تاثیر بیوپرایمینگ بر شاخص‌های جوانه‌زنی دو نوع چمن

مجتبی جعفری نیا*[1] و محمدرضاهادی[1]

[1]استادیار، گروه زیست شناسی گیاهی، واحد مرودشت، دانشگاه آزاد اسلامی مرودشت، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۶/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۱۱

چکیده

بیوپرایمینگ روشی زیستی برای تلقیح بذور با میکروارگانیسم‌های مفید می‌باشد. چمن گیاهی علفی بوده و به عنوان یک گیاه پوششی مهم به شمار می‌آید و کاشت آن می‌تواند در جلوگیری از غرقابی شدن و فرسایش خاک در باران‌های شدید کمک نماید. به منظور بررسی اثر بیوپرایمینگ کودهای زیستی شامل ازتوباکتر، نیتروکسین، بیوسوپرفسفات و تیمار بدون کود به‌عنوان شاهد بر روی برخی شاخص‌های جوانه‌زنی در دو نوع چمن *Festucaarundinacea* و *Poapratensis*، آزمایشی فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سال ۹۳-۹۲ در دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات فارس اجرا گردید. نتایج این آزمایش نشان داد که در مرحله جوانه‌زنی بسیاری از شاخص‌ها از جمله درصد جوانه زنی، سرعت جوانه‌زنی، ضریب جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه زنی، بنیه بذر، ضریب آلومتری، طول ساقه‌چه و طول ریشه‌چه تحت تاثیر بیوپرایمینگ قرار گرفته است. نتایج مشخص کرد که بیوپرایمینگ با کود ازتوباکتر باعث افزایش ۲۸۷/۸۶ درصدی میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی در چمن پوآ در مقایسه با شاهد شده است. این افزایش برای کود زیستی نیتروکسین ۳۱/۹۶ درصد و در کود بیوسوپرفسفات دارای کاهشی معادل ۲۵/۲۶ درصد در مقایسه با شاهد بوده است. نتایج در مورد چمن فستوکا نیز مشخص کرد که بیوپرایمینگ با کودهای ازتوباکتر و نیتروکسین به‌ترتیب ٤٤/٣٦ و ۳۲/۵۳ درصد میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی را در مقایسه با شاهد افزایش داده‌اند و کود بیوسوپرفسفات تاثیری نداشته است. براساس نتایج این تحقیق کود زیستی ازتوباکتر به عنوان موثرترین روش بیوپرایمینگ در مرحله جوانه‌زنی برای گیاه چمن تعیین گردید.

واژه‌های کلیدی: چمن، کود زیستی، مرحله جوانه‌زنی، بیوپرایمینگ

مقدمه

مرحله جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه در خاک از مهمترین مراحل رشد و نمو در چرخه زندگی گیاهان می باشد. داشتن سرعت و درصد جوانه‌زنی بالا سبب افزایش تعداد گیاهچه‌ها گردیده و استقرار سریع و موفق گیاهچه‌ها در خاک نیز به رشد رویشی مناسب گیاهچه‌ها در مراحل بعدی زندگی کمک می‌کند (Dobbelaere et al., 2003). از این رو بررسی شاخص‌های جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه در محیط و یافتن شرایط مناسب‌تر برای بهبود این شاخص‌ها می‌تواند تاثیر مستقیم در کشت موفق‌تر گیاهان داشته باشد. پرایمینگ بذر تکنیکی است که به واسطه آن بذور پیش از

