تأثیر باکتری‌های محرک رشد بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه اسفرزه در دماهای متفاوت

سعید حمزی[۱]، علی سروش‌زاده[۲]*، احمد اصغرزاده[۳]، حسنعلی نقدی‌بادی[٤]

۱- دانشجوی دکتری اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۲- دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
۳- استادیار، گروه بیولوزی خاک، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کرج
٤- دانشیار، گروه پژوهشی کشت و توسعه گیاهان دارویی، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاددانشگاهی، کرج
*آدرس مکاتبه: تهران، کیلومتر ۲۵ جاده کرج، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس
تلفن: ٤٤١٩٦٥٢٢ (۰۲۱) نمابر: ٤٤١٩٦٥٢٢ (۰۲۱)
پست الکترونیک: rsoroosh@modares.ac.i

تاریخ دریافت: ۹۰/٤/۱۱ **تاریخ تصویب:** ۹۱/۲/۵

چکیده

مقدمه: یکی از گیاهان دارویی با ارزش اسفرزه گونه اواتا (***Plantago ovate forsk***) متعلق به خانواده بارهنگ (***Plantaginaceae***) می‌باشد. یکی از مشکلات اصلی تکثیر بسیاری از گیاهان دارویی جوانه‌زنی کم و نامنظم می‌باشد که در اثر دمای پایین در ابتدای بهار در مرحله جوانه‌زنی رخ می‌دهد. باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR) از طریق مکانیزم‌های مختلفی باعث افزایش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در شرایط تنش می‌شوند.

هدف: ارزیابی تأثیر باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR) بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه اسفرزه اواتا تحت شرایط دمای پایین می‌باشد.

روش بررسی: این مطالعه به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ٤ تکرار انجام شد. تیمارها شامل سویه متفاوت از باکتری‌های سدوموناس (۱۱، ۱۰۸ و ۱۱۲)، ازتوباکتر(۵، ۱۵، ۳۵)، آزوسپریلیوم (برازیلنس، لیپوفرم وایراکینز، مزوریزوبیوم (IC۵۹، IC ۲۰۹۱ و SWRI۷) و شاهد (بدون تلقح) و تیمارهای دمایی شامل(۵، ۱۰ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد) بوده‌اند.

نتایج: بهترین دما برای جوانه‌زنی بذر گیاه اسفرزه ۱۰ درجه می‌باشد. باکتری‌های جنس مزوریزوبیوم و سدوموناس بیشترین تأثیر را بر ویژگی‌های جوانه‌زنی تحت تنش دمای پایین در مقایسه با شاهد داشته‌اند. تلقیح بذرها با سویه سدوموناس در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد بیشترین تأثیر را بر شاخص جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر و خشک کل، شاخص قدرت گیاهچه و شاخص مدت جوانه‌زنی داشته است و حداکثر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، نسبت طول ساقه چه به ریشه چه در دمای ۱۰ درجه با سویه‌های ازتوباکتر و مزوریزوبیوم مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: کاربرد باکتری‌های محرک رشد جهت کاهش تأثیر تنش سرما بر جوانه‌زنی بذور اسفرزه گونه اواتا مؤثر است.

گل‌واژگان: گونه اسفرزه (***Plantago ovate forsk***)، کودهای زیستی، دما، صفات جوانه‌زنی

[Downloaded from jmp.ir on 2025-07-21]
[DOR: 20.1001.1.2717204.2012.11.42.29.7]

مقدمه

جوانه‌زنی کم و نامنظم یکی از مشکلات اصلی تکثیر خیلی از گیاهان دارویی می‌باشد این امر به خصوص در بهار در اثر دمای پایین ممکن است رخ دهد [۱۲]. دمای پایین در محدوده بین ۰ تا ۱۵ درجه باعث ایجاد تنش سرما و خسارت به گیاهان مناطق گرمسیری و معتدله می‌شود [۲۰]. در تنش سرما به دلیل تغییر در فعالیت آنزیم‌ها، و در نتیجه سرعت واکنش‌ها و متابولیسم مواد حد واسط شامل (هورمون‌ها و سایر مولکول‌های سیگنالینگ) جوانه‌زنی بذر تغییر می‌کند و رشد گیاهچه کاهش می‌یابد [۹]. از طرف دیگر گزارش شده که جوانه‌زنی بذور می‌تواند به وسیله کاربرد کودهای زیستی بهبود یابد [۸]. از جمله کودهای زیستی می‌توان به باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد گیاه (PGPR) اشاره کرد. این گروه از باکتری‌ها در منطقه ریزوسفر از طریق مکانیزم‌های مختلفی باعث افزایش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در شرایط تنش می‌شوند. یکی از مکانیزم‌های مستقیم تاثیر گذار تولید فیتوهورمون‌هایی از قبیل اکسین، سیتوکنین و جیبرلین و جلوگیری از تولید هورمون اتیلن می‌باشد [۳،۲۵]. سایر مکانیزم‌هایی که به وسیله آنها باکتری‌ها (PGPR) موجب بهبود رشد در شرایط تنش می‌شوند عبارتند از بهبود جذب آب و عناصر غذایی توسط گیاه، توسعه سیستم ریشه و جلوگیری از ریزش اندام هوایی، افزایش گره‌زایی و تثبیت زیستی نیتروژن مولکولی است [۱۸].

