پژوهش‌های بذر ایران/ سال دهم/ شماره اول/ ۱۴۰۲/ صفحات: ۱۷-۱

مقاله پژوهشی

تأثیر پیش‌تیمار زیستی و جیبرلین بر کیفیت و خصوصیات جوانه‌زنی بذر جعفری (*Petroselinum crispum*)

خدیجه مؤمنی [۱]، علی مرادی [۲*]، سهراب محمودی [۳]، حجت اله لطیف‌منش [۴]

چکیده مبسوط

مقدمه: با توجه به ریز بودن بذر جعفری مشکلات متعددی از جمله عدم امکان استفاده از ماشین‌آلات کاشت و جابجا شدن بذرها توسط آب، کاهش جوانه‌زنی و رویش به دلیل افزایش عمق کاشت یا عدم استقرار بذر در خاک ایجاد شده و در نتیجه افزایش میزان مصرف بذر به وجود می‌آید. به همین دلیل به‌کارگیری روش‌هایی برای افزایش توانایی جوانه‌زنی و بهبود استقرار بذرها و گیاهچه جعفری در خاک امری ضروری است. هدف از این آزمایش تعیین اثرگذارترین پیش‌تیمارهای زیستی و هورمون جیبرلین جهت بهتر شدن خصوصیات جوانه‌زنی و استقرار بذر جعفری می‌باشد.

مواد و روش‌ها: جهت تعیین بهترین پیش‌تیمارهای زیستی و هورمون جیبرلین بر خصوصیات جوانه‌زنی و استقرار بذر جعفری سه آزمایش با چهار تکرار در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج در سال ۱۳۹۴ انجام شد. آزمایش اول پیش‌تیمار زیستی با استفاده از باکتری‌های محرک رشد در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار شامل جدایه باکتری سودوموناس فلورسنس سویه ۲۱، باسیلوس سویه بیوسوبتیل، انتروباکتر کلوآک سویه ۵، و همچنین ترکیبات دو و سه‌تایی از این باکتری‌ها به همراه تیمار شاهد، و آزمایش دوم با پنج تیمار از جدایه‌های قارچ تریکودرما هارزیانوم (T36، T39، T42 و T43) به همراه تیمار شاهد انجام شد، و در نهایت آزمایش سوم، هورمون پرایمینگ به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با غلظت‌های هورمون جیبرلین صفر، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر و زمان‌های پرایم ۶ و ۱۲ ساعت انجام گردید. صفات مورد اندازه‌گیری شامل طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه، درصد جوانه‌زنی و شاخص طولی بنیه گیاهچه بود.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که بهترین تیمارهای آزمایش اول پیش‌تیمار زیستی با اینتروباکتر+ سودوموناس، آزمایش دوم پیش‌تیمار زیستی با سویه قارچ T36 و آزمایش سوم، غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر پرایم با جیبرلین در زمان‌های ۶ و ۱۲ ساعت بودند. نتایج نشان داد که اکثر تیمارهای پیش‌تیمار زیستی و هورمون پرایم باعث بهبود کیفیت در بذر جعفری شدند به نحوی که درصد جوانه‌زنی در بذرهای شاهد به میزان ۷۰ درصد بود که بعد از اعمال تیمار پیش‌تیمار زیستی با باکتری افزاینده رشد (سودوموناس+ اینتروباکتر) این صفت به میزان ۳۱ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت که در بین تمامی تیمارهای اعمال شده در این تحقیق بیشترین میزان را نشان داد. استفاده از غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر پیش‌تیمار جیبرلین در زمان‌های ۶ و ۱۲ ساعت به‌ترتیب باعث افزایش ۱۹ و ۱۴ درصدی جوانه‌زنی نسبت به تیمار شاهد شدند.

نتیجه‌گیری: نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که پیش‌تیمار زیستی با باکتری سودوموناس+ اینتروباکتر بیشترین تأثیر را بر بهبود کیفیت و خصوصیات جوانه‌زنی بذر جعفری داشت، به‌طور کلی پیش‌تیمار زیستی به استثنای قارچ سویه T42، و همچنین پیش‌تیمار جیبرلین بهبود کیفیت و خصوصیات جوانه‌زنی بذر جعفری را نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: اینتروباکتر، باکتری سودوموناس، پرایمینگ، درصد جوانه‌زنی، قارچ تریکودرما

جنبه‌های نوآوری:

۱- اثرات استفاده از پیش‌تیمار زیستی و هورمون پرایم رایج است، در حالی که برای جعفری مشخص نیست.

۲- پیش‌تیمار زیستی با باکتری سودوموناس+ اینتروباکتر بیشترین تأثیر را بر بهبود کیفیت و خصوصیات جوانه‌زنی بذرجعفری داشت.

۳- پرایمینگ با قارچ T42 کیفیت و ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر جعفری را کاهش داد.

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشگاه بیرجند

[۲ و ۴] به ترتیب دانشیار و استادیار گروه زراعت، دانشگاه یاسوج

[۳] دانشیار گروه زراعت، دانشگاه بیرجند

[*] رایانامه نویسنده مسئول: amoradi@yu.ac.ir

http://dorl.net/dor/20.1001.1.23831251.1402.10.1.1.9

DOI: 10.61186/yujs.10.1.1

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۲۳)

مقدمه

گیاه جعفری (*Petroselinum crispum*) متعلق به تیره چتریان می‌باشد که گیاهی است دو ساله به ارتفاع ۰/۳ تا یک متر و دارای ریشه راست دوکی شکل یا متورم به رنگ مایل به زرد است. میوه آن کوچک و به طول ۲ میلی‌متر و به قطر یک میلی‌متر یا کمی بیشتر به رنگ سبز و دارای بو و طعم بسیار معطر است (نوری[1] و همکاران، ۲۰۱۲). با توجه به ریز بودن بذر جعفری برای غلبه بر مشکلاتی که در کاشت به وجود می‌آید، پوشش‌دار کردن بذرها مورد توجه است که این پوشش باعث می‌شود تا بذر وزن و حجم بیشتری پیدا کنند و قابلیت دستورزی در کاشت آن افزایش یابد.

پرایمینگ از طریق حذف رادیکال‌های آزاد اکسیژن که ایجاد کننده تنش‌های اکسیداتیو می‌باشند، باعث بهتر شدن جوانه‌زنی می‌گردد (جیه[2] و همکاران، ۲۰۰۲). پیش‌تیمار زیستی بذر از روش‌های تقویت کننده بذر می‌باشد، در این میان استفاده از ریزجانداران مفید مانند باکتری‌های محرک رشد گیاهی از جمله *Pseudomonas fluorescens* و همچنین قارچ‌هایی مانند *Trichoderma harzianum* به‌جای تیمار شیمیایی بذر، می‌توانند سازگاری و پایداری گیاهان را افزایش دهند (بنت و ویپس[3]، ۲۰۰۸). بنابراین استفاده از این نوع تیمارها در حال جایگزینی تدریجی با تیمارهای شیمیایی می‌باشند (باشن[4] و همکاران، ۲۰۰۴). زهیر[5] و همکاران (۱۹۹۸) افزایش ارتفاع بوته ذرت در بذرهای مایه‌زنی شده با باکتری سودوموناس را گزارش کردند. همچنین تأثیر باکتری‌های افزاینده رشد گیاه بر افزایش قابلیت جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه برنج بررسی و مورد تأیید قرار گرفته است (بیسواس[6] و همکاران، ۲۰۰۰). جاود[7] و همکاران (۱۹۹۸) تعداد ۱۱ جدایه از باکتری‌های محیط اطراف ریشه را شناسایی کردند که قابلیت جوانه‌زنی بذرهای ذرت را بطور معنی‌داری افزایش دادند. علاوه بر این، یعقوب و شهزاد[8] (۲۰۰۸) گزارش کردند که پوشش‌دارکردن بذر با سه گونه تریکودرما بر رشد گیاه ماش (*Vigna radiata*) و آفتابگردان (*Helianthus annuus*) و کلونیزه شدن ریشه آن‌ها به‌وسیله آثلیا رولفسی[9] تأثیر مثبتی داشته است. شیلا و اکاندا[10] (۲۰۱۱) در پژوهشی دیگر گزارش کردند که بذرهای ذرت پوشش داده شده با مایه‌زنی تریکودرما و کاشته شده در خاک بدون کود، بالاترین درصد جوانه‌زنی (۸۳ درصد) و به دنبال آن بذرهای پوشش داده شده با مایه‌زنی تریکودرما و کاشته شده در خاک تیمار شده با کود ۸۲ درصد جوانه‌زنی داشته است. ماستوری[11] و همکاران (۲۰۱۰) نیز گزارش دادند که آغشته کردن بذرها با تریکودرما باعث افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانت‌ها گردیده و میزان گونه‌های فعال اکسیژن را کاهش می‌دهد و این همان خصوصیت القای مقاومتی است که توسط این آنتاگونیست اتفاق می‌افتد. مشخص شده است که خیساندن بذرهای گونه‌های مختلف گیاهی با غلظت مناسبی از هورمون‌های رشد، تأثیر مثبتی بر جوانه‌زنی، رشد و عملکرد در شرایط عادی و تنش دارد (هارلی[12] و همکاران، ۱۹۹۱؛ لی[13] و همکاران، ۱۹۹۸). هورمون‌هایی که معمولاً برای پرایمینگ مورد استفاده قرار می‌گیرند عبارتند از: اکسین‌ها (NAA,IBA,IAA)، جیبرلین‌ها (GA)، کینتین‌ها، اسید آبسیزیک، پلی‌آمین‌ها، اتیلن، براسینولید، اسید سالیسیلیک و اسید آسکوربیک. برخی از اسموپروتکتانت‌ها مانند گلیسین بتائین، همراه با هورمون‌های رشد مورد استفاده قرار می‌گیرند و به عوامل کوپرایمینگ مشهورند (کمبل[14] و همکاران، ۱۹۹۹). این باور وجود دارد که جیبرلین با القای آنزیم‌های تجزیه‌ای که پوسته بذر یا کلاهک آندوسپرم را از طریق القای تحرک ترکیبات غذایی ذخیره‌ای و تحریک توسعه آندوسپرم سست می‌کند، موجب تحریک

