

ارتقای جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه‌های کلخونگ (*Pistacia khinjuk*) با استفاده از تیمارهای شیمیایی و فیزیکی

میلاذ چراغی^۱، علی‌اشرف مهرابی^{۲*} و جواد عرفانی‌مقدم^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام

^۲ دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام

^۳ استادیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه ایلام

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۵/۲۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۱۶)

چکیده

کلخونگ (*Pistacia khinjuk*) از تیره پسته‌سانان یکی از گونه‌های جنگلی مهم است. به‌منظور شکستن خواب بذر، و افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی آن و همچنین رشد اولیه گیاهچه کلخونگ، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار با چهار فاکتور شامل: خراش‌دهی در دو سطح (بدون خراش‌دهی و تیمار با اسید سولفوریک ۹۸ درصد)، سرمادهی در سه سطح (بدون تیمار سرمایی، سرمادهی مرطوب در ۴ درجه سانتی‌گراد و سرمادهی خشک در ۲۰- درجه سانتی‌گراد)، نیترات پتاسیم در سه سطح (صفر، ۱ و ۲ درصد) و اسید جیبرلیک در دو سطح (صفر و ۲۰۰ پی‌پی‌ام) انجام گرفت. ارزیابی اولیه شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه‌ها نشان داد اثرهای توأم سه تیمار خراش‌دهی بذر با اسید سولفوریک ۹۸ درصد، سرمادهی مرطوب و اسید جیبرلیک ۲۰۰ پی‌پی‌ام بیشترین تأثیر را در شکستن خواب بذر و افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر کلخونگ و همچنین رشد اولیه گیاهچه‌ها دارند.

واژه‌های کلیدی: اسید جیبرلیک، خراش‌دهی، سرمادهی، نیترات پتاسیم.

مقدمه و هدف

گیاهان دارویی از منظر تأمین بهداشت و سلامت جوامع برای درمان و پیشگیری از بیماری‌ها اهمیت زیادی دارند. این گیاهان در طول تاریخ در توسعه تمدن‌های بشری تأثیر مهمی داشته‌اند. گرایش عمومی جامعه پس از یک دوره استفاده از داروهای شیمیایی و تجربه عواقب زیانبار آنها، به گیاهان دارویی طی سالیان اخیر رو به افزایش است. بنا به آمار سازمان بهداشت جهانی، بیش از ۸۰ درصد مردم دنیا در کشورهای در حال توسعه و جوامع فقیر و دورافتاده نیازهای درمانی و دارویی خود را با این گیاهان برطرف می‌کنند (پیری و مظفریان، ۱۳۹۳).

کلخونگ، از تیره پسته‌سانان^۱ یکی از گیاهان دارویی با خواص دارویی فراوان به عنوان تصفیه‌کننده، گرمابخش، بازکننده انسداد مجاری، مقوی معده و درمان‌کننده آسم است (پیری و مظفریان، ۱۳۹۳). از صمغ این گیاه سقز تولید می‌شود که ماده اولیه بسیاری از داروها مانند پماد سوختگی آلفا است و در عطر سازی نیز استفاده می‌شود (پیری و مظفریان، ۱۳۹۳). همچنین از کلخونگ به‌عنوان پایه‌ای برای ارقام باغی پسته استفاده می‌شود (جلیلی مرندی، ۱۳۸۶). بنابراین تکثیر این گیاه می‌تواند به لحاظ اقتصادی از اهمیت زیادی برخوردار باشد.

تکثیر کلخونگ از طریق کشت بذر انجام می‌گیرد، اما خواب بذر از عوامل بازدارنده جوانه‌زنی در این گیاه است که در پی آن درصد بذر جوانه‌زده و سرعت رشد گیاهچه‌ها بسیار کاهش می‌یابد. خواب بذر^۲ به حالتی گفته می‌شود که بذر در شرایط محیطی مناسب قادر به جوانه‌زنی نباشد (Hartmann et al., 1997; Lang, 1996). وجود آندوکارپ چوبی و سخت در گونه‌های جنس *Pistacia* سبب کاهش جذب آب و سپس، کاهش جوانه‌زنی بذرها می‌شود که این مانع مکانیکی با خراش‌دهی برطرف می‌شود و متناوباً

چینه‌سرمایی با رفع خفتگی فیزیولوژیکی جنین، جوانه‌زنی بذر را بهبود می‌دهد (Peitto and Di Noi, 2001). خواب بذر در واقع یک سازوکار سازگاری بسیاری از گونه‌های گیاهی به‌خصوص در درختان چوبی است که سبب حفظ دانهال در طول سرمای زمستان یا تنش خشکی و کم‌آبی می‌شود (Shirazi, 2003). روش‌های گوناگونی برای شکستن خواب بذر در گیاهان مختلف وجود دارد. در پژوهشی برای بهبود جوانه‌زنی بذرهای بنه و کلخونگ، از تیمار خراش‌دهی با اسید و سرمادهی استفاده شد و درصد جوانه‌زنی بذر از ۲۰ درصد در تیمار شاهد به ۷۶ درصد در تیمار اسید-سرما افزایش پیدا کرد (نگهدارصابر و همکاران، ۱۳۸۶). در پژوهشی نشان داده شد خراش‌دهی مکانیکی یکی از عوامل بسیار مؤثر در افزایش جوانه‌زنی بذر گونه‌های پسته و آلو است (Heidari et al., 2008).

