تأثیر تیمارهای زیستی بر شاخص‌های جوانه‌زنی، رشدی و فیزیولوژیکی گیاهچه کدوی تخم کاغذی تحت تنش شوری

سید اسماعیل موسوی*[1]، حشمت امیدی[2]

[1]دانشجوی کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

[2]استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۶/۰۱

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثر تیمارهای زیستی بر شاخص‌های جوانه‌زنی، رشدی و فیزیولوژیکی گیاهچه کدوی تخم کاغذی تحت تنش شوری، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در دانشگاه شاهد تهران اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل ٤ سطح شوری (صفر، ٤٠، ٨٠ و ١٢٠ میلی‌مولار کلرید سدیم) و هشت سطح تیمار بیوپرایمینگ (عدم تلقیح، تلقیح با قارچ *Trichoderma harzianum*، تلقیح با کود زیستی ازتوبارو ۱، تلقیح با کود زیستی فسفاته بارور۲، تلقیح با قارچ و کود زیستی ازتوبارور۱، تلقیح با قارچ و کود زیستی فسفاته بارور۲، تلقیح با کود زیستی ازتوبارور۱ و کود زیستی فسفاته بارور۲، تلقیح با تلفیقی از قارچ و هر دو کود زیستی) بودند. با افزایش سطح شوری از درصد و سرعت جوانه‌زنی کاسته شد. تلفیق قارچ با کود زیستی فسفاته باعث شد سرعت جوانه‌زنی در بالاترین سطح شوری، نسبت به شاهد ۳۳ درصد افزایش یابد. نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه با افزایش شوری افزایش یافت و استفاده از تیمار کود زیستی فسفاته توانست در بالاترین سطح شوری، این شاخص را نسبت به شاهد، ٠/١٦ سانتی‌متر افزایش دهد. مدت زمان لازم برای سبز شدن بذرها با افزایش سطح شوری افزایش یافت اما استفاده از تیمارهای تلفیقی قارچ با کودهای زیستی توانست این زمان را در بالاترین سطح شوری، نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش دهد. به‌طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد استفاده از تیمارهای تلفیقی بیوپرایمینگ می‌تواند اثر منفی شوری بر درصد و سرعت جوانه‌زنی را کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی: باکتری، جوانه‌زنی، ریشه‌چه، سدیم‌کلرید

*نویسنده مسئول: esmaeil.m1370@gmail.com

مقدمه

کدوی تخم کاغذی، گیاهی علفی، یکساله، دارای ساقه خزنده، کرک‌دار و متعلق به خانواده کدوئیان می‌باشد. از آنجایی که این گیاه در درمان بیماری‌های هایپرپلازی[1] خوش‌خیم پروستات و مشکلات مجاری ادراری تأثیر دارد در سراسر دنیا از دانه‌های این گیاه داروهای زیادی تولید می‌شود که از جمله آنها می‌توان به گرونفینگ[2]، پروستافینگ فورت[3]، پپوسترین[4] و کوربیسکرن[5] اشاره کرد. گیاهان در اکوسیستم‌های کشاورزی و طبیعی با تنش‌های مختلفی که ناشی از عوامل زنده و غیر زنده هستند، مواجه می‌شوند. در بین تنش‌های غیر زنده وارده به گیاهان، تنش‌های شوری، کمبود آب و دما در سطح گسترده می‌باشند. شوری خاک یکی از اصلی‌ترین تنش‌های محیطی تأثیر گذار بر رشد گیاهان و محصولات تولیدی آنها است (Allakhverdiev et al., 2000). از لحاظ تعریف، خاک شور خاکی است که دارای غلظت زیادی از املاح محلول باشد که در رشد گیاه اختلال ایجاد کند. شوری پتانسیل آب محیط ریشه را کاهش داده و باعث می‌شود گیاه نتواند به راحتی آب جذب کند. با افزایش شوری در محیط ریشه، جذب و انتقال یون‌های سمی به بافت‌های گیاهی افزایش می‌یابد که کاهش جذب عناصر ضروری، به هم خوردن توازن یونی و سمیت ناشی از انباشتگی یون‌های سدیم و کلر رابه دنبال دارد و رخداد این مکانیسم‌ها در گیاه، جوانه‌زنی و رشد گیاه را به‌طور منفی تحت تأثر قرار می‌دهند (Lauchli and Grattan, 2007). عدم تعادل یونی و تنش اسمزی منجر به تولید گونه‌های اکسیژن فعال[6] می‌شود که این‌ها نیز باعث تخریب DNA، لیپیدها و پروتئین‌ها می‌شود (Yasar et al., 2006). اولین اثر تنش شوری بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه می‌باشد. جوانه‌زنی سریع و استقرار گیاهچه در شرایط شور به خصوص در مناطق نیمه خشک، عامل مهم در تولیدات گیاهی است. شوری موجب کاهش بیوماس تولیدی، کم شدن کارایی فتوسنتز و تغییر در میزان آماس برگ در گیاهان می‌شود (Munns, 2002). در بررسی اثر شوری بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه اسفرزه مشخص شد که صفات طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه، نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه، سرعت و درصد جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (Shariat Madari et al., 2009). تمایز در جذب یون‌های سدیم، پتاسیم و کلر یکی از راهکارهای تحمل به شوری است (Jakoob et al., 2005). زیرا در شرایط تنش شوری، افزایش پتاسیم نسبت به کلر و سدیم از راهکارهای اصلی تحمل تنش شوری در گیاهان می‌باشد. در سال‌های اخیر با توجه به استفاده کنترل نشده از کودهای شیمیایی در زمین‌های کشاورزی و تغییر اقلیم و در نتیجه آن مساعد شدن شرایط برای شور شدن خاک، تلاش‌های گسترده‌ای به‌منظور یافتن راهکارهای مناسب برای بهبود کیفیت خاک، محصولات کشاورزی و حذف آلاینده‌ها آغاز شده است. یکی از این راهکارها استفاده از میکروارگانیسم‌های خاکزی (قارچ و باکتری) می‌باشد. مطالعات پژوهشگران نشان داده است که گروهی از میکروارگانیسم‌ها در محیط رشد ریشه وجود دارند که به طور مستقیم و غیرمستقیم سبب افزایش رشد گیاهان می‌شوند، این میکروارگانیسم‌ها به ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه[7] (PGPR) معروفند (Ma et al., 2011). میکروارگانیسم‌های موجود در ریشه گیاه عمدتاً شامل باکتری، قارچ، جلبک و اکتینومایست‌ها هستند. افزایش رشد و توسعه گیاه با استفاده از این جمعیت‌های