یکی از گیاهان دارویی با ارزش اسفرزه متعلق به خانواده بارهنگ (*Plantaginaceae*) با دو گونه با ارزش دارویی (*P. psyllium* و *P. ovata*) می‌باشد. این گیاه بومی هند و ایران است و در مناطق بیابانی مجاور از جمله نواحی غرب آسیا، کشورهای مدیترانه و عراق گسترش یافته است [۱۱]. این گیاه به طور طبیعی از طریق بذر تکثیر می‌شود و ارزش بذرهای آن ناشی از کمیت و کیفیت موسیلاژ موجود در لایه‌های سطحی پوست دانه می‌باشد [۱۵]. برخی تحقیقات حاکی از آن است که مصرف اسفرزه به عنوان یک روش ایمن و مؤثر برای کاهش کلسترول و کنترل قند خون در افراد مبتلا به دیابت نوع ۲ می‌باشد [۱۷]. دانهٔ اسفرزه به عنوان داروی ملین به کار می‌رود و در معالجه یبوست به طور گسترده‌ای استفاده می‌شود. همچنین در معالجه کوتاه مدت اسهال با علل مختلف کاربرد دارد [۱۶]. موسیلاژ مواد فیبری است که پس از جذب آب مواد ژله مانند بی‌رنگی را تشکیل می‌دهد که ده برابر یا بیشتر افزایش حجم پیدا می‌کند که به دلیل هیدروفیلیک بودن آن است که مقدار آن حدود ۲۵ درصد عملکرد دانه است. دانه‌های اسفرزه علاوه بر موسیلاژ و ترکیبات ثانویه حاوی پروتئین، روغن غیرفرار، سلولز و نشاسته می‌باشد [۱۷]. گیاه اسفرزه یکساله است و طول دوره رشد آن کوتاه (۱۲۰ تا ۱۳۰ روز) می‌باشد. این گیاه سازگاری خوبی به شرایط مختلف آب و هوایی از جمله در مناطق خشک و نیمه خشک دارد و محدوده دمای رشد آن ۱۵ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد گزارش شده [۱۱]. درجه حرارت مطلوب برای جوانه‌زنی این اسفرزه ۱٤ درجه ذکر شده است [۱۳]. با وجود این نجفی در سال ۲۰۰۲ گزارش کرد که جوانه‌زنی این گونه در محدوده بین ٤ تا ۱۰ درجه می‌باشد [۱۵].

هدف اصلی از این تحقیق تعیین اثر باکتری‌های (PGPR) بر روی جوانه‌زنی بذر و صفات رشدی گیاهچه گونه (*Plantago ovate*) تحت شرایط دماهای مختلف مخصوصاً (دمای پایین) می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در مرکز تحقیقات گیاهان دارویی جهاددانشگاهی در سال ۸۸ در فصل پاییز به اجرا درآمد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ٤ تکرار انجام شد. عامل اول دما در ۳ سطح شامل [۵،۱۰،۲۰] درجه سانتی‌گراد، عامل دوم سویه‌های باکتری شامل ۱۳ سویه (سدوموناس ۱۱، سدوموناس ۱۰۸، سدوموناس ۱۱۲، ازتوباکتر۵، ازتوباکتر ۱۵، ازتوباکتر ۳۵، آزوسپریلیوم برازیلنس،

[Downloaded from jmp.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.2717204.2012.11.42.29.7]

آزوسپریلیوم لیپوفرم، آزوسپریلیوم ایراکینز، مزوریزوبیوم IC۵۹، مزوریزوبیوم IC ۲۰۹۱ و مزوریزوبیوم SWRI ۷ و یک تیمار بدون تلقیح (شاهد) می‌باشد. باکتری‌های فوق از بانک میکروبی بخش تحقیقات بیولوژیکی خاک مؤسسه تحقیقات خاک و آب تأمین شده بود. بذرهای اسفرزه قبل از انجام آزمایش با هیپوکلریت سدیم ۳ درصد به مدت ۵ دقیقه ضدعفونی و سپس ۳ مرتبه با آب مقطر آبشویی شدند. تعداد ۵۰ بذر انتخاب و در کف پتری دیش‌ها (با قطر ۹ سانتی‌متر) روی کاغذ صافی واتمن قرار داده شدند. سپس به هر پتری ۲ میلی‌لیتر از محلول سوسپانسیون یک نوع از باکتری‌ها اضافه شد و به مدت ۱۵ دقیقه بذرها در محلول باکتری غوطه‌ور شدند تا عمل تلقیح به طور کامل انجام گیرد. بذرهای تیمار شاهد در محیط کشت مایع بدون حضور باکتری قرار داده شدند. پتری دیش‌ها محتوی بذور به داخل ژرمیناتورهایی با دمای ثابت ۵، ۱۰ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد منتقل شدند. پتری دیش‌ها به طور روزانه باز بینی و تعداد بذرهایی که ریشه‌چه آنها قابل رویت بود به عنوان بذرهای جوانه‌زده شمارش شدند. در روز آخر آزمایش (روز دهم) نیز صفات مربوط به جوانه‌زنی از قبیل درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه، تعداد بذرهای نرمال، تعداد بذرهای غیرنرمال، تعیین شد. علاوه‌بر این نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه و شاخص میزان جوانه‌زنی، سرعت و درصد جوانه‌زنی از طریق فرمول‌های زیر محاسبه شد:

درصد جوانه‌زنی= ۱۰۰ × تعدادکل بذرها/تعداد بذرهای جوانه‌زده تا روز آخر

سرعت جوانه‌زنی= تعداد روز تا آخرین/تعداد بذرهای جوانه‌زده + ... + (تعداد روز تا اولین شمارش)/(تعداد بذرهای جوانه‌زده)

شاخص میزان جوانه‌زنی= مجموع زمان بر حسب روز از شروع آزمایش جوانه زنی/مجموع کل بذور جوانه‌زده تا پایان آزمایش

آنالیز داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS و میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

نتایج

جدول شماره ۱ نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثرات اصلی تیمارهای دما، باکتری و اثرات متقابل آنها معنی‌دار بود. بنابراین مقایسه میانگین اثرات متقابل بین تیمارها مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به جدول‌های مقایسه میانگین (جدول‌های شماره ۲، ۳، ٤) در شاهد بدون تلقیح در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی بیشتر از شرایط دمای ۵ و ۲۰ درجه بود و تلقیح با باکتری در این دما درصد جوانه‌زنی را به طور معنی‌داری افزایش نداد. این امر نشان می‌دهد که بهترین دما برای جوانه‌زنی بذر این گیاه ۱۰ درجه می‌باشد و گیاه تحت شرایط تنش نمی‌باشد. همچنین باکتری‌های حاوی آنزیم ACC دی‌آمیناز در شرایط دمای تنش زا فعالیت مفید دارند و مانع اثر اتیلن می‌شوند. همچنین در این دما تولید هورمون جیبرلین افزایش یافته که موجب فعال شدن آنزیم‌های مؤثر در تجزیه نشاسته و شروع فعالیت جوانه‌زنی می‌شود. در اثر افزایش دما (۲۰ درجه سانتی‌گراد) و با کاهش دما (۵ درجه سانتی‌گراد) درصد جوانه‌زنی شاهد به طور معنی‌داری کاهش یافت. به طوری که دراین دو شرایط دمایی تفاوت معنی‌داری بین بذور شاهد از نظر درصد جوانه‌زنی نبود. تلقیح بذور با باکتری در شرایط دمای ۲۰ درجه تاثیر معنی‌داری بر بهبود درصد جوانه‌زنی نداشت (جدول شماره ۲). در مقابل در دمای ۵ درجه سانتی‌گراد تلقیح بذور با باکتری‌های (سدوموناس ۱۱۲ و سودوموناس ۱۱، ۱۰۸، ازتوباکتر ۵ و سایر سویه‌ها) موجب بهبود درصد جوانه‌زنی شد.

