بهبود جوانه‌زنی بذر زالزالک ایروانی و تعیین ترکیبات شیمیایی موجود در میوه و بذر

فاطمه احمدلو[۱]، مسعود طبری کوچکسرایی[۲*]، پژمان آزادی[۳] و آیدین حمیدی[۴]

[۱]دانش آموخته دکتری جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی نور دانشگاه تربیت مدرس
[۲]استاد گروه جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی نور دانشگاه تربیت مدرس
[۳]استادیار گروه بیوتکنولوژی، پژوهشکدهٔ گل و گیاهان زینتی محلات
[۴]استادیار گروه زراعت، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال کرج

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۲/۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۲/۱۹)

چکیده

جنس زالزالک (*Crataegus* L.) از مهم‌ترین درختچه‌های زینتی و دارویی و بسیار مقاوم به شرایط محیطی است. جوانه‌زنی بذر در گونه‌های جنس زالزالک به‌دلیل داشتن آندوکارپ استخوانی و خواب جنین به سختی انجام می‌گیرد. به‌منظور بررسی درصد جوانه‌زنی بذر *Crataegus pseudoheterophylla* تحت تیمارهای خراش‌دهی مکانیکی و آب اکسیژنه، بذرها در دو آزمایش جداگانه در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلدان‌های پلاستیکی کاشته شدند. تیمارهای خراش‌دهی مکانیکی و محلول شیمیایی آب اکسیژنهٔ یک درصد با مدت زمان‌های (۰، ۴۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰، ۱۸۰، ۲۱۰ و ۲۴۰ دقیقه) در ترکیب با لایه‌گذاری متناوب (یک ماه سرمادهی و دو هفته گرمادهی، یک ماه سرمادهی و دو هفته گرمادهی، یک ماه سرمادهی) انجام گرفت. مقدار کارتنوئید، آنتوسیانین، کربوهیدرات‌های محلول و عناصر معدنی در میوه و بذر نیز تعیین شد. نتایج نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی در تیمار خراش‌دهی مکانیکی (۱۹/۷ درصد) در مدت زمان ۲۴۰ دقیقه و در آب اکسیژنه یک درصد (۲۶/۷ درصد) در مدت زمان ۱۲۰ دقیقه وجود دارد. مقدار کارتنوئید در میوه و بذر به‌ترتیب ۰/۵۹۸ و ۰/۲۷ میلی‌گرم بر گرم وزن تازه، آنتوسیانین ۶/۳ و ۰/۳۳ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک، کربوهیدرات محلول ۸۹/۳ و ۱۵/۴ گرم بر ۱۰۰ گرم وزن خشک، کلسیم ۳۰۷۶/۴ و ۸۹۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم، فسفر ۲۰۲۳/۹ و ۷۰۱/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم، پتاسیم ۶۳۹۱/۳ و ۱۴۵۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم، منیزیم ۹۰۴/۶ و ۳۴۶/۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم و نیتروژن ۱/۲ و ۰ درصد اندازه‌گیری شد. در نتیجه می‌توان گفت بذرهای زالزالک دارای خواب عمیق فیزیکی و فیزیولوژیکی و گوشت میوه و بذر آن حاوی میزان بالایی از ترکیب‌های فنولیکی، کربوهیدرات‌های محلول، کارتنوئیدها و مواد معدنی می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین، خراش‌دهی، عناصر معدنی، کارتنوئید، کربوهیدرات.

* نویسندهٔ مسئول شماره تماس: ۰۹۱۱۲۲۴۶۲۵۰ ایمیل: mtabari@modares.ac.ir

مقدمه و هدف

جنس زالزالک (*Crataegus* L.) درختان یا درختچه‌هایی خزان‌کننده متعلق به خانوادهٔ گل سرخیان (Rosaceae) با بیش از ۲۸۰ گونه در سراسر جهان است. در ایران حدود ۲۷ گونه (۲۲ گونه، پنج هیبرید) از این جنس وجود دارد و از این تعداد چهار گونهٔ اندمیک، پنج گونهٔ نادر و چهار گونه در حال انقراض است (خاتم‌ساز، ۱۳۷۱). منطقهٔ پراکنش گونهٔ زالزالک ایروانی (*Crataegus pseudoheterophylla* Pojark.) از ارمنستان و آناتولی و قفقاز تا ایران و افغانستان است و در استان‌های غربی، شرقی، مرکزی و شمال کشور، گونه‌هایی از جنس زالزالک وجود دارد. این گیاه دارای ارزش دارویی- صنعتی، زینتی، صادراتی است و میوهٔ آن قابلیت خوراکی دارد و به‌عنوان پایهٔ به، گلابی، ازگیل و سیب نیز از آن استفاده می‌شود. زالزالک به شرایط سرما و خشکی و نوع خاک مقاوم و سازگار است. اکثر بذرهای جنس زالزالک دارای آندوکارپ استخوانی و خواب درونی و بیرونی‌اند، یعنی علاوه بر وقوع خواب فیزیکی (مقاومت مکانیکی پوسته)، دارای خواب جنین نیز هستند و جوانه‌زنی آنها با مشکل مواجه است و گاهی دو تا سه سال طول می‌کشد (ISTA, 2008; Bujarska-Borkowska, 2007). وجود خواب در بذر آن به‌دلیل پوستهٔ ضخیم، وجود مواد بازدارنده در بذر و میوه، نبود یا کمبود هورمون‌های رشد و عدم بلوغ جنین است (Bujarska-Borkowska, 2006). زالزالک ایروانی (*C. pseudoheterophylla*) میوه سیبی کوچک تک‌هسته‌ای، تقریباً سیاه، کروی با آندوکارپ استخوانی و هسته‌های کوچک است که این ویژگی سبب می‌شود جوانه‌زنی آن ضعیف باشد (مظفریان، ۱۳۸۳).

خراش‌دهی مکانیکی و استفاده از آب اکسیژنه می‌تواند برای شکستن خواب بذر به‌کار رود. خراش‌دهی مکانیکی روشی متداول برای غلبه بر نفوذ ناپذیری پوشش بذر به رطوبت و گازها به‌شمار می‌رود (Bishnoi *et al*., 1993). خراش‌دهی مکانیکی با سنباده، با نفوذپذیر کردن پوسته و شکستن خواب بذر در سه گونهٔ *Crataegus babakhanloui*، *C. amini* و *C. persica* توسط میرزاده واقفی و همکاران (۱۳۸۸) و در *Prunus communis* توسط Nasir *et al*. (2001) تأثیر معنی‌داری بر جوانه‌زنی بذر داشته است. Heidari *et al*. (2008) روی *Prunus scoparia* و *P. webbii* تسریع در جوانه‌زنی را با تیمار خراش‌دهی مکانیکی گزارش کردند.

