نشریه جنگل و فراورده‌های چوب. مجله منابع طبیعی ایران
دوره ٦٦، شماره ٢، تابستان ١٣٩٢

تاریخ دریافت: ١٣٩٠/٥/٢٢
تاریخ پذیرش: ١٣٩١/٦/٢١

تأثیر اسید جیبرلیک، اسید سولفوریک، و نیترات پتاسیم بر جوانه‌زنیِ بذر سه گونهٔ زالزالک بومی ایران

سعیده سادات میرزاده واقفی *؛ کارشناس ارشد مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور
عادل جلیلی؛ عضو هیئت علمی مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور
زیبا جمزاد؛ عضو هیئت علمی مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

چکیـــده

در این تحقیق، با توجه به مشکلات جوانه‌زنیِ بذر زالزالک، روش‌های گوناگون تیمار بذر قبل از کاشت آزمایش شد. پیش‌تیمارها با استفاده از اسید جیبرلیک، اسید سولفوریک، و نیترات پتاسیم، انجام شد. گونه‌های بررسی‌شده عبارت‌اند از: *Crataegus aminii*، *C. babakhanloui*، و *C. persica* که هر سه مورد از گونه‌های انحصاری ایران به شمار می‌روند. برای بررسی، آزمایش‌ها با سه بار تکرار، که هر تکرار ۳۰ بذر را شامل می‌شد، به‌صورت کاملاً تصادفی انجام شد. نتایج نشان داد که بهترین و مؤثرترین تیمار در گونهٔ *C. amini* تیمار نیترات پتاسیم ۱ درصد با ۳۸/٦٦٧ درصد جوانه‌زنی بیشترین جوانه‌زنی را داراست. تیمارهای اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۱۵ دقیقه، و اسید سولفوریک ۵۰ درصد به مدت ۱۵ و ۳۰ دقیقه فاقد جوانه‌زنی‌اند. در گونهٔ *C. babakhanloui* تیمار نیترات پتاسیم ۱ درصد با ٤٤ درصد جوانه‌زنی بالاترین درصد جوانه‌زنی را دارد و تیمار اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۱۵ دقیقه با ۹/۳۳ درصد جوانه‌زنی ناموفق‌ترین تیمار در این گونه است. در *C. persica* درصد جوانه‌زنی تیمار نیترات پتاسیم ۰/۵ درصد با ٤۹/۳۳ درصد بالاترین درصد جوانه‌زنی، و تیمار اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۳۰ دقیقه فاقد جوانه‌زنی است. در تیمار شاهد هیچ‌گونه جوانه‌زنی مشاهده نشد. با وجود عملکرد بهتر تیمارهای نیترات پتاسیم به‌علت نیاز به جداکردن درون‌بر چوبی بذر به‌سبب اثر مستقیم نیترات پتاسیم، استفاده از این روش در سطح تولید بالا میسر نیست و موقعیت کاملاً آزمایشگاهی است. تیمارهای اسید سولفوریک با وجود درصد پایین جوانه‌زنی در برخی گونه‌ها کاربردی‌تر است.

واژگان کلیدی: اسید جیبرلیک، اسید سولفوریک، جوانه‌زنی بذر، نیترات پتاسیم.

* نویسنده مسئول تلفن: ۰۲۱۴۴۵۸۰۲۸۱
E. mail: saeedehsmv@yahoo.com

مقدمه

زالزالک از گیاهانی است که برای ایجاد فضای سبز مناسب و جزء گیاهان زینتی است. فرم خاص برگ‌ها و میوه‌هایش با رنگ‌های قرمز و نارنجی آن را از درختان اطراف متمایز می‌کند و زیبایی متفاوتی به آن می‌بخشد. از این گیاه در مصارف دارویی و غذایی و زینتی استفاده می‌کنند.

زالزالک گیاهی است که در مناطق کوهستانی پراکنش دارد و در برابر تنش سرما و گرما مقاوم است؛ به‌همین‌سبب، می‌توان کاشت آن را برای مناطق کم‌آب یا خیلی سرد پیشنهاد کرد. در سال ۱۳۸٦ شاهد سرمای شدیدی در کشورمان بودیم و بسیاری از گیاهان چون کاج، انار و... آسیب دیدند، درحالی‌که درختانی مانند زالزالک از خود مقاومت نشان دادند و از بین نرفتند. ازاین‌رو، می‌توان روی گونه‌های جنس زالزالک، که هم ارزش زینتی دارند و هم در برابر سرما مقاوم‌اند، سرمایه‌گذاری بیشتری نمود و از پتانسیل آن‌ها در فضای سبز و منابع طبیعی استفاده کرد. گونه‌های زالزاک عبارت‌اند از:

Crataegus babakhanloui، درخت کوچک یا درختچه به ارتفاع ۲ تا ۳ متر؛ با خار بسیار کم؛ شاخه‌های جوان کرک‌دار؛ شاخه‌های سال گذشته بدون کرک، سرخ‌رنگ؛ ۳ تا ٤ عدد دانه؛ در قسمت فوقانی آزاد و در پهلو فشرده و سوراخ‌دار [۱].

Crataegus aminii، درخت کوچک یا درختچه بدون خار؛ شاخه‌های جوان کرک‌دار؛ شاخه‌های سال گذشته قهوه‌ای متمایل به زرد؛۳ تا ٤ عدد دانه؛ در قسمت خارجی دارای ۲ یا ۳ شیار عمیق [۱].

Crataegus persica، درخت کوچک یا درختچه به ارتفاع تا ٤ متر؛ شاخه‌های جوان سرخ‌رنگ؛ دارای کرک‌های پراکنده؛ شاخه‌های سال گذشته خاکستری متمایل به سرخ؛ ۲ عدد دانه (به‌ندرت ۳ عدد)؛ دارای شیارهای عمودی [۲].