1. Hyperplasia
2. Gronfing
3. Prostafing Fort
4. Pepostrin
5. Korbiskern
6. ROS
7. Plant Growth Promoting Rhizobacteria

میکروبی مشهود است (Bhattacharyya and Jha, 2012). یکی از دلایل کاهش یا عدم رشد گیاه در شرایط تنش‌های غیرزنده‌ای چون شوری، تجمع اتیلن در بافت‌ها است که مکانیسم اصلی به کار گرفته شده توسط باکتری‌های محرک رشد در تسهیل و ترفیع رشد گیاه، کاهش میزان اتیلن می‌باشد (Mayak et al., 2004). باکتری‌های جنس ازوتوباکتر و سودوموناس از مهم‌ترین باکتری‌های محرک رشد گیاه می‌باشند که با مکانیسم‌های مختلفی مانند تثبیت زیستی نیتروژن، محلول کردن فسفر خاک، تولید هورمون‌های محرک رشد به‌ویژه اکسین، جیبرلین و سیتوکینین رشد و نمو و عملکرد گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Zahir et al., 2004). مطالعات نشان می‌دهد که کاربرد باکتری‌های محرک رشد علاوه بر فراهمی عناصر غذایی از تشدید تنش اسمزی که در اثر افزودن کودهای شیمیایی به زمین‌های شور اتفاق می‌افتد، جلوگیری می‌کنند (Koochaki et al., 2008). افزایش رشد و توسعه گیاه با استفاده از این جمعیت‌های میکروبی مشهود است (Bhattacharyya and Jha, 2012). تأثیر مثبت تلقیح بذر گیاهان مختلف به وسیله ریزباکتری‌های محرک رشد گیاهان بر شاخص‌های رشد، قابلیت سبز شدن بذر و بنیه گیاهچه بررسی و مورد تأیید قرار گرفته است. کاربرد باکتری‌های محرک رشد در گیاهان دارویی گل ختمی و خردل، درصد و سرعت جوانه‌زنی را نسبت به شاهد افزایش داد (Golpayeghani et al., 2010). نتایج بررسی پژوهشگران نشان داد در اثر تلقیح باکتری‌های محرک رشد ذر شرایط شور روی سویا، گیاهان رشد بیشتری کردند و تجمع پرولین در آنها نسبت به گیاهان شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (Han and Lee, 2005). هدف از این آزمایش بررسی اثر تلفیق باکتری‌های محرک رشد و قارچ بر شاخص‌های جوانه‌زنی، رشدی و فیزیولوژیکی گیاهچه کدوی تخم کاغذی در شرایط تنش شوری است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی اثر تیمارهای زیستی بر شاخص‌های جوانه‌زنی، رشدی و فیزیولوژیکی گیاهچه کدوی تخم کاغذی تحت تنش شوری، آزمایشی به صورت فاکتوریل در آزمایشگاه بیماری‌شناسی گیاهی دانشکده‌ی علوم کشاورزی دانشگاه شاهد تهران در قالب طرح پایه‌ی کاملاً تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۵ اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی شامل تنش شوری بر اساس بررسی منابع در ٤ سطح (صفر به عنوان شاهد، ٤٠، ٨٠ و ١٢٠ میلی‌مولار کلرید سدیم) و تیمار بیولوژیکی در هشت سطح (عدم تلقیح به عنوان شاهد، تلقیح با قارچ *Trichoderma harzianum*، تلقیح با کود زیستی ازتوبارور۱، تلقیح با کود زیستی فسفاته بارور۲، تلقیح با تلفیق قارچ و کود زیستی ازتوبارور۱، تلقیح با تلفیق قارچ و کود زیستی فسفاته بارور۲، تلقیح با تلفیق کودهای زیستی ازتوبارور۱ و فسفاته بارور۲، تلقیح با تلفیقی از قارچ و کودهای زیستی ازتوبارور۱ و فسفاته بارور۲) بودند.

روش تهیه سوسپانسیون و مواد زیستی: قارچ تریکودرما از کلنی قارچ موجود در کلکسیون آزمایشگاه بیماری‌شناسی دانشگاه شاهد تهیه شد. سوسپانسیون مورد استفاده از این قارچ در این آزمون به میزان ۱×۱۰^{۸} پروپاگول[1] در میلی لیتر آب مقطر بود. کودهای زیستی ازتوبارو۱ (حاوی باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن از جنس ازتوباکتر) و فسفاته بارور۲ (حاوی دو نوع باکتری *باسیلوس لنتوس* و *سودوموناس پوتیدا*) نیز از شرکت زیست فناور سبز تهیه گردید. میزان باکتری فعال در یک گرم از هر یک از کودهای مذکور $۱۰^{۷}$ باکتری تعیین شد. برای تعیین این غلظت، از روش رقیق

1. Propagule

سازی سوسپانسیون باکتری و کشت آن روی محیط آگار غـذایی اسـتفاده شـد (Sadeghian Dehkordi et al., 2015). بذور مورد استفاده توده اصفهان بوده و از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه گردید. قبل از تیمار توسط هیپوکلریت‌سـدیم ۰/۵ درصد به مدت چهار دقیقه ضدعفونی شدند. پس از انجام این فرآیند بذرها برای اعمـال تیمـار بیوپرایمینـگ، بـه مدت ۱۸ ساعت و در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در محلول کودهای زیستی و قارچ بر حسب تیمارها قرار داده شـدند. مدت زمان ۱۸ ساعت به این دلیل انتخاب شد که پس از تست جوانه‌زنی مشخص شد جوانه‌زنی این بـذر ٢٤ سـاعت طول می‌کشد و از آنجایی که در پرایمینگ، جذب آب توسط بذر تا مرحله دوم آبگیری انجام می‌شـود و نبایـد جوانـه خارج شود نتیجه گرفته شد که این زمان مدت زمان مناسبی برای پرایم کردن باشد. پس از اتمام زمان بیوپرایمینگ، بـه علت درشت بودن بذرها، ۱۵ عدد بذر در داخل پتری‌ها بر روی کاغذ واتمن قرار داده شد و بر اساس تیمارهای مـورد نظر، آب مقطر یا آب شور به داخل پتری‌ها اضافه گردید و سپس به ژرميناتور با دمای ۲۵ درجه سلسـیوس، رطوبـت ۷۰ درصد و ١٦ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی انتقال داده شدند (Asadi et al., 2015). بعد از یـک هفتـه و اتمام شمارش‌ها برای محاسبه شاخص‌های جوانه‌زنی، بلافاصله گیاهچه‌های ایجاد شـده بـرای محاسـبه شـاخص‌هـای رشدی و فیزیولوژیکی انتخاب و صفات به صورت زیر اندازه‌گیری شدند.

