

تأثیر باکتری‌های محرک رشد و قارچ تریکودرما بر جوانه‌زنی بالنگو (*Lallemantia royleana* L.) تحت تنش شوری

زهرا مرادیان^۱، فرشته آزادبخت^۲، حشمت امیدی^{۳*}، رحیم بازمکانی^۴

^۱دانشجوی کارشناسی‌ارشد تکنولوژی بذر، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
^۲دانشجوی کارشناسی‌ارشد تکنولوژی بذر، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
^۳آستادیار، گروه زراعت، دانشگاه شاهد، تهران، ایران
^۴دانشجوی کارشناسی‌ارشد اصلاح نباتات، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۲/۱۵

چکیده

تحقیقی به منظور بررسی تأثیر بیوپرایمینگ بر مولفه‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گیاه بالنگو صورت گرفت. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشگاه شاهد در سال ۱۳۹۳ انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل شوری در ۴ سطح (شاهد، ۲/۵، ۵ و ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر) و پرایمینگ بذر شامل تلقیح با قارچ تریکودرما، باکتری سودوموناس فلورسنس، ترکیب باکتری و قارچ و عدم تلقیح با باکتری و قارچ به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. نتایج نشان داد اثر بیوپرایمینگ بر صفات طول ساقه‌چه، میانگین مدت زمان جوانه‌زنی، ضریب جوانه‌زنی، نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه معنی‌دار شد. بیوپرایمینگ بذر به خصوص در تنش شوری شدیدتر (۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر) موثر بود به طوری که منجر به بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی و بنیه بذر در شرایط تنش شوری گردید. افزون بر این نتایج نشان داد بذر گیاه بالنگو مقاومت نسبی در برابر تنش شوری دارد و پرایمینگ با باکتری سودوموناس فلورسنس بهترین نتیجه را در بررسی شاخص‌های جوانه‌زنی نشان داد و پرایمینگ با قارچ تریکودرما در درجه بعد از باکتری سودوموناس فلورسنس قرار گرفت که می‌تواند جوانه‌زنی این گیاه را در شرایط تنش شوری بهبود و رشد بهتر گیاهچه‌ها را باعث گردد.

واژه‌های کلیدی: پرایمینگ، سودوموناس فلورسنس، ضریب جوانه‌زنی، طول گیاهچه، قارچ تریکودرما

از روش‌هایی که در سال‌های اخیر در بحث تکنولوژی بذر بیشتر به آن توجه شده است، استفاده از روش بیوپرایمینگ بذر است که به واسطه آن بذرهای پیش از قرار گرفتن در بستر خود و مواجهه با شرایط محیط، به لحاظ فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی آمادگی جوانه‌زنی را به دست می‌آورند (Arshad and Frankenberger, 1993). بیوپرایمینگ بذر از روش‌های آسان و کم هزینه به منظور افزایش سریع رشد، افزایش کارایی گیاه در جذب عناصر غذایی و تحمل نسبی در مواجهه با شرایط سخت محیطی مانند شوری محسوب می‌شود. این امر می‌تواند سبب افزایش فعالیت‌های زیستی و فیزیولوژیکی در بذر پرایم شده و گیاه حاصل از آن گردد، به طوری که این موارد را می‌توان در نحوه جوانه‌زنی، استقرار اولیه گیاهچه، زودرسی، افزایش کمی و کیفی مشاهده کرد (Bradford, 1995). مصرف کودهای زیستی باکتریایی به صورت تلقیح بذر، مهمترین روش استفاده از این کودها است (Sharma, 2003). باکتری سودوموناس فلورسنس (*Fluorescence pseudomonas*) از مهمترین اعضای جامعه ریز جانداران ریزوسفری به شمار رفته و اثر مثبت ناشی از تلقیح آن بر رشد گیاه به اثبات رسیده است (Sharma, 2003).

