. مورگنسون (۲۰۰۰) نیز به این نتیجه رسید که با اعمال تیمار گرما بین ۶۰ تا

¹ Qrunfleh

درصد و سرعت جوانه‌زنی از تیمار نیم ساعت اسید سولفوریک بعلاوه ۱۰۵ روز سرمادهی حاصل شد.

منابع

- Agrawal, R.L. 1992. Seed technology. Oxford and IBH publishing Co. LTD. New Delhi. 376p.
- Arjomandi, A. 2006. Morphological and taxonomic study of some species of Hawthorn (*Crataegus*) in the provinces of Golestan, Khorasan and Kerman. M.Sc. dissertation, Department of horticulture, faculty of agriculture, Shahid Bahonar university of Kerman. [In Persian with English Summary].
- Bishnoi, N.R., Sheroran, I.S., and 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(4): 583-589. <https://doi.org/10.1007/BF02928036>
- Bonner, F. 2008. The woody plant seed manual. United States department of agriculture, agriculture handbook. 727p.
- Brenda, B., Jennings, W., and Rawlinson, R. 2004. *Crataegus saligna* (willow hawthorn). University of Colorado Herbarium, Boulder, Co. 37p.
- Bujarska, B. 2011. Breaking of seed dormancy, germination and seedling emergence of the common hawthorn (*Crataegus monogyna* Jacq.). *Dendrobiology*, 47: 61-70.
- Christensen, K.I. 1992. Revision of *Crataegus* sect. *Crataegus* and *Nothosect*. *Crataeguineae* (Rosaceae-Maloideae) in the old world. *Systematic Botany Monographs*, 35: 1-199 <https://doi.org/10.2307/25027810>
- Garber, M.P., and Morhead, D.J. 1999. Selection on production and establishment of wetland trees and shrubs. Bulletin-Cooperative Extension Service, University of Georgia, College of Agriculture (USA). 45 p.
- Ghasemi, A. 2010. The final report of the project and the selection of the most suitable vegetative base for Quince, Isfahan cultivar. First edition, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research Center. [In Persian].
- Gongh, R.E. 1996. Growing trees and shrubs from seeds, Montguid Agriculture MT9604. Montana state University, 24p.
- Gosling, P. 2007. Raising trees and shrubs from seed. Forestry commission practice guide. Forestry Commission. 18-28.
- Heidari, M., Rahemi, M., and Daneshvar, M.H. 2008. Effects of mechanical, chemical scarification and stratification on seed germination of *Prunus scoparia* (Spach.) and *Prunus webbii* (Spach.) Vierh. *American Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 3(1): 114-117.
- Khoshkhai, M. 1988. Propagation methods of ornamental plants. Shiraz University Press, 93p. [In Persian].
- 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 tinctorum* L., *Echinacea angustifolia* D.C. and *Myrtus communis* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 22(2): 116-105. [In Persian with English Summary].
- Mirzadeh Vaghefi, S.S., Jamzad, Z., Jalili, A., and Nasiri, M. 2013. Effect of gibberellic acid, sulfuric acid, and potassium nitrate on germination of three native Iranian hawthorn seeds. *Journal of*

- Forest and Wood Products. Iranian Natural Resources Journal, 66(2): 135-146. [In Persian with English Summary].
- Mirzadeh Vaghefi, S.S., and Nasiri, M. 2013. The effects of physical and chemical factors on the seed germination of *Crataegus assadii*. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 26(3): 366-374. [In Persian with English Summary].
- Mirzadeh Vaghefi, S.S., Jamzad, Z., Jalili, A., and Nasiri, M. 2010. Study on dormancy breakage and germination in three species of hawthorn (*Crataegus aminii*, *C. persica* and *C. babakhanloui*). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 17(4): 544-559. [In Persian with English Summary].
- 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.
- Nasiri, M., Arefi, H.M., and Eisvand, H.R. 2008. Seed germination in Kozal (*Diplotaenia damavandica* Mozaffarian, Hedge and Lamond). Seed Science and Technology, 36(1): 214-217. <https://doi.org/10.15258/sst.2008.36.1.25>
- Peitto, B., and Di Noi, A. 2001. Seed propagation of Mediteranean trees and shrubs. APAT Press, Italy, 99 p.
- Qrunfleh, M.M. 1993. Studies on the howthorn (*Crataegus azarolus*), A potential rootstock for Golden Delicious apple and Williams pear. Journal of Horticultural Science, 68(6):983-987. <https://doi.org/10.1080/00221589.1993.11516439>
- Williams P.A., and Buxton R.P. 1986. Howthorn (*Crataegus monogyna*) population in mid-Canterbury. New Zealand Ecological Society, 9: 11-17.

Facilitating Seed Germination of Eight Species of Hawthorn (*Crataegus* spp.) Native of Iran, Using Chemical Scarification and Cold Stratification

Masume Hematifar¹, Ali Tehranifar^{2,*}, Bahram Abedi³, Hasan Akbari Bishe⁴

¹M.Sc. Student of Horticulture and Landscape, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

²Professor, Department of Horticultural Science and Landscape, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

³Assistant Professor, Department of Horticultural Science and Landscape, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

⁴Academic Member in the Center for Agricultural Research in Isfahan, Isfahan, Iran

*Corresponding author, E-mail address: tehranifar@um.ac.ir

(Received: 08.02.2017 ; Accepted: 17.03.2018)

Abstract

Given the medicinal and ornamental properties of Hawthorn (*Crataegus* spp.), and given that there are some problems in its propagation, which is due to the hard cover of the seeds and immature embryo, working out techniques that can facilitate the process of seeds' germination is of great import. Thus, the present study sought to identify the best method for the purpose of breaking the seed dormancy of 8 species of native hawthorn of Iran. The study was carried out as factorial with a completely randomized design and had three replications. The first, second and third factors were, respectively species of Hawthorn in eight levels, sulfuric acid in three levels (half and an hour versus non-treated (control) and chilling treatment in three levels (90, 105 and 120 days, respectively). The results showed that the highest percentage of germination (32%) and germination rate (9.1 day⁻¹) were obtained under the interaction of sulfuric acid treatment for one hour, followed by a 120-day chilling period in *C.turkestanica*, which had a significant difference with other treatments. It is concluded that hawthorn seeds have deep endocarp and physiological dormancy. The interaction of Sulfuric acid treatment and moist chilling play an important role in increasing the percentage and speed of germination of Hawthorn seeds.

Keywords: Sulfuric acid, Seed dormancy, Germination percentage, Cold stratification

Highlights:

1. Achieving the best way to break the dormancy of Hawthorn seeds in different species and genotypes.
2. Shortening the seeds' germination time.