*نویسنده مسئول: Jaafarinia@yahoo.com

قرار گرفتن در بستر خود و مواجهه با شرایط اکولوژیکی محیط، به لحاظ فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی آمادگی جوانه‌زنی را به‌دست می‌آورند. این امر می‌تواند سبب بروز تظاهرات زیستی و فیزیولوژیکی متعددی در بذر پرایم شده و گیاه حاصل از آن گردد، به‌طوری‌که این موارد را می‌توان در چگونگی جوانه‌زنی، استقرار اولیه گیاه، زودرسی و افزایش کمی و کیفی محصول مشاهده کرد (Finch-savage et al., 2004). علت تسریع جوانه‌زنی در بذور پرایم شده می‌تواند ناشی از افزایش فعالیت آنزیم‌های تجزیه کننده مثل آلفا-آمیلاز، افزایش سطح شارژ انرژی زیستی در قالب افزایش مقدارATP، افزایش سنتز RNA و DNA، افزایش تعداد و در عین حال ارتقا عملکرد میتوکندری‌ها باشد (Afzal et al., 2009). انواع متفاوتی از پرایمینگ بذر همچون هیدروپرایمینگ، اسموپرایمینگ، پرایمینگ دمایی وهالوپرایمینگ وجود دارد. اما استفاده از روش‌های زیستی و طبیعی برای پرایمینگ بذرها در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است که از آن جمله می‌توان به پرایمینگ بذرها با انواع کودهای زیستی اشاره کرد. کودهای زیستی شامل تعدادی از میکروارگانیزم‌های مفید خاکزی بوده که از طرق متفاوتی همچون تولید هورمون‌های گیاهی، تثبیت نیتروژن، تسهیل جذب عناصر غذایی از خاک و تولید کنترل کننده‌های زیستی پاتوژن‌های محیطی سبب بهبود رشد و نمو گیاهان می‌گردند (Gharib et al., 2008). این کودهای زیستی علاوه بر هزینه‌های کم تولید و نداشتن آلودگی‌های زیست محیطی، می توانند با حفظ و توسعه باروری خاک، سبب حاصلخیزی بیشتر خاک شده و همچنین کاهش میکروارگانیزم‌های مفید خاکزی را به علت استفاده بی‌رویه از سموم شیمیایی و تاثیر تنش‌های محیطی جبران نمایند (Nagananda et al., 2010). انواع باکتری‌های موجود در این کودها مثل آزوسپریلیوم، ازتوباکتر و سودوموناس می‌توانند جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه در گیاهان را تحت تاثیر قرار دهند. برای دستیابی به توسعه پایدار در کشاورزی استفاده از راهکارهای مناسب برای تامین نیازهای غذایی گیاه از طریق روش‌های طبیعی و به کمک موجودات زنده ساکن در خاک ضروری خواهد بود. به همین علت استفاده از کودهای زیستی با منشا باکتری، قارچ و جلبک یا دیگر موجودات خاکزی مورد توجه قرار گرفته است. مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی علاوه بر افزایش هزینه‌های تولید پیامدهای نامطلوبی در افزایش آلودگی منابع آب و خاک نیز به همراه داشته است (Sharma, 2004). این کودها همچنین موجب عدم تعادل عناصر و مواد غذایی موجود در خاک شده و از طرف دیگر به خطر افتادن سلامت انسان‌ها و دیگر موجودات زنده را سبب شده است. در آزمایشی تاثیر مثبت استفاده از کودهای زیستی حاوی آزوسپریلیوم، فسفوباکتریا و قارچ مایکورایزا بر بهبود درصد جوانه‌زنی، قوه نامیه بذر و طول اولیه گیاهچه در گیاه کنجد مشخص گردید (Suma et al., 2014). در آزمایشی دیگربر روی گیاه ذرت نشان داده شد که پرایمینگ زیستی بذور با کودهای زیستی تا ۱۸/۵ درصد باعث افزایش جوانه‌زنی و قوه نامیه بذور گردیده است (Ofek et al., 2011). در تحقیق دیگری بر روی گیاه یونجه اثر بهبودبخش کودهای زیستی حاوی ازتوباکتر و ریزوبیوم بر شاخص‌های جوانه زنی و رشد گیاهچه این گیاه ثابت گردید (Nagananda et al., 2011). در تحقیقی دیگر تاثیر مثبت کودهای زیستی حاوی ریزوباکتریا بر افزایش جوانه‌زنی گیاه ذرت گزارش شده است (Noumavo et al., 2013). همچنین اثر تحریکی کودهای زیستی حاوی ریزوباکتریوم را بر افزایش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در لوبیا چشم بلبلی در تحقیقی نشان داده شده است (Yadav et al., 2010). گزارش مشابهی نیز مبنی بر اثر افزایشی کودهای زیستی بر بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی گیاه گوجه فرنگی وجود دارد (Mastouri et al., 2010). نتایج تحقیقی بر روی تاثیرات کودهای زیستی بر جوانه‌زنی گیاه گندم نشان داد که کود زیستی نیتراژین سبب افزایش درصد جوانه‌زنی، تعداد ریشه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در این گیاه در مواجهه با تنش شوریشده است (Fallahi et al., 2013). در تحقیقی دیگر در سال

۲۰۱۳ گزارش گردید که کود زیستی ازتوباکتر ۲۰ درصد جوانه‌زنی گیاه ذرت را افزایش داد و سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک و وزن تر ساقه‌چه و ریشه‌چه به میزان ۷ درصد شد (Bakonyi et al., 2013). در آزمایشی دیگر نشان داده شده است که کود زیستی نیتراژین سبب بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی در گیاه ذرت گردیده است (Mokari Firozsalari et al., 2012). در این آزمایش طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و ضریب آلومتری به‌ترتیب ۳۵، ٥٤ و ۲ درصد افزایش را با استفاده از کود زیستی نیتراژین نسبت به تیمار کنترل نشان داد.