تنش شوری جزء اولین تنش‌های محیطی است که گیاهان با آن مواجه اند و امروزه به‌عنوان یکی از مهمترین تنش‌های محیطی رشد گیاهان را تحت تاثیر قرار می‌دهد. اما آنچه که اهمیت این تنش را بیش از سایر تنش‌های محیطی مشخص می‌کند دائمی بودن اثر تنش شوری می‌باشد، از این نظر که برخلاف دیگر تنش‌های محیطی که در گیاه در بخشی از دوره رشد خود با آن مواجه می‌شود، تنش شوری کل دوره رشدی گیاه را تحت تاثیر خود قرار می‌دهد (Farokhi and Galeshi, 2005). با افزایش غلظت نمک سرعت جوانه زنی کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد مختل شدن آنزیم‌های مؤثر در متابولیسم به دلیل اتصال یونها به ساختمان ملکولی آنها عامل اصلی این کاهش باشد (Yazdanibioki, 2010).

بالنگو (*Lallemantia sp.*) گیاهی علفی یک ساله از خانواده نعنائیان است که دانه‌های آن دارای روغن و موسیلاژ زیادی است و کاربردهای متعددی در صنایع غذایی، رنگ سازی و دارویی دارد و در طب سنتی در درمان بیماری‌های مختلفی از قبیل اختلالات عصبی، کبدی، بیماری‌های کلیوی، گوارشی و التیام زخم‌ها به کار می‌رود (Fekri et al., 2008). این گیاه به منظور استخراج روغن مورد کشت قرار می‌گیرد و بذر آن حاوی مقادیر زیاد موسیلاژ، ۱۸ درصد پروتئین، حدود ۲۸-۲۰ درصد روغن خشک که شامل اسید چرب لینولئیک، لینولنیک، استئاریک، اولئیک و پالمیتیک است، می‌باشد (Naghbi et al., 2004). با توجه به اهمیت گیاه و کاربرد فراوان مواد مؤثره آن در صنایع عطر سازی، فرآورده‌های آرایشی و بهداشتی و نیز کاربرد روغن آن به عنوان جلا دهنده در صنایع رنگ سازی، صنایع چوب و در صنایع داروسازی به عنوان تقویت کننده، محرک، مؤثر در درمان سنگ کلیه و مثانه، رفع افسردگی و جلوگیری از سرطان روده به کار می‌رود (Barati et al., 2013). محققان گزارش کردند که بیوپرایمینگ بذر ارزن با سویه‌های سودوموناس به افزایش رشد و مقاومت گیاه در برابر بیماری کمک نمود (Raj et al., 2004). آزمایش انجام گرفته بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ذرت نشان داده است که این باکتری‌ها قادر به افزایش جوانه‌زنی و بهبود رشد گیاهچه ذرت می‌باشند (Gholami et al., 2009). محققان نشان دادند که تلقیح بذرهای جو با باکتری‌های تحریک کننده رشد گیاه، موجب افزایش طول و وزن ریشه‌های جو می‌گردد (Cakmakci, 2007). آنان افزایش وزن ریشه جو در واکنش به تلقیح با برخی باکتری‌ها را در مقایسه با تیمار شاهد، بیش از ۳۲ درصد و وزن اندام‌های هوایی بواسطه تلقیح با باکتری‌ها را ۴۵/۲ تا ۲۸/۸ درصد بسته به نوع باکتری گزارش نمودند. بر اساس گزارش سایر محققان، بیوپرایمینگ بذر

