مجلهٔ جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران
سال سیزدهم، شمارهٔ ۱، بهار ۱۴۰۰
ص ۲۹-۱۵
مقاله پژوهشی

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22034/ijf.2021.223377.1698
شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.24234435.1400.13.1.2.1

تنوع ریختی برگ و صفات جوانه‌زنی بذر تیس (*Sorbus aucuparia* L.) در جنگل هیرکانی

شهلا رئیسی[۱]، حامد یوسف‌زاده[۲]*، غلامعلی جلالی[۳] و امید اسماعیل‌زاده[۴]

[۱] دانشجوی دکتری گروه جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس
[۲] دانشیار گرایش تنوع زیستی، گروه محیط زیست، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس
[۳] دانشیار بازنشسته گروه جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس
[۴] استادیار گروه جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۲۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۶/۳۱)

چکیده

تیس درختی است با پراکنش بسیار محدود و در مرز بالای درختی جنگل‌های شمال کشور پراکنش دارد. در این تحقیق، هفت رویشگاه تیس از شرق به غرب جنگل هیرکانی شناسایی و رفتار جوانه‌زنی بذر و تنوع در صفات ریختی برگ ارزیابی شد. آنالیز چندمتغیره نشان داد که جمعیت‌های تحت بررسی از نظر صفات ریختی تحت مطالعه از یکدیگر متمایز نشده‌اند و تنها برخی از پایه‌های رویشگاه اندبیل به‌دلیل داشتن تفاوت معنی‌دار در قاعدهٔ برگ، از درختان دیگر متمایز شدند. نتایج درصد جوانه‌زنی نشان داد که در تیمار سرد و تیمار ترکیبی سرد و گرم، جوانه‌زنی بعد از حدود ۷۰ هفته، به حدود ۱۰۰ درصد رسید. سرعت جوانه‌زنی در تیمار سرد، در هفتهٔ ۵۵ به اوج خود رسید و حدود ۹۰ درصد بذور در این تیمار در هفتهٔ ۵۵ جوانه زدند. در تیمار ترکیبی گرم و سرد، قبل از هفتهٔ ۵۰، سرعت جوانه‌زنی به حداکثر خود و با درصد جوانه‌زنی تجمعی به حدود ۴۰ درصد رسید، ولی از این هفته تا هفتهٔ ۵۵ سرعت جوانه‌زنی مجدد کند شد و از هفته ۵۵ تا هفته ۶۰ نقطه دوم اوج خود را با درصد جوانه‌زنی حدود ۸۰ درصد تجربه کرد. نتایج تحقیق نشان داد که برگ درخت تیس در شمال ایران از تنوع ریختی زیادی برخوردار نیست و بذر تیس نیز از نظر قوهٔ نامیه و زایایی مشکلی ندارد و خواب طولانی بذر (نیاز به دو زمستان‌گذرانی) سبب شده است که نهالستان‌های کوهستانی با ناآگاهی از این موضوع در تولید نهال از بذر آن ناموفق باشند.

واژه‌های کلیدی: تنوع ژنتیکی، تولید نهال، جنگل هیرکانی، حفاظت.

مقدمه

تیس (*Sorbus aucuparia* L.) درختی بلند و باریک به ارتفاع ۱۵ تا ۲۰ متر با تاجی کوتاه و پوستی نرم و مایل به خاکستری از جنس بارانک و خانوادهٔ گل‌سرخ (Rosaceae) است (Hedlund, 1948; Richard, 1975). این درخت در اروپا دامنهٔ توپوگرافی وسیعی از رویشگاه‌های پایین‌دست تا صخره‌ها و شیب‌های سنگی و کوهستانی دارد و همراه با گونه‌های درختی و درختچه‌ای افرای شبه‌چناری (*Acer seudoplatanus* L.)، توس (*Betula pubescens* Ehrh.)، فندق (*Corylus avellana* L.) و ملج (*Ulmus glabra* Hudson) دیده می‌شود

* نویسندهٔ مسئول شمارهٔ تماس: ۰۹۱۱۴۴۲۰۳۹۷ ایمیل: h.yousefzadeh@modares.ac.ir

(Richard, 1975). این درخت همچنین در برنامه‌های احیا و به‌ویژه توسعهٔ فضای سبز شهری در اروپا کاربرد فراوان دارد (Emmer et al., 1998). با وجود پژوهش‌های گسترده روی تیس در اروپا، اطلاعات چندانی از حضور این گونه در شمال کشور در جنگل هیرکانی، وضعیت رویشگاهی و مناطق پراکنش آن وجود ندارد. حضور این گونه در ارتفاعات جنگل‌های شمال کشور گزارش شده است. صفات ریختی از قدیمی‌ترین ابزارهای طبقه‌بندی و بررسی تنوع ژنتیکی گونه‌هاست که خصوصیات برگ و میوه به‌طور گسترده در این نوع بررسی‌ها استفاده می‌شود (Aas et al., 1994). ریخت‌شناسی برگ و میوه از صفات کارامد در تفکیک گونه‌ها و هیبریدها از یکدیگر در گونه‌های جنس بارانک محسوب می‌شود (Challice & Kovanda 1978a; Challice & Kovanda 1978b; Hedlund, 1948; Hedlund, 1900; Hull & Smart, 1984; Sabeti, 1993). Aldasoro et al. (1998) در مطالعهٔ صفات ریخت‌شناسی برگ و میوه برای تفکیک گونه‌های جنس بارانک در انگلستان، صفات طول دمبرگ، زاویهٔ رگبرگ‌ها، طول نوک برگ، شکل جوانه، شکل بذر، ساختمان میوه و مقدار نشاسته را مهم‌ترین صفات ریختی در تفکیک گونه‌های جنس بارانک معرفی کردند. Kovanda (1961) با بررسی تنوع موجود در جمعیت‌های *S. latifolia* گزارش کرد که تنوع بسیار زیادی از نظر ریخت‌شناسی برگ در جمعیت‌ها و پایه‌های این گونه وجود دارد. تنوع یادشده بیشتر از جنبه تعداد و شکل حاشیهٔ برگ بود. Hatt (1993) در سوئیس موفق شد با توجه به حاشیهٔ برگ گونهٔ دیو آلبالو (*Sorbus aria*)، تنوع موجود بین جمعیت‌ها و پایه‌ها را از طریق آنالیزهای آماری مشخص کند. Bednorz & Byzia (2005) تغییرات ریخت‌شناسی گونه تیس را در پنج جمعیت با ویژگی‌های متفاوت بررسی کردند. نتایج این تحقیق تفاوت‌های آماری معنی‌داری را بین جمعیت‌های انتخابی نشان داد. آنها همچنین بیان کردند که اندازهٔ برگ در این گونه بسته به دسترسی به نور تغییر می‌یابد. تیس گونه‌ای نورپسند است که به خاک‌های حاصلخیز نیاز ندارد؛ بنابراین شرایط مناسب‌تری برای استقرار در فضاهای باز و خاک‌های اسیدی در حاشیهٔ جنگل دارد. Poljak et al. (2015) تنوع ریخت‌شناسی جمعیت‌های درخت *S. domestica* را در دو منطقهٔ قاره‌ای و مدیترانه‌ای کرواسی بررسی کردند؛ تحقیق آنان نشان داد که در مقایسه با برگچه‌های جانبی، برگچه‌های انتهایی برای بیشتر متغیرهای تحت بررسی، تغییرات بیشتری را نشان دادند. همچنین تفاوت بین درختان درون جمعیت‌ها و تفاوت بین جمعیت‌ها، برای همهٔ ویژگی‌های تحت بررسی تأیید شد.

یکی دیگر از اهداف این تحقیق، بررسی جوانه‌زنی بذر تیس و شکست خواب آن برای اهداف تولید نهال است؛ چراکه در اروپا نهالکاری گونهٔ تیس به دلیل سازگاری زیاد آن به شرایط نامساعد محیطی در قالب کمربند سبز، پرچین و احیای مناطق مخروبه رواج دارد (Emmer et al., 1998). تیس همچنین در جنگل‌های مخلوط بوره‌آل که بادهای شدید بارها موجب شکستن درختان می‌شوند، رشد می‌کند و برای کنترل فرسایش خاک مناسب است؛ اما یکی از مهم‌ترین مشکلات در زمینهٔ تولید نهال تیس، جوانه‌زنی سخت بذر آن است، به‌نحوی که بیشتر بذرها به‌شکل نهفته درمی‌آیند و در سال اول کاشت جوانه نمی‌زنند (Espahbodi et al., 2007). بررسی در خصوص جوانه‌زنی بذر تیس نشان از آن دارد که بذر تازهٔ تیس به‌دلیل خواب عمیق، به‌طور کلی تا زمانی که دامنهٔ وسیعی از شرایط برای بذر آماده نشود جوانه نمی‌زند (Barclay& Crawford, 1984; Devillez, 1979; Vashistha et al., 2013).

