Archive of SID

جنگل و فرآورده‌های چوب، مجلهٔ منابع طبیعی ایران
دورهٔ ۷۱، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۷
ص ۱-۱۲

DOI: 10.22059/jfwp.2018.140437.696

اثر چینه‌سرمایی بر صفات جوانه‌زنی بذر سه اکوتیپ فندق جنگلی (*Corylus avellana* L.)

یونس رستمی‌کیا[۱]، مسعود طبری کوچکسرایی[۲*]، احمد اصغرزاده[۳]، احمد رحمانی[۴]

۱. دانش‌آموختهٔ دکتری جنگلداری دانشگاه تربیت مدرس
۲. استاد دانشکدهٔ منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس
۳. استادیار پژوهشی مؤسسهٔ تحقیقات خاک و آب کشور
۴. دانشیار پژوهشی مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۲/۱۹، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۷/۲۳

چکیده

جوانه‌زنی بذر فندق به‌دلیل پوستهٔ سخت و دورهٔ خواب با مشکلاتی روبه‌روست. تحقیق حاضر با هدف فائق آمدن بر این مشکلات برای بهبود صفات جوانه‌زنی انجام گرفت. به این منظور، بذرهای رسیدهٔ سه اکوتیپ فندق شامل مناطق مَکِش (جنگل آق‌اولَر در تالش)، فندقلو (جنگل فندقلوی اردبیل) و مکیدی (جنگل ارسباران) در اوایل پاییز جمع‌آوری شد. سپس بذورِ باپوسته و بدون پوسته پس از لایه‌گذاری در ماسهٔ مرطوب در یخچال (دمای ۱ ± ۵ درجهٔ سانتی‌گراد) به مدت ۹۰ و ۱۲۰ روز نگهداری شد. نمونه‌هایی نیز بدون لایه‌گذاری (شاهد، یا بدون تیمار) منظور شد. سپس بذرها به اتاق (۲۲-۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد) منتقل شدند و جوانه‌زنی‌شان روزانه یادداشت شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. بیشترین میزان جوانه‌زنی (۵۱/۶۶ درصد)، سرعت جوانه‌زنی (۲/۸۶ عدد در روز)، یکنواختی جوانه‌زنی (۴/۲۸ عدد در روز) و قدرت جوانه‌زنی بذر (۴۵/۳۳ درصد)، طول ریشه‌چه (۱۱/۵۵ سانتی‌متر)، طول ساقه‌چه (۱۰/۳۵ سانتی‌متر) و شاخص بنیه (۱۱۲/۸۴) به بذرهای بدون‌پوستهٔ اکوتیپ مکش با چهار ماه چینه‌سرمایی تعلق داشت. بذرهای باپوستهٔ هر سه اکوتیپ با دورهٔ چینه‌سرمایی به‌ویژه ۱۲۰ روز، از درصد جوانه‌زنی (حدود ۴۰ درصد) و شاخص بنیهٔ بذر (حدود ۷۰) قابل قبولی برخوردار بودند. به‌طور کلی، در هر سه اکوتیپ فندق، بذرهای بدون‌پوسته نسبت به بذرهای باپوسته قابلیت بهتری برای جوانه‌زنی دارند. با وجود این، در صورت استفاده از بذرهای باپوسته برای تکثیر در نهالستان یا کاشت مستقیم بذر در عرصه‌های مخروبهٔ جنگلی، بهتر است بذرها دورهٔ سرمادهی (تا حد امکان ۱۲۰ روز) را طی کنند.

واژگان کلیدی: اکوتیپ، چینه سرمایی، خواب بذر، صفات جوانه‌زنی، فندق.

مقدمه

فندق جنگلی[۱] متعلق به خانوادهٔ *Corylacesae* و جنس *Corylus* است که در سرتاسر اروپا (از جمله انگلستان، جنوب اسپانیا، ایتالیا و یونان)، مراکش، الجزایر، ترکیه، ایران و منطقهٔ قفقاز پراکنش دارد [۱]. این گونه در ایران در منطقهٔ کلیبر روستای مکیدی [۲]، تودهٔ جنگلی تنباکولو در بخش هوراند اهر، توده‌های پراکنده در مشکین‌شهر (قینرجه و پاشابیگلو)، جنگل فندقلوی اردبیل، گردنهٔ حیران، آستارا (روستای چملر)، تودهٔ جنگلی مکش در آق‌اولَر تالش، به‌صورت تک‌درخت در جنگل خیرودکنار و شصت‌کلاته گرگان پراکنش دارد [۳]. فندق به‌عنوان گونهٔ پرستار در

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

1. Corylus avellana

www.SID.ir

Archive of SID

استقرار و حفاظت نهال‌های جنگلی نقش مهمی ایفا می‌کند. درختچه‌ای بودن، تعداد فراوان جَست و کوتاهی ارتفاع، قابلیت استقرار این گونه را در مرزهای فوقانی جنگل فراهم می‌سازد [۴، ۵]. تجزیهٔ سریعِ برگ‌های آن سبب اصلاح خواص فیزیکی و حاصلخیزی خاک می‌شود [۱]. میوهٔ فندق به‌سبب داشتن ترکیبات مخصوص مانند چربی (اغلب اولئیک اسید) هیدروکربن، فیبر، انواع ویتامین (به‌ویژه ویتامین E)، مواد معدنی و آنتی‌اکسیدان‌ها، نقش بسیار مهمی در تغذیه و سلامت انسان دارد [۶].

خواب بذر فرایندی است که بذر تحت فاکتورهای محیطی که برای جوانه‌زنی آن مساعد است، قادر به جوانه‌زنی نیست. نوع، مدت و زمان خواب بذر، به خصوصیات فیزیکی، مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی بذر بستگی دارد که می‌تواند هم بر جوانه‌زنی بذر و هم رشد آیندهٔ نهال تأثیرگذار باشد [۷]. لایه‌گذاری[1]، روش استاندارد و مؤثری در دمای ۰ تا ۱۰ درجهٔ سانتی‌گراد برای غلبهٔ خواب فیزیولوژیکی بذر است و نقش مهمی در بیان ژنِ سنتزکنندهٔ جیبرلین در فرایند جوانه‌زنی و شکستن خوابِ بذر دارد [۸]. بذر فندق جزء بذرهای عمرکوتاه[2] است [۹] که به‌دلیل پوشش سخت و رکود درونی در زمانی طولانی جوانه‌دار می‌شود و نرخ جوانه‌زنی آن اندک، نامنظم و غیریکنواخت است؛ ۶-۲ ماه سرمادهی اولیه برای جوانه‌زنی آن مؤثر تشخیص داده شده است [۱۰]. بذرهای رسیدهٔ فندق، به‌منظور شکست خواب به دمای پایین که موجب سنتز جیبرلین می‌شود، نیاز دارند [۱۱]. مطالعات چندی در زمینهٔ شکست خواب بذر گونه‌های مختلف جنس فندق انجام گرفته است. لی‌یو و همکاران (۲۰۰۸) با مطالعهٔ مدت چینه‌سرمایی (۰، ۱و ۲ ماه) روی بذر بدون پوستهٔ *Corylus hetrophylla* نشان دادند که چینه‌سرمایی مرطوب در ۵ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت دو ماه بیشترین تأثیر را در جوانه‌زنی آن دارد [۱۲]. نتایج بررسی آیکون و همکاران (۲۰۰۹) در خصوص دوره‌های چینه‌سرمایی (۱۰۰،۱۱۰و۱۲۰روز) برای شکست خواب بذر فندق ترکیه[3] نشان داد که لایه‌گذاری سرد (دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد) با پیتِ مرطوب به مدت ۱۲۰ روز سبب افزایش بهبود جوانه‌زنی (۶۴ درصد) بذرهای باپوسته شد [۱۳]. در حقیقت، لایه‌های مختلفِ بذر نقش مهمی در خواب بذر گونه‌های چوبی دارد [۱۴].

