

بررسی افزایش جنسی درختان باران طلایی (*Koelreuteria paniculata* Laxm.) و باران چینی (*K. elegans* Seem.)^۱

INVESTIGATIONS ON SEXUAL PROPAGATION OF GOLDEN RAIN (*KOELREUTERIA PANICULATA* LAXM.) AND CHINESE RAIN (*K. ELEGANS* SEEM.) TREES

حسن نورافکن و مرتضی خوشخوی^۲

چکیده

برای بررسی برهمکنش اثرهای خراش‌دهی^۳، چینه‌سرمایی^۴ و جیبرلیک اسید (GA₃)^۵ بر بذرهای باران طلایی، تیمار سولفوریک اسید در مدت زمان‌های صفر، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دقیقه، چینه‌سرمایی در دمای ۵-۳ درجه سانتیگراد به مدت صفر، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ روز و جیبرلیک اسید در غلظت‌های صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد که بیشترین درصد تندش^۶ (۶۷٪) از تیمار ۶۰ دقیقه سولفوریک اسید و ۶۰ روز چینه‌سرمایی حاصل شد. همچنین برهمکنش حذف کامل پوسته بذر و چینه‌سرمایی به مدت صفر، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ روز در میزان تندش بذرهای بررسی شد. نتایج به دست آمده از این تیمار نشان داد که بیشترین درصد تندش (۹۶/۳٪) از تیمار حذف کامل پوسته بذر و ۳۰ روز چینه‌سرمایی به دست آمد. در بین همه تیمارها کمترین زمان لازم برای تندش یا شتاب تندیدن^۷ (۲/۴) از حذف کامل پوسته و ۲۵ روز چینه‌سرمایی به دست آمد، همچنین بالاترین ارزش تندیدن^۸ نیز مربوط به همین تیمار بود. از تیمارهای گوناگونی که به منظور شکستن خفتگی موجود در بذرهای باران طلایی از آن‌ها استفاده شد، چنین نتیجه‌گیری شد که بذرهای این گونه دارای خفتگی دوگانه پوسته بذر و خفتگی رویانی می‌باشند. نتایج به دست آمده در مورد باران چینی نشان داد که خراش‌دهی و چینه‌سرمایی تنها شتاب تندیدن را می‌افزاید و فقط خراش‌دهی در پیشبرد تندش موثر است. چنین نتیجه‌گیری شد که در این بذر تنها خفتگی پوسته بذر وجود دارد.

واژه های کلیدی: افزایش جنسی، باران چینی، باران طلایی، تندش، چینه‌سرمایی، حذف پوسته، خراش‌دهی.

مقدمه

درختان گونه‌های جنس *Koelreuteria* از مهمترین گیاهان زینتی تیره ناترک سانان^۹ و بومی شرق آسیا و کشورهای چین، ژاپن و کره می‌باشند. این گیاهان به خاطر داشتن گل‌های بزرگ خوشه‌ای زرد رنگ و برگ‌های

۱- تاریخ دریافت: ۸۳/۶/۱۵

تاریخ پذیرش: ۸۴/۴/۲۲

۲- به ترتیب دانشجوی پیشین کارشناسی ارشد و استاد بخش علوم باغبانی دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، جمهوری اسلامی ایران.

