ویژگی‌های رویشی لگجی (*Capparis spinosa*) تحت تأثیر پرایمینگ زیستی، شیمیایی و مکانیکی (مقالهٔ پژوهشی)

۱- ندا ابراهیمی محمدآبادی، دانشجوی دکتری رشته بیابان‌زدایی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران
۲- سیدحسن کابلی*، استادیار گروه مدیریت مناطق خشک، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران
hkaboli@semnan.ac.ir
۳- فرهاد رجالی، دانشیار مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
۴- علی‌اصغر ذوالفقاری، دانشیار گروه مدیریت مناطق خشک، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۰۳
پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۹

چکیده

لگجی (*Capparis spinosa*) گیاهی با توانایی قابل ملاحظه در تحمل شرایط نامساعد محیطی است. این گونه از لحاظ حفاظت خاک و محصولات فرعی دارای اهمیت بوده و مناسب برای احیای زیستی مناطق خشک و نیمه خشک است. با وجود رویش طبیعی گیاه در هر محیط نامناسبی، مشکلات جوانه‌زنی ضعیف و خواب بذر این گونه، مانعی در استفاده فراگیر در طرح‌های احیایی است. در پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر پرایمینگ شیمیایی، مکانیکی و زیستی بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد اولیه بذر، آزمونی طراحی شد. آزمایش در دو محیط پتریدیش و سینی نشا در قالب طرح کامل تصادفی انجام شد. پرایمینگ شیمیایی شامل اسید سالیسیلیک و اسید جیبرلیک با سه سطح ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۳۰۰۰ ppm بود. طول موج ۲۴ kHz دستگاه اولتراسونیک، به مدت ۵ دقیقه به‌عنوان پرایمینگ مکانیکی انتخاب شد. تیمار پرایمینگ زیستی شامل باکتری‌های *Azotobacter chroococcum*، *Flavobacterium* S-40، *Azospirillum lipoferum*، *Bacillus megaterium* و *Pseudomonas fluorescens* بود. نتایج بیانگر اثر معنی‌دار ($p<0/01$) در صفات درصد جوانه‌زنی بذر، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، رشد گیاهچه و وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در آزمون پتریدیش بود. در آزمون سینی نشا، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، رشد گیاهچه‌ای، وزن خشک ریشه‌چه، وزن تر و خشک ساقه‌چه و برگ و تعداد برگ در سطح یک درصد ($p<0/01$) و وزن تر ریشه‌چه در سطح پنج درصد ($p<0/05$) معنی‌دار بود. در آزمایش پتریدیش، تیمار اولتراسونیک طول ساقه‌چه را نسبت به شاهد، افزایش داد. باکتری باسیلوس مگاتریوم و GA3 (اسید جیبرلیک ۳۰۰۰ ppm) در آزمون پتریدیش و GA1 و GA2 در آزمون سینی نشا نسبت به سایر تیمارها تاثیر مثبت بیشتری بر صفات نشان دادند. باکتری باسیلوس مگاتریوم، اثر مثبت ۲۵ درصدی نسبت به شاهد بر درصد جوانه‌زنی ایجاد نمود. استفاده از روش پرایمینگ زیستی، شدت‌های مختلف اولتراسونیک و غلظت‌های مختلف جیبرلیک اسید می‌تواند راه حلی برای رفع مشکل و توسعه کاشت *Capparis spinosa* باشد.

واژگان کلیدی: احیای بیولوژیک، اسید جیبرلیک، اسید سالیسیلیک، اولتراسونیک، باکتری.

مقدمه

گسترش اراضی بیابانی از مشکلات اساسی مردم جهان است. از بین روش‌های کنترل بیابان، احیای بیولوژیک با گونه‌های مقاوم به خشکی و شوری یکی از روش‌های موفق و گسترده در کشور ایران است [۳]. گونه لگجی (*Capparis spinosa*) به دلیل ساختار برگ‌ها [۳۳] و ریشه‌های طویل [۴۳] به تنش آبی بسیار مقاوم است [۳۶] و به واسطه تحمل شرایط سخت مناطق خشک، از توانایی بالایی برای بیابان‌زدایی، حفاظت و احیای مناطق خشک و بیابانی برخوردار بوده و می‌تواند پیشنهاد مناسبی برای احیای مناطق خشک و بیابانی باشد [۳۷].

گونه *C. spinosa* با نام‌های فارسی کور، لگجی، کبر، علف‌مار، قبار، خاروک و کبار، لیجن، هندوانه‌کوهی، خیار

کبار، گلک و لاتین caper bush، common caper، caper و caper plant بومی مدیترانه (ساحل دریای مدیترانه تا جزایر قناری)، موروکو، ایران، یونان و سیسیل ایتالیا می‌باشد. پراکنش آن در ایران، در استان‌های جنوبی و غربی به‌ویژه بوشهر، خوزستان و فارس است [۳۵]. این گیاه دارای خاصیت دارویی مانند آنتی بیوتیک (ضد قارچ و باکتری و ویروس)، ضد فشار خون، آنتی اکسیدان، ضد حساسیت، محافظ کبد و ضد التهاب است [۲۶].

این گونه متعلق به خانواده Capparidaceae، خزان‌کننده، بوته‌ای، خزنده، با شاخه‌های منشعب و کرکدار با طول ۱/۵-۱ متر، دارای برگ‌های گرد و گوشتی، گل‌های سفید و سفید صورتی، ریشه‌های بلند با نفوذ در اعماق خاک است. مقاوم به گرما و خشکی و حساس به سرما، دارای قابلیت رشد در انواع خاک‌های فقیر، رسی، شنی، سنگی، صخره‌های آهکی، سواحل دریاها و حتی دیوارهای شهرها است [۱۱ و ۴۰]. با توجه به خواب عمیق و طول عمر کوتاه بذر (حدود ۲ سال)، جوانه‌زنی به سختی اتفاق می‌افتد [۹]؛ این مسئله مانع استفاده فراگیر آن در طرح‌های اصلاحی و احیایی مناطق خشک شده است.