اگرچه مرور منابع نشان داده است که حذف پوسته روی صفات جوانه‌زنی بذر گونه‌های فندق تأثیر مثبت دارد [۱۲، ۱۳]، در خصوص مقایسهٔ صفات جوانه‌زنی در شرایط لایه-گذاری سرد مرطوب روی بذرهای با و بدون‌پوستهٔ اکوتیپ‌های *Corylus avellana* تاکنون گزارشی در داخل و خارج کشور منتشر نشده است. همچنین، با توجه به اهمیت اکولوژیکی و اقتصادی جنگل‌های فندق در کشور، لزوم تولید نهال‌های بذری این گونه به‌منظور احیا و توسعهٔ رویشگاه‌های آن اهمیت ویژه‌ای دارد. البته، ممکن است استنباط شود که برای احیای عرصه‌های مخروبهٔ کوهستانی مناطق شمالی کشور استفاده از پاچوش یا ریشه‌جوش فندق به‌جای نهال آن اقدامی مناسب باشد، لیکن تاکنون گزارش علمی در این مورد مشاهده نشده است. شایان ذکر است که طی مشاهدات و تجارب کارشناسی، با توجه به شرایط سخت و شکنندهٔ اقلیمی منطقهٔ کوهستانی فندقلو اردبیل، استقرار ریشه‌جوش فندق در این منطقه در سال‌های اخیر با مشکل مواجه بوده است، زیرا ریشه‌جوش ابتدا باید به نهال کامل تبدیل شود و سپس استقرار یابد. این درحالی است که ریشه‌جوش، پیش از تبدیل شدن به نهال کامل در همان اوایل دورهٔ رویش دچار مرگ‌ومیر می‌شود. البته برای استقرار کامل، ممکن است به اعمال مراقبت‌های خاص و متفاوت با عملیات مراقبتیِ متداولِ نهال‌کاری‌های مناطق کوهستانی نیاز باشد که هزینه-های بالای نگهداری را در پی خواهد داشت که در حیطه و

1. Stratification
2. Recalcitrant
3. *Corylus colurna*

www.SID.ir

Archive of SID

توان بخش اجرا نیست. ازاین‌رو، برای این کار مرجح است از نهال‌های تولیدی در نهالستان یا بذرکاری مستقیم آن در نیمهٔ دوم سال استفاده شود.

به‌طور کلی، نظر به اهمیت تکثیر این گونه و وجود خواب در بذر آن، تحقیق حاضر برای تعیین دورهٔ مطلوب چینه‌سرمادهی به‌منظور شکستن خواب و بهبود صفات جوانه‌زنی روی اکوتیپ‌های مختلف بذر این گونه انجام گرفته است. در این تحقیق همچنین معلوم خواهد شد که در هر دوره چینه‌سرمایی، توانایی جوانه‌زنی بذر باپوسته در کدام اکوتیپ از وضعیت مطلوب‌تری برخوردار است.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری بذر

در اوایل مهرماه ۱۳۹۲ میوه‌های فندق از پایه‌های مادری سالم با ویژگی‌های یکسان از نظر قطر (۸ تا ۱۰ سانتی‌متر) و ارتفاع (۳ تا ۴ متر) از سه رویشگاه جنگلی، مَکِش (جنگل آق‌اولَر شهرستان تالش)، فندقلو (جنگل فندقلوی اردبیل) و مکیدی (جنگل ارسباران) جمع‌آوری شد و به آزمایشگاه ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اردبیل انتقال یافت. در هر رویشگاه سعی شد بذرها از چندین پایه در دامنهٔ ارتفاعی مربوط تهیه شوند. مشخصات جغرافیایی رویشگاهی مناطق جمع‌آوری اکوتیپ‌های فندق در جدول ۱ آورده شده است.

به‌منظور تعیین صفات کمی و کیفی بذور و میوه، از هر اکوتیپ ۱۰۰ عدد میوهٔ فندق انتخاب شد. سپس وزن فندقه و مغز فندقه با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۱ گرم و ابعاد فندقه (طول و عرض) به‌وسیلهٔ کولیس با دقت ۰/۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. آنگاه، میوه و بذر در دمای ۱۰۳ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۱۷ ساعت در آون قرار داده شدند و پس از توزین، از رابطهٔ تفاضل وزن تر و خشک، میزان درصد رطوبت میوه‌ها و بذور تعیین شد [۱۸]. به‌منظور اطلاع از درصد زنده‌مانی بذرها، از محلول تترازولیوم ۱ درصد استفاده شد [۱۹]. برای این کار، ۱۰۰ عدد بذر از هر اکوتیپ پس از خیساندن به‌مدت ۲۴ ساعت در آب، برش طولی داده شد و سپس به‌مدت ۲۴ ساعت در محلول تترازولیوم قرار داده شد و با توجه به الگوی رنگ‌پذیری جنین بذر، درصد زنده‌مانی آنها تعیین شد (جدول ۲).

جدول ۱. مشخصات جغرافیایی و رویشگاهی محل‌های جمع‌آوری میوهٔ اکوتیپ‌های مختلف فندق

رویشگاه	ارتفاع از سطح دریا (متر)	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	جهت جغرافیایی	اقلیم
مکش	۱۶۲۰- ۱۵۵۰	۳۷°۴۳´۰۲"	۴۷° ۵۳´۱۰"	جنوبی- جنوب غربی	مرطوب سرد با دو ماه فصل خشک
فندقلو	۱۴۷۰- ۱۴۳۰	۳۸°۱۹´۱۶"	۴۸° ۳۶ ´۲۸"	جنوبی	نیمه‌مرطوب سرد با سه ماه فصل خشک
مکیدی	۱۵۲۰- ۱۴۷۰	۳۸°۵۱´۱۵"	۴۸° ۳۹´۱۷"	جنوب غربی	نیمه‌مرطوب سرد با سه ماه فصل خشک

جدول ۲. خصوصیات کمی و کیفی میوه و بذر فندق در اکوتیپ‌های بررسی‌شده

اکوتیپ	طول فندقه (سانتی‌متر)	عرض فندقه (سانتی‌متر)	وزن فندقه (گرم)	وزن مغز (گرم)	پوکی فندقه (درصد)	رطوبت فندقه (درصد)	رطوبت بذر (درصد)	زنده‌مانی (درصد)
مکش	۱/۸۸ ±۰/۱۱	۱/۴۵ ±۰/۱۲	۲/۴۲ ±۰/۲۹	۰/۶۶ ±۰/۰۹	۸/۱±۰/۹۲	۱۶/۱±۲/۹	۲۸/۱±۴/۹	۹۰/۸±۱۰/۹
فندقلو	۱/۶۱ ±۰/۰۹	۱/۵۵ ±۰/۱۴	۱/۷۷ ±۰/۲۱	۰/۵۷ ±۰/۲۱	۱۷/۶±۲/۳۵	۱۲/۵±۲/۱	۲۳/۳±۳/۳۵	۸۰/۱±۹/۸
مکیدی	۱/۴۸ ±۰/۱۵	۱/۴۲±۰/۲۳	۱/۴۲ ±۰/۴۱	۰/۳۸ ±۰/۱۹	۳۱/۲±۳/۴	۱۱/۳±۲/۲	۲۰/۸±۳/۶	۷۱/۸±۱۲/۶