مقایسه میانگین شاخص جوانه‌زنی میان تیمارهای شاهد تلقیح نشده در دماهای مختلف (جدول‌های شماره ۲، ۳، ٤) نشان می‌دهد که در دمای ۵ درجه بالاترین مقدار این شاخص حاصل شد و تلقیح با باکتری‌ها تاثیری بر بهبود این شاخص در دمای ۵، ۱۰ و ۲۰ درجه نداشت. سرعت جوانه‌زنی در تیمار

[Downloaded from jmp.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.2717204.2012.11.42.29.7]

جدول شماره ۱- تجزیه واریانس میانگین مربعات ویژگی‌های جوانه‌زنی گیاه اسفرزه (گونهٔ اواتا)

منابع تغییرات (S.O.V)	درجه آزادی	درصد جوانه زنی	شاخص جوانه زنی	سرعت جوانه زنی	گیاهچه غیر عادی	طول ریشه چه	طول ساقه چه	وزن تر کل	وزن خشک کل	قدرت نامیه	مدت جوانه زنی	نسبت طول ساقچه به ریشه چه
دما	۲	۲۲۸/۱**	۱۱٦۰**	۷٦۹۷**	۵۷۹۸**	٦۹٦**	۲٤۵۳**	۹/٤۲**	۰/۰۲*	۲۰۱٦**	۸۷۲**	٦۳/۲**
باکتری	۱۲	٦۱٦/۸**	۱٦۲**	۲/٦۷**	۱۳۹/۳**	۲۳/۱**	۱۱/۸**	۰/۲٦*	n.s	۵٦/۷**	۰/۰۳*	۱٤/۲**
دما*باکتری	۲٤	٦۵/۳**	۱۱٦/۸**	۲/۸**	٤٤/۹**	۱۸/۳**	۲٤/۸**	۸/۷**	۱/۷*	۵۲/۵**	۲/۹**	۱۱/۹**
خطای آزمایش	۱۱۷	۱۰/۲۸	۱/۳۱	۰/۷۸	۳/۲۹	۰/۵۳	۰/۵۲	۰/۰۲	۰	۰/٤۱	۰/۰۱۳	۰/۰۱۱
کل	۱۵٦											
ضریب تغییرات (CV)%		۲/۷۲	۲/۹	۱/۱	۹/۲۱	۱۳/٦	۱۰/۷	۱۲	۱۱	۸/۳	۵/٦	۱٤/۷

*، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و غیرمعنی‌دار

شاهد بدون تلقیح در دمای ۱۰ درجه سانتی‌گراد بیشتر از ۵ و ۲۰ درجه بود و با تلقیح باکتری در این دما افزایش معنی‌داری در این صفت مشاهده نشد. از طرف دیگر سرعت جوانه‌زنی در بذور شاهد با افزایش دما به ۲۰ درجه کاهش یافت. اما تلقیح بذور با باکتری مزوریزوبیوم IC۵۹ سبب بهبود سرعت جوانه‌زنی در دمای ۲۰ درجه شد. به طوری که با تیمار شاهد در دمای ۵ و ۱۰ درجه تفاوت معنی‌داری نداشت.

تولید گیاهچه‌های غیرعادی در بین تیمارهای تلقیح نشده با باکتری در شرایط دمای ۵ و ۲۰ درجه بیشتر از ۱۰ درجه بوده و تلقیح با باکتری تأثیری بر تولید گیاهچه‌های غیرعادی نداشت. این نتیجه همانند نتیجه تأثیر دما بر درصد جوانه‌زنی نشان می‌دهد که بهترین دما برای جوانه‌زنی بذر گیاه اسفرزه ۱۰ درجه می‌باشد.

طول ریشه چه بذور تلقیح نشده (شاهد) در دمای ۵ درجه بلندتر از ریشه بذور تلقیح شده در دماهای ۱۰ و ۲۰ درجه بود. تلقیح با باکتری تأثیری بر این صفت در دمای ۱۰ و ۲۰ درجه نداشت.

طول ساقچه در تیمارهای شاهد در هر ۳ دما از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت در دمای ۵ درجه تلقیح با باکتری سدوموناس ۱۱ سبب افزایش معنی‌دار طول ساقچه بذور نسبت به تلقیح با این باکتری در دو دمای۱۰ و ۲۰ درجه شد. وزن تر کل گیاهچه‌ها در دمای ۵ درجه بیشتر از دو دمای دیگر بود و

[Downloaded from jmp.ir on 2025-07-21]
[DOR: 20.1001.1.2717204.2012.11.42.29.7]

جدول شماره ۲- مقایسه میانگین اثرات متقابل دمای ۲۰ درجه و سویه‌های باکتری بر ویژگی‌های مختلف جوانه‌زنی بذر