به کارگیری روش‌های پرایمینگ فیزیکی و فیزیولوژیک می‌تواند بر افزایش جوانه‌زنی بذر *C. spinosa* تأثیر مثبت داشته باشد [۷]، هر چند گونه به صورت خودرو در شرایط نامساعد مختلف استقرار می‌یابد. انواع پرایمینگ بذر روی گونه‌های گیاهی مختلف نشانگر امکان غلبه بر این مشکل است. بیوپرایمینگ بذر ارقام مختلف *Triticum aestivum* با کود زیستی بیوهلث (باکتری باسیلوس، قارچ تریکودرما، اسید هیومیک و جلبک دریایی) می‌تواند صفات جوانه‌زنی این بذر را ارتقا بخشد [۱۸].

تأثیر غلظت‌های ۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌مولار نیترات پتاسیم در زمان‌های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ بر شاخص‌های جوانه‌زنی و بنیه بذر *Capparis cartilaginea* بررسی شد [۴]. تیمار ۲۰۰ میلی‌مولار و زمان ۲۴ و۷۲ ساعت به عنوان مؤثرترین تیمار معرفی شد. در مقایسه اثرات تیمارهای اولتراسونیک با طول موج ۱۷۰۰ KHz، اسید سولفوریک غلیظ، تغییرات دما و اسید جیبرلیک (۴۰۰میلی‌گرم در لیتر) بیشترین درصد و سرعت جوانه‌زنی با کاربرد اسید جیبرلیک پس از استفاده از اسید سولفوریک غلیظ رخ داد [۳۴].

دمای ۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰، ۹۰ و ۱۰۰ درجه با مدت زمان قرارگیری در این دما (۰، ۱۰، ۲۰، ۳۰ دقیقه) برای بررسی تأثیر بر جوانه‌زنی بذر *C. ovanta* اعمال شد. بیشترین درصد جوانه‌زنی در صفر درجه و ۱۰ درجه اتفاق افتاد [۶]. از بین سطوح مختلف KNO_3 (۸۰۰۰ ppm و ۴۰۰۰، ۲۰۰۰، ۱۰۰۰، ۵۰۰، ۰) و جیبرلیک اسید (۲۰۰۰ ppm و ۱۰۰۰، ۵۰۰، ۲۵۰، ۱۰۰، ۵۰، ۰) در دوره‌های زمانی (۴۸ ساعت و ۲۴، ۱۲، ۳)، بهترین درصد جوانه‌زنی بذر *C. spinosa* در تیمار ۲۵۰ ppm جیبرلیک اسید و KNO_3 ۸۰۰۰ ppm و قوی‌ترین گیاهچه در ترکیب ۱۰۰ ppm جیبرلیک اسید و ۱۰۰۰ ppm از KNO_3 اتفاق افتاد [۲۳]. تأثیر تیمارهای متفاوت جیبرلیک اسید (۵۰۰ و ۱۰۰۰ ppm)، آبشویی، KNO_3 (غلظت ۳۰ درصد)، اسید سولفوریک (۲۰ دقیقه)، GA_3 (۵۰۰ و ۱۰۰۰ ppm) همراه با آبشویی، GA_3 (۵۰۰ و ۱۰۰۰ ppm) همراه با اسید سولفوریک و KNO_3 همراه با آبشویی بر صفات جوانه‌زنی بذر *C. spinosa* بررسی شد. نتایج بیانگر بیشترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۱۰۰۰ ppm GA_3 بود [۱۳]. قرار دهی بذر *C. decidua* در کینیتین (نوعی سیتوکینین) و آسکوربات به مدت ۴۸ ساعت، سبب بهبود جوانه‌زنی، میزان بیوماس و محتوای کلسیم و پتاسیم این گیاه شد [۴۴].

پژوهش حاضر با هدف دستیابی به بهترین روش بهبود جوانه‌زنی بذر *C. spinosa*، از میان برخی روش‌های پرایمینگ شیمیایی، مکانیکی و زیستی اجرا شد.

مواد و روش‌ها

میوه لگجی از بیابانک واقع در ۲۹ کیلومتری جنوب غربی شهر سمنان در اواخر بهار سال ۱۳۹۷ جمع‌آوری شد. بذرها از میوه جدا، خشک و تا زمان آزمایش در یخچال نگهداری شد. برای ضد عفونی کردن بذرها، از اتانول ۷۰ درصد به مدت ۳۰ ثانیه و ۱۵ دقیقه محلول هیپوکلرید سدیم دو درصد استفاده شد [۲۴]. آزمایش بررسی تأثیر تیمارهای شیمیایی، زیستی و مکانیکی بر بهبود جوانه‌زنی با استفاده از طرح کامل تصادفی در دو

بخش پتریدیش و سینی نشا انجام شد. قبل از انجام آزمایش، پتریدیش‌ها با اتانول ۷۰ درصد و سینی نشا با هیپوکلرید سدیم ۷۰ درصد، سترون گردید.

باکتری‌های *Azotobacter chroococcum*، *Azospirillum lipoferum*، *Flavobacterium* F-40، *Bacillus megaterium* و *Pseudomonas fluorescens* به عنوان پرایمینگ زیستی در نظر گرفته و از مؤسسه تحقیقات خاک و آب تهیه شدند. بذرها به مدت ۱۵ دقیقه در مایه تلقیح (با جمعیت 10^{7} cfu * ۵) تیمار شد. در تیمار شیمیایی، بذرها پس از ضدعفونی، در اسید سالیسیلیک با سه سطح ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ppm ۳۰۰۰ و اسید جیبرلیک با سطوح ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ppm ۳۰۰۰ به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفتند و سپس با آب مقطر شسته شدند. از طول موج ۲۴ kHz دستگاه اولتراسونیک به مدت ۵ دقیقه برای تیمار پرایمینگ مکانیکی استفاده شد. بذرها بدون هیچ تیمار اولیه‌ای به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد.

آزمایش در پتریدیش

پتریدیش با قطر ۱۱ سانتی‌متر انتخاب و کف آن با کاغذ واتمن ۴۲ پوشانده شد. تعداد ۲۰ عدد بذر پس از اعمال تیمارها با سه تکرار، به پتریدیش‌ها منتقل و با ۱۰ میلی لیتر آب مقطر آبدهی شد. پس از آن تا پایان زمان آزمایش در دستگاه جوانه‌زنی با تنظیم ۱۶ ساعت روز با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و ۸ ساعت شب با دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد [۲۷] نگهداری شدند.