[1] Nouri
[2] Jie
[3] Bennett and Whipps
[4] Bashan
[5] Zahir
[6] Biswas
[7] Javed

[8] Yaqub and Shahzad
[9] *Athelia rolfsii*
[10] Sheila and Ochanda
[11] Mastouri
[12] Hurly
[13] Lee
[14] Campbell

جوانه‌زنی می‌شود (بیولی و بلک[1]، ۱۹۹۴). سابدی و ما[2] (۲۰۰۵) به این نتیجه رسیدند که پرایمینگ بذرها با محلول اسید جیبرلیک ۲۰ میلی‌گرم در لیتر به مدت ۳۰ دقیقه باعث افزایش قدرت گیاهچه در ذرت شد ولی هیدروپرایمینگ به مدت ۱۶ ساعت درصد جوانه‌زنی را کاهش داد. در مطالعه دیگر، قاسمی‌پیربلوطی[3] و همکاران (۲۰۰۵) گزارش کردند که، تیمار با جیبرلیک اسید ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین اثر مثبت را بر جوانه‌زنی بذر گونه‌های آویشن دنایی داشته است.

پژوهش‌های مختلف سازوکارهای متفاوتی را در تأثیر باکتری‌های افزاینده رشد گیاه در ارتقای کیفیت بذر مؤثر دانسته‌اند. بهبود سلامت بذر با توجه به نقش این باکتری‌ها بعنوان عوامل مهارکننده آفات و بیمارگرهای گیاهی، همچنین تأثیر تحریک کنندگی رشد آن‌ها بر قابلیت جوانه‌زنی بذر و بنیه گیاهچه از طریق تولید هورمون‌های افزاینده رشد در محیط بذر و ریشه گیاهچه از مهمترین این سازوکارها می‌باشد (زهیر و همکاران، ۲۰۰۴). گزارش شده که پوشش‌دارکردن بذر با سه گونه قارچ تریکودرما بر کلونیزه شدن ریشه گیاه ماش و آفتابگردان و در نتیجه رشد آن‌ها تأثیر مثبتی داشته است (یعقوب و شهزاد، ۲۰۰۸). بررسی اثرات اسیدجیبرلیک، روی جوانه‌زنی بذرهای فستوکای پابلند (*Festuca arundinacea*) و گندم نشان داد که اسیدجیبرلیک به صورت معنی‌داری درصد و سرعت جوانه‌زنی را نسبت به گیاه شاهد افزایش می‌دهد (بحرینی و پور رضا[4]، ۲۰۱۲؛ صابری[5] و همکاران، ۲۰۱۴). مطالعات متعدد در مورد پیش‌تیمار زیستی باکتری و قارچ و همچنین پرایمینگ با هورمون جیبرلین انجام شده، اما از آنجایی که تیمارهای باکتریایی و قارچی باعث بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی می‌شوند و از طرفی در خصوص بذر جعفری تاکنون اثر این تیمارها گزارش نشده، بنابراین ضرورت دارد که با استفاده از یک روش آزمایشگاهی تحت شرایط کنترل شده امکان ارزیابی سریع و به نسبت دقیق، واکنش این گیاه نسبت به پیش‌تیمارهای زیستی باکتری و قارچ و همچنین پرایمینگ جیبرلین صورت گیرد. بدین منظور آزمایشی برای بررسی تأثیر پیش‌تیمار زیستی و همچنین پرایمینگ جیبرلین بذر جعفری بر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور تعیین تأثیر تیمارهای پوشش‌دار کردن بذر به همراه هورمون پرایمینگ و پیش‌تیمار زیستی بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر جعفری در قالب سه آزمایش در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج در سال ۱۳۹۴ انجام شد.

آزمایش اول پیش‌تیمار زیستی با استفاده از باکتری‌های افزاینده رشد، در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار و چهار تکرار انجام شد. تیمارها شامل هفت جدایه باکتری (۱- *Pseudomonas fluorescens* سویه ۲۱، ۲- باسیلوس سویه بیوسوبتیل، ۳- انتروباکتر کلوآکا سویه ۵، ۴- *P.fluorescens* + باسیلوس، ۵- *P.fluorescens* + انتروباکتر کلوآکا، ۶- باسیلوس+ انتروباکتر کلوآکا و ۷- *P.fluorescens* + باسیلوس+ انتروباکتر کلوآکا) و تیمار شاهد (بدون پرایمینگ) بود. در این آزمایش بذرهای جعفری با تیمارهای مورد نظر مایه‌زنی شدند. تیمار بدون مایه‌زنی با باکتری به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. باکتری‌های مورد نظر در آزمایشگاه بیولوژی مؤسسهٔ تحقیقات خاک و آب کرج فرموله و تهیه شدند. بذرها برای دستیابی به تراکم مایه تلقیح 10^8 واحد تشکیل دهنده کلونی بر میلی‌لیتر که میزان جذب آن در طول موج ۶۰۰ نانومتر روی ۰/۵ تنظیم گردیده، فرو برده شدند (بورد[6] و همکاران، ۱۹۹۸). به منظور انجام مایه‌زنی، ۲۰ میلی‌لیتر از سوسپانسیون جدایه‌های مختلف باکتری سودوموناس فلورسنت، باسیلوس، انتروباکتر کلوآکا و ترکیبی از آن‌ها به بذرها اضافه شد. قبل از مایه‌زنی ابتدا بذرها با هیپوکلریت سدیم ۰/۵ درصد به مدت ۳ دقیقه ضدعفونی شدند، سپس سه بار با آب مقطر شستشو انجام شد تا اثری از هیپوکلریت

[1] Bewley and Black
[2] Subedi and Ma
[3] Ghasemi-pierbalooti
[4] Bahrani and Pourreza
[5] Saberi
[6] Burd

سدیم بر بذرها باقی نماند. پس از آن بذرهای مربوط به هر تیمار به صورت جداگانه به مدت ۲ ساعت با باکتری‌های مورد نظر مایه‌زنی شدند و تحت آزمون جوانه‌زنی قرار گرفتند.

آزمایش دوم پیش‌تیمار زیستی با استفاده از قارچ‌های محرک رشد، در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار و چهار تکرار انجام شد. تیمارهای پیش‌تیمار زیستی با چهار جدایه قارچ *Trichoderma harziarum* شامل (T36، T39، T42 و T43) و تیمار شاهد بدون پرایمینگ بود. بعد از ضدعفونی بذر جعفری به منظور انجام مایه‌زنی با قارچ، از جدایه‌های مختلف قارچ ۲۰ میلی‌لیتر سوسپانسیون با جمعیت 10^7 هاگ در هر میلی‌لیتر از جدایه قارچ *Trichoderma harziarum* به بذرها اضافه شده و به مدت ۲ ساعت به کمک ماده چسباننده صمغ عربی مایه‌زنی شدند. برای تعیین غلظت سوسپانسیون هاگ قارچ از لام گلبول شمار (هموسیتومتر) استفاده شد. پس از تلقیح با سوسپانسیون باکتریایی و هاگ قارچ (برای تیمارهای تلقیحی) آزمون جوانه‌زنی انجام شد.

هورمون پرایمینگ (آزمایش سوم) به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در آزمایشگاه با دو فاکتور غلظت هورمون جیبرلین (۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و زمان‌های مختلف پرایم (۶ و ۱۲ ساعت) با ۴ تکرار انجام شد. تعداد ۱۰۰ بذر برای هر ترکیب تیماری به صورت ۴ تکرار ۲۵ تایی در پتری‌هایی به قطر ۹ سانتی‌متر قرار داده شدند برای جلوگیری از خفگی بذرها مقدار ۱۰ سی‌سی محلول هورمونی به‌طوری‌که نصف قطر بذر را بپوشاند درون هر پتری ریخته شد و سپس درب پتری‌ها بسته و به مدت ۶ و ۱۲ ساعت به‌ترتیب به دمای ۲۵ درجه سلسیوس در محیط تاریکی منتقل شدند. بعد از گذشت مدت زمان مورد نظر بذرها از پتری‌ها خارج و با آب مقطر شسته شده به مدت ۲۴ ساعت در همان دما خشک شده و برای کشت مورد استفاده قرار گرفت، در نهایت بهترین غلظت جیبرلین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و زمان پرایم ۶ و ۱۲ ساعت برای بذرهای جعفری به‌دست آمد. برای تهیه محلول جیبرلین از روش لی و همکاران (۱۹۹۸) استفاده شد، بدین صورت که GA_3 در اتانول ۹۵ درصد حل شد و سپس برای رسیدن به غلظت‌های موردنظر، آب مقطر به آن اضافه شد. ترکیبی که به این صورت آماده می‌شود معمولاً حاوی ۶۰/۹ درصد GA_3، ۱۷/۲ درصد GA_1 و ۱۸/۳ درصد ایزولاکتون GA_3 می‌باشد (فوستر[1] و همکاران، ۱۹۹۷).