اشتباه معیار ± میانگین.

www.SID.ir

Archive of SID

- اعمال تیمار چینه‌سرمایی بر بذور باپوسته و بدون‌پوستهٔ چوبی (پریکارپ)[1]

پس از تعیین خصوصیات کمی و کیفی بذرها، به‌منظور تعیین تأثیر چینه‌سرمایی بر جوانه‌زنی بذرها، نمونه‌های بذر برداشت‌شده به دو دستهٔ باپوسته و بدون‌پوسته تقسیم شدند. برای هر دسته ۶۰ عدد بذر همسان و یکنواخت در سه تکرار ۲۰ تایی استفاده شد. ابتدا بذرها به مدت ۲۴ ساعت در آب خیسانده شد، سپس در ماسهٔ مرطوب در دمای ۱± ۵ درجهٔ سانتی‌گراد (یخچال) به مدت ۹۰ و ۱۲۰ روز لایه‌گذاری شد. نمونه‌هایی نیز بدون لایه‌گذاری (شاهد، یا بدون تیمار) منظور شد. ظروف کشت به‌طور مرتب بازدید و در صورت کاهش رطوبت بستر، به اندازهٔ لازم آب مقطر (دیونیزه) به آن اسپری شد. پس از اتمامِ دورهٔ چینه‌سرمایی، برای بررسی جوانه‌زنی، ظروف کشت از یخچال خارج و به‌همراه بذرهای شاهد (بدون تیمار) به اتاق معمولی (دمای ۲۲-۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد) منتقل شد. یادداشت‌برداری بذرهای جوانه‌زده روزانه در ساعت معین (۹ صبح) انجام گرفت. بذرهایی که جوانه - زدند و از بستر کاشت بیرون آمدند، به‌عنوان بذر جوانه‌زده محسوب شدند [۱۹]. در حقیقت، جوانه‌زنی بذرها از روز نهم شروع شد و تا روز سی‌ام ادامه داشت. در شکل ۱، تصاویری از فندق و برخی مراحل عملیاتی جوانه‌زنی بذر آن نشان داده شده است.

برای محاسبهٔ درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی (تعداد در روز) و یکنواختی جوانه‌زنی بذر (تعداد در روز) از برنامهٔ Germin استفاده شد [۲۰]. در این برنامه، ابتدا منحنی جوانه- زنی تجمعی هر تکرار در مقابل زمان (برحسب روز) رسم و سپس با استفاده از روش درون‌یابی خطی، مدت زمان از کاشت تا زمانی‌که ۱۰ و ۹۰ درصدِ حداکثر جوانه‌زنی حادث شد، درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی محاسبه شد. این زمان‌ها به‌صورت D_{10} و D_{90} نمایش داده شدند. یکنواختی جوانه‌زنی از طریق تفاضل زمان رسیدن از ۱۰ درصدِ حداکثر جوانه‌زنی به ۹۰ درصدِ حداکثر جوانه‌زنی ($D_{90}-D_{10}$) محاسبه شد. شایان ذکر است که هرچه مقدار عددیِ یکنواختی کمتر باشد، یکنواختی جوانه‌زنی بیشتر است. سرعت جوانه‌زنی ($1/D_{50}$) از طریق محاسبهٔ عکسِ زمان رسیدن به ۵۰ درصدِ جوانه‌زنی تعیین شد. براساس روابط ۱ و ۲، قدرت جوانه‌زنی (GE)[2] و شاخص بنیهٔ بذر (SVI)[3] محاسبه شد.

قدرت جوانه‌زنی= ماکزیمم درصد تجمعی بذرهای جوانه‌زده/ تعداد بذرهای کاشته‌شده (۱)

برای اندازه‌گیری ریشه‌چه و ساقه‌چه از هر تکرار سه گیاهچه به‌طور تصادفی انتخاب و با استفاده از خط‌کش با دقت ۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شد [۲۱].

شاخص بنیهٔ بذر= درصد جوانه‌زنی × میانگین (طول ساقه‌چه + طول ریشه‌چه)/ ۱۰۰ (۲)

این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار برای هر تیمار و ۲۰ عدد بذر برای هر تکرار انجام گرفت. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 صورت گرفت. نرمال بودن داده‌ها با آزمون نرمالیتهٔ شاپیرو- ویلک[4] و همگنی واریانس داده‌ها از طریق آزمون لون[5] تعیین شد. برای تعیین معنی‌دار بودن اثر تیمارهای مختلف با صفات جوانه‌زنی از آزمون تجزیهٔ واریانس در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD)[6] در سطح آماری ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

اکوتیپ، مدت چینه‌سرمایی، تأثیر توأم اکوتیپ × مدت چینه‌سرمایی، تأثیر مدت چینه‌سرمایی × پوستهٔ میوه، تأثیر توأم اکوتیپ × مدت چینه‌سرمایی × پوستهٔ میوه روی همهٔ صفات جوانه‌زنی معنی‌دار بوده است (جدول ۳).

1. Pericarp

2. Germination Energy
3. Seed Vigor Index
4. Shapiro – Wilk
5. Levene
6. Least Significant Difference

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۱. تصاویری از فندق و برخی مراحل عملیاتی جوانه‌زنی بذر آن

جدول ۳. تجزیهٔ واریانس تأثیر چینه‌سرمایی بر صفات جوانه‌زنی بذور باپوستهٔ چوبی و بدون‌پوستهٔ چوبی اکوتیپ‌های فندق

منبع تغییرات	درجهٔ آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	یکنواختی جوانه‌زنی	قدرت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	شاخص بنیهٔ بذر
اکوتیپ	۲	۷/۲۲*	۶/۰۷*	۱۷/۴۱*	۵/۳۹*	۱۶/۶۲*	۵/۲۳*	۴/۶۳*
مدت چینه‌سرمایی	۲	۶/۲۷**	۶۱/۷۵**	۶۲/۱۲**	۲۳۸/۹۸**	۱۲۹/۴۸*	۹۳/۴۸*	۸۸/۶۲**
پوستهٔ میوه	۱	۷/۵۱**	۱۰/۹۸ **	۰/۴۹ ns	۱/۱۱ ns	۵/۶۳**	۵۸/۰۴*	۴۵/۷۶*
اکوتیپ × مدت چینه‌سرمایی	۴	۹/۴۳*	۶/۲۸**	۱۶/۰۶*	۱۲/۲۹**	۴/۰۱**	۱۰/۹۵*	۲/۷۸*
اکوتیپ × پوستهٔ میوه	۲	۵/۹۳*	۱/۲۰ ns	۱/۵۷ ns	۸/۲۰*	۴/۴۱*	۶/۷۳*	۴/۸۱*
سرما× پوسته	۲	۲/۸۰*	۱۰/۹۸*	۲/۲۹*	۵/۷۸**	۶/۳۰**	۸/۸۱*	۱۱/۰۴*
اکوتیپ× سرما× پوسته	۴	۱۳/۶۲**	۵/۸۷*	۹/۳۲*	۸/۹۸*	۱۱/۱۱**	۷/۵۵**	۸/۵۲**
ضریب تغییرات		۸/۲۷	۱۰/۷۶	۷/۷۳	۱۰/۰۴	۱۰/۳۲	۱۲/۴۵	۱۱/۸۹