بالنگو سبب افزایش زیست توده دانه شد (Glick et al., 1997). گزارش‌هایی از افزایش رشد گیاه به‌عنوان نتیجه‌ای از ارتباط با تریکودرما وجود دارد (Harman et al., 2004). بذر به تیمار با تریکودرما وقتی در معرض تنش‌های فیزیولوژیکی، زنده و غیر زنده قرار می‌گیرد پاسخ مثبت می‌دهد. بر اساس بررسی که روی بیان مطلوب‌ترین و مناسب‌ترین پیش تیمار زیستی (بیوپرایمینگ) درمقایسه با شاهد (عدم تلقیح) در زمان مواجهه با شرایط شوری در غلظت‌های مختلف انجام شد، شوری خاک‌های زراعی و گزارشات بسیاری حاکی از بهبود رفتار جوانه‌زنی و شاخص‌های مربوط به آن اعم از متوسط زمان جوانه‌زنی، بنیه بذر، طول ریشه، طول ساقه‌چه، نرخ جوانه‌زنی و استقرار اولیه در بذور پرایم شده می‌باشد (Farooq et al., 2006). با توجه به این که مرحله جوانه‌زنی تضمین کننده دوام، استقرار و عملکرد نهایی گیاه بوده و تراکم نهایی بوته زمانی بدست می‌آید که بذرها کاشته شده به طور کامل و با سرعت کافی جوانه می‌زنند این مطالعه با هدف کاهش اثر تنش شوری توسط بیوپرایمینگ انجام گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۳ در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر دانشگاه علوم کشاورزی دانشگاه شاهد به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. فاکتور اول شامل تیمارهای مختلف بیوپرایمینگ بذر بالنگو در چهار سطح (شامل شاهد (عدم تلقیح)، تلقیح قارچ تریکودرما، تلقیح باکتری سودوموناس فلورسنس، تلقیح قارچ تریکودرما و باکتری سودوموناس فلورسنس) و فاکتور دوم شامل اعمال تیمار شوری توسط نمک طبیعی (نمک دریاچه قم) در چهار سطح (صفر، ۲/۵، ۵، ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر) بر پارامترهای جوانه‌زنی انجام گردید. سوسپانسیون مایه باکتری سودوموناس فلورسنس و قارچ تریکودرما از بخش تحقیقات بیولوژی خاک موسسه تحقیقات خاک و آب کشور تهیه شد. سوسپانسیون مایه باکتریایی سودوموناس فلورسنس (سویه P21) به‌صورت ساده با غلظت تقریبی ۱۰۷ CFU/ml تلقیح گردید. ۲۵ بذر سالم تلقیح شده با قارچ و باکتری در پتری دیش‌ها قرار داده شدند. شمارش بذره‌های جوانه‌زده در فواصل زمانی ۲۴ ساعت بعد انجام گرفت. در این آزمون طول ساقه‌چه و ریشه‌چه توسط خط کش تعیین شد. درصد و ضریب جوانه‌زنی توسط برنامه Germin محاسبه شد (Soltani and madah, 2010). این برنامه D50 (یعنی مدت زمانی که طول می‌کشد تا جوانه‌زنی به ۵۰ درصد حداکثر خود برسد) را از طریق درون‌یابی منحنی افزایش جوانه‌زنی در مقابل زمان محاسبه می‌کند. همچنین، سرعت جوانه‌زنی در این برنامه از طریق معکوس زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی محاسبه می‌شود (Soltani and madah, 2010). بعد از اتمام مدت زمان جوانه‌زنی نمونه‌ها از ژرمیناتور خارج و صفات مربوط به رشد گیاهچه اندازه‌گیری شد. قابل ذکر است که در هنگام شمارش، بذرهایی جوانه‌زده تلقی شدند که طول ریشه‌چه آنها حداقل دو میلی‌متر بود. شمارش تا زمانی ادامه یافت که به مدت سه روز متوالی تعداد بذره‌های جوانه‌زده در هر نمونه ثابت بماند.

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی: بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر بیوپرایمینگ، شوری و اثر متقابل این دو عامل بر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار بود (جدول ۱). در برهم کنش تنش شوری و بیوپرایمینگ با افزایش سطوح تنش شوری به ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر در تلقیح قارچ تریکودرما و تلقیح باکتری سودوموناس فلورسنس درصد جوانه‌زنی همچنان در حد بالا قرار داشت و نسبت به شاهد تغییر معنی‌داری نشان نداد (جدول ۲). با افزایش تنش شوری به ۷/۵

دسی‌زیمنس بر متر در تلقیح باکتری سدوموناس فلورسنس از درصد جوانه‌زنی کاسته شد. جوانه زنی یکی از مراحل حساس زندگی گیاه است. سپری کردن موفق این مرحله بویژه در شرایط تنش می‌تواند شانس زنده ماندن و استقرار مناسب گیاهچه را افزایش دهد. لذا ارقام متحمل‌تر به تنش در مرحله جوانه‌زنی از توانایی بالاتری برای بقا و در نتیجه ایجاد تراکم بوته مطلوب برخوردار هستند. شوری به واسطه تأخیر و کاهش جوانه‌زنی عامل محدود کننده رشد اولیه گیاه محسوب می‌شود بنابراین به نظر می‌رسد استفاده از بیوپرایمینگ راهکاری مناسب در جهت مقابله با تنش شوری است (Younesi et al., 2012).