آزمون جوانه‌زنی: تعداد ۲۵ عدد بذر مایه‌زنی شده درون ظرف پتری که کف آن حاوی دو عدد کاغذ صافی بود، قرار داده شد. پتری‌ها درون ژرمیناتور با ۱۶ ساعت تاریکی در دمای ۳۰ درجه سلسیوس و ۸ ساعت روشنایی در دمای ۲۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۸ روز قرار داده شدند. در طول دوره شمارش هر روزه تعداد بذرهای جوانه‌زده شمارش شد. در روز آخر، درصد جوانه‌زنی (خروج ریشه‌چه به اندازه ۲ میلی‌متر) و طول گیاهچه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. برای محاسبه وزن خشک، نمونه‌ها در داخل آون با دمای ۷۵ درجه سلسیوس و به مدت ۲۴ ساعت قرار گرفت. در این آزمایش صفاتی که مورد مطالعه قرار گرفت عبارت بودند از: طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه، درصد جوانه‌زنی و شاخص طولی بنیه گیاهچه. برای اندازه‌گیری صفات ذکر شده از هر ظرف پتری ۱۰ نمونه به صورت تصادفی انتخاب شده و اندازه‌گیری‌های لازم صورت گرفت. طول گیاهچه با استفاده از خط‌کش انجام شد و سپس از ۱۰ نمونه میانگین گیری شد. وزن خشک گیاهچه پس از ۲۴ ساعت در داخل آون با دمای ۷۵ درجه سلسیوس توزین و محاسبه شد. در محاسبه شاخص طولی بنیه (عبدالباقی و آندرسون[2]، ۱۹۷۳) و درصد جوانه‌زنی (الیس و روبرت[3]، ۱۹۸۱) به ترتیب از رابطه شماره ۱ و ۲ استفاده شد.

رابطه ۱:

رابطه ۲: $\text{درصدجوانه‌زنی} = n/N \times 100$

که در آن n تعداد بذرهای جوانه‌زده و N تعداد کل بذرهای کشت شده می‌باشد.

تجزیه داده‌ها: به منظور بررسی تبعیت داده‌ها از توزیع نرمال، تبدیل داده‌های صفاتی که به صورت درصد

[1] Foster
[2] Abdul-Baki and Anderson
[3] Ellis and Roberts

بودند به روش آرک سینوس (Arc Sin) انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها پس از اطمینان از نرمال بودن آن‌ها توسط ماکرو DSAASTAT ver:1022 در محیط نرم افزار اکسل انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون LSD محافظت شده در سطح احتمال (P ≤٪۵) انجام شد.

نتایج و بحث

آزمایش پیش‌تیمار زیستی با باکتری‌های افزاینده رشد

درصد جوانه‌زنی

نتیجه تجزیه واریانس داده‌ها برای صفت جوانه‌زنی نشان داد اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف باکتری‌های مایه‌زنی شده (پیش‌تیمار زیستی) با شاهد وجود داشت (P≤٪۱) (جدول ۱). به‌طورکلی تمامی پیش‌تیمارهای زیستی باعث بهبود درصد جوانه‌زنی شدند به‌طوری‌که به استثنای قارچ سویه T42، پیش‌تیمارهای زیستی با هم از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نداشتند. به نظر می‌رسد که افزایش درصد جوانه‌زنی می‌تواند به‌واسطه افزایش سنتز هورمون‌هایی از قبیل جیبرلین باشد که فعالیت آنزیم‌های خاصی از جمله آلفاآمیلاز، پروتئاز و نوکلئاز را موجب می‌شود. این امر منتج به فعالیت بهتر آنزیم‌های میتوکندریایی می‌گردد که سبب افزایش مصرف اکسیژن و بالطبع جوانه‌زنی می‌گردد (نوماوو[1] و همکاران، ۲۰۱۳). همچنین باکتری‌های محرک رشد ریزوسفری با توانایی تولید آنزیم آمینوسیکلوپروپان-۱-کربوکسیلات دی‌آمیناز می‌توانند میزان اتیلن گیاه را کاهش دهند و جوانه‌زنی گیاه را بهبود بخشند (بیلموو[2] و همکاران، ۲۰۰۵). باکتری‌های محرک رشد وقتی به سطح بذرها می‌چسبند در پاسخ به اسیدهای آمینه ترشح شده در بذر، اسید ایندول استیک سنتز می‌کنند که این اسید باعث تحریک سلول‌های گیاه و طویل شدن آن‌ها می‌شود (ماتیوس و کالدیکوت[3]، ۱۹۸۱). در نتیجه می‌تواند بر سرعت و درصد جوانه‌زنی بذرها مؤثر باشد. در تحقیقی دیگر بیان شده‌است که افزایش جوانه‌زنی می‌تواند به دلیل تأثیرباکتری‌ها در افزایش تولید برخی هورمون‌ها به‌ویژه جیبرلین باشد، زیرا این هورمون با فعال کردن برخی آنزیم‌ها مانند آمیلاز که در سوخت و ساز نشاسته دخالت دارند، جوانه‌زنی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (غلامی[4] و همکاران، ۲۰۰۹). نتایج مقایسه میانگین نشان داد بیشترین درصد جوانه‌زنی به میزان ۹۲ درصد مربوط به اثر ترکیبی مایه‌زنی باکتری‌های (اینتروباکتر + سودوموناس) بود که ۳۱ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش جوانه‌زنی حاصل شد و کمترین درصد جوانه‌زنی به میزان ۷۰ درصد مربوط به تیمار شاهد (بدون مایه‌زنی) بود (جدول ۲). نتایج تحقیق این پژوهش روی جعفری با نتایج تحقیق بابالولا[5] و همکاران (۲۰۰۷) روی علف هرز جادو و همچنین نتایج شویتا[6] و همکاران (۲۰۰۸) روی بذرهای بادام زمینی در خصوص افزایش درصد جوانه‌زنی بذرهای مایه‌زنی شده با باکتری همخوانی داشت.

طول گیاهچه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری بین پیش‌تیمارهای زیستی با باکتری و شاهد از نظر تأثیر بر طول گیاهچه وجود داشت (P ≤٪۱) (جدول ۱). بیشترین طول گیاهچه مربوط به پیش‌تیمار زیستی با باکتری‌های اینتروباکتر+ سودوموناس بود که ۳۳/۲ درصد بیشتر از تیمار شاهد (۴/۶۸ سانتی‌متر) بود و کمترین طول گیاهچه مربوط به تیمار ترکیبی مایه‌زنی با باکتری‌های اینتروباکتر+ باسیلوس به میزان ۱۶ درصد کمتر از تیمار شاهد بود (جدول ۲). نتایج کلی نشان داد که اکثر تیمارها با تیمار شاهد اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند فقط در تیمار ترکیبی (اینتروباکتر+ سودوموناس) باعث بهبود معنی‌دار این شاخص نسبت به تیمار شاهد شد. افزایش طول ساقه‌چه دلایل مختلفی دارد از جمله، این دلایل می‌تواند نقش مهم اسید ایندول استیک در افزایش طول ساقه‌چه (مانتلین و توراین[7]، ۲۰۰۴) یا تولید جیبرلین

[1] Noumavo
[2] Belimov
[3] Mathews and Caldicott
[4] Gholami
[5] Babalola
[6] Shweta
[7] Mantelin and Touraine

توسط باکتری محرک رشد نیز باشد (کاسان[1] و همکاران، ۲۰۰۹). برخی از محققین نیز افزایش طول ریشه‌چه توسط باکتری محرک رشد را به تولید اکسین نسبت داده‌اند (ورما [2] و همکاران، ۲۰۱۰).

وزن خشک گیاهچه

با توجه به نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) مشخص شد که وزن خشک گیاهچه تحت تأثیرمایه‌زنی باکتری‌های محرک رشد قرار گرفت (P ≤٪۱)، به‌طوری‌که کاربرد باکتری‌ها منجر به افزایش وزن خشک گیاهچه گردید و اختلاف معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد داشت. مقایسه میانگین‌های داده‌ها نشان داد بیشترین وزن خشک گیاهچه مربوط به ترکیب پیش‌تیمار زیستی با باکتری‌های اینتروباکتر + سودوموناس + باسیلوس بود که ۸۲/۳ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود و کمترین وزن خشک گیاهچه مربوط به تیمار شاهد به میزان ۵/۱ میلی‌گرم بود (جدول ۲). نتایج در کل نشان داد بین اکثر پیش‌تیمارهای زیستی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت این یافته‌ها با نتایج برخی از محققین از جمله غلامی و همکاران (۲۰۰۹) مشابهت داشت. افزایش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در اثر تیمار با باکتری‌های محرک رشد گزارش شده‌است (میشرا[3] و همکاران، ۲۰۱۰). افزایش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌تواند به دلیل القای نمو جنینی توسط مواد تنظیم کننده رشد حاصل از باکتری‌های محرک رشد باشد که قابلیت نفوذ پوسته بذر نسبت به آب را افزایش می‌دهند (کاسان و همکاران، ۲۰۰۹).