آزمایش در سینی نشا

برای انجام این مرحله از سینی نشا دارای ۴۵ سلول دایره‌ای با قطر ۴/۳ سانتی‌متر استفاده شد. پس از ضد عفونی با بستر کشت (۱۰ درصد ورمی کمپوست، ۳۰ درصد پرلیت، ۳۰ درصد کوکوپیت و ۳۰ درصد پیت ماس (استرلیزه شده با قارچ کش کاربندازیم) پر شد. بذرها پس از اعمال تیمارها با ۱۰ تکرار و در هر تکرار دو عد بذر، به سینی نشا منتقل شده و روی آن با لایه نازکی از ماسه بادی پوشانده شد. سینی‌های نشا در دمای ۲۵ درجه تا پایان آزمایش نگهداری شده و در طی این مدت با آب با شوری ۳۷۱ میکروموس بر سانتی‌متر آبیاری شد.

صفات مورد اندازه‌گیری

تعیین درصد جوانه‌زنی: در آزمون پتریدیش، تا زمانی که سه روز متوالی تعداد بذر جوانه‌زده یکسان بود به شمارش هر روز بذر ادامه داده و با استفاده از رابطه ۱، درصد جوانه‌زنی بذرها برآورد گردید [۱].

$$GP = ({}^{n}/_{N}) * 100 \quad (۱)$$

در این رابطه، n تعداد بذر جوانه‌زده نهایی، N: تعداد بذر مورد آزمایش و GP درصد جوانه‌زنی است. طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و رشد گیاهچه با استفاده از خط کش بر حسب سانتی‌متر اندازه گیری شد. وزن تر و خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و برگ با کمک ترازوی با دقت ۰/۰۰۱ گرم برآورد گردید.

درصد جوانه‌زنی در روز GPD با کمک رابطه ۲ حساب شد، که GP: درصد جوانه‌زنی، D: طول دوره آزمایش بود.

$$GPD = \frac{GP}{D} \quad (۲)$$

زمان جوانه‌زنی: میانگین زمان جوانه‌زنی (MGT) به کمک رابطه ۳ محاسبه گردید. n1: تعداد بذر شمارش شده در روز اول، d1: روز شمارش بذر و n: تعداد کل بذرها [۳۸]:

$$MGT = \frac{\sum((n1 * d1))}{n} \quad (۳)$$

سرعت جوانه‌زنی: سرعت جوانه‌زنی GR با رابطه ۴ به دست آمد. در این رابطه، n: تعداد بذر جوانه‌زده و Dn: تعداد روز شمارش بذر است [۱۷].

$$GR = \sum n / \sum (Dn) \quad (۴)$$

شاخص جوانه‌زنی: با کمک رابطه ۵ شاخص جوانه‌زنی (GI) محاسبه شد. n: تعداد کل بذرها و D: طول دوره آزمایش [۸].

$$GI = {}^{n}/_{D} \quad (۵)$$

بنیه بذر: شاخص بنیه بذر SVI، با رابطه ۶ محاسبه گردید [۲].

$$SVI = SL * RG \quad (۶)$$

سطح برگ: در آزمایش سینی نشا، برای تعیین سطح، برگ‌ها اسکن و به‌وسیله نرم افزار Axio Vision SE64 Rel. 4.9.1 اندازه گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها در نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD انجام گردید.

جدول ۱- راهنمای کد گذاری تیمارها

تیمار	کد	تیمار	کد
اسید سالیسیلیک ۱۰۰۰ ppm	SA1	اسید جیبرلیک ۱۰۰۰ ppm	GA1
اسید سالیسیلیک ۲۰۰۰ ppm	SA2	اسید جیبرلیک ۲۰۰۰ ppm	GA2
اسید سالیسیلیک ۳۰۰۰ ppm	SA3	اسید جیبرلیک ۳۰۰۰ ppm	GA3
شاهد	Control	*Azotobacter chroococcum*	AZ
Azospirillum lipoferum	AS	*Flavobacterium* F-40	FL
Bacillus megaterium	BA	*Pseudomonas fluorescens*	SO
اولتراسونیک	UL		

نتایج

آزمون پتریدیش

نتایج نشان داد که در بین صفات، درصد جوانه‌زنی بذر، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، رشد گیاهچه، وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد مشاهده و اختلاف در سایر صفات معنی‌دار نبود (جدول ۲).

بررسی مقایسه میانگین‌های تأثیر پرایمینگ تیمارهای مختلف بر صفات جوانه‌زنی بذر نشان داد که درصد جوانه‌زنی بذر در تیمارهای زیستی، شیمیایی و اولتراسونیک، باکتری باسیلوس تاثیر مثبت بیشتری داشته و باعث افزایش ۲۵ درصدی جوانه‌زنی نسبت به شاهد شد. در حالی که تیمار SA1 سبب کاهش ۶۷ درصدی در درصد جوانه‌زنی این بذر شد.

طول ریشه‌چه: بیشترین طول ریشه‌چه در تیمار باکتری باسیلوس و GA3 اتفاق افتاد. SA2 و SA3 کاهش معنی‌دار (۷۸ درصدی) را نسبت به شاهد نشان دادند.

طول ساقه‌چه: باکتری باسیلوس و تیمار اولتراسونیک سبب افزایش به ترتیب (۷۳/۳) و (۷۴/۴) درصدی نسبت به شاهد در طول ساقه‌چه شد. تیمارهای SA2 و SA3 اثر منفی معنی‌دار بر این صفت داشتند.

رشد گیاهچه‌ای: پرایمینگ زیستی با باکتری باسیلوس، توانست رشد گیاهچه‌ای را نسبت به شاهد ۷۸ درصد افزایش دهد. تیمارهای SA2 و SA3 کاهش معنی‌دار نسبت به شاهد را ایجاد نمود.

وزن تر ریشه‌چه و ساقه‌چه: باکتری باسیلوس اثر تحریک کنندگی و SA1، SA2 و SA3 اثر بازدارنده معنی‌دار بر این دو صفت ایجاد کردند.

وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه: باکتری باسیلوس سبب افزایش معنی‌دار در وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه شد؛ و فلاووباکتر اثری مشابه با باسیلوس بر وزن خشک ریشه‌چه ایجاد نمود. SA2 و SA3 موجب کاهش این دو صفت نسبت به شاهد شدند.

آزمون سینی نشا

نتایج تجزیه واریانس آزمون سینی نشا بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد در درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، رشد گیاهچه‌ای، وزن خشک ریشه‌چه، وزن تر و خشک ساقه‌چه و برگ و تعداد برگ بود. وزن تر ریشه‌چه در سطح پنج درصد معنی‌دار بود و سطح برگ در بین تیمارها اثر معنی‌دار نشان نداد (جدول ۴).