درصد جوانه‌زنی[1] از طریق رابطه زیر به دست آمد (Bajji et al., 2002).

$$PG = (G/N) \times 100$$

در این رابطه PG درصد جوانه‌زنی، G تعداد بذر جوانه‌زده، N تعداد کل بذر کشت‌شده می‌باشد.

محاسبه سرعت جوانه‌زنی[2] طبق رابطه زیر انجام شد (Bajji *et al*., 2002).

$$GR= \sum Ni/Ti$$

در این فرمول سرعت جوانه‌زنی (بر حسب تعداد بذر جوانه‌زده در روز) و Ni تعداد بذور جوانه‌زده در روز iام و Ti تعداد روز تا شمارش iام می‌باشد.

محاسبه ویگور طولی بذر با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Omidi et al., 2014).

درصد جوانه‌زنی × طول گیاهچه = شاخص ویگور طولی بذر

محاسبه زمان تا ۵۰ و ۷۵ درصد سبز شدن بذرها (T50 و T75) با استفاده از نرم‌افزار Germin انجام شد.

اندازه‌گیری مقدار کلروفیل a، b و نسبت کلروفیل a به کلروفیل b به روش آرنون (Arnon, 1967) با استفاده از استون ۸۰ درصد و قرائت میزان جذب نمونه‌ها در دو طول موج ٦٦٣ و ٦٤٥ در دستگاه اسپکتوفتومتر صورت گرفت و و در نهایت با استفاده از روابط زیر میزان کلروفیل a، b و کاروتنوئیدها برحسب میلی گرم بر گرم وزن تر نمونه به‌دست آمد.

رابطه ۱ $$\text{Chlorophyll a} = (19.3 * A663 - 0.86 * A645)\ V/100W$$

رابطه ۲ $$\text{Chlorophyll b} = (19.3 * A645 - 3.6 * A663)\ V/100W$$

کلروفیل‌ها از گیاهچه‌هایی که بعد از مرحله جوانه‌زنی به‌دست آمده بودند، اندازه‌گیری شدند.

در نهایت تجزیه‌ی داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 و مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

1. Percent Germination
2. Germination Rate

نتایج و بحث

درصد جوانه‌زنی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر بیوپرایمینگ، شوری و اثر متقابل این دو فاکتور بر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار شد (جدول ۱). با افزایش سطح شوری از درصد جوانه‌زنی کاسته شد. بیشترین درصد جوانه‌زنی (۹۳/۳۳ درصد) در تیمارهای قارچ، تلفیق هر دو کود زیستی و تلفیق قارچ با هردو کود زیستی در سطح شوری صفر حاصل گردید و نسبت به شاهد در همین سطح شوری ۸/۸۹ درصد افزایش یافت. کمترین درصد جوانه‌زنی در تیمار کود زیستی ازتوباکتر در بالاترین سطح شوری حاصل شد که نسبت به تیمار شاهد در همین سطح شوری ۱۱/۱۱ درصد کاهش نشان داد. در بین تیمارهای بیوپرایمینگ، بیشترین تأثیر مثبت را تیمار کود زیستی فسفاته بارور روی درصد جوانه‌زنی در همه سطوح شوری داشت به گونه‌ای که در این تیمار مقدار درصد جوانه‌زنی در همه سطوح شوری در یک سطح قرار داشتند (جدول ۲). شوری به وسیله کاهش پتانسیل آب خاک و تأثیر یون‌های جذب شده روی آنزیم‌ها و هورمون‌های فعال داخل بذر باعث کاهش جوانه‌زنی می‌شود. میکروارگانیسم‌ها می‌توانند یک نقش مهمی را در راهکارهای سازگاری ایفا کنند و تحمل به تنش‌های غیرزنده را در گیاهان زراعی افزایش دهند (Grover et al., 2010). باکترهای محرک رشد با تولید ایندول استیک در محیط رشد ریشه درصد جوانه‌زنی را افزایش می‌دهند (Ashrafuzzaman et al., 2009). برخی باکتری‌های محرک رشد از طریق تولید موادی مانند سیتوکینین و آنتی‌اکسیدانت از تجمع آبسیزیک‌اسید ممانعت و موجب تخریب گونه‌های اکسیژن فعال می‌شوند. یون‌های موجود در خاک یا آب آبیاری در مرحله جوانه‌زنی می‌توانند به صورت تحریک کننده، بازدارنده و یا خنثی کننده جوانه‌زنی عمل کنند (Mujeeb et al., 2008). در مطالعه‌ای بر روی گوجه‌فرنگی محققان افزایش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های ای گیاه را در اثر تلقیح با قارچ تریکودرما تحت تنش‌های شوری و خشکی گزارش نمودند (Mastouri et al., 2010). تلقیح با باکتری‌های محرک رشد گیاهی و قارچ میکوریز باعث افزایش جوانه‌زنی در غلات و سایر گیاهان گردیده است (Zahir et al., 2004).

سرعت جوانه‌زنی: همانطور که در جدول تجزیه واریانس مشاهده می‌شود، اثر ساده بیوپرایمینگ، شوری و اثر متقابل این دو فاکتور بر سرعت جوانه‌زنی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). طبق نتایج مقایسه مینگین، با افزایش شوری سرعت جوانه‌زنی کاهش یافت به طوری که در همه تیمارهای بیوپرایمینگ و شاهد، پایین‌ترین سرعت جوانه‌زنی در بالاترین سطح شوری (۱۲۰ میلی‌مولار) مشاهده گردید. در بین همه تیمارها، بیشترین سرعت جوانه‌زنی (۱۷/۳۳ بذر در روز) در تیمار تلفیق قارچ با هر دو کود زیستی در شوری سطح فر به‌دست آمد و کمترین میزان (٦/١٩ بذر در روز) نیز در تیمار تلفیق قارچ با کودزیستی ازتوباکتر در شوری صقر به‌دست آمد (جدول ۲). درصد جوانه‌زنی بالای بذر و یکنواختی در رویش و سرعت استقرار گیاه در بستر خاک نقش مهمی در مؤفقیت تولید محصول باکیفیت دارد که استقرار سریع ارتباط نزدیکی با سرعت جوانه‌زنی دارد (Ezadi Darband et al., 2012). محققان بیان کردند به‌دلیل اینکه پیش‌تیمار بذر تأثیر مثبتی بر سرعت جوانه‌زنی بذر در محیط‌های شور دارد موجب می‌شود بذر کمتر تحت تأثیر اثر سمیت نمک و کمبود آب قرار گرفته و از این طریق باعث بهبودی سرعت جوانه‌زنی تحت تنش شوری می‌شود (Ashraf and Foolad, 2005). بایبوردی و طباطبایی (Bybordi and Tabatabaei, 2009) بیان داشتند که تنش شوری در جذب آب توسط بذر در مرحله آبگیری و تورژسانس بذر اختلال ایجاد کرده و موجب کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی می‌شود. Kokelis-Burelle et al. (2006) بیان کردند باکتری‌های محرک رشد تحت شرایط تنش شوری، تأثیر مثبتی بر سرعت جوانه‌زنی گیاه *Capsicum annuum* داشتند. Krishna et al. (2008) گزارش کردند