بهترین و مؤثرترین راه برای تکثیر زالزالک استفاده از بذر آن است. بذر زالزالک از بذرهایی است که مشکلاتی در زمینهٔ جوانه‌زنی دارند. بذر این گیاه به‌علت پوشش سخت و محکمش در مقابل نفوذ آب مقاوم است [۳]. بر اساس فلور ایران هنگام مراجعه برای جمع‌آوری بذر به آدرس‌های موجود در آن، هیچ‌گونه زادآوری دیده نشد که این خود می‌تواند نشان‌دهندهٔ مشکلات بذر این گیاه در زمینهٔ جوانه‌زنی در کنار دیگر عوامل محدودکننده باشد. در مورد جوانه‌زنی بذرها با اعمال تیمارهای خاص، مراکز معتبر جهانی، در بذرهای گیاهان، نظیر IBPGR و ISTA، همواره در حال تحقیق و بررسی‌اند و نتایج خود را منتشر کرده‌اند [٤]. بذر بسیاری از درختان و درختچه‌ها به موقعیت خاصی برای شروع جوانه‌زنی نیاز دارند که شامل دما و رطوبت مناسب است.

در این راستا، محققان در مورد *Crataegus sp*، خواب بذر را از نوع اندوژن معرفی کرده‌اند که ممکن است با تیمارهای اسید سولفوریک (از ۳۰ دقیقه تا ۲ ساعت برای *C. monogyna*)، که با ٤ هفته تیمار گرما و ۱۲ هفته تیمار سرما برابر است، جوانه بزند [۳]. متأسفانه، نتیجهٔ تحقیقات به‌طور دقیق ذکر نشده و فقط به روش اشاره شده است.

محققان دیگری بیان کرده‌اند که تیمار با اسید و به دنبال آن گرمادهی و سرمادهی، به شکستن خواب جنین و سرعت جوانه‌زنی کمک می‌کند [۵].

در بعضی مقالات، برای بذرهایی که درون‌بر سخت دارند، استفاده از اسید سولفوریک به مدت ۲ ساعت و سپس کاشتن پیشنهاد شده است [٦]. در این باره، تیمار اسید سولفوریک همراه با سرمادهی برای *Crataegus spp* پیشنهاد شده است [۷، ۸].

خوش‌خوی (۱۹۸۸)، روش تکثیر زالزالک را پس از خراش‌دادن و سرمادهی در بهار یا اوایل تابستان در هوای آزاد در ۲۱ـ۲۷ درجهٔ سانتی‌گراد قرار داد. طریقهٔ دیگر خراش‌دادن استفاده از اسید سولفوریک است، به مدت ۵ ماه سرمادهی در ٤ درجهٔ سانتی‌گراد. شایان ذکر است بذرهایی که پوستهٔ سخت آن‌ها برطرف نمی‌شود، ۲ تا ۳ سال طول می‌کشد تا سبز شوند [۹].

نیترات پتاسیم پرمصرف‌ترین مادهٔ شیمیایی برای افزایش جوانه‌زنی است. محلول ۰/۱ تا ۰/۲ درصد در آزمایش‌های جوانه‌زنی معمولی مشترک بوده و از سوی AOSA و ISTA برای آزمایش‌های جوانه‌زنی بسیاری از گونه‌ها توصیه شده است [۱۰].

در این تحقیق، جوانه‌زنی بذر سه گونهٔ *Crataegus aminii*، *Crataegus babakhanloui*، و *Crataegus persica* بررسی شده است. سه گونهٔ ذکرشده، انحصاری ایران و دارای پراکنش محدودی‌اند. محدودبودن پراکندگی بعضی از این گونه‌ها در حدی است که فقط یک پایه از آن یافت شده است. به‌همین‌علت، به بررسی جوانه‌زنی بذرهای این گونه‌ها پرداخته شد تا با تکثیر آن‌ها، برای حفظ ذخایر ژنتیکی این گونه‌ها قدمی برداشته شود.

روش‌شناسی

بذرهای سه گونه از زالزالک‌های بومی ایران، *Crataegus aminii*، *Crataegus babakhanloui*، و *Crataegus persica*، از مناطقی که پراکنش آن‌ها در جدول ۱ آمده است، جمع‌آوری شدند. بذرها فقط از

جدول ۱. خصوصیات جغرافیای گونه‌های زالزالک بررسی‌شده

نام علمی گیاه	مشخصات
Crataegus aminii	اصفهان، کیلومتر ۱۸ جادهٔ ذوب‌آهن اصفهان، امین ۳۵۱۵۷
C. babakhanloui	کرج-چالوس، آدران، ارنگه، ۱۷۰۰ متر، خاتم‌ساز ۴۷۵۰۵
C. persica	اصفهان، سمیرم، ونک، کوه دالون، ۲۰۰۰ متر، مظفریان ۶۲۱۶۴

یک پایهٔ *Crataegus persica*، *Crataegus aminii*، و *Crataegus babakhanloui* جمع‌آوری و از تمام قسمت‌های درختچه، به‌طور تصادفی، برداشت شد. پس از جداکردن گوشت آن‌ها از بذر، بذرها به مدت ۱۵ـ۲۰ دقیقه با هیپوکلریت ۱ درصد (سفیدکنندهٔ تجارتی ۲۰ درصد حجمی حاوی قطره‌ای صابون مایع) شست‌وشو شد و تکرار شست‌وشو تا حذف کامل عوامل ایجادکنندهٔ عفونت در بذر ادامه یافت [۱۱، ۱۲].

برای بررسی اثر و اطمینان از قرارگرفتن مستقیم بذر در نیترات پتاسیم و اسید جیبرلیک پوستهٔ چوبی بذر حذف شد.

پیش‌تیمارهای اعمال‌شده به شرح زیر است:

ـ قراردادن بذرها در اسید سولفوریک با غلظت ۹۸ درصد و زمان‌های ۱۵ و ۳۰ دقیقه و غلظت ۵۰ درصد و زمان‌های ۱۵ و ۳۰ دقیقه + ۹ ماه سرمادهی.

ـ قراردادن در اسید جیبرلیک به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی با غلظت‌های ppm ۳۰۰ و ۱۵۰، سپس ۱ ماه سرمادهی و قراردادن در انکوباتور با دمای ۲۵ °C تا زمان جوانه‌زنی.