گیاه چمن با نام عمومی Turfgrass مهمترین گیاه پوششی جهان به شمار می‌آید. این گیاه جزء تیره گندمیانیا *Poaceae* محسوب می‌شود که کاربرد زیادی در ایجاد فضای سبز در اماکن عمومی نظیر پارک‌ها، میدان‌ها، بلوارها، زمین‌های ورزشی و بخش اعظم محوطه‌سازی‌ها دارد (Tatari et al., 2013). این گیاه علاوه بر نقش در ایجاد فضای سبز، به علت جلوگیری از فرسایش خاک و تبخیر شدید آب از سطح زمین و همچنین افزایش اکسیژن، تعدیل دما و تهویه هوا دارای اهمیت می‌باشد (Christians, 2004). یافتن راهکارهایی برای بهبود شرایط جوانه‌زنی بذور این گیاهان و استقرار موفق گیاهچه‌های آن می‌تواند ضمن کاهش هزینه‌های اجرایی، سبب کیفیت بهتر پوشش گیاهی شده و ظاهری آراسته‌تر به فضای سبز ببخشد. هدف از انجام این تحقیق بررسی تاثیر کودهای زیستی بر برخی شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه در گیاه چمن بوده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در آزمایشگاه زیست شناسی گیاهی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات فارس در سال ۹۳-۹۲ انجام گرفت. طرح آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی و در سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای کودی شامل سه نوع کود زیستی ازتوباکتر، نیتروکسین و بیوسوپرفسفات و تیمار شاهد (بدون کود) بود و بذور دو نوع چمن به نام‌های فستوکا (*Festucaarundinacea*) و پوآ (*Poa pratensis*) که بذور مورد استفاده برای کشت در فضای سبز واحد علوم و تحقیقات فارس بود، از اداره فضای سبز واحد تهیه و در این آزمایش مورد استفاده قرار گرفتند. برای تلقیح بذور دو نوع چمن با کودهای زیستی از روش بذرمال استفاده گردید. به این منظور کودهای زیستی به صورت مایع بر روی بذور اسپریو در سایه دور از تابش مستقیم آفتاب به مدت نیم ساعت قرار گرفتند. برای انجام آزمایش از پتری‌دیش‌هایی به ابعاد ۹×۹ سانتی‌متر استفاده شد. پس از قرار دادن کاغذ صافی در کف هر پتری‌دیش، تعداد ۲۰ عدد بذر تلقیح شده برای هر تیمار روی هر کاغذ صافی قرار گرفت و در نمونه‌های شاهد نیز از بذور تلقیح نشده استفاده گردید. برای هر تیمار ۳ پتری‌دیش به‌عنوان تکرار در نظر گرفته شد. پس از آماده شدن پتری‌دیش‌ها به هر کدام از آنها ۵ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه شد و در ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. شمارش بذرهای جوانه‌زده به صورت روزانه یکبار و به مدت دو هفته صورت گرفت. در پایان روز چهاردهم طول ساقه‌چه و ریشه‌چه با استفاده از خط‌کش و بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری و تعداد گیاهچه‌های سالم شمارش شدند. درصد جوانه‌زنی از نسبت تعداد بذور جوانه‌زده به کل بذور کشت شده در هر پتری‌دیش به‌دست آمد. سرعت جوانه زنی با استفاده از فرمول ۱ محاسبه گردید(Abdulbaki and Anderson, 1970).

$$GS = \sum_i^j ni/Di$$ فرمول ۱

که در این فرمول GS=سرعت جوانه‌زنی، ni=تعداد بذور جوانه‌زده در روزهای آزمایش و Di= تعداد روز پس از شروع آزمایش می‌باشد. برای تعیین ضریب جوانه‌زنی از فرمول ۲ استفاده شد (AOSA, 1983).

فرمول ۲

$$\text{ضریب جوانه‌زنی} = \left(\frac{\text{تعداد بذرهای جوانه زده}}{\text{آخرین روز شمارش}} + \cdots + \frac{\text{تعداد بذرهای جوانه زده}}{\text{روز اول شمارش}}\right)$$

میانگین زمان جوانه‌زنی از طریق فرمول شماره ۳ تعیین گردید (Mavi *et al.*, 2010).

فرمول ۳ $$MGT = \frac{\sum(nT)}{\sum n}$$

که در این فرمول MGT= میانگین زمان جوانه‌زنی، n= تعداد بذرهای جوانه زده در زمان T، T= مدت زمان بعد از شروع جوانه‌زنی (روز) و $\sum n$ =تعداد بذر جوانه زده نهایی می‌باشد. برای تعیین بنیه بذر از فرمول ٤ استفاده شد (Sadaeghi *et al.*, 2011).

فرمول ٤ بنیه بذر= ۱۰۰/(طول ساقه‌چه × درصد جوانه‌زنی)

ضریب آلومترینیز از حاصل تقسیم طول ساقه‌چه بر طول ریشه‌چه محاسبه گردید (International Seed Testing Assocociation, 1979).

نتایج به دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SPSS16 مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون دانکن و در سطح ۵ درصد انجام شد. نمودارها با استفاده از Excel 2003 رسم گردید.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها در جدول ۱ و مقایسه میانگین شاخص‌های جوانه‌زنی بررسی شده در تیمار با کودهای زیستی به تفکیک نوع چمن در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۱- آنالیز واریانس شاخص‌های متفاوت جوانه‌زنی در تلقیح بذور چمن با کودهای زیستی مختلف.

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	ضریب جوانه‌زنی	میانگین زمان جوانه‌زنی	طول ساقه‌چه	طول ریشه‌چه	ضریب آلومتری	بنیه بذر
نوع کود	۳	۱٦٦۹/٦۳*	۳/۷۷*	۰/۲۸٦*	۱/۸۸۳*	۱۰/۸٦۳*	۱۷۹/۸۸*	٤/٤۲۹*	٥٦/۸۲*
نوع چمن	۱	۱۸۸۷/٥۳*	۱٤۰/٦*	٦/٤۱۷*	۸۰/٦۳۰*	۲٤٦/٤٥*	۱٤٥۰/۸۱*	٤/۹۷*	۹۸٦/۱*
کود×چمن	۳	۱۰۳٤/۷*	۱/۰۰٤*	٥/۰٦*	٦/٥۳۸*	٦	٦۷/٦۷۷*	۳/۸۷۲*	۱۲/٦٥*
خطا	۱٦	۱۰۸/۳۳	۰/۲۷۳	۰/۰٦۷	۰/۳٦۲	۱۹/۳۹۸*	۳/٦۷	۰/۳۳۱	۲/۳۰۸
						۱/۰٦			

*معنی‌داری در سطح (P<۰/۰٥) را نشان می‌دهد.

جدول ۲- مقایسه میانگین شاخص‌های متفاوت جوانه‌زنی در تلقیح بذور انواع چمن با کودهای زیستی مختلف.