میانگین مدت زمان جوانه‌زنی: متوسط زمان جوانه‌زنی شاخصی از سرعت جوانه‌زنی بذر بوده و معیاری از یکنواختی جوانه‌زنی و بینه گیاهچه محسوب می‌گردد. قرارگیری بذرها در معرض تنش شوری منجر به افزایش متوسط زمان جوانه‌زنی در هر روز گردید. آشکارترین اثر شوری تأخیر در رشد است. تأثیر سطوح مختلف تنش شوری در گیاه بالنگو بر این صفت در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثرات مختلف شوری نشان داد که در گیاه بالنگو تلقیح قارچ تریکودرما با افزایش سطوح تنش شوری به ۵ دسی‌زیمنس بر متر از اثر منفی تنش شوری کاست و میانگین مدت زمان جوانه‌زنی را کاهش داد (جدول ۲). اعمال پیش‌تیمار قارچی بذر به دلیل افزایش سرعت جوانه‌زنی در محیط‌های شور سبب می‌شود، بذر کمتر تحت تأثیر اثرات سمیت نمک و کمبود آب قرار گرفته و از این طریق، قدرت جوانه‌زنی تحت تنش شوری بهبود می‌یابد (Ashraf and foulad, 2005) که با این نتایج هم‌خوانی دارد. بروز تنش شوری به واسطه ایجاد خشکی فیزیولوژیکی موجب کاهش آب قابل دسترس و در نتیجه تأخیر و عدم یکنواختی جوانه‌زنی می‌گردد (Lucy et al., 2004). با توجه به اثر محدودکننده تنش شوری بر رشد گیاهان و نیز نقش مثبت تیمارهای قارچی و باکتریایی، به نظر می‌رسد به‌کارگیری راهکارهایی بیولوژیک نظیر پیش‌تیمار بذور در جهت مقابله با تنش و با هدف دستیابی به تولید بهینه محصولات زراعی امری ضروری باشد.

طول ساقه‌چه: اثر پیش‌تیمارهای قارچی و باکتریایی بر صفت طول ساقه‌چه معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل بیوپرایمینگ و شوری نشان داد که با افزایش سطوح تنش به ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر بیشترین میانگین طول ساقه‌چه در گیاه بالنگو به باکتری سدوموناس تعلق داشت و این پیش‌تیمار توانست اثر سطوح بالای تنش شوری را بر طول ساقه‌چه کاهش دهد (جدول ۲). تلقیح قارچ تریکودرما و ترکیب پیش‌تیمار باکتریایی و قارچی در این سطح شوری از نظر افزایش دادن طول ساقه‌چه در مرتبه بعد قرار گرفتند. کمترین طول ساقه‌چه در سطح تنش ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر مربوط به عدم تلقیح با قارچ و باکتری بود. باکتری جنس سدوموناس به علت دارا بودن فعالیت آمینوسیکلوپروپان-۱-کربوکسیلات دآمیناز از افزایش احتمالی اتیلن در شرایط تنش در گیاه جلوگیری می‌کند. اتیلن دارای اثرات بازدارندگی در رشد گیاهان می‌باشد (Khosravi, 2017).

جدول ۱: تجزیه واریانس صفات مختلف بالنگو تحت تاثیر شوری و تیمارهای قارچی و باکتریایی

میانگین مربعات								
منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه زنی	میانگین مدت زمان جوانه زنی	ضریب جوانه زنی	طول ل ساقه چه	طول ریشه چه	طول گیاهچه	نسبت طول ساقه چه به ریشه چه
شوری	۳	۱۱۱۳/۹۱**	۲/۱۲**	۳۰۷۶/۴۷**	۰/۶۸**	۱۲/۵۱**	۱۳/۱۱ ^{ns}	۰/۳۰**
بیوپرایمینگ	۳	۱۳۵۰/۴۷**	۱/۷۴**	۸۳۴/۷۴**	۰/۱۴**	۴۴/۷۲**	۲۷/۱۴**	۰/۴۳**
شوری × پرایمینگ	۹	۱۸۴۲/۳۰**	۱/۵۸**	۹۱۸/۱۵**	۰/۰۳**	۳/۸۲**	۵/۸۳ ^{ns}	۰/۱۴**
خطا	۳۲	۳۴۰/۲۴	۰/۰۸	۲۹/۸۳	۰/۰۲	۰/۲۷	۱/۴	۰/۰۰۰۲۸
ضریب تغییرات		۲۱/۹۳	۸/۳۲	۱۶/۳۶	۱۳	۱۳/۵۳	۲۵/۹۳	۴/۳۰