پژوهش‌های متعددی برای شکست خواب بذر گونه‌های مختلف جنس بارانک انجام پذیرفته است (Sayedena et al., 2018; Tang et al., 2019; Sayedena et al., 2019; Yang et al., 2018;

(Sharif et al., 2016). Arrillaga et al. (1992) در غلظت ۱۱/۵ µM جیبرلین به‌مدت ۷۲ ساعت فقط ۸ درصد جوانه‌زنی را برای گونهٔ *S. domestica* گزارش کردند. Flemion (1931) و Harris & Stein (1974) اثر تیمارهای خراش‌دهی، شیمیایی یا مکانیکی را بر کاهش زمان چینه سرمایی لازم، برای شکستن خواب بذر بارانک (*S. torminalis*) ناموفق گزارش کردند. Afroze & O'Reilly (2013) گزارش کردند که بذر تیس برای داشتن بیشترین درصد جوانه‌زنی به شش هفته تیمار گرما و به دنبال آن ۲۰ تا ۲۶ هفته تیمار سرما نیاز دارد. همچنین در بررسی دیگری اثر زمان برداشت، خشک کردن، انبار کردن کوتاه‌مدت و فریز کردن و سرما دادن در جوانه‌زنی بذر تیس بررسی شد. نتایج نشان داد که بذرهای قرارگرفته در سرما، جوانه زدند و جوانه‌زنی بذرهای برداشت‌شده در آخر مرداد بیشتر از بذرهای برداشت‌شده در اواسط مرداد بود. همچنین فریز کردن به‌مدت ۱۶ هفته و در ادامه، دورهٔ سرمای ۱۶ تا ۲۴ هفته‌ای سبب جوانه‌زنی بیشتر از ۸۰ درصد شد (Afroze & O'Reilly, 2013).

کمبود بذر، مشکلات جمع‌آوری، استحصال و نگهداری و نیز کوتاهی دورهٔ دیرزیستی بذر از محدودیت‌های جدی در تولید نهال بذری برای بسیاری از گونه‌های درختی است. با توجه به نیاز به احیا و توسعهٔ جنگلکاری در مناطق بالابند جنگل هیرکانی، شناخت خصوصیات جوانه‌زنی بذر گونه‌های درختی بومی به‌منظور آگاهی از چگونگی تولید نهال با بازده بهتر ضرورت می‌یابد. بنابراین تحقیق حاضر در نظر دارد با به‌کارگیری تیمارهایی ضمن آگاهی از نرخ جوانه‌زنی بذر تیس در شمال ایران، نوع خواب آن را نیز تعیین کند. همچنین با توجه به اثبات کارایی نشانگرهای ریختی در انعکاس تفاوت های ژنتیکی از یک سو و به‌دلیل تخریب روزافزون رویشگاه‌های تیس در شمال کشور از سوی دیگر، در تحقیق حاضر به بررسی تنوع ژنتیکی این گونه با استفاده از نشانگرهای مورفولوژیکی در شش جمعیت طبیعی آن و مقایسهٔ تنوع این شش جمعیت با یک جمعیت اروپایی آن نیز توجه شده است. نتایج این بخش به‌عنوان اطلاعات پایه در تدوین برنامه‌های حفاظتی، مدیریت و توسعهٔ اصولی‌تر این گونهٔ باارزش چندمنظورهٔ جنگل‌های هیرکانی کاربرد دارد.

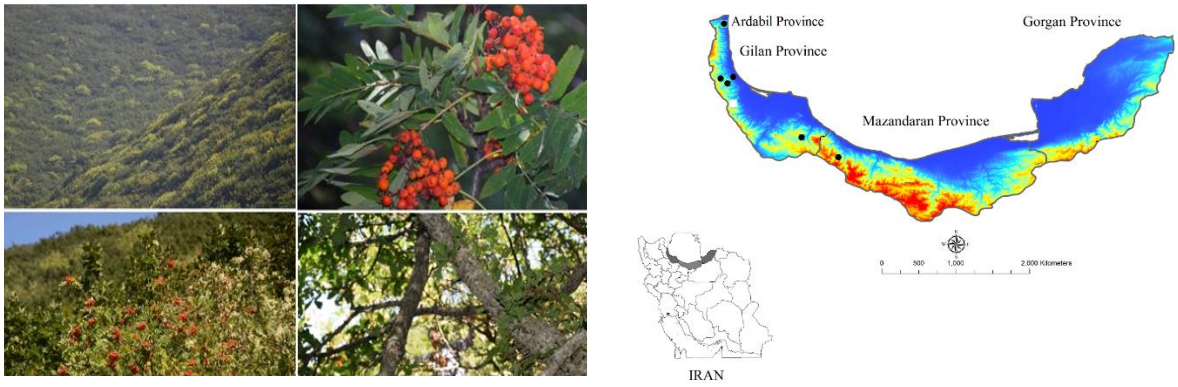
مواد و روش‌ها

منطقهٔ پژوهش

برای جمع‌آوری نمونه‌های برگ، رویشگاه‌های مختلف تیس (اندبیل در استان اردبیل، اولسه پشت، اسپه ریسه و برزکوه و اشکورات در استان گیلان و سیاه‌بیشه در استان مازندران)، در جنگل‌های هیرکانی شناسایی شد (شکل ۱). یک رویشگاه از کشور لهستان نیز برای مقایسهٔ صفات ریختی انتخاب شد.

شیوهٔ اجرای پژوهش

در هر یک از مناطق ذکرشده، ۱۰ پایهٔ بالغ با فواصل حداقل ۱۰۰ متر از یکدیگر انتخاب شد (Ogawa et al., 2003). از هر درخت و در هر رویشگاه، ۱۰ برگ از قسمت بیرونی تاج جمع‌آوری و مطابق با روش Poljak et al. (2015) یازده صفت؛ ۱- طول برگچه (LL)؛ ۲- عرض برگچه در نصف طول برگچه (LW1)؛ ۳- عرض برگچه در ۰/۹ طول برگ (LW2)؛ ۴- فاصلهٔ حداکثر عرض پهنک تا قاعدهٔ برگچه (LWP)؛ ۵- زاویهٔ بسته‌شده (زاویهٔ اول) توسط رگبرگ اصلی و خط مشخص‌شده توسط پایهٔ تیغهٔ برگچه و یک نقطه در حاشیه، در ۱۰ درصد از طول تیغه (LA1)؛ ۶- LA2 - زاویهٔ بسته‌شده (زاویهٔ دوم) توسط رگبرگ اصلی و خط مشخص‌شده توسط پایهٔ تیغهٔ برگ و یک نقطه در حاشیه، در ۲۵ درصد طول تیغه؛ ۷- مساحت برگچه (LA)؛ ۸- تعداد دندانهٔ سمت راست (NTR)؛ ۹- تعداد دندانهٔ سمت چپ برگچه (NTL)؛ ۱۰- نسبت عرض برگچه در ۰/۹ طول برگ به کل برگچه (LW1/LL)؛ ۱۱- نسبت فاصلهٔ حداکثر عرض برگ به طول کل برگچه (LWP/LL) اندازه‌گیری شد.



(ب) (الف)

شکل ۱- الف) موقعیت جغرافیایی رویشگاه‌های نمونه‌برداری‌شده در این تحقیق؛ ب) رویشگاه اندبیل، خلخال در استان اردبیل. بالا سمت چپ: میوه تیس، بالا سمت راست: نمونه‌بردار در حال نمونه‌گیری برگ، پایین راست؛ نما از بالای درخت تیس در توده، پایین چپ

- **جوانه‌زنی بذر**

برای بررسی جوانه‌زنی بذر، از منطقهٔ اندبیل شهرستان خلخال (استان اردبیل) در رویشگاهی با دامنهٔ ارتفاعی ۲۱۰۰ تا ۲۴۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا و از ۱۶ درخت نمونه میوه تهیه شد (جدول ۱). میوه‌های جمع‌آوری‌شده بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شدند و بذر از آنها خارج شد. بذرهای خارج‌شده برای خشک شدن و از دست دادن رطوبت سه روز در معرض هوای آزاد قرار گرفتند. برای تعیین سلامت فیزیکی، بذرها در ظرف آب غوطه‌ور شدند و بذرهایی که در سطح آب شناور ماندند و به کف ظرف نرفتند، از مجموعهٔ بذرها حذف و فقط بذرهای کف ظرف وارد آزمایش شدند.

