مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۱۸ شماره ۲ صفحه‌های ۱۲۹ تا ۱۴۲ (۱۳۹۶)

ارزیابی خفتگی و تنزگی بذر زالزالک گونه *Crataegus atrosanguinea*[۱]

Evaluation of Seed Dormancy and Germination in Hawthorn (*Crataegus atrosanguinea*)

مرتضی اسکندری، بهرام بانی نسب، سیروس قبادی و مهدیه غلامی*[۲]

چکیده

زالزالک یکی از پایه‌های بذری متحمل به کم‌سبزینگی ناشی از کمبود آهن برای درختان بِه و گلابی در شرایط خاک‌های آهکی است. اما خفتگی دوگانه بذر، درصد پایین تنزگی و همچنین طولانی بودن مدت زمان این فرایند برای تولید دانهال پیوندی از دشواری‌های آن است. این پژوهش با هدف برطرف نمودن خفتگی بذر زالزالک، افزایش درصد تنزگی بذرها و کاهش طول دوره تنزگی بذر این گونه، به‌منظور کاهش طول دوره تولید دانهال و کاهش مدت زمان فرایند تولید نهال‌های پیوندی انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح به‌طورکامل تصادفی با ۳ تکرار انجام و اثر خراش‌دهی بذر با سولفوریک‌اسید غلیظ (۹۸٪) در سه بازه زمانی ۰، ۱/۵ و ۳ ساعت و چهار دوره تناوب دمایی گرم – سرد بر زالزالک گونه *Crataegus atrosanguinea* بررسی شد. همچنین تنزگی رویان این گونه نیز در آزمایشگاه کشت‌بافت با استفاده از ترکیب تیمارهای چینه سرمایی با نیترات پتاسیم و جیبرلیک‌اسید بررسی شد. نتیجه‌ها نشان داد افزایش مدت زمان خراش‌دهی و تناوب دمایی سبب افزایش معنی‌دار درصد تنزگی، میانگین تنزگی روزانه، سرعت تنزگی (کاهش مدت زمان رسیدن تا ۵۰ درصد تنزگی پایانی (T50)) و شاخص بنیه بذر و همچنین کاهش میانگین زمان لازم برای تنزگی بذر نسبت به تیمار شاهد شد. کاربرد چینه سرمایی و تیمار جیبرلیک اسید در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیز موجب کاهش معنی‌دار میانگین زمان لازم برای تنزگی و افزایش درصد تنزگی، میانگین تنزگی روزانه، شاخص تنزگی و شاخص بنیه بذر در آزمون تنزگی رویان گونه *C. atrosanguinea* شد.

واژه‌های کلیدی: تناوب دمایی، تنزگی، خراش‌دهی، خفتگی بذر، زالزالک.

مقدمه

کمبود عنصرهای کم‌مصرف در خاک‌ها، گستردگی جهانی دارد و بسیاری از زمین‌های کشاورزی دنیا با کمبود یک یا چند عنصر کم مصرف روبه‌رو هستند (۲). آهن از جمله عنصرهای کم‌مصرف مؤثر در رشد و نمو گیاه است (۲۴)، که اگرچه مقدار نیاز گیاه به آن اندک است، اما به‌دلیل نقش ساختاری این عنصر، در صورت نبود مقدار قابل‌دسترس آن، گیاه با تنش‌های فیزیولوژیکی مانند غیرفعال شدن سیستم‌های آنزیمی و دیگر فعالیت‌های سوخت‌وسازی وابسته به‌وجود آهن مانند ساخت کلروفیل که مسئول فعالیت‌های فتوسنتزی گیاه است، مواجه می‌شود. همچنین به‌دلیل نقش مؤثر آن در ساخت پروتئین در گیاه، در نتیجه کمبود این عنصر، رشد و عملکرد گیاه به‌شدت کاهش می‌یابد (۲۰).

۱- تاریخ دریافت: ۹۶/۲/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۶/۹/۲۲

۲- به‌ترتیب دانشجوی پیشین کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیاران گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (mah.gholami@cc.iut.ac.ir).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.3.8]

جلوگیری از بروز کم سبزینگی[1]نا شی از کمبود آهن در باغها و مزرعه‌ها با ا ستفاده از روش‌های زراعی مانند اصلاح خاک، کاربرد روش‌های به‌زراعی، استفاده از رقم‌ها و پایه‌های متحمل و تغذیه درختان و گیاهان با کودهای دارای آهن قابل جذب، امکان‌پذیر ا ست (۱۳). گرچه به‌کارگیری این روش‌ها می‌تواند مؤثر با شد، اما برخی از آن‌ها هزینه‌های بسیاری را به‌دنبال دارند و از نظر اقتصادی پیشنهاد نمی‌شوند (۷). مهم‌ترین راهکار اقتصادی و پایدار برای تحمل به شرایط نامساعد آب و خاک در درختان میوه، استفاده از پایه‌ها و نژادگان‌های متحمل می‌باشد. در صورتی که رقم و یا پایه مورد استفاده به‌طور طبیعی به شرایط خاک متحمل باشد، پیشگیری روش کم‌هزینه‌تر و اقتصادی‌تری برای کاهش اثر کمبود آهن خواهد بود (۶). کم سبزینگی نا شی از کمبود آهن، یک نابسامانی مهم در درختان گلابی و بِه در خاک‌های آهکی با pH بالا اســت (۳۵). اســتفاده از پایه‌های بذری بِه و گلابی در شــرایط خاک‌های آهکی به‌دلیل حســاســیت به کم‌ســبزینگی ناشــی از کمبود آهن، پیشــنهاد نمی‌شــود (۳). از نظر مقدار سازگاری برای کا شت درختان به و گلابی در شرایط نامنا سب آبی و خاکی، پایه بذری زالزالک به‌دلیل سازگاری بالا نسبت به این شرایط و تحمل نسبی به خشکی به‌عنوان پایه استفاده می‌شود (۶).

زالزالک (*Crataegus* sp.) درخت یا درختچه‌ای خزان‌دار از تیره وردسانان[2] و زیر تیره Maloideae می‌باشد. در ســراســر جهان بیش از ۱۰۰۰ گونه زالزالک به‌شــکل درخت و درختچه شــناســایی و در ایران از این جنس، ۲۵ گونه شــناســایی و معرفی شــده اســت (۵). گونه *C. atrosanguinea* درختی اســت با ارتفاع ۱۰ تا ۱۲ متر، با شاخه‌های جوان، صاف و ارغوانی رنگ که با گذشت زمان خاکستری رنگ می‌شوند. به‌طور معمول، بی‌خار و یا با خارهای اندک به طول ۱/۵ سانتی‌متر است. دمبرگ کوتاه، پهنک مات و کبود رنگ و تخم‌مرغی شکل و بریدگی‌های عمیق با ۵ تا ۷ لوب و با دندانه‌های نامنظم دارد. پشــت و روی برگ‌های جوان و کنار رگبرگ‌های آن کم و بیش کرک‌دار ا ست و سپس صاف می شود. گل‌آذین آن ۴ تا ۶ گل و گل‌ها یک پایک بلند و صاف دارند. میوه آن قرمز تیره و کروی به قطر ۱۲ تا ۱۸ میلی‌متر و دارای ۲ عدد بذر ا ست. فصل گلدهی آن نیمه دوم فروردین ماه ا ست. از نظر پراکندگی جغرافیایی گزارش‌هایی مبنی بر انتشار آن در ایران، ترکیه و بسیاری از کشورهای شوروی سابق وجود دارد. این گونه در ایران، در شمال، غرب و مرکز یافت می‌شود (۵).