ـ تیمار با نیترات پتاسیم با غلظت‌های ۱ ، ۰/۵ ، و ۰/۲۵ درصد و قراردادن در انکوباتور با دمای ۲۵ °C تا زمان جوانه‌زنی با پریود نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی.

با توجه به منابع موجود، بهترین غلظت پیشنهادی برای اسید جیبرلیک در نظر گرفته شد که در بحث نیز به آن اشاره شده است [۱۱]. در مورد تعیین زمان سرمادهی همراه با تیمار اسید جیبرلیک، پس از جوانه‌زنی ۱۰ درصد از بذرها در سرما، که در این مورد یک ماه طول کشید، بذرها به انکوباتور منتقل شد تا بذرهای دیگر نیز جوانه بزنند.

گفتنی است در تیمارهای اسید جیبرلیک و نیترات

پتاسیم از بذرهایی استفاده شد که لایهٔ سخت بیرونی آن‌ها شکسته و حذف شده بود. درحالی‌که در تیمار با اسید سولفوریک از بذر با پوشش سخت بیرونی استفاده شد. تیمار شاهد قراردادن بذرها در گلخانه با دمای ۲۵°C تا زمان جوانه‌زنی است.

با استفاده از روابط زیر، سرعت جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی (به‌عنوان معیاری از زمان جوانه‌زنی)، و درصد جوانه‌زنی محاسبه شد:

سرعت جوانه‌زنی [۱۳]: $\sum_{1}^{j} \frac{n_i}{D_i}$

ni تعداد بذرهای جوانه‌زده در روزهای شمارش، و Di تعداد روز پس از شروع آزمایش

فرمول شاخص جوانه‌زنی [۱٤]: $\frac{\sum T_i N_i}{S}$

Ti زمان شمارش (روز) پس از کاشت، i N تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر شمارش (روز)، و S کل بذرهای کاشته‌شده

$$\text{درصد جوانه‌زنی} = \frac{\text{تعداد بذرهای جوانه‌زده}}{\text{کل بذرها}} \times ۱۰۰$$

برای تحلیل و بررسی آماری داده‌ها شامل تجزیهٔ واریانس، از روش Annova (با استفاده از Minitab) استفاده شد و مقایسهٔ میانگین‌ها به روش دانکن صورت گرفت. نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel رسم شد.

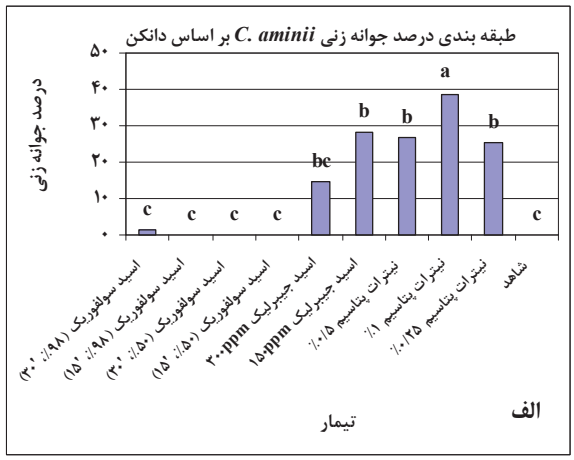
نتیجه‌گیری

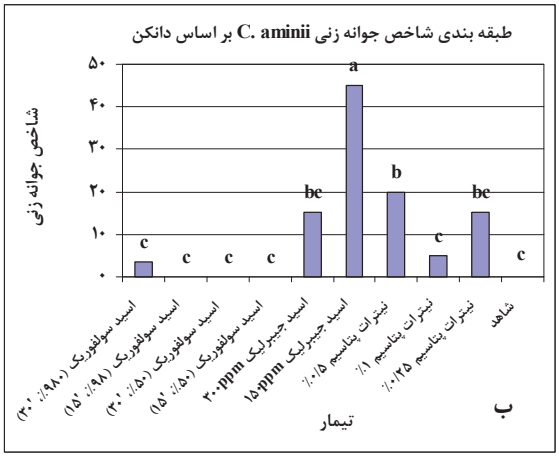
بررسی آماری اثر متقابل دو عامل تیمار و گونه بر درصد جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی، و سرعت جوانه‌زنی نشان داد که شاخص جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر تک‌تک یا هم‌زمان این دو عامل است. درحالی‌که تأثیر هم‌زمان آن‌ها بر سرعت جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری ندارد. اثر گونه بر عامل‌های جوانه‌زنی در سطح ۵ درصد، و اثر تیمار بر سرعت جوانه‌زنی در سطح ۱ درصد تفاوت معنی‌دار است (جدول ۲).

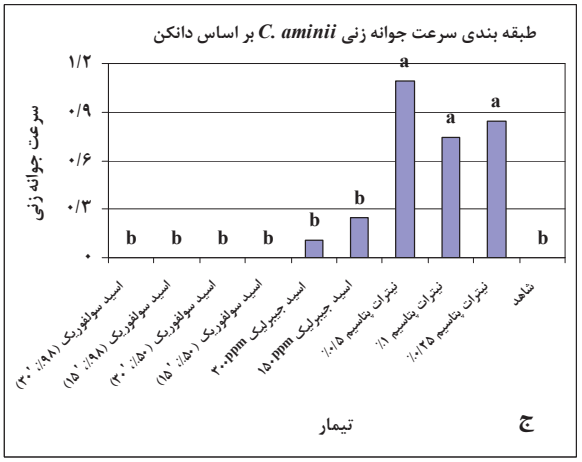
جدول ۲. مجموع مربعات حاصل از تجزیهٔ واریانس، و بررسی تیمارها بر عامل‌های جوانه‌زنی بدون درنظرگرفتن گونه

