

اثر محتوای رطوبتی بذر و دمای شرایط نگهداری بر زنده‌مانی بذر افرای هیرکانی (*Acer hyrcanum* Fisch & Meyer)

بهرام ناصری^۱، مسعود طبری کوچکسرایبی^{۲*}، مهدی عابدی^۳، شیام فارتیال^۴

۱. دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشگاه تربیت مدرس، نور

۲. استاد گروه جنگلداری، دانشگاه تربیت مدرس، نور

۳. استادیار گروه مرتعداری، دانشگاه تربیت مدرس، نور

۴. دانشیار گروه جنگلداری و منابع طبیعی، دانشگاه گراهل، هند

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۱۵، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۰۸

چکیده

به منظور بررسی اثر کاهش رطوبت بذر و دمای محیط نگهداری بر تغییرات زنده‌مانی بذر افرای هیرکانی، آزمایشی با بذره‌های این گونه با سه محتوای رطوبتی ۱۲، ۸ و ۴ درصد در سه محیط نگهداری شامل اتاق (۲۵ °C)، یخچال (۴ °C) و فریزر (۲۰ °C-) به مدت ۴۸ هفته انجام گرفت. نتایج نشان داد که تأثیر رطوبت بذر، دمای محیط نگهداری و تلفیق این دو بر زنده‌مانی بذر معنی دار بود. زنده‌مانی بذرها با هر سه سطوح رطوبت، در یخچال، تا پایان دوره (۴۸ هفته) همواره در حد زیاد باقی ماند (حدود ۹۸ درصد)؛ در فریزر از هفته ۸ اندکی کاهش یافت و تا پایان دوره در حد ۸۰ درصد ثابت ماند. در اتاق، زنده‌مانی از هفته ۲۴ به شدت کاهش یافت، به طوری که در پایان دوره، بذره‌های با رطوبت ۴ درصد فقط ۱۸ درصد زنده‌مانی داشتند، اما زنده‌مانی بذره‌های دارای رطوبت‌های ۱۲ و ۸ درصد، متوقف شد. یافته‌های این تحقیق آشکار کرد که نگهداری به نسبت موفق بذر افرای هیرکانی با محتوای رطوبتی ۱۲-۴ درصد تا ۶ ماه در دمای اتاق، و نزدیک به یک سال در محیط یخچال و فریزر امکان پذیر است. از این رو، می‌توان گفت بذره‌های این درخت رفتاری مشابه بذره‌های مقاوم به خشکی (آرْتَاکْس) دارند. ادامه آزمایش در محیط‌های یخچال و فریزر، قابلیت نگهداری بذر این گونه را برای دوره‌های طولانی تر آشکار می‌کند.

واژه‌های کلیدی: دما، ذخیره‌سازی، رطوبت بذر، زنده‌مانی، سفید کرکو.

مقدمه

بذره‌های جدید اجتناب‌ناپذیر است. تناوب آزمایش‌ها و جایگزینی ذخایر بذر، به استفاده از امکانات و شرایط مطلوب نگهداری بستگی دارد [۱]. یکی از موفق‌ترین راهبردها برای دسترسی سریع و ارزان به منابع بذر سازگار، نگهداری خارج از محل^۱ از طریق ذخیره‌سازی^۲ تحت شرایط کنترل است [۲]. بذرها توانایی یا رفتار نگهداری متفاوتی دارند و بر این اساس،

دسترسی به میزان کافی بذره‌های با کیفیت مطلوب، نیازمند آگاهی از امکان ذخیره‌سازی موفق بذر در دوره‌های درازمدت است. بدین منظور، بازبینی منظم زنده‌مانی بذرها در طی دوره نگهداری برای اطمینان از بروز نیافتن هر گونه نقصان در کیفیت آنها و جایگزینی ذخایر قدیمی با

1. *ex-situ* conservation
2. Storage

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۲۲۴۶۲۵۰
Email: mtabari@modares.ac.ir