باکتری	درصد جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی (کل بذرها در کل روزها)	سرعت جوانه‌زنی (بذر روز)	گیاهچه غیرعادی	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	وزن تر کل (گرم)	وزن خشک کل (گرم)	قدرت نامیه (درصد)	مدت جوانه‌زنی (روز در بذر)	نسبت طول ساقه چه به ریشه چه
سدوموناس۱۱۲	۳۲/۸fgh	۵/٤٥c	۲۷/٥ef	۳۳/٥a	۱/۷۳b	۰/۸۲b	۰/۳hij	۰/۰۱e	۰/۸c	۳/٦٥bc	۰/٥۲c
سدوموناس۱۱	۳٥fgh	۵/۳c	۲۹/۷bcd	۳۱/٥abcd	۲/٥۹b	۰/۸۱b	۰/۲۲j	۰/۰۱de	۱/۲c	۳/٤def	۰/۳۳c
سدوموناس۱۰۸	۳۲/٥gh	۵c	۲۸/۹bcde	۳۳/۲٥ab	۲/۳۱b	۰/٦٥b	۰/۲۱j	۰/۰۱e	۰/۹c	۳/٤cdef	۰/۳c
ازتوباکتر۵	۳۱h	۵/۱٤c	۲۷/۸def	۳٤/۲٥a	۱/۹۸b	۰/۸۱b	۰/۳۲ij	۰/۰۱e	۰/۸c	۳/٦bcd	۰/٥c
ازتوباکتر۱۵	٤۰/٥ defgh	٦/۹c	۳۰/۱b	۳۰abcdef	۱/۸۲b	۰/۷٦b	۰/۳hij	۰۱/۰de	۰/۹c	۳/۳fg	۰/٥۸c
ازتوباکتر۳۵	٤٤defgh	۷/۲٤c	۲۸/٤bcdef	۳۰abcdef	۱/٥٥b	۰/۹۳b	۰/٤efghij	۰/۰۱۱e	۰/۹c	۳/٥bcdef	۰/۸٥c
مزوریزوبیوم ic٥۹	٤۳/٥defgh	۷/۲c	۲۹/۷ab	۳۰abcdef	۱/٦۷b	۱/۱٤b	۰/۳۸fghij	۰/۰۲cde	۱c	۳/٤effg	۰/۷۸c
مزوریزوبیوم riV	٤٤/۷٥defgh	۷/۷c	۲۸/۹bcde	۲۸/٥abcdefg	۱/۸٦b	۱/۱b	۰/۳۹fghij	۰/۰۲cde	۱/۱c	۳/٥cdef	۰/٦۹c
مزوریزوبیوم۲۰۹۱	۳٤/۳fgh	۵/٦٥c	۲۸/٥bcdef	۳۳abc	۲/۳۳b	۱/٦٤b	۰/۳hij	۰/۰۱e	۱/۳c	۳/٥bcde	۰/٦۸c
آزوسپریلیوم برازیلنس	۳٦/٥efgh	۵/٥۸c	۲۷f	۳۰/۸abcde	۲/۱۲b	۱/٥٤b	۰/۳ghij	۰/۰۲cde	۱/۲c	۳/٥bcde	۰/۷۳c
آزوسپریلیوم لیپوفرم	۳٥/۸fgh	۵/٤۲c	۲۸/٦bcdef	۳۲/٥abc	۱/۷۸b	۱/۱٦b	۰/۳ghij	۰/۱cde	۱/۳c	۳/٥bcdef	۰/٦۷c
آزوسپریلیوم ایراکینز	۳٤/۸fgh	۵c	۲۷/٤ef	۳۲/۸abc	۲/۱٤b	۱/۲۳b	۰/۳1hij	۰/۰۲bcde	۱/۱c	۳/۷b	۰/٦۲c
شاهد	۳۲/۲٥gh	۵/۳c	۲۸/۱cdef	۳٤/۲٥a	۱/۸۹b	۰/٥۸b	۰/۳۲ghij	۰/۰۲cde	۰/۸c	۳/٦bcde	۰/۳۲c

[Downloaded from jmp.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.27172704.2012.11.42.29.7]

جدول شماره ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل دمای ۱۰ درجه و سویه‌های باکتری بر ویژگی‌های مختلف جوانه‌زنی بذر

باکتری	شاخص							مدت	قدرت	نسبت طول
	درصد جوانه‌زنی	جوانه‌زنی (کل بذرها در کل روزها)	سرعت جوانه‌زنی (بذر روز)	گیاهچه غیرعادی	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	وزن تر کل (گرم)	وزن خشک کل (گرم)	جوانه‌زنی تائیه (درصد)	جوانه‌زنی (روز در بذر)	ساقه‌چه به ریشه‌چه
سلدومونادس ۱۱۲	۷۷/۶abc	۱۴/۱c	۳۲/۲a	۱۱ij	۰/۹b	۰/۹۵b	۰/۶۶defghij	۰/۰۱۲e	۱/۵c	۳/۱gh	۱/۸abc
سلدومونادس ۱۱	۷۸abc	۱۳/۸۷c	۳۲/۵a	۱۱ij	۰/۸۶b	۰/۹b	۰/۸۲bcdef	۰/۰۱۱e	۱/۳c	۳/۱h	۱/۴bc
سلدومونادس ۱۰۸	۷۶/۳abc	۱۳/۷c	۳۲/۴a	۱۱ij	۰/۷۲b	۰/۷۵b	۰/۷۷cdefg	۰/۰۲cde	۱/۱c	۱/۱h	۱/۷abc
ازتوباکتر ۵	۸۲a	۱۵c	۳۲/۱a	۹/۵j	۰/۸۶b	۱/۱b	۰/۸۲bcdef	۰/۱۳de	۱/۳c	۳/۱gh	۱/۹abc
ازتوباکتر ۱۵	۷۵/۵abc	۱۳/۱۴c	۳۳/۱a	۱۲/۲۵hij	۰/۸۶b	۱/۸b	۰/۷۱cdefg	۰/۰۶a	۱/۹c	۳h	۴/۳۲ab
ازتوباکتر ۳۵	۷۷/۵abc	۱۳/۴c	۳۲/۹a	۱۱ij	۱/۱۴b	۲/۱b	۰/۶۶defghij	۰/۰۴abcde	۲/۵c	۳/۱h	۴/۳۴ab
مزوریزوبیوم ico۹	۷۸/۵b	۱۴/۰۴c	۳۲/۱a	۱۱ij	۱/۰۳b	۱/۹b	۱/۱bcde	۰/۱۱e	۲/۳c	۳/۱gh	۴/۴۴ab
مزوریزوبیوم rhY	۸۵/۲۵a	۱۴/۳c	۳۲/۷a	۹/۷۵j	۱b	۱/۷b	۰/۶۹cdefghi	۰/۰۱e	۲/۱c	۳/۱h	۴/۸۶a
مزوریزوبیوم ۲۰۹۱	۸۵/۵a	۱۴c	۳۲/۴a	۱۰/۵j	۱/۲۰b	۱/۸۵b	۰/۶۴cdefghij	۰/۰۱e	۲/۵c	۳/۱h	۲/۵۲abc
آزوسپریلیوم برازیلنس	۸۱/۷۵a	۱۴/۱۲c	۳۱/۷a	۱۰j	۱/۵۸b	۱/۸۱b	۰/۶۳defghij	۰/۰۱۱e	۲/۴c	۳/۲gh	۲/۰۵abc
آزوسپریلیوم لیپوفرم	۷۷/۵abc	۱۴/۳c	۳۲a	۱۰/۲۵j	۰/۸b	۱/۹۲b	۰/۵۵fghij	۰/۰۱۰e	۲/۳c	۳/۱gh	۲/۹۳abc
آزوسپریلیوم ایراکینز	۷۵/۳abc	۱۳/۳c	۳۲/۷a	۱۲hij	۱/۱۳b	۱/۸b	۰/۷۷cdefgij	۰/۰۱۱e	۲/۲c	۳/۱h	۱/۳۳bc
شاهد	۸۰a	۱۳/۶c	۳۱/۷a	۱۰/۵j	۰/۸۳b	۱/۴۵b	۰/۶۵vdefghij	۰/۰۱۰e	۱/۷c	۳/۲gh	۲/۱abc

