

بررسی شکستن خواب بذر و تشدید جوانه‌زنی در سه گونه زالزالک (*Crataegus persica*, *C. aminii*, *C. babakhanloui*)

سعیده سادات میرزاده واقفی^{۱*}، زیبا جم‌زاد^۲، عادل جلیلی^۳ و محسن نصیری^۴

*۱- نویسنده مسئول، کارشناس ارشد، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، پست الکترونیک: saeedehsmv@yahoo.com

۲- دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور.

۳- استاد پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور.

۴- مربی پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور.

تاریخ پذیرش: ۸۷/۷/۷

تاریخ دریافت: ۸۷/۴/۱۱

چکیده

زالزالک از تیره گل‌سرخ (*Rosaceae*) و از جمله درختانی است که دارای مصارف دارویی و زینتی می‌باشد. بذر این جنس دارای مشکل جوانه‌زنی است، به طوری که ممکن است ۲ تا ۳ سال جوانه نزنند. در زمینه جوانه‌زنی گونه‌های مختلف این جنس تحقیقات محدودی صورت گرفته است. به همین علت در این تحقیق در مورد جوانه‌زنی بذر سه گونه زالزالک بومی ایران یعنی *Crataegus babakhanloui*، *C. aminii* و *C. persica* تحقیقاتی انجام و بهترین و مؤثرترین تیمار معرفی گردید. برای بررسی جوانه‌زنی و شکستن خواب بذرهای سه گونه یادشده، آزمایش‌هایی با ۴ تیمار و ۳ تکرار به صورت طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تیمارها شامل خراش‌دهی پوسته و اعمال گرمادهی و سرمادهی متناوب بودند. نتایج نشان داد که در تمام تیمارها برای نفوذپذیرتر کردن پوسته و شکستن خواب بذر، خراش‌دهی مکانیکی مؤثر است. سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۴ (قرار دادن بذر در آب روان به مدت ۲۴ ساعت، سپس سه ماه گرمادهی (۱۸ °C) و به دنبال آن ۴/۵ ماه سرمادهی) در بین همه گونه‌ها دارای بیشترین مقدار می‌باشد. بیشترین درصد جوانه‌زنی در تیمار ۳ (کاشتن بذر در هوای آزاد در اوایل تابستان) نشان‌دهنده موفقیت این تیمار است. با توجه به تعداد دانه در هر میوه و تعداد دانه‌های جنین‌دار در هر میوه مشخص گردید که بیش از ۸۰٪ از میوه‌ها دارای یک جنین می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: *Crataegus babakhanloui*، *C. aminii*، *C. persica*، جوانه‌زنی، خواب بذر، بومی ایران.

مقدمه

در مارمالادها، کره‌ها، نگهدارنده‌ها، ژله‌ها و همچنین به عنوان غذای حیات وحش از جمله پرندگان استفاده می‌شود و استفاده از گل آن در درمان بیماریهای مختلف عروقی ذکر شده است (Elliot, 1971; Gibbons, 1974; Halls, 1977; Hedrick, 1919; Morton, 1963; Wood, 1864). زالزالک از جمله گیاهانیست که جوانه‌زنی بذر آن به سختی انجام می‌شود و جوانه‌زنی آن ممکن است ۲ تا ۳ سال طول بکشد. بذر آن دارای پوسته چوبی بسیار سختی

زالزالک‌ها با نام علمی *Crataegus* درختان یا درختچه‌هایی خزان‌کننده، متعلق به خانواده گل‌سرخ (*Rosaceae*) می‌باشند. در ایران حدود ۲۱ گونه از این جنس وجود دارد. از زالزالک‌ها نه تنها در باغها، مزارع و حاشیه جاده‌ها استفاده می‌شود، بلکه به دلیل داشتن گل و میوه زینتی در فضای سبز شهری نیز کاربرد دارند. میوه آن

مناسب می‌باشد. بذر زلزاک دارای خواب عمیقی است که حتی ۲ تا ۳ سال طول می‌کشد تا جوانه بزند. در مورد بذر این جنس ذکر شده که خراش‌دهی می‌تواند بر روی جوانه‌زنی مؤثر باشد (Tyszkiewicz, 1949).

در مورد تحقیقات انجام شده در مورد جوانه‌زنی بذر زلزاک، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

Peitto & Di Noi (2001) در مورد *Crataegus* spp.

خواب بذر را از نوع اندوژن معرفی کرده‌اند که ممکن است با یک تیمار آب گرم برای مدت ۱۶-۴ هفته همراه با یک سرمای ۳۶-۱۲ هفته‌ای برطرف شود. خراش‌دهی قبل از پیش‌تیمار گرما + سرما مفید است. در طبیعت با گذشتن دو بهار، با دیگر تیمارهای اسید سولفوریک (از ۳۰ دقیقه تا ۲ ساعت برای *C. monogyna*) با ۴ هفته تیمار گرما و ۱۲ هفته تیمار سرما برابر است.

مطالعات Gongh (1996) نشان می‌دهد که *Crataegus mollis* در خاک پیتی در ۸۰-۷۵ درجه فارنهایت به مدت ۴۵ روز و سپس در ۴۱ درجه فارنهایت به مدت ۹۰-۷۵ روز نتیجه مثبتی داده است.

Garber & Morhead (1999) در مورد *Crataegus* spp. تیمار گرما را در ۸۰-۷۰ درجه فارنهایت به مدت ۹۰-۳۰ روز و به دنبال آن تیمار سرما را به مدت ۱۸۰-۹۰ روز در نظر گرفته‌اند.

Brenda et al. (2004) نوشته‌اند که تیمار اسید و به دنبال آن گرمادهی و سرمادهی به شکستن خواب جنین و سرعت جوانه‌زنی کمک می‌کند. (Dickinson 1985) اشاره کرده که بذرهای سخت دارای مانع مکانیکی برای جوانه‌زنی هستند. بذرهای زلزاک با اندوکارپ استخوانی تمایل به جوانه‌زنی در بهار دوم بعد از میوه‌دهی دارد یا در سالهای بعد جوانه می‌زند.

Hudson & Carlson (1998) در مورد تیمار بذر *Crataegus douglasii* نوشته‌اند که شستشوی بذر با H_2O_2 یک درصد به مدت ۱۵ دقیقه و قرار دادن در ظرف و در لایه‌هایی از پیت در ۲ درجه سانتی‌گراد سرما به مدت ۴

است که یکی از موانع جوانه‌زنی آن محسوب می‌شود. خواب بذرهای سازوکار پیچیده‌ایست که جوانه‌زدن طبیعی بذر را در شرایط طبیعی تا رسیدن به فصل و زمان مناسب دچار رکود و اشکال می‌کند. این پدیده به‌ویژه در گیاهان بومی باعث می‌شود که جوانه‌زنی آن به میزان کم انجام شود. در این تحقیق جوانه‌زنی بذر سه گونه *C. babakhanloui*، *C. aminii* و *C. persica* مورد بررسی قرار گرفته است. سه گونه ذکر شده، انحصاری ایران بوده و دارای پراکنش محدودی می‌باشند. محدود بودن پراکندگی برخی از این گونه‌ها به حدیست که تنها یک پایه از آن یافت شده است. به همین علت به بررسی جوانه‌زنی بذرهای این گونه‌ها پرداخته شد تا بدین وسیله برای حفظ ذخایر ژنتیکی این گونه قدمی برداشته شود.