۳- Germination percentage

۴- Gibberellic acid

۵- Stratification

۶- Scarification

۷- Sapindaceae

۸- Germination value

۹- Germination rate

مرکب زیباییشان کشت می‌شوند. افزون بر ارزش زینتی، این درختان مقاومت خوبی در برابر خشکی و بادهای گرم و همچنین سرما دارند و به دلیل ویژگی‌های یاد شده، برای کشت در گردشگاه‌ها و فضاهای سبز شهری بسیار مناسبند. این گیاهان بیشتر با بذر افزوده می‌شوند هر چند که وجود خفتگی دوگانه^۱ بذر، شامل پوسته سخت و غیرقابل نفوذ به آب و خفتگی رویان، افزایش طبیعی این درخت را مشکل ساخته است (۱، ۳، ۵، ۷، ۸، ۱۳). ولی تاکنون روش مناسبی برای افزایش کشت و پرورش این گیاه ارائه نشده است. رحمان و پارک^۲ (۱۳) در بذره‌های باران طلایی خراش‌دهی نشده^۲ هیچگونه تندشی مشاهده نکردند و با خراش دهی بذرها به وسیله سوزن درصد تندش و روییدن بذر را افزایش دادند. همچنین با کاربرد GA_3 به غلظت‌های ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر در طول دوره چینه‌سرمایی بذره‌های باران طلایی، پس از ۱۵ و ۳۰ روز افزایش معنی‌داری را در تندش این بذرها گزارش کردند. پارک^۴ (۱۱) دریافت که GA_3 روی بذره‌های سبز و نیمه بالغ این گیاه اثری نداشته، ولی تندش بذره‌های بالغ خراش‌دهی شده را افزایش داد. رحمان (۱۲) و رحمان و پارک (۱۳) در پژوهش‌های خود نشان دادند که چینه‌سرمایی عامل موثری برای رفع خفتگی بذره‌های این گیاه می‌باشد و بیشترین تندش (بیش از ۵۰٪) را پس از ۳۰ تا ۶۰ روز چینه‌سرمایی به دست آوردند. پارک (۱۱) نیز، اثرهای مثبت چینه‌سرمایی را در تندش بذره‌های باران طلایی گزارش کرد. چینه‌سرمایی به مدت یک ماه باعث افزایش تندش بذره‌های نیمه بالغ شد و ۲ یا ۳ ماه چینه‌سرمایی، تندش بذره‌های بالغ را افزایش داد، ولی بر بذره‌های سبز اثری نداشت. مارونک^۵ (۱۰) با پژوهشی روی بذره‌های باران طلایی نشان داد که جریان برق با شدت ۱۰۰ گاوس^۶ به مدت ۴/۳ ثانیه میزان تندش را افزایش می‌دهد. با توجه به درصد تندش پایین بذرها در پژوهش‌های پیشین، این پژوهش برای تعیین اثر خراش‌دهی با سولفوریک اسید، حذف کامل پوسته و چینه‌سرمایی و برهمکنش آن‌ها، برای به دست آوردن موثرترین و کاربردی‌ترین تیمار برای افزایش جنسی دو گونه موجود در جنوب ایران انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در گلخانه و آزمایشگاه بخش علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز در سال‌های ۸۳-۱۳۸۲ صورت پذیرفت. بذره‌های درختان باران طلایی^۷ و باران چینی^۸ مورد بررسی قرار گرفتند. بذره‌های مورد نیاز این پژوهش از درختان موجود در باغ گیاهشناسی ارم تهیه شدند. میوه‌های رسیده باران طلایی و باران چینی در مهر و آبان ماه به صورت دستی جمع‌آوری شده و بذرها از میوه جدا شدند. میانگین وزن هزار دانه توده‌های بذری باران طلایی جمع‌آوری شده، ۱۱۵ گرم بود و زیوایی توده‌های بذری که پوسته آن‌ها حذف شده بود، بر اساس آزمون تترازولیوم^۹ ۹۷٪ بود. میانگین وزن هزار دانه توده‌های بذری باران چینی نیز ۹۵ گرم و زیوایی آن‌ها ۹۸٪ بود.

پژوهش‌های مقدماتی روی توده‌های بذری جمع‌آوری شده از این دو گونه که در مرحله رسیده کامل برداشت شدند، نشان داد که بذره‌های باران طلایی و باران چینی در شرایط معمولی توانایی تندش ندارند. بنابراین، از تیمارهایی به شرح زیر برای برطرف کردن خفتگی آن‌ها استفاده شد.

برای خراش‌دهی بذره‌های باران طلایی و باران چینی از دو روش خراش‌دهی با اسید و خراش‌دهی با آب گرم، استفاده شد. در خراش‌دهی با اسید، از سولفوریک‌اسید غلیظ (۹۸٪، ساخت کارخانه MERK) و سولفوریک اسید ۸۰٪ استفاده شد. در تیمار سولفوریک‌اسید غلیظ عامل زمان تیماردهی، مورد بررسی قرار گرفت. بدین

۱- Double dormancy	۲- Rehman and Park	۳- Unscarified	۴- Park
۵- Maronek	۶- Gauss	۷- (<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.)	
۸- (<i>K. elegans</i> Seem.)	۹- Tetrazolium (2,3,5- triphenyltetrazolium chloride) test		

ترتیب که بذرها را به نسبت یک قسمت بذر در دو قسمت اسید (نسبت حجمی) مخلوط کرده، سپس بذره‌های باران طلایی به مدت صفر، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ دقیقه و بذره‌های باران چینی به مدت ۲۰ دقیقه خراش‌دهی شدند و برای از بین رفتن بقایای اسید، بذرها به مدت ۲۴ ساعت زیر آب جاری قرار داده شدند.