تیمار		شاخص‌های جوانه‌زنی							
نوع چمن	نوع کود زیستی	درصد جوانه‌زنی (درصد)	سرعت جوانه‌زنی (روز/تعداد)	ضریب جوانه‌زنی	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	ضریب آلومتری	بنیه بذر
فستوکا	شاهد	۵۶/۶۷^{b}	۴/۹۸^{b}	۱/۲۶^{b}	۵/۵۸^{d}	۱۸^{c}	۷/۹۳^{d}	۲/۰۹^{b}	۱۱/۴۸^{b}
	نیتروکسین	۶۰^{b}	۶/۴۰^{a}	۱/۵۳^{a}	۴/۴۰^{f}	۲۵/۷۷^{b}	۲۱/۴۰^{b}	۱/۲۳^{c}	۱۷/۶۶^{a}
	ازتوباکتر	۶۰^{b}	۶/۶۳^{a}	۱/۵۵^{a}	۴/۱۰^{f}	۲۹/۳۷^{a}	۲۷/۵۳^{a}	۱/۰۶^{c}	۱۸/۱۶^{a}
	بیوسوپرفسفات	۴۶/۶۷^{c}	۴/۷۳^{b}	۱/۱۴^{c}	۴/۸۲^{e}	۱۸/۶۰^{c}	۱۳/۵۰^{c}	۱/۳۳^{b}	۱۰/۹۵^{c}
پوآ	شاهد	۱۹/۰۵^{e}	۰/۴۷^{d}	۰/۱۷^{f}	۸/۳۳^{b}	۱/۳۳^{e}	۰/۷۰^{e}	۲/۵۸^{b}	۰/۳۰^{g}
	نیتروکسین	۳۳/۳۳^{d}	۰/۳۵^{e}	۰/۲۵^{e}	۹/۷۵^{a}	۱/۲۷^{e}	۰/۶۳^{e}	۴/۵۱^{a}	۰/۵۶^{f}
	ازتوباکتر	۸۰/۹۵^{a}	۲/۰۵^{c}	۰/۷۴^{d}	۷/۶۵^{c}	۷/۴۳^{d}	۶/۳۰^{d}	۱/۱۸^{c}	۶/۰۱^{e}
	بیوسوپرفسفات	۱۹/۰۵^{c}	۰/۵۰^{d}	۰/۱۸^{f}	۷/۸۳^{c}	۰/۶۰^{f}	۰/۵۳^{f}	۱/۰۸^{c}	۰/۱۰^{h}

حروف یکسان در هر ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن می‌باشد.

شاخص‌های جوانه‌زنی بذر (درصد، سرعت، ضریب و میانگین زمان جوانه‌زنی): نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که تاثیر نوع رقم، نوع بیوپرایم و اثر متقابل رقم و بیوپرایمینگ بر درصد، سرعت، ضریب و میانگین زمان جوانه‌زنی بذور چمن معنی‌دار (P<۰/۰۵) بوده است. مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی بذور چمن فستوکا طی بیوپرایم با کودهای زیستی مشخص کرد که نیتروکسین و ازتوباکتر تاثیری بر افزایش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی این چمن نداشتند و کود بیوسوپرفسفات نیز سبب کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی در چمن فستوکا در مقایسه با نمونه شاهد شده بود (جدول ۲). همچنین نتایج نشان داد که تاثیر ازتوباکتر و نیتروکسین بر درصد جوانه‌زنی چمن پوا افزایشی بوده است که در بین این دو نوع کود نیز بیشترین تاثیر را کود ازتوباکتر با میانگین ۸۰/۹۵ درصد جوانه‌زنی داشته است و بیوسوپرفسفات بر درصد جوانه‌زنی چمن پوا تاثیری نداشته است (جدول ۲). بنابراین نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که تاثیر بیوپرایمینگ با نیتروکسین و ازتوباکتر بر روی چمن پوا بیشتر از چمن فستوکا بوده است و کود بیوسوپرفسفات تغییری در درصد جوانه‌زنی چمن پوا ایجاد نکرده بود، در صورتی که باعث کاهش معنی‌دار جوانه‌زنی در چمن فستوکا نسبت به شاهد این چمن شده بود. همچنین بررسی اثر متقابل نوع چمن و بیوپرایم استفاده شده نشان داد که بیشترین مقدار جوانه‌زنی در چمن پوا پرایم شده با کود ازتوباکتر مشاهده شده است وکمترین مقدار در تیمار شاهد و نمونه پرایم شده با کود بیوسوپرفسفات در همین نوع چمن بوده است. باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم موجود در کودهای زیستی ازتو باکتر و نیتروکسین قادر به تولید هورمون‌هایی همچون جیبرلین و اکسین هستند که می‌توانند باعث افزایش جوانه‌زنی در بذور گیاهان گردند. زیرا هورمون جیبرلین باعث فعال شدن ذخائر دانه شده و با ضعیف کردن لایه آندوسپرم احاطه کننده رویان که مانع رشد آن است، رشد رویشی رویان را بهبود می‌بخشد و می‌تواند سبب افزایش جوانه‌زنی گردد (Zahir et al., 2004). علاوه بر این، باکتری‌های موجود در کودهای زیستی ازتوباکتربا ترشح انواع آنتی بیوتیک‌ها، سیانیدهیدروژن و... از تهاجم بسیاری از عوامل بیماریزای خاکزی به بذور و ریشه گیاهان جلوگیری می‌کنند (Vessi, 2003). همچنین ازتوباکتر قادر به تولید ترکیبات ضدقارچی بر علیه بسیاری از بیماری‌های گیاهی بوده و سبب تقویت جوانه‌زنی و بنیه گیاه می‌شود که رشد بهتر گیاه را به دنبال دارد (Chen, 2006). نتایج پژوهشی در سال ۲۰۱۳ بر روی گیاه ذرت نشان داد که کود ازتوباکتر باعث افزایش ۲۰ درصدی جوانه‌زنی بذور ذرت در مقایسه با نمونه‌های شاهد شده است (Bakonyi et al., 2013). نتایج تحقیقی نشان داد که تلقیح بذور گیاه کنجد با کود ازتوباکتر می‌تواند سبب

