دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

# واکنش‌های حیاتی بذر بنه (*Pistacia atlantica*) به پیش‌تیمار بذر، خراش‌دهی و تیمارهای شیمیایی

**میلاد چراغی[1]، جواد عرفانی مقدم[2] و علی اشرف مهرابی[3]**

۱ و ۳- دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد و دانشیار، دانشگاه ایلام
۲- استادیار، دانشگاه ایلام، (نویسنده مسوول: j.erfani@ilam.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۹۵/۴/۹ تاریخ پذیرش: ۹۶/۴/۱۸

**چکیده**

**تکثیر بنه از طریق کشت بذر انجام می‌شود، ولی وجود رکود مکانیکی و فیزیولوژیکی از عوامل بازدارنده جوانه‌زنی بذر در این گیاه هستند که به دنبال آن باعث کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر می‌شود. در این پژوهش بذرهای بنه در مرحله رسیدگی کامل در اواخر تابستان سال ۱۳۹۳ از مناطق کوهستانی شهرستان دهلران جمع‌آوری و پس از پوست‌گیری با قرار دادن در محلول هیپوکلریت سدیم (یک درصد کلر فعال) به مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه ضدعفونی و بعد از آن سه مرتبه با آب شستشو شدند. این آزمایش به صورت 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 چهار درجه سانتی‌گراد و سرمادهی خشک در ۲۰- درجه سانتی‌گراد)، نیترات پتاسیم در سه سطح (صفر، یک و دو درصد) و اسید جیبرلیک در دو سطح (صفر و ۲۰۰ میلی‌گرم درلیتر) انجام شد. ارزیابی اولیه شاخص‌های حیاتی بذر مانند جوانه‌زنی و رشد اولیهٔ گیاهچه‌ها نشان داد که کاربرد همزمان سه تیمار خراش‌دهی بذور با اسید سولفوریک ۹۸ درصد، سرمادهی مرطوب و اسید جیبرلیک ۲۰۰ پی‌پی‌ام، بیشترین تأثیر را در شکستن رکود بذر و به دنبال آن افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور بنه و همچنین رشد اولیهٔ گیاهچه‌ها دارند. همچنین نتایج حاصله، اثرات مثبت اسید جیبرلیک را در افزایش طول ساقه چه نشان داد.**

**واژه‌های کلیدی: جوانه‌زنی، خراش‌دهی، سرمادهی، شاخص‌های حیاتی، Pistacia atlantica**

## مقدمه

درخت بنه یکی از گونه‌های مهم در جنگل‌های زاگرس بعد از بلوط ایرانی است و در مناطق وسیعی از ایران به‌جز اقلیم‌های مرطوب خزری، کویرها و مناطق پست خلیج عمانی گسترش دارد (۲۹،۱۷). بنه با نام علمی *Pistacia atlantica*، از تیرهٔ Anacardiaceae و از لحاظ بوم‌شناختی یک گیاه خشکی‌پسند است و در جنوب غرب آسیا به‌صورت یک‌گونه غالب قسمت عمده پوشش جنگلی را تشکیل می‌دهد (۲۲). این‌گونه علاوه بر ایفای نقش بوم‌شناختی در جنگل‌های زاگرس، به دلیل تولید محصولات فرعی ارزشمند ازجمله میوه و سقز از اهمیت اقتصادی و اجتماعی زیادی برخوردار است (۳۶). میوه بنه غنی از اسیدهای چرب مانند اسید اولئیک و لینولئیک می‌باشد (۱۳). گزارش شده است ترکیبات اسیدهای چرب این‌گونه بهتر از سایر گونه‌های این خانواده مانند پسته و خنجوک می‌باشد (۴۲). از پوسته سبز بنه برای استفاده در بستنی و صنایع شیرینی‌سازی استفاده می‌شود (۲۱). سقز یا شیره درخت بنه یکی دیگر از فراورده‌های این‌گونه می‌باشد که غنی از تربانتین است و در صنایع مختلف استفاده می‌شود و از اهمیت دارویی بالایی نیز برخوردار است (۴۴،۳۶،۱۹). تربانتین یکی از اجزای مهم تشکیل‌دهنده پماد آلفا است که در درمان سوختگی‌های سطحی و خفیف بکار می‌رود (۳۵).

سه گونهٔ پسته شامل *P. atlantica*، *P. khinjuk* و P. vera به‌طور طبیعی در ایران وجود دارند که گونهٔ بنه از گسترده‌ترین آن‌هاست (۳۷). گونه اهلی پسته معمولاً از طریق پیوند بر روی دانهال‌های مختلف جنس *Pistacia* تکثیر می‌شوند (۱۱). گونه‌های جنس پسته فقط با بذر تکثیر می‌شوند. بذرهای گونه *Pistacia* توسط آندوکارپ استخوانی محصورشده‌اند که فوق‌العاده سخت و تقریباً نسبت به آب‌وهوا غیرقابل نفوذ و مانع سختی برای رشد جنین است که جوانه‌زنی آن را با مشکل مواجه کرده و درصد جوانه‌زنی را کاهش می‌دهد. همچنین گونه‌های مناطق معتدله سرد دارای رکود فیزیولوژیکی عمیق هستند، که بسیاری از گونه‌های جنس *Pistacia* نیز از این قاعده مستثنی نیستند. این رکود نیز با یک دوره سرمادهی مرطوب یا با اسید جیبرلیک برطرف می‌شود. بنابراین گونه‌های جنس *Pistacia* دارای دو نوع رکود فیزیکی و فیزیولوژیکی هستند (۱). وجود آندوکارپ چوبی و سخت در گونه‌های جنس *Pistacia* که باعث کاهش جذب آب و متعاقباً کاهش جوانه‌زنی بذرها می‌شود با خراش‌دهی برطرف و متناوباً چینه‌سرمایی با رفع خفتگی فیزیولوژیکی جنین، جوانه‌زنی بذور را بهبود می‌دهد (۱).

روش‌های مختلفی برای شکستن رکود بذر در گیاهان مختلف وجود دارد. در پژوهشی حیدری و همکاران (۱۶) نشان دادند خراش دهی مکانیکی یکی از عوامل بسیار مؤثر در جوانه‌زنی بر گونه‌های پسته و آلو است. بررسی جوانه‌زنی بذرهای گونه‌های *P. palaestina*، *P. atlantica* و *P. lentistina* در تیمارهای مختلف اسیدسولفوریک، سرمادهی و اسید جیبرلیک، نشان داد که بیشینه جوانه‌زنی