در تحقیق حاضر، در بذرهای بدون‌پوسته که چینه‌سرمایی نشده بودند، جوانه‌زنی بسیار ضعیف و همواره کمتر از ۸ درصد بود (شکل ۲). این درحالی است که در بذرهای با پوستهٔ چینه‌سرمایی‌نشده، هیچ جوانه‌زنی رخ نداد. البته، در تحقیقات پیشین گزارش شده است که بذرهای جنس فندق به‌دلیل پریکارپ سخت، در شرایط بدون چینه‌سرمایی ممکن است در مدت زمان طولانی، خیلی اندک و نامنظم جوانه بزنند [۲۳]. در یافته‌های ما، چینه‌سرمایی، سبب افزایش شایان توجه درصد جوانه‌زنی بذرها در هر سه اکوتیپ در حضور و نبود پوسته شد (شکل ۲). این مسئله بیانگر خواب فیزیولوژیکی در بذر است که بخش چشمگیر رکود بذر را در این گونه کنترل می‌کند.

بیشترین درصد جوانه‌زنی (۵۱/۶۶ درصد) در چینه-سرمایی ۱۲۰ روزه به میوه‌های بدون‌پوستهٔ اکوتیپ مکش و پس از آن به اکوتیپ فندقلو (۵۰ درصد) تعلق داشت (شکل ۲). نتایج تحقیق تودورویک (۲۰۰۰) با اعمال

www.SID.ir

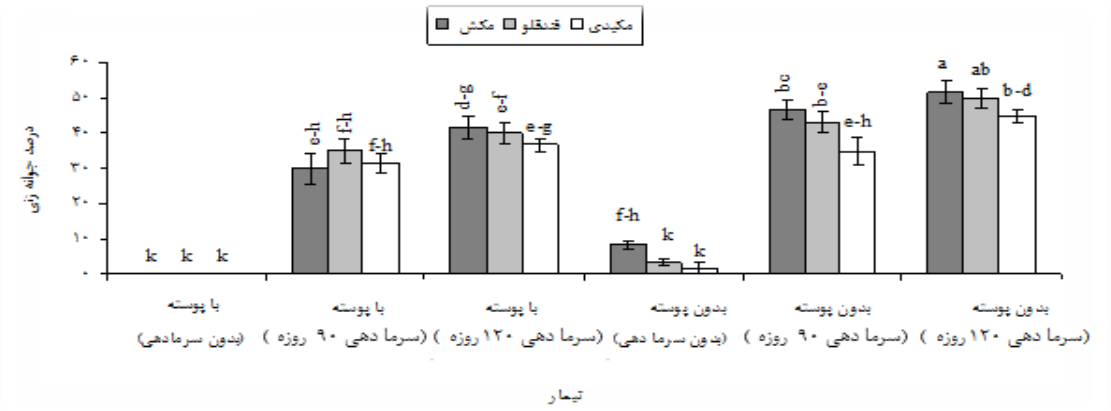
Archive of SID

چینه‌سرمایی به مدت ۱۳۵روز (و طول دورهٔ جوانه‌زنی ۵۲ روز) روی ژنوتیپ‌های بذر *Corylus colurna* نیز نشان از درصد زیادی (۵۸ درصد) از جوانه‌زنی دارد [۲۲]. برعکس، در نتایج تحقیق آیگون و همکاران (۲۰۰۸) روی همین گونه پس از اعمال چینه‌سرمایی ۱۲۰ روزه، مقدار جوانه‌زنی ناچیز (۱۴/۲ درصد) بود [۱۳].

به‌طور کلی، چینه‌سرمایی احتمالاً با تأثیر بر نفوذپذیری غشاهای سلولی، موجب تغییر در جابه‌جایی یون‌ها (به‌ویژه کلسیم) و در نتیجه پیام‌رسانی به سلول برای تحریک ساخت جیبرلین می‌شود [۱۱]. همچنین، سرما سبب کاهش محتوای آبسیزیک اسید[1] با افزایش محتوای جیبرلیک اسید می‌شود یا هر دو تغییر، هم‌زمان انجام می‌گیرد و با ایجاد تعادلی در دو هورمون، مدت خواب بذر کاهش می‌یابد. احتمالاً عامل سرما علاوه بر تحریک سنتز جیبرلین درون‌زا، محرک‌های دیگری را فعال می‌کند که موجب افزایش درصد جوانه‌زنی می‌شود [۱۷].

در تحقیق حاضر، دورهٔ جوانه‌زنی ۳۰ روز طول کشید و میوهٔ بدون‌پوستهٔ اکوتیپ مکش با دورهٔ سرمایی ۱۲۰ روز دارای روند جوانه‌زنی سریع‌تری در مقایسه با سایر تیمارها بود (شکل‌های ۲ تا ۴). میوه‌های با پوستهٔ اکوتیپ‌هایی که چینه‌سرمایی نشده بودند، از روزهای ۲۶ به بعد و در کمتر از ۳ روز جوانه زدند. در سایر تیمارها بذرها از روز نهم به بعد جوانه‌زنی‌شان آغاز شد و اغلب تا هفتهٔ آخر ادامه داشت (شکل‌های ۳ تا ۵).

یافته‌های این تحقیق نشان داد که فراوانی تجمعی جوانه‌زنی در بذرهایی که بدون‌پوسته لایه‌گذاری شدند، بیش از بذرهایی بود که باپوسته لایه‌گذاری شدند. دلیل این مسئله احتمالاً ناشی از مواد بازدارندهٔ جوانه‌زنی (اسید آبسیزیک) در پوستهٔ بذر باشد [۱۶]. به‌عبارت دیگر، با حذف پوسته، رطوبت بیشتری جذب بذر شده و تعادل هورمونی به نفع جوانه‌زنی بذر تسریع می‌شود. از طرفی، این مسئله، نشان‌دهندهٔ وجود خواب پوسته (خواب فیزیکی) اندک در بذرهای فندق است که سهم ناچیزی از رکود بذر را کنترل می‌کند [۱۴]. در همین زمینه می‌توان گفت در تحقیق حاضر، بهبود سرعت، قدرت و یکنواختی جوانه‌زنی و شاخص بنیهٔ بذر در بذرهای بدون پوستهٔ لایه‌گذاری‌شده، ممکن است ناشی از کاهش مقدار هورمون اسید آبسیزیک و تأثیر آن بر رفع خواب بذر بوده باشد [۱۳].