C. babakhanloui درخت یا درختچه‌ایست به ارتفاع ۲ تا ۳ متر، دارای خار بسیار کم، شاخه‌های جوان کرکدار، شاخه‌های سال گذشته بدون کرک، سرخ‌رنگ، دانه ۳ تا ۴ عدد در هر میوه، قسمت فوقانی آزاد و در پهلو فشرده و سوراخ‌دار می‌باشد (Khatamsaz, 1991).

C. aminii درخت کوچک یا درختچه بدون خار، شاخه‌های جوان کرکدار، شاخه‌های سال گذشته قهوه‌ای متمایل به زرد، دانه ۳ تا ۴ عدد در هر میوه و در قسمت خارجی دارای ۲ یا ۳ شیار عمیق است (Khatamsaz, 1991).

C. persica درخت یا درختچه‌ای با ارتفاع تا ۴ متر، شاخه‌های جوان سرخ‌رنگ، دارای کرک‌های پراکنده، شاخه‌های سال گذشته خاکستری متمایل به سرخ، دانه ۲ و به ندرت ۳ عدد در هر میوه و دارای شیارهای عمودی می‌باشد (خاتم‌ساز، ۱۳۷۱).

مراکز معتبر جهانی نظیر IBPGR و ISTA همواره در مورد جوانه‌زنی بذر با اعمال تیمارهای خاص در حال تحقیق و بررسی می‌باشند و نتایج خود را منتشر کرده‌اند. بذر بسیاری از درختان و درختچه‌ها نیاز به شرایط خاصی برای شروع جوانه‌زنی دارند که شامل دما و رطوبت

- تیمار ۳: کاشتن بذرها در هوای آزاد در اوایل تابستان، بستر، خاک معمولی سترون شده (بذرها از زمان برداشت تا زمان شروع تیمار در دمای $4 \pm 0^\circ\text{C}$ نگهداری شده‌اند).

- تیمار ۴: قرار دادن بذرها در آب روان به مدت ۲۴ ساعت، سپس سه ماه گرمادهی (18°C)، به دنبال آن چهار و نیم ماه سرمادهی (4°C).

پس از اعمال تیمار ۴ و جوانه‌زدن، حدود ۱۰٪ از بذرها به ژرمیناتوری با ۱۵ درجه سانتی‌گراد دما، شدت نور ۱۰۰۰ لوکس و رطوبت نسبی ۴۵٪ انتقال یافتند. بستر بذرها ماسه بادی در گلدانهایی با قطر ۱۵ سانتی‌متر بود. هر گلدان به‌عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد.

با استفاده از روابط ۱ تا ۳، سرعت جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی (به‌عنوان معیاری از زمان جوانه‌زنی) و درصد جوانه‌زنی محاسبه گردید:

رابطه (۱)

سرعت جوانه‌زنی (Agrawal, 1992): $\sum_1^i \frac{n_i}{D_i}$ که در آن

n_i تعداد بذرها در روزهای جوانه‌زده در روزهای شمارش و D_i تعداد روز پس از شروع آزمایش هستند.

رابطه (۲)

رابطه شاخص جوانه‌زنی (Scott et al., 1984):

$\frac{\sum T_i N_i}{S}$ که در آن T_i زمان شمارش (روز) پس از کاشت، N_i تعداد بذرها در روزهای جوانه‌زده در هر شمارش (روز) و S کل بذرها کاشته شده است.

رابطه (۳)

درصد جوانه‌زنی = $100 \times$ تعداد کل بذرها/تعداد بذرها جوانه‌زده

برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها از نرم‌افزارهای Excel و Minitab استفاده گردید.

ماه مؤثر بوده و ضمناً بذرها برای ۴۸-۲۴ ساعت قبل از سرمادهی خیس شدند. در تمام تیمارها همیشه باید بذرها مرطوب باشند. در بعضی مواقع ممکن است جوانه‌زنی تا ۱۸ ماه طول بکشد (Gosling, 2007).

مواد و روشها

به‌منظور شکستن خواب بذر سه گونه یادشده، آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تیمار و سه تکرار انجام شد. در هر تیمار بذرها به‌صورت خراش‌دار و بدون خراش مورد بررسی قرار گرفتند. نحوه خراش‌دهی به‌صورت مکانیکی و با استفاده از کاغذ سمباده انجام شد. تمام مراحل تیمار در گلدانهایی با قطر ۱۵ سانتی‌متر انجام گرفت. بذرها در سالهای ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵ جمع‌آوری گردید. بذرها از یک پایه براساس آدرس موجود در فلور ایران جمع‌آوری گردیدند. برای اطلاع از قوه‌نامیه، آزمون تترازولیوم براساس دستورالعمل ISTA انجام شد (Anon., 2007). در این آزمون از محلول تترازولیوم ۱٪ استفاده گردید (به‌علت محدود بودن بذرها، استفاده از آزمون تترازولیوم برای *C. persica* انجام نشد). برای تعیین تعداد جنین در هر میوه، تعداد ۱۰۰ میوه از هر گونه به‌طور تصادفی انتخاب گردید و سپس با شماره‌گذاری و تهیه لیستی شامل نام علمی، تعداد بذر در هر میوه، تعداد جنین در هر میوه و درصد جنین‌دارها معلوم گردید.

پیش‌تیمارهای شکست خواب عبارت بودند از:

- تیمار ۱: چهار ماه در ۴ درجه سانتی‌گراد، به دنبال آن هشت ماه در ۱۸ درجه سانتی‌گراد، بعد چهار ماه در ۴ درجه سانتی‌گراد و قرار دادن گلدانها در هوای آزاد در فصل بهار (25°C)، بستر، خاک معمولی سترون شده.

- تیمار ۲: چهار ماه در ۲۷-۲۱ درجه سانتی‌گراد در بستر پیت، به دنبال آن سه ماه سرما (4°C)، به دنبال آن ۵ ماه گرمادهی (18°C)، سپس چهار ماه سرمادهی در $2 \pm 0^\circ\text{C}$ و قرار دادن گلدانها در هوای آزاد در فصل بهار (25°C)، بستر، خاک معمولی سترون شده.