جدول ۲: مقایسه میانگین خصوصیات جوانه زنی بالنگو تحت اثر متقابل شوری و بیوپرایمینگ

شوری (دسی زیمنس بر متر)	بیوپرایمینگ	درصد جوانه زنی (درصد)	طول ساقه چه (سانتی متر)	طول ریشه چه (سانتی متر)	طول گیاهچه (سانتی متر)	میانگین مدت زمان جوانه زنی (ساعت)	نسبت طول ساقه چه به ریشه چه (سانتی متر)	ضریب جوانه زنی (۱۰۰ ساعت*)
	تلقیح قارچ تریکودرما	۱۰۰ ^a	۱/۲ ^{bcd}	۳/۵ ^{b-e}	۴/۷ ^{abc}	۲/۶۶ ^{ef}	۰/۳۴ ^{bc}	۳۱/۷۷ ^b
	تلقیح باکتری سودوموناس فلورسنس	۶۴ ^{bc}	۱/۵ ^{ab}	۶/۷۵ ^a	۸/۲۵ ^a	۲/۹۴ ^{df}	۰/۵۲ ^{bc}	۵۳/۱۹ ^b
شاهد	تلقیح قارچ و باکتری	۹۱ ^{ab}	۰/۹۶ ^{c-f}	۶/۹ ^a	۴/۳۶ ^{abc}	۳/۸ ^{a-d}	۱ ^a	۱۳۹/۲۹ ^a
	عدم تلقیح	۹۲ ^{ab}	۱ ^{b-f}	۵/۶ ^{ab}	۶/۶ ^{ab}	۳/۴ ^{bcde}	۰/۳۱ ^{bc}	۲۱/۳۷ ^b
	تلقیح قارچ تریکودرما	۱۰۰ ^a	۱ ^{b-f}	۱/۹ ^{cde}	۲/۹ ^{abc}	۱/۸۸ ^f	۰/۲۳ ^c	۲۷/۸۲ ^b
۲/۵	تلقیح باکتری سودوموناس فلورسنس	۰/۸۲ ^{abc}	۱/۱ ^{b-e}	۱/۱ ^{de}	۲/۶ ^{abc}	۴ ^{abc}	۱ ^a	۲۵/۱ ^b
	تلقیح قارچ و باکتری	۹۱/۶۷ ^{ab}	۰/۸۲ ^{def}	۱/۸۵ ^{cde}	۲/۶ ^{abc}	۳/۵۶ ^{b-e}	۰/۴ ^{bc}	۱۵/۸۰ ^b
	عدم تلقیح	۹۲/۶۷ ^{ab}	۱ ^{b-f}	۱/۳۵ ^{dec}	۲/۳۵ ^{bc}	۳/۷۲ ^{a-d}	۰/۲ ^c	۲۵/۶۶ ^b
	تلقیح قارچ تریکودرما	۵۵ ^c	۰/۵ ^f	۰/۵ ^e	۰/۵ ^c	۰/۷ ^g	۰/۱۳ ^c	۲۹/۹۲ ^b
۵	تلقیح باکتری سودوموناس فلورسنس	۸۸/۶۷ ^{ab}	۱/۴ ^{abc}	۳/۴ ^{b-e}	۴/۹ ^{abc}	۳/۵۹ ^{bcd}	۰/۴۳ ^{bc}	۲۹ ^b
	تلقیح قارچ و باکتری	۹۳ ^{ab}	۰/۹ ^{c-f}	۳/۸ ^{a-d}	۴/۷ ^{abc}	۳ ^{cde}	۰/۲۵ ^c	۳۳/۴۶ ^b
	عدم تلقیح	۹۲/۶۷ ^{ab}	۰/۶۵ ^{ef}	۴ ^{a-d}	۴/۶۵ ^{abc}	۴ ^{abc}	۰/۵۱ ^{bc}	۲۵/۴۰ ^b
	تلقیح قارچ تریکودرما	۹۶ ^{ab}	۱ ^{b-f}	۳/۳۵ ^{b-e}	۴/۳۷ ^{abc}	۴/۶۸ ^a	۰/۱۷ ^c	۳۲/۶۱ ^b
۷/۵	تلقیح باکتری سودوموناس فلورسنس	۵۱/۳۳ ^c	۱/۸۴ ^a	۴/۵۰ ^{abc}	۳/۳۴ ^{ab}	۳/۹ ^{a-d}	۰/۷۳ ^{ab}	۲۶/۸۹ ^b
	تلقیح قارچ و باکتری	۹۱/۶۷ ^{ab}	۱ ^{b-f}	۵/۸ ^{ab}	۳/۸۰ ^{ab}	۳/۹۴ ^{a-d}	۰/۱۶ ^c	۲۳/۵۷ ^b
	عدم تلقیح	۹۲ ^{ab}	۰/۵۶ ^f	۴/۵۸ ^{abc}	۵/۱۴ ^{abc}	۳/۵۴ ^{b-e}	۰/۱۲ ^c	۲۸/۲۰ ^b