جدول ۱- مختصات جغرافیایی رویشگاه‌های نمونه‌برداری‌شده از شمال ایران

نام رویشگاه	عرض جغرافیایی (UTM)	طول جغرافیایی (UTM)	ارتفاع از سطح دریا (متر)
اندبیل	۲۸۴۵۰۰	۴۱۶۶۱۲۰	۲۲۰۰
اولسه پشت	۳۰۰۱۷۷	۴۱۶۵۸۵۷	۱۹۰۰
اسبه ریسه	۲۹۳۹۳۵	۴۱۶۵۸۴۵	۱۸۵۰
برزکوه	۳۰۵۷۷۵	۴۱۴۸۲۲۰	۱۸۰۰
اشکورات	۴۰۸۱۹۴۰	۴۳۶۵۷۲	۲۲۰۰
سیاه‌بیشه چالوس	۵۲۳۲۰۵	۴۰۱۰۸۵۹	۲۷۰۰

- **تیمار بذر**

در این تحقیق برای بررسی جوانه‌زنی، بذرهای درخت تیس تحت سه تیمار مختلف قرار گرفتند (جدول ۲).

برای هر تیمار ۱۶ تکرار و برای هر تکرار ۲۵ بذر در نظر گرفته شد. ظروف محتوی بذر هفته‌ای دو بار رطوبت داده شدند و وضعیت بذرها از نظر جوانه‌زنی بررسی شد (Zarchini et al., 2013). در این بررسی

مدت لایه‌گذاری (فاصلهٔ زمانی بین قرار دادن بذر در تیمار تا رؤیت اولین جوانه)، درصد جوانه‌زنی (نسبت تعداد بذر جوانه‌دار به کل بذر تحت استراتیفه)، دورهٔ جوانه‌زنی (مدت زمان لازم بین رؤیت اولین جوانه تا رؤیت آخرین بذر جوانه‌زده) و سرعت جوانه‌زنی بررسی شد (Rameau et al., 1989). رؤیت نشدن بذر جوانه‌دار طی دو هفته بعد از مشاهدهٔ آخرین بذر جوانه‌دار ملاک پایان جوانه‌زنی قرار گرفت.

جدول ۲- تیمارهای انجام‌گرفته به‌منظور بررسی جوانه‌زنی بذر تیس

تیمار اول (سرد)	تیمار دوم (فریز+سرد)	تیمار سوم (ترکیبی گرم و سرد)
قرار دادن بذر در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد، یخچال	قرار دادن بذر به‌مدت دو هفته در دمای ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد (فریزر) و بعد دمای یخچال	تیمار ترکیبی گرم (دمای اتاق به‌مدت دو هفته) و سرد (۴ درجهٔ سانتی‌گراد)

روش تحلیل

- ریخت‌شناسی

برای صفات یادشده با استفاده از نرم‌افزار SPSS میانگین برای هر جمعیت محاسبه شد و بعد از آزمون نرمالیتی و همگنی واریانس، تجزیهٔ واریانس صورت گرفت و از آزمون توکی برای مقایسهٔ میانگین صفات استفاده شد. آزمون خوشه‌ای و مؤلفه‌های اصلی (PCA) با استفاده از نرم‌افزار آنلاین Clustvis (https://biit.cs.ut.ee/clustvis/) انجام گرفت.

- جوانه‌زنی

درصد جوانه‌زنی بذرها با فرمول $GP= (n/N) \times 100$ محاسبه شد که در آن n تعداد کل بذرهای جوانه‌زده و N تعداد بذرهای کاشته‌شده است. سرعت جوانه‌زنی با فرمول $GS = \sum(n \times WSS)$ محاسبه شد که n تعداد بذر جوانه‌زده در روزهای شمارش و WSS تعداد روز از زمان جوانه‌زنی است (Fulbright et al., 1983; Olney & Pollock, 1960). پیش از آنالیز واریانس از داده‌های درصدی آرک‌سینوس گرفته شده است تا از شرایط توزیع نرمال برخوردار شوند (Rezaei, 2002) و سپس در صورت معنی‌داری آنالیز واریانس، برای مقایسهٔ میانگین از آمون دانکن استفاده شد.

نتایج

-مطالعهٔ ریختی

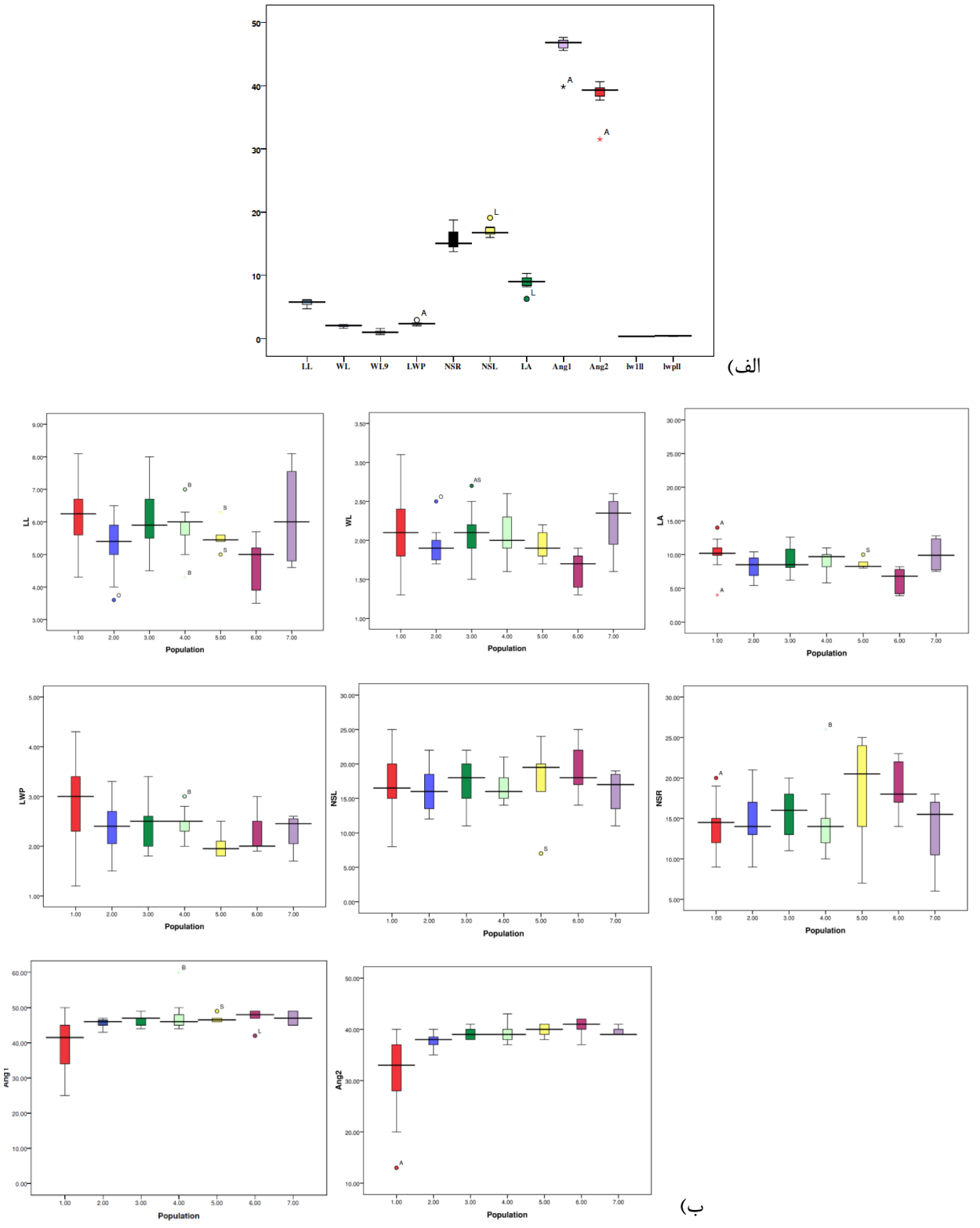
- شکل‌پذیری صفات بررسی‌شده براساس موقعیت جغرافیایی

میزان شکل‌پذیری فنوتیپی صفات تحت بررسی براساس تغییر رویشگاه در شکل ۲ الف نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل مشخص است، صفات تعداد دندانه، مساحت برگچه و زاویهٔ قاعده در مقایسه با دیگر صفات بررسی‌شده از واریانس بیشتری در رویشگاه‌های مختلف برخوردار بودند. واریانس صفات ریختی به تفکیک هر رویشگاه نیز در شکل ۲ ب آورده شده است.

- تنوع جمعیتی صفات بررسی‌شده

-تحلیل واریانس و مقایسهٔ میانگین

نتایج تجزیهٔ واریانس یکطرفهٔ صفات برگ انتهایی در هفت رویشگاه بررسی‌شده نشان داد که همهٔ صفات به‌جز سه صفت عرض برگچه در نصف طول به طول کل برگچه (LW1/LL)، فاصلهٔ حداکثر عرض پهنک تا قاعدهٔ برگچه (LWP) و تعداد دندانه در سمت چپ (NTL) بین جمعیت‌های مختلف تفاوت معنی‌داری نشان دادند (جدول ۳). صفات عرض برگچه در ۰/۹ طول برگچه (LW2) و فاصلهٔ بیشترین پهنای برگچه تا ابتدای برگچه (LWP) در جمعیت اندبیل بیشتر از جمعیت‌های دیگر بود.