با بررسی جوانه‌زنی بذر گونه‌های *P. palaestina*، *P. atlantica* و *P. lentistina* در تیمارهای مختلف اسید سولفوریک، سرمادهی و اسید جیبرلیک، حداکثر جوانه‌زنی بذر این گونه‌ها را به ترتیب ۶۰، ۵۰ و ۳۰ درصد گزارش کردند (Abu-Qaoud, 2007). با بررسی تیمار سرمادهی بذر بنه در دوره‌های مختلف زمانی در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد روی بذر خراش‌داده شده با اسید سولفوریک، گزارش کردند سرمادهی به مدت ۳۰ روز نتایج بسیار مطلوبی در جوانه‌زنی بذر دارد (Chebouti-Meziou, 2014). از ترکیبات شیمیایی دیگری مانند نیترات پتاسیم و تیوره هم برای افزایش جوانه‌زنی بذر استفاده شده است. ولی تأثیر آنها در افزایش بذر و رشد گیاهچه‌ها کاملاً آشکار نیست (Agrawal and Dadlani, 1995). از نیترات پتاسیم برای بررسی جوانه‌زنی بذر بیشتر در شرایط آزمایشگاهی و کنترل شده استفاده شده است ولی گزارش‌ها نشان داد نتایج مطلوبی به دست نیامده است (Hartmann et al., 1997). با اعمال تیمارهای اسید جیبرلیک، اسید سولفوریک و نیترات

^۱ Anacardiaceae^۲ Seed dormancy

نیترا تپتاسیم به صورت غوطه‌وری بذور به مدت ۲۲ ساعت)، ۴. پرایمینگ بذر در محلول اسید جیبرلیک در دو سطح (صفر و محلول ۲۰۰ میلی گرم در لیتر به صورت غوطه‌وری بذور به مدت ۲۴ ساعت) بودند. پس از اعمال تیمارهای آزمایشی، ۲۵ بذر در ظرفهای پلاستیکی که از ماسه بادی به عنوان بستر کشت پر شده بودند قرار گرفتند و به گلخانه در دمای 20 ± 5 درجه سانتی‌گراد منتقل شدند (قاسمی گلعدانی و دلیل، ۱۳۹۰).

تعداد بذر جوانه‌زده در هر واحد آزمایشی به صورت روزانه شمارش شد. شمارش بذور جوانه‌زده برای هر ظرف تا زمانی که در سه روز متوالی تغییری در جوانه‌زنی مشاهده نشد ادامه پیدا کرد. پس از ۳۰ روز درصد جوانه‌زنی نهایی واحدهای آزمایشی یادداشت شد و از رابطه ۱ سرعت جوانه زنی محاسبه شد.

$$GR = \sum (Ni/Ti) \quad \text{رابطه ۱}$$

GR: سرعت جوانه‌زنی، Ni: تعداد بذرهاى جوانه‌زده در روز Ti و Ti : روز \bar{A} است (تاج‌بخش و قیاسی، ۱۳۸۷).

برای ارزیابی میزان رشد اولیه گیاهچه‌ها، طول ساقچه در هر کدام از تیمارهای آزمایشی نیز اندازه‌گیری شد. برای این منظور تعدادی از گیاهچه‌های طبیعی در هر واحد آزمایشی به صورت تصادفی انتخاب و طول آنها با خط‌کش استاندارد اندازه‌گیری شد و میانگین طول گیاهچه‌های هر واحد آزمایشی، به عنوان طول آن واحد آزمایشی در نظر گرفته شد (قاسمی گلعدانی و دلیل، ۱۳۹۰). تجزیه آماری آزمایش پس از ارزیابی مفروضات تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار SAS انجام گرفت.

نتایج

نتایج اولیه حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد اثر متقابل خراش‌دهی در سرمادهی، اثر متقابل سرمادهی در اسید جیبرلیک، اثر متقابل نیترا تپتاسیم