نتایج

می‌دهد به هم متصل بودن و جدا بودن نمی‌تواند ملاک جنین‌دار بودن بذر باشد. در مورد *C. babakhanloui* در سال اول بیش از ۸۰٪ از بذرها یک یا دو جنینی بودند، بذره‌های سال دوم به شدت آفت‌زده بوده و در ۱۰۰ میوه بررسی شده حتی یک بذر هم یافت نشد. بیش از ۸۰٪ از بذرها پوک و بقیه نیز آفت‌زده بودند. ۸۷٪ از میوه‌ها دارای ۳ بذر بوده و در *C. persica* در سال اول به علت محدود بودن مقدار بذر تولید شده، آمارگیری از بذرها انجام نشد. در سال دوم ۸۷٪ از میوه‌ها تک بذری بوده و از ۱۰۰ میوه بیش از ۸۰٪ بذر دار بودند. در هر میوه چه تک بذری و چه دو بذری، تنها یک جنین موجود بود (جدول ۱).

میوه سه گونه جمع‌آوری گردید و سپس از نظر تعداد بذر و تعداد جنین در هر میوه مورد بررسی قرار گرفتند. در بعضی میوه‌ها بذرها به هم چسبیده و در بعضی کاملاً از هم جدا بودند. با توجه به بررسی انجام‌شده، در سال اول در *C. aminii* بیش از ۹۰٪ و در سال دوم بیش از ۶۰٪ تک‌جنینی بودند؛ بنابراین با وجود تفاوت در تعداد دانه که حتی به ۵ تایی نیز می‌رسد، تعداد جنین‌ها اغلب یکی می‌باشد که نشان‌دهنده آن است که تعداد بذرها در هر میوه تأثیری در تعداد جنین‌ها ندارد. تعداد جنین‌ها در بذره‌های به هم چسبیده و جدا متفاوت نمی‌باشد که نشان

جدول ۱- وضعیت تعداد دانه و جنین در هر میوه از سه گونه

اسامی گونه‌ها	تعداد بذر در هر میوه	تعداد جنین در هر میوه
<i>C. aminii</i>	۳-۴	۱
<i>C. babakhanloui</i>	۲-۳	۱
<i>C. persica</i>	۱	۱

در مورد بررسی تیمارها بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی در *C. aminii* تأثیر خراش‌دهی بر شاخص جوانه‌زنی معنی‌دار نیست، ولی در مورد سرعت جوانه‌زنی و درصد جوانه‌زنی معنی‌دار می‌باشد که درصد جوانه‌زنی را از ۱۶/۵۳٪ به ۴۷/۴۷٪ رسانیده است. در مورد تیمارها، اثر آنها به‌طور معنی‌داری در سرعت جوانه‌زنی (در سطح ۰/۵٪)، شاخص جوانه‌زنی (عدم وجود اختلاف معنی‌دار) و درصد جوانه‌زنی (در سطح ۰/۱٪) متفاوت است (جدول ۲).

ارزیابی بذره‌های رنگ گرفته در آزمون تترازولیوم نشان داد که در *C. aminii* از ۳ تکرار ۱۰۰ تایی، ۷۰٪ بذرها کاملاً رنگ شده، ۲۰٪ از آنها تنها نیمی رنگ گرفته، ۶٪ تنها جنین بذر رنگ گرفته و ۴٪ از آنها اصلاً رنگی به‌خود نگرفته‌اند؛ به عبارت دیگر ۹۶ درصد این گونه دارای قوه نامیه بودند. در *C. babakhanloui*، ۴۶٪ از بذرها کاملاً رنگ گرفته، ۳۸٪ از آنها تنها نیمی رنگ گرفته و ۱۶٪ فقط جنین بذر رنگ گرفته است و به‌عبارتی دارای صددرصد قوه نامیه هستند (شکل ۴).

جدول ۲- بررسی اثر تیمارها بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی در گونه *C. aminii*

مجموع مربعات			درجه آزادی	منابع تغییرات
میانگین درصد جوانه‌زنی	میانگین سرعت جوانه‌زنی	میانگین شاخص جوانه‌زنی		
۱۶/۵۳***	۱/۳۶*	۲/۱۱ ^{n.s}	۱	بدون خراش
۴۷/۴۷***	۴/۵۳*	۴/۹۷ ^{n.s}	۱	خراش‌دار
۳۳۵	۴/۵۲۳	۱۹/۵	۲۸	خطای آزمایش
			۲۹	کل
b ۲۷/۳۳*	bc ۰/۵۲***	b ۳/۲۶***	۳	تیمار ۱
c ۸/۶۷*	c ۰/۱۶***	cb ۱/۲۸***	۳	تیمار ۲
ab ۴۶/۶۷*	bc ۱/۱۱***	a ۱۰/۹۸***	۳	تیمار ۳
b ۳۸/۶۷*	a ۶/۴۶***	c ۱/۱۰***	۳	تیمار ۴
۴۳۵	۵۲/۶۵	۶/۶۷	۲۶	خطای آزمایش
			۲۹	کل

***، **، * و n.s به ترتیب نشانه‌های معنی‌دار بودن در سطوح آماری ۰/۱، ۱ و ۵ درصد و اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

۵). در مورد تیمارها، اثر ۴ تیمار در سرعت جوانه‌زنی در سطح ۰/۵٪ و شاخص جوانه‌زنی در سطح ۰/۱٪ معنی‌دار می‌باشد، ولی در مورد درصد جوانه‌زنی معنی‌دار نیست (جدول ۳).

در مورد بررسی اثر تیمارها بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی در *C. babakhanloui*، تأثیر خراش‌دهی بر سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار نمی‌باشد، ولی در مورد شاخص جوانه‌زنی در سطح ۰/۵٪ و درصد جوانه‌زنی در سطح ۰/۱٪ معنی‌دار بوده و درصد جوانه‌زنی را سه برابر افزایش داده است (شکل

جدول ۳- بررسی اثر تیمارها بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی در گونه *C. babakhanloui*

مجموع مربعات			درجه آزادی	منابع تغییرات
میانگین درصد جوانه‌زنی	میانگین سرعت جوانه‌زنی	میانگین شاخص جوانه‌زنی		
۹/۶***	۰/۹۰ ^{n.s}	۰/۹۸*	۱	بدون خراش
۲۷/۷۳***	۲/۷۶ ^{n.s}	۰/۹۱*	۱	خراش‌دار
۱۶۹	۱۱/۶	۶/۲۱	۲۸	خطای آزمایش
			۲۹	کل
ab ۱۳/۳۳ ^{n.s}	b ۰/۲۹*	b ۱/۴۱***	۳	تیمار ۱
b ۵/۳۳ ^{n.s}	b ۰/۰۷*	b ۰/۷۶***	۳	تیمار ۲
a ۲۱/۳۳ ^{n.s}	b ۰/۲۳*	a ۵/۹۶***	۳	تیمار ۳
a ۲۶/۶۷ ^{n.s}	a ۴/۵۶*	b ۰/۸۱***	۳	تیمار ۴
۱۹۹	۸/۸۲	۳/۰۶	۲۶	خطای آزمایش
			۲۹	کل

***، **، * و n.s به ترتیب نشانه‌های معنی‌دار بودن در سطوح آماری ۰/۱، ۱ و ۵ درصد و اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

در مورد تأثیر تیمارها بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی در *C. persica*، اثر خراش‌دهی بر سرعت جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی معنی‌دار نمی‌باشد، ولی در مورد درصد جوانه‌زنی در سطح ۰/۱٪ معنی‌دار است. در مورد تیمارها، اثر هر ۴ تیمار بر سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی در سطح ۰/۱٪ معنی‌دار می‌باشد (جدول ۴).