یافته‌های کمی در مورد افزایش رویشی زالزالک با قلمه ساقه در د سترس ا ست. دیر و هیو سر (۱۶) گزارش کردند کوشــش‌های قبلی انجام شــده در این مورد، موفقیت اندکی داشــته اســت، در حالی‌که دیر (۱۵) و هارتمن و همکاران (۲۱) به افزایش با قلمه ســاقه اشــاره نکردند. به هرحال زمانی که قلمه چوب نرم دو رقم زالزالک بومی منطقه‌های شــرقی آمریکای جنوبی به نام‌های Super Spur و Super Berry، با ۸۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نمک پتاســیم ایندول بوتیریک اســید و ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نمک پتاســیمی نفتالن اســتیک اســید، تیمار شــدند، ۳۵٪ ریشه‌زایی گزارش شد (۲۹). قلمه‌های چوب سخت این گونه‌ها، ریشه‌زایی ضعیفی را نشان داد و در نهایت ۱۰٪ ریشه‌زایی به‌دست آمد (۱۰). افزایش رویشی زالزالک با پیوند زدن، در باغبانی صنعتی استفاده شده است. پیوند جوانه[3] منا سب‌ترین روش افزایش به کار گرفته برای بیشتر رقم‌های زالزالک می‌با شد (۱۶). برای افزایش زالزالک، پیوند ریشه نیز استفاده شده است، اما کاربرد بسیار اندکی دارد (۲۹). در ایالت متحده امریکا، زالزالک واشنگتنی[4] در میان گونه‌های مختلف به‌عنوان یک پایه عمومی در نظر گرفته می‌شــود، زیرا بذر این گونه از زالزالک تنژگی آسان‌تری نسبت به دیگر گونه‌ها دارد (۱۹).

نتیجه‌ها نشــان داده اســت که اســتفاده از زالزالک به‌عنوان پایه تجاری درختان بِه در منطقه اصــفهان موجب پاکوتاهی، پرباری و افزایش تحمل نسبت به تنش‌های محیطی می شود (۲۷). کرانفله (۳۱) گزارش نمود که ا ستفاده از زالزالک *C. azarolus* L. به‌عنوان پایه بذری برای گلابی رقم ویلیامز و سیب رقم گلدن دلیشز، سبب پاکوتاهی،

۱- Chlorosis ۲- Rosaceae ۳- T Budding ۴- *C. phaenopyrum*

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.3.8]

زود باردهی، پاجوش‌دهی بیش از حد و زودتر باز شدن جوانه‌ها می‌شود. همچنین بعضی از پژوهشگران معتقدند که پایه بذری زالزالک به‌دلیل سازگاری با خاک‌های آهکی و تحمل نسبی به خشکی، به‌عنوان پایه برای درختان گلابی و به مناسب است (۱۱). با این حال یکی از دشواری‌های پیش روی تولیدکنندگان پایه بذری زالزالک، خفتگی بذر، تنزگی اندک و نیاز به زمان طولانی برای تنزگی بذر این درخت می‌باشد.

بذرهای بسیاری از گونه‌های زالزالک دارای خفتگی دوگانه هستند (۲۱). بنابراین پیش تیمارهای تنزگی به‌طور معمول شامل خراش‌دهی با اسید و به‌دنبال آن یک دوره چینه‌سرمایی است (۲۱). فرانکلین و همکاران (۱۹) بیان کردند که زالزالک بومی منطقه‌های معتدل گرم، فقط خفتگی درون‌بر دارد، در حالی‌که گونه‌های بومی منطقه‌های سردتر، خفتگی رویانی را همراه با خفتگی درون‌بر نشان می‌دهند. برخی گونه‌های درون‌بر ضخیم ندارند و بدون خراش‌دهی با اسید، می‌تنزند. در مقابل، گونه‌های دیگر که درون‌بر ضخیم دارند، به ۷ تا ۸ ساعت خراش‌دهی با اسید پیش از کاربرد دیگر پیش تیمارها نیاز دارند (۲۱). نتیجه بررسی‌های انجام شده در مورد رفع خفتگی بذر زالزالک گونه *C. pedicellata*، نیز نشان داده است که تیمارهایی مانند خراش‌دهی شیمیایی با سولفوریک‌اسید غلیظ و تناوب دمایی گرما و سرما، در مدت زمان‌های متفاوت اثرهای مثبتی بر تنزگی بذرها داشته‌اند (۹). پژوهش‌های صورت گرفته روی حذف موانع تنزگی بذر و رشد دانهال زالزالک گونه *C. monogyna* نیز نشان می‌دهد، خراش‌دهی بذرها با سولفوریک‌اسید غلیظ به مدت ۲ ساعت و تناوب دمایی ۲۰ تا ۳۰ درجه سلسیوس به مدت ۱۶ هفته و ۳ درجه سلسیوس به مدت ۱۴ هفته و سپس کشت در خاک سرد، دوره تنزگی را کاهش می‌دهد (۸). بنابراین اهمیت موضوع تنزگی بذر گونه‌های زالزالک و نتیجه‌های ضد و نقیضی که در پژوهش‌های پیشین در گونه‌های مختلف زالزالک گزارش شده است، سبب شد مطالعه‌ای با هدف برطرف نمودن خفتگی بذر زالزالک گونه *C. atrosanguinea*، افزایش درصد تنزگی بذر و کاهش طول دوره تنزگی بذر این گونه به‌منظور کاهش طول دوره تولید دانهال و مدت زمان فرایند تولید نهال‌های پیوندی انجام شود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی خفتگی و تنزگی بذر زالزالک *C. atrosanguinea*، دو آزمایش جداگانه به شرح زیر انجام شد.

آزمایش اول: آزمون خراش‌دهی بذر همراه با تیمار دمایی

میوه‌های زالزالک گونه *C. atrosanguinea* به‌عنوان منبع بذری از منطقه نصرآباد در اصفهان با ارتفاع ۱۵۸۰ متر از سطح دریا جمع‌آوری شدند. پس از جمع‌آوری، بذر از گوشت میوه، به‌طور کامل جدا شد. در ادامه بذرها در دمای اتاق و در سایه به‌طور کامل خشک و سپس تا زمان آغاز آزمایش در دمای ۴ درجه سلسیوس نگه‌داری شدند. برای اطمینان از زیوایی بذرها، آزمون زیوایی در ۲۰ عدد بذر که پوسته آن‌ها به‌طور کامل حذف شده بود با استفاده از ترکیب تترازولیوم کلرید (ساخت شرکت Merck) انجام شد که در این بررسی مشاهده شد ۹۰٪ بذرها زنده هستند.