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر صفات جوانه‌زنی بذر C. spinosa در پتریدیش

صفات	منابع تغییر	درجه آزادی	ضریب تغییرات (CV)	میانگین مربعات
درصد جوانه‌زنی (GP)	بین تیمارها	۱۲	۳/۵	۹۹/۴**
	خطا	۲۶		۲۵/۶
سرعت جوانه‌زنی (GR)	بین تیمارها	۱۲	۱۷/۷	۳/۲ ns
	خطا	۲۶		۳/۳
میانگین زمان جوانه‌زنی (MGT)	بین تیمارها	۱۲	۶/۹	۴۹/۶ ns
	خطا	۲۶		۴۹/۱
درصد جوانه‌زنی درروز (GPD)	بین تیمارها	۱۲	۶/۳	۰/۳ns
	خطا	۲۶		۰/۵
شاخص جوانه‌زنی (GI)	بین تیمارها	۱۲	۶/۳	۰/۰۱ns
	خطا	۲۶		۰/۰۲
شاخص بنیه بذر (SVI)	بین تیمارها	۱۲	۹/۳	۸۲۵۴/۹ns
	خطا	۲۶		۴۴۲۰/۳
طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	بین تیمارها	۱۲	۵/۹	۳/۸**
	خطا	۲۶		۱/۲
طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	بین تیمارها	۱۲	۶/۹	۶/۳**
	خطا	۲۶		۱/۷
نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	بین تیمارها	۱۲	۸/۲	۰/۸ns
	خطا	۲۶		۰/۵
رشد گیاهچه‌ای (سانتی‌متر)	بین تیمارها	۱۲	۵/۵	۱۹/۰۴**
	خطا	۲۶		۴/۲
وزن تر ریشه‌چه (گرم)	بین تیمارها	۱۲	۵/۸	۰/۵**
	خطا	۲۶		۰/۰۱
وزن تر ساقه‌چه (گرم)	بین تیمارها	۱۲	۷/۲	۰/۶**
	خطا	۲۶		۰/۰۰۱
وزن خشک ریشه‌چه (گرم)	بین تیمارها	۱۲	۶/۳	۰/۲**
	خطا	۲۶		۰/۰۰۰۴
وزن خشک ساقه‌چه (گرم)	بین تیمارها	۱۲	۱۳	۰/۱**
	خطا	۲۶		۰/۰۰۰۱

*، ** به ترتیب نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱ و ns بیانگر عدم معنی‌داری

بر اساس جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول ۵)، تیمار GA2 بیشترین درصد جوانه‌زنی طول ریشه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، رشد گیاهچه‌ای، وزن تر و خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و برگ و تعداد برگ را نسبت به سایر تیمارها افزایش داد. GA1 و GA2 بالاترین طول ساقه‌چه، به ترتیب ۳/۳۲ و ۲/۶۲ را ایجاد کرد. در بین تیمارها کمترین درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، رشد گیاهچه‌ای، وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه مربوط به تیمار SA1 بود.

بحث

تأثیر مثبت باکتری‌های محرک رشد بر عوامل مؤثر در جوانه‌زنی تأیید شد. تأثیر مثبت باکتری *Azotobacter*

brasilense بـر جوانـه‌زنی و خصوصـیات رویشـی ذرت گزارش شـده اسـت [۲۸]. *Azospirillium* سـبب بهبـود رشد گیاه جـو شـد [۴۱]. پرایمینـگ بـذر *Pennisetum glaucum* بـا اسـتفاده از *Pseudomonas fluorescens* سبب بهبود جوانه‌زنی و افزایش مقاومـت در برابـر بیمـاری در گیـــاه شـــد [۲۹]. *Azotobacter chroococcum*، *Bacillus megaterium* درصد جوانـه‌زنی و خصوصـیات رویشـی ذرت را بـه شـکل چشـمگیری افـزایش داد [۵]. باکتری‌های محرک رشد با تولیـد تنظـیم کننـدگان رشـد مانند جیبرلین، سـیتوکینین‌هـا و ایندول اسـتیک اسـید، افزایش مواد معدنی و یون‌های در دسترس و افزایش جذب آب و مـواد غـذایی بـا افـزایش ریشـه‌زایی سـبب بهبـود جوانه‌زنی بذرها و خصوصیات رویشی در گیاهان می‌شوند.

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر صفات جوانه‌زنی بذر C. spinosa در پتریدیش

منابع تغییر/صفات	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (cm)	طول ساقه‌چه (cm)	رشد گیاهچه‌ای (cm)	وزن تر ریشه‌چه (gr)	وزن تر ساقه‌چه (gr)	وزن خشک ریشه‌چه (gr)	وزن خشک ساقه‌چه (gr)
Control	۲۰abc	۰/۶cd	۱/۱cd	۱/۷de	۰/۱d	۰/۰۴cd	۰/۰۰۱c	۰/۰۳b
AZ	۱۱/۷cde	۱/۵bcd	۱/۶bcd	۳/۱cde	۰/۱ab	۰/۰۵bcd	۰/۰۳bc	۰/۰۱b
AS	۱۳/۳bcde	۱/۸abcd	۲/۵abc	۴/۳abcd	۰/۱ab	۰/۱۰ab	۰/۱ab	۰/۰۱b
FL	۲۱/۷ab	۲/۶ab	۱/۶bcd	۴/۱abcd	۰/۱abc	۰/۱abc	۰/۱a	۰/۰۱b
BA	۲۶/۷a	۳/۶a	۴/۰a	۷/۶a	۰/۱a	۰/۱a	۰/۱a	۰/۱a
SO	۱۸/۳abcd	۲/۳abc	۳/۴ab	۵/۸abc	۰/۱ab	۰/۱abc	۰/۱ab	۰/۰۱b
UL	۱۰/۰de	۲/۶ab	۴/۲a	۶/۷ab	۰/۰۲cd	۰/۰۲cd	۰/۰۱c	۰/۰۱b
SA1	۶/۷e	۰/۹bcd	۰/۶cd	۱/۴de	۰/۰۱d	۰/۰۰۲d	۰/۰۰۱c	۰/۰۳b
SA2	۱۰/۰de	۰/۱d	۰/۰d	۰/۱e	۰/۰۱d	۰/۰۰d	۰/۰۰۱c	۰/۰۰b
SA3	۱۰/۰de	۰/۱d	۰/۰d	۰/۱e	۰/۰۰۱d	۰/۰۰d	۰/۰۰۱c	۰/۰۰b
GA1	۱۵/۰bcde	۲/۴abc	۱/۳bcd	۳/۰bcd	۰/۱ab	۰/۰۱d	۰/۱ab	۰/۰۲b
GA2	۱۰/۰de	۱/۹abc	۱/۲cd	۳/۱cde	۰/۱bc	/۰۱d	۰/۱ab	۰/۰۳b
GA3	۱۳/۳bcde	۳/۴a	۳/۴ab	۶/۸ab	۰/۱ab	۰/۱ab	۰/۱ab	۰/۰۱b

حروف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است.