شاخص طولی بنیه گیاهچه (ویگور)

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که شاخص طولی بنیه گیاهچه تحت تأثیر پیش‌تیمارهای زیستی با باکتری قرار گرفت (P ≤٪۱) (جدول ۱). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین شاخص طولی بنیه گیاهچه مربوط به تیمار پیش‌تیمار زیستی با باکتری اینتروباکتر+ سودوموناس که ۸۷ درصد بیشتر از تیمار شاهد بود و کمترین این مقدار مربوط به تیمار شاهد به میزان ۲۸۰/۲ بود همچنین کمترین افزایش این شاخص نسبت به تیمار شاهد مربوط به پیش‌تیمار زیستی با باکتری باسیلوس+اینتروباکتر به میزان ۷ درصد و پیش‌تیمار زیستی با اینتروباکتر به میزان ۱۲/۱ درصد بودند (جدول ۲). افزایش شاخص بنیه بذر ذرت و گلرنگ با استفاده از مایه‌زنی باکتری توسط محققان دیگر نیز گزارش شده‌است که با نتایج این تحقیق همخوانی داشت (غلامی و همکاران، ۲۰۰۹؛ نواماوو و همکاران، ۲۰۱۳). به احتمال زیاد افزایش بنیه بذر به دلیل سنتز بیشتر اکسین توسط باکتری بوده است، که منجر به طویل شدن سلولی می‌شود یا ممکن است به علت افزایش سیتوکینین باشد که سبب تحریک تقسیم سلولی می‌گردد (کیسلوا[4] و همکاران، ۲۰۱۲). در آزمایشی دیگر بیان شد که کاربرد باکتری‌های حل کننده فسفات از نوع *P. fluorescens* باعث افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه شد که این افزایش رشد را به دلیل آزاد شدن تنظیم کننده‌های رشد توسط باکتری حل کننده فسفات و در اختیار گرفتن بهتر مواد غذایی توسط گیاه تشخیص دادند (سرواناکومار و سامیاپان[5]، ۲۰۰۷). برخی از محققین نیز افزایش طول ریشه‌چه توسط باکتری محرک رشد را به تولید اکسین نسبت داده‌اند (ورما و همکاران، ۲۰۱۰).

پیش‌تیمار زیستی با قارچ *تریکودرما هارزیانوم* درصد جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اختلاف معنی‌داری بین سطوح مختلف پیش‌تیمار (سویه قارچ‌های مایه‌زنی شده) در صفت درصد جوانه‌زنی دیده شد (P ≤٪۱) (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین نشان داد فقط پیش‌تیمار زیستی با قارچ سویه T43 نسبت به تیمار شاهد باعث بهبود درصد جوانه‌زنی شد، میزان آن ۸۳ درصد بود که نسبت به تیمار شاهد ۱۹ درصد جوانه‌زنی بذر جعفری را افزایش داد (جدول ۴). این نتیجه تطابق دارد با مطالعه‌ای مشابه که قربانی[6] و

[1] Cassan
[2] Verma
[3] Mishra
[4] Kiseleva
[5] Saravanakumar and Samiyappan
[6] Ghorbani

همکاران (۲۰۱۱) گزارش دادند. تیمار توسط ایزوله *Trichoderma harzianum* در غلظت کم باعث بیشترین درصد جوانه‌زنی در مقایسه با شاهد شد، در حالی که کمترین وزن خشک در تیمار T39 مشاهده

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر پیش‌تیمار زیستی باکتری روی برخی صفات جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای اندازه‌گیری شده جعفری

Table 1. Analysis of variance for the effect of bacterial bio-priming on some germination and seedling traits measured in parsley

تیمار Treatment	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS			
		درصد جوانه زنی Germination percentage	طول گیاهچه Seedling length	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	شاخص طولی بنیه گیاهچه Seedling length vigor index
پیش‌تیمار زیستی (باکتری) Biopriming (bacteria)	7	243.62**	1.85**	6.62**	25073.71**
خطای آزمایشی Experimental Error	24	28.7	0.24	0.74	2026.22
ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of Variation (%)		8.7	9.92	10.71	11.75

** معنی‌داری در سطح احتمال خطای یک درصد را نشان می‌دهد.

** indicates significantly different at 1% probability level

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر پیش‌تیمار زیستی با باکتری‌های محرک رشد بر برخی صفات جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای جعفری

Table 2. Mean comparison for the effect of bio-priming with growth promoting rhizobacteria on some germination and seedling traits of parsley

تیمار Treatment	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	طول گیاهچه (سانتی‌متر) Seedling length (cm)	وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم) Seedling dry weight (mg)	شاخص طولی بنیه گیاهچه Seedling length vigor index
شاهد Control	70^{c}	4.7 ^{bc}	5.1^{c}	280.2 ^{c}
اینتروباکتر *Enterobacter*	88 ^{ab}	4.3 ^{cd}	8.6 ^{ab}	314.1 ^{c}
باسیلوس *Bacillus*	91^{a}	5.3 ^{b}	8.0 ^{ab}	429.0 ^{b}
سودوموناس *Pseudomonas*	91^{a}	4.9 ^{bc}	8.4 ^{ab}	406.7 ^{b}
باسیلوس+اینتروباکتر *Bacillus+ Enterobacter*	82^{b}	3.9 ^{d}	8.1 ^{ab}	300.4 ^{c}
اینتروباکتر+سودوموناس *Enterobacter +Pseudomonas*	92^{a}	6.2 ^{a}	7.7 ^{b}	522.9 ^{a}
باسیلوس+سودوموناس *Bacillus+ Pseudomonas*	91^{a}	5.1^{b}	8.8 ^{ab}	403.7 ^{b}
اینتروباکتر+باسیلوس+سودوموناس *Enterobacter +Bacillus+ Pseudomonas*	91^{a}	5.1^{b}	9.3 ^{a}	411.9 ^{b}

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

Means in each column with similar letters are not significantly different based on LSD test at 5%.

جدول ۳. تجزیه واریانس اثر پیش‌تیمار زیستی قارچ روی برخی صفات جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای اندازه‌گیری شده جعفری

Table 3. Analysis of variance for the effect of fungi bio-priming on some germination and seedling traits measured in parsley

تیمار Treatment	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS			
		درصد جوانه‌زنی Germination percentage	طول گیاهچه Seedling length	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	شاخص طولی بنیه گیاهچه Seedling length vigor index
پیش‌تیمار زیستی با قارچ *Trichoderma harzianum* Biopriming with *Trichoderma harzianum*	4	623.33**	4.23**	9.12**	50092.00**
خطای آزمایشی Experimental Error	15	37.27	0.184	0.74	848.38
ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of Variation (%)		13.43	9.92	10.7	11.85

** معنی‌داری در سطوح احتمال خطای ۱ درصد را نشان می‌دهد.

** Indicates significantly different at 1% probability level

گردید به‌طوری‌که ۲۲ درصد در مقایسه با شاهد کاهش نشان داد.

طول گیاهچه

نتایج داده‌ها نشان داد که صفت طول گیاهچه بین پیش‌تیمارهای زیستی با سویه‌های مختلف قارچ به همراه شاهد دارای تفاوت معنی‌داری بودند ($P \leq$ ۱٪) (جدول ۳). بیشترین طول گیاهچه به میزان ۴/۷ سانتی‌متر مربوط به تیمار شاهد بود و کمترین طول گیاهچه مربوط به پیش‌تیمار زیستی با قارچ T42 به میزان ۲/۳ سانتی‌متر بود، که ۵۱ درصد کمتر از تیمار شاهد بود (جدول ۴). در کل نتایج نشان داد در این صفت پیش‌تیمارهای زیستی با قارچ نسبت به شاهد اثر مثبتی نداشتند. در حالی که در آزمایشی یعقوب و شهزاد (۲۰۰۸) گزارش کردند که پوشش‌دارکردن بذر با سه گونه تریکودرما بر رشد گیاه ماش و آفتابگردان و کلونیزه شدن ریشه آن‌ها تأثیر مثبتی داشته است.