آب اکسیژنه نوعی اکسیدکننده است که محلول آن برای خراش‌دهی شیمیایی پوستهٔ بذر و افزایش و تسریع جوانه‌زنی بذرهای گونه‌های گیاهی بسته به غلظت و مدت تیمار استفاده می‌شود (Jiang and Huang, 2001; Vandenabeele *et al*., 2003; Dolatabadian and Sanavy, 2008; Müller *et al*., 2009; Barba- Espín *et al*., 2012). Hudson and Carlson (1998) گزارش کرده‌اند که برای کاهش مدت زمان خواب بذر *C. douglasii*، شست‌وشوی بذرها با آب اکسیژنه یک درصد به‌مدت ۱۵ دقیقه و سپس چینهٔ سرمایی به‌مدت چهار ماه مؤثر است. Imani *et al*. (2011) با تیمارهای آب اکسیژنه (نیم و یک درصد برای ۲۴ ساعت) و اسید جیبرلیک (۲۵۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر برای ۳۰ دقیقه) و سپس چینهٔ سرمایی در دمای ۷ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت ۱ تا ۹ هفته روی *Prunus scoparia*، *P. communis* و *P. haussknechtii* نتیجه گرفتند که نیم درصد آب اکسیژنه در *P. scoparia*، ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک در *P. communis* و *P. haussknechtii* و ۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید جیبرلیک در *P. scoparia* بیشترین مقدار جوانه‌زنی را نشان داد. Ghildiyal *et al*. (2009) روی بذر *Pinus roxburghii* و Zeinalabedini *et al*. (2009) روی *P. scoparia*، *P. elaeagnifolia* و *P. hausskenchtii* تسریع در جوانه‌زنی را با استفاده از آب اکسیژنه مشاهده کرده‌اند.

زالزالک منبع غنی آنتی اکسیدانت‌های طبیعی

به‌ویژه فلاونوئیدها (Benmalek *et al*., 2013)، کاروتنوئید (Olsson *et al*., 2005; Kazaz *et al*., 2009)، آنتوسیانین‌ها (Isfendiyaroglu and Ozeker, 2001; Guo *et al*., 2003; Tural and Koca, 2008)، کربوهیدرات‌ها (Bignami *et al*., 2003; Garg *et al*., 2008; Nisar *et al*., 2009) و مواد معدنی (O¨zcan *et al*., 2005) است. برخی ترکیبات موجود در بذر همانند سیانید هیدروژن، ترکیبات فنلی، فلاونوئید و پروآنتوسیانیدین در بذرهای *C. monogyna* و *C. azarolus* (Mraihi *et al*., 2013) از طریق تأثیر بر تنفس از جوانه‌زنی بذر جلوگیری می‌کنند. Mraihi *et al*. (2013) خارج شدن مقدار زیادی سیانید هیدروژن را که نوعی ترکیب سمی است از بذرهای *C. monogyna* و *C. azarolus* و Qrunfleh (1991) مقدار زیادی اسید آبسزیک را در بذر *C. azarollus* گزارش کرده‌اند. ترکیباتی همانند قندها و نمک‌ها که فشار اسمزی زیادی دارند نیز از بازدارنده‌های جوانه‌زنی محسوب می‌شوند (Barros *et al*., 2011). آنتوسیانین‌ها، ویتامین‌ها و کارتنوئیدها از ترکیبات فنلی و بازدارنده‌های جوانه‌زنی هستند. ترکیبات بازدارنده‌ها با تغییر در ساختار بذر تا تغییر در کنترل بیان ژن و فعالیت آنزیم‌ها سبب خواب بذر می‌شوند و بر فرایند جوانه‌زنی تأثیر می‌گذارند.

نظر به سیاست سازمان جنگل‌ها و مراتع در خصوص حفظ و تکثیر گونه‌های سازگار منطقه و با هدف حفظ ذخایر ژنتیکی و نیز کمبود پایه یا پایه‌های در معرض تخریب گونهٔ *Crataegus pseudoheterophylla* Pojark. در رویشگاه‌های طبیعی آن و خواب بذر و جوانه‌زنی ضعیف این گونه، بررسی حاضر به‌منظور تعیین بهترین تیمارهای خراش‌دهی و آب اکسیژنه برای شکستن خواب و افزایش جوانه‌زنی بذر به‌منظور تولید نهال آن صورت می‌گیرد. همچنین برخی ترکیبات شیمیایی کارتنوئید کل، کربوهیدرات و برخی عناصر معدنی موجود در میوه و بذر تعیین و بررسی می‌شود.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری بذر رسیده از منطقهٔ روستای دو خواهران در شهرستان شازند استان مرکزی، بخش مرکزی دهستان آستانه در فاصلهٔ ۸ کیلومتری از شازند انجام گرفت. منطقهٔ مورد بررسی در عرض جغرافیایی "۵۶ ´۵۱ °۳۳ شمالی و طول جغرافیایی "۱۲ ´۲۴ °۴۹ شرقی واقع است. متوسط ارتفاع منطقه ۲۲۰۰ متر، متوسط بارندگی ۵۶۸/۵ میلی‌متر، اقلیم منطقه نیمه‌مرطوب سرد و کوهستانی، بافت خاک لومی شنی تا لومی رسی شنی با اسیدیته ۷/۸ تا ۸ و مقدار هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک ۰/۵ میلی‌موس بر سانتی‌متر است (آقاخانی و متاجی، ۱۳۸۸).

در اواخر آبان ۱۳۹۰ از پایه‌های مادری سالم با ویژگی‌های یکسان از نظر قطر و ارتفاع و مورفولوژی و از قسمت فوقانی تاج و رو به نور گونهٔ *Crataegus pseudoheterophylla* بذرهای رسیده به رنگ قرمز تیره جمع‌آوری شد. بررسی‌های اولیه شامل تعیین تعداد بذر در هر میوه، تعداد جنین در هر بذر، درصد قوهٔ نامیه با آزمون تترازولیوم، درصد خلوص فیزیکی، درصد رطوبت بذر، درصد رطوبت میوه، وزن هزاردانه، وزن هزارمیوه و تعداد بذر در کیلوگرم براساس آزمون جوانه‌زنی استاندارد مطابق جدول ۱ انجام گرفت (ISTA, 2008).