برای انجام چینه‌سرمایی بذرها، از یخچال با دمای ۳ تا ۵ درجه سانتیگراد و شرایط مرطوب استفاده شد. بذرها در فواصل زمانی صفر، ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ روز از یخچال خارج شدند و آزمایش‌های مربوط به تندش روی آن‌ها صورت گرفت. برای برطرف کردن خفتگی رویانی موجود در بذره‌های باران طلایی و باران چینی از GA₃ به غلظت‌های صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر استفاده شد. همچنین در آزمایش دیگری روی بذره‌های باران طلایی از GA₃ به غلظت‌های صفر، ۱۰۰، ۲۰۰، ۳۰۰، ۴۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر در ترکیب با کینتین (Kin) در غلظت‌های صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر استفاده شد. برای بررسی اثر نمک‌های معدنی، بذره‌های باران طلایی به مدت ۲۴ ساعت در غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر نیترات پتاسیم خیسانده شدند. اثر پوشش‌های بذر باران طلایی، پس از برطرف شدن نیاز سرمایی نیز با حذف پوشش خارجی بذر بررسی گردید و به دنبال آن رویان‌ها جدا شده و سپس آزمون‌های تندش روی آن‌ها انجام گردید.

آزمایش‌ها در این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. به گونه‌ای که هر تیمار شامل پنج تکرار و هر تکرار دارای ۲۰ عدد بذر باران طلایی یا باران چینی در پتری دیش ۹ سانتیمتری که دارای دو کاغذ صافی (زیر و روی بذر) بود، قرار گرفتند. یادداشت‌برداری برای تعیین درصد تندش، میانگین روز لازم برای تندش یا شتاب تندیدن و نیز ارزش تندیدن به مدت ۳۰ روز هر دو روز یک بار صورت گرفت. ظهور ریشه‌چه‌ها به عنوان معیاری برای درصد تندش به کار رفت. میانگین روز لازم بر اساس فرمول زیر محاسبه گردید: $\frac{\sum N_i T_i}{\sum N_i}$ که در آن، N تعداد بذرهایی است که در فاصله زمانی پی در پی می‌تندند و T فاصله زمان شروع آزمایش تا پایان یک فاصله اندازه‌گیری ویژه را نشان می‌دهد. ارزش تندش به وسیله رسم منحنی تندش و به دست آوردن ارزش حداکثر (PV)^۲ و میانگین تندش روزانه محاسبه گردید (۴). نتایج به دست آمده، تجزیه آماری شده و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن^۳ با یکدیگر مقایسه شدند.

نتایج

۱- باران طلایی

۱-۱- درصد تندش- نتایج به دست آمده از بررسی اثرهای خراش‌دهی با سولفوریک اسید، چینه‌سرمایی و GA₃ نشان داد که با افزایش مدت زمان تیمار با سولفوریک اسید درصد تندش افزایش یافته و همین روند در مورد افزایش دوره چینه‌سرمایی هم صادق بود و بیشترین درصد تندش (۶۷٪) از تیمار ۶۰ دقیقه سولفوریک اسید و ۶۰ روز چینه‌سرمایی به دست آمد (جدول ۱).

GA₃ تاثیری بر درصد تندش نداشت حتی ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر GA₃ موجب کاهش درصد تندش گردید. به دلیل وجود برهمکنش بین زمان کاربرد سولفوریک اسید و غلظت GA₃ بهترین تیمار ۶۰ دقیقه

سولفوریک اسید بدون GA₃ (۱۸٪) و کمترین درصد تندش (۱/۶) از تیمار بدون سولفوریک اسید و صفر میلی گرم GA₃ به دست آمد (داده ها آورده نشده است).

این در حالی است که به کارگیری GA₃ و سایتوکینین به تنهایی یا با هم و همچنین نیترا پتاسیم نتوانست جایگزین چینه سرمایی شود. تیمار آبشویی و آب گرم نیز نتوانست جایگزین خراش دهی شود و همچنین، تیمار سولفوریک اسید ۸۰٪ به صورت گرم به تنهایی نیز، هیچگونه تندشی را نشان نداد (داده ها نشان داده نشده است).