به‌منظور پی بردن به بازه زمانی تیمار با سولفوریک‌اسید غلیظ ۹۸٪ (ساخت شرکت Merck) برای خراش‌دهی، ابتدا پیش تیماری در بازه زمانی صفر تا ۴ ساعت و با فاصله نیم ساعت انجام شد. نتیجه‌ها نشان داد مدت زمان‌های تیمار بیش از ۳ ساعت سبب نفوذ سولفوریک‌اسید به درون بافت اسفنجی داخلی پوسته بذر و آسیب به رویان می‌شود. بر همین اساس زمان‌های بیش از ۳ ساعت از برنامه حذف شدند. به‌منظور بررسی اثر پوسته بذر در پدیده خفتگی، نخست بذرها به سه دسته تقسیم شدند: روی گروه اول هیچ‌گونه تیمار خراش‌دهی صورت نگرفت، در حالی‌که دو گروه دیگر به‌منظور قابل نفوذ کردن پوسته برای آبگیری و تبادل‌های گازی، با سولفوریک‌اسید غلیظ و به مدت‌های ۱/۵ و یا ۳ ساعت تیمار شدند. به‌منظور خراش‌دهی، بذرها در دمای اتاق به نسبت یک قسمت بذر و سه قسمت اسید آمیخته شدند و در طول تیمار هر از چندی توده بذرها به آرامی به هم زده می‌شد، تا بذرها به‌طور

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.3.8]

یکنواخت زیر تأثیر اسید قرار بگیرند و از انباشت ماده‌های سیاه رنگ و ریزی که از پوسته آن خارج می‌شود، جلوگیری شود. پس از خراش‌دهی بذر با اسید در سه بازه زمانی ۰، ۱/۵ و ۳ ساعت، بذرها درون یک کیسه توری و به مدت ۴۸ ساعت در زیر جریان آب جاری برای شست و شوی بقایای احتمالی اسید قرار داده شدند و در ادامه بذرها به‌صورت جداگانه در کیسه‌های پلاستیکی دارای ماسه قرار گرفتند.

برای اعمال دوره تناوب دمایی، بذرهای درون هر یک از کیسه‌های پلاستیکی به دو دسته تقسیم شدند: یک دسته به مدت ۳ ماه در اتاقک رشد با دمای ۲۰ درجه سلسیوس و دسته دیگر به همین مدت در اتاقک رشد دیگری با دمای ۳۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند. رطوبت بسترهای دارای بذر به‌صورت روزانه بازرسی و در صورت نیاز، سطح آن با آب مرطوب می‌شد. پس از پایان دوره نگه‌داری در دمای ۲۰ و یا ۳۰ درجه سلسیوس، دوباره بذرها به دو گروه تقسیم و برای اعمال دوره ۳ یا ۴/۵ ماهه دمای ۴ درجه سلسیوس، بذرها به این دما منتقل شدند و رطوبت مانند قبل کنترل شد. بنابراین درکل تیمارهای مورد استفاده عبارت بودند از:

۱-خراش‌دهی بذرها با سولفوریک‌اسید غلیظ ۹۸٪ به مدت ۰، ۱/۵ و یا ۳ ساعت.

۲-تیمار دمایی دور اول (۳ ماه دمای ۲۰ درجه سلسیوس و سپس ۳ ماه دمای ۴ درجه سلسیوس).

۳-تیمار دمایی دور دوم (۳ ماه دمای ۳۰ درجه سلسیوس و سپس ۳ ماه دمای ۴ درجه سلسیوس).

۴-تیمار دمایی دور سوم (۳ ماه دمای ۲۰ درجه سلسیوس و سپس ۴/۵ ماه دمای ۴ درجه سلسیوس).

۵-تیمار دمایی دور چهارم (۳ ماه دمای ۳۰ درجه سلسیوس و سپس ۴/۵ ماه دمای ۴ درجه سلسیوس).

تیمارها به‌صورت آزمایش فاکتوریل ۴×۳ (چهار سطح تیمار دمایی و سه سطح خراش‌دهی) در قالب طرح به‌طورکامل تصادفی در ۳ تکرار و ۳۰ عدد بذر در هر تکرار با هم مقایسه شدند.

پس از پایان دوره تناوب دمایی گرم - سرد، جهت بررسی تنزگی، بذرها به‌طور کامل جداسازی شدند. بذرهای جدا شده از هر گروه با توجه به‌مدت زمان خراش‌دهی آن‌ها، درون پتری‌دیش‌هایی که کاغذ صافی واتمن شماره ۱ داشتند، در دمای ۲۵ درجه سلسیوس با تناوب نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی قرار داده شدند. به‌منظور جلوگیری از ایجاد آلودگی احتمالی، قارچ‌کش اپیرودیون + کاربندازیم ۵۲/۵٪ با نام تجاری رورال تی اس با غلظت ۲ در هزار به پتری‌دیش‌ها افزوده شد. عامل‌های مختلف مربوط به تنزگی بذرها به‌طور روزانه بررسی شد.

آزمایش دوم: بررسی تنزگی رویان گونه‌ی *C. atrosanguinea*

این آزمایش در آزمایشگاه کشت بافت گروه باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان با هدف تأیید نتیجه‌های قبلی در گونه *C. atrosanguinea* انجام و در آن تیمارهای زیر مقایسه شد:

۱. کاربرد نیترات پتاسیم در سه غلظت ۰، ۵۰۰۰ یا ۱۰۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر، با و یا بدون سرمادهی در دمای ۴ درجه سلسیوس.

۲. کاربرد جیبرلیک اسید در سه غلظت ۰، ۱۰۰ یا ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر، با و یا بدون سرمادهی در دمای ۴ درجه سلسیوس.

ویژگی‌های مورد بررسی در این آزمایش شامل درصد تنزگی پایانی، میانگین تنزگی روزانه، سرعت تنزگی (T50)، میانگین زمان لازم برای تنزگی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، شاخص تنزگی و شاخص بنیه بذر بود که به شرح زیر اندازه گیری شدند. ثبت زمان تنزگی بذرها، روزانه با شمارش تعداد بذرهای تنزیده از روز اول تنزگی آغاز و تا پایان تنزگی به صورت فاکتوریل ۵×۲ (۲ تیمار شیمیایی و از هر کدام دو سطح و در مجموع ۵ تیمار) و در قالب طرح به‌طورکامل تصادفی در ۳ تکرار و هر تکرار شامل ۱۰ عدد رویان جدا شده، انجام شد.

درصد تنزگی. درصد تنزگی با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (۲۸).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.3.8]

$$FGP = \frac{N_t}{N} \times 100$$

که در آن FGP، درصد تنژگی پایانی، N_t، تعداد بذرهای تنژیده ثبت شده در هر تیمار و در پایان آزمایش و N نیز تعداد کل بذرهای استفاده شده در آزمایش است.

میانگین تنژگی روزانه. میانگین تنژگی روزانه با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (۲۱).

$$MDG = \frac{FGP}{D}$$

MDG، FGP و D به‌ترتیب میانگین تنژگی روزانه، درصد تنژگی پایانی و تعداد روزهای انجام آزمایش را شامل می‌شود.

سرعت جوانه زنی (T_{50}). تعداد روز لازم برای رسیدن به ۵۰٪ تنژگی پایانی در هر تیمار است (۱۵).

میانگین زمان لازم برای تنژگی. میانگین زمان تنژگی بذر با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (۲۹).

$$MGT = \frac{(n_1 \times t_1) + (n_2 \times t_2) + \cdots + (n_i \times t_i)}{T}$$

که در آن، MGT: میانگین زمان لازم جوانه زنی، n: روزnام شمارش بذر تنژیده پس از آغاز آزمایش، t: تعداد بذر تنژیده در هر روز شمارش و T: تعداد کل بذر تنژیده است.

شاخص بنیه بذر[۲]. شاخص بنیه بذر با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (۹).

$$SVI = FGP \times L$$

که در آن، SVI: شاخص بنیه‌ی بذر، FGP: درصد تنژگی پایانی و L: طول گیاهچه (طول ریشه‌چه + طول ساقه‌چه) است.

واکاوی آماری داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵٪ و با استفاده از نرم افزار Statistix نسخه ۸ انجام شد.