[Downloaded from jmp.ir on 2025-07-21]
[DOR: 20.1001.1.2717204.2012.11.42.29.7]

جدول شماره ٤- مقایسه میانگین اثرات متقابل دمای ٥ درجه و سویه‌های باکتری بر ویژگی‌های مختلف جوانه‌زنی بذر

باکتری	درصد جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی (کل بذرها در کل روزها)	سرعت جوانه‌زنی (بذر روز)	گیاهچه غیرعادی	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	وزن تر کل (گرم)	وزن خشک کل (گرم)	قدرت نامیه (درصد)	مدت جوانه‌زنی (روز در بذر)	نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه
سدوموناس۱۱۲	٥٩/٥abcde	٣٦/٤٤ab	٩/٦g	٢٠/٥efghij	٩/٣١a	١٣/٨ab	١/٢٠bc	٠/٠٥ab	١٣/٨ab	١٠/٤a	١/٥abc
سدوموناس۱۱	٦٣/٨abcd	٣٩/١٨a	٩/٦g	١٧/٧٥ghij	٧/٦٢a	١٤/٦٢a	١/٢٢abc	٠/٠٥a	١٤/٤a	١٠/٤a	٢abc
سدوموناس۱۰۸	٦٠abcd	٣٦/٥٨ab	٩/٦g	٢٠/٢٥efghij	٨/٤٣a	١٤/١ab	١/١bcde	٠/٠٥ab	١٣/٦٥ab	١٠/٤a	١/٩abc
ازتوباکتر٥	٥٩/٥abcde	٣٦/٢٤ab	٩/٦g	٢٠/٧٥defghij	٧/٨١a	١٤/٣١ab	١/١bcde	٠/٠٥ab	١٣/٥ab	١٠/٤a	١/٧abc
ازتوباکتر١٥	٥٤/٧cdefg	٣٣/٧٤ab	٩/٦g	٢٢/٢٥bcdefgh	٧/٥٦a	١٢/٨ab	١/١bcd	٠/٠٥ab	١١/٤ab	١٠/٤a	٢/١abc
ازتوباکتر٣٥	٥٦bcdef	٣٤/٣ab	٩/٦g	٢٠/٢٥efghij	٦/٨٧a	١١/٦ab	١/١bcde	٠/٠٥ab	١٠/٤ab	١٠/٤a	١/٨abc
مزوریزوبیوم۵۹ic	٥٩/٥abcde	٣٦/٤٧ab	٩/٦g	٢٠/٢٥efghij	٨/٣٧a	١٣/٧ab	١/٦١a	٠/٠٤ab	١٣/٤ab	١٠/٣a	١/٩abc
مزوریزوبیوم۷riv	٥٩/٥abcde	٣٧/٠٤ab	٩/٦g	٢٠/٢٥efghij	٧/٤a	١١/٩ab	١/١bcde	٠/٠٥ab	١٢/١ab	١٠/٤a	١/٧abc
مزوریزوبیوم۲۰۹۱	٥٩/٥abcde	٣٦/٩٢ab	٩/٦g	٢٠efghij	٨/٣١a	١٤/١ab	١/١bcde	٠/٠٤abcd	١٤/١ab	١٠/٤a	١/٨abc
آزوسپریلیوم برازیلنس	٦١abcd	٣٧/٥٧ab	٩/٦g	١٩/٢٥efghij	٧/٢٥a	١٣/٥ab	١/١bcde	٠/٠٤abcde	١٣/٥ab	١٠/٤a	١/٩abc
آزوسپریلیوم لیپوفرم	٤٥defgh	٢٧/٢٤b	٩/٦g	٢٧/٧٥abcdefg	٥/٩٣a	١١/١ab	١/١bcd	٠/٠٥ab	٧/٦bc	١٠/٤a	١/٩abc
آزوسپریلیوم ایراکینز	٥٠/٥defgh	٣١/٠٣ab	٩/٦g	٢٤/٧٥abcdefg	٧/٦٢a	١٣/٩ab	١/١bcde	٠/٠٥abc	١١/١ab	١٠/٤a	٢/١abc
شاهد	٤٩defgh	٣٠ab	٩/٦g	٢٥/٥abcdefg	٨/٣٧a	١١/٩ab	١/١bcde	٠/٠٥a	١٠/٣ab	١٠/٤a	١/٧abc

[DOR: 20.1001.1.27172004.2012.11.42.29.7]
[Downloaded from jmp.ir on 2025-07-21]

جدول شماره ۵- ضرایب همبستگی ساده پیرسون صفات مورد بررسی آزمایش

صفت	درصد جوانه‌زنی	شاخص جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	گیاهچه غیرعادی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن تر کل	وزن خشک کل	قدرت نامیه	مدت جوانه‌زنی	نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه
درصد جوانه‌زنی											
شاخص جوانه‌زنی	۰/۴۰۷**										
سرعت جوانه‌زنی	۰/۱۳۸	۰/۸۱۰**									
گیاهچه غیرعادی	-۰/۹۹۱**	-۰/۴۱۵**	۰/۱۳۵-								
طول ریشه‌چه	-۰/۰۲۳	۰/۷۹۳**	-۰/۸۳۲**	۰/۰۱۴							
طول ساقه‌چه	۰/۰۴۵	۰/۸۶۸**	-۰/۹۲۵**	-۰/۰۵۴	۰/۸۸۹**						
وزن تر کل	۰/۳۸۵**	۰/۷۵۴**	-۰/۶۵۶**	-۰/۳۹۲**	۰/۶۴۳**	۰/۷۱۲**					
وزن خشک کل	۰/۱۰۶	۰/۵۹۰**	-۰/۶۲۶**	-۰/۱۰۹	۰/۵۴۶**	۰/۶۲۴**	۰/۶۰۱**				
قدرت نامیه	۰/۲۵۱**	۰/۹۲۸**	-۰/۷۹۰**	-۰/۲۶۱**	۰/۹۲۰**	۰/۹۰۱**	۰/۶۷۸**	۰/۵۵۲**			
مدت جوانه‌زنی	-۰/۰۶۱	۰/۸۴۷**	-۰/۹۹۲**	۰/۰۵۶	۰/۸۳۶**	۰/۹۴۶**	۰/۷۰۱**	۰/۶۴۱**	۰/۸۱۰**		
نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه	۰/۳۲۰**	۰/۱۱۲	۰/۰۳۶	-۰/۳۲۲**	-۰/۱۳۸	۰/۰۷۷	-۰/۰۵۰	-۰/۰۳۰	۰/۰۰۷	۰/۰۱۶	