روی سه گونه زالک، مشخص شد که بهترین تیمار برای افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر زالک، استفاده از نیترا تپتاسیم پنج دهم درصد است (میرزاده‌واقفی و همکاران، ۱۳۹۲). با توجه به اهمیت دانه‌های کلخونگ به عنوان پایه برای پسته و همچنین خاصیت دارویی آن، در این پژوهش به منظور بهینه‌سازی جوانه‌زنی بذور و رشد اولیه گیاهچه‌ها از تیمارهای مختلفی مانند سرمادهی، خراش‌دهی، نیترا تپتاسیم، اسید جیبرلیک و تلفیق آنها استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، میوه‌های کلخونگ در مرحله رسیدگی کامل در اواخر تابستان ۱۳۹۳ از ارتفاعات کبیرکوه با مختصات جغرافیایی $20^{\circ} 47'$ طول شرقی و $15^{\circ} 33'$ طول شمالی و ارتفاع ۱۷۹۳ از سطح دریا واقع در شهرستان دره‌شهر استان ایلام جمع‌آوری شد. میوه‌ها پس از پوست‌گیری با قرارگیری در محلول هیپوکلریت سدیم (۱ درصد) به مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه ضدعفونی سطحی شد و بعد از آن سه مرتبه با آب شست‌وشو داده شد. به منظور شکستن خواب مکانیکی پوسته بذر و خواب عمیق فیزیولوژیکی جنین و افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه کلخونگ از تیمارهای مختلفی استفاده شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار با چهار فاکتور انجام گرفت. تیمارهای استفاده شده در این پژوهش شامل ۱. خراش‌دهی در دو سطح (بدون خراش‌دهی و خراش‌دهی با استفاده از اسید سولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۱۰ دقیقه)، ۲. سرمادهی در سه سطح (بدون تیمار سرمایی، چینه سرمایی مرطوب در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به مدت سه ماه و سرمادهی خشک در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد به مدت سه ماه)، ۳. پرایمینگ بذر در محلول نیترا تپتاسیم در سه سطح (صفر، محلول ۱ درصد و محلول ۲ درصد

جیبرلیک در سطح ۱ درصد، تأثیر معنی‌داری بر افزایش این صفت دارند (جدول ۱). همچنین این نتایج تأثیر معنی‌دار خراش‌دهی، سرمادهی، اسید جیبرلیک، اثر متقابل نیترات پتاسیم در اسید جیبرلیک را در سطح ۱ درصد و اثر متقابل دوگانه سرمادهی در اسید جیبرلیک و اثر سه‌گانه خراش‌دهی در سرمادهی در نیترات پتاسیم را در سطح ۵ درصد بر طول گیاهچه نشان دادند (جدول ۱).

پتاسیم در اسید جیبرلیک و اثر متقابل سرمادهی در نیترات پتاسیم در اسید جیبرلیک در سطح ۱ درصد بر افزایش درصد جوانه‌زنی بذر کلخونگ تأثیر معنی‌داری داشتند (جدول ۱). نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به سرعت جوانه‌زنی نیز نشان می‌دهد فاکتورهای خراش‌دهی، سرمادهی، نیترات پتاسیم و اثرهای متقابل خراش‌دهی در سرمادهی، اثر متقابل سرمادهی در نیترات پتاسیم و سرمادهی در اسید

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات ارزیابی شده در آزمایش اثر تیمارهای فیزیکی و شیمیایی بر بذر کلخونگ

| میانگین مربعات | | درصد جوانه زنی | درجه آزادی | منبع تغییرات |
|----------------|----------------|----------------|------------|---|
| طول ساقه چه | سرعت جوانه زنی | | | |
| ۸۶۷** | ۲۱/۹۸** | ۶۹۱۲** | ۱ | خراش‌دهی |
| ۱۰۸۱/۵۵** | ۳۴۱/۷۳** | ۳۷۱۰۷/۷** | ۲ | سرمادهی |
| ۱۴/۶۹ | ۱۶/۲۶** | ۲۵/۹۳ | ۲ | نیترات پتاسیم |
| ۱۰۷۶/۶۸** | ۰/۱۴ | ۵۰۱۵/۷** | ۱ | اسید جیبرلیک |
| ۶۸/۱۵ | ۹/۱۸** | ۶۹۷/۳۳** | ۲ | خراش‌دهی×سرمادهی |
| ۷/۵۸ | ۱/۵۸ | ۸۹/۳۳ | ۲ | خراش‌دهی×نیترات پتاسیم |
| ۳۲/۲۳ | ۰/۲۱ | ۲۶۱/۳۳ | ۱ | خراش‌دهی×اسید جیبرلیک |
| ۱۳/۱۱ | ۱۳/۴۸** | ۷۲/۱۵ | ۴ | سرمادهی×نیترات پتاسیم |
| ۱۱۱/۴۷* | ۵/۱۴** | ۱۹۴۳/۲۶** | ۲ | سرمادهی×اسید جیبرلیک |
| ۱۶۲/۲۳** | ۰/۰۲۴ | ۶۶۵/۰۱** | ۲ | نیترات پتاسیم×اسید جیبرلیک |
| ۸۶/۷۴* | ۱/۰۹ | ۸۹/۳۳ | ۴ | خراش‌دهی×سرمادهی×نیترات پتاسیم |
| ۱۷/۲۷ | ۱/۶۹ | ۱۰۱/۷۸ | ۲ | خراش‌دهی×سرمادهی×اسید جیبرلیک |
| ۲۳/۶ | ۱/۸۱ | ۸۸/۴۴ | ۲ | خراش‌دهی×نیترات پتاسیم×اسید جیبرلیک |
| ۱۹/۷۵ | ۰/۴۹ | ۴۲۷/۲۶** | ۴ | سرمادهی×نیترات پتاسیم×اسید جیبرلیک |
| ۷/۴۱ | ۲/۴۸* | ۲۴/۸۹ | ۴ | خراش‌دهی×سرمادهی×نیترات پتاسیم×اسید جیبرلیک |
| ۲۶/۳۳ | ۰/۹۱ | ۹۰/۲۲ | ۷۲ | خطا |
| ۲۸/۱۶ | ۴۵/۲۳ | ۱۶/۸۵ | | ضریب تغییرات |

معنی‌داری سبب افزایش سرعت جوانه‌زنی بذر کلخونگ می‌شود. پرایمینگ بذر با اسید جیبرلیک نیز تأثیر معنی‌داری در افزایش درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه دارد (جدول ۲).