نتایج

آزمایش اول: تأثیر خراش‌دهی و تیمارهای دمایی بر ویژگی‌های تنژگی بذر زالزالک

مقایسه میانگین‌ها نشان داد تیمارهای خراش‌دهی به‌طور معنی‌داری سبب افزایش درصد تنژگی نسبت به تیمار شاهد (بدون خراش‌دهی) شدند. از بین دو تیمار خراش‌دهی، بیشترین درصد تنژگی (۵۱/۹٪) مربوط به تیمار ۳ ساعت خراش‌دهی بذرها با سولفوریکا سید بود که نسبت به تیمار ۱/۵ ساعت خراش‌دهی با سولفوریکا سید (۳۷/۷٪)، سبب افزایش ۳۷/۴ در صدی تنژگی بذرها شد (جدول ۱). نتیجه‌ها همچنین نشان داد تیمار نوسان‌های دمایی اثر معنی‌داری بر درصد تنژگی داشت. بیشترین درصد تنژگی (۳۸/۵ ٪) مربوط به تیمار چهارم تناوب دمایی (۳ ماه دمای ۲۰ درجه سلسیوس و سپس ۴/۵ ماه دمای ۴ درجه سلسیوس) بود. که نسبت به تیمار اول تناوب دمایی (۳ ماه دمای ۲۰ درجه سلسیوس و سپس ۳ ماه دمای ۴ درجه سلسیوس) که کمترین درصد تنژگی (۲۲/۲٪) را داشت، افزایش ۷۳/۳ درصدی را نشان داد (جدول ۱). همچنین برهمکنش خراش‌دهی و نوسان‌های دمایی نشان داد، در تیمار ۱/۵ ساعت خراش‌دهی کمترین درصد تنژگی (۲۵/۵٪) مربوط به تیمار تناوب دمایی دور اول بود در حالی‌که در تیمار ۳ ساعت خراش‌دهی، کمترین درصد تنژگی (۳۷/۷۸٪) مربوط به تیمار دوم تناوب دمایی (۳ ماه دمای ۳۰ درجه سلسیوس و سپس ۳ ماه دمای ۴ درجه سلسیوس) بود (جدول ۱).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد خراش‌دهی به‌طور معنی‌داری سبب افزایش میانگین زمان تنژگی بذرها در مقایسه با تیمار شاهد (بدون خراش‌دهی) شد. تیمار ۳ ساعت خراش‌دهی، بیشترین میانگین تنژگی روزانه (۲/۰۶ بذر در روز) را داشت، که نسبت به تیمار ۱/۵ ساعت (۱/۵۸ بذر در روز) افزایش ۳۰/۳ در صدی را نشان داد (جدول ۱).

۲- Seed Viability Index

۱- Final Germination Percentage (FGP)

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.3.8]

نتیجه‌ها همچنین نشـــان داد تیمارهای تناوب دمایی اثر معنی‌داری بر میانگین تنژگی روزانه داشـــت. بیشـــترین میانگین تنژگی (۱/۵۶ بذر در روز) مربوط به تیمار سوم تناوب دمایی بود که نسبت به تیمار اول تناوب دمایی که کمترین میانگین تنژگی (۰/۷۶ بذر در روز) را داشـــت، افزایش ۲/۶ برابری را نشـــان داد (جدول ۱). برهمکنش خراش‌دهی و نوسـان‌های دمایی نیز نشـان داد که اگر چه بیشـترین میانگین تنژگی روزانه (۲/۱۶ بذر در روز) در تیمار ۱/۵ ساعت خراش‌دهی، مربوط به تیمار سوم تناوب دمایی بود، اما در تیمار ۳ ساعت خراش‌دهی، بیشترین میانگین تنژگی روزانه (۲/۷۰ بذر در روز) مربوط به تیمار چهارم تناوب دمایی بود (جدول ۱).

با افزایش مدت زمان خراش‌دهی، تعداد روز تا رسیدن به ۵۰٪ تنژگی نسبت به تیمار شاهد (بدون خراش‌دهی) کاهش معنی‌داری داشت (جدول ۱). از بین دو تیمار خراش‌دهی، کمترین زمان رسیدن تا ۵۰٪ تنژگی (۱۰/۶۴ روز) مربوط به تیمار ۳ سـاعت خراش‌دهی بود که نسـبت به تیمار ۱/۵ سـاعت خراش‌دهی با سـولفوریک‌اسـید (۱۳/۹۵ روز)، موجب کاهش ۳۱/۱ درصـدی مدت زمان رسـیدن تا ۵۰٪ تنژگی (T50) شـد. نتیجه‌ها همچنین نشـان داد تیمارهای تناوب دمایی اثر معنی داری بر سرعت تنژگی دا شتند. کمترین مدت زمان ر سیدن تا ۵۰٪ تنژگی (۵/۴۳ روز) مربوط به تیمار سـوم بود که نسـبت به تیمار اول که بیشـترین (۱۰/۷۵ روز) بود، کاهش ۹۷/۹ درصـدی را نشـان داد (جدول ۱). برهمکنش خراش‌دهی و نوسـان‌های دمایی نیز نشـان داد که اگر چه در تیمار ۱/۵ سـاعت خراش‌دهی، کمترین مدت زمان رسـیدن تا ۵۰٪ تنژگی (۷/۵۰ روز) مربوط به تیمار سـوم تناوب دمایی بود، اما در تیمار ۳ سـاعت خراش‌دهی، کمترین مدت زمان رسـیدن تا ۵۰٪ تنژگی (۶۲/ ۵ روز) در تیمار چهارم تناوب دمایی مشاهده شد (جدول ۱).

مقایســه میانگین‌ها نشـان داد تیمارهای خراش‌دهی به‌طور معنی‌داری سـبب کاهش میانگین زمان لازم برای تنژگی نسـبت به تیمار شـاهد (بدون خراش‌دهی) شـدند. از بین دو تیمار خراش‌دهی، کمترین میانگین زمان لازم برای تنژگی (۱۲/۳۶ روز) مربوط به تیمار ۳ سـاعت خراش‌دهی با سـولفوریک‌اسـید بود که نسـبت به تیمار ۱/۵ سـاعت خراش‌دهی (۱۳/۷۷ روز) موجب کاهش ۱۱/۴ درصـدی میانگین زمان لازم برای تنژگی شـد (جدول ۱). نتیجه‌ها همچنین نشـان داد تیمارهای نوسـان‌های دمایی نیز اثر معنی‌داری بر میانگین زمان لازم برای تنژگی داشـتند. کمترین میانگین زمان لازم برای تنژگی (۶/۴۲ روز) مربوط به تیمار سـوم تناوب دمایی بود که نسـبت به تیمار تناوب دمایی اول که بی‌شترین میانگین زمان لازم برای تنژگی(۱۱/۸۵ روز) را دا شت، کاهش ۸۴/۵ در صدی را نشان داد (جدول ۱). برهمکنش خراش‌دهی و نو سان‌های دمایی نیز نشان داد در تیمار ۱/۵ ساعت خراش‌دهی، تناوب دمایی سوم، کمترین میانگین زمان لازم برای تنژگی (۸/۷۱ روز) را دا شت، در حالی که تیمار خراش‌دهی ۳ ساعت و تناوب دمایی چهارم کمترین میانگین زمان لازم برای تنژگی (۹/۴۵ روز) را نشان داد (جدول ۱).