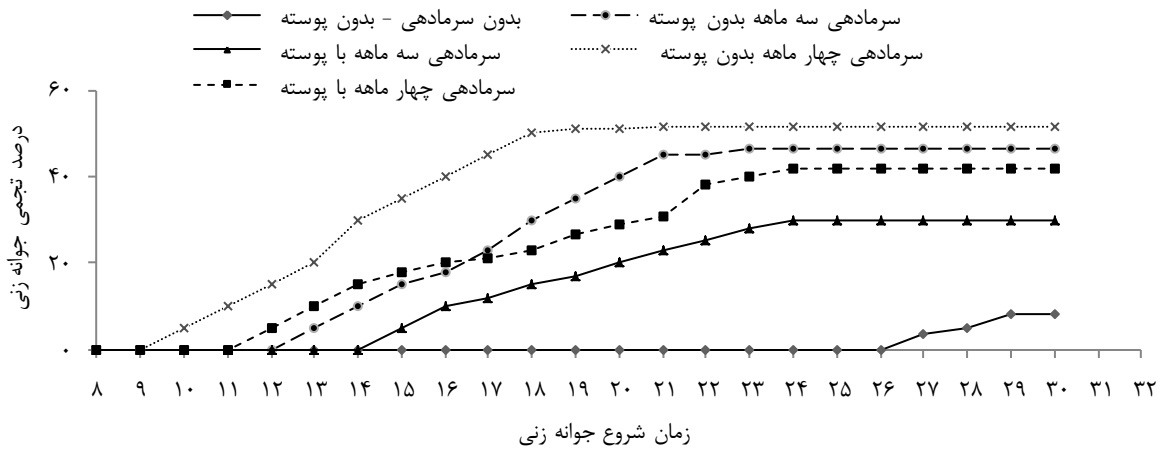


شکل ۲. نمودار مقایسهٔ میانگین اثر متقابل اکوتیپ در سرما در پوسته/ بدون‌پوسته بر درصد جوانه‌زنی بذرهای فندق
حروف متفاوت در ستون‌ها نشان‌دهندهٔ اختلاف معنی‌دار در سطح خطای ۵ درصد است.

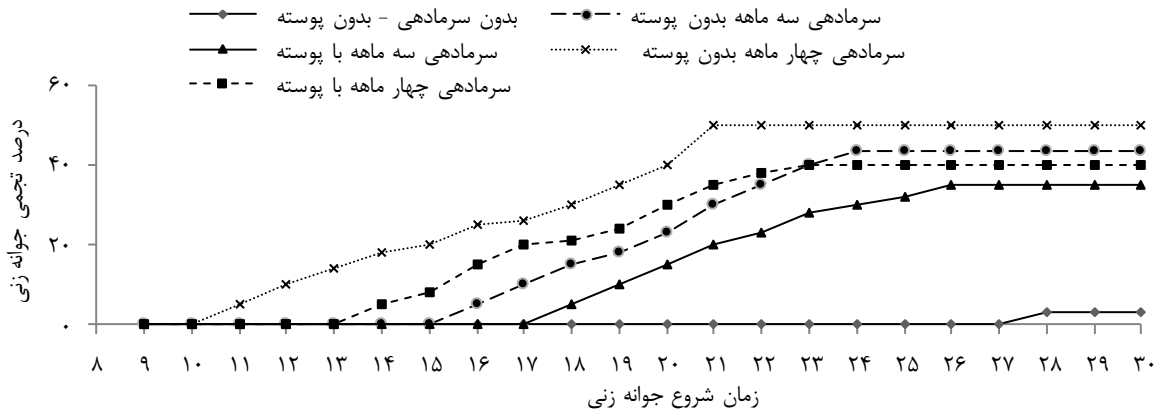
1. Abcisic Acid

www.SID.ir

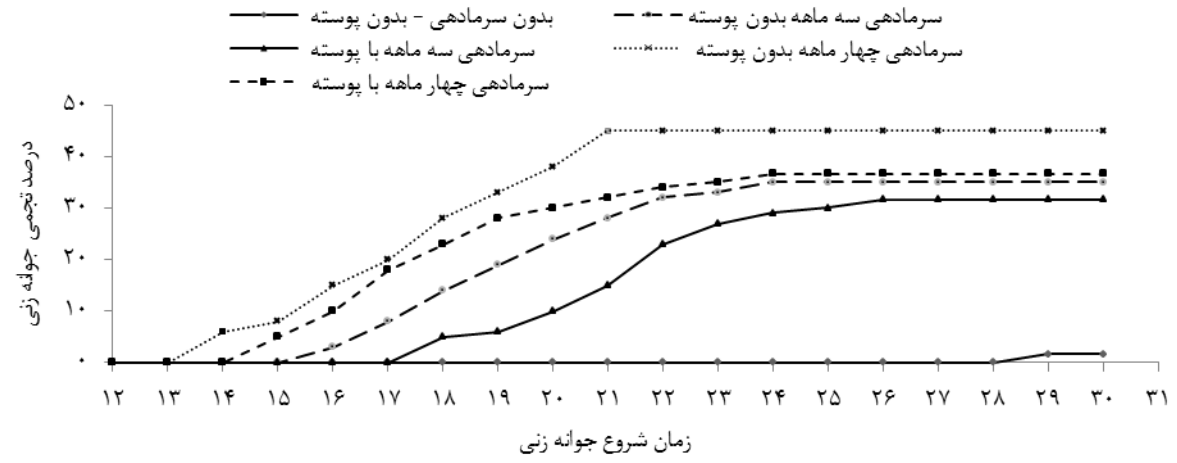
Archive of SID



شکل ۳. روند درصد تجمعی جوانه‌زنی بذرهای اکوتیپ مکش تحت تأثیر تیمارهای سرمایی و پوستهٔ فندق



شکل ۴. روند درصد تجمعی جوانه‌زنی بذرهای اکوتیپ فندقلو تحت تأثیر تیمارهای سرمایی و پوستهٔ فندق

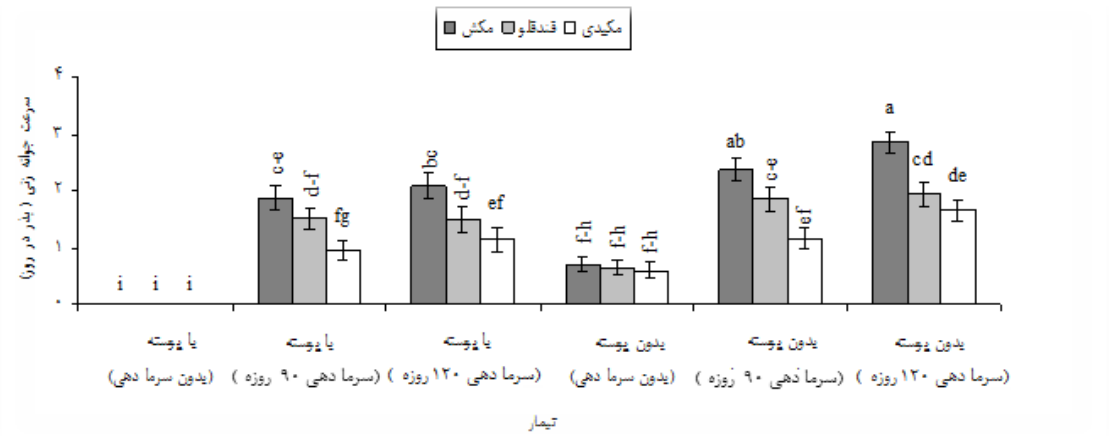


شکل ۵. روند درصد تجمعی جوانه‌زنی بذرهای اکوتیپ مکیدی تحت تأثیر تیمارهای سرمایی و پوستهٔ فندق

www.SID.ir

Archive of SID

با افزایش دورهٔ سرمادهی، هم در حالت باپوسته و هم بدون‌پوسته، سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی جوانه‌زنی، قدرت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، و شاخص بنیهٔ بذر افزایش یافت. این درحالی است که این مشخصه‌ها در بذور بدون‌پوسته دارای اندازهٔ بزرگ‌تری نسبت به تیمار بذور باپوسته بوده و اغلب در اکوتیپ مکش دارای بیشترین مقدار بودند (شکل‌های ۶ تا ۷ و جدول ۴). این مسئله نشان‌دهندهٔ وجود خواب فیزیولوژیکی در بذر است که بخش چشمگیر رکود بذر را در این گونه کنترل می‌کند [۲۳].