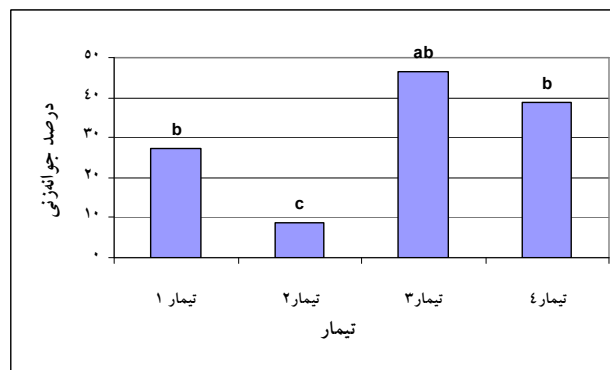
جدول ۴- بررسی اثر تیمارها بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی در گونه *C. persica*

مجموع مربعات			درجه آزادی	منابع تغییرات
میانگین درصد جوانه‌زنی	میانگین سرعت جوانه‌زنی	میانگین شاخص جوانه‌زنی		
۱۴/۱۳ ^{***}	۱/۰۲ ^{n.s}	۲/۲۸ ^{n.s}	۱	بدون خراش
۳۲/۸ ^{***}	۱/۷۸ ^{n.s}	۳/۵۲ ^{n.s}	۱	خراش‌دار
۲۱۰	۲/۰۸	۱۰/۴	۲۸	خطای آزمایش
			۲۹	کل
ab ۲۶/۶۷ ^{***}	b ۰/۵۴۲ ^{***}	b ۳/۱۲ ^{***}	۳	تیمار ۱
c ۶/۶۷ ^{***}	c ۰/۱۳ ^{***}	c ۱ ^{***}	۳	تیمار ۲
a ۴۳/۳۳ ^{***}	ab ۱/۳۷ ^{***}	a ۸/۶۵ ^{***}	۳	تیمار ۳
b ۲۰/۳۳ ^{***}	a ۲/۴۸ ^{***}	c ۰/۸۶ ^{***}	۳	تیمار ۴
۱۹۹	۱/۳۳	۱/۲۷	۲۶	خطای آزمایش
			۲۹	کل

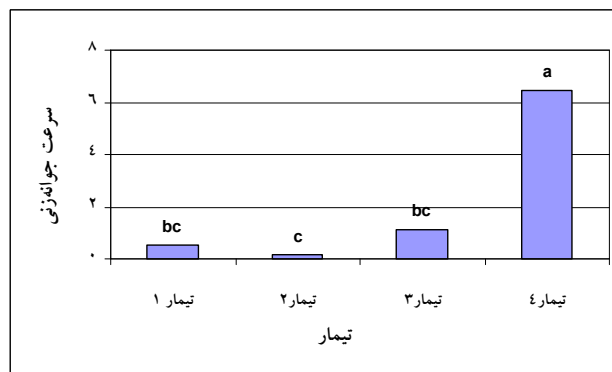
***، **، * و n.s به ترتیب نشانه‌های معنی‌دار بودن در سطوح آماری ۰/۱، ۱ و ۵ درصد و اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

۴ با بیشترین سرعت جوانه‌زنی در طبقه a و تیمار ۲ با کمترین سرعت جوانه‌زنی در طبقه c قرار دارد (شکل ۱-ب). بیشترین شاخص جوانه‌زنی را تیمار ۳ با طبقه a و کمترین را تیمار ۴ با طبقه c داراست (شکل ۱-ج)

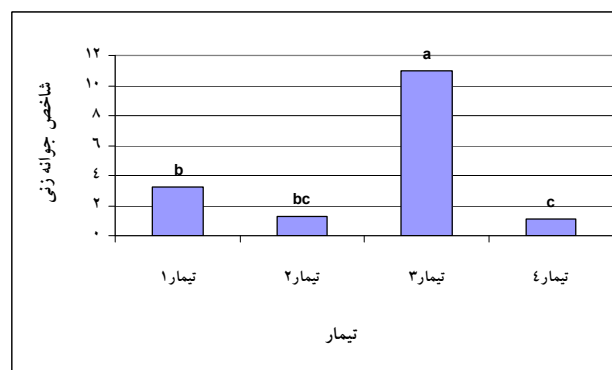
در مورد *C. aminii* در مقایسه میانگین‌ها با روش دانکن (۰/۱٪)، تیمار ۳ در طبقه ab با بیشترین درصد جوانه‌زنی قرار گرفته و تیمار ۲ با کمترین درصد جوانه‌زنی در طبقه c قرار می‌گیرد (شکل ۱-الف). تیمار



(الف)



(ب)

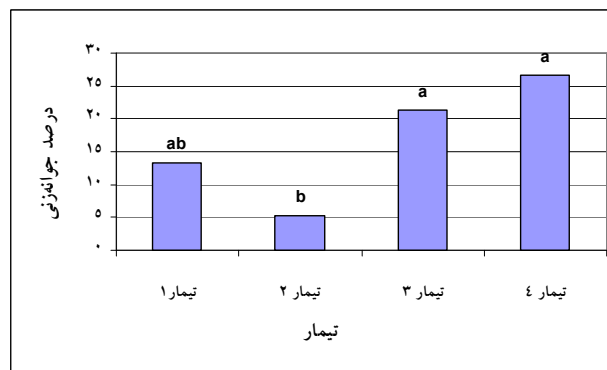


(ج)

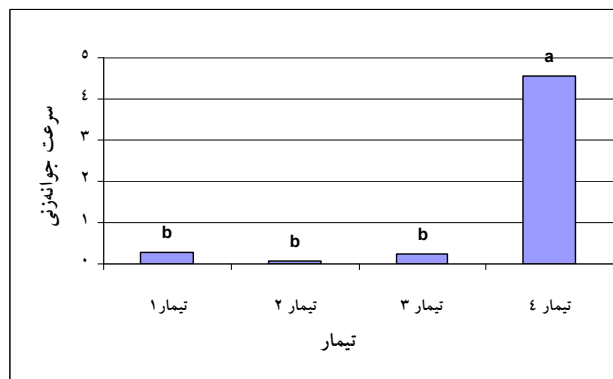
شکل ۱- اثر تیمارهای مختلف بر درصد جوانه‌زنی (الف)، سرعت جوانه‌زنی (ب) و شاخص جوانه‌زنی (ج) بذر *C. aminii*

طبقه قرار گرفتند (شکل ۲-ب). بیشترین شاخص جوانه‌زنی را تیمار ۳ با طبقه a و دیگر تیمارها در طبقه b قرار گرفتند (شکل ۲-ج).