افزایش ۹ درصدی بذور جوانه‌زده در مقایسه با نمونه‌های بدون تلقیح گردد (Suma et al., 2014). در تحقیقی دیگر محققان گزارش کردند که جوانه‌زدن بیشتر بذور پنبه در اثر تلقیح بذر با باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم به‌دلیل تولید ترکیباتی مانند ایندول-۳-استیک اسید می‌باشد که توسط این باکتری‌ها ترشح می‌شود (Hafeez et al., 2004). نتایج تحقیقات بر روی ذرت نیز همسو با نتایج تحقیق حاضر نشان می‌دهد که باکتری ازتوباکتر می‌تواند بر درصد جوانه‌زنی تأثیر مثبت داشته باشد (Shukat et al., 2006).

مقایسه میانگین سرعت جوانه‌زنی چمن فستوکا در جدول ۲ مشخص می‌کند که ازتوباکتر و نیتروکسین سبب افزایش معنی‌دار این پارامتر گردیده‌اند. در حالی که کود بیوسوپرفسفات تاثیری نداشته است. در مورد چمن پوا نیز نتایج دلالت بر آن دارد که سرعت جوانه‌زنی با اعمال کود نیتروکسین به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است، به‌طوری‌که این کاهش برابر با ٢٦/١٤ درصد نسبت به نمونه شاهد بوده است. اما در بیوپرایمینگ با کود ازتوباکتر افزایش معنی‌داری در سرعت جوانه‌زنی دیده شد. در مورد چمن پوا نیز همانند چمن فستوکا تاثیری از کود بیوسوپرفسفات بر سرعت جوانه‌زنی دیده نشده است. نتایج نشان می‌دهد که کود نیتروکسین سرعت جوانه‌زنی چمن فستوکا را ۲۸/۵۱ درصد نسبت به شاهد افزایش داده است. اما در بین هر دو چمن بیشترین تاثیر را کود ازتوباکتر بر افزایش سرعت جوانه‌زنی داشته است که این اثر افزایشی در چمن پوا بیشتر بوده است. همچنین بررسی اثر متقابل نوع چمن و بیوپرایم استفاده شده نشان داد که بیشترین سرعت جوانه‌زنی در چمن فستوکا پرایم شده با کودهای ازتوباکتر و نیتروکسین مشاهده شده است و کمترین مقدار در تیمار شاهد و نمونه پرایم شده با کود بیوسوپرفسفات در چمن بوا بوده است. علت اصلی سرعت بیشتر جوانه‌زنی در حضور کودهای زیستی می‌تواند حضور هورمون‌های رشد باشد. ازتوباکتر با تولید هورمون‌های همچون جیبرلین می‌تواند باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی در گیاه گردد. همچنین ترشح هورمون سیتوکنین توسط میکروارگانیسم‌ها می‌تواند با افزایش تقسیمات سلولی سبب ظهور سریع‌تر گیاهچه و در نتیجه افزایش سرعت جوانه‌زنی گردد. هورمون رشدی اکسین نیز که توسط میکروارگانیسم‌های موجود در این کودها تولید می‌شود با افزایش رشد رویان می‌تواند باعث سرعت بیشتر جوانه‌زنی بذور گردد. همچنین هورمون‌های محرک رشد باعث بهبود جذب آب شده و باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی و ظهورگیاهچه می‌گردند (Wu et al., 2005). از طرف دیگر میکروارگانیسم‌های موجود در کود ازتوباکتر و نیتروکسین باعث تثبیت نیتروژن نیز می‌شوند که نیتروژن در ترکیب اکثر آنزیم‌های جوانه‌زنی به‌عنوان یک جزء اصلی حضور دارد، لذا با فراهمی این عنصر به اندازه کافی سرعت جوانه‌زنی نیز تسریع می‌شود. افزایش سرعت جوانه‌زنی در حضور کودهای زیستی در پژوهش‌هایی بر روی گیاه ذرت (Bakonyi et al., 2013)، گیاه کنجد (Suma et al., 2014)، گیاه شنبلیله (Nagananda et al., 2010) و گیاه پنبه (Hafeez et al., 2004) نشان داده شده است.

مقایسه میانگین ضریب جوانه‌زنی در بیوپرایم با کودهای مختلف نیز نشانگر آن بود که ازتوباکتر و نیتروکسین در هر دو نوع چمن سبب افزایش معنی‌دار ضریب جوانه‌زنی نسبت به نمونه شاهد شده‌اند. براساس نتایج مشاهده شده نیتروکسین ضریب جوانه‌زنی را در دو نوع چمن فستوکا و پوا به‌ترتیب ۲۱/۱۱ و ٤٢/٤٧ درصد نسبت به شاهد خودشان افزایش داده است. کود ازتو باکتر نیز به‌ترتیب افزایشی معادل با ۲۳/۰۳ و ۳۳۰/۰۸ درصد در ضریب جوانه‌زنی دو نوع چمن فستوکا و پوا را باعث شده است که نتایج بیانگر آن است که اثر افزایشی این دو نوع کود بر شاخص ضریب جوانه‌زنی در چمن پوا بیش از چمن فستوکا بوده است. همچنین بررسی اثر متقابل نوع چمن و بیوپرایم استفاده شده نشان داد که بیشترین ضریب جوانه‌زنی در چمن فستوکا پرایم شده با کودهای ازتوباکتر و نیتروکسین مشاهده شده است وکمترین