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	مجموع مربعات		
		میانگین شاخص جوانه‌زنی	میانگین سرعت جوانه‌زنی	میانگین درصد جوانه‌زنی
گونه	۲	۵۴۶۳۸/۶۲۴ **	۰/۱۸۶ *	۶۶۵/۷۳۷ **
تیمار	۹	۲۸۶۳۹/۹۰۵ **	۱/۹۸۶ **	۱۶۷۴/۲۰۸ **
تیمار×گونه	۱۸	۲۱۰۳۱/۵۶۰ **	۰/۰۴۰ n.s	۱۸۳/۱۶ **
خطای آزمایش	۶۲	۳۱۶۰/۸۹۹	۰/۰۳۷	۳۳/۷۳۷
کل	۹۱			

در مورد اثر تیمارها بر عامل‌های جوانه‌زنی در گونهٔ *C. aminii*، تیمار نیترات پتاسیم ۱ درصد با ۳۸/٦٦٧ درصد بیشترین درصد جوانه‌زنی را داراست و تیمارهای اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۱۵ دقیقه، اسید سولفوریک ۵۰ درصد به مدت ۱۵ دقیقه، و اسید سولفوریک ۵۰ درصد به مدت ۳۰ دقیقه فاقد جوانه‌زنی‌اند و به‌همین‌سبب، درصد جوانه‌زنی و شاخص و سرعت جوانه‌زنی آن‌ها صفر است. تیمار نیترات پتاسیم ۰/۵ درصد با ۲٦/٦٦ درصد بیشترین سرعت جوانه‌زنی را دارد. در مورد شاخص جوانه‌زنی، تیمار اسید جیبرلیک ppm ۱۵۰، از همهٔ تیمارها بالاتر است. در همهٔ تیمارها درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، و شاخص جوانه‌زنی در سطح ۱ درصد معنی‌دار است (شکل ۱).



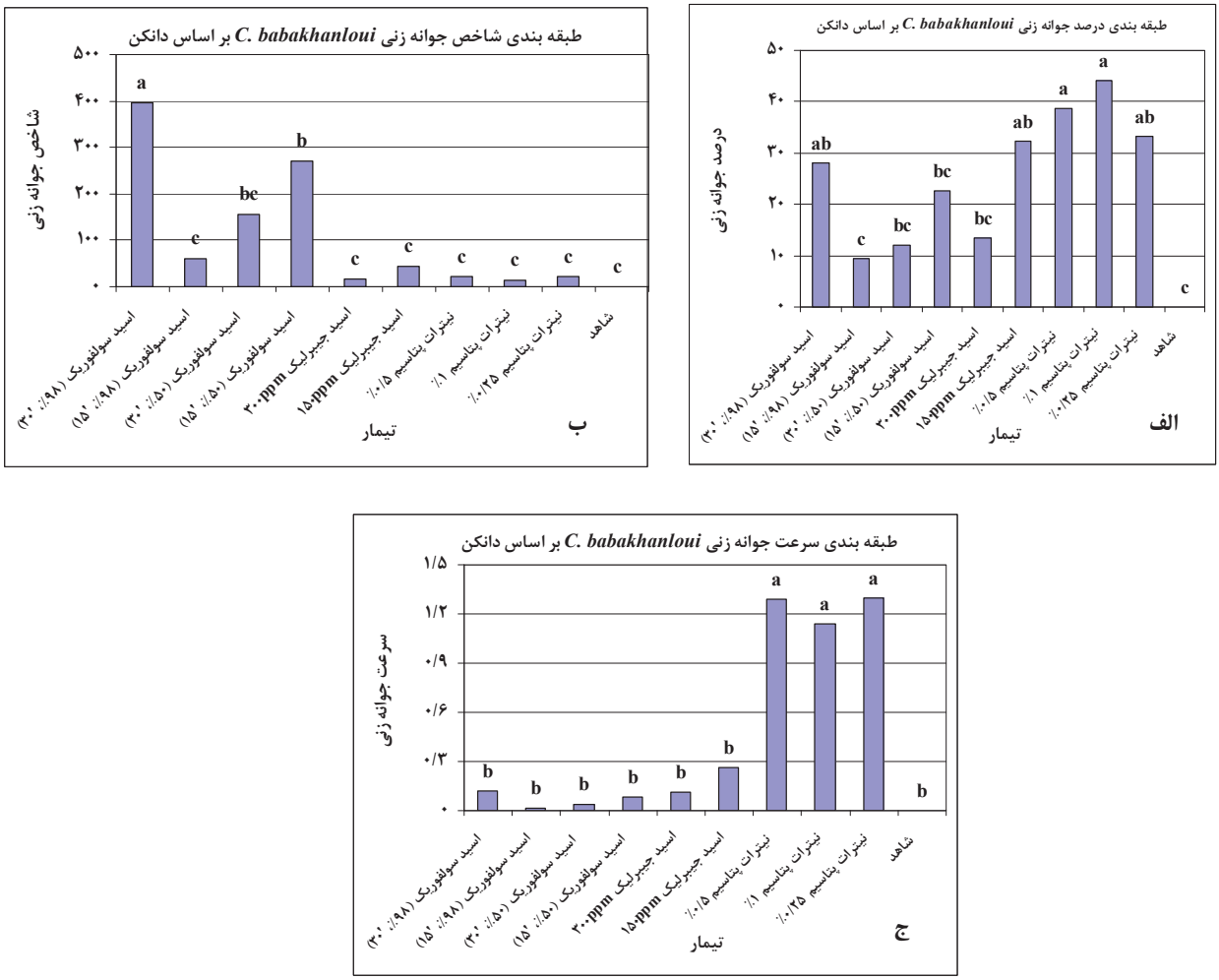




شکل ۱. اثر تیمارهای متفاوت بر درصد جوانه‌زنی (الف)، شاخص جوانه‌زنی (ب)، و سرعت جوانه‌زنی بذر گونهٔ *Crataegus aminii*