الف)

ب)

شکل ۲- الف) تغییرپذیری هر یک از صفات بررسی‌شده براساس میانگین کل رویشگاه‌ها؛
ب) پراکندگی صفت بررسی‌شدهٔ درخت تیس به تفکیک هر جمعیت
(۱= اندبیل؛ ۲= اولسه پشت؛ ۳= اسپه ریسه؛ ۴= برزکوه؛ ۵= سیاه‌بیشه؛ ۶= لهستان؛ ۷= اشکورات)

جدول ۳- آنالیز واریانس صفات در بین جمعیت‌های تحت بررسی برای برگ انتهایی

صفات تحت بررسی	میانگین مربعات		F	Sig.
	بین گروه‌ها	داخل گروه‌ها		
طول کل برگ	۳/۰۸	۰/۸۲	۳/۷۴	**۰/۰۰۳**
عرض برگ در نصف طول برگ	۰/۳۹	۰/۱۲	۳/۰۷	**۰/۰۱**
عرض برگ در ۰/۹ طول برگ	۱/۲۶	۰/۶۴	۱/۹۶	**۰/۰۸**
فاصلهٔ بیشترین پهنای برگ تا ابتدای	۱/۲۵	۰/۲۹	۴/۲	**۰/۰۰۱**
تعداد دندانه در راست	۳۵/۹	۱۳/۰۳	۲/۷۶	**۰/۰۱۸**
تعداد دندانه در چپ	۹/۵۷	۱۳/۷۹	۰/۶۹	**۰/۶۵**
مساحت برگ	۲۱/۰۸	۲/۹۹	۷/۰۵	**۰/۰۰۰**
زاویهٔ اول	۱۴۲/۲	۲۰/۸۴	۶/۸۲	**۰/۰۰۰**
زاویهٔ دوم	۱۷۸/۶۲	۱۶/۳۱	۱۰/۹۵	**۰/۰۰۰**
عرض برگ در نصف طول به طول کل	۰/۰۰۱	۰/۰۰۴	۰/۲۶	**۰/۹۵**
فاصلهٔ حداکثر عرض برگ به طول کل	۰/۰۲	۰/۰۰۶	۲/۹۹	**۰/۰۱۱**

در صفت سطح برگچه (LA) جمعیت اسبه ریسه بیشترین میانگین و جمعیت اروپایی (لهستان) و اشکورات کمترین مقدار را به خود اختصاص دادند. در صفات تعداد دندانهٔ سمت راست (NTR) و دندانهٔ سمت چپ (NTL) جمعیت‌های اولسه پشت، اسپه ریسه و برزکوه بیشترین مقدار و اشکورات کمترین مقدار را نشان دادند. در بررسی صفات در برگچهٔ کناری جمعیت‌های تحت مطالعه، در بیشتر صفات به‌جز صفت نسبتی عرض برگ در نصف طول برگ به طول کل برگچه (LW1/LL) تفاوت معنی‌داری نشان دادند (جدول ۴). در برگچهٔ کناری نیز صفات عرض برگ در ۰/۹ طول برگ (LW2)، عرض برگچه در نصف طول برگچه (LW1)، فاصلهٔ بیشترین پهنای برگچه تا ابتدای برگچه (LWP) و سطح برگ (LA) در جمعیت اندبیل بیشتر از جمعیت‌های دیگر بود.

مقایسهٔ میانگین به تفکیک برای برگچهٔ انتهایی و برگچهٔ کناری نیز براساس آزمون توکی در جدول ۴ آورده شده است. نتایج نشان داد که در برگچهٔ انتهایی و کناری، صفات عرض برگچه در ۰/۹ طول برگچه (LW2) و فاصلهٔ بیشترین پهنای برگچه تا ابتدای برگچه (LWP) در جمعیت اندبیل بیشتر از جمعیت‌های دیگر بود. صفت سطح برگ (LA) در برگچهٔ انتهایی جمعیت اسبه ریسه (۱۸۰۰ متر از سطح دریا) و در برگچهٔ کناری جمعیت اندبیل (۲۲۰۰ متر از سطح دریا) بیشترین میانگین را به خود اختصاص دادند.

- تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و نقشه داغ[1]

نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی در فضای مختصات نشان می‌دهد که صفات ریختی قادر به تمایز جمعیت‌ها از یکدیگر در طول گرادیان جغرافیایی جنگل هیرکانی نیستند و تنها برخی از پایه‌های درختی جمعیت اندبیل واقع در استان اردبیل و غربی‌ترین قسمت پراکنش این گونه در جنگل هیرکانی از دیگر پایه‌های درختی متمایزند (شکل ۳). رسم نقشهٔ داغ (Heatmap) نیز بیانگر این است که پایه‌های مذکور از نظر قاعدهٔ برگچه با درختان دیگر متفاوت‌اند (شکل ۴).

[1] - Heat map

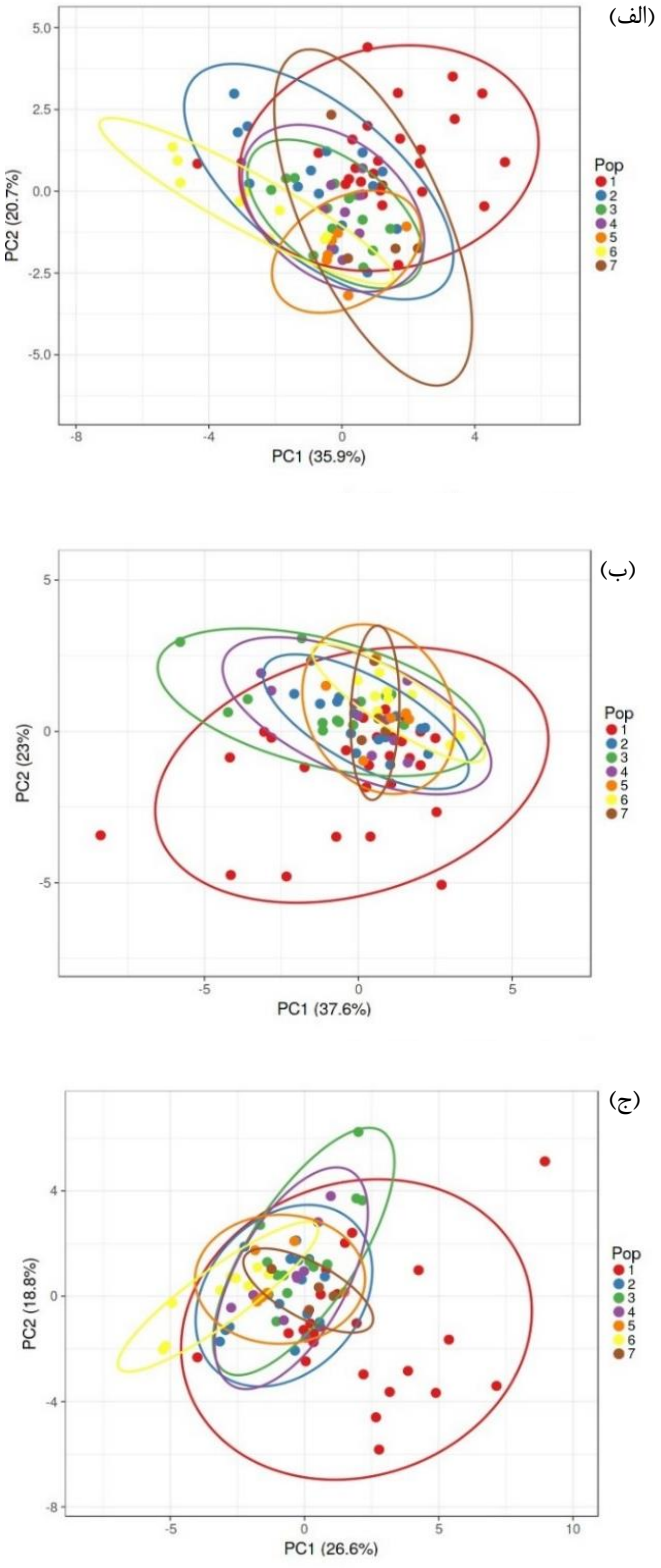
- جوانه‌زنی

نتایج مربوط به درصد و سرعت جوانه‌زنی در شکل ۵ آورده شده است. نتایج نشان داد که در تیمار دو هفته فریزر و سپس سرما، قوهٔ نامیه بذر از بین می‌رود و بذر قادر به جوانه‌زنی نیست. اما در تیمار سرد و تیمار ترکیبی سرد و گرم جوانه‌زنی بعد از حدود ۷۰ هفته تا حدود ۱۰۰ درصد می‌رسد. البته نتایج بررسی سرعت جوانه‌زنی نشان می‌دهد که سرعت جوانه‌زنی در تیمار سرد در هفته ۵۵ به اوج خود می‌رسد و حدود ۹۰ درصد بذر این تیمار، در هفته ۵۵ جوانه می‌زنند؛ این در حالی است که در تیمار ترکیبی گرم و سرد، اگرچه قبل از هفتهٔ ۵۰ سرعت جوانه‌زنی به حداکثر خود و با درصد جوانه‌زنی تجمعی به حدود ۴۰ درصد می‌رسد، از این هفته تا هفتهٔ ۵۵ سرعت جوانه‌زنی مجدد کاهش می‌یابد و از هفتهٔ ۵۵ تا هفتهٔ ۶۰ نقطهٔ دوم اوج خود را با درصد جوانه‌زنی حدود ۸۰ درصد تجربه می‌کند و ۲۰ درصد بذر باقی‌مانده حدود ۱۱ هفته بعد (هفتهٔ ۷۱) جوانه‌زنی را تکمیل می‌کنند.