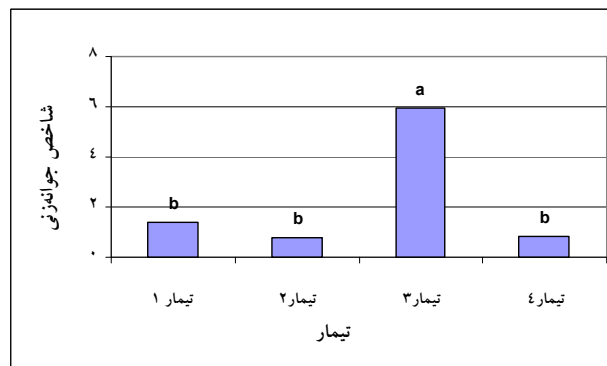
مقایسه بین میانگین درصد جوانه‌زنی ۴ تیمار در *C. babakhanloui*، تفاوت نشان داد (شکل ۲-الف). تیمار ۴ با بیشترین سرعت جوانه‌زنی در طبقه a و تیمارهای ۱، ۲ و ۳ با کمترین سرعت جوانه‌زنی در یک



(الف)



(ب)

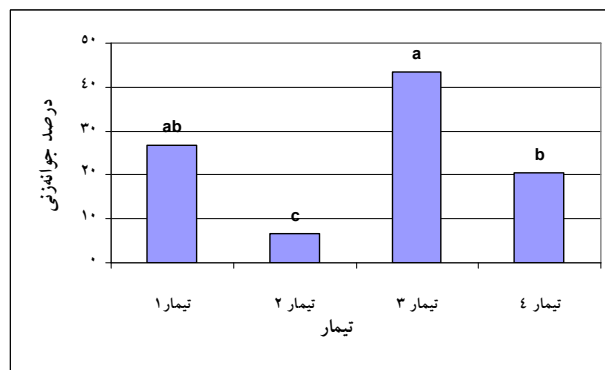


(ج)

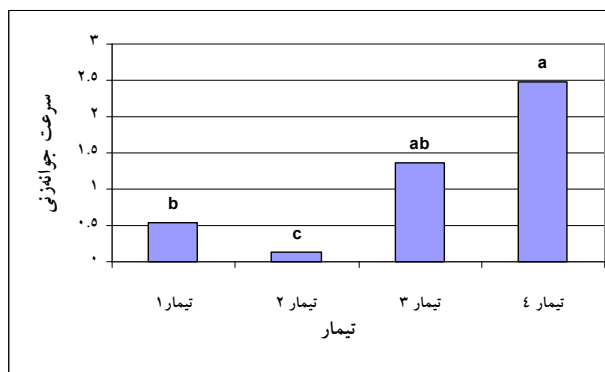
شکل ۲- اثر تیمارهای مختلف بر درصد جوانه‌زنی (الف)، سرعت جوانه‌زنی (ب) و شاخص جوانه‌زنی (ج) بذر *C. babakanloui*

مختلفی قرار می‌گیرند (شکل ۳- ب). بیشترین شاخص جوانه‌زنی در تیمار ۳ با طبقه a و کمترین را تیمارهای ۲ و ۴ با طبقه c دارا هستند (شکل ۳- ج).

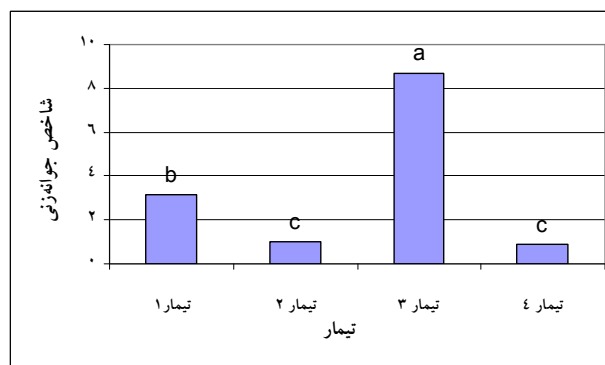
در مورد *C. persica* تیمار ۳ در طبقه a دارای بیشترین درصد جوانه‌زنی بوده و تیمار ۲ با کمترین درصد جوانه‌زنی در طبقه c قرار گرفته است (شکل ۳- الف). تیمارهای ۱، ۲، ۳ و ۴ از نظر سرعت جوانه‌زنی در طبقات



(الف)



(ب)



(ج)

شکل ۳- اثر تیمارهای مختلف بر درصد جوانه‌زنی (الف)، سرعت جوانه‌زنی (ب) و شاخص جوانه‌زنی (ج) بذر *C. persica*

جوانه‌زنی تحت تأثیر نوع گونه یا اثر متقابل گونه و درجه حرارت نیست، اما اثر سایر عوامل از جمله حرارت و خراش‌دهی و اثرات متقابل آنها معنی‌دار می‌باشد (جدول ۵).

بررسی آماری اثر متقابل سه عامل نوع گونه، حرارت و خراش‌دهی بر روی درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی نشان داد که درصد جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی تحت تأثیر تک‌تک این عوامل و یا اثر متقابل آنهاست، در حالی‌که از نظر آماری، سرعت

جدول ۵- بررسی اثر متقابل تیمارها بر جوانه‌زنی

مجموع مربعات			درجه آزادی	منابع تغییرات
میانگین درصد جوانه‌زنی	میانگین سرعت جوانه‌زنی	میانگین شاخص جوانه‌زنی		
۱۳/۲۱ ^{***}	۱/۶۳ ^{n.s}	۱۳/۲۰ ^{***}	۲	گونه
۳۵/۶۹ ^{***}	۹/۱۹ ^{**}	۵۲/۹۵ ^{***}	۱	خراش‌دهی
۳۱/۲ ^{***}	۲۵/۱۶ ^{***}	۱۳۲/۸۶ ^{***}	۳	درجه حرارت
۳/۳۷ [*]	۰/۷۷ ^{n.s}	۳/۶۱ [*]	۲	گونه × خراش‌دهی
۴/۱۱ ^{***}	۲/۳۱ [*]	۴/۴۰ ^{***}	۶	گونه × درجه حرارت
۴/۷۷ ^{**}	۴/۹۵ ^{**}	۶/۲۳ ^{***}	۳	درجه حرارت × خراش‌دهی
۱/۱۵ ^{n.s}	۱/۷۸ ^{n.s}	۱/۷۵ ^{n.s}	۶	درجه حرارت × خراش‌دهی × گونه
	۹۷/۳		۶۶	خطای آزمایش
			۸۹	کل