شکل ۶. نمودار مقایسهٔ میانگین اثر متقابل اکوتیپ در سرما در پوسته/ بدون‌پوسته بر سرعت جوانه‌زنی در روز. حروف متفاوت در ستون‌ها نشان‌دهندهٔ اختلاف معنی‌دار در سطح خطای ۵ درصد است.

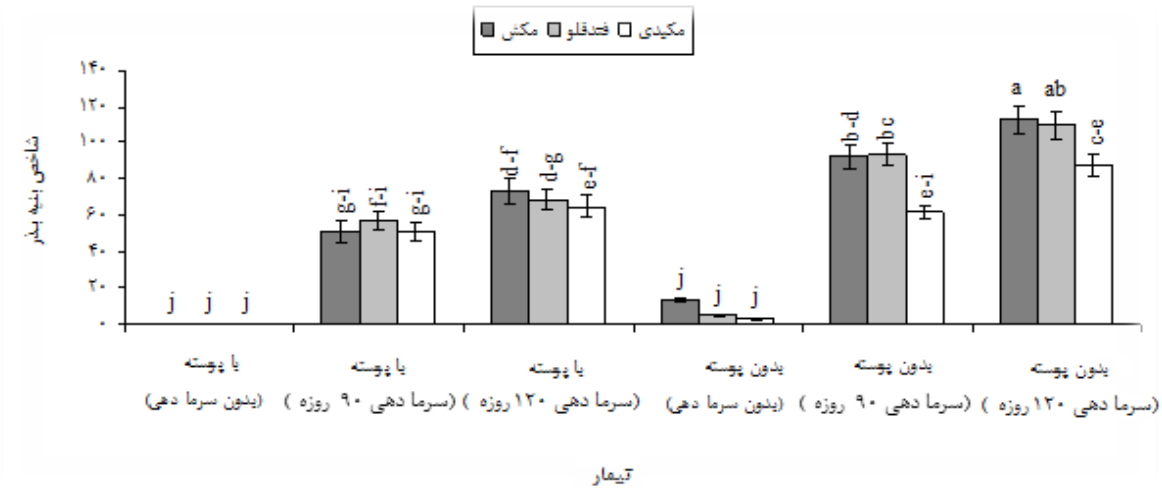
جدول ۴. مقایسهٔ میانگین اثرات متقابل تأثیر چینه‌سرمایی بر صفات جوانه‌زنی بذور باپوستهٔ چوبی و بدون‌پوسته اکوتیپ‌های فندق

اکوتیپ	تیمار: سرما	تیمار: پوسته	یکنواختی جوانه‌زنی (تعداد در روز)	قدرت جوانه‌زنی (درصد)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)
مکش	بدون سرما	بدون پوسته	۹/۳۳ ±۰/۸۳ ab	۶/۶۶ ±۱/۱۴ g-i	۷/۵۸ ±۰/۶۰ gh	۸/۶۰ ±۰/۵۹ c-f
	بدون سرما	باپوسته	۰/۰۰ ±۰/۰۰ l	۰/۰۰ ±۰۰۰ k	۰/۰۰ ±۰/۰۰ j	۰۰/۰ ±۰/۰۰ j
	سه‌ماهه	بدون پوسته	۵/۱۵ ±۰/۳۰ g-i	۳۸/۳۳ ±۳/۲۹ b-e	۱۰/۳۰ ±۱/۲۰ bc	۹/۵۰ ±۰/۲۹ a-d
	سه‌ماهه	باپوسته	۵/۶۰ ±۰/۸۱ e-h	۳۳ ±۲/۵۸ d-g	۸/۳۵ ±۰/۵۱ e-g	۸/۶۹ ±۰/۶۱ c-e
	چهارماهه	بدون پوسته	۴/۲۸ ±۰/۲۱ h-k	۴۵/۳۳ ±۰/۴۹ a	۱۱/۵۵ ±۰/۸۹ a	۱۰/۳۵ ±۰/۹۰ ab
	چهارماهه	باپوسته	۵/۷۸ ±۰/۳۳ e-g	۴۱/۴۴ ±۴/۲۲ a-c	۸/۶۴ ±۰/۵۵ c-f	۸/۹۳ ±۰/۱۹ b-f
فندقلو	بدون سرما	بدون پوسته	۹/۵۳ ±۰/۹۳ ab	۳/۳۳ ±۰/۴۳ g-j	۷/۰۶ ±۰/۵۶ g-i	۶/۳۶ ±۰/۱۱ g-i
	بدون سرما	باپوسته	۰/۰۰ ±۰/۰۰ l	۰/۰۰ ±۰/۰۰ k	۰/۰۰ ±۰/۰۰ j	۰۰/۰ ±۰/ ۰۰ j
	سه‌ماهه	بدون پوسته	۵/۱۱ ±۰/۳۱ g-j	۴۱/۶۶ ±۳/۲۲ a-c	۱۱/۳۵ ±۰/۹۰ ab	۱۰/۱۵ ±۰/۱۹ a-c
	سه‌ماهه	باپوسته	۵/۷۶ ±۰/۶۴ e-g	۳۸/۸۹ ±۲/۴۹ b-d	۸/۵۶ ±۰/۶۱ d-g	۷/۸۰ ±۰/۲۰ e-h
	چهارماهه	بدون پوسته	۴/۴۱ ±۰/۱۳ h-i	۴۲/۸۸ ±۵/۲۱ ab	۱۱/۴۰ ±۰/۱۰ ab	۱۰/۴۰ ±۹۱۰ a
	چهارماهه	باپوسته	۵/۵۵ ±۰/۴۴ f-h	۳۸/۳۳ ±۲/۸۷ b-e	۸/۸۰ ±۰/۸۸ c-e	۸/۴۰ ±۰/۸۲ e-g
مکیدی	بدون سرما	بدون پوسته	۱۰/۲۶ ±۱/۲ a	۱/۶۷ ±۰/۰۹ k	۶/۰۸ ±۰/۳۴ hi	۶/۷۰ ±۰/۰۹ gh
	بدون سرما	باپوسته	۰/۰۰ ±۰/۰۰ l	۰/۰۰ ±۰/۰۰ k	۰/۰۰ ±۰/۰۰ j	۰۰/۰ ±۰/۰۰ f
	سه‌ماهه	بدون پوسته	۷/۴۱ ±۰/۷۱ c-f	۲۸/۳۳ ±۳/۵۰ e-h	۹ ±۰/۸۵ cd	۸/۵۵ ±۰/۵۶ c-f
	سه‌ماهه	باپوسته	۸/۵۴ ±۱/۰۲ b-d	۲۵/۴۴ ±۱/۴۳ f-h	۸/۱۶ ±۱/۰۱ fg	۷/۶۶ ±۰/۵۸ f-h
	چهارماهه	بدون پوسته	۶/۶۸ ±۰/۴۰ d-f	۳۵ ±۳/۳۱ d-f	۱۰/۱۰ ±۱/۱۱ b-d	۹/۳۵ ±۱/۰۹ b-d
	چهارماهه	باپوسته	۷/۶۵ ±۰/۸۳ c-e	۳۰/۴۳ ±۱/۴۸ e-g	۸/۶۴ ±۰/۶۵ c-f	۸/۴۹ ±۰/۰۷ d-g