تیمار های خراش‌دهی اثر معنی‌داری بر افزایش بذیه بذر داشـتند (جدول ۱). از بین دو تیمار خراش‌دهی، بیشـــترین مقدار بنیه بذر (۱۶۶/۹) مربوط به تیمار ۳ ســـاعت خراش‌دهی بود که نســـبت به تیمار ۱/۵ ســـاعت خراش‌دهی (۱۰۰/۵)، ســـبب افزایش ۱/۶ برابری بنیه بذرها شـــد (جدول۱). نتیجه‌ها همچنین نشـــان داد تیمارهای نوسـان‌های دمایی اثر معنی‌داری بر بنیه بذر داشـت. بیشـترین مقدار بنیه بذر (۱۳۹/۹) که مربوط به تیمار چهارم تناوب دمایی بود، نســـبت به تیمار تناوب دمایی ســـوم که کمترین مقدار بنیه بذر (۳۸/۱) را داشـــت، افزایش ۳/۶ برابری را نشـان داد (جدول ۱). برهمکنش خراش‌دهی و نوسـان‌های دمایی نیز نشـان داد که بیشـترین مقدار بنیه بذر در دو تیمار ۱/۵ و ۳ ساعت (به‌ترتیب ۱۴۸/۵ و ۲۷۱/۱)، در تیمار چهارم تناوب دمایی مشاهده شد (جدول ۱).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.3.8]

جدول ۱- اثر تیمارهای مختلف بر عامل‌های تنژگی بذر زالزالک گونه *Crataegus atrosanguinea*.

Table 1. Effect of different treatments on hawthorn seed germination parameters of *Crataegus atrosanguinea*.

چینه سرمایی Stratification (month)	خراش‌دهی Scarification (hr) 0	1.5	3	
	درصد تنژگی Germination percentage (٪)			میانگین Mean
اول First	0 f†	25.5 e	41.1 bcd	22.2 B
دوم Second	0 f	32.2 de	37.7 cd	23.3 B
سوم Third	0 f	44.4 bc	62.2 a	35.5 A
چهارم Fourth	0 f	48.8 b	66.6 a	38.5 A
میانگین Mean	0 C	37.7 B	51.9 A	
	میانگین تنژگی روزانه (بذر تنژیده در روز) Mean daily germination (germinated seed in day)			
اول First	0 g	0.85 f	1.42 e	0.76 C
دوم Second	0 g	1.41 e	1.59 de	1.00 B
سوم Third	0 g	2.16 bc	2.53 ab	1.56 A
چهارم Fourth	0 g	1.91 cd	2.70 a	1.54 A
میانگین Mean	0 C	1.58 B	2.06 A	
	سرعت تنژگی Germination rate (T50)			
اول First	0 g	17.75 ab	14.50 abc	10.75 C
دوم Second	0 g	11.50 cde	13.67 bcd	8.39 AB
سوم Third	0 g	7.50 ef	8.80 def	5.43 B
چهارم Fourth	0 g	19.08 a	5.62 f	8.23 AB
میانگین Mean	0 C	13.95 A	10.64 B	

† Means followed with the same letters are not significantly different at 5% level of probability, using LSD test.

† میانگین‌های با حرف‌های مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.3.8]

ادامه جدول ۱.

Table 1. Continued.

چینه سرمایی Stratification (month)	خراش‌دهی Scarification (hr) 0	1.5	3	
	میانگین زمان لازم برای تنژگی Mean germination time (day)			
اول First	0 f†	19.47 a	16.07 b	11.85 A
دوم Second	0 f	12.60 cd	13.36 c	8.65 B
سوم Third	0 f	8.71 e	10.56 de	6.42 C
چهارم Fourth	0 f	14.29 bc	9.45 e	7.92 B
میانگین Mean	0 C	13.77 A	12.36 B	
	شاخص بنیه بذر Seed vigor index			
اول First	0 f	103.7 cd	171.2 b	91.6 B
دوم Second	0 f	101.8 cd	159.4 bc	87.1 B
سوم Third	0 f	48.1 de	64.1 d	38.1 C
چهارم Fourth	0 f	148.5 bc	271.1 a	139.9 A
میانگین Mean	0 C	100.5 B	166.9 A	

† Means followed with the same letters are not significantly different at 5% level of probability, using LSD test.

† میانگین‌های با حرف‌های مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند.

آزمایش دوم: بررسی تنژگی رویان گونه *C. atrosanguinea*

نتیجه مقایسه میانگین‌ها نشان داد، کاربرد ترکیب‌های شیمیایی در برخی غلظت‌های خاص سبب افزایش در صد تنژگی نسبت به شاهد شد. بیشترین درصد تنژگی (۷۵٪) مربوط به کاربرد جیبرلیک اسید در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود که سبب افزایش ۷۹/۹ درصدی تنژگی نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۲). همچنین از بین دو غلظت کاربردی نیترات پتاسیم، فقط غلظت ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر سبب افزایش معنی‌دار درصد تنژگی نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین میانگین تنژگی روزانه (۵/۷۸ بذر در روز) مربوط به تیمار جیبرلیک اسید در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود که نسبت به تیمار شاهد (۳/۱۵ بذر در روز)، سبب افزایش ۸۳/۴ در صدی میانگین تنژگی روزانه شد (جدول ۲). همچنین کاربرد نیترات پتاسیم در غلظت ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیز بدون تفاوت معنی‌داری با کاربرد ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلیک اسید، سبب افزایش معنی‌دار میانگین تنژگی روزانه نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۲).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.3.8]

جدول ۲- اثر چینه سرمایی و تیمارهای شیمیایی نیترات پتاسیم (KNO_3) و جیبرلیک اسید (GA_3) بر جوانه‌زنی رویان گونه *C. atrosanguinea*.

Table 2. Effect of stratification and chemical treatments of potassium nitrate (KNO3) and gibberellic acid (GA3) on hawthorn embryo germination of *Crataegus atrosanguinea*.

تیمار Treatment (mg l^{-1})	چینه سرمایی Stratification: با سرمادهی With	بدون سرمادهی Without	میانگین Mean
	درصد تنژگی Germination percentage (%)		
شاهد Control	43.3 de†	40.0 e	41.6 C
KNO3 5000	66.6 abc	63.3 a-d	65.0 AB
KNO3 10000	50.0 cde	53.3 b-e	51.6 BC
GA3 100	73.3 ab	76.6 a	75.0 A
GA3 200	56.6 a-e	53.3 b-e	55.0 BC
میانگین Mean	58.0 A	57.3 A	
	میانگین تنژگی روزانه (بذر تنژیده در روز) Mean daily germination (Germinated seed per day)		
شاهد Control	3.12 d	3.17 d	3.15 C
KNO3 5000	4.92 abc	4.72 d	4.82 AB
KNO3 10000	3.47 cd	3.81 bcd	3.64 C
GA3 100	5.12 ab	6.38 A	5.78 A
GA3 200	4.01 bcd	4.24 bcd	4.13 BC
میانگین Mean	4.13 BC	4.47 A	
	سرعت تنژگی Germination rate (T50)		
شاهد Control	7.00 bc	10.63 a	8.81 A
KNO3 5000	5.15 c	6.52 bc	5.83 B
KNO3 10000	6.33 bc	8.05 b	7.19 B
GA3 100	5.15 c	6.54 bc	5.84 B
GA3 200	7.25 bc	6.11 bc	6.68 B
میانگین Mean	6.17 B	7.57 A	
	میانگین زمان لازم برای تنژگی (روز) Mean germination time (day)		
شاهد Control	8.28 c	11.50 a	9.89 A
KNO3 5000	8.76 c	11.35 a	10.06 A
KNO3 10000	8.67 c	11.02 ab	9.84 A
GA3 100	8.63 c	10.45 ab	9.54 A
GA3 200	9.71 bc	10.40 ab	10.05 A
میانگین Mean	8.81 B	10.94 A	

† Means followed with the same letters are not significantly different at 5% level of probability, using LSD test.

† میانگین‌های با حرف‌های مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.3.8]

ادامه جدول ۲.