وزن خشک گیاهچه

با توجه به نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مشخص شد که وزن خشک گیاهچه تحت تأثیر مایه‌زنی قارچ‌های پیش‌تیمار زیستی قرار گرفت ($P \leq$ ۱٪) (جدول ۳)، استفاده از قارچ *Trichoderma harzianum* منجر به افزایش وزن خشک گیاهچه در اکثر تیمارها نسبت به تیمار شاهد شده‌است. بیشترین وزن خشک گیاهچه مربوط به تیمارسویه T36 (۵۲/۲ درصد بیشتر از تیمار شاهد) و کمترین مربوط به تیمار T42 بود که ۲۰ درصد کمتر از تیمار شاهد بود (جدول ۴) قارچ‌های تریکودرما با دارا بودن توان رقابت غذایی و مکانی بالا، استقرار و هاگزایی فراوان در محیط خاک به‌ویژه اطراف ریشه اغلب گیاهان زراعی و غیر زراعی و توان القای مقاومت به تنش‌های محیطی در گیاه، نه تنها باعث کاهش عوامل بیمارگر در خاک می‌شود، بلکه در مواردی با یکسری سازوکارهای بیوشیمیایی باعث تحریک رشد اندام‌های زیرزمینی یا هوایی برخی از این گیاهان می‌گردد. به همین دلیل استفاده از سویه‌های آن‌ها به صورت مایه تلقیح جهت بهبود عملکرد گیاهان در مناطق خشک قابل توصیه است و این باکتری‌ها می‌توانند وزن گیاه و ریشه را افزایش دهند (هارمن[1] و همکاران، ۲۰۰۴)، که با نتایج این پژوهش همخوانی داشت.

[1] Harman

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر پیش‌تیمار زیستی با قارچ تریکودرما هورزیانوم بر صفات مختلف جعفری

Table 4. Mean comparison for the effect of bio-priming with *Trichoderma harzianum* on some germination and seedling traits of parsley

سویه‌های مختلف قارچ Fungi species	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	طول گیاهچه (سانتی‌متر) Seedling length (cm)	وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم) Seedling dry weight (mg)	شاخص طولی بنیه گیاهچه Seedling length vigor index
شاهد (Control)	70 [b]	4.7 [a]	5.1 [bc]	280.2 [b]
T36	75 [ab]	4.6 [a]	7.7 [a]	324.2 [a]
T39	79 [ab]	3.8 [b]	7.2 [a]	272.8 [b]
T42	41 [c]	2.3 [c]	4.0 [c]	49.0 [c]
T43	83 [a]	4.7 [a]	6.2 [ab]	303.0 [ab]

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری باهم ندارند

Means in each column with similar letters are not significantly different based on LSD test at 5%.

شاخص طولی بنیه گیاهچه (ویگور)

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که شاخص طولی بنیه گیاهچه تحت تأثیر پیش‌تیمار زیستی با قارچ قرار گرفت (P ≤٪۱) (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بیشترین افزایش شاخص طولی بنیه گیاهچه مربوط به پیش‌تیمار زیستی با قارچ سویه T36 بود که به میزان ۱۶ درصد نسبت به تیمار شاهد بهبود یافت، در حالی‌که پیش‌تیمارهای زیستی با قارچ سویه T39 و T42 نسبت به تیمار شاهد کاهش این شاخص را به‌ترتیب به میزان ۳ و ۸۲ درصد نشان دادند (جدول ۴).

پیش‌تیمار هورمونی (جیبرلین)

درصد جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده غلظت پیش‌تیمار جیبرلین و زمان آن بر درصد جوانه‌زنی دارای اختلاف معنی‌دار بود (P ≤٪۵) (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین اثر ساده غلظت جیبرلین نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی نسبت به تیمار شاهد (هیدروپرایم، صفر میلی‌گرم در لیتر) مربوط به پیش‌تیمار جیبرلین با غلظت ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود که به ترتیب با ۲۵ و ۲۳ درصد افزایش جوانه‌زنی اتفاق افتاد و کمترین مقدار درصد جوانه‌زنی نهایی به میزان ۶۵ درصد مربوط به تیمار هیدروپرایم (صفر میلی‌گرم در لیتر) بود (شکل ۱). نتایج نشان می‌دهد با افزایش غلظت جیبرلین از ۵۰ میلی‌گرم در لیتر به ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر درصد جوانه‌زنی کاهش می‌یابد. در پژوهش عجریب‌زاده[1] و همکاران (۲۰۱۸) کاهش درصد جوانه‌زنی بذر انیسون در نتیجه افزایش جیبرلین از ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر به ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر تحت عصاره ازمک (*Cardaria draba*) مشاهده شد. افزایش میزان جیبرلین بیش از حد نیاز گیاه می‌تواند عامل این مسئله باشد.

همچنین مقایسه میانگین اثر زمان پیش‌تیمار جیبرلین نشان داد که بیشترین درصد جوانه‌زنی به میزان ۷۹ درصد مربوط به ۶ ساعت پیش‌تیمار جیبرلین، و کمترین مقدار این صفت مربوط به ۱۲ ساعت پرایم به میزان ۷۰ درصد بود (شکل ۲). با افزایش زمان پیش‌تیمار از درصد جوانه‌زنی کاسته شد. با توجه به اینکه در پرایمینگ، هدف طی مراحل اول و دوم آبنوشی است چنانچه طول دوره پیش‌تیمار از حد مشخصی بیشتر شود می‌تواند بستر ورود بذر به مرحله سوم آبنوشی را فراهم آورد، این مسئله اثر معکوس در درصد جوانه‌زنی دارد. در تأیید این مسئله یوسفی[2] و همکاران (۲۰۲۱) مشاهده نمودند که با افزایش زمان پیش‌تیمار جیبرلین از ۲۴ ساعت به ۴۸ ساعت در بذر سرخارگل (*Echinacea purpurea*) جوانه زنی کاهش یافت.

[1] Ajribzadeh
[2] Yousefi

جدول ۵. تجزیه واریانس اثرات متقابل پیش‌تیمار جیبرلین و زمان بر برخی صفات جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای جعفری

Table 5. Analysis of variance for the interaction effect of gibberellin prime and time on some germination and seedling traits of parsley

تیمار Treatment	درجه آزادی df	میانگین مربعات MS			
		درصد جوانه زنی Germination percentage	طول گیاهچه Seedling length	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	شاخص طولی بنیه گیاهچه Seedling length vigor index
پیش‌تیمار جیبرلین Gibberellin Prime	3	331.80**	59.49**	105.58**	363372.00**
زمان Time	1	413.95**	1.69^{ns}	0.345^{ns}	24693.09*
پیش‌تیمار جیبرلین× زمان Gibberellin prime× Time	3	29.56^{ns}	5.37**	2.273**	8753.96^{ns}
خطای آزمایشی Experimental Error	24	23.93	0.71	0.318	5420.30
ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of Variation (%)		9.96	11.35	6.11	14.81

ns، ** و * به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال خطای یک و پنج درصد را نشان می‌دهند.

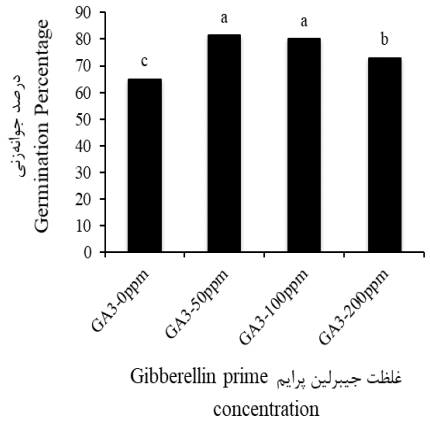
* and ** and ns, indicate significant difference at 5% and 1% probability and non-significant, respectively.

در مجموع نتایج نشان داد اکثر تیمارها به جزء دو تیمار هیدروپرایم و جیبرلین با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر با ۱۲ ساعت زمان پرایم، باعث بهبود جوانه‌زنی نسبت به تیمار شاهد شدند. کاربرد جیبرلیک اسید موجب تحریک تولید بسیاری از آنزیم‌های هیدرولیتیک، به ویژه آلفا-آمیلاز در لایه آلورون بذرهای در حال جوانه‌زنی غلات می‌شود (تایز و زیگر[1]، ۲۰۰۲). سابدی و ماء (۲۰۰۵) به این نتیجه رسیدند که پیش‌تیمار بذرها با ۲۰ میلی‌گرم در لیتر محلول اسید جیبرلیک به مدت ۳۰ دقیقه باعث افزایش قدرت گیاهچه در ذرت شد، ولی هیدروپرایمینگ به مدت ۱۶ ساعت درصد جوانه‌زنی را کاهش داد. کایا[2] و همکاران (۲۰۰۶) اثرات اسیدجیبرلیک، کینتین، نیترات پتاسیم و پلی‌اتیلن گلیکول را بر روی جوانه‌زنی بذور پیر شده بادمجان بررسی و نشان دادند که اسیدجیبرلیک و نیترات پتاسیم به صورت معنی‌داری درصد و سرعت جوانه‌زنی را نسبت به گیاه شاهد افزایش می‌دهند ولی این اثرات مثبت در تیمارهای کینتین و پلی‌اتیلن‌گلیکول مشاهده نشد.