حروف مختلف مبین معنی‌دار بودن میانگین‌ها در سطح احتمال ۰/۰۵ است. خطای معیار ± میانگین.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷. نمودار مقایسهٔ میانگین اثر متقابل اکوتیپ در سرما در پوسته/ بدون‌پوسته بر شاخص بنیهٔ بذر. حروف متفاوت در ستون‌ها نشان‌دهندهٔ اختلاف معنی‌دار در سطح خطای ۵ درصد است.

در تحقیق پیش رو، با افزایش طول دورهٔ سرمادهی (از ۹۰ به ۱۲۰ روز) درصد جوانه‌زنی همهٔ تیمارها و در تمامی اکوتیپ‌ها افزایش یافت (شکل ۲). مطالعات گوناگون در مورد تیمار سرمادهی بر درصد جوانه‌زنی بذرهای جنس فندق نشان‌دهندهٔ رابطهٔ مستقیم بین طول سرمادهی و افزایش درصد جوانه‌زنی است. آیگون[1] و همکاران (۲۰۰۹) نتایج مشابهی را مبنی بر افزایش درصد جوانه‌زنی بذر فندق ترکیه (*C. colurna*) گزارش کرده‌اند که حاکی از این است که تیمار سرمادهی ۱۲۰ روزه درصد جوانه‌زنی را در مقایسه با دوره‌های کمتر (۱۰۰ و ۱۱۰ روزه) افزایش داد [۱۳]. لی‌یو[2] و همکاران (۲۰۰۸) نیز نشان دادند که درصد جوانه‌زنی بذر *Corylus hetrophylla* در چینه‌سرمایی ۶۰ روزه بیشتر از ۳۰ روزه بود [۱۲].

به‌طور کلی سرعت، قدرت جوانه‌زنی و شاخص بنیهٔ بذر، از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر استقرار گیاه محسوب می‌شوند و بهترین شاخص و آزمون برای ارزیابی قدرت بذر هستند [۱۵]. در تحقیق پیش رو، ارزیابی صفات جوانه‌زنی بذر فندق نشان داد که اکوتیپ‌ها از نظر اغلب صفات و به‌ویژه شاخص بنیهٔ بذر با هم اختلاف داشتند (جدول ۳). بیشترین شاخص بنیهٔ بذر به اکوتیپ مکش در چینه‌سرمایی ۱۲۰ روزه و کمترین مقدار آن به اکوتیپ مکیدی تعلق داشت (شکل ۷)، که نشان‌دهندهٔ پایین بودن درصد جوانه‌زنی بذر و میزان رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه در بذرهای اکوتیپ مکیدی نسبت به بذرهای اکوتیپ‌های فندقلو و مکش است. در این خصوص، علت را می‌توان همچنین به کوچک‌تر بودن اندازهٔ بذر، کمتر بودن رطوبت اولیهٔ بذر یا ویژگی‌های شرایط رویشگاهی و وضعیت تغذیه‌ای پایه‌های مادری در اکوتیپ مکیدی نسبت داد.

بذر اکوتیپ‌های مختلف در تحقیق حاضر از نظر کلیهٔ صفات جوانه‌زنی با هم متفاوت بود، به‌طوری‌که بیشترین و کمترین صفات مورد مطالعه به‌ترتیب به اکوتیپ مکش و مکیدی اختصاص داشت (شکل‌های ۲، ۶ و ۷ و جدول ۴). در این مورد، می‌توان گفت که واکنش متفاوت اکوتیپ‌ها در ارتباط مستقیم با کیفیت درختان مادری و شرایط رویشگاهی آنها نیز است [۲۴]. همچنین، بررسی کمی و کیفی بذرها پیش از اعمال تیمارهای چینه‌سرمایی نشان داد که بذرهای اکوتیپ مکیدی از نظر درصد پوکی، وزن میوه و مغز و درصد قوهٔ نامیه در مقایسه با دو اکوتیپ دیگر در سطح پایین‌تری قرار دارند (جدول ۲). این علت را می‌توان به

1. Aygun
2. Liu

www.SID.ir

Archive of SID

شرایط رویشگاهی، قدرت تغذیهٔ درختان مادری در طی مراحل گل‌دهی [۲۴، ۲۵] و تشکیل و تکوین میوه مرتبط دانست [۲۶]. در این خصوص، باسکین[1] و باسکین (۲۰۰۸) اظهار کردند هرچه شرایط رویشگاه در زمان گل‌دهی، پرشدن دانه، رسیدن و تکامل میوه از لحاظ تنش‌های محیطی (کم آبی) حادتر باشد، درصد پوکی میوه‌ها و کاهش قوهٔ نامیهٔ بیشتر خواهد بود [۷].

نتیجه‌گیری کلی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد بذر فندق علاوه بر خواب فیزیکی (اندک) دارای خواب فیزیولوژیک است. از بین تیمارهای سرمایی اعمال‌شده، بیشترین صفات جوانی‌زنی در سرمادهی چهارماهه مشاهده شد. بیشترین درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و شاخص بنیهٔ بذر به بذر چهار ماه چینه‌سرمایی‌شده اکوتیپ مکش اختصاص داشت. ازاین‌رو، می‌توان انتظار داشت این اکوتیپ به‌دلیل بزرگ‌تر بودنِ درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و رشد بیشتر ریشه‌چه و ساقه‌چه، استقرار بهتر گیاهچه را در پی داشته باشد. در مجموع، اگرچه صفات جوانه‌زنی در بذور بدون پوسته بیشتر بود، حذف پوسته می‌تواند به‌صورت محدود و در سطحِ آزمایشگاه عملی باشد. در مقیاس وسیع و برای تولید انبوهِ نهال فندق در نهالستان یا کاشت مستقیم بذر در عرصه، بهتر است از بذرِ باپوستهٔ چینه‌سرمایی‌شده استفاده شود.

References

[1]. Bombeli, J., Zuccherelli. G., Zuccherelli. S., and Capaccio, V. (2002). An investigation of vegetation types and Plantation Structural with Hazelnut, Oak, and Beach in Caldra, Italy. The Malaysian Forester. 66(1): 58-69.

[2]. Yazdain, F., and Marvi Mohajer. M.R. (2001). A study of oak forests in Arasbaran region. Iranian Journal of Natural Resources, 54(2): 153-165.