جوانه‌زنی بذر

بذرهای رسیده با آندوکارپ پس از انتقال به آزمایشگاه پژوهشکدهٔ تحقیقات گل و گیاهان زینتی محلات ابتدا به‌مدت ۴۸ ساعت در داخل آب روان و به‌مدت ۲۴ ساعت در بستر ماسهٔ مرطوب در فریزر با دمای ۱۹- درجه قرار گرفتند؛ سپس با محلول هیپوکلریت سدیم دو درصد به مدت زمان ۱۵ دقیقه ضدعفونی شدند (Moyo *et al*., 2009). قبل از اعمال تیمار لایه‌گذاری متناوب، ۵۴ گلدان هر کدام با ۵۰ بذر با بستر مخلوط ماسه:پرلیت:کوکوپیت استریل به نسبت حجمی ۱:۱:۲ به‌مدت یک ماه در اتاق رشد با

دمای ۲۳ درجهٔ سانتی‌گراد قرار گرفتند (Bujarska-Borkowska, 2006). طرح آزمایش در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی بود که در سه تکرار صورت پذیرفت. تحقیق حاضر با دو آزمایش جداگانه با هر یک از تیمارهای خراش‌دهی مکانیکی با مدت زمان (۰، ۴۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰، ۱۸۰، ۲۱۰ و ۲۴۰ دقیقه) و محلول شیمیایی آب اکسیژنه یک درصد با مدت زمان (۰، ۴۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰، ۱۸۰، ۲۱۰ و ۲۴۰ دقیقه) همراه با لایه‌گذاری متناوب (یک ماه سرمادهی و دو هفته گرمادهی، یک ماه سرمادهی و دو هفته گرمادهی، یک ماه سرمادهی) صورت گرفت. تیمارهای سرمادهی در یخچال با دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد و تیمارهای گرمادهی در اتاق رشد با دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد اعمال شد. لایه‌گذاری در بستر مخلوط ماسه:پرلیت:کوکوپیت استریل به نسبت حجمی ۲:۱:۱ و در طی دورهٔ هر هفته تحت هوادهی و تنظیم رطوبت قرار گرفت. بعد از اعمال تیمارها، کشت بذرها به‌صورت سطحی در عمق ۳ میلی‌متری (Yücedağ and Gültekin, 2011) در گلدان‌های پلاستیکی (۸×۱۵ سانتی‌متر) در بستر مخلوط ماسه:پرلیت:کوکوپیت استریل به نسبت حجمی ۲:۱:۱ به تعداد ۲۷ عدد گلدان برای هر یک از تیمارهای خراش‌دهی مکانیکی و محلول شیمیایی آب اکسیژنه و ۵۰ عدد بذر با سه تکرار انجام گرفت. به‌طور کلی ۵۴ گلدان هر کدام با ۵۰ بذر و در مجموع ۲۷۰۰ بذر در کل آزمایش استفاده شد. بعد از اعمال تیمارها و قرار دادن گلدان‌ها به‌مدت سه ماه در شرایط اتاق کشت (با فتوپریود ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی و حرارت ۲۳ درجه و تشعشع لامپ‌های فلورسنت ۲۰۰۰ لوکس)، بذرها شروع به جوانه‌زنی کردند. شمارش بذرهای جوانه‌زده در اتاق کشت با مشاهدهٔ اولین بذر جوانه‌زده آغاز شد و تا پایان جوانه‌زنی ادامه یافت. تحقیق حاضر به‌طور کلی ۱۰ ماه طول کشید.

جدول ۱- برخی خصوصیات بذرها و میوه گونهٔ *Crataegus pseudoheterophylla*

تعداد بذر در میوه	تعداد جنین در میوه	مبدأ بذر	قوه نامیه (درصد)	خلوص (درصد)	رطوبت بذر (درصد)	رطوبت میوه (درصد)	وزن هزاردانه (گرم)	وزن هزارمیوه (گرم)	تعداد بذر در کیلوگرم
۱	۱	شازند- استان مرکزی	۸۰/۱	۹۹	۱۰/۲	۶۰/۱	۱۵۸/۵۱	۴۱۲۲	۶۳۱۰

اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی

استخراج و اندازه‌گیری کارتنوئید کل

استخراج کارتنوئیدها با روش Olsson *et al.* (2005) انجام گرفت. برای این منظور قسمت گوشتی میوه‌ها له شده و محلول هگزان - اتانول به نسبت ۹ (هگزان) به ۱ (اتانول) به آنها افزوده شد؛ سپس به مدت پنج دقیقه، با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. پس از فیلتر شدن عصاره‌ها جذب با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۴۷۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. مقدار کارتنوئید کل بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن تازه نمونه به‌دست آمد (رابطهٔ ۱).

رابطهٔ ۱

$$\text{مقدار کارتنوئید کل} = (A \times V \times 106)/(2500 \times 100 \times g)$$

V: حجم نهایی

g: وزن نمونه (تازه)

A: جذب حداکثر

سنجش مقدار آنتوسیانین‌ها

برای اندازه‌گیری مقدار آنتوسیانین‌ها از روش Wagner (1979) استفاده شد. یک‌دهم گرم از قسمت گوشتی میوه در هاون چینی با ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی (متانول خالص و کلریدریک اسید خالص به نسبت حجمی ۹۹ به ۱) به‌طور کامل ساییده شد و عصاره حاصل به‌مدت ۲۴ ساعت در تاریکی و دمای ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس به‌مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد و جذب محلول در طول موج ۵۳۰ نانومتر اندازه‌گیری شد و مقدار آنتوسیانین بر اساس میلی‌گرم بر گرم وزن خشک به‌دست آمد (رابطهٔ ۲).

رابطهٔ ۲ $A=\varepsilon bc$

A: اندازه جذب

ε (ضریب خاموشی): ۳۳۰۰۰ سانتی‌متر بر مول

b: عرض کووت

c: غلظت محلول مورد نظر

استخراج و اندازه‌گیری کربوهیدرات محلول

استخراج کربوهیدرات‌ها با استفاده از معرف آنترون انجام گرفت (Carroll *et al.*, 1956). برای این منظور نیم گرم نمونهٔ تازهٔ میوه در آون چینی له شده و سپس ۵ میلی‌لیتر اتانول ۹۵ درصد به آن اضافه شد. قسمت بالای محلول جدا شد و مجدداً با افزودن ۵ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد به رسوبات قبلی (به‌جا مانده از مرحلهٔ اول استخراج) استخراج صورت گرفت. عصارهٔ استخراج‌شده به‌مدت ۱۵ دقیقه و با سرعت ۴۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شده و تا اندازه‌گیری کربوهیدرات در دمای ۱۹- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. به‌منظور تعیین کربوهیدرات کل، ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره برداشته شد و ۳ میلی‌لیتر آنترون (۱۵۰ میلی‌گرم آنترون خالص +۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۷۲ درصد) به آن اضافه شد. سپس به‌مدت ۱۰ دقیقه روی حمام آب جوش قرار گرفت و پس از خنک شدن، جذب در طول موج ۶۲۵ نانومتر خوانده شد. از گلوکز خالص با غلظت‌های ۰، ۱۰۰/۱۷، ۲۰۴/۱۹، ۳۰۱/۸۲، ۴۰۱/۲۶ و ۵۰۳/۷۹ میلی‌گرم در لیتر به عنوان استاندارد استفاده شد. در نهایت، جذب در طول موج ۶۲۵ نانومتر به‌وسیلهٔ اسپکتروفتومتر خوانده شد. برای محاسبهٔ مقدار هیدرات کربن نمونه‌ها، ابتدا مقدار جذب نوری محلول‌های استاندارد از غلظت کم به زیاد اندازه‌گیری شده و معادلهٔ استاندارد ترسیم شد. مقدار جذب نمونه‌های آزمایشی نیز اندازه‌گیری شده و با استفاده از منحنی استاندارد، مقدار کربوهیدرات آنها نیز محاسبه شد (رابطهٔ ۳).