داخلی بذر صورت گرفته است. از جمله اینکه نگهداری بذره‌های افرای کرب (*A. campestre*) با کاهش رطوبت داخلی به ۶ درصد، به مدت دو فصل در انبار و سه فصل در سردخانه امکان پذیر شد [۱۰]. زنده‌مانی بذر افرای کیکم (*A. monspessulanum*) در دمای فراسرد (۵°C-) با موفقیت حفظ شد [۱۱]. بررسی نگهداری بذره‌های سیاه کرکو (*A. monspessulanum sub. turcomanicum*) با طیف گسترده‌ای از محتوای رطوبتی بین ۵ تا ۴۵ درصد (با کاهش رطوبت هر سطح به میزان ۵ درصد) در شرایط لایه‌گذاری (در دمای ۳-۵ درجه سانتی‌گراد در بستر ماسه مرطوب) در طی ۶ ماه نشان داد که بذره‌های این گونه رفتار حد واسط دارند و در درازمدت نمی‌توان آنها را نگهداری کرد [۱۲]. کاهش رطوبت در بذره‌های افرای هیمالیایی (*Acer ceasium*) سبب شد در سردخانه (۵°C) تا ۶/۵ ماه و در فریزر (۵°C-) تا ۴۲ ماه قابل نگهداری باشند [۱۳]. بذر افرای تراوتری (*A. trautvetteri* Medv.) با رطوبت داخلی ۱۰ درصد، به خوبی در سردخانه نگهداری شد، اما زنده‌مانی آن با محتوای رطوبتی ۳ درصد، کاملاً متوقف شد [۱۴].

افرای هیرکانی (*Acer hyrcanum* Fisch & Meyer) که با نام‌های مختلفی چون سفید کرکو و افرای بالکان نیز شناخته می‌شود، درختی نادر و خشکی‌پسند، به ارتفاع تا ۲۰ متر (به‌طور معمول ۱۵-۱۲ متر) و قطر ۳۰ سانتی‌متر است. محدوده پراکنش جهانی آن، اروپا (جنگل‌های کوهستانی بالکان در کرواسی، بوسنی، صربستان و مونته‌نگرو) و غرب آسیا (ترکیه، لبنان و غرب ایران) است [۱۵]. در جنگل‌های شمال ایران محدوده ارتفاعی آن بین ۱۵۰۰ تا ۲۶۰۰ متر از سطح دریاست [۱۶]. خشکی‌پسندی از ویژگی‌های بارز این گونه است که لزوم استفاده از آن را در برنامه‌های احیا، به دلیل تغییرات فزاینده اقلیمی، دوچندان می‌کند. نظر به برنامه توسعه احیای جنگل در کشور، به‌ویژه در مناطق کوهستانی، شناخت رفتار نگهداری بذره‌های درختان و درختچه‌های این

در دو گروه مقاوم به خشکی (ارتدکس)^۱ و حساس به خشکی (ریکال‌سیترن)^۲ طبقه‌بندی می‌شوند [۳]. بذره‌های مقاوم به خشکی محدودیتی در برابر سطوح پایین رطوبت ندارند، اما زنده‌مانی بذره‌های حساس به خشکی در رطوبت‌های کم به شدت کاهش می‌یابد. بنابراین، باید برای نگهداری بذرها، از ماهیت بذرها و روش‌های مناسب برای افزایش قابلیت نگهداری آنها آگاهی یافت [۴].

افزون‌بر تعیین رفتار ذخیره‌ای، یافتن راه‌های افزایش قابلیت نگهداری و کاهش فرایند پیری در بذره‌های ذخیره‌شده، به مدیریت بهتر نگهداری بذر منجر خواهد شد [۴]. کاهش رطوبت و دمای کم، متداول‌ترین عواملی‌اند که در برنامه‌های ذخیره بلندمدت بذر در نظر گرفته می‌شوند [۵-۸]. از طرفی، رفتار نگهداری بذر به ویژگی‌هایی چون شکل، وزن و محتوای رطوبتی آن در زمان پراکنش متناسب می‌شود. در این زمینه، در یک تحقیق ویژه روی بذر افراها که تقسیم مربوط به رفتار نگهداری آنها بر دو محور رطوبت بذر در هنگام بلوغ (پراکنش)، و وزن هزاردانه استوار بود، بذره‌های سنگین‌تر با محتوای رطوبتی بیشتر، حساس به خشکی؛ و بذره‌های سبک‌تر با محتوای رطوبتی کمتر، مقاوم به خشکی تعریف شدند [۹].

بذر گونه‌های جنس افرا (*Acer spp.*) رفتار نگهداری متفاوتی دارند. بذر افرای چناری (*Acer platanoides* L.) رفتاری مقاوم به خشکی (ارتدکس) و بذر افرای شبه‌چناری (*A. pseudoplatanus* L.) رفتاری حساس به خشکی (ریکال‌سیترن) دارد [۵، ۶]. این مطلب نشان می‌دهد که برای ذخیره‌سازی بذر افراها، باید هم ماهیت ذخیره‌ای بذر و هم دما و رطوبت مناسب برای ذخیره‌سازی و نیز آستانه تحمل آن تعیین شود.