استفاده از کودهای بیولوژیک آزوسپریلیوم، باکتری‌های حل کننده فسفات، ازتوباکتر و ترکیب آنها در گیاهان *Withania somniferum* و *Ocimum sanctum* باعث بهبود درصد و سرعت جوانه‌زنی گردید.

جدول ۱: تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی، رشدی و فیزیولوژیکی بذر کدوی تخم کاغذی در سطوح مختلف بیوپرایمینگ و شوری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات							
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	زمان تا ۵۰ درصد سبز شدن	زمان تا ۷۵درصد سبز شدن	طول ریشه	طول ساقه	ویگور طولی بذر	نسبت کلروفیل a/b
بیوپرایمینگ	۷	۱۲۶/۹۹*	۱۸/۴۸**	۰/۵۵**	۰/۱۸**	۳۲/۷۹**	۳/۶۸**	۲۸۲/۱۷**	۱/۸۰**
شوری	۳	۸۶۵/۴۸**	۱۸/۲۵**	۱/۳۹**	۰/۷۵**	۱۰۳/۵۳**	۲۶/۵۹**	۱۹۱۳/۰۷**	۰/۸۹**
بیوپرایمینگ×شوری	۲۱	۱۱۶/۱۹**	۱۶/۲۸**	۰/۲۵*	۰/۱۰*	۶/۴۴**	۳/۶۸**	۱۷۰/۲۲**	۱/۳۶**
خطا	۶۴	۵۱/۳	۳/۷۴	۰/۱۲	۰/۰۵	۰/۷۷	۰/۶۳	۵۱/۲۱	۰/۰۱
ضریب تغییرات (٪)	–	۸/۷۱	۱۶/۹۸	۱۱/۳۳	۴/۹۸	۱۳/۶۷	۱۵/۵۲	۷/۶۲	۶/۷۷

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۲: مقایسه میانگین اثر متقابل بیوپرایمینگ و شوری بر شاخص‌های جوانه‌زنی، رشدی و فیزیولوژیکی بذر کدو تخم کاغذی

بیوپرایمینگ	سطوح شوری (میلی‌مولار)	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی (بذر جوانه-زده در روز)	زمان تا ۵۰ درصد سبز شدن	زمان تا ۷۵درصد سبز شدن	طول ریشه-چه (سانتی-متر)	طول ساقه-چه (سانتی-متر)	نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه	نسبت کلروفیل a/b
شاهد (عدم تلقیح)	۰	۸۴/۴۴ a..e	۶/۴۷ hi	۲/۴۴ gh	۴/۱۸ g	۹/۰۸ abc	۵/۵۴ a..h	۱/۶۴ a..d	۱/۷۵ d..g
	۴۰	۸۴/۴۴ a..e	۱۲/۴۷ b..e	۳/۲۴ abc	۴/۸۳ abc	۸/۶۶ a..f	۶/۵۰ a..e	۱/۳۴ b..h	۱/۶۴ fgh
	۸۰	۹۱/۱۱ ab	۱۲/۶۶ b..e	۳/۳۶ ab	۴/۹۱ ab	۹/۰۸ abc	۶/۱۶ a..f	۱/۴۶ a..f	۱/۵۹ gh
	۱۲۰	۷۱/۱۱ efg	۱۰/۴۷ c..g	۳/۵۰ a	۵ a	۵/۱۲ klm	۳/۳۸ ijk	۱/۳۹ a..g	۱/۸۷ de
B1 (کودزیستی ازتوباکتر)	۰	۸۶/۶۶ a..d	۱۲/۷۶ b..e	۲/۹۶ a..g	۴/۶۴ a..f	۷/۷۷ b..g	۶/۴۴ a..e	۱/۲۱ d..h	۱/۹۲ d
	۴۰	۸۴/۴۴ a..e	۱۱/۴۲ c..f	۲/۴۶ fgh	۴/۳۱ fg	۸/۶۶ a..f	۵/۱۲ d..i	۱/۷۱ b..h	۱/۴۵ hi
	۸۰	۹۱/۱۱ ab	۹/۸۱ d..h	۲/۵۴ e..h	۴/۳۶ efg	۶/۸۷ g..j	۴/۵۸ g..j	۱/۶۶ a..f	۱/۲۳ ijk
	۱۲۰	۶۰g	۷ ghi	۳/۵۰ a	۵ a	۳/۹۱ m	۲/۷۵ jkl	۱/۱۳ e..h	۱/۷۴ d..g
B2 (کود زیستی فسفاته بارور)	۰	۸۸/۸۹ abc	۱۲/۰۴ b..e	۲/۵۴ e..h	۴/۳۶ efg	۷/۱۸ d..i	۴/۳۰ hij	۱/۶۷ abc	۱/۳۳ ijk
	۴۰	۸۸/۸۹ abc	۱۰/۵۷ c..g	۳/۱۲ a..d	۴/۷۵ a..d	۸/۵۰ b..g	۵/۷۵ a..h	۱/۵۱ a..f	۱/۲۴ ijk
	۸۰	۹۱/۱۱ ab	۱۲/۸۵ bcd	۳/۲۷ abc	۴/۸۴ abc	۸/۸۷ a..d	۶ a..g	۱/۴۷ a..f	۱/۱۶ jk
	۱۲۰	۸۲/۲۲ a..e	۷/۷۶ f..i	۳/۲۴ abc	۴/۸۳ abc	۴/۲۵ lm	۲/۷۵ kl	۱/۵۵ a..e	۱/۸۵ def
B1*B2	۰	۹۳/۳۳ a	۱۱/۸۵ b..e	۳/۰۱ a..f	۴/۶۸ a..f	۱۰/۲۵ a	۶/۸۳ abc	۱/۵۱ a..f	۲/۳۴ c
	۴۰	۸۰ a..f	۱۳/۶۱ bcd	۳/۰۹ a..e	۴/۷۲ a..e	۸/۵۵ a..g	۶/۵۸ a..e	۱/۳۰ b..h	۱/۵۹ gh
	۸۰	۷۵/۵۵ c..f	۱۱/۷۶ b..e	۳/۳۵ ab	۴/۹۰ ab	۸/۵۸ a..f	۶/۸۳ abc	۱/۲۵ c..h	۱/۱۶ jk