در هر در هرستون میانگین های دارای حداقل یک حرف مشابه، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن تفاوت معنی داری ندارند

ضریب سرعت جوانه زنی: این صفت شاخصی از سرعت و شتاب جوانه زنی روزانه می باشد. طبق نتایج جدول تجزیه واریانس اثر برهم کنش بیوپرایمینگ و تنش شوری بر ضریب جوانه زنی در گیاه بالنگو در سطح احتمال ۱ درصد

معنی‌دار شد (جدول ۱). اثر متقابل بین بیوپرایمینگ و تنش شوری نشان داد که بیشترین ضریب جوانه‌زنی در گیاه بالنگو مربوط به پیش‌تیمار شاهد و تلقیح قارچ و باکتری بود. با افزایش سطوح تنش پیش‌تیمار قارچی اثر تنش شوری را خنثی و ضریب جوانه‌زنی نسبت به شاهد تفاوت چندانی نداشت و همچنان در سطح بالا قرار گرفت (جدول ۲). کافی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که در طی تنش شوری ضریب جوانه‌زنی و متوسط زمان جوانه‌زنی افزایش پیدامی‌کند که با نتایج این تحقیق هم‌خوانی دارد. پرایم بذر با تیمارهای قارچی و باکتری‌های محرک رشد بر ضریب جوانه‌زنی موثر بود.

نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه: نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه صفتی بود که در گیاه بالنگو اثر معنی‌داری به واکنش بیوپرایمینگ و تنش شوری و بر همکنش این دو عامل نشان داد (جدول ۱). مقایسه میانگین بر همکنش بیوپرایمینگ و تنش شوری در مورد این صفت نشان داد که بیشترین نسبت طول ساقه‌چه به ریشه‌چه در تلقیح باکتری و در سطح تنش شوری ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر مشاهده شد (جدول ۲). این نسبت با اعمال پیش‌تیمار قارچی با افزایش تنش شوری به ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر نسبت به شاهد در یک حد قرار داشت و تغییر زیادی نشان نداد. به طور کلی تلقیح بذر با باکتری‌های محرک رشد سدوموناس فلورسانس علاوه بر نسبت ساقه‌چه به ریشه‌چه بر شاخص‌های جوانه‌زنی مانند ضریب جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه در تنش شوری ۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر در تلقیح سدوموناس فلورسانس در آنها توانست اثرات منفی تنش شوری را کاهش داده و باعث بهبود این شاخص‌ها گردد. افزایش این نسبت در شرایط تنش، عمدتاً به دلیل تولید تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه توسط باکتری و اثر آنها بر تأمین مواد مغذی گیاهی، ترشح هورمونهای رشد گیاهی می‌باشند و سبب افزایش ریشه که جذب آب را بهبود می‌بخشد.