بذرهای دو گونهٔ *P. palaestina* و *P. atlantica* تحت تأثیر اثر متقابل دو تیمار خراش‌دهی و سرمادهی به ترتیب به میزان ۶۰ و ۵۰ درصد بدست آمد و در گونهٔ *P. lentistina* بیشترین میزان جوانه‌زنی به میزان ۳۴ درصد تحت تأثیر اثر متقابل خراش دهی و اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد (۱). بررسی بذور بنه تحت تأثیر خراش‌دهی و دوره‌های مختلف سرمادهی در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد نشان داد که اثر متقابل خراش‌دهی و سرمادهی به مدت ۳۰ روز نتایج بسیار مطلوبی در افزایش جوانه‌زنی بذور بنه دارد (۱۰). بیشترین درصد جوانه‌زنی بذرهای کلخونگ زمانی که بذرهای خراش داده‌شده با اسیدسولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۳۰-۴۰ روز در سرمای چهار درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند یا در اسید جیبرلیک ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر غوطه‌ور شدند به دست آمد (۶). در مطالعه‌ای تیمار خراش‌دهی با اسیدسولفوریک به مدت دو ساعت میزان و سرعت جوانه‌زنی بذور *P. atlantica* را افزایش داد ولی تیمار اسید جیبرلیک تأثیر معنی‌داری بر روی جوانه‌زنی بذرهای این‌گونه نداشت (۱۸). در پژوهشی برای بهبود جوانه‌زنی بذرهای بنه و کلخونگ، از تیمار خراش‌دهی با اسید و سرمادهی استفاده شد و درصد جوانه‌زنی بذور بنه را از ۲۰ درصد در تیمار شاهد به ۷۶ درصد در تیمار اسید-سرما افزایش یافت (۳۰). پیش تیمار بذور گونه‌های *Pistacia atlantica*، *P. terebinthus* و یک گونهٔ هیبرید با سرمادهی مرطوب و جیبرلین هرچند درصد جوانه‌زنی بذرها را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد اما تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد این اختلاف در حد معنی‌داری نیست. ولی این پیش تیمارها زمان کامل شدن جوانه‌زنی بذور سه گونه را به‌طور معنی‌داری کاهش دادند (۱۸). در برخی گزارش‌های منتشرشده، نتایج نشان داد کاربرد اسید جیبرلیک در بذور هلو باعث حذف نیاز سرمایی و به دنبال آن جوانه‌زنی بذر، بیشتر شده است (۲۶). از ترکیبات شیمیایی دیگری مانند نیترات پتاسیم و تیوره هم برای افزایش جوانه‌زنی بذر استفاده شده است ولی اثرات آن‌ها در افزایش بذر و رشد گیاهچه‌ها کاملاً آشکار نیست (۲). از نیترات پتاسیم برای بررسی جوانه‌زنی بذر، بیشتر در شرایط آزمایشگاهی و کنترل‌شده استفاده‌شده است ولی گزارش‌های نشان داد نتایج مطلوبی به دست نیامده است (۱۵). در گزارشی نوروزی هارونی و طبری کوچکسرایی (۳۱) نشان دادند تیمار هالوپرایم بذور آقاقیا با استفاده از نیترات پتاسیم ۱۰۰ میلی‌مولار به مدت ۲۴ و ۴۸ ساعت باعث افزایش درصد جوانه‌زنی بذور این گیاه شده است. میرزاده واقفی و همکاران (۲۸) با اعمال تیمارهای اسیدجیبرلیک، اسیدسولفوریک و نیترات پتاسیم بر روی سه گونه زالزالک نشان دادند که بهترین تیمار برای افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر زالزالک، استفاده از نیترات پتاسیم ۰/۵ درصد است.

پایه بنه در اغلب موارد در مقایسه با پایه گونه *vera* به دلیل مقاومت آن به شرایط نامناسب محیطی مثل شوری، خشکی و نماتد و همچنین عملکرد خوب آن ترجیح داده می‌شود (۱۲،۱۱)، اما امروزه به دلیل جوانه‌زنی کم بذرهای آن، کمتر به‌عنوان پایه برای پسته استفاده می‌شود (۱۱). همچنین باقری و همکاران (۵) نشان دادند عوامل فیزیوگرافی و سایر فاکتورها که می‌توانند در زادآوری بنه موثر باشند در پروژه‌های غنی سازی و جنگل کاری دارای اهمیت بالایی هستند. بنابراین انتخاب راهکارهایی مناسب برای تکثیر این‌گونهٔ جنگلی از اهمیت بالایی برخوردار است. با توجه به اهمیت گونهٔ بنه به‌عنوان گیاهی دارویی، پایه‌ای مقاوم برای ارقام تجاری پسته و اهمیت آن برای احیای جنگل‌های زاگرس، در این تحقیق از تیمارهای مختلفی به‌منظور شکستن رکود مکانیکی و فیزیولوژیکی و متعاقباً افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر و همچنین افزایش رشد اولیه گیاهچهٔ بنه، استفاده شد.

## مواد و روش‌ها

بذرهای بنه در مرحله رسیدگی کامل در اواخر تابستان سال ۱۳۹۳ از منطقهٔ میمه شهرستان دهلران با مختصات جغرافیایی ’۱۶ °۴۷ طول شرقی و ’۴۱ °۳۲ عرض شمالی و ارتفاع ۲۱۵ متری از سطح دریا جمع‌آوری شدند. بذور پس از پوست‌گیری با قرار دادن در محلول هیپوکلریت سدیم (یک درصد کلر فعال) به مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه ضدعفونی سطحی و بعدازآن سه مرتبه با آب شستشو شدند (۲۰،۷). به‌منظور شکستن رکود مکانیکی پوسته بذر و رکود عمیق فیزیولوژیکی جنین و افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه بنه از تیمارهای مختلفی استفاده شد.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در سه تکرار با چهار فاکتور و درمجموع با ۳۶ تیمار آزمایشی (آزمایش فاکتوریل ۲×۳×۳×۲) انجام شد. تیمارهای مورداستفاده در این پژوهش به ترتیب شامل خراش‌دهی در دو سطح (بدون خراش‌دهی و خراش‌دهی با استفاده از اسیدسولفوریک ۹۸ درصد به مدت ۱۰ دقیقه)، سرمادهی در سه سطح (بدون تیمار سرمایی، چینه سرمایی مرطوب در دمای چهار درجه سانتی‌گراد به مدت دو ماه و سرمادهی خشک در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد به مدت دو ماه)، پیش‌تیمار بذر در محلول نیترات پتاسیم در سه سطح ( صفر، محلول یک درصد و محلول دو درصد نیترات پتاسیم به‌صورت غوطه‌وری بذور به مدت ۲۲ ساعت) و پیش‌تیمار بذر در محلول اسید جیبرلیک در دو سطح (صفر و محلول ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۶) به‌صورت غوطه‌وری بذور به مدت ۲۴ ساعت بودند (جدول ۱). پس از اعمال تیمارهای آزمایشی، تعداد ۲۵ عدد بذر برای هر تکرار و در مجموع ۷۵ بذر (۲۰) برای هر تیمار آزمایشی در ظرف‌های پلاستیکی که از ماسه‌بادی، خاک و پرلیت به نسبت ۱:۱:۱ به‌عنوان بستر کشت پرشده بودند قرار گرفتند و به گلخانه در دمای ۵±۲۰ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. تعداد بذر جوانه‌زده در هر واحد آزمایشی به‌صورت روزانه شمارش شدند. شمارش بذور جوانه-زده برای هر ظرف تا زمانی که در سه روز متوالی تغییری در تعداد بذرهای جوانه‌زده مشاهده نشده ادامه پیدا کرد. پس از ۳۰ روز درصد جوانه‌زنی نهایی واحدهای آزمایشی یادداشت و از روابط ۱ و ۲ به ترتیب درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور محاسبه شدند (۴۱،۲۴).

$$\text{درصد جوانه زنی} = \frac{\text{تعداد بذرهای جوانه زده}}{\text{تعداد بذرهای کاشته شده}} \times ۱۰۰ \quad (۱)$$

$$GR = \sum \left(\frac{Ni}{Ti}\right) \quad (۲)$$

GR: سرعت جوانه‌زنی، Ni: تعداد بذر جوانه‌زده در هر روز، Ti: روز شمارش

برای ارزیابی میزان رشد اولیه گیاهچه‌ها، طول ساقه‌چه تعدادی از گیاهچه‌های طبیعی هر واحد آزمایشی به‌صورت تصادفی با استفاده از خط‌کش استاندارد اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها محاسبه شد. تجزیه آماری آزمایش پس از ارزیابی مفروضات تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد و مقایسه میانگین از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت. ترسیم نمودارها نیز با استفاده از نرم‌افزار Excel صورت گرفت.