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

[Downloaded from jmp.ir on 2025-07-21]
[DOR: 20.1001.1.2717204.2012.11.42.29.7]

تلقیح با باکتری مزوریزوبیوم IC۵۹ سبب افزایش معنی‌دار در وزن تر کل نسبت به تلقیح با این باکتری در دمای ۱۰ و ۲۰ درجه شد و بیشترین وزن تر کل گیاهچه در این شرایط به دست آمد. از نظر وزن خشک کل گیاهچه بیشترین وزن خشک گیاهچه در تیمار شاهد دمای ۵ درجه حاصل شد که بیشتر از دو دمای دیگر بود و تلقیح با باکتری در این دما تأثیر معنی‌داری در افزایش وزن خشک گیاهچه شاهد نداشت. اما نسبت به تلقیح در دماهای دیگر مؤثرتر بود. قدرت نامیه بذور شاهد در دمای ۵ درجه بیشتر از دماهای دیگر بود و تلقیح باکتری در این دما تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت. اما نسبت به دماهای دیگر تلقیح تأثیر معنی‌داری داشت و بیشترین قدرت نامیه از تلقیح با باکتری سدوموناس ۱۱ در این دما به دست آمد.

مدت جوانه‌زنی بذور شاهد در دمای ۵ درجه بیشتر از تیمار شاهد در دماهای دیگر بود و تلقیح باکتری در این دما تأثیر معنی‌داری در افزایش مدت جوانه‌زنی نداشته است. همچنین تلقیح باکتری در دمای ۵ درجه نسبت به تلقیح در دماهای دیگر بر مدت جوانه‌زنی بذور مؤثرتر بوده است.

نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه در تیمارهای شاهد در هر ۳ دما از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشت اما در دمای ۱۰ درجه تلقیح با باکتری مزوریزوبیوم SWRIv سبب افزایش معنی‌دار صفت نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه بذور نسبت به تلقیح با این باکتری در دو دمای ۵ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد شد.

همبستگی بین پارامترها

درصد جوانه‌زنی با شاخص جوانه‌زنی، وزن تر کل، قدرت نامیه و نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه رابطه مثبت و معنی‌داری داشت و با گیاهچه غیرعادی رابطه معنی‌دار و منفی داشت. هر چه درصد جوانه‌زنی افزایش یابد وزن تر کل، نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه افزایش یافت و تعداد گیاهچه غیرعادی کاهش یافت. سرعت جوانه‌زنی با صفت‌های طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، وزن تر و خشک کل، قدرت نامیه، مدت جوانه‌زنی رابطه معنی‌دار و منفی داشت با افزایش سرعت جوانه‌زنی مقدار صفت‌های بالا کاهش یافت. طول ریشه‌چه با طول ساقه‌چه، وزن تر کل، وزن خشک کل، قدرت نامیه، مدت جوانه‌زنی رابطه مثبت و معنی‌داری داشت. یعنی با بهبود صفات مذکور طول ریشه‌چه افزایش یافت. طول ساقه‌چه با صفت‌های وزن تر و خشک کل، قدرت نامیه و مدت جوانه‌زنی رابطه مثبت و معنی‌داری داشت. وزن تر و خشک کل با قدرت نامیه، مدت جوانه‌زنی رابطه مثبت و معنی‌داری دارد. هر چه مدت جوانه‌زنی بیشتر باشد وزن تر و خشک کل افزایش می‌یابد. قدرت نامیه با مدت جوانه‌زنی رابطه مثبت و معنی‌داری دارد با افزایش قدرت نامیه، مدت جوانه‌زنی نیز افزایش می‌یابد.

بحث

گزارش شده که باکتری‌های PGPR توانایی افزایش رشد گیاه، سرعت جوانه‌زنی، سرعت ظهور گیاهچه، حفاظت گیاه از بیماری‌ها و عوامل تنش‌زای خارجی را دارند [٦]. نتایج مطالعه حاضر تأثیر این باکتری‌های در بهبود جوانه‌زنی بذر اسفرزه را در شرایط تنش سرما را ثابت می‌کند. گزارش شده که تلقیح گیاهچه انگور با باکتری سدوموناس رشد گیاه و فعالیت فیزیولوژیکی آن را در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد به علت فعالیت آنزیم ACC دی‌آمیناز افزایش داده است [٤]. مکانیزم‌هایی که این باکتری‌ها باعث افزایش رشد گیاه می‌شوند به درستی درک نشده ولی یکی از کارهای اصلی این باکتری‌ها سنتز ویتامین‌ها و اسیدهای آمینه (آرژنین، لیزین و تریپتوفان) می‌باشد که اسیدآمینه تریپتوفان پیش ماده تولید هورمون اکسین بوده و این هورمون با تحریک تقسیم سلولی، تمایز سلولی و رشد طولی سلول به طور مستقیم در افزایش رشد ریشه و گیاه مؤثر می‌باشد [۷]. طبق برخی از گزارش‌ها تولید هورمون اکسین توسط باکتری‌های PGPR مخصوصاً سدوموناس و آزوسپریلیوم می‌تواند عامل اصلی افزایش ریشه، تعداد و طول تارهای کشنده و سطح ریشه می‌باشد [۲۳]. همچنین طبق گزارش کوین (۲۰۰۳) [۱۰]، هورمون اکسین منجربه رشد

[Downloaded from jmp.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.2717204.2012.11.42.29.7]