***، **، * و n.s به ترتیب نشانه‌های معنی‌دار بودن در سطوح آماری ۰/۱، ۱ و ۵ درصد و اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

مقایسه رفتار جوانه‌زنی سه گونه نشان می‌دهد که به‌رغم معنی‌دار بودن درصد جوانه‌زنی در سطح ۰/۵٪، در رابطه با سرعت جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. در کل *C. aminii* در مقایسه با دو گونه دیگر با ۳۲ درصد جوانه‌زنی، عملکرد بهتری را نشان داده است (جدول ۶).

جدول ۶- مقایسه رفتارهای جوانه‌زنی در گونه‌های مختلف

مجموع مربعات			درجه آزادی	منابع تغییرات
میانگین درصد جوانه‌زنی	میانگین سرعت جوانه‌زنی	میانگین شاخص جوانه‌زنی		
۳۲ [*]	۲/۹۴ ^{n.s}	۳/۵۴ ^{n.s}	۲	<i>C. aminii</i>
۱۸/۶۷ [*]	۱/۸۳ ^{n.s}	۱/۹۵ ^{n.s}	۲	<i>C. babakanloui</i>
۲۳/۴۷ [*]	۱/۴۰ ^{n.s}	۲/۹۰ ^{n.s}	۲	<i>C. persica</i>
۳۷۱	۱۰/۵	۱۲/۸	۸۷	خطای آزمایش
			۸۹	کل

***، **، * و n.s به ترتیب نشانه‌های معنی‌دار بودن در سطوح آماری ۰/۱، ۱ و ۵ درصد و اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

نوع گونه، در هر سه مورد (درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی) معنی‌دار است. اثر خراش‌دهی (جدول ۷) و پیش‌تیمارهای دما (جدول ۸) بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی بدون در نظر گرفتن

جدول ۷- اثر خراش‌دهی بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی (بدون در نظر گرفتن نوع گونه)

مجموع مربعات			درجه آزادی	منابع تغییرات
میانگین درصد جوانه‌زنی	میانگین سرعت جوانه‌زنی	میانگین شاخص جوانه‌زنی		
۱۳/۴۲***	۱/۰۹**	۱/۷۹**	۱	بدون خراش
۳۶***	۳/۰۲**	۳/۸۰**	۱	خراش‌دار
۲۶۷	۹/۸۸	۱۲/۱	۸۸	خطای آزمایش
			۸۹	کل

***، **، * و n.s به ترتیب نشانه‌های معنی‌دار بودن در سطوح آماری ۰/۱، ۱ و ۵ درصد و اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

جدول ۸- اثر پیش‌تیمار دما بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی (بدون در نظر گرفتن نوع گونه)

مجموع مربعات			درجه آزادی	منابع تغییرات
میانگین درصد جوانه‌زنی	میانگین سرعت جوانه‌زنی	میانگین شاخص جوانه‌زنی		
۲۲/۴۴***	۰/۴۵***	۲/۶***	۳	تیمار ۱
۶/۸۹***	۰/۱۲***	۱/۰۱***	۳	تیمار ۲
۳۷/۱۱***	۰/۹***	۸/۵۳***	۳	تیمار ۳
۲۸/۵۶***	۴/۴۳***	۰/۹۳***	۳	تیمار ۴
۳۰۱	۷/۱۶	۴/۳۷	۸۶	خطای آزمایش
			۸۹	کل

***، **، * و n.s به ترتیب نشانه‌های معنی‌دار بودن در سطوح آماری ۰/۱، ۱ و ۵ درصد و اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

معنی‌داری مؤثر است. در اثر توأم خراش‌دهی و حرارت بر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار نیست، ولی اثر آن در سرعت جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی معنی‌دار می‌باشد (جدول ۹).

در مورد اثر متقابل تیمارها در رفتار جوانه‌زنی گونه *C. aminii*، خراش‌دهی بر سرعت جوانه‌زنی در سطح ۵٪ و درصد جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی در سطح ۱٪ به‌طور

جدول ۹- بررسی اثر متقابل تیمارها در رفتار جوانه‌زنی گونه *C. aminii*

مجموع مربعات			درجه آزادی	منابع تغییرات
میانگین درصد جوانه‌زنی	میانگین سرعت جوانه‌زنی	میانگین شاخص جوانه‌زنی		
۳۸/۹۳***	۷/۳۴*	۲۱/۹۸***	۱	خراش‌دهی
۱۱/۷۵***	۱۸/۴۷***	۴۳/۰۹***	۳	درجه حرارت
۲ n.s	۵/۶۶**	۳/۷۹*	۳	درجه حرارت × خراش‌دهی
	۱۴۸/۱		۲۲	خطای آزمایش
			۲۹	کل

***، **، * و n.s به ترتیب نشانه‌های معنی‌دار بودن در سطوح آماری ۰/۱، ۱ و ۵ درصد و اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

تأثیر توأم درجه حرارت و خراش‌دهی، بر درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی مؤثر نبوده ولی معنی‌دار بودن شاخص جوانه‌زنی در سطح ۵٪ تحت تأثیر توأم درجه حرارت و خراش‌دهی است (جدول ۱۰).

در مورد اثر متقابل تیمارها در رفتار جوانه‌زنی گونه *C. babakhanloui*، اثر خراش‌دهی بر درصد جوانه‌زنی و شاخص جوانه‌زنی در سطح ۰/۱٪ معنی‌دار بوده، ولی در مورد سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار نیست. هر سه مؤلفه جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر حرارت می‌باشند.