مقدار در تیمار شاهد و نمونه پرایم شده با کود بیوسوپرفسفات در چمن بوا بوده است. کودهای زیستی با اثر بر روی هورمون‌هایی مانند سیتوکنین باعث افزایش جوانه‌زنی می‌شوند (Ravikumar et al., 2004). سیتوکنین با تحریک رونویسی DNA و RNA در دانه‌ها و رشد و تقسیم سلولی در رویان، جوانه‌زنی دانه را تسهیل نموده و به جوانه‌زنی کمک می‌کند. همچنین با تولید جیبرلین و افزایش آنزیم آلفا آمیلاز و هیدرولیز نشاسته و افزایش نفوذپذیری غشا سیتوپلاسمی و در نتیجه انتقال سریع‌تر مواد به رویان در حال رشد، بر روی ضریب جوانه زنی اثرگذار هستند (Zahir et al., 2004). در تحقیقی در سال ۲۰۰۸ محققان گزارش کردند استفاده از کودهای بیولوژیک آزوسپیریلوم، باکتری‌های حل کننده فسفاتو ازتوباکتر و ترکیب آنها در گیاهان Ocimum sanctum و Withania somniferum باعث بهبود برخی ویژگی‌های جوانه‌زنی مانند درصد، سرعت و ضریب جوانه‌زنی شد (Krishna et al., 2008).

مقایسه میانگین زمان جوانه‌زنی دو نوع چمن فستوکا و پوا در جدول ۲ نیز نشان می‌دهد که به جز تاثیر کود نیتروکسین بر چمن پوا، در سایر تیمارها کودهای زیستی سبب کاهش میانگین زمان جوانه‌زنی شده‌اند. نتایج مشخص کرد که بیشترین کاهش میانگین زمان جوانه‌زنی با ۲٦/٤ درصد کاهش نسبت به شاهد در اثر تلقیح بذور چمن فستوکا با کودزیستی ازتوباکتر اتفاق افتاده است. کودهای زیستی نیتروکسین و بیوسوپرفسفات نیز به‌ترتیب سبب ۲۱/۰۳ و ۱۳/٤۷ درصد کاهش زمان جوانه‌زنی بذور چمن فستوکا در مقایسه با شاهد شده‌اند. این درصد کاهش برای چمن پوا در تلقیح با کودهای ازتوباکتر و بیوسوپرفسفات به‌ترتیب برابر با ۸/۱۷ و ٦ درصد بوده است. همچنین بررسی اثر متقابل نوع چمن و بیوپرایم استفاده شده نشان داد که بیشترین میانگین زمان جوانه‌زنی را چمن پوا پرایم شده با کودهای نیتروکسین داشته است و کمترین زمان جوانه‌زنی در چمن فستوکا با بیوپرایم نیتروکسین و ازتوباکتر دیده شد. دلیل کاهش زمان جوانه‌زنی بذور تلقیح شده با کودهای زیستی تاثیر مثبت میکروارگانیسم‌های موجود در این کودها در افزایش درصد، سرعت و ضریب جوانه‌زنی می‌باشد. کودهای بیولوژیک با ترشح فیتوهورمون‌ها و کمک به جوانه‌زنی بهتر و سریع‌تر بذور سبب کاهش زمان جوانه‌زنی بذور می‌گردند. در تحقیقی بر روی گیاه رازیانه محققان به این نتیجه رسیدند که استفاده از کودهای زیستی حاوی ازتوباکتر و سودوموناس سبب کاهش میانگین زمان جوانه‌زنی در این گیاه شده است (Behzadiamiri et al., 2012). در تحقیقی دیگر تاثیر کودهای زیستی را بر ظهور و استقرار گیاهچه‌های ذرت مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که میانگین زمان جوانه‌زنی در تلقیح بذور با باکتری‌های ازتوباکتر، آزوسپریلیوم و سودوموناس کاهش یافته است (Hamidi et al., 2009).