	۱۲۰	۷۳/۳۳ def	۱۰ d..h	۳/۵۰ a	۵ a	۵/۰۸ klm	۵/۴۱ c..h	۰/۹۳ h	۱/۸۵ def
	۰	۹۳/۳۳ a	۱۵/۳۳ ab	۲/۷۵ c..h	۴/۵۰ c..g	۵/۵۰ j..m	۵ e..j	۱/۱۱ e..h	۱/۹۲ d
F (قارچ	۴۰	۸۲/۲۲ a..e	۱۰/۴۲ c..g	۳/۱۰ a..e	۴/۷۳ a..e	۸/۵۰ b..g	۴/۷۵ f..j	۱/۸۱ a	۴/۶۸ a
تریکودرما)	۸۰	۸۴/۴۴ a..e	۱۰/۸۵ c..f	۳/۵۰ a	۵ a	۵/۷۵ i..l	۶/۰۸ a..g	۰/۹۴ gh	۱/۶۶ fgh
	۱۲۰	۶۶/۶۶ fg	۸/۹۰ e..i	۳/۵۰ a	۵ a	۰/۹۳ n	۲/۱۸ l	۰/۴۰ i	۱/۶۹ efg
	۰	۸۸/۸۹ abc	۶/۱۹ i	۳/۲۶ abc	۴/۸۴ abc	۹/۴۱ ab	۷/۰۸ a	۱/۳۳ b..h	۱/۱۵ jk
F*B1	۴۰	۸۲/۲۲ a..e	۱۱/۷۱ b..e	۳/۳۸ ab	۴/۹۲ ab	۷/۰۸ e..j	۶/۶۲ a..d	۱/۰۹ fgh	۱/۹۰ de
	۸۰	۸۴/۴۴ a..e	۱۱/۴۷ c..f	۳/۳۷ ab	۴/۹۱ ab	۷/۵۴ c..h	۵/۱۶ d..i	۱/۴۶ a..f	۱/۳۴ ijk
	۱۲۰	۷۷/۷۷ b..f	۱۰/۷۱ c..f	۳/۵۰ a	۵ a	۲/۳۷ n	۲/۱۲ l	۱/۱۴ e..h	۱/۳۴ ijk
	۰	۷۱/۱۱ efg	۱۲/۵۷ b..e	۲/۶۶ d..h	۴/۴۴ d..g	۲/۳۷ n	۲/۱۲ l	۱/۱۴ e..h	۱/۳۸ ij
F*B2	۴۰	۸۰ a..f	۱۲/۶۱ b..e	۲/۵۴ e..h	۴/۶۰b..f	۸ b..g	۶/۴۲ ijk	۱/۳۰ b..h	۱/۹۴ d
	۸۰	۷۷/۷۷ b..f	۱۴ bc	۲/۸۹ b..g	۴/۵۹ b..f	۰/۹۱ n	۳/۷۴ ijk	۰/۲۵ i	۳/۲۱ b
	۱۲۰	۷۷/۷۷ b..f	۱۲/۴۲ b..e	۲/۹۱ b..g	۴/۶۱ b..f	۰/۹۱ n	۳/۷۴ ijk	۰/۲۵ i	۱/۳۶ ij
	۰	۹۳/۳۳ a	۱۷/۳۳ a	۲/۲۶ h	۴/۱۷ g	۸/۷۲ a..e	۷ ab	۱/۲۶ c..h	۱/۳۶ ij
F*B1*B2	۴۰	۸۴/۴۴ a..e	۱۳/۱۹ bcd	۳/۵۰ a	۵ a	۶/۹۵ f..j	۶/۱۶ a..f	۱/۱۳ e..h	۱/۴۵ hi
	۸۰	۸۰ a..f	۱۱/۱۴ c..f	۳/۰۹ a..e	۴/۷۲ a..e	۶/۰۸ h..k	۵/۴۵ b..h	۱/۲۳ c..h	۱/۱۲ k
	۱۲۰	۸۰ a..f	۱۱/۹۵ b..e	۲/۷۴ c..h	۴/۷۲ a..e	۵/۱۱ klm	۵ e..i	۰/۹۴ gh	۱/۱۵ jk

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون در سطح احتمال پنج درصد با روش LSD تفاوت معنی‌دار ندارند.

درصد جوانه‌زنی بالای بذر و یکنواختی در رویش و سرعت استقرار گیاه در بستر خاک نقش مهمی در مؤفقیت تولید محصول باکیفیت دارد که استقرار سریع ارتباط نزدیکی با سرعت جوانه‌زنی دارد (Ezadi Darband et al., 2012). محققان بیان کردند به‌دلیل اینکه پیش‌تیمار بذر تأثیر مثبتی بر سرعت جوانه‌زنی بذر در محیط‌های شور دارد موجب می‌شود بذر کمتر تحت تأثیر اثر سمیت نمک و کمبود آب قرار گرفته و از این طریق باعث بهبودی سرعت جوانه‌زنی تحت تنش شوری می‌شود (Ashraf and Foolad, 2005). بایبوردی و طباطبایی (Bybordi and Tabatabaei, 2009) بیان داشتند که تنش شوری در جذب آب توسط بذر در مرحله آبگیری و تورژسانس بذر اختلال ایجاد کرده و موجب کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی می‌شود. Kokelis-Burelle et al. (2006) بیان کردند باکتری‌های محرک رشد تحت شرایط تنش شوری، تأثیر مثبتی بر سرعت جوانه‌زنی داشتند. Krishna et al. (2008) گزارش کردند استفاده از کودهای بیولوژیک آزوسپریلیوم، باکتری‌های حل کننده فسفات، ازتوباکتر و ترکیب آنها در گیاهان *Withania somniferum* و *Ocimum sanctum* باعث بهبود درصد و سرعت جوانه‌زنی گردید.