نتایج تحقیق حاضر بیانگر تأثیر منفی SA2 و SA3 در آزمون پتریدیش و SA1 در آزمون سینی نشا بود. کـاهش درصد و سـرعت جوانـه‌زنی بـذر *Bunium persicum* بـا پرایمینـگ غلظت‌هـای مختلـف اسـید سالیســیلیک در تحقیقـی روی گیـاه *Bunium persicum* گـزارش شـده است [۲۱]. برخی از غلظت‌های اسید سالیسیلیک می‌تواند اثر منفی بر عوامل جوانه‌زنی بذرها داشـته باشـد [۱۹]. در پژوهش روی جو و عدس اثر مثبت اسـید سالیسـیلیک بـر جوانه‌زنی و خصوصیات رویشی بذرها گـزارش شـده اسـت [۲۲ و ۱۴]. اسید سالیسیلیک با تحریک فعالیت تقسیمات میتوزی، سبب تحریک رشد گیاه می‌شود [۳۹] امـا برخـی از غلظت‌های آن، می‌تواند اثرات بازدارنـدگی نشـان دهنـد [۳۱]. با توجه به اینکه اسید سالیسیلیک در مورد برخی از بذرها خاصیت تحریک جوانه‌زنی و در مورد برخی از بـذرها بازدارندگی جوانه‌زنی را به دنبال دارد، استفاده از آن بـرای پرایمینگ بذر هر گونه، نیاز به آزمایش خاص دارد.

تیمار پرایمینگ مکانیکی (اولتراسونیک) سبب افـزایش طول ساقه‌چه نسبت به شاهد، در آزمایش پتریـدیش شـد که مشابه بـا نتـایج تحقیـق رینالـدلی (۲۰۰۰) [۳۴] بـود. طول موج ۴۲ KHz بـه مـدت ۱۵ دقیقـه سـبب افـزایش درصدو سرعت جوانه‌زنی در بذر جو شد [۱۲]. تأثیر امـواج التراسونیک را بر خصوصیات جوانه‌زنی بـذر نخـود، گنـدم، فلفل و هندوانه مثبت ارزیـابی شـد [۱۶]. بـی‌تـأثیر بـودن امواج اولتراسونیک بر جوانه‌زنی بذر یونجه و کلم بروکلی را گزارش شد [۲۵]. امواج اولتراسونیک بـا ایجـاد خـراش در پوسته سخت بذرها، سـبب جـذب سـریعتر آب و افـزایش سرعت جوانه‌زنی بذرها می‌شود [۱۵].

جدول ۴- تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر صفات گیاهچه‌ای بذر C. spinosa در سینی نشا

صفات	منابع تغییر	درجه آزادی	ضریب تغییرات (CV)	میانگین مربعات
درصد جوانه‌زنی (GP)	بین تیمارها	۱۲	۱۵/۸	۳۶/۲**
	خطا	۱۱۷		۱۲/۲
طول ریشه‌چه (cm)	بین تیمارها	۱۲	۱۶/۱	۸/۹**
	خطا	۱۱۷		۲/۸
طول ساقه‌چه (cm)	بین تیمارها	۱۲	۱۶/۵	۹/۸**
	خطا	۱۱۷		۳/۴
نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	بین تیمارها	۱۲	۱۷/۲	۰/۵**
	خطا	۱۱۷		۰/۲
رشد گیاهچه‌ای (cm)	بین تیمارها	۱۲	۱۶/۶	۳۷/۱**
	خطا	۱۱۷		۱۲/۱
وزن تر ریشه‌چه (gr)	بین تیمارها	۱۲	۱۹/۶	۰/۰۳*
	خطا	۱۱۷		۰/۰۰۰۱
وزن تر ساقه‌چه (gr)	بین تیمارها	۱۲	۱۶/۴	۰/۱۰**
	خطا	۱۱۷		۰/۰۰۰۲
وزن خشک ریشه‌چه (gr)	بین تیمارها	۱۲	۱۷/۴	۰/۰۰۱**
	خطا	۱۱۷		۰/۰۰۰۰۰۱
وزن خشک ساقه‌چه (gr)	بین تیمارها	۱۲	۱۶/۴	۰/۰۱**
	خطا	۱۱۷		۰/۰۰۰۱
وزن تر برگ (gr)	بین تیمارها	۱۲	۴۳/۲	۰/۰۳**
	خطا	۱۱۷		۰/۰۰۰۵
وزن خشک برگ (gr)	بین تیمارها	۱۲	۳۶/۴	۰/۰۰۷**
	خطا	۱۱۷		۰/۰۰۰۳
سطح برگ (cm^2)	بین تیمارها	۱۲	۸۹/۹	۳۱۰۲۰/۲ns
	خطا	۱۱۷		۲۷۷۸۹/۸
تعداد برگ	بین تیمارها	۱۲	۱۷/۳	۵/۶۸۶**
	خطا	۱۱۷		۱/۸

*، ** به ترتیب نشانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ و ۰/۰۱ و ns بیانگر عدم معنی‌داری

تأثیر پرایمینگ GA3 در آزمون پتریدیش و GA1 و GA2 در آزمون سینی نشا بر بسیاری از عوامل مورد بررسی مثبت بود. این نتایج هم‌خوانی بالایی با نتایج دیگر محققان مبنی بر تأثیر مثبت اسید جیبرلیک بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر *C. spinosa* داشت [۲۳، ۳۲ و ۳۴]. از بین تیمارهای پرایمینگ جیبرلیک اسید، نفتالین استیک اسید و اسید سولفوریک، اسید جیبرلیک موثرترین تیمار در بهبود جوانه‌زنی بذر *C. ovata* معرفی شد [۴۲].