جدول ۱- انواع تیمارهای به‌کاررفته در ارزیابی واکنش‌های حیاتی بذور بنه

Table 1. The different treatments for assessment of vital reactions of wild pistachio seeds

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| S0C0K0G0 | S0C0K0G200 | S0C0K1G0 | S0C0K1G200 | S0C0K2G0 | S0C0K2G200 |
| S0C4K0G0 | S0C4K0G200 | S0C4K1G0 | S0C4K1G200 | S0C4K2G0 | S0C4K2G200 |
| S0C-20K0G0 | S0C-20K0G200 | S0C-20K1G0 | S0C-20K1G200 | S0C-20K2G0 | S0C-20K2G200 |
| SC0K0G0 | SCK0G200 | SC0K1G0 | SC0K1G200 | SC0K2G0 | SC0K2G200 |
| SC4K0G0 | SC4K0G200 | SC4K1G0 | SC4K1G200 | SC4K2G0 | SC4K2G200 |
| SC-20K0G0 | SC-20K0G200 | SC-20K1G0 | SC-20K1G200 | SC-20K2G0 | SC-20K2G200 |

S0: بدون خراش‌دهی، S: خراش‌دهی با اسیدسولفوریک ۹۸٪ C0: بدون سرمادهی، C4: سرمادهی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، C-20: سرمادهی خشک در دمای منفی ۲۰ درجه سانتی‌گراد، K0: بدون استفاده از نیترات پتاسیم، K1: نیترات پتاسیم ۱٪ K2: نیترات پتاسیم ۲٪ G0: بدون استفاده از اسید جیبرلیک، G200: اسید جیبرلیک ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تیمارهای خراش‌دهی، سرمادهی، اسید جیبرلیک، اثر متقابل خراش‌دهی در سرمادهی و اثر متقابل نیترات پتاسیم در اسید جیبرلیک در سطح یک درصد و تیمارهای نیترات پتاسیم، اثر متقابل خراش‌دهی در نیترات پتاسیم و خراش‌دهی در اسید جیبرلیک در سطح ۵ درصد برافزایش درصد جوانه‌زنی بذور بنه تأثیر معنی‌داری گذاشته‌اند (جدول ۲). بیشترین درصد جوانه‌زنی بذور مربوط به تیمار اثرات متقابل چهار عامل خراش‌دهی، سرمادهی مرطوب، اسید جیبرلیک ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر و نیترات پتاسیم دو درصد به میزان ۹۴/۶۷ درصد بود درحالی‌که کمترین درصد جوانه‌زنی بذور به میزان ۱۳/۳۳ درصد، در تیمار سرمادهی خشک و تیمار اثرات توأم سرمادهی خشک، نیترات پتاسیم دو درصد و اسید جیبرلیک ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر به دست آمد (شکل ۱).

مقایسه میانگین اثرات اصلی عوامل آزمایشی نشان داد خراش‌دهی بذر با اسیدسولفوریک، سرمادهی مرطوب و اسید جیبرلیک ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر باعث افزایش معنی‌داری بر درصد جوانه‌زنی شدند اما تیمار نیترات پتاسیم در مقایسه با شاهد (عدم استفاده از نیترات پتاسیم) باعث کاهش درصد جوانه‌زنی بذور بنه شده و اختلاف معنی‌داری بین سطح صفر نیترات پتاسیم با سطح دو درصد آن وجود دارد (جدول ۳). همچنین نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به‌سرعت جوانه‌زنی نشان داد فاکتورهای خراش‌دهی، سرمادهی، جیبرلیک اسید و اثرات متقابل خراش‌دهی در سرمادهی و خراش‌دهی در جیبرلیک اسید در سطح ۱ درصد و اثرات متقابل نیترات پتاسیم در اسید جیبرلیک در سطح ۵ درصد دارای اثرات معنی‌داری بر این صفت می‌باشند (جدول ۱). بیشترین سرعت جوانه‌زنی بذور بنه به میزان ۳/۳ عدد بذر جوانه‌زده در هر روز، مربوط به اثر متقابل سه عامل خراش‌دهی، سرمادهی مرطوب و اسید جیبرلیک ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود ولی کمترین سرعت جوانه‌زنی به میزان ۰/۰۳ عدد بذر جوانه‌زده در هر روز در تیمار اثر متقابل سه عامل سرمادهی خشک، نیترات پتاسیم ۱ درصد و اسید جیبرلیک ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر حاصل شد (شکل ۲). مقایسه میانگین اثرات اصلی عوامل آزمایشی نشان داد خراش‌دهی بذر با اسیدسولفوریک، سرمادهی مرطوب و اسیدجیبرلیک ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی بذور بنه شدند اما هیچ‌یک از سطوح نیترات پتاسیم تأثیر معنی‌داری در افزایش سرعت جوانه‌زنی بذور نشان ندادند (جدول ۳).

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به طول ساقه‌چه‌ها نشان داد فاکتورهای خراش‌دهی، سرمادهی، نیترات پتاسیم، جیبرلیک اسید و اثرات متقابل خراش‌دهی در اسید جیبرلیک، سرمادهی در اسید جیبرلیک و نیترات پتاسیم در اسید جیبرلیک در سطح ۱ درصد و اثرات متقابل چهارگانه خراش‌دهی در سرمادهی در نیترات پتاسیم در اسید جیبرلیک در سطح ۵ درصد دارای اثرات معنی‌داری بر این صفت می‌باشند (جدول ۲). بیشترین طول ساقه‌چه به میزان ۷/۹۷ سانتی‌متر مربوط به اثر متقابل سه عامل خراش‌دهی، سرمادهی مرطوب و اسید جیبرلیک ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود و کمترین طول ساقه‌چه نیز به میزان ۲/۵۳ سانتی‌متر در تیمار اثر متقابل سه عامل سرمادهی خشک، نیترات پتاسیم ۱ درصد و اسید جیبرلیک ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر به دست آمد (شکل ۳). مقایسه میانگین اثرات اصلی عوامل آزمایشی نشان داد خراش‌دهی بذر با اسیدسولفوریک، سرمادهی مرطوب، سطح صفر نیترات پتاسیم (عدم استفاده از نیترات پتاسیم) و اسید جیبرلیک ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر تأثیر معنی‌داری در افزایش طول ساقه‌چه دارند (جدول ۳).