[3]. Shaqaqi Afzali, V., and Delfan Abazari, B. (1996). Hazel, the valuable and unknown species of Iranian Forests. Forest and Rangeland, 48: 48-51.

[4]. Sabeti, H. (1994). Forests, trees and shrubs of Iran. University of Yazd Press. Yazd, Iran, 810 pp.

[5]. Clark, J.R, Hemery, G.E., and Savill, P.S. (2008). Early growth and form of common walnut (*Juglans regia* L.) in mixture with tree and shrub nurse species in southern England. Forestry, 81(5): 631-644.

[6]. Delgado, T., Malheiro, R., Pereira, J.A., and Ramalhosa, E. (2010). Hazelnut (*Corylus avellana* L.) kernels as a source of antioxidants and their potential in relation to other nuts. Industrial Crops and Products, 32(3): 621-626.

[7]. Baskin, C.C., and Baskin, J.M. (2008). Advances in understanding seed dormancy at the whole-seed level: An ecological, biogeographical and phylogenetic perspective. Acta Botanica Yunnanica, 30(3): 279-294.

[8]. Leadem, C.L. (1997). Dormancy-Unlocking seed secrets. In: Landis, T.D., Thompson, J.R. (Tech. Coords.), National Proceedings, Forest and Conservation Nursery Associations. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-419. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Portland, OR, pp. 43-52.

[9]. Chin, H.F., HOR, Y.L., and Mohd, L.M.B. (1984). Identification of recalcitrant seeds. Seed Science and Technology, 12: 429-436.

[10]. Khoshkhoe, M. (2010). Plants propagation, Principles and Methods. Shiraz University Press. Shiraz, Iran.562 pp

[11]. Bewley, J.D., and Black, M. (1994). Seeds: Physiology of Development and germination. Second edition, plenum Press, New York.

[12]. Liu, L.Q., Haiyan, S., and Hanke, J. (2008). Effect of stratification and hastening germination on seedling emergence and height of *Corylus heterophylla* Fisch. Journal of Shanxi Agricultural Sciences, 8(1): 207-213.

1. Baskin

www.SID.ir

Archive of SID

[13]. Aygun, A., Erdogan, V., and Bozkurt, E. (2009). Effect of some pre-treatments on seed germination of Turkish Hazel (*Corylus colurna* L.). In VII International Congress on Hazelnut, 845: 203-206.

[14]. Basbag, M., Toncer, O., and Basbag, S. (2009). Effects of different temperatures and duration on germination of Capparis (*Capparis ovata*) seeds. Journal of Environmental Biology, 30(4): 621-624.

[15]. Shun-Ying, C., Chien, C.T., Chung, J.D., Yang, Y.S., and Kuo, S.R. (2007). Dormancy-break and germination in seeds of *Prunus campanulata* (Rosaceae): role of covering layers and changes in concentration of abscisic acid and gibberellins. Seed Science Research, 17(1): 21-32.

[16]. Gusano, M.G., Gomez, P.M., and Dicenta, F. (2004). Breaking seed dormancy in almond (*Prunus dulcis*). Scientia Horticulturae, 99(3): 363-370.

[17]. Vahdati, K., Aslani Aslamarz, A., Rahemi, M., Hassani, D., and Leslie, C. (2012). Mechanism of seed dormancy and its relationship to bud dormancy in Persian walnut. Environmental and Experimental Botany, 75: 74-82.

[18]. Normah, M.N., Reed, B.N., and Xiaoling, Y. (1994). Seed storage and cryoexposure behavior in hazelnut (*Corylus avellana* L. cv. Barcelona). Cryo-letters, 15: 315-322.

[19]. International Seed Testing Association (ISTA). (2008). International rules for seed testing. Seed Science and Technology, 13: 300-520.

[20]. Soltani, A., Galeshi, S., Zeinali, E., and Latif, N. (2002). Germination, seed reserve Utilization and growth of chickpea as affected by salinity and seed size. Seed Science and Technology, 30(1): 51-60.

[21]. Panwar, P., and Bhardwaj, S.D. (2005). Handbook of practical forestry, Agrobios (INDIA), 191p.

[22]. Todorovic, J.N. (2000). Postharvest physiology of Turkish filbert (*Corylus colurna* L.) Seeds. Nucis Newsletter, 9: 27-31.

[23]. Bradbeer, J.W. (1988). Seed dormancy and germination. Chapman and Hall, New York, USA.

[24]. Schrader, J.A., and Graves, W.R. (2000). Seed germination and seedling growth of *Alnus maritima* from its three disjunct populations. Journal of the American society for Horticultural science, 125(1): 128-134.

[25]. Yosef-zadeh, H., Tabari, M., Jalali, G.h., and Espahbodi, K. (2007). Effect of Seed Source on Germination, Growth and Survival of Caucasian maple (*Acer velutinum* Boiss.) in Mountain nursery of Sangdeh (Northern Iran). Journal of the Iranian Natural Res, 60(2): 963-970.

[26]. Aliarab, A.R., Tabari, M., Espahbodi, K., Hedayati, M.A., and Jalali, G.h. (2010). Effects of acorn size and seed source elevation on Chestnut-leavedoak (*Quercus castaneifolia* C. A. Mey.) germination, seed vigor and seedlings characteristics. Journal of Forest and Wood Products (JFWP), Iranian Journal of Natural Resources, 62(4): 381-396.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of cold stratification on seed germination traits in three ecotypes of hazelnut (*Corylus avellana* L.)

Y. Rostamikia; Ph.D. Student in Forestry, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, I.R. Iran.

M. Tabari Kouchaksaraei*; Prof., Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, I.R. Iran.

A. Asgharzadeh; Assist. Prof., Soil and Water Research Institute, Tehran, I.R. Iran.

A. Rahmani; Asso. Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, I.R. Iran.

(Received: 09 May 2015, Accepted: 14 October 2016)

ABSTRACT

Germination of hazelnut seed faces with problems due to hard pericarp and dormancy period. The present study aimed to overcome these problems and improve the germination traits. For this purpose, hazelnut riped seeds were collected from three areas in Makesh in Aqh-Evlar, Fandoglou, and Makidi in Arasbaran, northwestern Iran. The seeds with pericarp and without pericarp were cold stratified in moist sand and kept in the refrigerator (5 ±1 °C) for 3 and 4 months and then grown in room conditions (20-22 °C) in order to record the seed germination daily. The experiment was done based on factorial in a completely randomized design with three replicates of 20 seeds. The highest germination (51.66 %), germination speed (2.86 per day), germination evenness (4.28 per day), germination energy (45.33%), root length (11.55 cm), shoot length (10.35 cm) and seed vigor index (112.84) belonged to without pericarp seeds of Makesh exposed to four months cold stratification. The seeds with pericarp of the three ecotypes, stratified particularly at four months, indicated the satisfactory germination percentage (≈ 40%) and seed vigor index (≈ 70). Although, germination of seeds without pericarp had better ability, however, in case of using the seeds with pericarp for the propagation of hazelnut in the nursery or for seed direct sowing in the deforested areas, the seeds of cold stratified (if possible four months) are recommended.

Keywords: Ecotype, Cold stratification, Seed dormancy, Germination traits**,** *Corylus avellana*.

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

www.SID.ir