نتیجه‌گیری نهایی

با توجه به اینکه در این پژوهش بیوپرایمینگ بذر به خصوص در تنش شوری شدید (۷/۵ دسی‌زیمنس بر متر) موثر بود و منجر به بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی و بنیه بذر در شرایط تنش شوری گردید، به نظر می‌رسد به کارگیری پیش‌تیمارهای باکتریایی و قارچی به دلیل تولید هورمون‌های گیاهی نظیر اکسین، سیتوکینین و جیبرلین که در فرآیند جوانه‌زنی تأثیر مستقیم دارند، نقشی کارآمد در ارتقای قابلیت جوانه‌زنی بذرهای بویژه در شرایط تنش داشته باشد. مطابق نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر، به احتمال زیاد نقش مثبت هورمونی قارچ‌ها و باکتری‌های محرک رشد بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاه مورد تأیید قرار گرفته است.

References

- Arshad, M., Frankenberger, W. and T., Jr. 1993. Microbial production of plant growth regulators. (In B. F. Metting (Ed.). Soil Microbial Ecology. Marcel Dekker, Inc., New York, U.S.A. pp, 307-347.
- Ashraf, M., and Foolad, MR. 2005. Pre-sowing seed treatment-a shotgun approach to improve germination growth and crop yield under saline and non-saline conditions. *Advances Agronomy*, 88: 223-271.
- Barati, F., Faravani, M., and Asghari, H. 2013. The effect of nitrogen nutrition and organic fertilizers on some quantitative indicators Herb (*Lallemantia* Sp.). The first national conference on commercialization of medicinal plants and natural products. Golestan. Gorgan.
- Bashan Y., and Holguin G. 1997. Azospirillum-plant relationships: environmental and physiological advances. *Canadian Journal of Microbiology*, 43: 103-121.

- Basra, A.S., Dhillon, R., and Malik, C. O. 1989.** Influence of seed pre-treatment with plant growth regulators on metabolic alterations of germinating maize embryos under stressing temperature regimes. *Annual Botany*, 64: 37-41.
- Bharathi, R., Vivekananthan, R., Harish, S., Ramanathan, A., and Samiyappan, R. 2004.** Rhizobacteria-based bioformulations for the management of fruit rot infection in hillies. *Crop Protection*, 23: 835-843.
- Bradford, K.J. 1995.** Water relations in seed germination. In "Seed Development and Germination" (J. Kigel and G. Galili, Eds.), pp. 351-396. Marcel Dekker Inc., New York
- Cakmak, R., Kantar, F., and Fiahin, F. 2001.** Effect of N₂-fixing bacterial inoculations on yield of sugar beet and barley. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 164: 527-31.
- Callan, N.W., Mathre, D.E., and Miller, J.B. 1991.** Yield performance of sweet corn seed bioprimered and coated with *Pseudomonas fluorescens* AB254. *Horticulture Science*, 26: 1163-1165.
- Dobbelaere, S., Vanderleyden, J., and yacovokon, Y. 2003.** Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. *Critical Review Plant Science*, 22: 107-149.
- Egamberdiyeva, D. 2007.** The effect of plant growth promoting bacteria on growth and nutrient uptake of maize in two different soils. *Applied of Soil and Ecology*, 36: 184-189.
- Farooq, M., Basra, S. M. A., Tabassum, R., and Afzal, I. 2006.** Enhancing the performance of direct seeded fine rice by seed priming. *Plant Production Science*, 9: 446- 456.
- Fekri, N., Khayami, M., Heydari, R., and javadi, M. 2008.** Isolation and identification of monosaccharide Rvshkrvmatvgrafy thin layer of mucilage black (*Lallemantia* Sp.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*. 2(21): 207-216.
- Gholami, A., Shahsavani, S., and Nezarat, S. 2009.** The Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on germination, seedling growth and yield of maize. *Proceedings of Word Academy of Science. Engineering and Technology*, 37: 2070-3740.
- Glick B.R., Liu C., Ghosh S., and Dumbroff, E.B 1997.** Early development of canola seedlings in the presenceof the plant growth-promoting rhizobacterium *Pseudomonas putida* GR12-2. *Soil Biology and Biochemistry*, 29: 1233-1239.
- Glick B.R., Penrose D., and Wendo, M. 2001** Bacterial promotion of plant growth. *BiotechnologyAdvance*, 19: 135-138.
- Glick, B.R., Changping, L., Ghosh, S., and Du Mbroyff, E.B. 1997.** Early development of canola seed lines in the presence of the plant growth promoting rhizobacterium *pseudomonas putida* GR 12-2. *Soil Biology and Biochemistry*, 24(8): 1233-1239.
- Glick, B.R. 1998.** A model for the lowering of plant ethylene concentration by PGPR. *Journal of Theoretical and Biology*, 190: 63-6
- Hernandez, A.N., Hernandez, A., and Heydrich, M. 1995.** Selection of rhizobacteria for use in maize cultivation. *Journal of Tropicale Science*, 6: 5-8.
- Kafii, M., Eishi Rezaii, A., Hagighikhah, M., and Gorbanim, S. 2010.** Effect of salinity and seed priming on germination and seedling characteristics of two medicinal citrus species. *J. Agri. Ecol.*, 2: 245-255.
- Kapulnik, Y., Sarig, S., Nur, A., Okon, Y., and Henis, Y. 1982.** The effect of Azospirillum inoculation on growth and yield of corn. *Journal of Botany*, 31: 247-255.
- Khan, M.R., Talukdar, N.C., and Thakuria, D. 2003.** Detection of Azospirillum and PSB in rice rhizosphere soil by protein and antibiotic resistance profile and their effect on grain yield of rice. *Indian Journal of Biotechnology*, 2: 246-250.
- Khosravi, H. 2017.** The use of beneficial bacteria in the product management of soil salinity
- Lucy, M., Reed, E., and Glick, B.R. 2004.** Applications of free living plant growth-promoting rhizobacteria. *Soil Science*, 86: 1-25.
- Munns, R. 2006.** The impact of salinity stress. Available on the URL: http://www.plantstress.com/Articles/salinity_i/salinity_i.htm.
- Naghibi, F., Mosadegh, M., Mohammadimotamed, S., and Ghorbani, A. 2004.** Mint family in traditional medicine in Iran. *Of botany and pharmacology. Iranian medical Research*, 2: 79-63.