جدول ۲- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس صفات ارزیابی‌شده

Table 2. Mean comparison obtained from variance analysis of measured traits

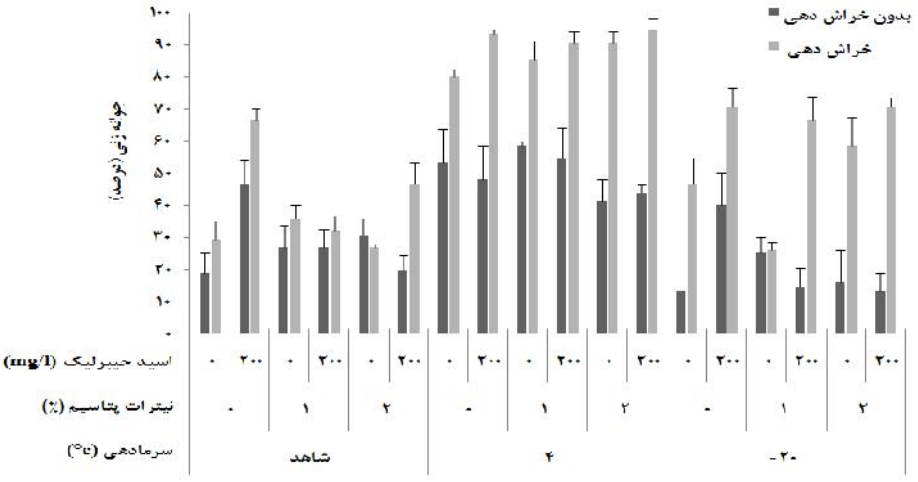
| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | |
|---|---|---|---|---|
| | | درصد جوانه‌زنی | سرعت جوانه‌زنی (روز) | طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) |
| خراش‌دهی | ۱ | ۲۳۴۶۷/۲۶$^{**}$ | ۲۶/۴۳$^{**}$ | ۱۲/۲۸۵$^{**}$ |
| سرمادهی | ۲ | ۱۴۰۵۶/۴۴$^{**}$ | ۲۹/۶۸$^{**}$ | ۲۰/۴۲$^{**}$ |
| نیترات پتاسیم | ۲ | ۳۴۵/۲۳$^{*}$ | ۰/۰۵ | ۴/۹۸$^{**}$ |
| اسید جیبرلیک | ۱ | ۱۸۵۸/۳۷$^{**}$ | ۱/۷۹$^{**}$ | ۱۶/۶۷$^{**}$ |
| خراش‌دهی × سرمادهی | ۲ | ۲۲۸۱/۹۳$^{**}$ | ۹/۶۲$^{**}$ | ۰/۷۶ |
| خراش‌دهی ×نیترات پتاسیم | ۲ | ۴۰۱/۹۳$^{*}$ | ۰/۰۹۷ | ۱/۲۳ |
| خراش‌دهی ×اسید جیبرلیک | ۱ | ۷۶۸/۰۰$^{*}$ | ۱/۰۲$^{**}$ | ۱۴/۰۶$^{**}$ |
| سرمادهی× نیترات پتاسیم | ۴ | ۸۳/۷۸ | ۰/۰۵۸ | ۰/۳۲ |
| سرمادهی× اسید جیبرلیک | ۲ | ۱۸۸/۵۹ | ۰/۱۴ | ۲/۹۴$^{**}$ |
| نیترات پتاسیم× اسید جیبرلیک | ۲ | ۱۱۵۷/۴۸$^{**}$ | ۰/۲۳$^{*}$ | ۳/۷۴$^{**}$ |
| خراش‌دهی ×سرمادهی× نیترات پتاسیم | ۴ | ۱۷۳/۲۶ | ۰/۰۳۸ | ۰/۷۴ |
| خراش‌دهی ×سرمادهی×اسید جیبرلیک | ۲ | ۵/۷۸ | ۰/۰۵۵ | ۰/۳۹ |
| خراش‌دهی ×نیترات پتاسیم×اسید جیبرلیک | ۲ | ۴۱/۳۳ | ۰/۰۱۸ | ۱/۰۳ |
| سرمادهی×نیترات پتاسیم× اسید جیبرلیک | ۴ | ۲۰۹/۷۰ | ۰/۰۴۴ | ۰/۴۲ |
| خراش‌دهی × سرمادهی×نیترات پتاسیم×اسید جیبرلیک | ۴ | ۱۷۱/۷۸ | ۰/۰۱۵ | ۱/۳$^{*}$ |
| خطا | ۷۲ | ۱۰۰/۵۹ | ۰/۰۶۷ | ۰/۵۱ |
| ضریب تغییرات (٪) | | ۲۰/۶۱ | ۲۹/۸۸ | ۱۵/۱۱ |

** و *: به ترتیب معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ و ۰/۰۵

جدول ۳- مقایسه میانگین به‌دست‌آمده از اثرات اصلی عوامل آزمایشی

Table 3. Mean comparison obtained from main effects of experimental factors

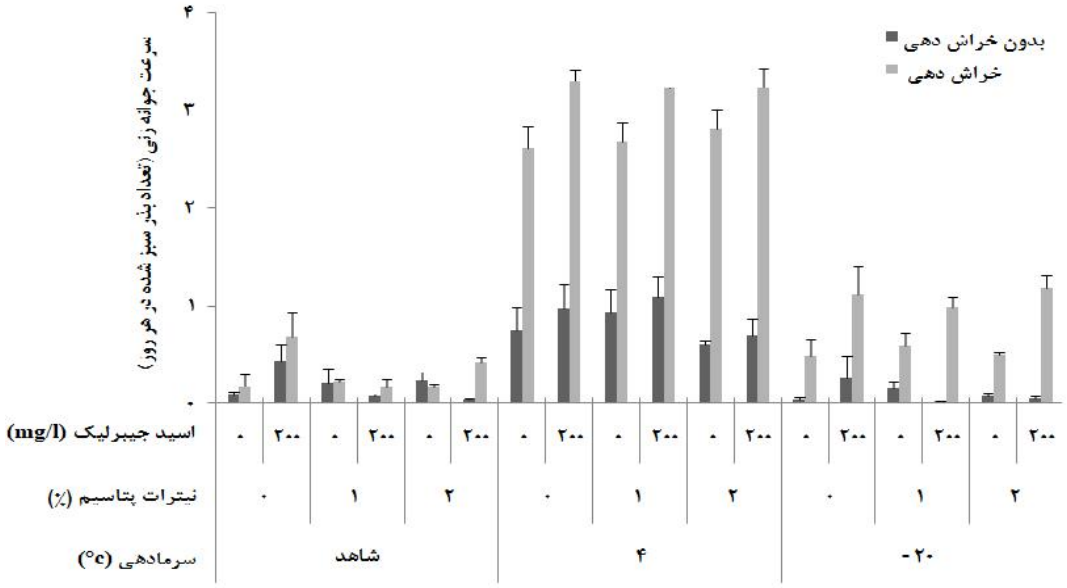
| عوامل آزمایشی | سطوح | میانگین‌ها | | |
|---|---|---|---|---|
| | | درصد جوانه‌زنی | سرعت جوانه‌زنی (روز) | طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) |
| خراش‌دهی | شاهد | ۳۳/۹۳±۴/۳۳$^{D}$ | ۰/۳۷±۰/۳۷$^{D}$ | ۴/۴±۰/۳۳$^{D}$ |
| | ۹۸ درصد | ۶۳/۴۱±۵/۷۳$^{a}$ | ۱/۳۶±۰/۲۸$^{a}$ | ۵/۰۸±۰/۳۱$^{a}$ |
| سرما دهی | شاهد | ۳۳/۸۹±۴/۴۲$^{c}$ | ۰/۲۴±۰/۰۷$^{c}$ | ۴/۳۸±۰/۳۵$^{D}$ |
| | ۴ درجه سانتی‌گراد | ۷۱/۱۱±۶/۸۸$^{aD}$ | ۱/۹۱±۰/۳۳$^{a}$ | ۵/۶۱±۰/۳۲$^{a}$ |
| | ۲۰- درجه سانتی‌گراد | ۴۱±۷/۱۹$^{D}$ | ۰/۴۵±۰/۱۳$^{D}$ | ۴/۲۳±۰/۴۲$^{D}$ |
| نیترات پتاسیم | صفر | ۵۲/۱۱±۷/۸۲$^{a}$ | ۰/۹۱±۰/۲۹$^{a}$ | ۵/۱۷±۰/۴۷$^{a}$ |
| | ۱ درصد | ۴۷/۷۸±۷/۲۹$^{aD}$ | ۰/۸۶±۰/۳۰$^{a}$ | ۴/۴۸±۰/۳۴$^{D}$ |
| | ۲ درصد | ۴۶/۱۱±۷/۸۲$^{D}$ | ۰/۸۳±۰/۳۰$^{a}$ | ۴/۵۷±۰/۴۱$^{D}$ |
| اسید جیبرلیک | صفر | ۴۴/۵۲±۵/۸۹$^{b}$ | ۰/۷۴±۰/۲۲$^{b}$ | ۴/۳۵±۰/۲۴$^{b}$ |
| | ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر | ۵۲/۸۱±۶/۲۷$^{a}$ | ۱±۰/۲۶$^{a}$ | ۵/۱۳±۰/۳۹$^{a}$ |