طول گیاهچه

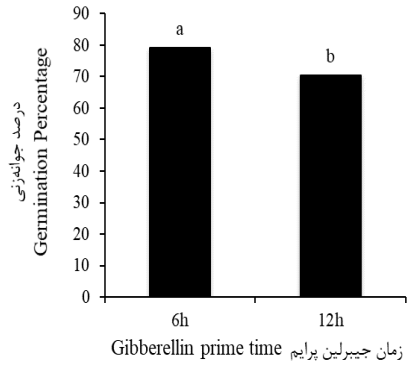
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده غلظت جیبرلین و همچنین اثر متقابل غلظت جیبرلین× زمان پیش‌تیمار بر طول گیاهچه دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P \leq$٪۱) (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت پیش‌تیمار جیبرلین × زمان پیش‌تیمار بر طول گیاهچه در آزمون جوانه‌زنی استاندارد نشان داد که بیشترین طول گیاهچه به میزان ۱۰/۳ سانتی‌متر مربوط به تیمار جیبرلین با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و ۶ ساعت زمان پرایم بود که ۱۸۳ درصد نسبت به تیمار صفر میلی‌گرم در لیتر پیش‌تیمار جیبرلین افزایش طول حاصل شد، همچنین در تیمار ۱۲ ساعت زمان پرایم جیبرلین با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر افزایش ۱۸۹/۷ درصدی نسبت به تیمار صفر میلی‌گرم در لیتر با ۱۲ ساعت زمان پرایم بهبود حاصل شد. کمترین طول گیاهچه مربوط به تیمار هیدروپرایم با ۱۲ ساعت زمان پیش‌تیمار به میزان ۳/۱ سانتی‌متر بود (جدول ۶). نتایج در کل نشان داد که در ۱۲ ساعت زمان پیش‌تیمار با افزایش غلظت جیبرلین، طول گیاهچه افزایش یافت اما در تیمار ۶ ساعت زمان پیش‌تیمار با افزایش غلظت تا ۵۰ میلی‌گرم در لیتر ابتدا طول گیاهچه افزایش یافت و با افزایش غلظت هورمون جیبرلین میزان طول گیاهچه

[1] Taiz and Zeiger
[2] Kaya



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر غلظت پیش‌تیمار جیبرلین بر درصد جوانه‌زنی جعفری، حروف مشترک نشان‌دهنده عدم تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

Fig. 1. Comparison of means for the effect of gibberellin priming concentration on the germination percentage of parsley, similar letters show no statistically significant difference at 5% probability level based on LSD test.



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر زمان پیش‌تیمار جیبرلین بر درصد جوانه‌زنی جعفری، حروف مشترک نشان‌دهنده عدم تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

Fig. 2. Comparison of means for the effect of gibberellin priming duration on the germination percentage of parsley, common letters show no statistically significant difference at 5% probability level based on LSD test.

کاهش یافت. نتایج تجزیه واریانس تمامی تیمارها با شاهد نشان داد که طول گیاهچه دارای تفاوت معنی‌داری بود (P ≤٪۵) (جدول ۵). مقایسه میانگین تمام تیمارها با شاهد (بدون پیش‌تیمار) نشان داد که تمامی پیش‌تیمارهای جیبرلین به جزء تیمار هیدروپرایم باعث بهبود طول گیاهچه نسبت به تیمار شاهد شد از این بین تیمار جیبرلین با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر و ۶ ساعت زمان پیش‌تیمار افزایش ۱۲۰ درصدی نسبت به تیمار شاهد داشت و در غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر جیبرلین با ۱۲ ساعت زمان پیش‌تیمار افزایش ۹۵ درصدی نسبت به تیمار شاهد حاصل شد. بیشترین میزان کاهش طول گیاهچه نسبت به تیمار شاهد مربوط به تیمار صفر میلی‌گرم در لیتر با ۱۲ ساعت زمان پیش‌تیمار به میزان ۳۳ درصد بود (جدول ۶). نقش پیش‌تیمار جیبرلین با غلظت بهینه، تسریع و بهبود سبز شدن گیاهچه و همچنین افزایش طویل شدن و تقسیم سلولی درگیاهچه تولیدی می‌باشد (عیسوند[1] و همکاران، ۲۰۰۸). در حقیقت جیبرلین از طریق افزایش کشش دیواره سلولی درنتیجه هیدرولیز نشاسته به قند و کاهش پتانسیل آب سلول باعث ورود آب به درون سلول و سرانجام طویل شدن سلول می‌گردد که افزایش طول گیاهچه تأییدکننده این مطلب می‌باشد (فتحی و اسماعیل‌پور[2]، ۲۰۱۰).

وزن خشک گیاهچه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده غلظت جیبرلین و همچنین اثر متقابل غلظت جیبرلین× زمان پیش‌تیمار بر وزن خشک گیاهچه دارای اختلاف معنی‌دار بود (P ≤٪۱) (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل غلظت پیش‌تیمار جیبرلین × زمان پیش‌تیمار بر وزن خشک گیاهچه در آزمون جوانه‌زنی نشان داد که بیشترین وزن خشک گیاهچه مربوط به تیمار جیبرلین با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر با ۶ ساعت زمان پیش‌تیمار و همچنین تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر با ۱۲ ساعت زمان پیش‌تیمار به میزان (۱۲/۲ و ۱۱/۳ میلی‌گرم) بود که باعث افزایش ۲۲۲ و ۱۹۰ درصدی نسبت به تیمار صفر میلی‌گرم در لیتر (زمان‌های ۶ و ۱۲ ساعت) شدند و کمترین وزن خشک گیاهچه مربوط به تیمار هیدروپرایم با ۶ و ۱۲ ساعت زمان پرایم به ترتیب به میزان ۳/۷۷ و ۴/۲ میلی‌گرم بود که باعث کاهش ۲۶ و ۱۷ درصدی نسبت به تیمار شاهد شدند (جدول ۶). نتایج درکل نشان داد در غلظت‌های بالای هورمون پرایم اثر منفی روی وزن خشک‌گیاهچه

[1] Eisvand
[2] Fathi and Esmailpour

جدول ۶. مقایسه میانگین اثر تیمارهای پیش‌تیمار جیبرلین با شاهد بر برخی صفات جوانه‌زنی و گیاهچه‌ای جعفری

Table 6. Comparison of the effect of gibberellin priming treatments with control on some germination and seedling traits of parsley

تیمار			طول گیاهچه (سانتی‌متر) Seedling Length (cm)	وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم) Seedling dry weight (mg)
جیبرلین Gibberellin	غلظت Concentration	زمان Time		
شاهد (Control)			4.7 e	5.1 e
GA3	0ppm	6h	3.6 ef	3.8 f
	50ppm		10.3 a	12.2 a
	100ppm		9.3 ab	11.1 bc
	200ppm		7.4 d	10.3 c
	0ppm	12h	3.1 f	4.2 f
	50ppm		8.0 cd	11.3 b
	100ppm		8.5 bcd	12.2 a
	200ppm		9.1 abc	8.8 d

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

Means in each column followed by similar letters are not significantly differentbased on LSD test at 5%.

گذاشتند.

شاخص طولی بنیه گیاهچه

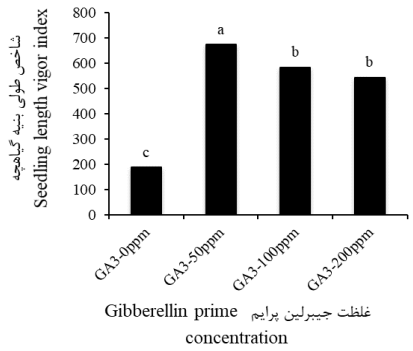
نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده غلظت جیبرلین (P ≤٪۱) و زمان پیش‌تیمار (P≤٪۵) بر شاخص طولی بنیه گیاهچه دارای اختلاف معنی‌دار است (جدول ۵) مقایسه میانگین داده‌ها مشخص ساخت که بیشترین شاخص طولی بنیه گیاهچه مربوط به پیش‌تیمار جیبرلین با غلظت ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بود که ۲۶۲ درصد نسبت به تیمار شاهد بهبود حاصل شد و کمترین مقدار این شاخص مربوط به تیمار هیدروپرایم بود که به میزان ۲۳ درصد کاهش داشت (شکل ۳). در کل نتایج نشان داد انواع پرایم به استثنای هیدروپرایم باعث بهبود این شاخص شدند. همچنین مقایسه میانگین اثر زمان پیش‌تیمار نشان داد با افزایش زمان پیش‌تیمار شاخص طولی بنیه گیاهچه کاهش یافت (شکل ۴).

کوکیزینگ[1] (۲۰۱۳) اثر هیدروپرایم و اسموپرایم را روی بنیه سه رقم نخود مورد بررسی قرار داد در این تحقیق اثر هیدروپرایم باعث بالا رفتن شاخص‌های طول گیاهچه و شاخص بنیه نسبت به حالت شاهد شد که نتایج این پژوهش روی بذر جعفری با آن همخوانی نداشت ولی با نتایج سابدی و ما (۲۰۰۵) همخوانی داشت. به نظر می‌رسد جیبرلین از طریق تأثیر بر فرایندهای سلولی از جمله تحریک تقسیم سلولی و همچنین طویل شدن سلول‌ها سبب افزایش رشد رویشی می‌گردد (پاراوسی[2] و همکاران، ۲۰۰۲). در واقع جیبرلین‌ها با افزایش کشش دیواره سلولی از طریق هیدرولیز نشاسته به قند که کاهش پتانسیل آب سلول را به دنبال دارد سبب ورود آب به درون سلول و طویل شدن سلول می‌شود که افزایش شاخص بنیه طولی گیاهچه می‌تواند از نتایج این مسئله می‌باشد (فتحی و اسماعیل پور[3]، ۲۰۱۰).