در گونهٔ *C. babakhanloui* تیمار نیترات پتاسیم ۱ درصد با ٤٤ درصد جوانه‌زنی بالاترین درصد جوانه‌زنی را دارد و سرعت جوانه‌زنی نیترات پتاسیم ۰/۵ درصد، نیترات پتاسیم ۰/۲۵ درصد، و اسید جیبرلیک ppm ۱۵۰ با تفاوت کمی از یکدیگر بالاترین سرعت جوانه‌زنی را دارند. شاخص جوانه‌زنی تیمار اسید سولفوریک ۱۰۰

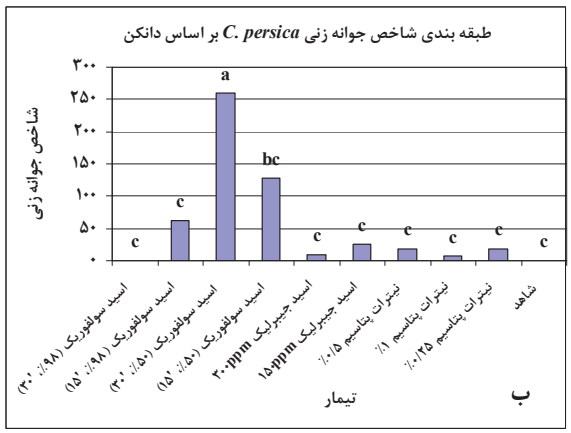
درصد به مدت ۳۰ دقیقه بالاترین شاخص جوانه‌زنی است. اثر تیمارها بر عامل‌های جوانه‌زنی (سرعت، درصد، و شاخص جوانه‌زنی) در هر ۳ مورد در سطح ۱ درصد معنی‌دار است (شکل ۲).

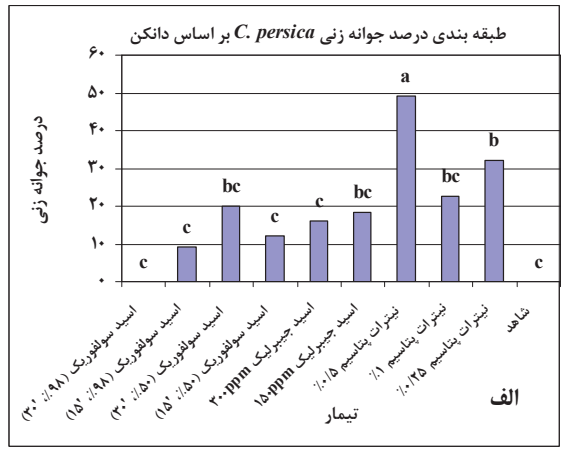


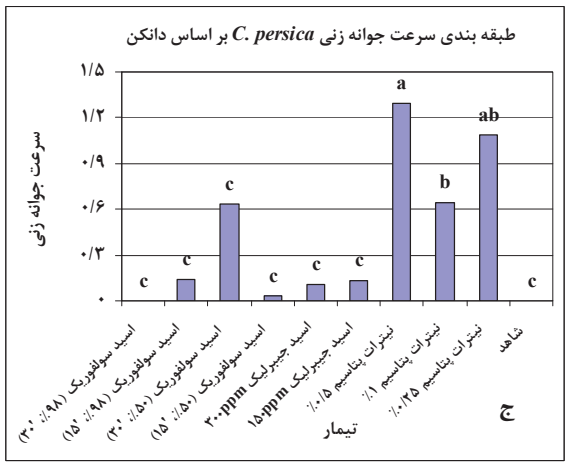
شکل ۲. اثر تیمارهای متفاوت بر درصد جوانه‌زنی (الف)، شاخص جوانه‌زنی (ب)، و سرعت جوانه‌زنی بذر گونهٔ *Crataegus babakhanloui*

در گونهٔ *C. persica* تیمار نیترات پتاسیم ۰/۵ درصد با ٤۹/۳۳ درصد بالاترین درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی را داراست. شاخص جوانه‌زنی تیمار اسید سولفوریک ۵۰ درصد به مدت ۳۰ دقیقه از دیگر تیمارها بالاتر است. اثر تیمارها بر عامل‌های جوانه‌زنی در هر ۳ مورد در سطح ۱ درصد معنی‌دار است (شکل ۳).

در گونهٔ *C. aminii* در مقایسه با میانگین‌ها با روش دانکن (۱ درصد)، تیمار نیترات پتاسیم ۱ درصد بیشترین درصد جوانه‌زنی را دارد که در طبقهٔa قرار می‌گیرد؛ و تیمارهای مختلف اسید سولفوریک و شاهد با طبقهٔ c کمترین درصد جوانه‌زنی را دارند. شاخص جوانه‌زنی اسید جیبرلیک ppm ۱۵۰ با بیشترین شاخص جوانه‌زنی، در طبقهٔ a، و اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۳۰ دقیقه و شاهد با کمترین شاخص جوانه‌زنی







شکل ۳. اثر تیمارهای متفاوت بر درصد جوانه‌زنی (الف)، شاخص جوانه‌زنی (ب)، و سرعت جوانه‌زنی بذر گونهٔ *Crataegus persica*

در طبقهٔc قرار می‌گیرند. نیترات پتاسیم ۱ درصد، ۵ درصد، و ۰/۲۵ درصد با بالاترین سرعت جوانه‌زنی، در طبقهٔ a، و تیمارهای اسید جیبرلیک ppm ۱۵۰، ۳۰۰، و تیمارهای اسید سولفوریک و شاهد در طبقهٔ b قرار می‌گیرند.