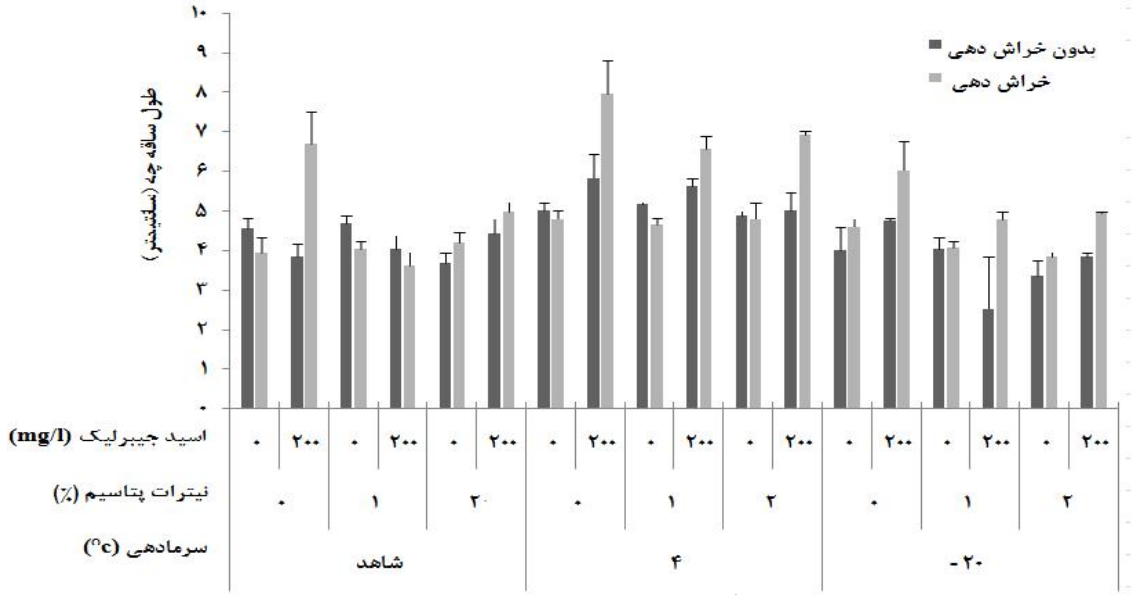

شکل ۱- تأثیر تیمارهای اعمال‌شده بر درصد جوانه‌زنی بذر بنه

Figure 1. The effects of applied treatments on germination percentage of wild pistachio seeds

همچنین نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به‌سرعت جوانه‌زنی نشان داد فاکتورهای خراش‌دهی، سرمادهی، جیبرلیک اسید و اثرات متقابل خراش‌دهی در سرمادهی و خراش‌دهی در جیبرلیک اسید در سطح ۱ درصد و اثرات متقابل نیترات پتاسیم در اسید جیبرلیک در سطح ۵ درصد دارای اثرات معنی‌داری بر این صفت می‌باشند (جدول ۱). بیشترین سرعت جوانه‌زنی بذور بنه به میزان ۳/۳ عدد بذر جوانه‌زده در هر روز، مربوط به اثر متقابل سه عامل خراش‌دهی، سرمادهی مرطوب و اسید جیبرلیک ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود ولی کمترین سرعت جوانه‌زنی به میزان ۰/۰۳ عدد بذر جوانه‌زده در هر روز در تیمار اثر متقابل سه عامل سرمادهی خشک، نیترات پتاسیم ۱ درصد و اسید جیبرلیک ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر حاصل شد (شکل ۲). مقایسه میانگین اثرات اصلی عوامل آزمایشی نشان داد خراش‌دهی بذر با اسیدسولفوریک، سرمادهی مرطوب و اسید جیبرلیک ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی بذور بنه شدند اما هیچ‌یک از سطوح نیترات پتاسیم تأثیر معنی‌داری در افزایش سرعت جوانه‌زنی بذور نشان ندادند (جدول ۳). نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به طول ساقه‌چه‌ها نشان داد فاکتورهای خراش‌دهی، سرمادهی، نیترات پتاسیم، جیبرلیک اسید و اثرات متقابل خراش‌دهی در اسید جیبرلیک، سرمادهی در اسید جیبرلیک و نیترات پتاسیم در اسید جیبرلیک در سطح ۱ درصد و اثرات متقابل چهارگانه خراش‌دهی در سرمادهی در نیترات پتاسیم در اسید جیبرلیک در سطح ۵ درصد دارای اثرات معنی‌داری بر این صفت می‌باشند (جدول ۲). بیشترین طول ساقه‌چه به میزان ۷/۹۷ سانتی‌متر مربوط به اثر متقابل سه عامل خراش‌دهی، سرمادهی مرطوب و اسید جیبرلیک ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود و کمترین طول ساقه‌چه نیز به میزان ۲/۵۳ سانتی‌متر در تیمار اثر متقابل سه عامل سرمادهی خشک، نیترات پتاسیم ۱ درصد و اسید جیبرلیک ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر به دست آمد (شکل ۳). مقایسه میانگین اثرات اصلی عوامل آزمایشی نشان داد خراش‌دهی بذر با اسیدسولفوریک، سرمادهی مرطوب، سطح صفر نیترات پتاسیم (عدم استفاده از نیترات پتاسیم) و اسید جیبرلیک ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر تأثیر معنی‌داری در افزایش طول ساقه‌چه دارند (جدول ۳).