رابطهٔ ۳ $Cu=\frac{Au}{Ast}*CSt$

Cu: غلظت نمونه آزمایشی (گرم بر ۱۰۰ گرم وزن خشک)

Au: جذب نمونه آزمایشی

ASt: جذب استاندارد

CSt: غلظت استاندارد (گرم بر ۱۰۰ گرم وزن خشک)

اندازه‌گیری عناصر و مواد معدنی

برای تعیین مقدار عناصر موجود در میوه، ابتدا عمل هضم و آماده‌سازی نمونه‌ها با افزودن اسید سولفوریک ۹۵ درصد و حرارت دادن آن انجام گرفت (O¨zcan *et al.*, 2005). سپس با افزودن ۳ میلی‌لیتر اسید سالیسیلیک، نمونه‌ها زیر هود و در دستگاه هضم به مدت ۲۴ ساعت گذاشته و پس از خنک شدن آب اکسیژنه اضافه شد. نمونه‌ها مجدداً در دستگاه هضم گذاشته شدند تا کاملاً شفاف شوند. در نهایت با اضافه کردن آب مقطر، نمونه‌ها برای تعیین اندازهٔ جذب آماده شدند. مقدار نیتروژن موجود در میوه‌ها با روش کجدال اندازه‌گیری شد (Chapman *et al.*, 2003). مقدار جذب فسفر در طول موج ۴۷۰ نانومتر و با دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. برای

اندازه‌گیری و جذب دیگر عناصر از دستگاه جذب اتمی استفاده شد (امامی، ۱۳۷۵). با ترسیم منحنی کالیبراسیون برای نمونه‌های استاندارد و با غلظت‌های مختلف (جذب در برابر غلظت) غلظت نمونه‌های مجهول با اندازه‌گیری جذب آنها و استفاده از نمودار کالیبراسیون محاسبه شد. با افزایش شیب نمودار کالیبراسیون، حساسیت (تغییرات جذب نسبت به غلظت) بیشتر شده و شیب غلظت توسط ضریب جذب تعیین شد (رابطهٔ ۴).

رابطهٔ ۴ $A=\log IO/I=\alpha bc$

A: اندازهٔ جذب

α: ضریب جذب مولی

b: طول سل (ثابت ۱ سانتی‌متر)

C: غلظت نمونه

IO: شدت نور تابیده‌شده به نمونه

I: شدت نور خروجی از نمونه

آزمایش در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی و تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (17) صورت گرفت. ابتدا شرط نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف و همگنی واریانس داده‌ها به‌وسیلهٔ آزمون لون آزمایش شد. برای تعیین اختلاف آماری داده‌ها از آزمون تجزیهٔ واریانس دو طرفه و برای مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون چنددامنه‌ای دانکن استفاده شد.

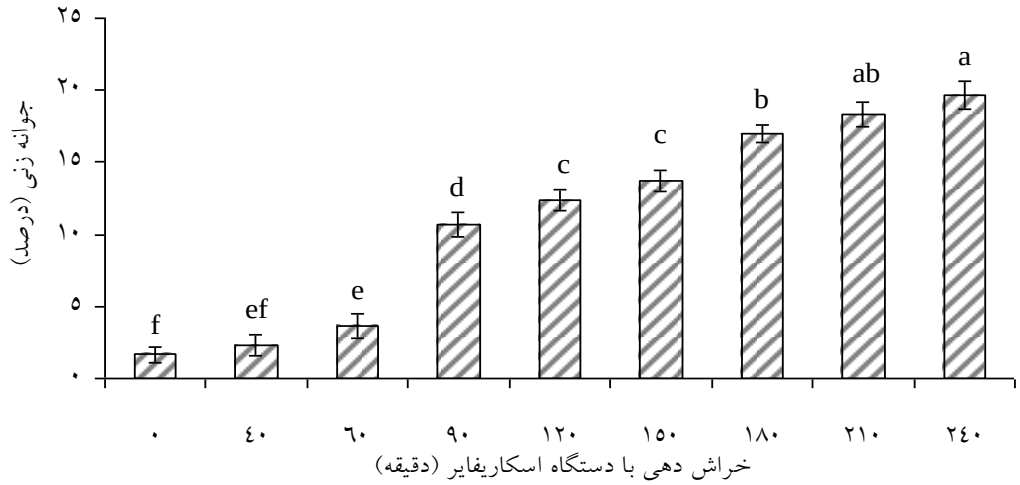
نتایج

جوانه‌زنی بذر

نتایج تجزیهٔ واریانس نشان‌دهندهٔ معنی‌داری مقدار درصد جوانه‌زنی در تیمارهای خراش‌دهی مکانیکی (میانگین مربعات: ۱۴۶/۲ و F: ۲۳۲/۲*) و آب اکسیژنه (میانگین مربعات: ۱۶۱/۱ و F: ۳۴/۵۲*) و اثر بلوک (میانگین مربعات: ۱/۹۲۶ و F: ۴/۱۱۹*) است. بیشترین درصد جوانه‌زنی در تیمار خراش‌دهی مکانیکی (۱۹/۷ درصد) در مدت ۲۴۰ دقیقه (شکل ۱) و در تیمار آب اکسیژنه ۱ درصد (۲۶/۷ درصد) در مدت ۱۲۰ دقیقه مشاهده شد (شکل‌های ۱و ۲).

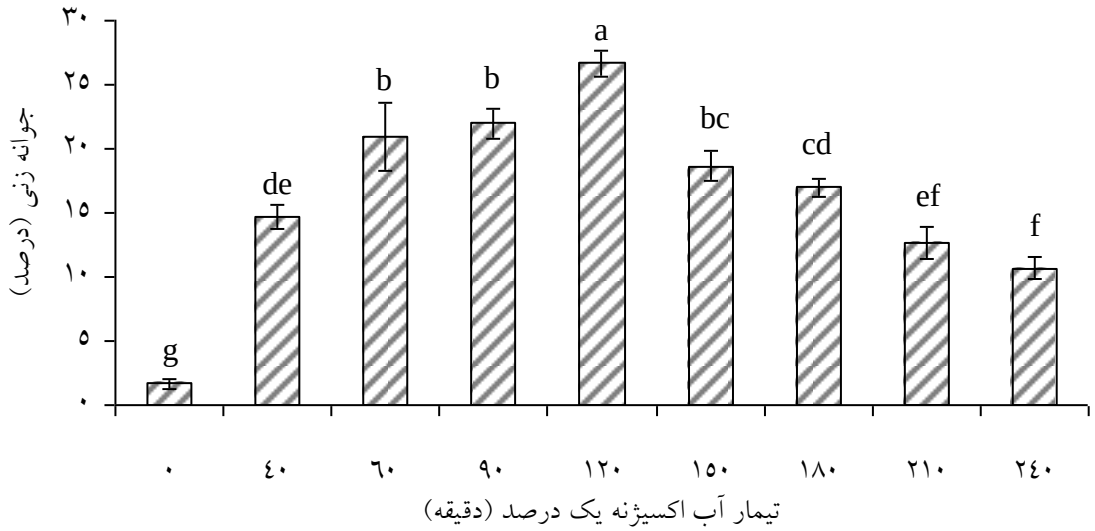
اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی

بیشترین مقادیر ترکیبات شیمیایی در گوشت میوه وجود دارد (جدول ۲).