[1] Cokkizgin

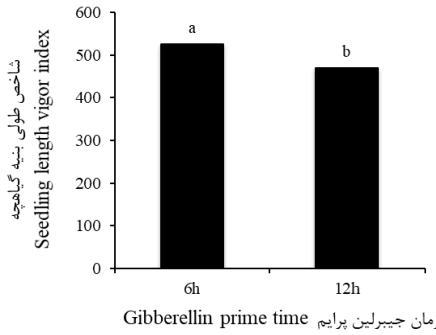
[2] Paraoussi

[3] Fathi and Ismailpour



شکل ۳. مقایسه میانگین اثر غلظت پیش‌تیمار جیبرلین بر شاخص طولی بنیه گیاهچه جعفری، حروف مشترک نشان‌دهنده عدم تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشد.

Fig. 3. Comparison of means for the effect of gibberellin priming concentration on the seedling length vigor index of parsley, common letters indicate no significant difference at 5% probability level based on LSD test.



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر زمان پیش‌تیمار جیبرلین بر شاخص طولی بنیه گیاهچه جعفری

Fig. 4. Comparison of means for the effect of gibberellin priming duration on the seedling length vigor index of parsley

نتیجه‌گیری

جهت بهبود شرایط برای افزایش توانایی جوانه‌زنی بذرها، پیش‌تیمار زیستی و هورمونی مسئله‌ای رایج هست، درحالی‌که در خصوص گیاه جعفری این مسئله شفاف نیست. بنابراین پیش‌تیمار زیستی با باکتری و قارچ و همچنین پیش‌تیمار هورمونی با جیبرلین صورت گرفت که نتایج نشان داد، پیش‌تیمار زیستی با باکتری باعث بالا بردن کیفیت بذر نسبت به تیمار شاهد شد. از این بین پیش‌تیمار زیستی با باکتری سودوموناس+ اینتروباکتر بیشترین تأثیر را بر بهبود کیفیت و خصوصیات جوانه‌زنی بذر جعفری داشت، در حالی که پیش‌تیمار زیستی با قارچ تأثیر محسوس مثبتی بر نتایج نداشت، بلکه سویه T42 باعث کاهش تمامی عامل‌های اندازه‌گیری شده درمقایسه با شاهد گردید. همچنین استفاده از هورمون جیبرلین با غلظت‌های پایین ۵۰ میلی‌گرم در لیتر به عنوان یکی از پیش‌تیمارها باعث بهبود و ارتقاء در کیفیت بذرهای جعفری نسبت به تیمار شاهد بدون پرایم شد. به‌طورکلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد جهت افزایش کیفیت و خصوصیات جوانه‌زنی بذر جعفری بهترین تیمار پیش‌تیمار زیستی با باکتری سودوموناس+ اینتروباکتر می‌باشد.

منابع

Abdul-Baki, A.A. and Anderson, J.D. 1973. Vigor determination in soybean by multiple criteria. Crop Sciences, 3: 630-633. https://doi.org/10.2135/cropsci1973.0011183X001300060013x

Ajribzadeh, Z., Balouchi, H.R., Yadavi, A.R., and Salehi A. 2018. The effect of gibberellic and salicylic acid on germination characteristics and antioxidant enzymes of anise seed under allelopathic effect of four weed species. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 30(4): 873-886. [In Persian with English Summary]. https://doi.org/10.29252/yujs.4.1.61

Babalola, O.O., Brener, D.K. and Amusa, N.A. 2007. Evaluation of some bacterial isolates as germination stimulants of Striga hermontica. African Journal Agricultural Research, 2: 27-30.

Bahrani, A., and Pourreza, J. 2012. Gibberellic acid and salicylic acid effects on seed germination and seedlings growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salt stress condition. World Applied Science Journal, 18(5): 633-641.

Bashan, Y., Holguin, G. and De-Bashan, L. 2004. Azospirillum-plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003). Canadian Journal of Microbiology. 50(8):521-577. https://doi.org/10.1139/w04-035

Belimov, A.A., Hontzeas, N., Safronova, V.I., Demchinskaya, S.V., Piluzza, G., Bullitta, S. and Glick, B.R. 2005. Cadmium-tolerant plant growth promoting rhizobacteria associated with the roots of Indian mustard (*Brassica juncea* L. Czern.). Soil Biology and Biochemistry, 37: 241-250. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2004.07.033

Bennett, A.J. and Whipps, J.M. 2008. Beneficial microorganism survival on seed, roots and in rhizosphere soil following application to seed during drum priming. Biological Control, 44: 349-361. https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2007.11.005

Bewley, J.D. and Black, M., 1994. Seeds: Physiology of Development and Germination, 2nd ed. Plenum Press, New York. Bønsager, B.C., Finnie, C., Roepstorff, P., Svensson, B., 2007. Spatio-temporal changes in germination and radical elongation of barley seeds tracked by proteome analysis of dissected embryo, aleurone layer, and endosperm tissues. Proteomics, 7: 4528-4540. https://doi.org/10.1002/pmic.200700766

Biswas, J.C., Ladha, J.K., Dazzo, F.B.N., Yanni, Y.G. and Rolfe, B.G. 2000. Rhizobial inoculation influence seedling vigor and yield of rice. Agronomy Journal, 92: 880-886. https://doi.org/10.2134/agronj2000.925880x

Burd, G.I., Dixon, D.G. and Glick, B.R. 1998. A plant growth-promoting bacterium that decreases nickel toxicity in seedlings. Journal of Applied and Environmental Microbiology, 64: 3663-3668. https://doi.org/10.1128/AEM.64.10.3663-3668.1998

Campbell, J.A., Naidu, B.P. and Wilson, J.R. 1999. The effect of glycine betaine application on germination and early growth of sugarcane. Seed Sciences and Technology, 27: 747-752.

Cassan, F., Perrig, D., Sgroy, V., Masciarelli, O., Penna, C. and Luna, V. 2009. Azospirillum brasilense Az39 and Bradyrhizobium japonicum E109, inoculated singly or in combination, promote seed germination and early seedling growth in corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.). European Journal of Soil Biology, 45: 28-35. https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2008.08.005

Cokkizgin. A. 2013. Effects of hydro and osmo-priming on seed vigor of pea (*Pisum sativum* L.). Agriculture, Forestry and Fisheries, 2(6): 225-228. https://doi.org/10.11648/j.aff.20130206.14

Eisvand, H.R., Tavakkol-Afshari, R., Sharifzadeh, F., Madah Arefi, H. and Hesamzadeh Hejazi, S.M. 2008. Improvement of physiological quality of deteriorated tall wheatgrass (*Agropyron elongatum* Host) seeds by hormonal priming for control and drought stress conditions. Iranian Journal of Field Crop Science, 39: 53-65. [In Persian with English Summary].

Ellis, R.H. and E.H. Roberts. 1981. The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. Seed Science and Technology. 9: 377-409.

Fathi, Gh. and Esmailpour, B. 2010. Plant growth regulator, fundamental and application. Mashhad Jahade Daneshgahi Press, 288p. [In Persian].

Foster, K., Lee, I.J., Pharis, R. and Morgan, P. 1997. Effects of ring D-modified gibberellins on gibberellin levels and development in selected *Sorghum bicolor* maturity genotypes. Journal of Plant Growth Regulation, 16: 79-87. https://doi.org/10.1007/PL00006982

Ghasemi-pierbalooti A, Golparvar AR, Riyahi M, Navid A. 2005. The effect of different treatments on seeds dormancy and germination of five species of medicinal plants of Chahar Mahal & Bakhteyari province. Pajouhesh & Sazandegi, 74: 185-192. [In Persian with English Summary].

Gholami, A., Shahsavani, S. and Nezarat, S. 2009. The effect of plant growth promoting Rhizobacteria (PGPR) on germination seedling growth and yield of maize. World Academy of Science Engineering and Technology, 49: 19-24.

Ghorbani, T., Norouzi, Z. and Gaalshi, S. 2011. Effect of Priming by Trichoderma Fungi on Seed Germination of Pea Seed (*Cicer arietinum*), first National Congress on Agricultural Science and Technology, University of Zanjan 9-21 September 2011. [In Persian].

Harman, G.E., Howell, C.R., Viterbo, A., Chet, I. and Lorito, M. 2004. Trichoderma species - opportunistic, avirulent plant symbionts. Nature Reviews Microbiology, 2: 43-56. https://doi.org/10.1038/nrmicro797

Hurly, R.F., Van Staden, J. and Smith, M.T. 1991. Improved germination in seeds of guayule Parthenium argentatum following polyethylene glycol and gibberellic acid pretreatments. Annual Applied Biology, 118: 175-18. https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1991.tb06096.x

Javed, M., Arshad, M. and Ali, K. 1998. Evaluation of rhizobacteria for their growth promoting activity in maize. Pakistan Journal of Soil Science, 14: 36-42.