شکل ۲- تأثیر تیمارهای اعمال‌شده بر سرعت جوانه‌زنی بذر بنه
Figure 2. The effects of applied treatments on germination rate of wild pistachio seeds




شکل ۳- تأثیر تیمارهای اعمال‌شده بر طول ساقه‌چه بنه
Figure 3. The effects of applied treatments on shootlet length of wild pistachio

رکود بذر یکی از مهم‌ترین قابلیت‌های بذر برای بقا در طبیعت است. الگوی جوانه‌زنی بذر تحت تأثیر فاکتورهای مختلف و نفوذپذیری پوسته بذر قرار می‌گیرد. جذب آب، فعالیت آنزیمی، رشد جنین، تخریب پوسته بذر و رشد گیاهچه از پارامترهای مهم در جوانه‌زنی بذر می‌باشند (۳۹). نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش و سایر گزارش‌هایی که به بررسی جوانه‌زنی بذور بسیاری از گونه‌های جنس *Pistacia* پرداخته‌اند نشان می‌دهند، بذوری که تحت تأثیر توأم دو عامل خراش‌دهی و سرمادهی مرطوب قرار می‌گیرند، بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی را دارند که این موضوع نشان‌دهنده‌ی وجود دو نوع رکود مکانیکی (ناشی از پوسته‌ی سخت بذر) و رکود عمیق فیزیولوژیکی (رکود رویانی) در بسیاری از بذور گونه‌های این جنس است و استفاده از روش‌هایی که باعث حذف این دو رکود می‌گردند اثرات معنی‌داری بر درصد و سرعت جوانه‌زنی گونه‌های این جنس می‌گذارند که این نتایج با گزارش شالتوت و شورباگی (۴۰) مطابقت دارد. خراش‌دهی پوسته بذر با استفاده از اسید یکی از راهکارهای بسیار مؤثر برای بذوری می‌باشد که دارای پوشش سخت هستند (۴۰). گزارش‌های زیادی وجود دارد که نشان می‌دهند خراش‌دهی مکانیکی و استفاده از اسیدسولفوریک برای بهبود جوانه‌زنی بذر بسیاری از گیاهان که دارای پوسته سخت هستند به کار می‌روند (۴۳). در گزارشی پلاز و همکاران (۳۴) و پینتی و همکاران (۳۲) بامطالعه جوانه‌زنی در بذر گیاه *Prosopis caldenia* نتیجه گرفتند حداکثر جوانه‌زنی (بیش از ۹۵٪) وقتی حاصل شد که از خراش‌دهی مکانیکی و اسید استفاده‌شده است که با نتایج این مقاله در مورد اثرات مثبت خراش‌دهی با اسیدسولفوریک در شکستن رکود بذور بنه مطابقت دارد.

نتایج این پژوهش نشان داد سه تیمار خراش‌دهی، سرمادهی و اسید جیبرلیک در افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور بنه مؤثر هستند. افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور بنه با استفاده از اسید جیبرلیک می‌تواند به دلیل نقش این هورمون در برطرف کردن رکود عمیق فیزیولوژیکی جنین باشد (۲۳). در پژوهشی نشان داده شد اعمال توأم دو تیمار خراش‌دهی و چینه‌سرمایی و دو تیمار خراش‌دهی و اسید جیبرلیک در سه گونهٔ *P. palaestina* و *P. atlantica* و *P. lentistina* موجب افزایش درصد جوانه‌زنی بذور این گونه‌ها می‌شوند (۱) که منطبق با نتایج مقاله حاضر است. در گزارشی دیگر، بیشترین میزان جوانه‌زنی بذرهای بنه تحت اثر متقابل دو تیمار خراش‌دهی و سرمادهی مرطوب بدست آمد (۳۰). همچنین نتایج برخی محققان نشان داد اعمال توأم خراش‌دهی و سرمادهی ۳۰ روزه می‌تواند در افزایش درصد جوانه‌زنی بذور بنه مناسب باشد (۱۰). در گزارشی بیشترین درصد جوانه‌زنی بذرهای کلخونگ در اثرات متقابل دو تیمار خراش‌دهی و سرمادهی ۳۰-۴۰ روزه و دو تیمار خراش‌دهی و اسید جیبرلیک ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد (۶) که تایید کننده نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش است. این نتایج درواقع وجود دو نوع رکود فیزیکی و فیزیولوژیکی را در بذور گونه‌های جنس *Pistacia* نشان می‌دهند. بنابراین اعمال توأم تیمارهایی برای حذف هر دو نوع رکود فیزیکی و فیزیولوژیکی در بذر گونهٔ بنه و سایر گونه‌های جنس *Pistacia*، به‌منظور افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور لازم و ضروری می‌باشد (۶).

رکود فیزیکی که ناشی از پوشش سخت بذور مربوط به این جنس است و مانع از نفوذ آب‌وهوا و همچنین توسعهٔ رویان می‌شود تا حد زیادی در کاهش درصد و سرعت

جوانه‌زنی بذور گونه‌های این جنس مؤثر است. گزارش‌های زیادی نشان می‌دهند خراش‌دهی شیمیایی با استفاده از اسیدسولفوریک برای بهبود جوانه‌زنی بذر بسیاری از گیاهان که دارای پوسته سخت هستند به کار می‌روند. در گونه‌های مختلف جنس *Pistacia* که دارای پوستهٔ سخت و استخوانی هستند نیز خراش‌دهی می‌تواند این رکود را برطرف کند. رکود فیزیولوژیکی (رکود جنین) که رایج‌ترین نوع رکود در گونه‌های معتدله سرد است با یک دوره نگهداری بذر در شرایط مرطوب سرد و یا استفاده از جیبرلیک اسید برطرف می‌شود (۱۵).

نتایج این پژوهش همچنین نشان داد سرمادهی خشک در برطرف کردن رکود فیزیولوژیکی جنین مؤثر است ولی استفاده از سرمادهی مرطوب، مطلوب‌تر است. سرمادهی منجر به کاهش ABA و افزایش هورمون‌های محرک رشد مانند جیبرلین می‌شود (۱۴). هورمون جیبرلین ازجمله مواد تحریک‌کننده‌ای است که می‌تواند جایگزینی مناسب برای برطرف نمودن نیاز سرمایی در بذر گونه‌های معتدله باشد (۸). درواقع جیبرلین پس از انتقال به لایهٔ آلورون بذر موجب تولید آلفا آمیلاز شده این آنزیم به‌طرف داندرون حرکت کرده و در آنجا نشاسته را به قند تبدیل می‌کند که به نقاط در حال رشد رویان انتقال‌یافته و انرژی لازم برای رشد را تأمین می‌کند (۱۵). بنابراین برای برطرف کردن رکود فیزیولوژیکی از تیمار سرمادهی یا اسید جیبرلیک استفاده می‌شود. البته تأثیر هورمون جیبرلین در برطرف کردن رکود عمیق فیزیولوژیکی بذور بنه به‌اندازه چینه‌سرمایی مرطوب نبوده و همواره چینه سرمایی به‌منظور افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی ارجح‌تر است. این امر ممکن است به این خاطر باشد که شرایط چینه‌سرمایی مرطوب علاوه بر اینکه در افزایش ترکیبات شبه‌جیبرلین در بذر مؤثر است، باعث حذف ترکیبات بازدارنده جوانه‌زنی بذور هم می‌گردد و ازاین‌رو چینه سرمایی مرطوب کارایی بیشتری در جوانه‌زنی بذور نشان داد درصورتی‌که اسید جیبرلیک فقط باعث رفع رکود عمیق فیزیولوژیکی جنین می‌شود. نتایج حاصل از آزمایش‌های متعدد، تأثیر خراش‌دهی، سرمادهی و اسید جیبرلیک را در افزایش رشد رویشی دانهال نشان می‌دهند. در پژوهشی، خراش‌دهی بذرهای ارقام زیتون به‌صورت مکانیکی و شیمیایی علاوه بر تأثیر معنی‌دار بر افزایش درصد جوانه‌زنی بذور، رشد اولیه دانهال‌ها را نیز به‌طور معنی‌داری افزایش داد که البته تأثیر خراش‌دهی با اسیدسولفوریک بیشتر بود که با نتایج رستمی و شهسوار (۳۸) مطابقت دارد. شاید تأثیر مثبت خراش‌دهی در افزایش رشد دانهال به این دلیل باشد که خراش‌دهی پوسته بذر باعث تسهیل خروج ریشه‌چه می‌شود که درنتیجه رویان انرژی کمتری برای جوانه‌زنی صرف کرده و بیشتر انرژی آن صرف رشد رویشی گیاهچه می‌شود. همچنین 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 قرارگرفته‌اند زودتر جوانه می‌زنند، سرعت جوانه‌زنی بالاتری دارند و فرصت بیشتری برای رشد دارند.