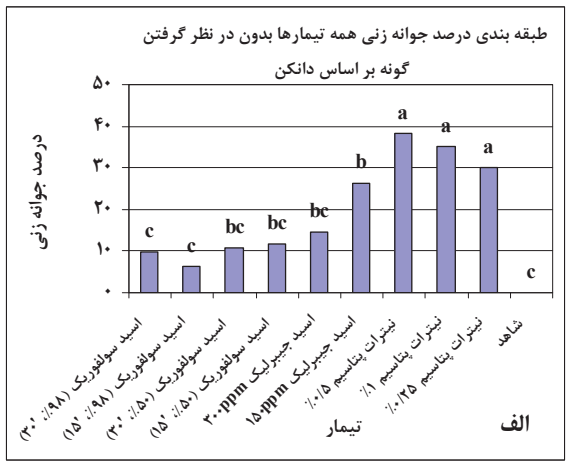
در مقایسهٔ میانگین‌های گونهٔ *C. babakhanloui* به روش دانکن در سطح ۱ درصد، تیمار نیترات پتاسیم ۱ درصد و ۵ درصد با بیشترین درصد جوانه‌زنی، در طبقهٔ a، و تیمارهای اسید سولفوریکِ ۹۸ درصد به مدت ۱۵ دقیقه و شاهد با کمترین درصد جوانه‌زنی در طبقهٔ c قرار می‌گیرند. در مقایسهٔ میانگین‌های شاخص جوانه‌زنی اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۳۰ دقیقه بیشترین شاخص جوانه‌زنی، در طبقهٔ a، و تیمارهای اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۱۵ دقیقه، اسید جیبرلیک ppm ۱۵۰ و ppm ۲۰۰ و نیترات پتاسیم ۰/۲۵ درصد و ۱ درصد و ۵ درصد و شاهد با کمترین شاخص جوانه‌زنی در طبقهٔ c قرار می‌گیرند. در مقایسهٔ میانگین‌ها سرعت جوانه‌زنی *C. babakhanloui* بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱ درصد تیمارهای نیترات پتاسیم ۰/۲۵ درصد، ۱ درصد، و ۰/۵ درصد با طبقهٔa دارای بیشترین سرعت جوانه‌زنی‌اند و دیگر تیمارها در طبقهٔ b قرار می‌گیرند. در مقایسهٔ میانگین‌های درصد جوانه‌زنی *C. persica* بر اساس آزمون دانکن، اثر نیترات پتاسیم ۰/۵ درصد با بالاترین درصد جوانه‌زنی،

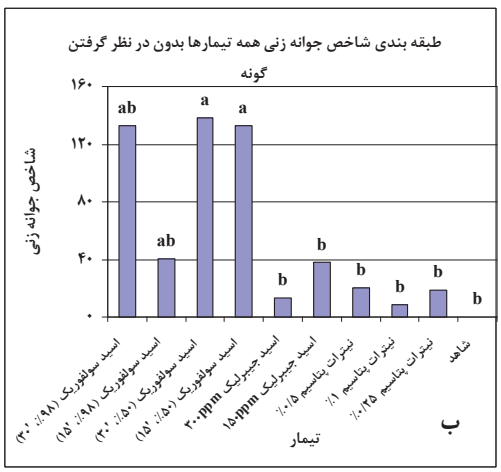
تیمار اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۳۰ دقیقه، اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۱۵ دقیقه، اسید سولفوریک ۵۰ درصد به مدت ۱۵ دقیقه، اسید جیبرلیک ppm ۳۰۰، و شاهد در طبقهٔ c قرار می‌گیرند.

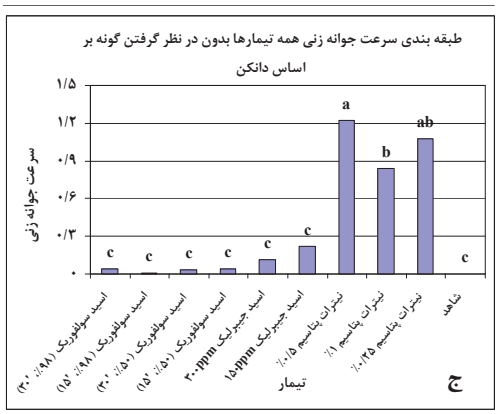
در مورد شاخص جوانه‌زنی گونهٔ *C. persica*، اسید سولفوریک ۵۰ درصد به مدت ۳۰ دقیقه در طبقهٔ a بیشترین شاخص جوانه‌زنی را دارد و بقیهٔ تیمارها، به‌جز اسید سولفوریک ۵۰ درصد به مدت ۱۵ دقیقه، در طبقهٔ c قرار می‌گیرند. در مورد سرعت جوانه‌زنی، نیترات پتاسیم ۰/۵ درصد با طبقهٔ a بیشترین سرعت جوانه‌زنی را داراست و تیمارهای اسید جیبرلیک ppm ۳۰۰ و ppm ۱۵۰ و اسید سولفوریک ۵۰ درصد به مدت ۱۵ و ۳۰ دقیقه و ۹۸ درصد به مدت ۱۵ و ۳۰ دقیقه و شاهد در طبقهٔ c قرار دارند.

در مورد مقایسهٔ میانگین تیمارها، بدون درنظرگرفتن گونه، نیترات پتاسیم ۱ درصد، ۰/۵ درصد، و ۰/۲۵ درصد با طبقهٔ a بیشترین درصد جوانه‌زنی را دارا هستند (شکل ٤). و اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۱۵ و ۳۰ دقیقه کمترین درصد جوانه‌زنی را داراست.

در مورد مقایسهٔ میانگین شاخص جوانه‌زنی، اسید سولفوریک ۵۰ درصد به مدت ۱۵ و ۳۰ دقیقه با طبقهٔa بیشترین شاخص جوانه‌زنی، و نیترات پتاسیم ۰/۲۵، ۰/۵، و ۱ درصد، و اسید جیبرلیک ppm ۱۵۰ و ppm ۳۰۰، و شاهد با طبقهٔ b کمترین شاخص جوانه‌زنی را دارا هستند. در مورد مقایسهٔ میانگین سرعت جوانه‌زنی، نیترات پتاسیم ۰/۵ درصد با طبقهٔ a بیشترین سرعت جوانه‌زنی را داراست و همهٔ تیمارهای اسید سولفوریک، اسید جیبرلیک، و شاهد در طبقهٔ c قرار می‌گیرند (شکل ٤).