زمان تا ۵۰ و ۷۵ درصد سبز شدن بذرها (T50 و T75): اثر ساده بیوپرایمینگ، شوری و اثر متقابل این دو فاکتور بر زمان‌های تا ۵۰ و ۷۵ درصد سبز شدن بذرها معنی‌دار بود (جدول ۱). طبق نتایج جدول مقایسه میانگین ، در همه تیمارها با افزایش سطح شوری، میانگین مدت زمان‌های تا ۵۰ و ۷۵ درصد سبز شدن بذرها افزایش یافت (جدول ۲). در بین همه تیمارهای بیوپرایمینگ و شاهد، میانگین مربوط به زمان تا ۵۰ درصد سبز شدن بذرها در بالاترین سطح شوری تیمار تلفیق قارچ با هر دو کود زیستی نسبت به بالاترین سطح شوری بقیه تیمارها کمتر بود (۲/۷۴ روز) و می‌توان طبق این نتیجه بیان داشت تیمار مذکور نسبت به سایر تیمارها در کاهش اثر شوری بر مدت زمان تا ۵۰ درصد سبز شدن مؤثرتر عمل کرده است. کمترین میانگین مربوط به زمان تا ۷۵ درصد سبز شدن بذرها در بالاترین سطح

شوری و در بین همه تیمارها نیز مربوط به تیمار تلفیق قارچ با کود زیستی فسفاته بود (٤/٦١ روز). محققان مشاهده کردند که برخی از باکتری‌های ریزوسفری مانند *آزوسپریلیوم* و *سودوموناس* به‌طور معنی‌داری درصد جوانه‌زنی بذرها از جمله ذرت را افزایش دادند (Shaukat et al., 2006).

در شرایط تنش شوری جذب آب با مشکل مواجه می‌شود. اگر جذب آب توسط بذر دچار اختلال گردد، فعالیت-های متابولیکی جوانه‌زنی در داخل بذر به آرامی صورت گرفته ور در نتیجه مدت زمان خروج ریشه‌چه از بذر افزایش می‌یابد (Mayer and Polijakoff-Mayber, 1989). گزارش شده است که استفاده از کودهای زیستی آزوسپریلیوم، باکتری‌های حل‌کننده فسفات، ازتوباکتر و ترکیب آن‌ها در گیاهان *Withania somniferum* و *Ocimum sanctum* باعث بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی و زمان جوانه‌زنی شد (Krishna et al., 2008).

طول ریشه‌چه: بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر بیوپرایمینگ، شوری و اثر متقابل بیوپرایمینگ در شوری بر طول ریشه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در تیمار عدم تلقیح (شاهد) و بعضی از تیمارهای بیوپرایمینگ با افزایش سطح شوری ابتدا طول ریشه‌چه افزایش و سپس کاهش یافت و در تیمارهای دیگر نیز که با افزایش شوری شیب کاهشی نشان دادند در سطوح پایین شوری تفاوت معنی‌داری باهم نداشتند. می‌توان گفت در این گیاه شوری در سطوح پایین تحریک کننده رشد ریشه بوده است. در بین تیمارها مؤثرترین تیمار بر طول ریشه‌چه تیمار تلفیق کودهای زیستی بود به دلیل اینکه طول ریشه‌چه در این تیمار در شوری سطح ۸۰ با طول آن در همین تیمار در شوری صفر که بالاترین طول ریشه‌چه را داشت (۱۰/۲۵ سانتی‌متر) تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ٤).

پژوهشگران کاهش طول ریشه‌چه در محلول کلر و سدیم را به سمیت یونی و اثرات منفی آنها بر وری غشای سلولی نسبت داده‌اند (Asadian and Miamato, 1983). بررسی محققان روی تغییرات مورفولوژی ریشه گندم به سبب تلقیح آزوسپریلیوم نشان داد که این باکتری‌ها ضمن افزایش طول ریشه، سطح کل ریشه گیاهچه را نیز افزایش داد (Kapulnik et al., 2007).

طول ساقه‌چه: بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر بیوپرایمینگ، شوری و اثر متقابل بیوپرایمینگ در شوری بر طول ریشه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). از آنجایی که در بیشتر تیمارها با افزایش شوری ابتدا طول ساقه‌چه افزایش و سپس با افزایش بیشتر شوری کاهش یافته بود و در تیمارهای دیگر که با افزایش شوری شیب کاهشی نشان داده بودند اما در سطوح پایین شوری تفاوت معنی‌داری نداشتند می‌توان بیان کرد که در این گیاه شوری‌های سطح پایین محرک رشد بیشتر ساقه‌چه می‌باشد. در بین تیمارها بیوپرایمینگ، مؤثرترین تیمار بر طول ساقه‌چه با افزایش سطح شوری تیمار تلفیق کودهای زیستی بود چون طول ساقه‌چه در این تیمار در سطوح صفر، ٤٠ و ۸۰ با طول ساقه‌چه در تیمار تلفیق قارچ با کود زیستی ازتوباکتر در سطح صفر شوری که بیشترین طول ساقه‌چه در بین تیمارها بود تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ٤).

در مطالعه‌ای که بر روی کلزا (*Brassica napus* L.) انجام گرفت مشخص گردید که گونه‌های *سودوموناس پوتیدا*[1] و *سودوموناس فلورسنس*[2] منجر به افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شوند (Glick, 1998). نتایج مشابهی نیز در مورد سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) توسط سالنچور (Salanture *et al*., 2006) گزارش شده است.

1. *Pseudomonas putida*
2. *Pseudomonas florecens*

نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه: اثر بیوپرایمینگ، شوری و اثر متقابل بیوپرایمینگ در شوری بر نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین بیانگر بود که در تیمار شاهد با افزایش شوری نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه کاهش یافت. در بعضی از تیمارهای دیگر نیز ابتدا با افزایش سطح شوری نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه افزایش و سپس روند کاهشی داشت. در تیمارهای کود زیستی فسفاته، تلفیق کودهای زیستی و تلفیق قارچ با کودهای زیستی مانند تیمار شاهد با افزایش شوری مقدار مربوط به این صفت کاهش یافت. در تیمارهای شاهد، کود زیستی فسفاته و تلفیق قارچ با کودهای زیستی مقادیر به دست آمده این صفت در سطوح مختلف شوری با همدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند. مقادیر به دست آمده مربوط به نسبت طول ریشه‌چه به طول ساقه‌چه در تمام سطوح شوری تیمار کود زیستی فسفاته با بیشترین مقدار این صفت در بین همه تیمارها در تیمار قارچ در شوری سطح ٤٠ تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ٤).