جیبرلین‌ها طویل شدن ساقه را در بسیاری از انواع گیاهان رونق می‌دهند. این امر ممکن است به خاطر تأثیر جیبرلین بر طویل شدن سلول‌های میان گره‌ها باشد، اگرچه تقسیم سلولی نیز می‌تواند مؤثر باشد (۴). گونه‌های مختلف جنس پسته دارای رشد کندی هستند و به همین دلیل از جیبرلین برای تحریک رشد رویشی استفاده می‌شود. نتایج آزمایشی نشان می‌دهد که استفاده از جیبرلین به‌ویژه غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر موجب افزایش طول دانهال‌های بنه می‌شود (۳). سرمادهی بذرها نیز به علت افزایش میزان جیبرلین بذر می‌تواند به‌طور غیرمستقیم در تحریک رشد دانهال دخالت داشته باشد. سرمادهی مرطوب موجب تغییر نسبت‌های هورمونی درون بذر به نفع ترکیبات شبه‌جیبرلین می‌شود و با توجه به نقش این هورمون در فعال‌سازی آنزیم‌های تجزیه‌کننده مواد غذایی (۲۷) و طویل شدن سلول‌ها (۲۵)، می‌تواند باعث افزایش رشد گیاهچه گردد. اسید جیبرلیک همچنین باعث طویل شدن دیواره سلولی می‌شود و به دنبال آن باعث هیدرولیز ترکیبات نشاسته‌ای به قندهای ساده مانند گلوکز و یا فروکتوز می‌شود که باعث منفی‌تر شدن پتانسیل اسمزی سلول‌ها گشته و ورود آب را به داخل سلول تسهیل می‌کند و درنهایت باعث افزایش رشد گیاهچه‌ها می‌شود (۴). نتایج این تحقیق نشان داد سه تیمار خراش‌دهی، سرمادهی و اسید جیبرلیک باعث افزایش رشد دانهال‌های بنه می‌گردد. نتایج این آزمایش اثر معنی‌دار نیترات پتاسیم بر افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور و طول ساقه‌چه بنه را نشان نمی‌دهد بنابراین اعمال آن توصیه نمی‌شود. البته نیترات پتاسیم یکی از مهم‌ترین تیمارهای بذری در آزمایشگاه‌های آزمون بذر به شمار می‌رود و می‌تواند جوانه‌زنی بذر را تحریک کند اما توجیه کاملی برای نحوه عمل آن موجود نیست (۱۵). با توجه به نقش سه تیمار خراش‌دهی، سرمادهی مرطوب و اسید جیبرلیک در افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور و شاخص‌های رشدی دانهال‌های بنه در این آزمایش نتیجه‌گیری می‌شود اعمال همزمان سه تیمار خراش‌دهی، چینه‌سرمایی و اسید جیبرلیک برای افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور و همچنین رشد رویشی دانهال‌های حاصله مناسب است.

## تشکر و قدردانی

هزینه‌های این پژوهش از محل اعتبارات پژوهشی دانشگاه ایلام تأمین‌شده است که نگارندگان بدین‌وسیله مراتب قدردانی و سپاس خود را ابراز می‌دارند.

## منابع


1. Abu-Qaoud, H. 2007. Effect of scarification, gibberellic acid and stratification of three *Pistacia* species. An-Najah University Journal for Research, 21: 1-11.1
2. 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: pp: 109-113.
3. Ak, B.E., I. Acar, Y. Nikpeyma and A.L. Ozguven. 1998. Effect of container size and GA3 applications on the growth and development of *Pistacia vera* seedling. Cahiers Options Mediterranean's, 33: 203-207.
4. Arteca, R.N. 2013. Plant growth substances: principles and applications. Springer Science & Business Media. 332 pp.
5. Bagheri, J., A. Salehi and K. Taheri Abkenar. Effective factors on regeneration establishment and quantitative and qualitative characteristics of *Pistacia atlantica* in different physiographic conditions (case study: Khojir National Park). Iranian Forests Ecology, 2(3): 1-12 (In Persian).
6. Baninasab, B. and M. Rahemi. 2008. The effect of scarification, cold stratification and gibberellic acid Treatment on germination of kholkhong seeds. Journal of Plant Sciences, 3: 121-125.
7. Baygi, M.J., M. Alizadeh, F. Ghaderifar and M. Sharifani. 2015. Dormancy removal in pistachio nut: Influences of Hydrogen Cyanamid (Dormex®) as compared to ordinary seed chemical pre-treatments. Advances in Horticultural Science 29(4): 171-175.
8. Bewley, J.D. and M. Black. 1985. Seeds physiology of development and germination, Plenum Press, NewYork.
9. Chaabouni, A.C. and H. Gouta. 2002. Effects of chemical scarification and gibberellic acid on invitro germination of *Pistacia atlantica* seeds. Acta Horticulturae, 591(7): 73-76.
10. 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.
11. Chelli-Chaabouni, A., M. Hammami, M.K. Gouia, R. Gargouri, R. Gargouri and N. Drira. 2010. Effect of saht stress on *Pistacia atlantica* rootstock seedlings in nursery conditions. Option Mediterranean's, 94: 135-140.
12. Crane, J.C. and H.I. Forde. 1974. Improved *Pistacia* seed germination. California Agriculture, 28: 8-9.
13. Dorehgirae, A. and E. Pourabdolah. 2015. Composition of chemical profile of oil extracted from *Pistacia atlantica* subsp. cabulica with *Pistacia atlantica* subsp. *mutica*. Pakistan Journal of Food Sciences, 25(1): 1-6.
14. Galston, A., P. Davies and R. Satter. 2012. The life of the green plant, Translated by Mojtahedi, M. and H. Lessani. University of Tehran Press, Tehran (In Persian).
15. Hartmann, H.T., D.E. Kester and F.T. Davies. 2010. Plant propagation: principles and practices (Vol. 1). Translated by Khosh-Khui, M. Shiraz University Press, (In Persian).
16. Heidari, M., M. Rahemi and M.H. Daneshvar. 2008. Effects of mechanical, chemical scarification and strafication on seed germination of *Prunus scoparia* (spach.) and *Prunus webbii* (spach) vierh. American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science, 3: 114-117.
17. Hosseini, V., R. Akhavan and M. Tahmasebi. 2012. Effect of Pistachio (*Pistacia atlantica*) canopy on the spatial distribution of soil chemical characteristics (Case study: Sarvabad, Kurdistan). Iranian Journal of Forest, 4(1): 13-24 (In Persian).
18. Isfendiyaroglu, M. and E. Ozeker. 2001. The relations between phenolic compounds and seed dormancy in *Pistacia* spp. Cahiers Optins Mediterraneennes, 56: 227-232.
19. Jahanpur, F., R. Sohrabi and M. Fattahi. 2001. Phenological study of wild Pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) in Lorestan province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 10(1): 256-269 (In Persian).
20. Karimpour, S., G.H. Davarynejad, H. Rouhbakhsh and E. Ardakani. 2013. Data on scarification and stratification treatments on germination and seedling growth of *Ziziphus Jujuba* seeds. Advances in Environmental Biology, 7(3): 501-505.
21. Kashaninejad, M., A. Mortazavi, A. Safekordi and L.G. Tabil. 2006. Some physical properties of pistachio (*Pistacia vera*) nut and its kernel. Journal of Food Engineering, 72(1): 30-38.
22. Khatam Saz, M. 1988. Flora of Iran-Anacardiaceae. Research Institute of forests and pastures press. Tehran (In Persian).
23. Khosh-Khui, M. 2010. Plant propagation: principles and practices (Vol. 1). Shiraz University Press, 1-373 p (In Persian).
24. Kindt, R., J.P.B. Lilleso, A. Mbora, J. Muriuki, C. Wambugu, W. Frost, J. Beniest, A. Aithal, J. Awimbo, S. Rao and C. Holding-Anyonge. 2006. Tree seeds for farmers. World Agroforestry Centre, Nairobi.
25. Lessani, H. and M. Mojtahedi. 2005. Introduction Plant Physiology. University of Tehran. 1-726 pp (In Persian).
26. Mehanna, H.T., G.C. Martin and C. Nishijima. 1985. Effects of temperature, chemical treatments and endogenous hormone content on peach seed germination and subsequent seedling growth. Scientia Horticulturae, 27: 63-73.
27. Mirzadeh Vaghefi, S.S. and M. Nasiri. 2013. The effect of physical and chemical factors on the seed germination of and *Crataegus assadii*. Iranian Journal biology, 26: 366-373 (In Persian).
28. Mirzadeh Vaghefi, S.S., A. Jalili and Z. Jamzad. 2013. Effect of gibberllic acid, sulphuric acid and potassium nitrate on germination the seed germination three species of Hawthorn. Iranian Journal Natural Resources, 66: 135-146 (In Persian).