مقایسه میانگین اثرهای اصلی عوامل آزمایشی نشان می‌دهد خراش‌دهی بذر با اسید سولفوریک و سرمادهی مرطوب تأثیرات معنی‌داری در افزایش سه صفت درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و طول گیاهچه دارند. استفاده نکردن از نیترات پتاسیم به‌طور

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرهای اصلی عوامل آزمایشی

| عامل آزمایشی | سطوح | میانگین ها | |
|--------------|---------------|--------------------|--------------------|
| | | درصد جوانه زنی | سرعت جوانه زنی |
| خراش دهی | بدون خراش دهی | ۴۸/۳۷ ^b | ۱/۶۶ ^b |
| | ۹۸ درصد | ۶۴/۳۷ ^a | ۲/۵۶ ^a |
| سرمادهی | بدون سرمادهی | ۲۸۰ | ۰/۱۲۳ ^b |
| | مرطوب | ۹۱/۲۳ ^a | ۵/۶۶ ^a |
| نیتراپتاسیم | خشک | ۴۹/۸۹ ^b | ۰/۵۵۲ ^b |
| | صفر | ۵۷/۱۱ ^a | ۲/۸۲ ^a |
| اسید جیبرلیک | ۱ درصد | ۵۶/۵۶ ^a | ۲/۰۴ ^b |
| | ۲ درصد | ۵۵/۴۴ ^a | ۱/۴۸ ^c |
| | صفر | ۴۹/۵۶ ^b | ۲/۱۵ ^a |
| | ۲۰۰ پی پی ام | ۶۳/۱۸ ^a | ۲/۰۸ ^a |

می گیرد. جذب آب، فعالیت آنزیمی، رشد جنین، تخریب پوسته بذر و رشد گیاهچه از پارامترهای مهم در جوانه زنی بذر است (Schmidt, 2002). بر پایه نتایج این پژوهش و سایر گزارش هایی که به بررسی جوانه زنی بذور بسیاری از گونه های جنس *Pistacia* پرداخته اند، بذوری که تحت تأثیر توأم دو عامل خراش دهی و سرمادهی مرطوب قرار می گیرند، بیشترین درصد و سرعت جوانه زنی را دارند که این موضوع نشان دهنده وجود دو نوع خفتگی مکانیکی (ناشی از پوسته سخت بذر) و خفتگی عمیق فیزیولوژیکی (خفتگی رویانی) در بسیاری از بذور گونه های این جنس است با استفاده از روش هایی که سبب حذف این دو خفتگی می شوند اثرهای معنی داری بر درصد و سرعت جوانه زنی گونه های این جنس می گذارند. خراش دهی پوسته بذر با استفاده از اسید، از راهکارهای بسیار مؤثر برای بذور دارای پوشش سخت است (Shaltout and EL-Shorbagy, 1989). اعمال توأم دو فاکتور خراش دهی به همراه چینه سرمایی درصد جوانه زنی بذور دو گونه *P. palaestina* و *P. atlantica* را به حداکثر می رساند (Abu-Qaoud, 2007).

نتایج این پژوهش نشان می دهد اثرهای متقابل دو عامل خراش دهی و سرمادهی مرطوب و اثرهای متقابل سه گانه خراش دهی، سرمادهی و نیتراپتاسیم ۲ درصد با ۹۸/۶۷ درصد جوانه زنی، بیشترین تأثیر را در افزایش درصد جوانه زنی بذور کلخونگ دارند، درحالی که کمترین درصد جوانه زنی با ۹/۳۳ درصد مربوط به تیمار شاهد است (جدول ۳). بیشترین سرعت جوانه زنی بذور کلخونگ مربوط به اثر متقابل دو عامل خراش دهی و سرمادهی مرطوب و کمترین سرعت جوانه زنی مربوط به تیمار شاهد است (جدول ۳).

بیشترین طول ساقه چه نیز مربوط به اثر متقابل سه عامل خراش دهی، سرمادهی مرطوب و اسید جیبرلیک ۲۰۰ پی پی ام و کمترین طول ساقه چه نیز مربوط به سطوح ۱ درصد و ۲ درصد نیتراپتاسیم است (جدول ۳).