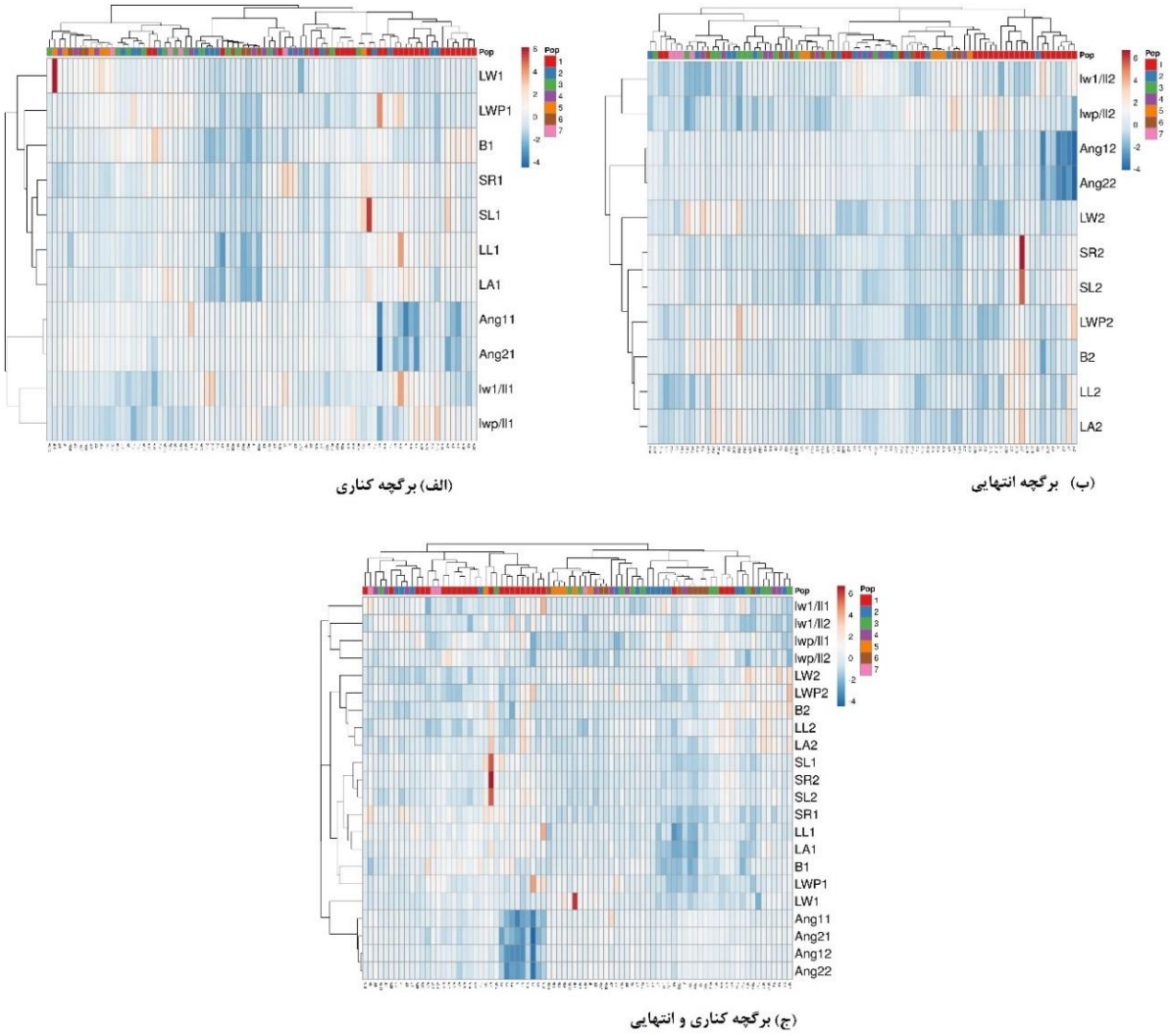
جدول ۴- مقایسهٔ میانگین صفات ریختی برگچهٔ انتهایی و برگچهٔ کناری درخت تیس در رویشگاه‌های مختلف