تأثیر مثبت جیبرلیک اسید بر جوانه‌زنی بذرها به‌دلیل کنترل عملکرد اسید نوکلئیک‌ها به‌عنوان عامل مؤثر بر جوانه‌زنی بذرها است [۱۰]؛ همچنین در مطالعاتی به نقش تنظیم کننده اسید جیبرلیک، بر متابولیسم نیتروژن اشاره شده است [۲۰].

بر اساس نتایج این تحقیق و با توجه به مشکلات جوانه‌زنی بذر *C. spinosa* برای بهبود رشد و رفع مشکل جوانه‌زنی این گونه مهم، می‌توان پیش از کشت، بذرها این گیاه را با باکتری باسیلوس، امواج اولتراسونیک و اسید جیبرلیک تیمار نمود که از دیدگاه اقتصادی، استفاده از باکتری ساده و مقرون به صرفه‌تر خواهد بود.

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر صفات گیاهچه‌ای بذر *C. spinosa* در سینی نشا

منابع تغییر/صفات	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (cm)	طول ساقه‌چه (cm)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه	رشد گیاهچه‌ای (cm)	وزن تر ریشه‌چه (gr)	وزن تر ساقه‌چه (gr)	وزن‌خشک ریشه‌چه (gr)	وزن‌خشک ساقه‌چه (gr)	وزن تر برگ (gr)	وزن‌خشک برگ (gr)	تعداد برگ
Control	۲۰/۸cd	۰/۳cd	۰/۴cd	۰/۱cd	۰/۸cd	۰/۲bc	۰/۳cd	۰/۰۲bc	۰/۰۲cd	۰/۴c	۰/۰۳b	۰/۲d
AZ	۲۰/۳cd	۰/۳cd	۰/۴cd	۰/۱cd	۰/۹cd	۰/۳bc	۰/۵bcd	۰/۰۳bc	۰/۰۳cd	۰/۵c	۰/۰۴b	۰/۳d
AS	۲۱/۷cd	۱/۲bcd	۱/۱bcd	۰/۲bcd	۲/۲bcd	۱/۲ab	۰/۶bcd	۰/۰۵bc	۰/۰۵cd	۰/۷bc	۰/۱b	۰/۶cd
FL	۲۳/۴abc	۱/۸abc	۱/۴bcd	۰/۵ab	۳/۱bc	۱/۴a	۱/۶b	۰/۰۶bc	۰/۱bcd	۱/۳bc	۰/۱b	۰/۸cd
BA	۲۰/۹cd	۰/۴cd	۰/۴cd	۰/۱cd	۰/۸cd	۰/۴bc	۰/۳cd	۰/۰۲bc	۰/۰۲cd	۰/۴c	۰/۰۴b	۰/۳d
SO	۲۱/۷cd	۰/۸cd	۱/۲bcd	۰/۱cd	۱/۹bcd	۰/۳bc	۰/۹bcd	۰/۰۳bc	۰/۱bcd	۰/۷c	۰/۱b	۱/۰bcd
UL	۲۲/۷bcd	۱/۲bcd	۱/۱bcd	۰/۴abc	۲/۲bcd	۰/۸abc	۰/۵bcd	۰/۰۶bc	۰/۱bcd	۲/۷b	۰/۴b	۱/۴abc
SA1	۰/۰d	۰/۰d	۰/۰d	۰/۰d	۰/۰d	۰/۰c	۰/۰d	۰/۰c	۰/۰d	۰/۰c	۰/۰b	۰/۰d
SA2	۲۱/۷cd	۰/۹bcd	۱/۱bcd	۰/۲bcd	۲/۰bcd	۰/۴bc	۰/۷bcd	/۰۴bc	۰/۰۴cd	۰/۴c	۰/۹b	۰/۵cd
SA3	۲۱/۸cd	۰/۲d	۰/۲cd	۰/۱cd	۰/۴cd	۰/۶abc	۰/۲cd	۰/۰۲bc	۰/۰۲cd	۰/۲c	۰/۱b	۰/۲d
GA1	۲۵/۱ab	۲/۳ab	۲/۶a	۰/۵ab	۴/۹ab	۰/۸abc	۱/۷b	۰/۰۶bc	۰/۲ab	۱/۸bc	۰/۲b	۲/۱ab
GA2	۲۶/۲a	۳/۲a	۳/۳a	۰/۷a	۶/۵a	۱/۵a	۲/۹a	۰/۲۰a	۰/۲a	۵/۸a	۳/۱a	۲/۳a
GA3	۲۳/۶abc	۱/۳bcd	۱/۶bc	۰/۳abcd	۲/۹bcd	۰/۶abc	۱/۳bc	۰/۱b	۰/۱b	۱/۵bc	۱/۱b	۰/۸cd

حروف مشترک بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است.

References

[1]. Abdel-Haleem, A. and El-Shaieny, H. (2015). Seed Germination Percentage and Early Seedling Establishment of Five (*Vigna unguiculata* L.) (Walp) Genotypes under Salt Stress. *Europian Journal of Pelafia Research Library*, 5(2): 22-32.

[2]. Abdul-Baki, A.A. and Anderson, J. D. (1973). Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. *Journal of Crop Science*. 13(6):630-633.

[3]. Ali Ahmad Koravi, S. (2014). Managing the Ecosystem of Natural and Hand-Made Plantations of Iran. *Pooneh Publication*, 216pp. (in Farsi)

[4]. Bahmani, M., Jalali, Gh. and Tabari, M. (2014). Effects of halopriming on germination traits of medicinal plant caper small shrub (*Capparis spinosa* var. parviflora) seeds. *Arid Biome Scientific and Research Journal*, 4(1): 79-83. (in Farsi)

[5]. Bakonyi, N., Bott, S., Gajodos, E., Sazbo, A., Jakab, A., Toth, B., Makleit, P. and Veres, Sz. (2013). Using biofertilizer to improve seed germination and early development of Maize. *Journal of Enviromental studies*, 22(6): 1595-1599.

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

[7]. Bhoyar, M.S., Mishra, G., Singh, R. and Singh, S.B. (2010). Effects of various dormancy breaking treatments on the germination of wild caper (*Capparis spinosa*) seeds from the cold arid desert of trans-Himalayas. Indian *Journal of Agricultural Sciences*, 80(7): 621-625.