پژوهش‌های متعددی در جهان در زمینه چگونگی نگهداری بذر گونه‌های جنس افرا از طریق کاهش رطوبت

1. Orthodox
2. Recalcitrant

در شروع آزمایش، مشخصات اولیه بذر شامل زنده‌مانی، رطوبت، وزن هزاردانه و خلوص (جدول ۱) تعیین شد. برای اطمینان از حفظ کیفیت بذر، تا شروع آزمایش، بذر در سردخانه (۴ °C) نگهداری شدند. سپس، با توجه به میزان رطوبت اولیه بذر در زمان جمع‌آوری، رطوبت بذر در سه سطح ۴، ۸ و ۱۲ درصد تنظیم شد. برای این کار بذر در دسیکاتور (حاوی سیلیکاژل به‌عنوان ماده جاذب رطوبت) قرار داده شدند. برای رسیدن به سطح رطوبت مورد نظر در دسیکاتور از رابطه پیشنهادی [۱۷] بر مبنای کاهش وزن نمونه استفاده شد (جدول ۲). به‌منظور سنجش صحت این روش و تعیین سطح رطوبت بذر به اندازه‌های مورد نظر، رطوبت دقیق یک نمونه از بذر به‌کمک روش آن (دمای ۱۰۳ °C به مدت ۱۷ ساعت) کنترل شد. سپس نمونه‌های بذر از دسیکاتور خارج شدند و در ظروف عایق پلاستیکی قرار گرفتند و در پایان، به محیط‌های مختلف دمایی اتاق (۲۵ °C)، یخچال (۴ °C) و فریزر (۲۰ °C-) منتقل و به مدت ۴۸ هفته نگهداری شدند. زنده‌مانی بذر در این شرایط، در طی فواصل زمانی منظم (هشت هفته یک بار) با آزمایش ترازولیوم^۱ کنترل شد.

رویشگاه‌ها اهمیت ویژه‌ای دارد. با توجه به ضرورت دسترسی به بذر مرغوب برای اجرای برنامه‌های احیا و نیز کمبود اطلاعات درباره بذر افرای هیرکانی (سفید کرکو)، این نوشتار بر آن است تا شرایط مطلوب نگهداری بذر این گونه را در طی دوره ذخیره‌سازی، به‌کمک تیمارهای کاهش محتوای رطوبت بذر و دماهای مختلف شرایط نگهداری بررسی کند.

روش تحقیق

در اوایل مهر ۱۳۹۳ با صعود بر روی تاج درختان، بذرهای مورد نیاز افرای هیرکانی از ۱۰ پایه مادری سالم (به فاصله ۵۰ تا ۱۰۰ متر از یکدیگر در سطحی حدود ۳ هکتار، با قطر متوسط ۲۵-۳۰ سانتی‌متر) در شیب شمالی ایستگاه درازنوا (ارتفاع ۲۳۷۰ متر از سطح دریا، طول جغرافیایی ۴۴'، ۰۷' و ۵۴° عرض جغرافیایی ۳۹'، ۳۶°) در محدوده شهرستان کردکوی (غرب استان گلستان) جمع‌آوری شد. بذرهای ناخالص (از هر درخت حدود ۱ کیلوگرم) درون کیسه‌های پارچه‌ای ریخته و به مرکز بذر جنگلی (کیلومتر ۸ جاده آمل به محمودآباد) منتقل شد. پاکسازی ناخالصی‌ها (بال‌گیری و جداسازی مواد زاید) با دست و جداسازی بذرهای پوک به‌کمک دستگاه جداساز آزمایشگاهی (Seed Blower, West Rup, Denmark) انجام گرفت.