شکل ۱- اثر خراش‌دهی مکانیکی با دستگاه اسکاریفایر در ترکیب با لایه‌گذاری متناوب بر درصد جوانه‌زنی بذرهای *Crataegus pseudoheterophylla* Pojark.

حروف مختلف مبین معنی‌دار بودن میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد است.



شکل ۲- اثر آب اکسیژنه یک درصد در ترکیب با لایه‌گذاری متناوب بر درصد جوانه‌زنی بذرهای *Crataegus pseudoheterophylla* Pojark. حروف مختلف مبین معنی‌دار بودن میانگین‌ها در سطح احتمال ۵ درصد است.

جدول ۲- میانگین مقادیر برخی ترکیبات شیمیایی در بذرها و میوه گونهٔ *Crataegus pseudoheterophylla*

ترکیب شیمیایی	گوشت میوه	بذر
کاروتنوئید (میلی‌گرم بر گرم وزن تازه)	۰/۵۹۸	۰/۲۷
آنتوسیانین (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک)	۶/۳	۰/۳۳
کربوهیدرات محلول (گرم بر ۱۰۰ گرم وزن خشک)	۸۹/۳	۱۵/۴
کلسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۳۰۷۶/۴	۸۹۲
فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۲۰۲۳/۹	۷۰۱/۸
پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۶۳۹۱/۳	۱۴۵۶
منیزیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۹۰۴/۶	۳۴۶/۴
نیتروژن (درصد)	۱/۲	۰

بحث

جوانه‌زنی بذر

بذرهای تیمارشده با لایه‌پردازی متناوب و بدون کاربرد خراش‌دهی، از درصد جوانه‌زنی بسیار کمی برخوردار بودند که نشان‌دهندهٔ خواب آندوکارپ گونهٔ *Crataegus pseudoheterophylla* است که با یافته‌های Bujarska-Borkowska (2006) در *C. laevigata* و Bujarska-Borkowska (2007) روی *C. submollis* مطابقت می‌کند. آندوکارپ به‌عنوان نوعی مانع فیزیکی از طریق ممانعت از گسترش رویان یا ایجاد محدودیت در جذب آب و تبادلات گازی بر مقدار جوانه‌زنی بذر تأثیر می‌گذارد. در تحقیق حاضر

دلیل دستیابی به بیشترین درصد جوانه‌زنی در تیمار خراش‌دهی مکانیکی به مدت ۲۴۰ دقیقه همراه با لایه‌گذاری متناوب می‌تواند چنین بیان شود که تیمار خراش‌دهی به‌واسطه ضعیف شدن پوشش بذری و سلول‌های اسکلریدی اجازهٔ نفوذ آب را برای فرایند آبگیری می‌دهد و خواب بذر ناشی از عدم نفوذ پوسته به آب برطرف می‌شود (Bujarska-Borkowska, 2006). یکی از وقایع اولیهٔ بحرانی در طی جوانه‌زنی بذر، جزئیات حرکت ذخایر بذر (هیدرولیز و انتقال) است که انرژی فرایند متابولیکی مختلف شامل تنفس و فعالیت‌های آنابولیکی را که برای رشد طولی جنین ضروری است تأمین می‌کند (Bishnoi *et al*., 1993). پوشش بذر باید قابلیت نفوذپذیری برای فرایندهای متابولیکی را داشته باشد. بنابراین با ضعیف شدن پوشش بذر، عناصر غذایی به درون بذر و فعالیت‌های متابولیکی آن را افزایش می‌دهند (Bishnoi *et al*., 1993). نفوذپذیر کردن پوسته سبب افزایش مقدار رطوبت بذر، مقدار اکسیژن و تسهیل در تبادل گازها و از طرفی حذف یا کاهش مواد بازدارندهٔ جوانه‌زنی می‌شود (Heidari *et al*., 2008). این حقیقت ممکن است ذخایر عناصر غذایی جنین را غنی و جوانه‌زنی را تسریع کند. در تحقیق حاضر به‌نظر می‌رسد خراش‌دهی باید طولانی‌تر شود چرا که مقدار جوانه‌زنی حدود ۲۰ درصد کم است و بسته به ضخامت بذر و مواد بازدارندهٔ پوستهٔ بذر، تفاوت ژنتیکی و شرایط مختلف محیطی مدت زمان خراش‌دهی تغییر پیدا می‌کند (Bujarska-Borkowska, 2007). بنابراین ضرورت دارد پژوهشی توسط دیگر محققان با افزایش مدت زمان خراش‌دهی انجام گیرد.

در تحقیق حاضر دستیابی به بیشترین درصد جوانه‌زنی با کاربرد آب اکسیژنهٔ یک درصد به این دلیل است که آب اکسیژنه شکل فعالی از اکسیژن است که با نفوذپذیر کردن دیوارهٔ بذر و تسریع انتقال ذخایر غذایی درون جنین سبب افزایش جوانه‌زنی می‌شود (Müller *et al*., 2009). آنزیم‌های کاتالاز و اسکوربات پراکسیداز موجود در بذر به‌طور مستقیم سبب تجزیهٔ آب اکسیژنه به آب و اکسیژن می‌شوند (Jiang and Huang, 2001). Imani *et al*. (2011) با تحقیق روی سه گونهٔ *Prunus scoparia*، *P. communis* و *P. haussknechtii* نتیجه گرفتند که اکسندهٔ پراکسید هیدروژن سبب تجزیهٔ ترکیبات بازدارنده‌های جوانه‌زنی و افزایش جوانه‌زنی می‌شود. اثر متقابل آب اکسیژنه و هورمون‌ها در داخل بذر سبب تغییراتی در بیان ژن یا پتانسیل اکسیداسیون و احیا و سپس افزایش جوانه‌زنی می‌شود (Dolatabadian and Sanavy, 2008). آب اکسیژنه سبب کاهش مقدار آبسزیک اسید در بذر و کربونیزه کردن پروتئین ذخیره‌ای بذر و انتقال آنها و برخی از آنزیم‌های گلیکولیتیک به بذر می‌شود که مسیر پنتوز فسفات را تحریک کرده و از طریق نیکوتین آمید آدنین دی نوکلئوتید فسفات، تیوردوکسین ردوکتاز که جزو پروتئین‌ها می‌باشند و در متابولیسم سلولی شرکت می‌کنند فعال کرده و سبب افزایش جوانه‌زنی می‌گردند (Barba-Espín *et al*., 2012). در تحقیق حاضر، کاهش ۴۰ درصدی جوانه‌زنی در غوطه‌وری بذرها با آب اکسیژنهٔ یک درصد به مدت ۲۴۰ دقیقه نسبت به مدت ۱۲۰ دقیقه، احتمالاً به دلیل نفوذ محلول شیمیایی به ساختار و جنین بذر است که با نتایج تحقیقات Dolatabadian and Sanavy (2008) مطابقت می‌کند. در غلظت‌های کم آب اکسیژنه با القای بیان ژن آنزیم کاتالاز و با افزایش مقدار آنتی اکسیدانت به‌عنوان یک مولکول پیام رسان به‌منظور تحمل سلول به تنش‌های مختلف زیستی و در غلظت‌های زیاد، سبب مرگ سلول می‌شود (Vandenabeele *et al*., 2003). به‌طور کلی آب اکسیژنه نوعی متابولیت سلولی سمی محسوب می‌شود. با افزایش مقدار آب اکسیژنه نشت یونی افزایش پیدا کرده و در نتیجه پایداری غشا کاهش یافته است که سبب اکسیداسیون غشای سلولی و