بحث

خواب بذر، از مهم ترین قابلیت های بذر برای بقا در طبیعت است. الگوی جوانه زنی بذر تحت تأثیر فاکتورهای مختلف و نفوذپذیری پوسته بذر قرار

جدول ۳- مقادیر صفات ارزیابی شده تحت تأثیر تیمارهای اعمال شده (میانگین \pm خطای معیار)

| صفات ارزیابی شده | | عامل آزمایشی | | | |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|--------------|---------------|---|
| طول ساقچه (cm) | سرعت جوانه‌زنی بذر | درصد جوانه‌زنی بذر | اسید جیبرلیک | نیترات پتاسیم | سرمادهی |
| ۵/۳۳ \pm ۲/۳۳ | ۰/۰۱ \pm ۰/۰۰ | ۹/۳۳ \pm ۱/۳۳ | صفر | صفر | بدون تیمار سرمایی |
| ۱۶/۶۷ \pm ۳/۹۳ | ۰/۱۶ \pm ۰/۰۴ | ۴۲/۶۷ \pm ۹/۳۳ | ۲۰۰ پی پی ام | صفر | |
| ۲/۰۰ \pm ۰/۰۰ | ۰/۰۴ \pm ۰/۰۱ | ۱۸/۶۷ \pm ۵/۸۱ | صفر | ۱ درصد | بدون تیمار سرمایی |
| ۷/۰۰ \pm ۵/۰۰ | ۰/۰۹ \pm ۰/۰۵ | ۱۷/۳۳ \pm ۱/۳۳ | ۲۰۰ پی پی ام | ۲ درصد | |
| ۲/۰۰ \pm ۰/۰۰ | ۰/۰۲ \pm ۰/۰۱ | ۱۰/۶۷ \pm ۳/۵۳ | صفر | ۲ درصد | بدون تیمار سرمایی |
| ۱۷/۰۰ \pm ۵/۰۰ | ۰/۰۹ \pm ۰/۰۰ | ۲۶/۶۷ \pm ۴/۸۱ | ۲۰۰ پی پی ام | صفر | |
| ۲۰/۶۷ \pm ۳/۱۸ | ۷/۳۰ \pm ۱/۴۲ | ۹۴/۶۷ \pm ۱/۳۳ | صفر | صفر | خراش‌دهی بدون تیمار اسید |
| ۲۳/۵۰ \pm ۱/۲۶ | ۵/۶۸ \pm ۱/۱۶ | ۹۰/۶۷ \pm ۲/۶۷ | ۲۰۰ پی پی ام | ۱ درصد | |
| ۲۲/۶۷ \pm ۰/۸۸ | ۳/۲۵ \pm ۰/۷۷ | ۹۰/۶۷ \pm ۳/۵۳ | صفر | ۲ درصد | ۴ درجه سانتی‌گراد |
| ۲۳/۳۳ \pm ۲/۰۳ | ۴/۷۱ \pm ۰/۰۷ | ۸۵/۳۳ \pm ۳/۵۳ | ۲۰۰ پی پی ام | ۱ درصد | |
| ۲۱/۶۷ \pm ۲/۰۳ | ۳/۸۸ \pm ۰/۸۵ | ۸۰/۰۰ \pm ۲/۳۱ | صفر | ۲ درصد | ۲۰- درجه سانتی‌گراد |
| ۲۰/۳۳ \pm ۰/۸۸ | ۳/۰۳ \pm ۰/۱۹ | ۸۱/۳۳ \pm ۴/۸۱ | ۲۰۰ پی پی ام | صفر | |
| ۸/۶۷ \pm ۱/۶۷ | ۰/۰۷ \pm ۰/۰۳ | ۱۸/۶۷ \pm ۱/۳۳ | صفر | صفر | ۲۰- درجه سانتی‌گراد |
| ۱۸/۶۷ \pm ۰/۸۸ | ۰/۴۶ \pm ۰/۱۶ | ۴۹/۳۳ \pm ۴/۸۱ | ۲۰۰ پی پی ام | ۱ درصد | |
| ۱۵/۳۳ \pm ۴/۴۱ | ۰/۲۳ \pm ۰/۱۲ | ۳۰/۶۷ \pm ۱/۳۳ | صفر | ۲ درصد | ۲۰- درجه سانتی‌گراد |