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و فیزیولوژیکی بذر افرای هیرکانی

تعداد بذر سالم (%)	زنده‌مانی (%)	رطوبت (%)	خلوص (%)	وزن هزاردانه (گرم)
۶۹ ± ۲/۲	۹۸ ± ۱/۱	۱۲/۱۱ ± ۰/۰	۹۸/۲۶ ± ۰/۹	۸۰/۵۷ ± ۰/۰

جدول ۲. روابط استفاده‌شده در محاسبه ویژگی‌های بذر افرای هیرکانی

منبع	فرمول	مؤلفه
[۱۸]	$(W1 - W2) \times 100 / W1$	رطوبت (%MC)
[۱۸]	توزین ۸ تکرار صدتایی و تعیین میانگین آنها	وزن هزاردانه (TSW)
[۱۷]	$[(IMC-100)/(DMC-100)] \times IW$	محاسبه کاهش رطوبت بذر براساس کاهش وزن بذر
IMC	رطوبت اولیه	W1
DMC	رطوبت مورد نظر	W2
IW	وزن اولیه بذر	S
		وزن اولیه
		وزن ثانویه
		وزن نمونه صدتایی

برای نگهداری بذر در کوتاه‌مدت محسوب می‌شود، به‌ویژه هنگامی که امکان دسترسی به تجهیزات ذخیره‌سازی (سردخانه، فریزر و ...) وجود نداشته باشد. سطح مطلوب رطوبت برای ذخیره‌سازی بذر در این شرایط، براساس گونه متغیر است؛ اما بذره‌ای قادر به تحمل سطوح اندک رطوبت (بسیار کمتر از بذره‌های خشک‌شده در معرض هوا)، بهتر نگهداری می‌شوند [۱۴]. در تحقیقی حتی گزارش شده که کاهش رطوبت بذر به حدود ۶-۴ درصد سبب افزایش دوره نگهداری آن در دمای مشخص می‌شود و کاهش بیشتر، تأثیری بر حفظ زنده‌مانی بذر ندارد [۲۰].

یافته‌های ما نشان داد که در محیط‌های سرد، بذر افرای هیرکانی توان تحمل در مقابل کاهش رطوبت تا سطح پایین ۴ درصد را دارد (جدول ۴) و این کار سبب افزایش میانگین میزان و دوره زنده‌مانی آنها در دمای اتاق می‌شود. محققان مختلف نیز به موضوع تأثیر کاهش رطوبت بذر گونه‌های افرا بر حفظ زنده‌مانی آن توجه نشان داده‌اند. چنانکه در بذره‌های سیاه کرکو (*A. monspessulanum* *sub. turcomanicum*) سطح بحرانی و گشندنه به ترتیب در رطوبت‌های داخلی ۲۰ و ۵ درصد رخ داد و معلوم شد که رفتار ذخیره‌ای بذر این گونه بینابینی^۱ است و نگهداری آن در درازمدت ممکن نیست [۱۲]. همچنین امکان نگهداری موفق بذر افرای تراتوتتری (*A. trautvetteri* Medv.) با رطوبت ۱۰ درصد در یخچال تأیید شد، اما بذره‌های با رطوبت داخلی ۳ درصد آثاری از زنده‌مانی را نشان ندادند [۱۴]. در تحقیق حاضر، بذر افرای هیرکانی نگهداری‌شده در محیط‌های یخچال و فریزر، حساسیتی به کاهش رطوبت ۴ درصد نشان نداد (جدول ۴)؛ از این رو، تفاوت ماهیتی با گونه‌های یادشده (*A. monspessulanum sub. turcomanicum*) و (*A. trautvetteri*) نشان می‌دهد و مقاوم به خشکی واقعی به نظر می‌رسد.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل بر مبنای طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار بیست‌وپنج‌تایی انجام گرفت. داده‌های حاصل از زنده‌مانی با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۹) تجزیه آماری شدند. ابتدا شرط نرمال بودن داده‌ها به‌کمک آزمون شاپیرو-ویلک و همگنی واریانس داده‌ها با آزمون لون بررسی شد. تجزیه واریانس با آزمون GLM (General Linear Model) و مقایسه میانگین‌ها با آزمون Tukey-HSD ($p < 0.05$) انجام گرفت.