29. Moselou, M. and Y. Erfanifard. 2016. Comparing different K-NN sampling methods for density estimation of wild pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) with clustered spatial pattern in a Zagros open stand. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 23(4): 626-636 (In Persian).
30. Negahdarsaber, M.R., M. Fattahi and A.R. Nasirzadeh. 2007. Physical characteristics and the best method of germination in *pistacia atlantica*. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 15: 11-18 (In Persian).
31. Norouzi Haroni, N. and M. Tabari Kouchsaraei. 2014. The effect of hydropriming, halopriming and boiling wateron seed germination of black locust (*Robinia pesudoacasia* L.). Iranian Forests Ecology, 2(3): 76-88 (In Persian).
32. 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.
33. Peitto, B. and A. Di-Noi. 2001. Seed propagation of Mediteranean trees and shrubs, APAT Press, Italy.
34. 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.
35. Piri, A. and V. Mozafarian. 2014. Introducing medicinal plants of Ilam. Zagro Press, pp: 1-323.
36. Pourreza, M., J.D. Shaw and H. Zangeneh. 2008. Sustainability of wild pistachio (*Pistacia atlantica* Desf.) in Zagros forests, Iran. Forest Ecology and Management, 225: 3667-3671.
37. Rezaeyan, S., M.R. Pourmajidian, H. Jalilvand and A. Parsakhoo. 2009. Growth parameters of *Pistacia atlantica* Desf under different soil conditions in Iran. African Journal of Plant Science, 3: 184-189.
38. Rostami, A.A. and A. Shasavar. 2009. Effect of seed scarification on seed germination and early growth of olive seedling. Journal of Biological Sciences, 9(8): 825-828.
39. Schmidt, L. 2000. Guide to handling of tropical and subtropical forest seed, dormancy and pretreatment. Danida Forest Seed Centre. 511 pp.
40. Shaltout, K.H. and M.N. EL-Shorbagy. 1989. Germination requirements and seedling growth of *Thymelaea hirsuta* (L.). Flora, 183: 429-436.
41. Tajbakhsh, M. and M. Ghiyasi. 2008. Seed ecology. Azarbaijan Gharbi jehad Daneshgahi Press, Urmia (In Persian).
42. Tavakoli, J. and M.H. Haddad Khodaparast. 2013. Evaluating the fatty acid composition of the oil from fruit hulls of two pistachio species growing wild in Iran. Chemistry of Natural Compounds, 49(1): 83-84.
43. 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: 11-2.
44. Yousefi, B. 2015. Comparison of morphological and chemical properties of wild pistachio (*Pistacia atlantica*) fruit across two habitats in Kurdistan Province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 23(2): 368-378 (In Persian).

# Vital Reactions of Wild Pistachio Seeds (*Pistacia atlantica*) to Seed Priming, Scarification and Chemical Treatments

**Milad Cheraghi[1], Javad Erfani-Moghadam[2] and Ali Ashraf Mehrabi[3]**

1 and 3- Graduated M.Sc. Student and Associate Professor, University of Ilam
2- Assistant Professor, University of Ilam, (Corresponding author: j.erfani@ilam.ac.ir)
Received: Jun 29, 2016 Accepted: July 9, 2017

**Abstract**

Propagation of *P. atlantica* is through seed culture, however, the mechanical and physiological dormancy decrease germination parameters of seeds in this species. In this study, the seeds of *Pistacia atlantica* were collected at normal fully mature from mountain regions of Dehloran city in the late summer of 1393. The skins of seeds removed and the seeds were disinfected in sodium hypochlorite solution (1% of active chlorine) for 15 to 20 minutes and then were rinsed three times with sterile water. An experiment was conducted as factorial based on completely randomized design with three replications. Four factors were evaluated in this experiment, including, scarification (control and sulphuric acid ($H_2SO_4$) for 10 minutes), stratification (control, moist chilling in +4 °c and dry chilling -20 °c), potassium nitrate (0, 1% and 2% $KNO_3$) and gibberellic acid (0 and 200 ppm $GA_3$). Primary evaluation of vital indicator in seed such as germination and shoot length of plantlets showed the effective role of seed scarification by $H_2So_4$ beside of moist chilling in +4 °c and treatment by 200 ppm $GA_3$. Results indicated the presence of mechanical barrier with physiologic dormancy of embryo that prevents germination of seeds. Applied treatments had significant effects on improvement of seed germination and better growth of seedlings. Also, seed priming with gibberellic acid had positive effect on the primary growth of seedlings.

**Keywords:** Germination, *Pistacia atlantica*, Scarification, Stratification, Vital indicator