شکل ٤. اثر تیمارهای متفاوت بر درصد جوانه‌زنی (الف)، شاخص جوانه‌زنی (ب)، و سرعت جوانه‌زنی بذر بدون درنظرگرفتن گونه

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از درصد جوانه‌زنی، که از دیگر عامل‌های جوانه‌زنی مهم‌تر است، موفق‌ترین تیمار نیترات پتاسیم ۰/۵ درصد است که ۳۸/۲۲ درصد میانگین جوانه‌زنی را داراست. بالاترین سرعت جوانه‌زنی را نیز در همین تیمار مشاهده می‌کنیم.

در شاخص جوانه‌زنی، که معیاری از زمان جوانه‌زنی است، هرچه این معیار کوچک‌تر باشد، نشان‌دهندهٔ کمتربودن زمان جوانه‌زنی است. پایین‌ترین شاخص جوانه‌زنی به نیترات پتاسیم ۰/۵ درصد مربوط است که همان‌طور که دیدیم، بالاترین درصد و سرعت جوانه‌زنی را نیز داراست.

دربارهٔ تیمار با اسید جیبرلیک و نیترات پتاسیم در این جنس اطلاعاتی در دست نیست و از نتایج به‌دست‌آمده در گونه‌های مشابه استفاده شد. بسیاری از بذرهای حساس به نور به نیترات پتاسیم نیز حساس‌اند. زمانی تصور بر آن بود که نیترات پتاسیم جایگزین نور می‌شود، اما امروزه بر این باورند که فقط حساسیت به نور را افزایش می‌دهد [۱٤]. با توجه به اینکه بهترین تیمار از بین تیمارهای ذکرشده تیمار نیترات پتاسیم است، شاید بتوان این را نشان‌دهندهٔ نیاز به نور برای جوانه‌زنی دانست.

بر اساس تحقیقات انجام‌گرفته در زمینهٔ تأثیر غلظت‌های متفاوت اسید سولفوریک، این ماده اثر بارزی بر جوانه‌زنی بذرها ندارد و در بیشتر موارد حداقل درصد جوانه‌زنی را در بر داشته است. این نتایج با نتایج به‌دست‌آمده در تحقیقی دیگر مطابقت دارد که در تیمار گرمادهی به همراه سرمادهی بر روی *Crataegus monogyna* دو برابر تیمار با اسید سولفوریک ۹۸ درصد جوانه‌زنی مشاهده شده است. با توجه به تیمارهای استفاده‌شده در این تحقیق، که در موقعیت آزمایشگاهی صورت گرفته، اسید سولفوریک با درصد پایین جوانه‌زنی در گونه‌های متفاوت و عدم جوانه‌زنی در برخی غلظت‌ها به‌علت حذف نشدن پوستهٔ درون‌بر، کاربردی‌تر به‌نظر می‌رسد، درصورتی‌که در تیمارهای اسید جیبرلیک و نیترات پتاسیم برای اطمینان از قرارگرفتن جنین در معرض ماده پوسته چوبی حذف شد. این کار را نمی‌توان در سطح وسیع انجام داد [۱۵].

در بررسی دیگرِ تیمار اسید سولفوریک، با وجود تیمار دوساعته، افزایشی در جوانه‌زنی مشاهده نشد. در نتایج به‌دست‌آمده از تیمارها نیز تیمار اسید سولفوریک نسبت به دیگر تیمارها بازدهی پایینی دارد [۱٦]. تیمار اسید سولفوریک به‌عنوان روشی تجاری برای خراش‌دهی بذرها و خراش‌دهی مکانیکی به‌عنوان روشی بهتر و برتر معرفی شد [۱۷]. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از تیمارهای متفاوت اسید سولفوریک به‌نظر می‌رسد این روش را نمی‌توان روشی موفق در تیمارها در نظر گرفت. در تحقیقات انجام‌گرفته بر روی بذر گیاه کزل با استفاده از اسید جیبرلیک در سه سطح از نظر ۵۰، ۱۰۰، و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر (به مدت ۲٤ ساعت)، هورمون جیبرلین در غلظت ppm ۲۰۰ به‌طور معنی‌داری باعث جوانه‌زنی بذر این گونه شده است [۱۱]. بر اساس نتایج این تحقیق، اثر اسید جیبرلیک ppm ۱۵۰ و ppm ۳۰۰ در سطح ۵ درصد در همهٔ عامل‌های جوانه‌زنی معنی‌دار است. از آنجا که با بررسی‌های فیزیولوژیکی استنباط می‌شود عمل سرما در نهایت به تغییر نسبت‌های هورمونی درونی بذر به نفع جیبرلین منجر خواهد شد که آن خود پس از انتقال به لایهٔ الورن با فعال‌سازی آنزیم‌های تجزیه‌کنندهٔ ذخیرهٔ غذایی بذر را فراهم می‌کنند، متخصصان مسائل بذری معتقدند که این هورمون می‌تواند جانشین مناسبی برای برطرف‌کردن نیاز سرمایی بذر یا حتی فراتر از آن کلیهٔ عوامل مؤثر بر جوانه‌زنی بذر باشد [۱۸]. گرچه جیبرلین را می‌توان از مهم‌ترین عوامل محرک جوانه‌زنی دانست، از آنجا که در طول دورهٔ سرمادهی، بذر تحت تأثیر مجموعه‌ای از فرایندها قرار دارد که برایند آن‌ها در طول زمان منجر به جوانه‌زنی خواهد شد و فقط بخشی از فرایندها با کاهش غلظت بازدارنده‌ها و افزایش محرک‌ها، جوانه‌زنی را القا می‌کند، بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که سرمادهی علاوه بر تهیهٔ محرک‌های جوانه‌زنی و رفع موانع فیزیولوژیکی باعث افزایش