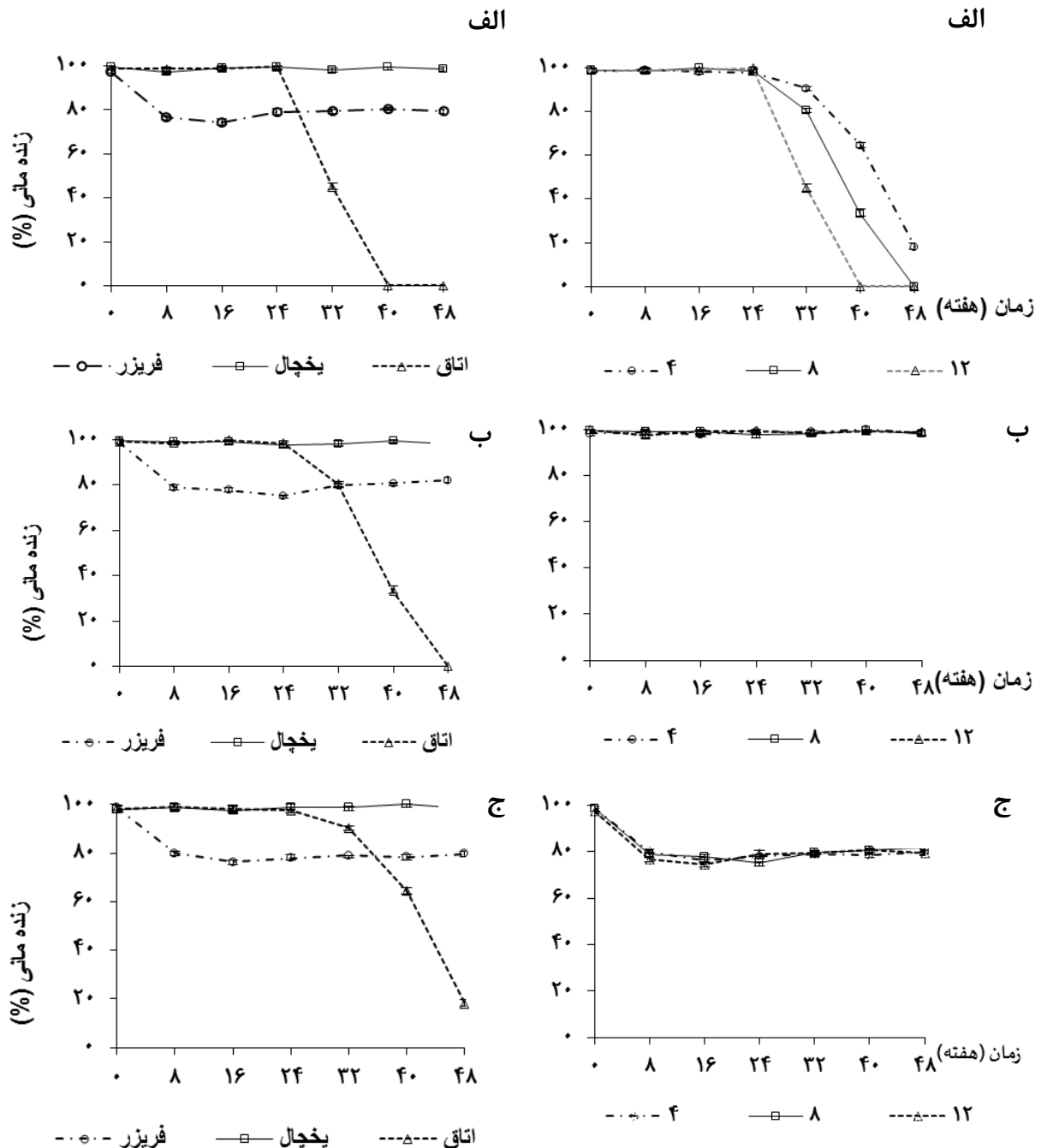
نتایج و بحث

نتایج آشکار کرد که دمای شرایط نگهداری، رطوبت بذر و اثر متقابل آنها تأثیر معنی‌داری بر زنده‌مانی بذر افرای هیرکانی دارد (جدول ۳). نگهداری در دمای اتاق (25°C) تا هفته بیست‌وچهارم آثاری کاهش کیفیت بذر در سطوح مختلف رطوبت (۱۲-۴ درصد) نشان نداد، اما از این زمان تا هفته چهل‌وهشتم، افت شدید زنده‌مانی در هر سه سطح رطوبتی (۱۲، ۸ و ۴ درصد) مشاهده شد، به‌طوری که در پایان دوره، بذره‌های با رطوبت ۱۲ و ۸ درصد کاملاً از بین رفتند و بذره‌های با رطوبت ۴ درصد فقط به میزان ۱۸ درصد زنده ماندند (شکل ۱ الف). نگهداری بذر در یخچال (4°C) سبب حفظ کیفیت بذر به بهترین شکل شد؛ به این ترتیب که در طی دوره نگهداری با سطوح رطوبت ۱۲-۴ درصد، کاهش محسوسی در زنده‌مانی بذر طی ۴۸ هفته مشاهده نشد (شکل ۱ ب). نگهداری بذر در فریزر (-20°C) نیز به‌رغم حفظ زنده‌مانی به نسبت زیاد (حدود ۸۰ درصد)، کاهش نزدیک به ۲۰ درصد نسبت به شرایط یخچال در همه سطوح رطوبتی (۴ تا ۱۲ درصد) نشان داد (شکل ۱-ج).