کاهش پایداری آن می‌شود. آب اکسیژنه مادهٔ سمی بسیار مهمی است که معمولاً در شرایط افزایش محدود در بافت‌های گیاهی پراکسیداز و در شرایط افزایش زیاد کاتالاز آن‌را تجزیه و از بافت دور می‌کند. در زمان جوانه‌زنی بذرها لازم است پراکسیداز کاهش و کاتالاز افزایش یابد و اگر زمان توقف بذرها در این ماده از حد متعارف بیشتر باشد، اثر مثبت آن به‌تدریج با مصرف دو آنزیم نامبرده کاهش می‌یابد.

اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی

مقادیر ترکیبات شیمیایی مورد اندازه‌گیری در میوه و بذر *C. pseudoheterophylla* در پژوهش حاضر تعیین شده است. شرایط آب‌وهوایی مانند نور، ارتفاع و میانگین دما تأثیر بسزایی بر تشکیل ترکیب-های شیمیایی در محصولات باغی و دارویی دارند (Kazaz *et al*., 2009). یکی از آنتی‌اکسیدانت‌های مهم، کاروتنوئید است. در تحقیق Olsson *et al*. (2005) مقدار کارتنوئیدهای کل موجود در میوه‌های ارقام مختلف رز بین ۰/۱۸۹ تا ۱/۱۹۲ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک به‌دست آمد. در تحقیق Kazaz *et al*. (2009) مقدار بتاکاروتن در میوه و بذر *Rosa damascene* به‌ترتیب ۰/۰۰۳۷ و ۰/۰۰۲۹ میلی‌گرم در گرم وزن خشک و در *R. canica* به‌ترتیب ۰/۰۰۲۶ و ۰/۰۰۰۱۸ میلی‌گرم در گرم وزن خشک به‌دست آمد. آنتوسیانین‌ها از ترکیب‌های فنلی و آنتی اکسیدانتی مشتق از مسیر بیوسنتز فلاونوئیدها با وزن مولکولی کم هستند و خواص آنتی اکسیدانتی آنتوسیانین‌ها نیز در برخی مطالعات گزارش شده است (Benmalek *et al*., 2013). ترکیبات فنلی و آنتی اکسیدانتی سبب تنش اکسیداتیو می‌شوند که نتیجهٔ آن افزایش رادیکال‌های فعال اکسیژن است که سبب بازدارندگی جوانه‌زنی می‌شود. فعالیت آنتوسیانین‌ها به غلظت، ساختار و نوع ترکیبات فنلی بستگی دارد (Benmalek *et al*., 2013). اثرهای بازدارندگی ترکیبات فنلی بر جوانه‌زنی بذر، با مقدار اکسین درونی بذر و مقدار نفوذپذیری پوستهٔ بذر به آب و اکسیژن همبستگی دارد (Isfendiyaroglu and Ozeker, 2001). از طرف دیگر، ترکیبات آنتوسیانین‌ها و اسید آبسزیک مقدار اسید جیبرلیک داخلی بذر را کاهش می‌دهند و سبب خواب بذر می‌گردند.

مقدار آنتوسیانین‌ها به ژنتیک گونه، بلوغ و رنگ میوه، مبدأ و مدت زمان ذخیره بذر بستگی دارد. Tural and Koca (2008) فعالیت آنتی اکسیدانتی زیاد را به غلظت زیاد اسید آسکوربیک، آنتوسیانین و مقدار کل فنل نسبت داده‌اند. آنتوسیانین‌ها مسئول رنگ میوه و خواب بذر هستند. Benmalek *et al*. (2013) در میوه *C. oxyacantha ssp monogyna* مقدار آنتوسیانین را ۵/۱۱ میلی‌گرم بر گرم سیانیدین- ۳ – گلیکوزید وزن خشک گزارش کردند.

کربوهیدرات‌ها فراوان‌ترین مولکول‌های زیستی هستند که طی واکنش فتوسنتز در گیاه ساخته می‌شوند. آنها منبع اصلی و اولیهٔ انرژی متابولیسمی موجودات زنده هستند و به‌عنوان منبع کربن برای سنتز دیگر مولکول‌ها استفاده می‌شوند که مقدار آنها با افزایش دما کاهش می‌یابد (Garg *et al*., 2008). Mraihi *et al*. (2013) در بذر *C. monogyna* و *C. azarolus* ترکیبات فنلی را به‌ترتیب ۴۵/۷۲ و ۳۶/۰۳ میلی‌گرم اسید گالیک بر ۱۰۰ گرم وزن خشک، مقدار فلاونوئیدها را ۹۶/۰۱ و ۱۴/۷۱ میلی‌گرم روتین بر ۱۰۰ گرم وزن خشک، پروآنتوسیانیدین‌ها را ۳۹۹/۶۸ و ۹۷/۰۶ میلی‌گرم سیانیدین - گلیکوزید بر ۱۰۰ گرم وزن خشک، آنتوسیانین‌ها و میلی‌گرم سیانیدین در ۱۰۰ گرم وزن خشک و Guo *et al*. (2003) مقدار آنتی اکسیدانت بذر *C. monogyna* را ۰/۴۳ میلی‌مول بر ۱۰۰ گرم وزن مرطوب گزارش کردند. Barros *et al*. (2011) مقدار کربوهیدرات‌ها را در میوهٔ *C. monogyna* ۹۱/۹۹ و Nisar *et al*. (2009) مقدار آنها را در میوهٔ *C. songrica* ۶۵/۸۸ گرم بر ۱۰۰ گرم وزن خشک

گـزارش کردنـد. Bignami *et al*. (2003) در گونـهٔ *C. azarolus* مقدار فروکتوز را ۴/۳۱ درصد وزن تـازه؛ مقدار گلوکز را ۳/۹۴ درصد وزن تازه؛ مقدار سـاکارز را ۴/۰۵ درصـد وزن تـازه؛ و مقـدار سـوربیتول را ۱/۷۴ درصد وزن تازه گزارش کردنـد. لایـه‌پـردازی و حـذف آندوکارپ بذر بر مقـدار ترکیبـات فنلـی بـذرها تـأثیر می‌گذارد که سنتز اکسین را در بافت جنینـی تنظـیم می‌کند و بنابراین بر مقدار جوانه‌زنی بذر مؤثر است.