سیستم ریشه و به دنبال آن باعث جذب مواد غذایی توسط گیاه شده و سرعت رشد را افزایش می‌دهد. در این تحقیق مشاهده شد که تلقیح بذرها با سویه سدوموناس در دمای ۵ درجه بیشترین تأثیر را بر ویژگی‌های جوانه‌زنی از قبیل شاخص جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر و خشک کل، شاخص قدرت گیاهچه و شاخص مدت جوانه‌زنی داشته است. این تأثیر ممکن است به علت اثر آنزیم ACC دی آمیناز در نگه داشتن طبیعی گیاه هنگام مواجه شدن با دمای پایین به وسیله کاهش تولید اتیلن ناشی از تنش دمایی باشد. مکانیزم‌های مرتبط با ظرفیت رشد سویه‌های باکتری در دمای پایین به وسیله گونه‌های باکتری‌های مزوفیلیک آزمایش شده است [۲۲]. آنزیم آمینوسکلوپروپان ACC دی‌آمیناز ممکن است در عمل باعث تحریک رشد گیاه و طویل شدن ریشه، به دنبال آن هیدرولیز ACC ناشی از جوانه‌زنی بذر و کاهش سطوح ACC و در نتیجه کاهش سطح اتیلن شود. اگر غلظت اتیلن بعد از جوانه‌زنی بالا بماند طویل شدن ریشه متوقف می‌شود [۱]. در دمای پایین جذب آب کم شده و رشد ریشه چه کاهش می‌یابد در نتیجه به جنین آسیب وارد می‌شود. با توجه به نتایج فرض بر این است که باکتری‌های مقاوم به سرما می‌توانند سطوح پرولین و فنول را بالا برده، تراوش الکترولیت را کاهش دهند، باعث ریکاوری بعد از سرما و کاهش پوسیدگی ناشی از بیماری شوند زیرا که گزارش شده واکنش گیاهان به تنش سرما می‌تواند مشابه با مقاومت به بیماری قارچی باشد، مشابه می‌باشد [٤]. تولید ترکیبات ضدقارچ و سیدروفرها از اولین مکانیزم‌های مقابله با بیماری به وسیله باسیلوس‌ها و سدوموناس‌ها می‌باشد [۵]. بنا بر برخی از گزارش‌ها باکتری‌ها با سیستم ریشه‌ای ترکیب شده و جذب منابع را از محیط افزایش داده و در رشد، توسعه و سازگاری به تنش سهم دارند [۲۱]. حداکثر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه در دمای ۱۰ درجه با سویه‌های ازتوباکتر و مزوریزوبیوم مشاهده شد به علت اینکه حداکثر فعالیت این باکتری‌ها و تولید هورمون‌های رشد مانند جیبرلین در این دما بوده است. هورمون جیبرلین علاوه بر تقسیم سلولی و طویل شدن سلول باعث شکستن خواب بذر شده و درصد جوانه‌زنی را افزایش داده همچنین این هورمون از جنین به لایه آلئورن رفته و باعث تحریک آنزیم‌های مؤثر در جوانه‌زنی (آلفا – آمیلاز) شده که باعث تجزیه نشاسته به گلوکز شده و نیازهای متابولیکی جنین در حال رشد را تأمین می‌کند، این عمل باعث افزایش صفات مذکور شده است. گزارش شده که باکتری‌هایی نظیر ریزو باکتری‌ها و ازتوباکتر ممکن است ارتفاع و باروری گیاه را از طریق تولید و سنتز فیتو هورمون‌ها افزایش دهد. همچنین تولید هورمون اکسین توسط باکتری‌ها در بین گونه‌های مختلف متفاوت بوده و تحت تأثیر محیط کشت، مرحله رشدی گیاه و توانایی باکتری‌ها قرار می‌گیرد [۲]. گزارش شده تأثیر باکتری سدوموناس فلورسنت در تحریک رشد گیاه به علت تولید هورمون سیتوکنین بوده و تقسیم سلولی در حضور سیتوکنین افزایش می‌یابد [١٤]. علت افزایش رشد در حضور سدوموناس فلورسنت تغییر در غلظت ترکیبات تنظیم‌کننده رشد مانند سیتوکنین، جیبرلین و اتیلن می‌باشد [٢٤]. گزارش شده که تلقیح بذور سویا با سدوموناس و برادیوریزوبیوم استقرار و ظهور گیاهچه را بهبود داده است [۲۵]. با توجه به نتایج به دست آمده حداقل صفات‌های جوانه‌زنی مانند درصد جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی، نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه، وزن تر و خشک کل، شاخص قدرت گیاهچه و افزایش گیاهچه غیرعادی در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد با تمام سویه‌های باکتری به دست آمد. این کاهش صفات ممکن است به علت کاهش فعالیت باکتری‌ها در تولید فیتو هورمون‌هایی مانند اکسین باشد که باعث افزایش طول ریشه و کارایی آن می‌شود در نتیجه جذب مواد غذایی کاهش می‌یابد در ضمن در دمای بالا تنفس گیاهچه افزایش می‌یابد و انتقال مواد غذایی بین اندام هوایی و ریشه کاهش می‌یابد و رشد ریشه محدود می‌شود و صفاتی مانند وزن خشک ریشه و شاخص جوانه‌زنی نسبت به شاهد کم می‌شود. با این حال دمای مطلوب برای رشد و تولید متابولیت‌های بازدارنده به وسیله ریزوباکتری‌ها محدود بوده است. نتایج این مطالعه با سایر محققین در زمینه تولید سیدروفر به وسیله باکتری

[Downloaded from jmp.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.2717204.2012.11.42.29.7]

سدوموناس و کنترل بیماری در دمای رشدی مطلوب یکسان بوده است [۱۹].

نتیجه‌گیری

کشاورزی به وسیله عوامل مختلف تنش زا مانند تنش‌های زنده و غیرزنده محدود می‌شود. یکی از این تنش‌ها سرما می‌باشد که باعث تولید اتیلن می‌شود این تنش بیشترین عامل در محدودیت رشد گیاهان در سطح مورفولوژیکی و مولکولی می‌باشد. باکتری‌های جنس مزوریزوبیوم و سدوموناس بیشترین تأثیر را بر روی صفات‌های جوانه‌زنی تحت تنش دمای پایین در مقایسه با شاهد داشته‌اند. در این راستا پیشنهاد می‌شود که کاربرد باکتری‌های محرک رشد حاوی آنزیم ACC دی‌آمیناز می‌تواند در کاهش اتیلن تولیدی ناشی از تنش سرما مؤثر باشد.