Table 2. Continued .

تیمار Treatment (mg l^{-1})	چینه سرمایی Stratification: با سرمادهی With	بدون سرمادهی Without	میانگین Mean
	شاخص بنیه بذر Seed vigor index		
شاهد Control	100.0 e	88.0 e	94.0 C
KNO3 5000	242.0 ab	261.0 ab	251.5 A
KNO3 10000	127.6 de	147.0 cde	137.3 C
GA3 100	219.3 abc	273.6 a	246.5 A
GA3 200	195.0 bcd	190.3 a	192.6 B
میانگین Mean	176.8 A	192.0 A	

† Means followed with the same letters are not significantly different at 5% level of probability, using LSD test.

† میانگین‌های با حرف‌های مشترک از نظر آماری در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD اختلاف معنی‌دار ندارند.

نتیجه‌های مقایسه میانگین‌ها نشان داد، چینه سرمایی اثر معنی‌داری بر سرعت تنژگی داشت، به‌طوری که در رویان‌هایی که به مدت یک ماه با دمای ۴ درجه سلسیوس تیمار شده بودند، مدت رسیدن تا ۵۰ درصد تنژگی ۶/۱۷ روز بود که ۱۸/۵٪ کمتر از همین زمان برای رویان‌هایی بود که سرمادهی نشده بودند (۷/۵۷ روز) (جدول ۲). نتیجه‌ها همچنین نشان داد کاربرد کلیه ترکیب‌های شیمیایی بدون تفاوت معنی‌داری نسبت به یکدیگر، سبب افزایش سرعت تنژگی نسبت به شاهد شد. به هر حال از بین ترکیب‌های شیمیایی، کمترین زمان رسیدن تا ۵۰٪ تنژگی مربوط به تیمار کاربرد نیترات پتاسیم در غلظت ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۵/۸۳ روز) بود، که سبب کاهش ۳۳/۸ درصدی این زمان نسبت به تیمار شاهد (۸/۸۱ روز) شد (جدول ۲).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد چینه سرمایی اثر معنی‌داری بر کاهش میانگین زمان لازم برای تنژگی داشت، به طوری که در رویان‌های تیمار شده با دمای ۴ درجه سلسیوس، این مدت ۸/۸۱ روز بود که ۱۹/۴٪ کمتر از همین زمان برای رویان‌هایی بود که سرمادهی نشده بودند (۱۰/۹۴ روز) (جدول ۲).

نتیجه‌ها نشان داد، اگر چه اثر دما و برهمکنش دما و ترکیب‌های شیمیایی بر شاخص بنیه بذر معنی‌دار نبود، اما کاربرد ترکیب‌های شیمیایی تأثیر معنی‌داری بر شاخص بنیه بذر داشت. مقایسه میانگین‌ها نشان داد کاربرد برخی ترکیب‌های شیمیایی سبب افزایش معنی‌دار شاخص تنژگی شد. بیشترین مقدار شاخص بنیه بذر (۲۵۱/۵)، مربوط به تیمار ۵۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نیترات پتاسیم بود که نسبت به تیمار شاهد (۹۴/۰) سبب افزایش بیش از ۲/۶۷ برابری شاخص بنیه بذر شد (جدول ۱). همچنین نتیجه‌ها نشان داد اگر چه هر دو غلظت کاربری جیبرلیک اسید باعث بهبود شاخص بنیه بذر شد، اما کاربرد جیبرلیک اسید در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۲۴۶/۵) مؤثرتر بود و سبب افزایش ۲/۶ برابری بنیه بذر نسبت به تیمار شاهد (۹۴/۰) شد (جدول ۲).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.3.8]

بحث

نتیجه‌های این پژوهش نشـان داد، تیمار خراش‌دهی و تناوب دمایی سـبب افزایش معنی‌دار درصـد تنژگی، میانگین تنژگی روزانه و شاخص بنیه بذر و همچنین کاهش معنی‌دار مدت زمان ر سیدن تا ۵۰٪ تنژگی پایانی و میانگین زمان لازم برای تنژگی در بذر زالزالک گونه *C. atrosanguinea* شد.

خراش‌دهی مکانیکی با شکافت فرابر بذر و افزایش ورود گازها و آب به درون بذر موجب شکست خفتگی ناشی از پوشـش سـخت بذر می‌شـود (۴). به عقیده هارتمن و همکاران(۲۱) تیمار بذر های دارای خفتگی مکانیکی با سـولفوریک‌اسـید سـبب افزایش درصـد تنژگی بذر می‌شـود. پوشـش بذر، خفتگی را تحمیل و همانند بازدارنده‌های شیمیایی از تنژگی جلوگیری می‌کند (۲۶). بررسی‌ها نشان می‌دهد که تیمار خراش‌دهی با اسید و به‌دنبال آن گرمادهی و سرمادهی به شکست خفتگی رویان و افزایش سرعت تنژگی کمک می‌کند (۲۸). تنژگی بذر زالزالک به‌دلیل پو شش سخت و درون‌بر استخوانی دو یا چند سال به طول می‌انجامد (۱۴). بررسی‌ها نشان داده است بذرهای زالزالک رویان خفته دارند، بنابراین نیازمند چینه سرمایی سرد هستند (۲۹). هارتمن و همکاران (۲۱) اظهار دا شتند در گونه‌هایی از زالزالک که بذر آن‌ها درون‌بر ضـخیم دارد، خراش‌دهی با اسـید موجب افزایش درصـد و سـرعت تنژگی می‌شـود. بررسـی‌های المز و همکاران (۲۸) نیز نشـان داد تیمار خراش‌دهی با سـولفوریک‌اسـید غلیظ و چینه سـرمایی سـبب افزایش درصد تنژگی در بذر انار شد. هوگو و همکاران (۲۲) نیز گزارش کردند تیمار قبل و بعد از سرمادهی بذرهای علف هرز باریک برگ *Digitaria nuda* موجب افزایش درصـد تنژگی شـد. بوجارسـکا (۹) نشـان داد خراش‌دهی بذرهای زالزالک با سـولفوریک‌اسـید در غلظت‌های مختلف و به‌دنبال آن تناوب دمایی گرم – سـرد سـبب افزایش معنی‌دار درصد تنژگی می‌شود.

گزارش‌های متعددی تأکید دارند که تیمارخراش‌دهی با ا سید و به دنبال آن تناوب دمایی به شکست خفتگی رویان و افزایش سرعت تنژگی کمک می‌کند (۳۶). نتیجه‌های برر سی‌های انجام شده در مورد رفع خفتگی بذر زالزالک گونه *C. pedicellata* ن شان داده ا ست که تیمارهایی مانند خراش‌دهی شیمیایی با سولفوریکا سید غلیظ و تناوب دمایی گرما و سـرما اثرهای مثبتی بر تنژگی بذر این گونه داشـته اسـت (۹). پژوهش‌های صـورت گرفته روی حذف موانع تنژگی بذر و رشد دانهال زالزالک گونه *C. monogyna* نیز نشان می‌دهد خراش‌دهی بذرها با سولفوریک‌اسید غلیظ و سپس تناوب دمایی سبب کاهش دوره تنژگی شده است (۲۹). چن و همکاران (۱۲) اظهار داشتند که چینه سرمایی گرم – سرد سبب کاهش میانگین زمان لازم برای تنژگی بذر درختچه حب الغار[۱] می‌شود. کریم‌پور و همکاران (۲۵) گزارش کردند خراش‌دهی و چینه سـرمایی بذر عناب سـبب افزایش بنیه بذر و در نتیجه افزایش درصـد و سـرعت تنژگی بذر شد.