مقاومت دانه رست شده و به استقرار و رشد بعدی آن کمک می‌کند؛ عملی که جیبرلین به‌تنهایی قادر به انجام آن نیست. بنابراین، جیبرلین را به‌عنوان عامل محرک و کمکی در جوانه‌زنی بذر می‌توان استفاده کرد [۱۲]. علاوه بر تیمارهای انجام‌شده در این تحقیق، تیمارهایی با خراش‌دهی بذر و قراردادن بذرها در دماهای متناوب نیز صورت گرفته که از مقایسهٔ کل تیمارهای انجام‌شده بر روی سه گونه می‌توان بهترین تیمار برای هر گونه را با توجه به درصد جوانه‌زنی بذرها پیشنهاد کرد. در مورد *Crataegus aminii* کاشتن بذرها در هوای آزاد، در اوایل تابستان، در بستر خاک معمولی استریل‌شده در گلدان بالاترین درصد جوانه‌زنی را با ٤٦/٦٧ درصد داراست. در *Crataegus babakhanloui* قراردادن بذرها در آب روان به مدت ٢٤ ساعت، سپس سه ماه گرمادهی (۱۸°C)، به دنبال آن چهار و نیم ماه سرمادهی (٤°C) در گلدان با ٢٦/٦٧ درصد بالاترین درصد جوانه‌زنی را داراست و در *Crataegus persica* کاشتن بذرها در هوای آزاد در اوایل تابستان، بستر خاک معمولی استریل‌شده به صورت خراش‌دار در گلدان بالاترین درصد جوانه‌زنی را با ٤٣/٣٣ درصد داراست.

نتایج نشان می‌دهد که تیمارهای مذکور از موفق‌ترین تیمارها از میان کل تیمارهای اعمال‌شده بر سه گونهٔ مذکورند [۱۹].

نتیجه‌گیری

با اینکه نتایج به‌دست‌آمده در تیمارهای اسید جیبرلیک و نیترات پتاسیم در مقایسه با اسید سولفوریک مطلوب‌ترند، به‌علت کاربردی‌نبودنشان راهکار مناسبی برای جوانه‌زنی بذر جنس مذکور نیستند. با استفاده از این هورمون‌ها نشان داده شد، که علاوه بر خراش‌دهی پوستهٔ سخت بذر، بالانس هورمونی برای جوانه‌زنی نیاز است.

سپاس‌گزاری

این تحقیق با استفاده از امکانات بخش گیاه‌شناسی و گروه بانک ژن منابع طبیعی مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور انجام شده که بدین‌وسیله از مسئولان محترم مؤسسه تشکر و قدردانی می‌شود. نیز از خانم‌ها، مهندس فلاح و مهندس یگانه، که در مراحل مختلف اینجانب را یاری کردند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنم.

References

[1]. Khatamsaz, M. (1992). Flora of Iran, No.6: Rosaceae, Research Institute of Forests and Rangelands of Iran. 244-246 and 254-258 pp.

[2]. Khatamsaz, M. (1991). The genus Crataegus K. (*Rosaceae*) in Iran. Iran Journal Botanical, 5 (1): 47-56.

[3]. Peitto, B., and Di Noi, A. (2001). Seed propagation of Mediteranean trees and shrubs, APAT Press, Italy, 99 p.

[4]. Ellis, R.H., Hong, T.D., and Roberts, E. H. (1985). Handbook of Seed Technology for Gene Bank, Vol. II, IBGR (International Board for Plant Genetic Resources), Rome, 667 p.

[5]. Brenda, B., Jenning, W., and Rawlinson, R. (2004). *Crataegus saligna*, (*willow hawthorn*), University of Colorado Herbaruim, Bouulder, Co. 37p.

[6]. St-John, S. (1982). Acid treatment of seeds Crataegus monogyna and other Crataegus species. Combined Proceeding, International Plant Propagators› Society, publ. 1983, 32: 203-205.

[7]. Brinkman, KA. (1974). Crataegus L., Hawthorn. In: Schopmeyer CS, tech. coord. Seeds of woody plants in the United States. Agric. Handbk. 450. Washington, DC: USDA Forest Service: 356-360.

[8]. Hartmann, H.T., Kester, .D.E., Davies, .F.T. Jr., and Geneve, R.L. (1997). Plant Propagation: Principles and Practices. 6th ed. Upper Saddle River, NJ:Prentice Hall. 770p.

[9]. Khoshkhoi, M. (1988). Propagation methods of ornamental plants, Shiraz University Press, 93pp.

[10]. Sarmadnia, Gh.H. (1995). Principles of Seed Science and Technology, Jihad- University Press, 83-84 pp.

[11]. Nasiri, M., Babakhanloo, P., and Maddah Arefi, H. (2003). Seed germination in Kozal (Diplotaenia damavandica Mozaffarian, Hedge & Lamond). Iranian Journal of Rangelands Forests Plant Breeding and Genetic Research, 11(2):256 -275

[12]. Nasiri, M., and Isvand, H.M. (2002). Effects of sulfuric acid on seed dormancy breaking and germination of Carob tree and Silk tree. Iranian Journal of Rangelands Forests Plant Breeding and Genetic Research, 8: 95-113.

[13]. Agrawal, R.L. (1992). Seed technology. Oxford and IBH Publishing Co. LTD. New Delhi. 376p.

[14]. Scott, S. J., Jones, R.A., and Williams, W. A. (1984). Review of data analysis method for seed germination. Crop Science, 24: 1192-1199.

[15]. Bujarska, B. (2002). Breaking of seed dormancy, germination and seedling emergence of the common hawthorn (Crataegus monogyna Jacq.), Dendrobiology, Vol. 47: 61-70.

[16]. Morgenson, G. (1999). Effects of cold strafication, warm-cold stratification, and acid scarification on seed germination of three Crataegus species. Tree planters' Notes, 49 (3): 72-74.

[17]. Gongh, R.E. (1996). Growing trees and shrubs from seeds, MONTGUID Agriculture MT 9604, Montana state University. 24p.

[18]. Nasiri, M. (1994). Investigation of effective factors on development, dormancy and germination of seeds. Agricultural Research, Education and Exthention Organization (AREEO . Pp 63.

[19]. Mirzadeh Vaghefi, S.S., Jamzad, Z., Jalili, A., and Nasiri, M. (2009). Study on dormancy breakage and germination in three species of Hawthorn: *C. aminii*, *C. persica* and *C. babakhanloui*, Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 17 (4). Pp 544-559.