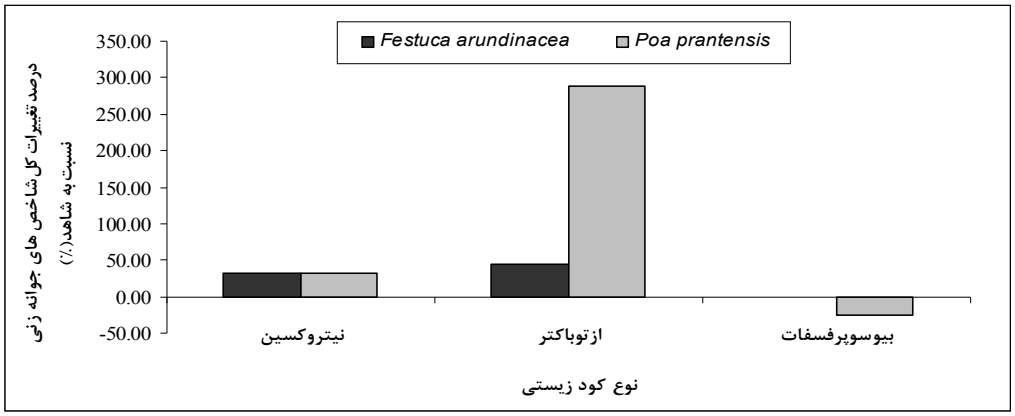
شاخص‌های اجزای گیاهچه (طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، ضریب آلومتری، بنیه بذر): نتایج آنالیز داده‌ها (جدول ۱) حاکی از تاثیر معنی‌دار نوع رقم، نوع بیوپرایم و اثر متقابل رقم و بیوپرایمینگ با کودهای زیستی بر طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، ضریب آلومتری و بنیبه بذر در سطح ۵ درصد می‌باشد. با مقایسه میانگین این صفات در جدول ۲ مشخص می‌شود که طول ساقه‌چه در هر دونوع چمن در بیوپرایمینگ با ازتوباکتر افزایش معنی‌داری را نسبت به شاهد نشان داد. نیتروکسین تنها بر افزایش طول ساقه‌چه چمن فستوکا تاثیر مثبت داشت و تاثیر بیوسوپرفسفات نیز بر طول ساقه‌چه دو نوع چمن معنی‌دار نبوده است. همچنین نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که تاثیر هر سه نوع کود بر افزایش طول ریشه‌چه چمن فستوکا معنی‌دار بوده است، اما در چمن پوا تنها کود ازتوباکتر بر افزایش طول ریشه‌چه تاثیر افزایشی معنی‌دار داشته است. همچنین بررسی اثر متقابل نوع چمن و بیوپرایم استفاده شده نشان داد که بیشترین طول ساقه‌چه در چمن فستوکا پرایم شده با کودهای ازتوباکتر و نیتروکسین به ترتیب با ۲۹/۷۷ و ۲۹/۷۷ میلی‌متر مشاهده شده است و کمترین مقدار در چمن پوا پرایم شده با کود بیوسوپرفسفات در چمن پوا با میانگین ۰/٦ میلی‌متر بوده است. میکروارگانیسم‌های

موجود در کودهای زیستی توانایی تولید برخی هورمون‌های گیاهی از جمله اکسین را دارند. یکی از مهمترین نقش‌های هورمون اکسین در گیاهان افزایش طولی سلول‌ها می‌باشد. این هورمون با فعال کردن پمپ‌های پروتون در غشاء سلولی و افزایش بیان ژن‌های این پمپ می‌تواند به رشد طولی سلول‌های ساقه‌چه منجر شود. دسترسی گیاه به آب و آزادسازی سریع‌تر عناصر غذایی موجود در بذر تحت تاثیر هورمون‌ها نیز از طریق تاثیر بر روی تقسیم و بزرگ شدن سلولها در افزایش طول سلول‌ها بسیار موثر می‌باشد (Wu et al., 2005). علت افزایش طول ساقه‌چه می‌تواند اثر ازتوباکتر در تولید هورمون جیبرلین نیز باشد. زیرا جیبرلین باعث آزادسازی مواد غذایی ذخیره شده در بذور می‌شود. آزادسازی آنزیم‌های مربوط به تولید جیبرلین همچنین تولید و ترشح آنزیم‌های هیدرولیزی را که در انحلال ذخایر آندوسپرم دخالت می‌کنند را تحریک می‌کند که از بین آنها آنزیم آلفا-آمیلاز نقش اساسی دارد. آنزیم آلفا آمیلاز باعث هیدرولیز نشاسته و تبدیل آن به قند می‌شود که می‌تواند در افزایش طول و وزن تر گیاهچه موثر باشد (Zahir et al., 2004). نتایج تحقیقی مطابق با نتایج تحقیق حاضر نشان داد که باکتری‌های محرک رشد مانند ازتوباکتر می‌توانند باعث افزایش طول بخش هوایی در گیاهچه شوند (Dobbelaere et al., 2003). همچنین محققان بیان کردند که کودهای زیستی می‌توانند سبب افزایش طول‌ساقه‌چه در گیاه کلزا شود (Zaied et al., 2003). نتایج جدول ۲ در مورد میانگین طول ریشه‌چه نیز نشان می‌دهد که هر سه نوع کود زیستی سبب افزایش معنی‌دار طول ریشه‌چه چمن فستوکا در مقایسه با تیمار شاهد شده‌اند، به‌طوری‌که طول ریشه‌چه در تیمار شاهد ۷/۹۳ میلی‌متر بوده است و در تلقیح بذور با کود نیتروکسین به ۲۱/٤۰ میلی‌متر افزایش یافت که ۱٦۹/۷۵ درصد افزایش نسبت به شاهد را نشان داد. همچنین در کود ازتوباکتر در چمن فستوکا طول ریشه‌چه با ۲٤۷/۰٦ درصد افزایش نسبت به شاهد به مقدار ۲۷/۵۳ میلی‌متر رسید. مقدار افزایش طول ریشه‌چه در این چمن در کود بیوسوپرفسفات نیز ۷۰/۱۷ درصد بوده است که این افزایش نسبت به شاهد معنی‌دار بوده است. در مورد چمن پوا نیز تنها تاثیر کود ازتوباکتر بر طول ریشه‌چه افزایشی بوده و سایر کودها اثر مثبت افزایشی نشان ندادند. همچنین بررسی اثر متقابل نوع چمن و بیوپرایم استفاده شده نشان داد که بیشترین طول ریشه‌چه در چمن فستوکا پرایم شده با کودهای ازتوباکتر با ۲۷/۵۳ میلی‌متر مشاهده شده است و کمترین مقدار در چمن پوا با بیوپرایم بیوسوپرفسفات در چمن پوا با میانگین ۰/۵۳ میلی‌متر بوده است. نتایج تحقیقی دیگر نشان داد که در اضافه کردن کود ازتوباکتر به بذور پنبه، طول ریشه‌چه افزایش یافته است (Hafeez et al., 2004). تحقیقات نشان می‌دهد که استفاده از کودهای زیستی آزوسپیرولیوم، باکتری‌های حل کننده فسفات، ازتوباکتر و باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن باعث بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی مانند شاخص بنیه بذر، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه می‌شود (Krishna et al., 2008). با مقایسه میانگین ضریب آلومتری در جدول ۲ مشاهده می‌شود که کودهای زیستی سبب کاهش ضریب آلومتری شده‌اند. از آنجا که ضریب آلومتری حاصل تقسیم طول ساقه‌چه به طول ریشه‌چه می‌باشد و تاثیر کودها بر هر دو شاخص گفته شده در بسیاری از تیمارها مثبت بود (جدول ۲)، بنابراین کاهش این ضریب بیانگر افزایش بیشتر طول ریشه‌چه نسبت به طول ساقه‌چه در اثر استفاده از کودهای زیستی می‌باشد. به عبارت دیگر کودهای زیستی تاثیرگذاری بیشتری بر رشد و توسعه ریشه‌ها ایفا کرده‌اند که می‌تواند در استقرار موفق گیاهچه‌ها و تثبیت گیاهچه در محیط حائز اهمیت باشد. بررسی اثر متقابل نوع چمن و بیوپرایم استفاده شده نشان داد که بیشترین ضریب آلومتری در چمن پوا پرایم شده با نیتروکسین و به مقدار ۵/٤۱ مشاهده شده است. در تحقیقی نشان داده شد که کودهای زیستی سبب تاثیر معنی‌دار بر ضریب آلومتری در گیاه برنج شده است (Eftekhari et al., 2009). همچنین در آزمایشی دیگر محققین نشان دادند که کودهای زیستی حاوی ازتوباکتر و آزوسپریلیوم سبب کاهش ضریب آلومتری در گیاه شوید شده است (Faghihabdolahi et al., 2012). با مقایسه میانگین