جدول ۱- برهمکنش سولفوریک اسید و چینه سرمایی بر درصد تندش بذرهای باران طلایی.

Table 1. Interaction of sulfuric acid and stratification on germination percentage of Golden rain seeds.

سولفوریک اسید (دقیقه) Sulfuric acid (min)	چینه سرمایی (روز) Stratification(d)				میانگین
	0	15	30	60	Mean
0	0.0e [†]	0.3e	0.6e	8.4d	2.3D
30	0.0e	0.0e	0.0e	46.2c	11.5C
45	0.0e	0.0e	0.0e	55.2b	13.8B
60	0.0e	0.0e	0.3e	67.0a	16.8A
میانگین Mean	0.0B	0.1B	0.2B	44.2A	

† Means with the same letters are not significantly different at 1% level of probability using DMRT.

† میانگین‌هایی که دارای حروف یکسان هستند در سطح ۱٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن، دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.

با توجه به نتایج به دست آمده از این تیمارها، اثر برهمکنش حذف کامل پوسته بذر و چینه سرمایی به مدت صفر، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ روز نشان داد که بیشترین درصد تندش (۹۶/۳) از تیمار حذف کامل پوسته بذر و ۳۰ روز چینه سرمایی به دست آمد که با تیمارهای چینه سرمایی در مدت زمان های ۱۵، ۲۰، ۲۵ روز به همراه حذف کامل پوسته تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲).

جدول ۲ - برهمکنش حذف پوسته بذر و مدت زمان چینه سرمایی بر درصد تندش بذر باران طلایی.

Table 2. Interaction of seed coat removal and stratification duration on germination percentage of Golden rain seeds.

حذف پوسته بذر Seed coat removal	چینه سرمایی (روز) Stratification(d)						میانگین	
	0	5	10	15	20	25	30	Mean
با پوسته بذر With seed coat	0.0d [†]	0.0d	0.0d	0.0d	0.0d	0.0d	0.0d	0.0B
بدون پوسته بذر Without seed coat	0.0d	68.8c	82.5b	87.0ab	90.0ab	92.5a	96.3a	73.9A
میانگین Mean	0.0D	34.4B	41.3A	43.8A	45.0 A	46.3A	48.1A	

† Means with the same letters are not significantly different at 1% level of probability using DMRT.

† میانگین‌هایی که دارای حروف یکسان هستند در سطح ۱٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن، دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.

۲-۱- زمان لازم برای تنیدن - نتایج مربوط به زمان لازم برای تنیدن که به وسیله میانگین تعداد روزهای لازم برای تندش محاسبه شد، نشان داد که در برهمکنش تیمارها، با افزایش مدت زمان تیمارهای خراش دهی با اسید و چینه سرمایی زمان لازم برای تنیدن بهبود یافته و تیمار ۶۰ دقیقه سولفوریک اسید و ۶۰ روز چینه‌سرمایی (۱۴/۴) بهترین بود، ولی با سایر تیمارهای سولفوریک اسید و ۶۰ روز چینه‌سرمایی تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳). در حالی که تغییرات GA₃ با توجه به برهمکنش بین سولفوریک اسید و GA₃ و چینه‌سرمایی و GA₃ تفاوت معنی‌داری نشان نداد.

جدول ۳- برهمکنش سولفوریک اسید و چینه سرمایی بر زمان لازم برای تنیدن بذر باران طلایی.

Table 3. Interaction of sulfuric acid and stratification on germination rate of Golden rian seeds.

سولفوریک اسید (دقیقه) Sulfuric acid (min)	چینه سرمایی (روز) Stratification (d)				میانگین Mean
	0	15	30	60	
0	30.0a [†]	29.1ab	26.9b	17.0c	26.2A
30	30.0a	30.0a	30.0a	15.7d	26.4A
45	30.0a	30.0a	30.0a	15.1d	26.3A
60	30.0a	30.0a	29.1ab	14.4d	25.9A
میانگین Mean	30.0A	29.8A	29.0A	16.0B	

[†] Means with the same letters are not significantly different at 1% level of probability using DMRT.

[‡] میانگین‌هایی که دارای حروف یکسان هستند در سطح ۱٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن، دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.

تیمارهای حذف کامل پوسته بذر دارای بیشترین زمان لازم برای تنیدن بوده و در بین آن‌ها حذف کامل پوسته و ۲۵ روز چینه‌سرمایی (۲/۴) بهترین بود که با حذف کامل پوسته و ۳۰ روز چینه‌سرمایی تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۴).