مقدار عناصر معدنی موجود در بذرها و میوه‌ها رابطـه مستقیم با شرایط خاکی مانند بافت، سـاختمان و عناصـر غذایی خاک محل رویـش دارد. O¨zcan *et al*. (2005) در جنس *Crataegus* spp. مقدار کلسیم را ۳۰۴۶/۳۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم، فسفر را ۱۴۷۷/۸۸ میلی‌گرم بـر کیلوگرم، پتاسیم را ۱۳۵۳۱/۹۶ میلی‌گرم بر کیلـوگرم و منیزیم را ۱۵۰۲/۵۵ میلی‌گـرم بـر کیلـوگرم نتیجـه گرفتند. مقدار کلسـیم ۳۲۶ میلـی‌گـرم بـر کیلـوگرم، فسـفر ۹۶ میلـی‌گـرم بـر کیلـوگرم و پتاسـیم ۱۲۵۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم توسط Barros *et al*. (2011) در بذر *C. monogyna* گزارش شد.

به‌طور کلی می‌توان نتیجـه گرفـت کـه تیمارهـای خراش‌دهی مکانیکی بـا مـدت ۲۴۰ دقیقـه و محلـول شیمیایی آب اکسیژنهٔ یک درصد در مدت زمـان ۱۲۰ دقیقه سبب بیشـترین درصـد جوانـه‌زنـی در تحقیـق حاضـر شـده اسـت. میـوه‌هـا و بـذرهای *C. pseudoheterophylla* شامل ترکیبات کارتنوئیـد، آنتوسیانین، کربوهیدرات‌ها و عناصر معدنی اسـت کـه می‌تـوان از ایـن ترکیبـات مـؤثر در صـنایع غـذایی و دارویی استفاده کرد. برخی از این ترکیبـات بـه سـبب دارا بـودن گـروه ترکیبـات فنلـی از بازدارنـده‌هـای جوانه‌زنی هستند که می‌تواند یکی از دلایل جوانه‌زنـی کم در بذرهای با آندوکارپ باشـد. پیشـنهاد مـی‌شـود پژوهشی دیگر دربارهٔ تیمارهای خراش‌دهی مکانیکی و شـیمیایی بـا غلظـت‌هـای مختلـف و دیگـر ترکیبـات موجود در میوه و بذر و تأثیر آن بر مقـدار جوانـه‌زنـی بذر انجام گیرد.

منابع

آقاخانی، سیاوش و اسـداله متـاجی، ۱۳۸۸. بررسـی رونـد تحول اکولوژیکی و ساختار توالی تـوده‌هـای ذخیـره‌گـاهی جنگلی استان مرکزی، دو فصلنامه اکوفیزیولـوژی گیـاهی، ۱ (۳): ۵۴-۶۲.

امامی، عاکفـه، ۱۳۷۵. روش هـای تجزیـه گیـاه، موسسـهٔ تحقیقات خاک و آب، تهران، ایران، ۱۲۸ ص.

خاتم‌ساز، محبوبـه، ۱۳۷۱. فلـور ایـران، تیـره گـل سـرخ، انتشارات سازمان جنگل‌ها و مراتع، تهران، ۲۴۱ ص.

مظفریان، ولی‌اله، ۱۳۸۳. درختان و درختچـه‌هـای ایـران، انتشارات فرهنگ معاصر، تهران، ۱۰۰۳ ص.

میرزاده واقفی، سعیده سادات، زیبا جم‌زاد، عادل جلیلـی و محسـن نصـیری، ۱۳۸۸. بررسـی شکسـتن خـواب بـذر و تشـدید جوانـه‌زنـی در سـه گونـهٔ زالزالـک (*Crataegus persica*، *C. amini*، *C. babakhanloui*)، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۷ (۴): ۵۴۴-۵۵۹.

Barba-Espín, G., J.A. Hernández, and P. Diaz-Vivancos, 2012. Role of H_2O_2 in pea seed germination, *Plant Signaling and Behavior*, 7(2): 193–195.

Barros, L., A.M. Carvalho, and I.C. Ferreira, 2011. Comparing the composition and bioactivity of *Crataegus monogyna* flowers and fruits used in folk medicine, *Phytochemical Analysis*, 22(2):181-188.

Benmalek, Y., O.A. Yahia, A. Belkebirand, and M.L. Fardeau, 2013. Anti-microbial and anti-oxidant activities of *Illicium verum*, *Crataegus oxyacantha ssp monogyna* and *Allium cepa* red and white varieties, *Bioengineered*, 4(4): 244–248.

Bignami, C., M. Paolocci, A. Scossa, and G. Bertazza, 2003. Preliminary evaluation of nutritional and medicinal components of *Crataegus azarolus* Fruits, *Acta Horticulturae*, 597: 95-100.

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

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

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

Carroll, N.V., R.W. Longley, and J.H. Roe, 1956. The determination of glycogen in liver and muscle by use of anthrone reagent, *Journal of Biological Chemistry*, 220: 583-593.

Chapman, C.A., L.J. Chapman, K.D. Rode, E.M. Hauck, and L.R. McDowell, 2003. Variation in the nutritional value of primate foods: among trees, time periods, and areas, *International Journal of Primatology*, 24 (2): 317-333.

Dolatabadian, A., and S.A.M. Sanavy, 2008. Effect of the ascorbic acid, pyridoxine and hydrogen peroxide treatments on germination, catalase activity, protein and malondialdehyde content of three oil seeds, *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 36: 61-66.

Garg, H.G., M.K. Cowman, and C.A. Hales, 2008. Carbohydrate, chemistry, biology and medicinal applications, Elsevier Ltd, USA, 414 pp.

Ghildiyal, S.K., C.M. Sharma, and S. Gairola, 2009. Environmental variation in seed and seedling characteristics of *Pinus roxburghii* Sarg. from Uttarakhand, INDIA, *Applied Ecology and Environmental Research*, 7(2): 121-129.

Guo, C., J. Yang, J. Wei, Y. Li, J. Xu, and Y. Jiang, 2003. Antioxidant activities of peel, pulp and seed fractions of common fruits as determined by FRAP assay, *Nutrition Research*, 23:1719–1726.

Heidari, M., M. Rahemi, and M.H. Daneshvar, 2008. Effects of mechanical, chemical scarification and stratification on seed germination of *Prunus scoparia* (Spach.) and *Prunus webbii* (Spach.) Vierh, *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 3(1): 114-117.

Hudson, S.H., and M. Carlson, 1998. Propagation of interior British Columbia native plants from seed, British Columbia Press, Canada, 37 pp.