[8]. Biabani, A., Zarei, M., Sancholi, S. and Romani, A. (2017). The effect of temperature and duration of the placement of seeds at different temperatures on seed germination of barley. *Applied Research of Plant Ecophysiology*, 4(1): 173-186. (in Farsi)

[9]. Chedraoui, S., Abi-Rizk, A., El-Beyrouthy, M., Chalak, L., Ouaini, N. and Rajjou, L. (2017). *Capparis spinosa* L. in A Systematic Review: A Xerophilous Species of Multi Values and Promising Potentialities for Agrosystems under the Threat of Global Warming. *Journal of Frontiers in Plant Science*, 8: 1-18.

[10]. Chiwocha, S. D. S., Culter, A. J., Abrams, S. R., Ambrose, S. J., Yang, J., Ross, A. R. S. and Kermode, A. R. (2005).

The ert1-2 mutation in *Arabidopsis thaliana* affects the abscisic acid, auxin, cytokinin and gibberellin metabolic pathways during maintenance of seed dormancy, moist chilling and germination. *Plant Journal*, 42: 35-45.

[11]. Emad, M., gheibi, F., Rasoli, S.M., Khanjanzadeh, R. and Mohamadi Jozani, S. (2012). Capper medicinal - industrial plant. *Pooneh Publication*, 32pp. (in Farsi)

[12]. Eteghadi pour, M., Hobbi, M., Ghasemi, H. and Nazari, M. (2016). Plausible mechanisms which ultrasonic waves affect seed. *Plant breeding and seed science*, 74: 85-92.

[13]. Farhoudi, R. and Makezadeh Tafti, M. (2013). The Effect of Seed Dormancy Breaking Methods on Caper (*Capparis spinosa* L.) Germination and Growth. *Journal of Agronomy and Plant Breeding*, 1(1): 20-25. (in Farsi)

[14]. Fateh, E., Jiriaii, M., Shahbazi, Sh. And Jashni, R. (2012). Effect of salicylic acid and seed weight on germination of Wheat (CV. BC ROSHAN) under different levels of osmotic stress. *Journal of Experimental Biology*: 2(5): 1680-1684.

[15]. Gill P.K., Sharma A.D., Singh P. and Bhullar S.S. (2003). Changes in germination, growth and soluble sugar con-tents of *Sorghum bicolor* (L.) Moench seeds under various abiotic stresses. *Plant Growth Regulation*, 40: 157–162.

[16]. Goussous, S.J., Samarah, N.H., Alqudah, A.M. and Othman, M.O. (2010). Enhancing seed germination of four crop species using an ultrasonic hechnique. *Experimental Agriculture journal*, 42(2). 231-242.

[17]. Hampton, J.G., Tekrony, D.M. and Chairperson, D. (1995). Handbook of vigour test methods. *The International Seed Testing Association, Zurich*, 117p.

[18]. Hojati Fahim, N., Sedghi, M., Chaiche, M. and Seyed Sharifi, S. (2019). The effect of seedinoculation with organic and biologic fertilizers on germination and heterotrophic seeding indices in rainfed wheat (*Triticum aestivum*) cultivar. *Iranian journal of seed research*, 6(1). 77-93. (in Farsi).

[19]. Janda, T., Szalai, G., Tari, I. and Paldi, E. (1999). Hydroponic treatment with salicylic acid decreases the effects of chilling injury in maize (*zea mays* L.) plants. *Journal of Planta*, 208: 175-180.

[20]. Jaques, L.B.A., Carvalho, I.R., Szareski, v.j., Pimentel, J.R., Troyjack, C., Dellagostin, S.M., Mendoca, M.T., Rosa, T. C., Villela, F., Souza, V.Q., Aumonde, T.Z. and Pedo, T. (2019). Gibberellic Acid Utilization in Seeds and Plants of Beans: Effect on Growth and Seeds Physiological Quality. *Journal of Agricultural Science*, 11(2): 541-547.

[21]. Kamali, N. and Sadeghipour, A. (2016). Investigation on some dormancy breaking treatments on germination percentage and rate of seeds of *Bunium persicum*. Watershed Management *Research (Pajouhesh & Sazandegi)*, pp. 24-32. (in Farsi)

[22]. Kayednezami, R. and Balouchi, H.R. (2012). Effect of salicylic acid priming on lens cultivars (*Lens culinaris* Medik.) germination and some physiological traits under salinity conditions. *Iranian Journal of Plant Biology*, 5(18): 15-36. (in Farsi)

[23]. Khaninejad, S., Hessam Arefi, I. and Kafi, M. (2012). Effect of Priming on Dormancy Breaking and Seedling Establishment of Caper (*Capparis spinosa* L.). *International Conference on Applied Life Sciences*, pp. 365-370. (in Farsi)

[24]. Khatibzadeh, R., Azizi, M., Aroie, H. & Farsi, M. (2013). The effect of surface disinfection and stratigraphic treatments on seed germination of Roman ginger (Levisticum officinale Koch.) In vitro conditions. *Journal of Horticultural Science*, 27(2): 130-138. (in Farsi).

[25]. Kim, H.J. Feng, H., Kushad, M.M., and Fan, X. (2006). Effects of Ultrasound, Irradiation, and AcidicElectrolyzed Water on Germination of Alfalfa and Broccoli Seeds and Escherichia coli O157:H7. *Food microbiology and safety*. 71. 168-173.

[26]. Moufid, A. and Farid, O., 2015. M. Eddouks (2015) Pharmacological Properties of *Capparis spinosa* Linn. *International Journal of Diabetology & Vascular Disease Research*, 3(5): 99-104.

[27]. Movafeghi, A., Habibi, Gh. and Aliasgharpoor, M. (2008). Plant regeneration of *Capparis spinosa* L. using hypocotyl explants. *Iran Biologhy*, 21(2): 1-10. (in Farsi)

[28]. Nezarat, S. and Gholami, A. (2009). Screeng Plant Growth Proming Rhizobacteria for improving seed germination, seeding growth and yield of Maize. *Journal of Biological sciences*, 12(1): 26-32. (in Farsi).

[29]. Niranjan Raj, S., Shetty, N.P. and Shetty, H.S. (2004). Seed bio-priming with *Pseudomonas fluorescens* isolates enhances growth of pearl millet plants and induces resistance against downy mildew. *International Journal of Pest Management*, 50(1): 41-48.