جدول ۴- برهمکنش حذف پوسته بذر و چینه‌سرمایی بر زمان لازم برای تنیدن بذر باران طلایی.

Table 4. Interaction of seed coat removal and stratification on germination rate of Golden rain seeds.

حذف پوسته بذر Seed coat removal	چینه‌سرمایی (روز) Stratification (d)							میانگین Mean
	0	5	10	15	20	25	30	
با پوسته بذر With seed coat	30.0a [†]	30.0a	30.0a	30.0a	30.0a	30.0a	30.0a	30.0A
بدون پوسته بذر Without seed coat	30.0a	15.1b	11.3c	3.6d	3.5d	2.4e	3.4 de	10.0B
میانگین Mean	30.0A	22.6B	20.6C	16.8D	16.8D	16.2D	16.7D	

† Means with the same letters are not significantly different at 1% level of probability using DMRT.

† میانگین‌هایی که دارای حروف یکسان هستند در سطح ۱٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن، دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.

۳-۱- ارزش‌تندیدن - بررسی نتایج مربوط به تاثیر تیمارها نشان داد که با افزایش مدت زمان خراش‌دهی با اسید، ارزش‌تندیدن بالا می‌رود و ۶۰ روز چینه‌سرمایی بهترین اثر را بر افزایش ارزش‌تندیدن داشت ولی GA₃ تاثیر چندانی روی افزایش‌تندش نداشت، حتی ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر GA₃ موجب کاهش ارزش‌تندیدن گردید.

از سوی دیگر، نتایج مربوط به برهمکنش خراش‌دهی و چینه‌سرمایی نشان داد که حذف کامل پوسته بذر همراه با چینه‌سرمایی، بهترین عامل در افزایش ارزش‌تندیدن بود و بر اساس همین جدول، بالاترین ارزش‌تندیدن (۱۱۴/۶) مربوط به تیمار حذف کامل پوسته و ۲۵ روز چینه‌سرمایی بود.

۲- باران‌چینی

۱-۲- درصد‌تندش - بررسی برهمکنش تیمارهای انجام شده نشان داد که با تیمار سولفوریک‌اسید، درصد‌تندش کاهش یافته و همین نتیجه در مورد افزایش دوره چینه‌سرمایی بیش از ۱۵ روز هم صادق بود و بیشترین درصد‌تندش (۹۱/۳) از تیمارهای بدون خراش‌دهی و ۱۵ روز چینه‌سرمایی به دست آمد (جدول ۵). همچنین اثر GA₃ چندانی بر درصد‌تندش نداشت.

۲-۲- زمان لازم برای‌تندیدن در بررسی اثر خراش‌دهی روی زمان لازم برای‌تندش، نتایج نشان داد که تیمار خراش‌دهی زمان لازم برای‌تندیدن کاهش یافته و همین نتیجه تا حدودی در مورد افزایش دوره چینه‌سرمایی هم صادق بود. تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌های مختلف GA₃ با شاهد در مورد زمان لازم برای‌تندش مشاهده نشد.

جدول ۵- برهمکنش سولفوریک‌اسید و چینه‌سرمایی بر درصد‌تندش بذر باران‌چینی.

Table 5. Interaction of sulfuric acid and stratification on germination percentage of Chinese rain seeds.

سولفوریک‌اسید (دقیقه) Sulfuric acid (min)	چینه‌سرمایی (روز) Stratification (d)				میانگین
	0	15	30	60	Mean
0	80.9b [†]	91.3a	61.9c	54.4cd	72.1A
20	47.5de	42.5ef	21.3g	36.6f	37.0B
Mean میانگین	64.2A	66.9A	41.6B	45.5B	

† Means with the same letters are not significantly different at 1% level of probability using DMRT.

† میانگین‌هایی که دارای حروف یکسان هستند در سطح ۱٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن، دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.

۲-۳- ارزش‌تندیدن. نتایج نشان داد که با خراش‌دهی، ارزش‌تندیدن کاهش یافت. ولی اثر چینه‌سرمایی بر ارزش‌تندیدن از روند یکسانی برخوردار نبود و بالاترین ارزش‌تندیدن (۱۰/۴) مربوط به تیمار بدون اسید و ۱۵ روز چینه‌سرمایی بود (جدول ۶). با توجه به برهمکنش‌های GA_3 با سولفوریک اسید و GA_3 با چینه‌سرمایی، تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر GA_3 تفاوت معنی‌داری با غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر GA_3 نشان داد ولی با شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت.