نتیجه‌های حاصل از بررسی تنژگی رویان گونه *C. atrosanguinea*، نشان‌دهنده اثر معنی‌دار تیمارهای شیمیایی بر درصد تنژگی، میانگین تنژگی روزانه، سرعت تنژگی (کاهش مدت زمان رسیدن تا ۵۰٪ تنژگی پایانی)، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، شاخص تنژگی و شاخص بنیه بذر و همچنین کاهش میانگین زمان لازم برای تنژگی بود. دیسانی‌یاکی و همکاران (۱۷) گزارش کردند که جیبرلیک اسید و نور سبب افزایش درصد تنژگی در بذر و رویان‌های جدا شده از بذر گیاه *Parthenium argentatum* شد. پژوهشگران اثر مثبت جیبرلیک اسید و نیترات پتاسیم همراه با نور و دمای مناسب را بر تنژگی بذر گزارش کردند (۳۴). بر اساس گزارش‌های انجمن بین‌المللی آزمون بذر، نیترات پتاسیم موجب شکست خفتگی بذر باریک‌برگان می‌شود (۲۳). فانگ و همکاران (۱۸) دریافتند که کاربرد خارجی جیبرلین سبب افزایش

۱- Red bayberry (*Myrica rubra*)

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.3.8]

درصد تنژگی بذر در *Cyclocarya paliurus* شد. هوگو و همکاران (۲۲) گزارش کردند تیمار پرایمینگ بذر با نیترات پتاسیم و آب، قبل و بعد از سرمادهی موجب افزایش درصد تنژگی بذرهای علف هرز باریک برگ *Digitaria nuda* شد.

بررسی‌ها در زمینه اثر تیمارهای شیمیایی جیبرلیک اسید و نیترات پتاسیم و حذف پوشش بذر بر تنژگی بذر گیلاس نشان‌دهنده افزایش درصد تنژگی است (۱۱). نتیجه‌های حاصل از این پژوهش نیز با یافته‌های اتزورت زاکیس (۳۳)، و شاهی قره‌لر و همکاران (۳۲) همسو بود. اتزورت زاکیس (۳۳) گزارش کرد که کاربرد نیترات پتاسیم و جیبرلیک اسید سبب افزایش درصد تنژگی و همچنین کاهش میانگین زمان لازم برای تنژگی در بذر کاسنی فرنگی و کاسنی تلخ شد.

چن و همکاران (۱۲) در گزارش‌های خود مبنی بر نقش جیبرلین‌ها و آبسایزیک اسید بر خفتگی و تنژگی گونه‌ای مورد، اظهار دا شتند که کاربرد خارجی جیبرلین و نیز چینه سرمایی سبب افزایش در صد و سرعت تنژگی می شود. شاهی قره‌لر و همکاران (۳۲) گزارش کردند تیمار نیترات پتاسیم سبب کاهش مدت زمان رسیدن به ۵۰٪ تنژگی پایانی در بذر ازگیل ژاپنی شد. بررسی‌ها نشان داده است نیترات پتاسیم و جیبرلین و ترکیب همزمان این دو، سبب شکست خفتگی و تنژگی بذر گیاهان *Shoenia filifolia* (۳۰) و *Chamaecyparis nootkatensis* (۳۷) شده است. ترکیب‌های دارای نیتروژن و جیبرلین با تأثیر بر غشای یاخته‌ای و تغییر در فعالیت‌های فیزیولوژیک درونی بذر سبب تسریع در فرایند تنژگی می‌شوند (۳۰)

پژوهشگران با بررسی خفتگی رویان در درختان سیب، گیلاس و هلو گزارش کرده‌اند که علت این خفتگی به خاطر اثر برخی آنزیم‌ها است که سبب جلوگیری از تنژگی عادی بذر می‌شود. دمای ۰ تا ۵ درجه سلسیوس به مدت ۴ تا ۸ هفته و همچنین کاربرد ترکیب‌های هورمونی مانند کینتین و جیبرلین موجب رفع خفتگی و افزایش درصد و سرعت تنژگی رویان این گروه از بذرها شده است (۱).

نتیجه‌گیری

نتیجه‌های حاصل از پژوهش حاضر نشان داد، تیمار خراش‌دهی و تناوب دمایی سبب افزایش معنی‌دار درصد تنژگی، میانگین تنژگی روزانه، شاخص تنژگی بذر، شاخص بنیه بذر و همچنین کاهش معنی‌دار مدت زمان ر سیدن تا ۵۰٪ تنژگی پایانی و میانگین زمان لازم برای تنژگی در گونه *C. atrosanguinea* شد. کاربرد چینه سرمایی و تیمار جیبرلیک اسید در غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، موجب کاهش معنی‌دار مدت زمان رسیدن تا ۵۰٪ تنژگی پایانی و میانگین زمان لازم برای تنژگی و افزایش درصد تنژگی، میانگین تنژگی روزانه، شاخص تنژگی و شاخص بنیه بذر در آزمون تنژگی رویان گونه *C. atrosanguinea* شد.

منابع References

۱. تاجبخش، م. و م. قیاسی، ۱۳۹۱. بذر (شناخت،گواهی و کنترل آن). انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی خوی، ۱۶۲ ص.

۲. خلدبرین، ب. و ط. اسلام زاده، ۱۳۸۰. تغذیه معدنی گیاهان عالی (ترجمه). انتشارات دانشگاه شیراز، ۵۰۰ ص.

۳. گنجی مقدم، ا. و ا. ع. گنابادی، ۱۳۸۷. راهنمای پایه‌های درختان میوه (سیب، گلابی، گیلاس، آلو) (ترجمه)، انتشارات سروا. تهران، ۲۰۴ ص.

۴. میزاده واقفی، س. س.، ز. جمزاد، ع. جلیلی و م. نصیری، ۱۳۸۸. بررسی شکستن خواب بذر و تشدید تنژگی در سه گونه زالزالک (*Crataegus persica, C. amini, C. babakhanloui*)، فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۵۴۴-۵۵۹: ۱۷.

۵. مظفریان، و. ۱۳۸۳. درختان و درختچه‌های ایران، چاپ فرهنگ معاصر، تهران. ۹۹۱ ص.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.3.8]