- Pal, S.S. 1998.** Interaction of an acid tolerant strain of phosphate solubilizing bacteria with a few acid tolerant crops. *Plant and Soil*, 198: 169-177.
- Raj, N., Shetty, N., and Shetty, H. 2004.** Seed biopriming with *Pseudomonas fluorescens* strains enhances growth of pearl millet plants and induces resistance against downy mildew. *Integrated Journal of Pest Management*, 50(1): 41-48
- Sahin, F., Cakmakci, R., and Kantar, F. 2004.** Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N₂-fixing and phosphate solubilizing bacteria. *Plant and Soil*, 265: 123-129.
- Salantur, A., Ozturk, A., and Akten, S. 2006.** Growth and yield response of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) to inoculation with rhizobacteria. *Plant Soil and Environment*, 52 (3): 111-118.
- Sharma, A K. 2003.** Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios India, 255 pp.
- Shaharoon, B.M., Arshad, Z., Zahir, A., and Khalid, A. 2006.** Performance of *Pseudomonas* spp. containing ACC-deaminase for improving growth and yield of maize (*Zea mays* L.) in the presence of nitrogenous fertilizer. *Soil Biology and Biochemistry*, 38: 2971-2975.
- Shaukat, K., Affrasayab, S., and Hasnain, S. 2006.** Growth responses of *Helianthus annuus* plant growth promoting rhizobacteria used as a biofertilizer. *Journal of Agriculture Research*, 1 (6): 573-581.
- Soltani, A. and Maddah, V. 2010.** Simple applied programs for education and Sundara, B., Natarajan, V., and Hari, K. 2002. Influence of phosphorus solubilizing bacteria on the changes in soil available phosphorus and sugarcane and sugar yield. *Field Crop Research*, 77: 43-49.
- Vessy, J.K. 2003.** Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. *Plant and Soil*, 3: 255-25.
- Yazdanbioki, R., Rezvanimoghadam, P., khazai, H., Ghorbani, R., and Astarayi, A. 2010.** The effects of salinity and drought stress on seed germination SM (*Silybum marianum*). *Iranian Journal of Field Crops Research*. 8(1): 12-19.
- Younesi, O., Postini, K., Chaichi, M., and Pourbabayi, A.A. 2012.** Effect of Growth Promoting Rhizobacteria on germination and early growth of two alfalfa cultivars under salinity stress condition. *Journal of Crops Improvement*. 14(2): 83-97