جدول ۶- برهمکنش سولفوریک‌اسید و چینه‌سرمایی بر ارزش‌تندیدن بذر باران‌چینی.

Table 6. Interaction of sulfuric acid and stratification on germination value of Chinese rain seeds.

سولفوریک اسید (دقیقه) Sulfuric acid (min)	چینه‌سرمایی (روز) Stratification (d)				میانگین
	0	15	30	60	Mean
0	7.0b [†]	10.4a	4.7cd	6.3bc	7.1A
20	4.1d	4.5cd	1.3e	4.8cd	3.7B
میانگین Mean	5.5B	7.5A	3.0C	5.6B	

[†] Means with the same letters are not significantly different at 1% level of probability using DMRT.

[‡] میانگین‌هایی که دارای حروف یکسان هستند در سطح ۱٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن، دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.

بحث

نتایج به دست آمده از تیمارهای گوناگونی که به منظور شکستن خفتگی موجود در بذرهای باران‌طلایی از آن‌ها استفاده شد بیانگر این است که این بذر دارای خفتگی پوسته و خفتگی رویانی می‌باشد. بنابراین، خراش‌دهی و چینه‌سرمایی یا حذف کامل پوسته و چینه‌سرمایی به کمک یکدیگر می‌توانند منجر به تندش بهینه بذرها شوند. بر اساس نتایج به دست آمده، خراش‌دهی اساسی‌ترین گام در راه از بین بردن خفتگی بذر در این گونه است و انجام این تیمار ضروری به نظر می‌رسد، ولی کافی نمی‌باشد. تجزیه آماری داده‌های به دست آمده از این پژوهش نشان داد که به تقریب در مورد تمامی صفات اندازه‌گیری شده، بهترین نتیجه از برهمکنش حذف پوسته بذر و ۲۵ روز چینه‌سرمایی به دست آمده است. از سوی دیگر، با توجه به نتایج به دست آمده از

تیمارهای گوناگونی که به منظور شکستن خفتگی موجود در بذرهای باران‌چینی از آن‌ها استفاده شد، بیانگر این است که در این بذر تنها خفتگی پوسته بذر وجود دارد اما خراش‌دهی و چینه‌سرمایی منجر به افزایش شتاب تندش بذرهای باران‌چینی شد. در پژوهش‌های پیشین، تاثیر خراش‌دهی با سولفوریک اسید در تندش بذر را در رابطه با غیر قابل نفوذ بودن پوسته بذر دانسته‌اند، به طوری که رحمان و پارک (۱۳) و پارک (۱۱) بر همین اساس بذر باران‌طلایی را جزء گروه بذرهای با پوسته سخت و غیر قابل نفوذ به شمار آورده‌اند. در حالی که در باران‌چینی استفاده از سولفوریک اسید باعث کاهش درصد تندش بذرها شد که علت آن را می‌توان به تفاوت ساختار و ضخامت پوسته بذر باران‌چینی در مقایسه با پوسته بذر باران‌طلایی و نیز حساسیت بذرهای باران‌چینی به سولفوریک اسید شاید به دلیل گرمای تولید شده که سبب آسیب دیدگی رویان‌ها می‌شود نسبت داد. بنابراین می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که خراش‌دهی پوسته بذر با سولفوریک اسید روش مناسبی برای برطرف کردن خفتگی پوسته بذرهای باران‌چینی نمی‌باشد. از سوی دیگر بالا بودن شتاب تندیدن در تیمار سولفوریک اسید نسبت به شاهد، بیانگر این است که رویان در بذرهای باران‌چینی فعال است و دارای خفتگی نیست ولی پوسته بذر به رویان اجازه رشد نمی‌دهد و با حذف پوسته بذر به شیوه‌هایی غیر از کاربرد سولفوریک اسید مانند حذف کامل پوسته، می‌توان درصد و شتاب تندیدن بذر را افزایش داد. نکته‌ای که در این جا بایستی به آن اشاره کرد این است که بیشترین درصد تندش بذرهای باران‌طلایی در پژوهش‌های انجام شده در سایر گزارش‌ها، حداکثر ۶۰٪ گزارش شده است (۱۳)، در حالی که در پژوهش حاضر با استفاده از تیمار حذف کامل پوسته بذر به همراه چینه‌سرمایی درصد تندش تا ۹۶٪ افزایش یافت. که نشان دهنده برتری این روش نسبت به سایر روش‌های پیشین در زمینه افزایش تندش بذر این گونه می‌باشد. همچنین با حذف پوسته بذر، رویان‌های جدا شده سریع‌تر و یکنواخت‌تر تندیدند.