نتایج مطالعه محققان بر روی گیاه مریم گلی بیانگر کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه با شدت تنش اسمزی بود (Estefani et al., 2005). در آزمایشی دیگر که بر روی گونه *Cakile maritime* انجام شد گزارش شد که شوری باعث کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه می‌شود. نتایج این آزمایش با تحقیقات انجام شده همخوانی داشت. یکی از دلایل کاهش طول ساقه‌چه گیاه در شرایط تنش اسمزی، تجزیه آهسته‌تر مواد آندوسپرم و در نتیجه کاهش یا عدم انتقال مواد غذایی از بافت‌های ذخیره‌ای بذر به جنین ذکر شده است (Soltani et al., 2006). Fallahi et al (2009) در بررسی خود بر روی مریم گلی گزارش کردند که با افزایش سطح شوری از صفر به ٤- بار، طول گیاهچه افزایش یافت آنها دلیل این امر را افزایش طول ریشه‌چه در شرایط تنش نسبت دادند. زیرا در شرایط تنش اسمزی بسیاری از گیاهان بخش زمینی را گسترش داده و نسبت ساقه به ریشه را کاهش می‌دهند تا بتوانند آب مورد نیاز گیاه را تأمین کرده و تنش کمتری به اندام هوایی وارد کنند. باکتری‌های موجود در کودهای زیستی علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا و متعادل کردن جذب عناصر اصلی پرمصرف و ریز مغذی مورد نیاز گیاه با سنتز و ترشح مواد محرک رشد گیاه و همچنین ترشح اسیدهای مختلف موجب رشد و توسعه ریشه و اندام هوایی شده که این مسئله سبب آسیمیلات بیشترو انتقال آن‌ها به سایر اندام‌ها می‌شود (Han and Lee, 2006). طبق گزارش‌های موجود، قارچ تریکودرما خطرهای ناشی از تنش‌ها را کاهش می‌دهد و باعث افزایش تحمل گیاه در برابر تنش‌های زنده و غیر زنده می‌شود (Harman et al., 2004).

نسبت کلروفیل a به کلروفیل b : نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد اثر بیوپرایمینگ، شور و اثر متقابل این دو فاکتور بر نسبت کلروفیل a به کلروفیل b در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). با افزایش سطح شوری از نسبت کلروفیل a به کلروفیل b کاسته شد که این موضوع نشان می‌دهد کلروفیل a حساسیت بیشتری نسبت به کلروفیل b در برابر تنش از خود نشان می‌دهد. براساس نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲)، بیشترین میانگین این نسبت (٤/٦٨) در تیمار قارچ و شوری ٤٠ میلی‌مولار به‌دست آمد و با بقیه تیمارها در سطوح مختلف شوری تفاوت معنی‌داری را نشان داد. کمترین میانگین این نسبت (۱/۱۲) نیز در تیمار تلفیق قارچ با هر دو کود زیستی در شوری سطح ۸۰ میلی‌مولار به دست آمد.

علی‌رغم اینکه گیاهان در میزان تحمل به شوری متفاوت می‌باشند، اما شوری در نهایت باعث می‌شود رشد آنها کم شود. این کاهش به‌طور عمده در ارتباط با ظرفیت فتوسنتزی بوده که خود می‌تواند معلول کاهش در محتوای کلروفیل باشد. مهم‌ترین دلیل این موضوع به‌ویژه در شرایط تنش شدید، کاهش فعالیت آنزیم‌های مؤثر در سنتز کلروفیل و

تولید آن می‌باشد (Vieria Santos, 2004). اگرچه کلروفیل a در مقایسه با کلروفیل b از تراکم بالاتر در ساختار دستگاه فتوسنتز کننده گیاه برخوردار است اما این رنگدانه نسبت به کلروفیل b در مقابل تنش‌های محیطی به‌ویژه تنش شوری و خشکی حساس‌تر است (Mitra and Banerjee, 2010).

نتیجه‌گیری نهایی

از نتایج این آزمایش می‌توان نتیجه گرفت که در این گیاه استفاده از تیمارهای بیوپرایمینگ به‌صورت تلفیقی باعث شد در سطوح مختلف شوری تفاوت معنی‌داری از نظر درصد جوانه‌زنی مشاهده نشود. شوری موجب کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گردید. به‌طور کلی در شرایط تنش، رشد ریشه نسبت به ساقه رشد بیشتری داشت و می‌توان بیان کرد که گیاه با بیشتر کردن رشد ریشه نسبت به ساقه به منظور جذب بیشتر آب در شرایط تنش بهره می‌برد. استفاده از تیمارهای بیوپرایمینگ به صورت تلفیقی توانست در بالاترین سطح شوری شاخص‌های جوانه‌زنی را نسبت به شاهد افزایش دهد و این رویداد را می‌توان به نقش میکروارگانیسم‌ها در تولید هورمون‌های رشد برای مقابله با اثر تنش نسبت داد.

References

Allakhverdiev, S.L., Sakamoto, A., Nishyama, Y., Inaba, M. and Murato, N. 2000. Ionic and osmotic effects of NaCl induced in activation of photosystem I and II in *Synechococcus* sp. Journal of Plant Physiology, 123: 1047-1056.

Asadi Aghbolaghi, M., Parmoon, Gh. and Mosanneie, H. 2015. Evaluation the effect of accelerated aging on germination and seedling growth process of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). Review of Seed Research, 5(25): 60-68.

Assadian, N.W. and Miamato, S. 1983. Salt effect on alfalfa seedling emergence. Agronomy, 79: 710-714.

Ashraf, M. and Foolad, M.R. 2005. Four pre-sowing seed treatment-a shotgum approach to improve germination growth and crop yield under saline and none saline conditions. Advances Agronomy, 88: 223-271.

Ashrafuzzaman, S.M., Hossen, F.A., Razi, I.M., Anamul, H.M., Zahurul, I.M., Shahidullah, S.M. and Sariah, M. 2009. Efficiency of plant growth promoting rhizobacteria for the enhancement of rice growth. African Journal of Biotechnology, 8: 1247-1252.