اصولاً، خشک کردن اولیه با هدف کاهش رطوبت بذر و حفظ این شرایط به‌شکل ثابت، روشی ایده‌آل برای ذخیره‌سازی بذر بسیاری از گونه‌های درختی در بلندمدت است [۱۹]. کاهش رطوبت بذر، راهکار جایگزین و ارزان

جدول ۳. آنالیز واریانس زنده‌مانی بذر افرای هیرکانی در شرایط مختلف دما و رطوبت در طی نگهداری ۴۸ هفته

منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F value	P value
دمای نگهداری	۴۳۱۲۵	۲	۹۷	۷۳۶۹/۴۰	<۰/۰۰۱
رطوبت بذر	۱۹۵	۲	۲۱۵۶۲	۳۳/۲۷	<۰/۰۰۱
دمای نگهداری × رطوبت بذر	۴۶۷	۴	۱۱۷	۳۹/۸۷	<۰/۰۰۱



شکل ۲. مقایسه درصد زنده‌مانی بذر افرای هیرکانی در دماهای مختلف نگهداری با سطوح یکسان رطوبت بذر (الف) ۱۲ درصد، (ب) ۸ درصد، (ج) ۴ درصد

شکل ۱. مقایسه درصد زنده‌مانی بذر افرای هیرکانی با سطوح مختلف رطوبت تحت دمای یکسان محیط نگهداری (الف) اتاق، (ب) یخچال، (ج) فریزر

جدول ۴. مقایسه میانگین زنده‌مانی بذر افرای هیرکانی تحت تأثیر دما و رطوبت پس از ۴۸ هفته نگهداری

دمای محیط نگهداری				رطوبت بذر (درصد)		
-۲۰ °C		۲-۴ °C		۲۵ °C		
۷۹/۳ ± ۰/۸	Ba	۹۸/۶ ± ۰/۶	Aa	۰۰/۰ ± ۰/۰	Cb	۱۲
۸۲/۰ ± ۱/۱	Ba	۹۸/۰ ± ۱/۰	Aa	۰۰/۰ ± ۰/۰	Cb	۸
۷۹/۶ ± ۱/۲	Ba	۹۸/۳ ± ۰/۳	Aa	۱۸/۱ ± ۰/۰	Ca	۴

حروف بزرگ (در ردیف) برای مقایسه اثر دما در رطوبت یکسان، و حروف کوچک (در ستون) برای مقایسه اثر رطوبت در دمای یکسان

تیمار رطوبتی تا ۱۸ ماه نگهداری از کمترین افت زنده‌مانی برخوردار بودند [۱۰]. در تحقیق ما در محیط نگهداری اتاق، بذر *A. hrycanum* با رطوبت‌های داخلی ۱۲ و ۴ درصد به ترتیب در ماه‌های ۱۰ و ۱۲ کاملاً زنده‌مانی خود را از دست دادند و با رطوبت ۴ درصد در پایان ۱۲ ماه در حدود ۱۸ درصد زنده‌مانی داشتند. این در حالی است که در محیط یخچال (با هر سه رطوبت آزمایش شده) بذرها تا پایان ۱۲ ماه زنده‌مانی خود را همواره با بیش از ۸۰ درصد حفظ کردند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج کلی این تحقیق نشان داد که نگهداری بذر افرای هیرکانی با محتوای رطوبتی ۱۲-۴ درصد در دمای اتاق، با حفظ کیفیت آن در بیشترین حد و با صرف کمترین هزینه از زمان جمع‌آوری، فقط به مدت حدود ۶ ماه امکان‌پذیر است، درحالی که در یخچال و فریزر، نگهداری به نسبت موفق بذرها (با رطوبت‌های داخلی ۴، ۸ و ۱۲ درصد) تا نزدیک یک سال ممکن است. بنابراین، چنانچه نگهداری بذر این گونه، برای مصرف در سال‌های آتی و نیز حفظ ذخیره ژنتیکی مدنظر باشد بهترین گزینه‌ها، نگهداری در دمای یخچال (سردخانه) و فریزر است، زیرا در این شرایط حتی بدون کاهش رطوبت اولیه، کیفیت بذر در بیشترین حد حفظ خواهد شد. بدیهی است با استمرار نگهداری بذر این گونه در محیط‌های یخچال و فریزر، قابلیت ذخیره‌سازی آن برای دوره‌های طولانی‌تر آشکار خواهد شد.