۶. منیعی، ع.، ۱۳۷۳. گلابی و به و پرورش آن‌ها، انتشارات فنی ایران، تهران. ۱۱۳ ص.
7. Abadia, J., S. Vazquez, R. Rellan-Alvarez, H. El-Jendoubi, A. Abadia, A. Alvarez-Fernandez and A. F. Lopez-Millan. 2011. Towards a knowledge-based correction of iron chlorosis. Plant Physiol. Biochem. 49:471-482.
8. Bujarska, B. 2002. Breaking of seed dormancy, germination and seedling emergence of the common hawthorn. *Crataegus monogyna* Jacq. Dendrobiology, 47:61-70.
9. Bujarska, B. 2008. Seed dormancy breaking in *Crataegus pedicellata*. Dendrobiology 60:51-56.
10. Bush E.W., C.E. Johnson and J. T. Payne. 1991. Commercial nursery production of *Crataegus opaca* in Louisiana. Proceedings of the 36th Southern Nurserymen's Association Research Conference, Annual Report. pp. 113-115.
11. Cetinbas, M. and F. Koyuncu. 2006. Improving germination of *Prunus avium* L. seeds by gibberellic acid, potassium nitrate and thiourea . HortScience, 33:119–123.
12. Chen, Sh.Y., S.R. Kuo, and C.T. Chien. 2008. Roles of gibberellins and abscisic acid in dormancy and germination of red bayberry (*Myrica rubra*) seeds. Tree Physiol. 28:1431–1439.
13. Cinelli, F. 1995. Physiological responses of clonal quince rootstocks to iron deficiency induced by addition of bicarbonate to nutrient solution. J. Plant Nutr.18:77-89.
14. Dickinson, T.A. 1985. The biology of Canadian Weeds. *Crataegus crusgalli* L. Can.J. Plant Sci. 65:641-654.
15. Dirr, M. A. 1998. Manual of Woody Landscape Plants: Their Identification, Ornamental Characteristics, Culture, Propagation and Uses. 5th ed. Stipes Publishing Company, Inc., Champaign, 536 p.
16. Dirr, M. A. and C. W. Jr. Heuser. 1987. The Reference Manual of Woody Plant Propagation: From Seed to Tissue Culture. Varsity Press, Inc., Athens, 239 p.
17. Dissanayake, P., D. L. George and M. L. Gupta. 2010. Effect of light, gibberellic acid and abscisic acid on germination of guayule (*Parthenium argentatum* Gray) seed. Indust. Crop Prod. 32:111–117 .
18. Fang, Sh., J. Wang, Z. Wei and Z. Zhu. 2006. Methods to break seed dormancy in *Cyclocarya paliurus* (Batal) Iljinskaja. Sci. Hort. 110:305–309.
19. Franklin T. B., R. P. Karfalt and R. G. Nisley. 2008. *Crataegus* L. pp: 447-465. In: Bonner, F.T. and Karrfalt, R.P. (Eds.). The Woody Plant Seed Manual Agriculture Handbook, United States Department of Agriculture, 1241 p.
20. Gogorcena, Y., J. Abadia and A. Abadia. 2005. A new technique for screening iron-efficient genotypes in peach rootstocks: elicitation of root ferric chelate reductase by manipulation of external iron concentration. J. Plant Nutr. 27:1701-1715.
21. Hartmann, H.T., D.E. Kester Jr., F.T. Davies. and R.L. Geneve. 2002. Plant Propagation: Principles and Practices. 7th ed. Prentice Hall Inc. New Jersey. 662p.
22. Hugo, E., A.E.J. Saayman-Du Toit and C.F. Reinhardt. 2014. Germination characteristics of the grass weed *Digitaria nuda* (Schumach.). South Afr. J. Bot. 90:52–58.
23. ISTA. 1996. Rules for Seed Testing. International rules for seed testing rules. International Seed Testing Association, Zürich, Switzerland, 155 p.
24. Itoh, H., M. Matsuoka and C. M. Steber. 2003. A role for the ubiquitin-26S-proteasome pathway in gibberellin signaling. Trend Plant Sci. 8:492–497.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]
[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.3.8]

25. Karimpour, S., G.H. Davarynejad, H. Rouhbakhsh and E. Ardakani. 2013. Data on scarification and stratification treatments on germination and seedling growth of *Ziziphus jujuba* seeds. Adv. Environ. Biol. 7:501-505.
26. Martinz Gomeza, P. and F. Dicenta. 2001. Mechanism of dormancy in seeds of peach (*Prunus persica* Barsch) cv. GF305. Sci. Hort. 91:51–58.
27. Mehrabi Pour, S., H. Abdollahi, and A. Ghasemi. 2010. Interaction effects of rootstock and genotype on tolerance to iron deficiency chlorosis in quinces (*Cydonia oblonga* Mill.) from central region of Iran. Iran. J. Plant Pathol. 26:1-14.
28. Olmez, Z., F. Temel, A. Gokturk and Z. Yahyaoglu. 2007. Effect of sulphuric acid and stratification pretreatments on germination of pomegranate (*Punica granatum* L.) Seeds. Asian J. Plant Sci. 6:427-430.
29. Payne J. A., G. W. Krewer and R. R. Fitenmiller. 1990. Mayhaws: trees of pomological and ornamental interest. HortScience, 25:246-375.
30. Plummer, J. A., A. D. Rogers, D. W. Turner and D. T. Bell. 2001. Light, nitrogenous compounds, smoke and GA3 break dormancy and enhance germination in the Australian everlasting daisy, *Shoenia filifolia* subsp. Subulfola. Seed Sci. Technol. 29:321-330.
31. Qrunfleh M. M. 1991. Studies on the hawthorn (*Crataegus azarollus* L.): 2. Changes in abscisic acid content during cold stratification in relation to seed germination. J. Hort. Sci. 66:223-226.
32. Shahi-Gharahlar, A., A. R. Yavari, M. Khayyat, N. Jalali and R. Farhoudi. 2012. Effects of soaking, temperature, stratificayion, potassium nitrate and gibberllic acid on seed germination of loquat tree. J. Plant Nutr. 35:1735-1746.
33. Tzortzakis, N. G. 2009. Efect of pre-sowing treatment on seed germination and seedling vigour in endive and chicory. HortScience, 36:117–125.
34. Wakjira, K. and L. Negash. 2013. Germination responses of *Croton macrostachyus* (Euphorbiaceae) to various physico-chemical pretreatment conditions. S. Afr. J. Bot. 87:76–83.
35. Wertheim, S. J. 2002. Rootstocks for european pear: Acta Hort. Rev. 596:299-309.
36. William E., F. Savage and G. Leubner-Metzger. 2006. Seed dormancy and the control of germination. New Phytol. 5: 33–36.
37. Xia, J. H. and A. R. Kermode. 2000. Dormancy of yellow sedar (*Chamaecyparis nootkatensis* Spach) seeds is effectively terminated by treatment with 1-propanol or nitrate combination with a warm water soak, gibberellin and moist chilling. Seed Sci. Technol. 28:227-240

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.3.8]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 18 (2): 129-142 (2017)

Evaluation of Seed Dormancy and Germination in Hawthorn (*Crataegus atrosanguinea*)

M. Eskandari, B. Baninasab, S. Ghobadi and M. Gholami[1]

Hawthorn is one of the crucial tolerant seedling rootstocks to iron deficiency chlorosis for quince and pear trees in calcareous soils. In this investigation, owing to double seed dormancy, low percentage of seed germination and producing seedling rootstocks, two factorial experiments in a completely randomized design with three replications were conducted to overcome seed dormancy in hawthorn. In the first experiment, the effect of seed scarification with concentrated sulfuric acid (98%) in three times period including 0, 1.5 and 3 hours and four warm-cold temperature treatments on *C. atrosanguinea* was investigated. In the second one, the germination of seed embryos of *C. atrosanguinea* were evaluated under different concentrations of potassium nitrate (0, 5000 and 10000 mg l^{-1}) and gibberellic acid (0, 100 and 200 mg l^{-1}) *in vitro*. The results of first experiment showed that the scarification time and temperature treatments, had significant effects in increasing germination percentage (GP), mean daily germination (MDG), length of hypocotyl and epicotyl, germination index (GI) and Seed viability index (SVI), and reduced the germination rate (T50) and mean germination time (MGT) compared to control. The results of the second experiment indicated that the aapplications of 100 mg l^{-1}gibberellic acid, and 5000 mg l^{-1} of potassium nitrate significantly increased GP, MDG, GI, SVI and decreased T50 compared to the control.

Keywords: Crataegus, Dormancy, Germination, Scarification, Temperature treatment.

1. Former M.Sc. Student of Horticulture, Associate Professor and Assistant Professors of Horticulture, Department of Horticulture, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran, respectively.
*Corresponding author, Email: (mah.gholami@cc.iut.ac.ir).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1396.18.2.3.8]