جمعیت	طول برگچه	عرض برگچه در نصف طول برگچه	عرض برگ در ۰/۹ طول برگچه	فاصلهٔ پهن‌ترین قسمت برگچه تا قاعده برگچه	تعداد دندانهٔ سمت راست	تعداد دندانهٔ سمت چپ	سطح برگچه	زاویهٔ برگچه در ۱۰٪ طول برگچه	زاویهٔ برگچه در ۲۰٪ طول برگچه	عرض برگچه در نصف طول برگچه / طول برگ	فاصلهٔ پهن‌ترین قسمت برگچه تا قاعده برگچه / طول برگچه
برگچه انتهایی											
اندبیل	۵/۸۴±۰^{a}	۲/۰۷±۰/۵^{a}	۱/۴±۰/۵۸^{a}	۲/۴۶±۰/۵۸	۱۲/۲±۳/۴۷^{ab}	۱۳/۹±۳/۹^{ab}	۷/۴±۲/۸^{ab}	۳۶/۷±۴/۹۸^{b}	۳۷±۷/۷^{b}	۰/۴۲±۰/۰۹^{ab}	۰/۴۹±۰/۰۸^{a}
اولسه‌پشت	۴/۸۴±۰^{ab}	۱/۳۳±۱^{ab}	۱/۱±۰/۱۸^{ab}	۲/۱±۰/۳۲^{ab}	۱۵±۳/۱^{a}	۱۶/۶±۳/۳^{a}	۶/۶±۱/۵^{ab}	۴۴±۲/۳۶^{a}	۴۴/۴±۱/۷^{a}	۰/۴۴±$^{-}$/۰۸^{ab}	۰/۴۶±۰/۰۸^{ab}
اسپه ریسه	۵/۱±۱/۰۵^{a}	۱/۲±۰/۴۳^{b}	۱±۰/۲۷^{bc}	۲±۰/۵۳^{ab}	۱۵/۶±۳/۶$_{a}$	۱۷/۱۷±۲/۶^{a}	۹/۷±۲/۷۸^{a}	۴۵/۶±۱/۷^{a}	۴۵/۱۵±۱/۶^{a}	۰/۴۲±۰/۰۷^{ab}	۰/۴۲±۰/۰۶^{ab}
برزکوه	۴/۷±۱/۱۶^{b}	۱/۲±۰/۳۵^{b}	۱±۰/۳۱^{bc}	۲/۰۹±۰/۵۳^{ab}	۱۴/۹±۴/۵^{a}	۱۷±۲/۲۳^{a}	۷/۱±۱/۹^{ab}	۴۳/۷±۱/۶^{a}	۴۳/۷±۱/۶^{a}	۰/۴۶±۰/۰۹^{a}	۰/۴۴±۰/۰۶^{ab}
سیاه‌بیشه	۳/۹±۰/۵^{c}	۱/۳۸±۰/۲۵^{ab}	۰/۶۸±۰/۱۸^{c}	۱/۶۸±۰/۱۵^{b}	۱۳/۲±۳/۶^{ab}	۱۲/۵±۳/۷^{b}	۶/۵±۱/۲^{ab}	۴۶/۲±۱/۸۳^{a}	۴۶/۲±۱/۸^{a}	۰/۴۶±۰/۰۵^{a}	۰/۴۸±۰/۰۵^{a}
لهستان	۳/۸±۰/۸۱^{c}	۱/۵۶±۰/۲۳^{b}	۰/۷±۲/۳^{c}	۱/۸۳±۰/۲۷^{b}	۱۴/۸±۱/۴^{a}	۱۴/۶±۱/۷۴^{a}	۵±۰/۰۷^{b}	۴۵/۷±۲^{a}	۴۵/۲±۸^{a}	۰/۴۲±۰/۰۸^{ab}	۰/۴۷±$^{-}$/۰۸^{ab}
اشکورات	۵/۳۸±۰^{a}	۱/۵۸±۰/۳^{ab}	۰/۹±۰/۱۴^{bc}	۲±۰/۳۲^{ab}	۱۱±۲/۳^{b}	۱۱/۵±۳/۳^{b}	۵/۵±۰/۵۷^{b}	۴۴/۵±۱/۹^{a}	۲۵/۴۴±۰/۹۵^{b}	۰/۳۶±۰/۰۵^{b}	۰/۴±۰/۰۸^{b}
برگچه کناری											
اندبیل	۶/۷±۰/۸۹^{a}	۱/۲±۰/۴۷^{a}	۱/۳۶±۰/۳^{a}	۲/۹±۰/۷۳^{a}	۱۴/۱±۲/۵^{c}	۱۶/۴±۴/۶^{b}	۹/۹±۱/۷^{a}	۳۹/۸±۷^{b}	۳۸/۵±۶/۷^{b}	۰/۳۵±۰/۰۷^{a}	۰/۴۸±۰/۰۹^{a}
اولسه‌پشت	۵/۲۶±۰/۸۴^{b}	۱/۹±۰/۲۱^{a}	۱±۱/۲^{bc}	۲/۳۸±۰/۴۸^{abc}	۱۵±۳/۱^{bc}	۱۶/۳±۳^{b}	۸/۷±۱/۷۶^{b}	۴۵/۶۱±۱/۲^{a}	۴۴/۱±۷/۱۴^{a}	۰/۳۷±۰/۰۸^{a}	۰/۴۶±۱^{a}
اسپه ریسه	۶/۱۱±۱^{a}	۱/۲±۰/۳۲^{a}	۱±۰/۱۶^{bc}	۲/۴۶±۰/۴۵^{ab}	۱۵/۲۳±۲/۹^{bc}	۱۷/۴۶±۳/۲^{b}	۸/۱±۸/۸۱^{ab}	۴۶/۴±۱/۵^{a}	۴۶/۳±۱/۵^{a}	۰/۳۴±۰/۰۴^{a}	۰/۴۶±۰/۱^{a}
برزکوه	۵/۷±۰/۷۶^{b}	۲/۰۷±۳۲a۰/	۰/۹۶±۰/۲۱^{bc}	۲/۴۵±۰/۳۲^{ab}	۱۴/۹±۴/۸^{b}	۱۶/۷±۲/۲۳^{b}	۸/۵±۱/۸^{ab}	۴۷/۶±۵^{a}	۴۷/۷±۱/۶^{a}	۰/۳۶±۰/۰۳^{a}	۰/۴۳±۰/۰۵^{ab}
سیاه‌بیشه	۵/۴±۰/۵^{b}	۱/۹۳±۱۸a۰/	۰/۶۳±۰/۲^{c}	۲±۰/۲۶^{b}	۱۸/۵±۶/۸^{a}	۱۷/۶±۵/۸^{a}	۸/۳±۰/۸۱^{ab}	۴۶/۸±۱/۱۶^{a}	۴۶/۸±۱/۱^{a}	۰/۳۵±۰/۰۱^{a}	۰/۳۶±۰/۰۲^{b}
لهستان	۴/۷±۰/۷۹^{b}	۱/۶±۰/۲۱^{b}	۰/۸۱±۰/۱۷^{bc}	۲/۲±۰/۳۸^{b}	۱۸/۸±۳/۱^{a}	۱۹/۱±۳/۸۲^{a}	۸/۵۳±۱/۸^{ab}	۴۷/۴۲±۲/۲^{a}	۴۷/۴±۲/۳^{a}	۰/۳۵±۰/۰۴^{a}	۰/۵±۰/۱۱^{a}
اشکورات	۶/۱±۰/۶۵^{a}	۲/۳±۰/۴۳^{a}	۱±۰/۲۸^{ab}	۲/۳±۰/۴^{b}	۱۳±۳/۵^{c}	۱۶±۳/۵^{b}	۹/۲۵±۲/۲۶^{ab}	۴۷/۳±۲^{a}	۴۶/۵±۱^{a}	۰/۳۸±۰/۰۸^{a}	۰/۴±۰/۰۵^{ab}

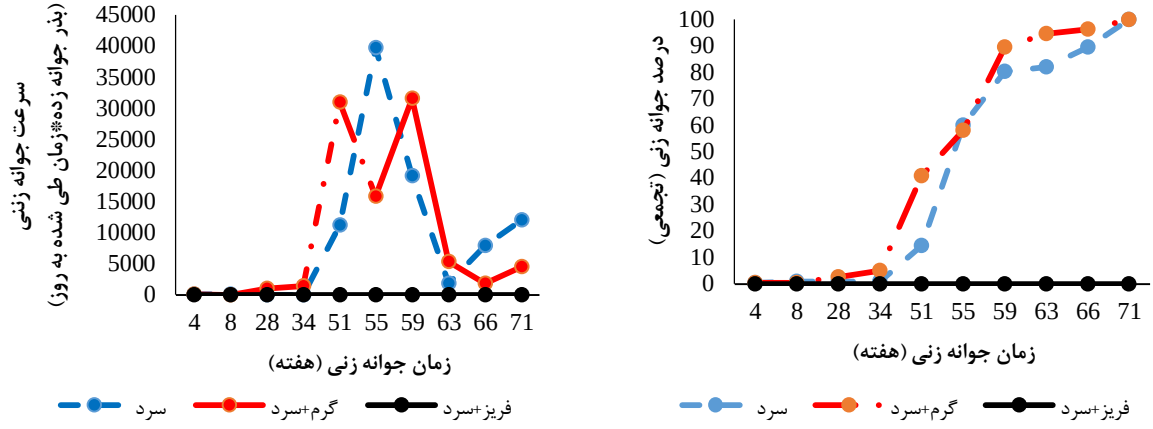
- حروف مختلف در ستون نشان‌دهندهٔ تفاوت معنی‌دار بین میانگین‌هاست.



شکل ۳- الف) نمودار تجزیه به مؤلفه‌های اصلی به تفکیک برگچهٔ کناری؛ ب) برگچهٔ انتهایی؛ ج) ترکیب دو برگچهٔ کناری و انتهایی



شکل ۴- نمودار تجزیه به مؤلفه‌های اصلی به تفکیک نقشهٔ داغ برای الف) برگچهٔ کناری؛ ب) برگچهٔ انتهایی؛ ج) ترکیب دو برگچهٔ کناری و انتهایی



(الف) درصد جوانه‌زنی (ب) سرعت جوانه‌زنی

شکل ۵- الف) درصد جوانه‌زنی تجمعی گونهٔ تیس؛ ب) سرعت جوانه‌زنی گونهٔ تیس در ۷۱ هفتهٔ تحت بررسی

بحث

- ریخت‌شناسی

بررسی صفات ریختی و میزان تغییرات آن در شرایط محیطی مختلف از خصوصیاتی است که از دیرباز مورد توجه متخصصان علم رده‌بندی گیاهی بوده است؛ اما برخی از صفات ریختی کمتر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرند و کمتر دستخوش تغییرات می‌شوند. شناسایی و به‌کارگیری چنین صفاتی در رده‌بندی زیستی گیاهان و تفکیک گونه‌های مختلف از یکدیگر از اهداف اصلی متخصصان سیستماتیک گیاهی است (Jones & Wilkins 1971). نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها در تحقیق حاضر نشان داد که از نظر بیشتر صفات تحت بررسی (هم در برگچهٔ انتهایی و هم در برگچهٔ کناری)، بین جمعیت‌ها اختلاف معنی‌داری وجود داشت. تفاوت معنی‌دار در برخی از صفات ریختی برگ درخت تیس از جمعیت‌های مختلف در تحقیقات دیگر پژوهشگران از جمله Bednorz & Byzia (2005) و Tyszkiewicz & Staszkiewicz (1997) نیز تأیید شد. البته نتایج آنالیز به مؤلفه‌های اصلی نشان می‌دهد که تغییرات صفات ریختی به‌حدی نیست که جمعیت‌ها (به‌جز جمعیت اندبیل) را از یکدیگر تفکیک کند. Guo و همکاران (۲۰۱۸) نشان دادند که با افزایش ارتفاع صفات کارکردی گیاه از جمله طول و عرض، محیط و مساحت برگ کاهش می‌یابد؛ اما نسبت طول به عرض برگ افزایش پیدا می‌کند. در واقع با افزایش ارتفاع از سطح دریا درختان تمایل به‌سمت برگ‌های باریک‌تر دارند. اما ازآنجا که جمعیت‌های تحت بررسی در این تحقیق (از ایران) همگی از ارتفاع تقریبی بالای ۲۰۰۰ متر از سطح دریا هستند، به‌دلیل نبود تفاوت در ارتفاع از سطح دریا، اختلافات ریختی چشمگیری در صفات ریختی برگ مشاهده نشده است. البته محققان قسمتی از این تنوع صفات ریختی برگ را ناشی از تفاوت در شرایط اقلیمی و خاکی رویشگاه، از جمله میانگین دمای سالیانه و رطوبت، طول فصل خشک و میزان حاصلخیزی خاک (Koik et al., 2003; Taylor & Gerrie, 1987) و قسمتی دیگر را به تنوع ژنتیکی بین جمعیت‌ها نسبت داده‌اند.