تحقیقات بسیار کمی درباره اهمیت مقدار رطوبت بذر و تأثیرش بر حفظ زنده‌مانی آن در شرایط دمای اتاق انجام گرفته است. بررسی درباره امکان ذخیره‌سازی بذر افرای هیمالیایی (*A. caesium*) در دمای اتاق (۲۵ °C) نشان داد که با کاهش رطوبت بذر از ۲۰/۷ درصد به ۷/۷ و ۵/۹ درصد، طول دوره زنده‌مانی بذرها به ترتیب از ۵۴۵ روز به ۱۰۹۳ و ۱۰۰۲ روز افزایش یافت. به عبارت دیگر معلوم شد که در مدت ذخیره‌سازی خشک، کاهش رطوبت بذر، تأثیر چشمگیری بر افزایش طول دوره زنده‌مانی بذر داشته است [۱۳].

دیگر پژوهشگران تحقیقات مشابهی را درباره حفظ زنده‌مانی بذر گونه‌های مختلف جنس افرا در محیط‌های گرم و سرد انجام داده‌اند. بذر افرای کیکم (*A. monspessulanum*) با موفقیت در دمای فراسرد (۰ °C) (۱۸۵) نگهداری شد [۱۱]. نگهداری بذرهای افرای هیمالیایی (*A. caesium*) در دماهای ۲۵، ۱۵، ۵ و -۵ درجه سانتی‌گراد اثر چشمگیری بر حفظ کیفیت آن داشت، به طوری که با کاهش دمای محیط نگهداری، طول دوره نگهداری بذر از ۱۹۹ روز در دمای ۲۵ °C به ۱۲۵۶ روز در دمای ۰ °C-۵ افزایش یافت. همچنین، بیشینه زنده‌مانی بذر در دماهای ۵ °C و ۰ °C-۵ درجه سانتی‌گراد به ترتیب با ۳۷ و ۳۹ درصد ثبت شد [۱۳]. نگهداری بذر کاملاً رسیده افرای کرب (*A. campestre*) نشان داد که بذرهای این گونه با رطوبت ۱۲ درصد به مدت یک فصل، و با رطوبت ۶ درصد به مدت دو فصل در شرایط انبار نگهداری شدند، درحالی که در شرایط سردخانه در هر دو