| ۱۸/۰۰ \pm ۱/۵۳ | ۰/۲۹ \pm ۰/۰۷ | ۴۵/۳۳ \pm ۹/۶۱ | ۲۰۰ پی پی ام | صفر | |
| ۱۶/۶۷ \pm ۳/۳۳ | ۰/۰۷ \pm ۰/۰۵ | ۳۴/۶۷ \pm ۴/۸۱ | صفر | ۱ درصد | بدون تیمار سرمایی |
| ۱۷/۵۰ \pm ۱/۰۴ | ۰/۵۱ \pm ۰/۱۰ | ۴۴/۰۰ \pm ۲/۳۱ | ۲۰۰ پی پی ام | صفر | |
| ۶/۳۳ \pm ۳/۴۸ | ۰/۰۴ \pm ۰/۰۲ | ۱۰/۶۷ \pm ۷/۰۵ | صفر | ۱ درصد | بدون تیمار سرمایی |
| ۲۲/۰۰ \pm ۲/۸۹ | ۰/۳۱ \pm ۰/۰۵ | ۵۴/۶۷ \pm ۲/۶۷ | ۲۰۰ پی پی ام | صفر | |
| ۱۷/۰۰ \pm ۸/۶۶ | ۰/۰۵ \pm ۰/۰۲ | ۳۰/۶۷ \pm ۱/۳۳ | صفر | ۲ درصد | بدون تیمار سرمایی |
| ۲۰/۶۷ \pm ۲/۳۳ | ۰/۳۶ \pm ۰/۱۶ | ۴۲/۶۷ \pm ۹/۳۳ | ۲۰۰ پی پی ام | صفر | |
| ۱۲/۶۷ \pm ۵/۳۶ | ۰/۰۹ \pm ۰/۰۳ | ۲۲/۶۷ \pm ۳/۵۳ | صفر | ۱ درصد | خراش‌دهی با اسید سولفوریک ۹۸ درصد |
| ۲۲/۱۷ \pm ۲/۰۹ | ۰/۲۲ \pm ۰/۰۶ | ۴۹/۳۳ \pm ۸/۷۴ | ۲۰۰ پی پی ام | صفر | |
| ۲۲/۳۳ \pm ۱/۸۶ | ۹/۴۵ \pm ۱/۱۲ | ۹۸/۶۷ \pm ۱/۳۳ | صفر | ۱ درصد | ۲۰- درجه سانتی‌گراد |
| ۳۵/۰۰ \pm ۳/۲۱ | ۸/۱۶ \pm ۰/۵۵ | ۹۳/۳۳ \pm ۴/۸۱ | ۲۰۰ پی پی ام | صفر | |
| ۲۱/۶۷ \pm ۰/۶۷ | ۸/۴۹ \pm ۰/۴۵ | ۹۴/۶۷ \pm ۵/۳۳ | صفر | ۲ درصد | ۲۰- درجه سانتی‌گراد |
| ۲۲/۳۳ \pm ۰/۸۸ | ۵/۴۰ \pm ۰/۴۸ | ۹۲/۳۳ \pm ۳/۵۳ | ۲۰۰ پی پی ام | صفر | |
| ۲۳/۰۰ \pm ۲/۶۵ | ۴/۳۵ \pm ۱/۳۴ | ۹۸/۶۷ \pm ۱/۳۳ | صفر | ۱ درصد | خراش‌دهی با اسید سولفوریک ۹۸ درصد |
| ۲۵/۶۷ \pm ۱/۴۵ | ۴/۲۴ \pm ۰/۹۲ | ۹۳/۳۳ \pm ۴/۸۱ | ۲۰۰ پی پی ام | صفر | |
| ۱۶/۸۳ \pm ۲/۵۹ | ۰/۴۱ \pm ۰/۱۳ | ۴۰/۰۰ \pm ۱۰/۰۷ | صفر | ۲ درصد | بدون تیمار سرمایی |
| ۳۰/۳۳ \pm ۱/۸۶ | ۱/۷۸ \pm ۰/۳۳ | ۸۲/۶۷ \pm ۷/۰۵ | ۲۰۰ پی پی ام | صفر | |
| ۱۸/۶۷ \pm ۰/۳۳ | ۰/۴۰ \pm ۰/۱۸ | ۴۸/۰۰ \pm ۱۰/۵۸ | صفر | ۱ درصد | ۲۰- درجه سانتی‌گراد |
| ۲۲/۳۳ \pm ۱/۷۶ | ۱/۱۴ \pm ۰/۳۰ | ۸۱/۳۳ \pm ۵/۸۱ | ۲۰۰ پی پی ام | صفر | |
| ۱۷/۶۷ \pm ۰/۶۷ | ۰/۵۲ \pm ۰/۰۵ | ۶۰/۰۰ \pm ۲/۳۱ | صفر | ۲ درصد | بدون تیمار سرمایی |
| ۲۲/۳۳ \pm ۲/۹۱ | ۰/۷۴ \pm ۰/۳۴ | ۶۴/۰۰ \pm ۹/۲۴ | ۲۰۰ پی پی ام | صفر | |