رحمان (۱۲) و رحمان و پارک (۱۳) با بررسی اثر GA_3 در طول چینه‌سرمایی نتیجه‌گیری کردند که GA_3 و چینه‌سرمایی به احتمال با ایجاد تعادل بین بازدارنده‌ها و تسهیل کننده‌ها، تندش را افزایش می‌دهد. با این وجود، فعالیت GA_3 و چینه‌سرمایی به تنهایی ممکن است برای تعادل بازدارنده‌ها و تسهیل کننده‌ها کافی نباشد. پارک (۱۱) نیز وجود خفتگی دوگانه، پوسته‌بذر و رویان را در بذرهای باران‌طلایی گزارش کرد. رحمان و پارک (۱۳) و پارک (۱۱) نشان دادند که پوشش سخت بذر تنها عامل خفتگی به شمار نمی‌آید و دوره خفتگی تا حدی به محدودیت‌های فیزیولوژیکی نیز بستگی دارد و برای برطرف کردن آن باید از چینه‌سرمایی استفاده کرد. نتایج به دست آمده از این پژوهش با نتایج ایشان درباره باران‌طلایی مطابقت دارد.

از سوی دیگر در باران‌چینی با افزایش تیمار چینه‌سرمایی به بیش از ۱۵ روز، از میزان درصد تندش بذرها کاسته شد. شاید بتوان دلیل آن را به حساسیت بذرها به دمای بهینه برای تندش نسبت داد که پس از برطرف شدن نیاز سرمایی و به دلیل نبود شرایط مساعد دمایی برای تندش، به احتمال بذرهای باران‌چینی وارد خفتگی ثانویه در اثر تنش دمایی می‌شوند.

خفتگی و تندش بذرها به وسیله تعادلی که بین اباسیزیک‌اسید (ABA) و مواد تسهیل کننده رشد وجود دارد، کنترل می‌شود و از بین رفتن مواد بازدارنده رشد و در حقیقت کاهش میزان ABA به تنهایی، منجر به تحریک تندش در بذر نشده و فقط به عنوان پیش‌نیازی برای فعال شدن تسهیل کننده‌های رشد که از بین رفتن

خفتگی و به دنبال آن تندش را تنظیم می‌کنند، محسوب می‌شود. از جمله این تسهیل‌کننده‌ها می‌توان به سایتوکینین‌ها و جیبرلین‌ها اشاره کرد (۱۳). تی جابو و اودن^۲ (۱۴) در پژوهشی روی بذرهای دو گونه گل ابریشم^۳ افزایش معنی‌داری را در تندش بذر آن‌ها در اثر تیمار آب گرم مشاهده نکردند. نتایج به دست آمده از این پژوهش نشان داد که با افزایش زیاد دمای آب گرم (بیش از ۸۰ درجه سانتی‌گراد) کاهش در تندش بذرها دیده می‌شود و علت را حساسیت این بذرها به دمای بالا دانستند که امکان صدمه به رویان را فراهم می‌کند. گذشته از این، نسبت بذرهای آلوده شده و از بین رفته (مرده) در اثر تیمارهای آب گرم با افزایش دما بالا رفت که با نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر در رابطه با آب گرم و سولفوریک اسید ۸۰٪ مطابقت دارد.