- جوانه‌زنی

بیشترین درصد جوانه‌زنی در تیمار ترکیبی چینه گرمایی به‌مدت دو هفته و سپس چینه سرمایی (۱ تا ۴ درجهٔ سانتی‌گراد) حاصل شد. البته بین این تیمار و تیمار چینه سرمایی اختلاف معنی‌داری دیده نشد (جدول ۲). نتایج نشان داد که بیشترین جوانه‌زنی تیس در تیمار دو هفته گرم و بعد سرد، در هفتهٔ ۴۹ و در تیمار سرد در هفتهٔ ۵۵ دیده شد. این در حالی است که Gosling (2007) تیمار چینه گرمایی و سپس ۱۶ تا ۳۰ هفته چینه سرمایی برای جوانه‌زنی گونهٔ تیس از مبدأ کشور اسکاتلند را گزارش کردند. این اختلاف در سرعت جوانه‌زنی بین تیس ایران و اروپا شاید به‌دلیل وضعیت رویشگاه یا سن پایه‌های مادری تحت بررسی باشد؛ چنانکه برای درخت تیس گزارش شد که مدت لایه‌گذاری تا حدودی با سن پایه‌های مادری مرتبط است و لایه‌گذاری گرم قبل از دادن سرما پتانسیل جوانه‌زنی را افزایش می‌دهد. البته Jentsch (1970) نشان داد که چینه گرمایی بر جوانه‌زنی نهایی بذر گونهٔ بارانک بی‌تأثیر است و فقط سبب طولانی شدن زمان لازم برای رسیدن به بیشترین جوانه‌زنی می‌شود و با نتایج این تحقیق مطابقت ندارد. به‌طور کلی، محققان سرمای مرطوب ۳-۲ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت ۹ تا ۲۶ هفته را برای جوانه‌زنی موفق بذر جنس بارانک لازم دانسته‌اند (Harris & Stein, 1974; Royer et al., 2005).

بررسی سرعت جوانه‌زنی حاکی از آن است که بیشترین سرعت جوانه‌زنی برای تیمار سرد در هفتهٔ ۵۵ اتفاق افتاده است. Flemion (1931) و Bray et al. (1989) اظهار داشتند که لایه‌گذاری سرد سبب افزایش فعالیت آنزیمی بذر و به‌تبع آن

سنتز زیاد DNA، RNA و پروتئین‌ها و در نتیجه افزایش سرعت جوانه‌زنی بذر می‌شود. نتایج همچنین نشان داد که در تیمار دو هفته فریزر و بعد سرمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد هیچ بذری جوانه نزد. به نظر می‌رسد با وجود اینکه تیس مخصوص ارتفاعات بالا با سرمای سخت زمستانه است، قوهٔ نامیهٔ بذر خود را در دمای بیش از ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد از دست می‌دهد. البته محتمل است که سرمای بیش از ۲۰- درجهٔ سانتی‌گراد، سبب رفتن بذر به خواب عمیق می‌شود که این موضوع باید در تحقیقات بعدی تحقیق شود.

به‌طور کلی با توجه به اینکه بذر تیس برای جوانه‌زنی بیش از ۸۰ درصد، به حدود ۶۰ هفته لایه‌گذاری در سرما نیاز دارد، انتظار می‌رود در صورت کاشت بذر تیس در نهالستان به‌صورت معمول برای گونه‌های جنگلی، جوانه‌زنی بذر اتفاق نیفتد. با توجه به نمودار سرعت جوانه‌زنی برای تیمار گرم و سرد و وجود دو نقطهٔ اوج برای سرعت جوانه‌زنی بذر تیس، راهبرد درخت تیس برای جوانه‌زنی در طبیعت، گذران دو زمستان سرد و یک فصل گرم است و در صورت وجود شرایط مناسب برای حضور بذر در طبیعت (محافظت در برابر پرندگان، آفت و ...) بذر تیس در بهار سال دوم کاشت بذر، جوانه می‌زند. بنابراین مشخص است که با توجه به شرایط سخت رویشگاهی این گونه (حضور در رویشگاه سنگلاخی، بدون خاک و بسیار شیبدار)، راهبرد دو زمستان‌گذرانی برای جوانه‌زنی، درصد تجدید حیات طبیعی تیس از طریق بذر را بسیار نادر کرده است.

به‌طور کلی به نظر می‌رسد برای تولید نهال تیس به‌منظور توسعهٔ فضای سبز شهری، با اعمال تیمار دو هفته گرم و بعد سرما (۴ درجهٔ سانتی‌گراد)، می‌توان انتظار داشت به بازده تولید نهال تا ۸۰ درصد در هفتهٔ پنجاهم دست یافت. البته مطالعات تکمیلی مانند اعمال تیمارهای شیمیایی و بیوشیمیایی نیز ممکن است کمک کند تا بازده تولید نهال در دورهٔ زمانی کوتاه‌تری به حداکثر برسد.

تشکر و قدردانی

از حمایت مالی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (شمارهٔ طرح ۹۶۰۰۰۳۷۰) در اجرای این تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود.

References

Aas, G., Maier, J., Baltisberger, M., & Metzger, S. (1994). Morphology, isozyme variation, cytology, and reproduction of hybrids between *Sorbus aria* (L.) Crantz and *S. torminalis* (L.) Crantz. *Botanica Helvetica*, *104*(2), 195-214.

Afroze, F., & O'Reilly, C. (2016). Effect of harvest date, drying, short-term storage and freezing after chilling on the germination of rowan seeds. *Scandinavian journal of forest research, 31(4)*, 339-346.

Afroze. F., & O'Reilly, C. (2013). Breaking seed dormancy in European rowan seeds& itsimplications forregeneration. *NewForest, 44*, 547–557.

Aldasoro, J.J., Aede, C., Navaro, C., & Garmendia, F.M. (1998). The genus *Sorbus* (Maloideae, Rosaceae) in Europe & in north Africa. Morphological Analysis & Systematics. *Systematic botany, 23(2)*, 189- 212.

Arrillaga, I., Marzo, T., & Segu, J. (1992). Embryo culture of *Fraxinus ornus* & *Sorbus domestica* removes seed dormancy. *Horticultural Science, 27*, 371-379.

Barclay, A.M., & Crawford, R.M. (1984). Seedling emergence in the rowan (*Sorbus aucuparia*) from an altitudinal gradient. *Ecology, 72*, 627–636.

Bednorz, I., & Byzia, A. (2005). Morphlogical leaf variability of Rowan (*Sorbus aucparia L*. Emend. Hedel. subsp. *aucuparia*) in the Wielkopolska National Park. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu. *Botanika Steciana, 9,* 13-22.

Bednorz, L., Myczko, Ł., & Kosins, P. (2005). Isozyme polymorphism & genetic structure of the population of *Sorbus torminalis* (L.) Crantz from the Bytyn´ Forest (Pol&). *Journal of applied genetics, 45(3),* 321–324.

Bray, C.M., Davison, P.A., Ashraf, M., & Taylor, R.M. (1989). Biochemical changes during osmopriming of leek seeds. *Annual Botany, 63,* 185–93.

Challice, J., & Kovanda, M. (1978a). Flavinoids as markers at taxonomic relationships in the genus sorbus in Europe. *Prslia (Praha), 50,* 305-320.

Challice, J., & Kovanda, M. (1978b). Chemo taxonomic survey of the genus sorbus in Europe. *Natur Wissens Chaften, 65,* 111-120.

Devillez, F. (1979). Effects of Seeds and Fruits Dry Treatments On the Germination of Sorbus-aria and Sorbus-aucuparia. *Academie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique. Classe des Sciences Bulletin, 65*(7), 361.

Emmer, I.M., Fanta, J.. Kobus, A.T. , Kooijman, A., & Sevink, J. (1998). Reversing borealization as a means to restore biodiversity in Central-European mountain forests ± an example from the KrkonosÏe Mountains, Czech Republic. *Biodiversity & Conservation, 7,* 229-247.

Espahbodi, K., Hosseini, S.M., Mirzaie-Nodoushan, H., Tabari, M., Akbarinia, M., & Dehghan-Shooraki, Y. (2007). Tree age effects on seed germination in Sorbus torminalis. *General and Applied Plant Physiology*, *33*(1-2), 107-119.