آدنین، حداکثر جوانه‌زنی بذر به‌دست آمد، اما ترکیب اسید جیبرلیک به‌تنهایی در رشدونمو گیاهچه‌ها مؤثرتر بود (Ameen and Al-Imam, 2007).

افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور کلخونگ با استفاده از اسید جیبرلیک نیز می‌تواند به‌دلیل تأثیر این هورمون در برطرف کردن خفتگی عمیق فیزیولوژیکی جنین باشد (خوشخوی، ۱۳۸۹). بیشترین درصد جوانه‌زنی در گونه *P. lentistina* زمانی به‌دست آمد که بذره‌های آن تحت تأثیر توأم دو عامل خراش‌دهی و اسید جیبرلیک قرار گرفتند (Abu-Qaoud, 2007). البته تأثیر این هورمون در برطرف کردن خواب عمیق فیزیولوژیکی بذور کلخونگ به اندازه‌چینه‌سرمایی مرطوب نیست و نمی‌تواند جایگزین مناسبی برای این منظور باشد. این موضوع ممکن است به این دلیل باشد که شرایط چینه‌سرمایی مرطوب علاوه بر اینکه در افزایش ترکیبات شبه‌جیبرلین در بذر مؤثر است، سبب حذف ترکیبات بازدارنده جوانه‌زنی بذور هم می‌شود و از این‌رو چینه‌سرمایی مرطوب کارایی بیشتری در بذور نشان داد، در صورتی که اسید جیبرلیک فقط سبب رفع خواب عمیق فیزیولوژیکی جنین می‌شود. با توجه به تأثیر اسید جیبرلیک در طولیل شدن سلول‌ها (لسانی و مجتهدی، ۱۳۸۴) و تأثیر مثبت اسید جیبرلیک در افزایش طول ساقه‌چه کلخونگ در این تحقیق، می‌توان نتیجه گرفت که غوطه‌وری بذور در اسید جیبرلیک قبل از کاشت سبب تحریک رشد رویشی و سپس افزایش طول گیاهچه‌های حاصل از این بذور می‌شود. نتایج کلی نشان داد استفاده از توأم سه تیمار خراش‌دهی، سرمادهی مرطوب و اسید جیبرلیک، موجب افزایش همزمان سه شاخص درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه‌ها در گیاه کلخونگ می‌شود.

گزارش‌های زیادی نشان می‌دهند که خراش‌دهی مکانیکی و استفاده از اسید سولفوریک برای بهبود جوانه‌زنی بذر بسیاری از گیاهان دارای پوسته سخت به‌کار می‌روند (Tigabu and Oden, 2001). حداکثر جوانه‌زنی در بذر گیاه *Prosopis caldenia* (بیش از ۹۵ درصد) وقتی حاصل شد که از خراش‌دهی مکانیکی و اسید استفاده شد (Pelaez et al., 1992; Peinetti et al., 1993). نتایج این پژوهش نشان داد سرمادهی خشک در برطرف کردن خواب فیزیولوژیکی جنین مؤثر است، ولی استفاده از سرمادهی مرطوب، مطلوب‌تر است. افزایش طول ساقه‌چه با استفاده از تیمارهای به‌کاررفته در این پژوهش ممکن است به این دلیل باشد که بذوری که تحت تأثیر دو تیمار خراش‌دهی و سرمادهی مرطوب قرار گرفته‌اند، زودتر جوانه می‌زنند، جوانه‌زنی سریع‌تری دارند و فرصت بیشتری برای رشد دارند. سرمادهی مرطوب، موجب تغییر نسبت‌های هورمونی درون بذر به نفع ترکیب‌های شبه‌جیبرلین نیز می‌شود و با توجه به نقش این هورمون در فعال‌سازی آنزیم‌های تجزیه‌کننده مواد غذایی (میرزاده‌واقفی و نصیرزاده، ۱۳۹۲) و طولیل شدن سلول‌ها (لسانی و مجتهدی، ۱۳۸۴)، می‌تواند سبب افزایش رشد گیاهچه شود. اسید جیبرلیک سبب طولیل شدن دیواره سلولی و در پی آن، هیدرولیز ترکیبات نشاسته‌ای به قندهای ساده مانند گلوکز و یا فروکتوز نیز می‌شود که به منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی سلول‌ها می‌انجامد و ورود آب به داخل سلول را تسهیل می‌کند و در نهایت سبب افزایش رشد گیاهچه‌ها می‌شود (Arteca, 2013). افزایش نمو گیاهچه‌ها همچنین ممکن است تحت تأثیر خراش‌دهی بذر قرار گیرد. خراش‌دهی پوسته بذر، سبب تسهیل خروج ریشه‌چه می‌شود که در نتیجه رویان انرژی کمتری برای جوانه‌زنی صرف می‌کند و بیشتر انرژی آن صرف رشد رویشی گیاهچه می‌شود. در پژوهشی بر روی جوانه‌زنی بذر گونه *P. vera* با استفاده از ترکیبات اسید جیبرلیک و بنزیل

Ameen, N.M., and A. Al-Imam, 2007. Effect of soaking periods, Gibberlic acid and benzyl-adenine on pistachio seeds germination and subsequent seedling growth (*Pistacia vera* L.), *Mesopotamia Journal of Agriculture*, 35(2): 2-8.

Arteca, R.N., 1996. Plant growth substances: principles and applications, Chapman and Hall, New York, 332 pp.

Chebouti-Meziou, N., A. Merabet, Y. Chebouti, F.Z. Bissaad, N. Behidj-Benyounes, and S. Doumandji, 2014. Effect of cold and scarification on seeds germination of *Pistacia atlantica* L for rapid multiplication, *Pakistan Journal of Botany*, 46(2): 441-446.

Hartmann, H.T., D.E. Kester, F.T. Davies, and R.L. Geneve, 1997. Plant propagation principles and practices, Sixth edition, New Jersey, Prentice Hall, 770 pp.

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

Lang, G.A., 1996. Plant dormancy, In: Physiology, biochemistry and molecular biology, CAB International, Wallington, UK, 386 pp.

Peinetti, R., M. Pereyra, A. Kin, and A. Sosa, 1993. Effects of cattle ingestion on viability and germination rate of calden (*Prosopis caldenia*) seeds, *Journal of Range Management*, 46: 483-486.