References

- [1]. Eberhart, S.A., Ross, E.E., and Towill, L.E. (1991). Strategies for long-term management of germplasm collections. In Genetics and conservation of rare plants, (eds. Falk, D.A., and Holsinger, K.E.), pp.135–145. Centre for Plant Conservation, Oxford University Press, New York.
- [2]. Phartyal, S. S., Thapliyal, R. C., Nayal, J. S., and Joshi, G. (2003a). Seed storage physiology of Himalayan elm (*Ulmus wallichiana*): an endangered tree species of tropical highlands. *Seed science and technology*, 31(3): 651-658.
- [3]. Bewley, J.D., Bradford, K., Hilhorst, H., and Nonogaki, H. (2013). *Seeds: Physiology of development, germination and dormancy*. Springer Science and Business Media. NewYork, USA.
- [4]. Stoehr, M. U., and El-Kassaby, Y.A. (2011). Challenges facing the forest industry in relation to seed dormancy and seed quality. In: Allison R. Kermode (ed.), *Seed dormancy: methods and protocols, methods in molecular biology*, Humana Press.
- [5]. Dickie, J.B., May, K., Morris, S.V.A., and Titley, S. (1991). The effects of desiccation on seed survival in *Acer platanoides* L. and *Acer pseudoplatanus* L.. *Seed Science Research*, 1(3): 149-162.
- [6]. Hong, T.D., and Ellis, R.H. (1990). A comparison of maturation drying, germination, and desiccation tolerance between developing seeds of *Acer pseudoplatanus* L. and *Acer platanoides* L. *New Phytologist*, 116(4): 589-596.
- [7]. Shiranpour, B., Tabari, M., and Hosseini, S.M., (2012). Effects of desiccation and temperature on storage of wild cherry (*Prunus avium*) seed. *Iranian Journal of Forest*, 4(1): 45-53.
- [8]. Shiranpour, B., Tabari, M., Hosseini, S.M., and Naseri, B., (2013). Investigation on effects of temperature, light and storage treatments on germination of three provenances of *Ulmus glabra*. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 20(4): 691-698.
- [9]. Hong, T.D., Linington, S., and Ellis, R.H. (1996). *Seed storage behavior: A compendium*. Handbooks for gene banks: No. 4. International plant Genetic Resources institute, Rome, Italy.
- [10]. Mahmoudi, J. (2014). An approach on seed storage possibility of field maple seed (*Acer campestre*). *Iranian Journal of Forest*, 6(3): 279-286.
- [11]. Hatami, F., Jebelli, M., Naderi-Shahab, M., Tabari, M., and Jafari, A.A. (2010). Cryopreservation of *Acer monspessulanum* seeds. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 18(1): 12-23.
- [12]. Salavati, Gh., Payame-Noor, V., Kavousi, M.R., and Ali-Arab, A.R. (2013). Storage behaviour and desiccation tolerance of *Acer monspessulanum* ssp. *turcomanicum* seeds. *Forest and wood products (Iranian Journal of Natural Resources)*, 66(3): 293-304.
- [13]. Phartyal, S.S., Thapliyal, R.C., Nayal, J.S., and Joshi, G. (2003b). Storage of Himalayan maple (*Acer caesium*) seed: A threatened tree species of the Central Himalayas. *Seed science and technology*, 31(1): 149-159.
- [14]. Yilmaz, M. (2006). Depth of dormancy and desiccation tolerance in *Acer trautvetteri* Medv. *Seeds. Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31(3): 201-205.
- [15]. Van Gelderen, D.M., De Jong, P.C., and Oterdoom, H.J. (1994). *Maples of the world*. Timber press, Inc. Portland. Oregon. USA.
- [16]. Sabeti, H. (1976). *Forests, trees and shrubs of Iran*. Ministry of Agriculture and Natural Resources of Iran, Tehran, Iran.
- [17]. Hanson, J. (1985). Procedures for handling seeds in genebanks. (IBPGR) International Board for Plant Genetic Resources. Practical manuales for genebanks
- [18]. International Rules for Seed Testing (ISTA). (1985). *Seed Science and Technology*, 13(2): 300-513.
- [19]. Holmes, G.D., and Buszewicz, G. (1958). The storage of seed of temperate forest tree species. *Commonwealth Agricultural Bureaux*.
- [20]. Ellis, R.H., and Hong, T.D. (2006). Temperature sensitivity of the low moisture- content limit to negative seed longevity-moisture content relationships in hermetic storage. *Annals of Botany*, 97(5): 785-791.

Effect of seed moisture content and storage temperature on viability of Balkan maple (*Acer hyrcanum* Fisch & Meyer) seed

B. Naseri; Ph.D. Student in Forestry, Tarbiat Modares University, Nour, I.R. Iran

M. Tabari Kouchaksaraei*; Prof., Department of Forestry, Tarbiat Modares University, Nour, I.R. Iran

M. Abedi; Assist. Prof., Department of Range Management, Tarbiat Modares University, Nour, I.R. Iran

Sh., Phartyal; Assoc. Prof., Department of Forestry & NR HNB Garhwal (Central) University, India

(Received: 04 February 2016, Accepted: 26 February 2017)

ABSTRACT

This experiment was conducted to survey the effect of desiccation and storage temperature on Balkan maple (*Acer hyrcanum* Fisch & Meyer) seed viability. The seeds were hermetically stored at three moisture content levels (12%, 8% and 4%) and stored in three storage temperatures including -20 °C (freezer), 4 °C (refrigerator) and 25 °C (room) up to 48 weeks in order to record the loss variability in viability. Results showed that the effects of seed moisture contents, storage temperatures and their interactions on seed viability was significant. Seeds were viable (98%) at refrigerator until week 48. Viability at freezer reduced to 80% on week 8 and was constant till week 48. At room temperature, viability sharply decreased from week 24, so that on week 48 all of the seeds (12% and 8% moisture content) were found dead, but the seeds with 4% moisture content had weak viable (18%). This research revealed that Balkan maple seed with 4-12% moisture content can be successfully stored up to 6 months at room temperature and up to a year at refrigerator and freezer. Continuing the experiment in refrigerator and freezer will reveal the storage capability of this seed for longer periods.

Keywords: Balkan maple, Seed moisture content, Storage, Temperature, Viability.

* Corresponding Author, Email: mtabari@modares.ac.ir, Tel: +989112246250