جدول ۱۰- بررسی اثر متقابل تیمارها در رفتار جوانه‌زنی گونه *C. babakhanloui*

مجموع مربعات			درجه آزادی	منابع تغییرات
میانگین درصد جوانه‌زنی	میانگین سرعت جوانه‌زنی	میانگین شاخص جوانه‌زنی		
۱۷/۱۴ ***	۱/۳۲ n.s	۲۱/۴۰ ***	۱	خراش‌دهی
۶/۹۵ **	۵/۱۹ **	۲۷ ***	۳	درجه حرارت
۱/۸۲ n.s	۱/۴۱ n.s	۴/۰۹ *	۳	درجه حرارت × خراش‌دهی
	۹۸/۱۸		۲۲	خطای آزمایش
			۲۹	کل

***، **، * و n.s به ترتیب نشانه‌های معنی‌دار بودن در سطوح آماری ۰/۱، ۱ و ۵ درصد و اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

می‌باشند. تأثیر توأم درجه حرارت و خراش‌دهی در مورد شاخص جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی مؤثر نبوده ولی معنی‌دار بودن درصد جوانه‌زنی در سطح ۵٪ تحت تأثیر توأم درجه حرارت و خراش‌دهی می‌باشد (جدول ۱۱).

در مورد اثر متقابل تیمارها در رفتار جوانه‌زنی گونه *C. persica*، اثر خراش‌دهی بر درصد جوانه‌زنی در سطح ۰/۱٪ و شاخص جوانه‌زنی در سطح ۱٪ معنی‌دار بوده، ولی در مورد سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار نیست. هر سه مؤلفه جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر حرارت

جدول ۱۱- بررسی اثر متقابل تیمارها در رفتار جوانه‌زنی گونه *C. persica*

مجموع مربعات			درجه آزادی	منابع تغییرات
میانگین درصد جوانه‌زنی	میانگین سرعت جوانه‌زنی	میانگین شاخص جوانه‌زنی		
۵۵/۱۳ ***	۴ n.s	۱۱/۲۷ **	۱	خراش‌دهی
۳۰/۹۳ ***	۸/۰۶ ***	۹۳/۰۲ ***	۳	درجه حرارت
۴/۷ *	۱/۳۴ n.s	۰/۰۱ n.s	۳	درجه حرارت × خراش‌دهی
	۴۵/۷		۲۲	خطای آزمایش
			۲۹	کل

***، **، * و n.s به ترتیب نشانه‌های معنی‌دار بودن در سطوح آماری ۰/۱، ۱ و ۵ درصد و اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

بحث

مطالعه انجام شده نشان داد که بدون توجه به تعداد بذرهای در هر میوه، در هر سه گونه تمامی میوه‌ها فقط دارای یک جنین بوده و از طرفی بذرهای گونه *C. babakhanloui* در فرایند شکل‌گیری در زمان جمع‌آوری در این دو سال متوالی، به شدت به آفات و بیماریها حساس بوده و از بین رفته‌اند.

تمامی آزمایش‌ها نشان داد که خراش‌دهی مکانیکی با کاغذ سمباده در همه تیمارها برای نفوذپذیر کردن پوسته و شکستن خواب بذر بسیار مؤثر بوده و درصد جوانه‌زنی هر سه گونه را به‌طور چشمگیری افزایش داده است (Tyszkiewicz, 1949). در اثر اعمال این تیمار، تمامی بذرهای آب جذب کرده، اما جوانه نزدند. این موضوع نشان می‌دهد که علاوه بر خواب ناشی از سخت‌پوستی، خواب فیزیولوژیکی نیز در بذر زالزالک وجود دارد، چرا که براساس نتایج آزمون تترازولیوم، می‌باید بیش از ۹۵٪ از بذرهای دو گونه *C. aminii* و *C. babakhanloui* جوانه‌زنی مشاهده شود، اما متوسط جوانه‌زنی پس از تیمار خراش‌دهی تنها ۳۶٪ بود. تیمار خراش مکانیکی پوسته، به‌واسطه تسریع در جذب آب و تسهیل در تبادل گازها (به‌ویژه CO₂ و O₂) و سرمادهی و گرمادهی متناوب به‌واسطه اثری که در برطرف نمودن عوامل بازدارنده دارد، سبب افزایش تعداد بذرهای جوانه‌زده در واحد زمان می‌شود و در نهایت افزایش سرعت جوانه‌زنی را موجب می‌گردد. اگر امکان انجام سایر تیمارها وجود نداشته باشد با خراش‌دهی می‌توان درصد جوانه‌زنی این گونه‌ها را تا سه برابر افزایش داد که قابل توجه است.

در بین تیمارها، تیمار ۳ بر درصد جوانه‌زنی که شاخص مهمتری نسبت به دو شاخص دیگر است، در هر سه گونه مؤثر بوده است. این تیمار شامل کاشتن بذرهای هوای آزاد در اوایل تابستان و در بستر خاک معمولی سترون شده می‌باشد (Peitto & Di Noi, 2001).

سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۴ (قرار دادن بذرهای در آب روان به مدت ۲۴ ساعت، سپس سه ماه سرمادهی ۱۸ درجه سانتی‌گراد، به دنبال آن چهار و نیم ماه سرمادهی در ۴ درجه سانتی‌گراد) در همه گونه‌ها دارای بیشترین مقدار است که می‌توان یکی از علل آن را استفاده از آب روان دانست که باعث رفع موانع شیمیایی از جمله بازدارنده‌های موجود در پوسته چوبی زالزالک می‌شود (Gosling, 2007).

شاخص جوانه‌زنی، معیاری از زمان جوانه‌زنی است و هر چه این شاخص کوچکتر باشد نشان‌دهنده کمتر بودن زمان جوانه‌زنی است. بیشترین مقدار این شاخص در تیمار ۳ بدست آمد که دلیل آن کم بودن سرعت جوانه‌زنی است. کمترین شاخص جوانه‌زنی نیز مربوط به تیمار ۴ بود که در آن سرعت جوانه‌زنی (۴/۴۳) و درصد جوانه‌زنی (۲۸/۵۶٪) نسبتاً زیاد می‌باشد (جدول ۵).

Bujarska (2002) بیشترین درصد جوانه‌زنی را در *C. monogyna* در ۳۰-۲۰ درجه سانتی‌گراد، به مدت ۴ ماه و به دنبال آن ۳ درجه سانتی‌گراد، به مدت ۳/۵ ماه ذکر کرده که باعث ۹۲٪ جوانه‌زنی شده است. این تیمار با تیمار ۲ مطابقت دارد، با این تفاوت که تیمار ۲ به علت عدم جوانه‌زنی بذرهای دوباره تکرار شده و میانگین درصد جوانه‌زنی در تیمار ۲، ۶/۸۹٪ است که نسبت به دیگر تیمارها کمتر می‌باشد. در تحقیق (Bujarska 2002) با ۱۶ هفته دمای ۳۰-۲۰ درجه سانتی‌گراد و به دنبال آن ۱۵-۸ هفته سرمادهی باعث ۹۷-۹۰ درصد جوانه‌زنی در بذرهای تازه و ۹۳-۸۹ درصد در بذرهای یک سال مانده شده است.