Flemion, F. (1931). After-ripening, germination & seed vitality of seeds of *Sorbus aucuparia*. *Contributions of the Boyce Thompson Institute, 3,* 413-439.

Fulbright, T.E., Redente, E.F., & Wilson, A.M. (1983). Germination requirements of green needlegrass (*Stipa viridula* Trin.) for use in revegetation of disturbed lands in South Dakota, Montana. *Rangeland Ecology & Management/Journal of Range Management Archives*, *36*(3), 390-394.

Gosling, P. (2007). Raising trees & shrubs from seed. Forestry Commission. Edinburgh, Scotland. 28p.

Guo, Z., Lin, H., Chen, S., & Yang, Q. (2018). Altitudinal patterns of leaf traits and leaf allometry in bamboo *Pleioblastus amarus*. *Frontiers in plant science*, 9, 1110.

Harris, A.S., & Stein, W.I. (1974). *Sorbus aucuparia L.*, mountain- ash. In: Schopmeyer C.S. (Ed.), tech. cord. Seed of woody plants in the United States. Agric. H&bk. Washingtong *Sorbus torminalis* L. Crantz (wild service tree) seeds with different origins. *African Journal of Biotechnology, 9(34),* 5535-5541.

Hatt, S. (1993). Untersuchungen zum morphologischen Variabilität der Mehlbeere (*Sorbus aria*) in einem ausgewählten Gebiet des Schweizer Jura. Diplomarbeit ETH Zürich, 48p.

Hedlund, T. (1900). Monographie der Gattung *Sorbus*. Nordstedt.

Hedlund, T. (1948). *Om uppkomsten Av nya Livstyper inom Slaktet Sorbus*. Bot Notiser, *4*, 381-392.

Hull, P., & Smart, G.J.B. (1984). Variation in two Sorbus species endemic to the Isle of Arran, Scotland. *Annals of Botany, 53,* 641-648.

Jentsch, W. (1970). Der Einfluß Tillichs auf die Religionspädagogik der Gegenwart. *Zeitschrift für Pädagogik und Theologie*, *22*(9), 345-364.

Jones, D.A., & Wilkins, D.A. (1971). *Variation & adaptation in plant species*. London, UK, Heine-Mann Educational Books Ltd, 184p.

Koik, T., Kiato, M., & Matsuura, Y. (2003). Growth characteristics of root- shoot relations of three birch seedlings raised under different water regimes. *Journal of Plant Soil, 255,* 303-310.

Kovanda, M. (1961). Taxonomical studies in Sorbus sub gen. aria. *Acta Dendrol Czechoslovakia, 3,* 23-70.

Ogawa, M., Hanada, A., Yamauchi, Y., Kuwahara, A., Kamiya, Y., & Yamaguchi, S. (2003). Gibberellin biosynthesis & response during Arabidopsis seed germination. *The Plant Cell, 15(7),* 1591-1604.

Olney, H.O., & Pollock, B.M. (1960). Studies of rest period II. Nitrogen & phosphorus changes in embryonic organs of after ripening cherry seed. *Plant physiology, 35,* 970-975.

Poljak, I., Kajba, D., Ljubic, I., & Idžojtić, M. (2015). Morphological variability of leaves of *Sorbus domestica* L. in Croatia. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae, 84(2),* 249–259.

Rameau, J.C., Mansion, D., & Dume, G. (1989). Flore forestiere France aise. Guide ecologique illustre. 1. Plaines et Collines. Institut pour le developpement forestier, Paris, FranceMountains, Czech Republic. *Biodiversity & Conservation, 7,* 229-247.

Rezaei, A. (2002). *Concepts of statistics and probabilities*. Mashhad publication. 444 p.

Richard, A.J. (1975). *Sorbus* L. In: Stace, C.A. (eds) *Hybridization & the flora of the British Isles.* Academic press. London, 233- 238p.

Royer, D.L., Wilf, P., Janessko, D.A., & Dilcher, D.L. (2005). Correlation of climate & plant ecology to leaf size & shape: potential proxies for the fossil record. *American journal of Botany, 92(7),* 1141-1151.

Sabeti, H. (1993). *Forests, trees, & shrubs of Iran, Yazd. Iran,* 810 pp.

Sayedena, S.V., Pilehvar, B., Abrari-Vajari, K., Zarafshar, M., & Eisvand, H.R. (2018). Effects of seed nano-priming with multiwall carbon nanotubes (MWCNT) on seed germination and seedlings growth parameters of mountain ash (*Sorbus luristanica* Bornm.). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 26*(2).

Sayedena, V., Pilehvar, B., Abrari-Vajari, K., Zarafshar, M., & Eisvand, H.R. (2019). Effects of TiO2 Nanoparticles on Germination and Primary Growth of Mountain Ash (*Sorbus luristanica*). *Iranian Journal of Seed Research*, *6*(1), 173-184.

Sharif, M.E., Nasr, S.H., Zare, A.G., & Talebi, M. (2016). Appropriate methods for breaking seed dormancy of Iranian mountain ash (*Sorbus persica* Hedl.). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 23*(4).

Tang, Y., Zhang, K., Zhang, Y., & Tao, J. (2019). Dormancy-Breaking and Germination Requirements for Seeds of *Sorbus alnifolia* (Siebold & Zucc.) K. Koch (Rosaceae), a Mesic Forest Tree with High Ornamental Potential. *Forests*, *10*(4), 319.

Taylor, C.W., & Gerrie, W.A. (1987). Effects of temperature on seed germination & seed dormancy in Sorbus glabrescens Cardot. *Acta Horticulturae, 215,* 186–192.

Tyszkiewicz, M., & Staszkiewicz, J. (1997). Zmienność liści jarzębiny pospolitej–Sorbus aucuparia (Rosaceae). *Fragm. Florist. Geobot. Ser. Pol. Suppl, 2,* 99-108.

Vashistha, R.K., Chaturvedi, A.K., Gairola, S., & Nautiyal, M.C. (2013). Seed germination improvement in *Elaeagnus rhamnoides* (L.) A. Nelson (*Sea Buckthorn*) by Gibberellic acid treatment. *International Journal of Medicinal & Aromatic Plants, 3(3),* 382-385.

Yang, L., Zhang, D., Liu, H., Wei, C., Wang, J., & Shen, H. (2018). Effects of a nitric oxide donor and nitric oxide scavengers on Sorbus pohuashanensis embryo germination. *Journal of forestry research*, *29*(3), 631-638.

Zarchini, M., Hashemabadi, D., Negahdar, N., & Zarchini, S. (2013). Improvement seed germination of wild service tree (*Sorbus aucoparia* L) by Gibberellic Acid. *Annals of Biological Research, 4(1),* 72-74.

Iranian Journal of Forest
Vol. 13, No. 1, Spring 2021
pp. 15-29

Research Article

Morphological variation in leaf & seed germination characteristics of Rowan tree (*Sorbus aucuparia* L.) in the Hyrcanian forest

Sh. Raeisi[1], H. Yousefzadeh[2*], Gh.A. Jalai[3], and O. Esmailzadeh[4]

[1] Ph.D student, Forestry dept. Natural resouresec faculty, Tarbiat Modares university
[2] Associate Prof., Biodiversity branch, Environmnet dept. Natural resouresec faculty, Tarbiat Modares university
[3] Retired Associate Prof., Forestry dept. Natural resouresec faculty, Tarbiat Modares university
[4] Assistant Prof., Forestry dept. Natural resouresec faculty, Tarbiat Modares university

(Received: 13 March 2020, Accepted: 21 September 2020)

Abstract

Rowan is a tree with a very limited distribution in the upper treeline in the Hyrcanian forest. In this study, seven habitats of this tree from east to west of the Hyrcanian forest were identified and seed germination behaviors and diversity in leaf morphological traits were evaluated. Multivariate analysis showed that the studied populations were not differentiated from each other in terms of morphological traits. The results of germination percentage showed that in cold treatment and hot and cold treatment, germination reached about 100% after about 70 weeks. The germination rate in the cold treatment reaches its peak at week 55 and about 90% of the seeds germinate at week 55. In the hot and cold combination treatment, although before week 50 the germination rate reaches its maximum with a cumulative germination percentage of about 40%, but from this week to week 55 the germination rate again slows down and from week 55 to week 60 second drops. It experiences its peak with about 80% germination. The results of the present study showed that the Rowan tree species does not have a high morphological diversity in its habitats in the northern Iran. Due to lack of knowledge on the long-term seed germination of this tree, mountain nurseries have been unsuccessful in producing seedling.

Keywords: Hyrcanian forest, Conservation, Seed production, Genetic diversity.

∗Corresponding author Tel: +989114420397 Email: h.yousefzadeh@modares.ac.ir