Jie, L., Gong She, L., Dong Mei, O., Fang Fang, L. and En Hua, W. 2002. Effect of PEG on germination and active oxygen metabolism in wild rye (*Leymus chinensis*) seeds. Acta Pratacul Sinica, 11(1): 59-64.

Kaya, M.D., Okcu, G., Atak, M., Cikili., Y. and Kolsarici, O. 2006. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.) European Journal of Agronomy, 24(4): 291-295. https://doi.org/10.1016/j.eja.2005.08.001

Kiseleva A.A., Tarachovskaya E.R. and Shishova M.F. 2012. Biosynthesis of phytohormones in algae. Russian Journal of Plant Physiology, 59(5): 595-610. https://doi.org/10.1134/S1021443712050081

Lee, I.J., Foster, K. and Morgan, P. 1998. Effect of gibberellin biosynthesis inhibitors on native gibberellin content, growth and floral initiation in Sorghum bicolor. Journal of Plant Growth Regulation, 17: 185-195. https://doi.org/10.1007/PL00007034

Mantelin, S. and Touraine, B. 2004. Plant growth-promoting bacteria and nitrate availability: impacts on root development and nitrate uptake. Journal of Experimental Botany, 55: 27-34. https://doi.org/10.1093/jxb/erh010

Mastouri, F., Bjorkman, T. and Harman, G.A. 2010. Seed treatment with *Trichoderma harzianum* alleviates biotic, abiotic, and physiological stresses in germinating seeds and seedlings. Phytopathology, 11: 1213-1221. https://doi.org/10.1094/PHYTO-03-10-0091

Mathews P.R. and Caldicott J.B. 1981. The effect of chlormequat chloride formulated with choline chloride on the height and yield of winter wheat. Annals of Applied Biology, 97: 227-236. https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1981.tb03016.x

Mishra, M., Kumar, U., Mishra, P.K. and Prakash, V. 2010. Efficiency of plant growth promoting rhizobacteria for the enhancement of *Cicer arietinum* L. growth and germination under salinity. Advances in Biological Research, 4(2): 92-96

Noumavo, P., Kochoni, E., Didagbé, Y., Adjanohoun, A., Allagbé, M., Sikirou, R., Gachomo, E., Kotchoni, S. and Baba-Moussa, L. 2013. Effect of different plant growth promoting rhizobacteria on maize seed germination and seedling development. American Journal of Plant Sciences, 4(5): 1013-1021. https://doi.org/10.4236/ajps.2013.45125

Nouri, M., Kashaninejad, M., Daraie Garhkhani, A. and Bolandi, M., 2012. Optimization of parsley drying process using combined hot air-microwave method. Journal of Food Processing and Storage, 4(2): 122-103. [In Persian with English Summary].

Paraoussi, G., Voyiatzis, P.G., Paroussis, E. and Drogoudi, P.D. 2002. Growth, flowering and yield responses to GA3 of strawberry grown under different environmental conditions. Scientia Horticulturae, 96(1): 103-113. https://doi.org/10.1016/S0304-4238(02)00058-4

Saberi, M., Tavili, A., and Miri, M. 2014. The effect of different levels of gibberellic acid and salicylic acid on the germination improvement of *Festuca arundinacea* under stress with

allelopathic compounds. Natural Environment (Natural Resources of Iran), 67(4): 415-424. [In Persian with English Summary].

Saravanakumar, D. and Samiyappan, R. 2007. Accdeaminas from Pseudomonas fluorescens mediated saline resistance in groundnut (*Arachis hypogea*) Plants. Journal of Applied Microbiology, 102(5): 1283-1292. https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2006.03179.x

Sheila, O. and Ochanda, J. 2011. Improved seedling emergence and growth of maize and beans by *Trichoderma harziunum*. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 13: 65-71.

Shweta, B., Maheshwari, D.K., Dubey, R.C., Arora, D.S., Bajpai, V.K., and Kang, S.C. 2008. Beneficial effects of Fluorescent Pseudomonads on seed germination, growth promotion and suppression of charcoal rot in groundnut (*Arachis hypogea* L.). Journal of Microbiology and Biotechnology, 18: 1578-1583.

Subedi, K.D. and Ma, B.L. 2005. Seed priming does not improve corn yield in a humid temperate environment. Agronomy Journal, 97: 211-218. https://doi.org/10.2134/agronj2005.0211a

Taiz, L. and Zeiger, E. 2002. Plant Physiology (Third Edition). Sinauer Associates, Inc., Publishers, Sunderland, 67-86.

Verma, J.P., Yadav, J. and Tiwari, K.N. 2010. Application of Rhizobium sp. BHURCO1 and plant growth promoting rhizobacteria on nodulation, Plant biomass and yields of Chickpea (*Cicer arietinum* L.). International Journal of Agricultural Research, 5: 148-156. https://doi.org/10.3923/ijar.2010.148.156

Yaqub, F. and Shahzad, S. 2008. Effect of seed pelleting with *Trichoderma spp* and *Gliocladium virens* on growth and colonization of roots of sunflower and mungbean by *Sclerotium rolfs* II. Pakistan. Journal of Botany, 40(2): 947-953.

Yousefi F, Sihampoosh A, Bakhshandeh A, and Mousavi S A., 2021. The Effect of hormone seed priming using gibberellic acid on seed germination characteristics and seedling growth of coneflower (*Echinacea purpurea*). Iranian Journal of Seed Research, 8(1): 173-188. [In Persian with English Summary]. https://doi.org/10.52547/yujs.8.1.173

Zahir, Z.A., Akram, M., Arshad, M. and Khalid, A. 1998. Improving maize yield by inoculation with plant growth promoting rhizobacteria. Pakistan Journal of Soil Science, 15: 7-11.

Iranian Journal of Seed Research, 2023, 10(1): 1-17

Research Article

The effect of biopriming and gibberellin on the quality and germination properties of parsley seed (*Petroselinum crispum*)

Khadijeh Momeni[1], Ali Moradi[2*], Sohrab Mahmoudi[3], Hojatollah Latif Manesh[4]

Extended Abstract

Introduction: Due to the fineness of parsley seeds, several problems may arise such as the impossibility of using planting machines and the displacement of seeds by water, reduced germination and growth due to increased planting depth or lack of seed establishment in the soil, and consequently, increased seeding rate. Therefore, it is necessary to use methods to increase germination ability and improve the establishment of parsley seeds and seedlings in the soil. This experiment aimed to determine the most effective biopriming and gibberellin treatments for better germination and establishment of parsley seeds.

Materials and Methods: In order to determine the best biopriming and gibberellin priming treatments on germination characteristics and establishment of parsley seed, three experiments with four replications were conducted in the seed science and technology laboratory of Yasouj University in 2015 and 2016. The first biopriming experiment was carried out using growth-stimulating bacteria in a completely randomized design with eight treatments including bacterial isolates *Pseudomonas fluorescens* strain 21, Bacillus biosobetyl strain, Enterobactercus cloac strain 5, also two and three compounds of these bacteria along with control treatment. The second experiment was carried out with five treatments of *Trichoderma harziarum* (T36, T39, T42, and T43) isolates with control treatment. Finally, the third experiment was performed as a factorial in a completely randomized design with concentrations of gibberellin hormone (0, 50, 100, and 200 ppm) and prime times (6 and 12 hours). The measured traits were seedling length, seedling dry weight, germination percentage, and seedling length vigor index.

Results: The results showed that the best treatments for the first experiment were biopriming with Enterobacter + pseudomonas, for the second experiment biopriming with T36 fungus strain, and for the third experiment 50 ppm of gibberellin prime for 6 and 12 hours. The results showed that the majority of biopriming and hormone prime treatments improved the quality of parsley seeds so that the germination percentage in control seeds was 70%. This value increased by 31% compared to control treatment following priming with growth-stimulating bacteria (Pseudomonas+ Enterobacter), which showed the highest rate among all treatments applied in this study. The use of 50 ppm of gibberellin priming for 6 and 12 hours increased germination by 19% and 14% compared to the control treatment, respectively.

Conclusion: The results of this study showed that biopriming with Pseudomonas + enterobacter had the greatest effect on improving the quality and germination characteristics of parsley seed. In general, biopriming except for T42 fungi, and also gibberellin priming showed improvement in the quality and germination properties of parsley seed.

Keywords: Germination percentage, Enterobacter, Priming, Pseudomonas bacteria, Trichoderma fungus

***Highlights*:**

1. The effects of using biopriming and hormone prime are common, while it is not clear for parsley.
2. Biopriming with *Pseudomonas+ enterobacter* had the greatest effect on improving the quality and germination characteristics of parsley seeds.
3. Priming with T42 fungus reduced the quality and germination characteristics of parsley seeds.

[1] M.Sc. Student, Department of Agronomy, Birjand University, Birjand, Iran.
[2, 4] Associate and Assistant Professor, Department of Agronomy, Yasouj University, Yasouj, Iran.
[3] Associate Professor, Department of Agronomy, Birjand University, Birjand, Iran.

*Corresponding author, E-mail: amoradi@yu.ac.ir

(Received: 10.14.2021; Accepted: 04.12.2022)

http://dorl.net/dor/20.1001.1.23831251.1402.10.1.1.9

DOI: 10.61186/yujs.10.1.1