Todd & Blazich (2004) با ۶۰ روز سرمادهی و ۱۲۰ روز سرمادهی باعث جوانه‌زنی در *C. anomala* و *C. mollis* به ترتیب با ۳۷ و ۵۰ درصد شده‌اند. این تیمار بیشتر مانند تیمار ۴ می‌باشد که در آن میانگین درصد جوانه‌زنی سه گونه ۲۸/۵۶٪ بدست آمد.

نوع گونه، تیمار ۳ است که این تیمار شامل کاشتن بذرها در هوای آزاد در اوایل تابستان در بستر خاک معمولی سترون شده می‌باشد. در این تیمار میانگین درصد جوانه‌زنی ۳۷/۱۱ است که نسبت به دیگر تیمارها بیشترین درصد جوانه‌زنی را داراست.

خراش‌دهی با سمباده و شستشو با آب روان در رفع خواب فیزیکی بذر زالزالک کمک می‌کنند، ولی در مورد خواب درونی آن نیاز به مطالعات و تیمارهای بیشتری است تا بتوان اظهار نظر نمود. با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق، بهترین تیمار برای خواب‌شکنی بذر زالزالک بدون در نظر گرفتن



شکل ۴- آزمون ترازولیوم در بذرهاي *C. aminii*، بذرهاي رنگ گرفته، بذرهاي قرار گرفته در محلول ترازولیوم و بذرهاي بدون رنگ شاهد



شکل ۵- مقایسه زالزالکهای سبز شده در *C. babakhanloui* به دو صورت خراش‌دار و بدون خراش

مراتع کشور انجام شده است که بدین وسیله از مسئولان محترم مؤسسه تشکر و قدردانی می‌گردد. همچنین از خانمها مهندس نوغانی و یگانه به‌دلیل همکاری

سپاسگزاری

این تحقیق با استفاده از امکانات بخش گیاه‌شناسی و گروه بانک ژن منابع طبیعی مؤسسه تحقیقات جنگلها و

- Gibbons, E., 1974. Stalking the healthful herbs. David McKay Co., New York, NY. 55 p.
- Gongh, R.E., 1996. Growing trees and shrubs from seeds. MONTGUID Agriculture MT 9604, Montana State University. 24 p.
- Gosling, P., 2007. Raising trees and shrubs from seed. Forestry Commission Practice Guide, Publ. Forestry Commission, 18-28.
- Halls, L.K., 1977. Southern fruit-producing woody plants used by wildlife. U.S. Department of Agriculture-Forest Service, New Orleans, 235 p.
- Hedrick, U.P., 1919. Strutevant's notes on edible plants. J.B.Lyon Co. Albemny, NY., 775 p.
- Hudson, Sh. and Carlson M., 1998. Propagation of Interior British Columbia Native plants from seed, British Columbia press. 37 p.
- Khatamsaz, M., 1991. The genus *Crataegus* K. (Rosaceae) in Iran. Iran Journ. Bot. Tehran, 5(1): 47-56.
- Morton, J.F., 1963. Principal Wild Food Plants of the United States excluding Alaska and Hawaii. J. Econ. Bot., 17: 319-330.
- Peitto, B. and Di Noi, A., 2001. Seed Propagation of Mediterranean trees and shrubs. APAT Press, Italy. 99 p.
- Scott, S.J., Jones, R.A. and Williams, W.A., 1984. Review of data analysis method for seed germination. Crop. Sci. 24: 1192-1199.
- Todd F. and Blazich, F., 2004. *Crataegus*, Rosaceae (Rose family), Plants for future. North Carolina State University. 19 p.
- Tyszkiewicz, S., 1949. Nasiennict wo les ne (The Forest Seeds). IBL., 521 p.
- Wood, A., 1864. Class book of botany. A.S.Barnes and Burr. Chicago, IL., 645 p.

صمیمانه‌شان و از آقای قاسمی، باغبان واحد بذر که در لحظه لحظه این تحقیق همپای ما زحمت کشیده‌اند از صمیم قلب تشکر می‌شود.

منابع مورد استفاده

- خاتم‌ساز، م.، ۱۳۷۱. فلور تیره گل سرخ. شماره ۶، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، ۳۵۲ صفحه.
- Agrawal, R.L., 1992. Seed technology. Oxford and IBH Publishing Co. LTD. New Delhi. 376 p.
- Anonymous, 2007. Seed technology, ISTA (International Seed Testing Association), 54 p.
- Brenda, B., Jenning, W. and Rawlinson, R., 2004. *Crataegus saligna*, (willow hawthorn). University of Colorado Herbarium, Boulder, Co. 37 p.
- Bujarska, B., 2002. Breaking of seed dormancy, germination and seedling emergence of the common hawthorn (*Crataegus monogyna* Jacq.). Dendrobiology, 47: 61-70.
- Dickinson, T.A., 1985. The biology of Canadian Weeds. *Crataegus crus-galli* L. Canadian Journal of Plant Science, 65: 641-654.
- Elliott, S., 1971. A Sketch of botany of south Carolina and Gorgia, Vol.1. Hafner Publishing Co. New York, NY (Reprint of 1821 edition). 229 p.
- Garber, M.P. and Morhead, D.J., 1999. Selection on Production and Establishment of Wetland Trees and Shrubs. The university of Georgia college of Agricultural and Environmental Science, 45 p.

Study on dormancy breakage and germination in three species of Hawthorn (*Crataegus aminii*, *C. persica* and *C. babakhanloui*)

S.S. Mirzadeh Vaghefi ^{1*}, Z. Jamzad ², A. Jalili ² and M. Nasiri ³

1*- Corresponding author, Research Expert, Research Institute of Forests and Rangelands (RIFR). E-mail: saeedehsmv@yahoo.com

2- Associate Prof., RIFR.

3- Professor, RIFR.

3- Senior Expert, RIFR.

Abstract

Crataegus from *Rosaceae* family is a tree that has medical and ornamental applications. Seeds of this genus have germination problem and may not germinate for 2 to 3 years. There are limited information about germination of different species. Therefore, study on germination of three native species of Iran *Crataegus aminii*, *C. persica* and *C. babakhanloui* is conducted and the most effective treatment was determined. To evaluate the germination and breaking seed dormancy of three species, an experiment was carried out as a completely randomized design with four treatments and three replications. Seeds were imposed under physical stimulator treatment, including, scarification and warmth followed by cold stratification. Results indicated that in all treatments, scarification is effective for permeability to water of seed coat and breakage of seed dormancy. Germination rate in treatment 4 (impose to running water for 24h, then 3 month warmth, followed by 4.5 month cold stratification) had the highest rate. The highest percentage of germination and vigor were in treatment 3 (sowing the seeds outdoors at the beginning of summer). The number of the seeds that have embryo in each fruit is determined. More than 80% of fruits have only one embryo.

Key words: germination, seed dormancy, native of Iran, *Crataegus aminii*, *C. persica*, *C. babakhanloui*.