منابع

1. Barka EA, NowakJ, and Clément C. Enhancement of chilling resistance of inoculated grapevine plantlets with a plant growthpromoting rhizobacterium, *Burkholderia phytoWrmans* Strain PsJN. *Appl Environ Microbiol*. 2006; 72: 7246 – 52.

2. Bharathi R, Vivekananthan R, Harish S, Ramanathan A, Samiyappan R. Rhizobacteria-based bio-formulations for the management of fruit rot infection in chilies. *Crop Protection* 2004; 23: 835 - 43.

3. Chinnusamy V, Schumaker K, Zhu JK. Molecular genetics perspectives on cross-talk and specificity in abiotic stress signalling in plants. *J. Exp. Bot*. 2004; 55: 225 – 36.

4. Compant S, Reiter B, Sessitsch A, Nowak J, Cle´ment C and Ait Barka E. Endophytic colonization of *Vitis vinifera* L. by plant growthpromoting bacterium *Burkholderia* sp. strain PsJN. Appl. *Environ. Microbiol*. 2005; 71: 1685 – 93.

5. Dey R, Pal KK, Bhatt DM and Chauhan SM. Growth promotion and yield enhancement of peanut (Arachis hypogaea L.) by application of plant growth promoting rhizobacteria. *J. Microbiological Res.* 2004; 159: 371 - 94.

6. Dobbelaere S, Croonenborghs A, Thys APtacek D and Vanderleyden J. Effect of inoculation with wild type *Azospirillum brasilense* and *A. irakense* strains on Effect of development and nitrogen uptake of spring wheat and grain maize. *Biol. Fert. Soils*. 2002; 36 (4): 284 – 97.

7. Gutierrez Mañero FJ, Probanza A, Ramos B, Colón Flores JJ, Lucas and Garc´ıa JA. Effects of culture filtrates of rhizobacteria isolated from wild lupine on germination, growth and biological nitrogen fixation of *Lupinus albus* cv. Multolupa seedlings. *J. Plant. Nutr*. 2003; 26:145 - 58.

8. Jiang L, Xun MM, Wang JL, Wan JM. QTL analysis of cold tolerance at seedling stage in rice (*Oryza sativa* L.) using recombination inbred lines. *Cereal Sci*. 2008; 48: 173 – 9.

9. Kaplan F, Kopka J, Haskell DW, Zhao W, Schiller KC, Gatzke N, Sung DY, Guy CL. Exploring the temperature stress metabolome of Arabidopsis. *Plant* Kevin VJ. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*. 2003; 255: 571 - 85.

10. Koocheki A, L. Tabrizi and M. Nassiri Mahalati. The effects of irrigation intervals and manure on quantitative and qualitative chaarecteristics of *Plantago ovate* and *Plantago*. *Asian Journal of Plant Sci*. 2007; 6: 1229 - 34.

11. Lindow SE and Leveau JH. Phyllosphere microbiology. Curr. Opin. *Biotechnol*. 2002; 13: 238 – 43.

[Downloaded from jmp.ir on 2025-07-21]

[DOR: 20.1001.1.2717204.2012.11.42.29.7]

12. McNeili D.l. and R.S. Duran. Effect of Pregermination Treatments on Seedling Establishment and Development of *Plantago ovate forsk*. *Trop. Agri*. 1992; 69: 229 - 34.

13. Mirza MS, Ahmad W, Latif F, Haurat J, Bally R, Normand P and Malik KA. Isolation, partial characterization and effect of plant growth promoting bacteria on micropropagated sugarcane *in vitro*. *Plant Soil*. 2001; 237: 47 - 54.

14. Nadjafi F. Effect of irrigation intervals and plant density on quantity and quality of Isubgol (*Plantago ovate Forsk*). *M.Sc.Thesis*, 2002; 45-52.

15. Naghdi badi H, Dastpak HA, Ziai SA, A review of Psyllium plant (Plantago ovata forsk. and *Plantago psyllium* L.). *J. Medicinal Plants* 2004; 3: 1 - 13.

16. Orhan E, Esitken A, Ercisili S, Turan M and Sahin F. Effects of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on yield, growth and nutrient contents in organically growing raspberry. Journal of Scientica Horticulture, bacteria. *Can. J. Microbiol*. 2006; 47: 368 - 72.

17. Raaijmakers JM, Vlami M, de Souza JT, Antibiotic production by bacterial biocontrol agents. *Antonie Van Leeuwenhoek* 2002; 81: 537 – 47.

18. Renaut J, Lutts S, Hoffmann L, Hausman JF. Responses of poplar to chilling temperature: proteomics and physiological aspects. *Plant Biol*. 2004; 6:81 – 90.

19. Saladin G, Cle´ment C, and Magne C. Stress effects of flumioxazin herbicide on grapevine (*Vitis vinifera* L.) grew in vitro. *Plant Cell Rep*. 2003; 21: 1221–1227.

20. Shaharoona B, Arshad M, Zahir ZA and Khalid A. Performance of *Pseudomonas* spp. containing ACC-deaminase for improving growth and yield of maize (*Zea mays* L.) in the presence of nitrogenous fertilizer. *Soil Biol. Biochem.* 2006b; 38: 2971 - 5.

21. Sharma AK. Biofertilizers for sustainable agriculture. Agrobios, India. 2002a, pp: 407.

22. Zahir AZ, Arshad M and Frankernberger Cjr W F. Plant growth promoting rhizobacteria: *Applications and Perspectives in Agriculture. Advance in Agronomy* 2004; 81: 97 - 168.

23. Zahoor A, Ghafor A, and Muhammad A. Plantago ovate-A crop of arid and dry climates with immense herbal and pharmaceutical importance. Introduction of Medicinal Herbs and Spices as Crops Ministry of Food, Agriculture and Livestock, *Pakistan* 2004; (5): 1101 – 15.

24. Zaidi SFA. Inoculation with *Bradyrhizobium japonicum* and bfluorescent Pseudomonas to control *Rhizoctonia solani* in soybean *Glycine max* (L) Merr]. *Ann. Agric. Res*. 2003; 24: 151 - 3.

[Downloaded from jmp.ir on 2025-07-21]
[DOR: 20.1001.1.2717204.2012.11.42.29.7]