Imani, A., M. Rasouli, R. Tavakoli, E. Zarifi, R. Fatahi, G. Barba-Espín, and P. Martínez-Gómez, 2011. Optimization of seed germination in *Prunus* species combining hydrogen peroxide or gibberellic acid pre-treatment with stratification, *Seed Science and Technology*, 39 (1): 204-207.

Isfendiyaroglu, M., and E. Ozeker, 2001. The relations between phenolic compounds and seed dormancy in *Pistacia spp*. In: XI GREMPA Seminar on pistachios and almonds, edited by Ak B.E., Zaragoza: CIHEAM, Spain, 227-232.

ISTA, 2008. Annexe to chapter seed health testing methods. 199 pp.

Jiang, Y., and B. Huang, 2001. Drought and heat stress injury to two cool-season turfgrasses in relation to antioxidant metabolism and lipid peroxidation, *Crop Science*, 41: 436-442.

Kazaz, S., H. Baydar, and S. Erbas, 2009. Variations in chemical compositions of *Rosa damascena* Mill. and *Rosa canina* L. fruits, *Czech Journal of Food Sciences*, 27 (3): 178-184.

Moyo, M., M.G. Kulkarni, J.F. Finnie, and J.V. Staden, 2009. After-ripening, light conditions, and cold stratification influence germination of marula [*Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst. subsp. caffra (Sond.) kokwaro] seeds, *HortScience*, 44 (1): 119-124.

Mraihi, F., M. Journi, J. Kalthoum Cherif, M. Sokmen, A. Sokmen, and M. Trabelsi-Ayadi, 2013. Phenolic contents and antioxidant potential of *Crataegus* fruits grown in tunisia as determined by DPPH, FRAP, and β-Carotene/Linoleic acid assay, *Journal of Chemistry*, ID 378264: 1-6.

Müller, K., A. Linkies, R.A.M. Vreeburg, and S.C. Fry, 2009. In vivo cell wall loosening by hydroxyl radicals during cross seed germination and elongation growth. *Plant Physiology*, 150: 1855–1865.

Nasir, M.A., M.A. Summrah, M. Allah-Bakhsh, M.Z. Nawazand, and M. Nawaz, 2001. Effect of different scarification methods on the germination of almond nuts, *Sarhad Journal of Agriculture*, 17: 179-182.

Nisar, M., S.A. Tariq, and Y. Ihsanullah, 2009. Nutritional levels of *Indigofera gerardiana* wall and *Crataegus songrica* K. KOCH, *Pakistan Journal of Botany*, 41(3): 1359-1361.

O¨zcan, M., H. Hacıseferog˘ulları, T. Marakog˘lu, and D. Arslan, 2005. Hawthorn (*Crataegus spp*.) fruit: some physical and chemical properties, *Journal of Food Engineering*, 69 (4): 409-413.

Olsson, M.E., S. Andersson, G. Werlemark, M. Uggla, and K.E. Gustavsson, 2005. Cartenoids and phenolics in rose hips, *Acta Horticulture*, 690: 249-252.

Qrunfleh, M.M., 1991. Studies on the hawthorn (*Crataegus azarollus* L.): II. Changes in abscisic acid content during cold stratification in relation to seed germination, *Journal of Horticultural Science*, 66 (2): 223-226.

Tural, S., and I. Koca, 2008. Physico-chemical and antioxidant properties of cornelian cherry fruits (*Cornus mas* L.) grown in Turkey, *Scientia Horticulturae*, 116: 362-366.

Vandenabeele, S., K. Van Der Kelen, J. Dat, I. Gadjev, T. Boonefaes, S. Morsa, P. Rottiers, L. Slooten, M. Van Montagu, M. Zabeau, D. Inze´, and F. Van Breusegen, 2003. A comprehensive analysis of hydrogen peroxide-induced gene expression in tobacco, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 23: 16113-8.

Wagner, G.J., 1979. Content and vacuole/extra vacuole distribution of neutral sugars, free amino acids and anthocyanins in protoplasts, *Plant Physiology*, 64: 88-93.

Yücedağ, C., and H.C. Gültekin, 2011. Effects of cold stratification and sowing time on germination of almond (*Amygdalus communis* L.) and wild almond (*Amygdalus orientalis* L.) seeds, *African Journal of Agricultural Research*, 6 (15): 3522-3525.

Zeinalabedini, M., K. Majourhat, M. Khayam-Nekoui, J.A. Hernández, and P. Martínez-Gómez, 2009. Breaking seed dormancy in long-term stored seeds from Iranian wild almond species, *Seed Science and Technology*, 37 (2): 267-275.

Improving the germination of *Crataegus pseudoheterophylla* seed and determining the chemical compositions of fruit and seed

F. Ahmadloo[1], M. Tabari Kochaksaraei[2*], P. Azadi[3], and A. Hamidi[4]

[1] Ph.D. in Forestry, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, I. R. Iran
[2] Prof., Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, I. R. Iran
[3]Assistant Prof., National Institute of Ornamental Plants, I. R. Iran
[4]Assistant Prof., Seed and Plant Certification and Registration Institute, I. R. Iran

(Received: 25 April 2014, Accepted: 9 May 2015)

Abstract

The genus of hawthorn (*Crataegus* L.) is considered as the most important ornamental and medicinal shrubs and is resistant to environmental conditions. Its seed germination is poor, due to stony endocarp and embryo dormancy. In order to evaluate the germination of *Crataegus pseudoheterophylla* seed under mechanical scarification and hydrogen peroxide treatments, the seeds were sown in plastic pots as randomized completely block design (RCBD) with three replicates. Treatments including mechanical scarification and soaking in 1% hydrogen peroxide for 0, 40, 60, 90, 120, 150, 180, 210 and 240 minutes in combination with alternate layering (one month at 4°C and 2 weeks at 23°C, one month at 4°C and 2 weeks at 23°C, 4 weeks at 4°C) were applied. Carotenoid contents, anthocyanin, soluble carbohydrates, and minerals in fruit and seed were determined. The highest germination percentage was obtained in mechanical scarification (19.7%) for 240 min. and in hydrogen peroxide (26.7%) for 120 min. In fruit and seed, the amount of Carotenoid, anthocyanin, soluble carbohydrates were 0.598 and 0.27 mg/FW, 6.3 and 0.33 mg/g DW, 89.3 and 15.4 g/100 g DW, respectively. Also, the concentrations of Ca, P, K, Mg, and N were 3076.4 and 892 mg/Kg, 2023.9 and 701.8 mg/Kg, 6391.3 and 1456 mg/Kg, 904.6 and 346.4 mg/Kg, 1.2 and 0%, respectively. It is concluded that seeds of hawthorn including deep endocarp and physiological dormancy and fruit and seed of hawthorn are a rich source of phenolic contents, soluble carbohydrates, carotenoids and minerals.

Keywords: Anthocyanin, Carbohydrates, Carotenoid, Minerals, Scarification.

[*]Corresponding author Tel: +98 09182246250 Email: mtabari@modares.ac.ir