[30]. Olmez, Z., Yahyaoplu, Z. and Ucler, O. (2004). Effects of KNO_3 and GA3 Treatments on germination of Caper (*Capparis ovanta* Desf.) seeds. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 7(6): 879-882.

[31]. Pancheva, T. V., Popova, L. P. and Uzunova, A. N. (1996). Effects of salicylic acid on growth and photosynthesis in barley plants. *Journal of Plant Physiology*, 149: 57-63.

[32]. Pascual, B., San Bautista, A., Pascual Seva, N., García Molina, R., López-Galarza, S. and Maroto, J.V. (2009). Effects of soaking period and gibberellic acid addition on caper seed germination. *Journal of Seed Science and Technology*, 37: 33-41.

[33]. Rhizopoulou, S. and Psaras, G.K. (2003). Development and Structure of Drought-tolerant Leaves of the Mediterranean Shrub *Capparis spinosa* L. *Journal of Annals of Botany*, 92: 377-383.

[34]. Rinaldelli, E. (2000). Effect of ultrasonic waves on seed germination of *Capparis spinosa* L. as related to exposure time, temperature, and gibberellic acid. Advances *in Horticultural Science*, 14(4): 182-188.

[35]. Sabeti, H. (1994). Forest, trees and shrubs of Iran. (2^{th} ed) *Yazd University* press, Yazd. (Book). (in Farsi).

[36]. Sadeghi, H. and Rostami, L. (2016). Evaluating the physiological and hormonal responses of caper plant (*Capparis spinosa*) subjected to drought and salinity. *Journal of Desert*, 21(1): 49-55.

[37]. Sakcali, M.S., Bahadir, H. and Ozturk, M. (2008). Eco-physiology of *Capparis spinosa* L.: a plant suitable for combating desertification. *Pakistan Journal of Botany*, 40(4): 1481-1486.

[38]. Schelin, M., Tigabu, M., Eriksson, I., Swadago, L. and Oden, P.C. (2003). Effect of scarification, gibberllic acid and dry heat treatments on the germination of Balanties Egyptian seed from the Sudanian savanna in Burkina Faso. *Journal of Seed Science Technology*, 31: 605–617.

[39]. Shakirova, F. M., Sakhabutdinova, A. R., Bezrukova, V., Fatkhutdinova, R. A. and Fatkhutdinova, D. R. (2003): Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. *Plant Science*, 164: 317–322.

[40]. Sharrif moghaddasi, M.S., Haddad Kashani, H. and Azarbad, Z. (2012). *Capparis spinosa* L. Propagation and Medicinal uses. *Life science Journal*, 9(4): 684-686.

[41]. Shirinzadeh, A., Soleimanzadeh, H. and Shirinzadeh, Z. (2013). Effect of seed priming with Plant Growth Proming Rhizobacteria (PGPR) on Agronomic traits and yield of Barley cultivars. *Journal of World Applied Sciences*, 21(5): 727-731.

[42]. Soyler, D. and Khawar, KH.M. (2007). Seed germination of Caper (*Capparis ovata* var Herbacea) using Naphthalene Acetic Acid and Giberlic Acid. *Internatinal journal of Agricalture & Biology*, 9(1): 35-38.

[43]. Sozzi O. G. (2001). Caper bush: botany and horticulture. *Horticultural Reviews*, 27: 125–188.

[44]. Younus, M., Nouman, W., Zubair, M., Manzoor, S.A. and Ashraf, I. (2016). Seed Priming Improves Emergence Potential, Growth Behaviour and Nutritional Quality of *Capparis decidua* (Forssk.) Edgew. Under Drought. *Pakistan Journal of Life and Social Sciences*, 14(3): 135-143.

Improvement of germination characteristics of Capper (*Capparis spinosa*) with biological, chemical, and mechanical priming

1- Neda Ebrahimi Mohamad Abadi, Ph.D. student of Combat to Desertification, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Semnan, Iran.
2- Seyed Hassan Kaboli*, Assistant Professor of Department of Arid Land Management, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Semnan, Iran.
hkaboli@semnan.ac.ir
3- Farhad Rejali, Assistant Professor of Soil & Research Institute, Agricultural Extension and Education Karaj, Iran.
4- Ali Asghar Zolfaghari, Assistant Professor of Department of Arid Land Management, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Semnan, Iran.

Received: 23 Nov 2020
Accepted: 09 Mar 2021

Abstract

Capper (*Capparis spinosa*) is a resistant plant with remarkable sustainability to adverse environmental conditions. It has special importance from the side of soil conservation and it's a suitable species for bio-restoration in arid and semi-arid regions. Weak germination and seed dormancy in capper is an obstacle to inclusive use in restoration projects. In the current study, with the aim of investigating the effects of chemical, mechanical, and biological priming on germination and primary growth in plants, an exam was designed. The experiment performed in two conditions: 1) In a petri dish, 2) Seedling tray both under completely randomized design. Chemical priming included Salicylic Acid and Giberlic Acid in three levels of 1000, 2000, and 3000 ppm. The 24 kHz wavelength of the ultrasonic device was applied as mechanical priming for 5 minutes. Bio-priming Included *Azotobacter chroococcum*, *Flavobacterium* F-40, *Azospirillum lipoferum*, *Bacillus megaterium*, and *Pseudomonas fluorescens*. Results showed a significant level ($p < 0.01$) on seed germination percentage, root and shoot length, seedling growth, root and shoot fresh weight, and root and shoot dry weight in petri dish test. In seedling tray test, root length, shoot length, root length to shoot length ratio, seedling growth, root dry weight, fresh and dry weight of shoot and leaf and leaf number at 1%, and root fresh weight at 5 percent were significant. In the Petri dish test, ultrasonic treatment increased shoot length compared to control treatment. *Bacillus megaterium* and GA3 (Gibberellic Acid 3000ppm) in Petri dish test and GA1 and GA2 in seedling tray test had a more positive effect on germination characteristics than other treatments. *Bacillus megaterium* had a 25 percent positive effect on germination percentage in comparision with control treatment. Using bio-priming, several waves of ultrasonic treatment, and different Gibberellic Acid concentrations could be a proper solution to solve the problem and develop C. *spinosa* implantation.

Keywords: Bacteria, Bio restoration, Gibberellic Acid, Salicylic Acid, Ultrasonic.