لاگاردا و مارتین^۴ (۹) مشاهده نمودند که با کاربرد GA₃ و GA₄₊₇ روی بذرهای زیتون رقم 'مانزانیلو'، تندش بذرهای افزایش نیافت و همچنین ترکیبی از جیبرلین‌های مختلف با سایتوکینین تأثیری روی تندش بذرها نداشت. از سوی دیگر، چونگ و همکاران^۱ (۶) با پژوهش‌های خود روی بذرهای *Rosa multiflora* L. به این نتیجه رسیدند که استفاده از GA₃ تأثیری روی تندش بذرهای این گونه ندارد. همچنین، حاجیان (۲) با پژوهش‌های خود روی بذرهای گل محمدی (*Rosa damascena* Mill.) دریافت که در این گیاه به کارگیری GA₃ نمی‌تواند جایگزین چینه‌سرمایی شود. نتایج پژوهش حاضر، نشان داد که در بذرهای باران‌طلایی، GA₃ به تنهایی یا به همراه سایتوکینین قادر نیست جایگزین چینه‌سرمایی شود که این موضوع مشابه نتایج پژوهش‌های یاد شده است. هر چند که با یافته‌های رحمان (۱۲) و رحمان و پارک (۱۳) روی بذرهای باران‌طلایی مطابقت ندارد. از جمله مواردی که برای توجیه این دوگانگی می‌توان اشاره کرد این است که، تنوع در گیاهان مادری به دلیل داشتن منشأ بذری و شرایط متفاوت آب و هوایی می‌تواند خفتگی بذرها را تحت تأثیر قرار دهد به ویژه این که به نظر می‌رسد شرایط گرم و مرطوب شرق آسیا (کره، ژاپن، چین) که خاستگاه اصلی این جنس می‌باشد با شرایط آب و هوایی جنوب ایران (خشک و نیمه خشک) تفاوت چشمگیری دارد و بدون شک در توسعه و تکامل بذرها و سرانجام ایجاد خفتگی اثر دارد. با توجه به موارد یاد شده چنین نتیجه‌گیری شد که نبود تندش در بذرهای باران‌طلایی به دلیل خفتگی دوگانه یعنی وجود پوسته بذر نفوذناپذیر و خفتگی عمیق رویانی است و مشکل تندش بذر باران‌چینی تنها به دلیل وجود پوسته سخت بذر است.

REFERENCES

منابع

- ۱. ثابتی، ح. ۱۳۸۲. جنگل‌ها، درختان و درختچه‌های ایران. چاپ سوم. انتشارات دانشگاه یزد. ۸۰۶ ص.
- ۲. حاجیان، س. ۱۳۷۵. افزایش جنسی و رویشی گل محمدی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شیراز. ۹۰ ص.
- ۳. مظفریان، و. ۱۳۷۵. فرهنگ نام‌های گیاهان ایران. انتشارات فرهنگ معاصر. ۶۴۰ ص.
- ۴. هارتمن، ه. د. کستر و ف. دیویس. ۱۳۷۶. گیاه‌افزایی (از دید نباتات) میانی و روش‌ها. برگردان از مرتضی خوشخوی. جلد‌های اول، دوم و سوم. بازنگری پنجم. انتشارات دانشگاه شیراز. ۱۴۶۷ ص.
- 5. Bailey, L.H. 1958. The Standard Cyclopedia of Horticulture. Seventeenth printing. Macmillan. New York, U.S.A. 1753-1759.

6. Chung, S.K., J.K. Choi, Y.L. Han and K.W. Hong. 1991. Studies on seed dormancy and seedling characteristics in relation to cropping season in thornless *Rosa multiflora*. Hort. Abst. P. 875.
7. Ellison, D. 2002. Garden Plants of the World. New Holland Publishers (UK). Ltd. 598 p.
8. Heywood, V.H. 1985. Flowering Plants of the World. Croom Helm Pub Ltd. London (UK). 335 p.
9. Lagarda, A. and G.C. Martin. 1983. 'Manzanillo' olive seed dormancy as influenced by exogenous hormone application and endogenous abscisic acid concentration. HortScience. 18:869-871.
10. Maronek, D.M. 1975. Electromagnetic seed treatment increases germination of *Koelreuteria paniculata* Laxm. HortScience. 10:227-228.
11. Park, I.H. 1999. Studies on seed dormancy: Seed maturation in relation to dormancy in golden rain tree (*Koelreuteria paniculata* Laxm.). Acta Hort. 504:199-207.
12. Rehman, S. 2000. Effect of pre-treatments on dormancy of golden rain-tree (*Koelreuteria paniculata* Laxm.) seeds. J. New Seeds 2:29-36.
13. Rehman, S. and I.H. Park. 2000. Effect of scarification, GA and chilling on the germination of golden rain-tree (*Koelreuteria paniculata* Laxm.) seeds. Sci. Hort. 85:319-324.
14. Tigabu, M. and P.C. Oden. 2001. Effect of scarification, gibberellic acid and temperature on seed germination of two multipurpose *Albizia* species from Ethiopia. Seed Sci. Technol. 29:11-20.