Peitto, B., and A. Di Noi, 2001. Seed propagation of Mediteranean trees and shrubs, APAT Press, Italy, 99 pp.

Pelaez, D.V., R.M. Boo, and O.R. Elia, 1992. Emergence and seedling survival of calden in semiarid region of Argentina, *Journal of Range Management*, 45: 564-568.

Schmidt, L., 2000. Guide to handling of tropical and subtropical forest seed, Pub. Danida forest seed center, Humleback, Denmark, 511 pp.

Shaltout, K.H., and M.N. EL-Shorbagy, 1989. Germination requirements and seedling growth of *Thymelaea hirsuta* L, *Flora*, 183: 429-436.

منابع

پیری، عبدالسلام و ولی الله مظفریان، ۱۳۹۳. شناخت گیاهان دارویی ایلام، انتشارات زاگرو، ایلام، ۳۲۳ ص.

تاجبخش، مهدی و مهدی قیاسی، ۱۳۸۷. اکولوژی بذر، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد آذربایجان غربی، ۱۳۴ ص.

جلیلی مرندی، رسول، ۱۳۸۶. میوه‌کاری، انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه، آذربایجان غربی، ۲۵۱ ص.

خوشخوی، مرتضی، ۱۳۸۹. گیاه‌افزایی (ازدیاد نباتات) مبانی و روش‌ها، (ترجمه)، جلد اول، انتشارات دانشگاه شیراز، شیراز، ۳۷۳ ص.

قاسمی گلعدانی، کاظم و بهاره دلیل، ۱۳۹۰. آزمون‌های جوانه‌زنی قدرت بذر، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد، ۱۰۴ ص.

لسانی، حسین و مسعود مجتهدی، ۱۳۸۴. مبانی فیزیولوژی گیاهی، انتشارات دانشگاه تهران، تهران، ۷۲۶ ص.

میرزاده‌واقفی، سعیده‌سادات، عادل جلیلی و زیبا جمزاده، ۱۳۹۲. تأثیر اسید جیبرلیک، اسید سولفوریک و نیترات پتاسیم بر جوانه‌زنی بذر سه گونه زالزالک بومی ایران، نشریه جنگل و فراورده‌های چوب، ۶۶ (۲): ۱۳۵-۱۴۶.

میرزاده‌واقفی، سعیده‌سادات و محسن نصیری، ۱۳۹۲. بررسی اثر عوامل فیزیکی و شیمیایی بر جوانه‌زنی بذر زالزالک بومی (*Crataegus assadii*)، مجله پژوهشهای گیاهی، ۲۶ (۳): ۳۶۶-۳۷۳.

نگهدارصابر، محمدرضا، محمد فتاحی و عبدالرضا نصیرزاده، ۱۳۸۶. بررسی خصوصیات ظاهری و تعیین بهترین روش جوانه‌زنی بذر بنه، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۵ (۱): ۱۱-۱۸.

Abu-Qaoud, H., 2007. Effect of scarification, Gibberellic acid and stratification of three *Pistacia* species, *Al-Najah University Journal for Research*, (21): 1-11.

Agrawal, P.K., and M. Dadlani, 1995. Techniques in seed science and technology, Second Edition, South Asian Publishers, New Delhi International Book Company Absecon Highlands, 210 pp.

Shirazi, A.M., 2003. Standardizing methods for evaluating the chilling requirements to break dormancy in seeds and buds (including geophytes): introduction to the workshop, *HortScience*, 38(3): 334-335.

Tigabu, M., and P.C. Oden, 2001. Effect of seed scarification, gibberellic acid and temperature on seed germination of two multipurpose *Albizia* species from Ethiopia, *Seed Science and Technology*, 29: 11-20.

Improvement of seed germination and seedlings growth of *Pistacia khinjuk* using physical and chemical treatments

M. Cheraghi¹, A. A. Mehrabi^{2*}, and J. Erfani³

¹MSc. Student of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Ilam, I. R. Iran

²Associate Prof., Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Ilam, I. R. Iran

³Assistant Prof., Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, University of Ilam, I. R. Iran

(Received: 12 August 2015; Accepted: 6 January 2016)

Abstract

Pistacia khinjuk, from Anacardiaceae family, is one of the important forest species. In order to break the seed dormancy and increase the germination percentage and rate, and early growth of *Pistacia khinjuk* seedlings, factorial experiment was conducted as completely randomized design in three replicates with Four factors including: scarification with two levels (control and sulphuric acid (H₂SO₄) 98% for 10 minutes), stratification with three levels (control, moist chilling in +4°C and dry chilling in -20°C), potassium nitrate (KNO₃) with three levels (0, 1% and 2%) and gibberellic acid (GA₃) with two levels (0 and 200 ppm) were studied. Evaluation of germination indices and seedling early growth showed that simultaneous effects of three treatments, i.e. scarification seeds with H₂SO₄ 98%, moist chilling and GA₃ 200 ppm, had the maximum effects on breaking seeds dormancy and increasing the seed germination percentage and rate and also seedling early growth.

Keywords: Scarification, Stratification, Potassium nitrate, Gibberellic acid.