Bajji, M., Kinet, J.M. and Lutts, S. 2002. Osmotic and ionic effects of NaCl on germination early seedling growth and ion content of *Atriplex halimus*. Canadian Journal of Botany, 80: 297-304.

Bhattacharyya, P.N. and Jha, D.K. 2012. Plant growth promoting rhizobacteria (PGPR). Emergence in agriculture. World Journal of Microbialogy and Biotechnology, 28: 1327-50.

Bybordi, A. and Tabatabaei, J. 2009. Effect of salinity stress on germination and seedling properties in canola cultivars (*Brassica napus* L.). Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 37(2): 71-76.

Ezadi Darband, A., mohammadian, M., Yangh, A. and Zarghani, H. 2012. The effect of temperature and salinity on germination and growth characteristics of sesame varieties (*Sesamum indicum* L.). Iranian Journal of Field Crops Research, 10(2): 335-345. (In Persian).

Glick, B.R. 1998. A model for the lowering of plant ethylene concentration by PGPR. Journal of Theorical and Biology, 190: 63-68.

Golpayegani, A., Heydari, M., Gholami, H. and Sadeghi, M. 2010. Sustainable production and improving growing herbs basil (*Ocimum basilicum* L.) in response to the inoculated bacteria growth promoting (PGPR). New Ideas Fifth National Conference on Agriculture, Islamic Azad University Branch (Isfahan), Colleage of Agriculture, 27-28 February 2010.

Grover, M., Ali, S.Z., Sandhya, V., Rasul, A. and Yenkateswarlu, B. 2010. Role of microorganisms in adaptation of agriculture crops to abiotic stress. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 27: 1231-1240.

Han, H.S. and Lee, K.D. 2005. Plant growth promoting rhizobacteria effect on antioxidant status, photosynthesis, mineral uptake and growth of lettuce under soil salinity. Agriculture and Biological Science, 1: 210-215.

Han, H.S. and Lee, K.D. 2006. Effect of inoculation with phosphate and potassium solubilization bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. Plant, Soil and Environment, 52: 130-136.

Harman, G.E., Howell, C.R., Viterbo, A., Chet, I. and Lorito, M. 2004. *Trichoderma* species opportunistic, avirulent plant symbionts. Nature Reviews, 2: 43-56.

Jakob, G., Ton, J., Flors, V., Zimmerli, L.J., Metraux, P. and Mauch-Mani, B. 2005. Enhancing Arabidopsis salt and drought stress tolerance by chemical priming for its ABA response. Plant Physiology, 139: 267-274.

Kapulnik, Y., Okon, Y. and Henis, Y. 2007. Changes in root morphology of wheat caused by *Azospirillium* inoculation. Microbiology, 31: 881-887.

Kokelis-Burelle, N., Kloepper, J.W. and Reddy, M.S. 2006. Plant growth promoting rhizobacteria as transplant amendments and their effects on indigenous rhizosphere microorganisms. Applied Soil Ecology, 31: 91-100.

Koochaki, A., Tabrizi, L. and Ghorbani, R. 2008. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of Hyssop (*Hyssopus officinalis*). Iranian Journal of Field Crop Research, 6(1): 127-137.

Krishna, A., Patil, C.R., Raghavendra, S.M. and Jakati, M.D. 2008. Effect of bio-fertilizers on seed germination and seedling quality of medicinal plants. Karnataka Journal of Agriculture and Science, 21: 588-590.

Lauchli, A., Grattan, S.R. 2007. Plant growth and development under salinity stress advances. Molecular Breading Toward Drought and Salt Tolerant Crops. 1-32.

Ma, Y., Prasad, M.N.V., Rajkumar, M. and Freitas, H. 2011. Plant growth promoting rhizobacteria and endophytes accelerate phytoremediation of metalliferous soils. Biotechnology Advances, 29 (2): 248-258.

Mastouri, F., Bjorkman, T. and Harman, G.E. 2010. Seed treatment with *Trichoderma harzianum* alleviates biotic, abiotic and physiologic stresses in germination seeds and seedlings. Biological Control, 100(11): 1213-1221.

Mayak, S., Bernard, T.T. and Glick, R. 2004. Plant growth promoting bacteria confer resistance in tomato plants to salt stress. Plant Physiology and Biochemistry, 42: 565-572.

Mayer, A.M. and Polijakoff-Mayber, A. 1989. The germination of seeds. 4ed. Pergamon Press. Oxford.

Mitra, A. and Banerjee, K. 2010. Pigments of *Heritiera fomes* seedlings under different salinity conditions: perspective sea level rise. Mesopotamian Journal of Marine Science, 25(1): 1-10.

Mujeeb, U.R., Soomro, U.A., Mohammad Zadeh, U.H. and Shereen, G. 2008. World Journal of Agricultural Science, 4(3): 398-403.

Omidi, H., Jafarzadeh, L. and Naghdibadi, H. 2014. Seeds of medicinal plants and crops, Shahed University Press, 300 pages.

Sadeghian Dehkordi, A., Tadayyon, A., Tadayyon, M.R. and Saffar, A. 2015. Effect of drought stress and biological fertilizers on some morphological and physiological characteristics of linseed (*Linum usitatissimum* L.). Journal of Dry Canvas, 5(2): 84-92.

Salanture, A., Ozturk, A. and Akten, S. 2006. Growth and yield response of spring wheat (*Triticum aestivum*) to inoculation with rhizobacteria. Plant, Soil and Environment, 52(3): 111-118.

Shariat Madary, M.H., Golbashy, M., Shoa Hosiny, M., Jamal Rafsanjan, M. and Zamni Than, R.K. 2009. Study effect level different salt stress (NaCl) in germination and growth Fleawort. Science Conference on Water, Soil, Plant and Agricultural Mechanization, Dezful.

Shaukat, K., Affrasyab, S. and Hasnain, S. 2006. Growth response of *Helianthus annus* to plant grpwth promoting rhizobacteria used as a biofertilizer. Journal of Agriculture Research, 1(6): 573-581.

Viera Santos, C. 2004. Regulation of chlorophyll biosynthesis and degradation by salt stress in sunflower leaves. Scientia Horticulturae, 103(1): 93-99.

Yasar, F., Kusvuran, S. and Ellialtioglu, S. 2006. Determination of anti- oxidant activities in some melon (*Cucumis melo* L.) Varieties and cultivar under Salt stress. Journal of Horticulture Science and Biotechnology, 81(4): 627-630.

Zahir, A.Z., Arshad, M. and Frankenberger, W.F. 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: Applications and perspectives in agriculture. Advances in Agronomy, 81: 97-168.