بنیه بذر در دو نوع چمن طی تیمار با کودهای زیستی مشخص می‌شود که کودهای زیستی نیتروکسین و ازتوباکتر سبب افزایش معنی‌دار بنیه بذر در هر دو نوع چمن شده‌اند (جدول ۲). نتایج مشخص کرد که در چمن فستوکا به‌ترتیب ۵۳/۷۹ و ۵۸/۱۱ درصد افزایش بنیه بذر در مقایسه با شاهد با استفاده از کودهای نیتروکسین و ازتوباکتر به وجود آمده است. این افزایش در چمن پوا به‌ترتیب ۸۷/۳ و ۸۸۱/۹ درصد بوده است که نشان از موثرتر بودن کودهای زیستی نیتروکسین و ازتوباکتر بر شاخص بنیه بذر چمن پوا در مقایسه با چمن فستوکا بوده است. بررسی اثر متقابل نوع چمن و بیوپرایم استفاده شده نشان داد که بیشترین مقدار بنیه بذر در چمن فستوکا پرایم شده با ازتوباکتر و نیتروکسین به‌ترتیب با ۱۸/۱٦ و ۱۷/٦٦ مشاهده شده است و کمترین مقدار در نمونه پرایم شده با بیوسوپرفسفات در چمن پوا با ۰/۱ بوده است. از آنجا که مقدار بنیه بذر رابطه مستقیم با درصد جوانه‌زنی بذور و طول ساقه‌چه دارد (فرمول ٤)، لذا افزایش این دو شاخص می‌تواند افزایش بنیه بذر را نیز به دنبال داشته باشد. میکروارگانیسم‌های موجود در کودهای زیستی با ترشح انواع فیتوهورمون‌ها، ترکیبات ضدقارچی، ترشح اسیدهای آمینه مختلف، انواع آنتی‌بیوتیک‌ها، سیانید هیدروژنوسیدروفور موجب افزایش جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و بهبود بنیه بذر می‌گردند. محققان گزارش کردند استفاده از کودهای زیستی ازتوباکتر و باکتری‌های حل کننده فسفات و ترکیب آنها در گیاه Vithania somniferum باعث بهبود جوانه‌زنی و بنیه بذر می‌شود (Krishna et al., 2008). همچنین در تحقیقی بر روی گیاه ذرت افزایش ۳۰/٦۸ درصدی بنیه بذر را در اثر تلقیح بذور با کود زیستی نیتراژین گزارش شده است (Mokari Firozsalari et al., 2012). در تحقیقی دیگر اثرات بهبود بخش کودهای زیستی حاوی ازتوباکتر، آزوسپریلیوم، فسفوباکتریا و مایکورایزا را بر افزایش بنیه بذر گیاه کنجد نشان داده شد (Suma et al., 2014). به‌طوری‌که مقدار بنیه بذر در تیمار شاهد ۱۱۲۰ بوده است و با استفاده از کودهای زیستی ذکر شده به ترتیب مقدار بنیه بذر به ۱٦٤۳، ۱۵۵٤، ۱۵۸۷ و ۱٤۹۸افزایش یافته بود.

نتیجه‌گیری نهایی

جهت جمع‌بندی نهایی نتایج، میانگین درصد تغییرات کل شاخص‌ها نسبت به شاهد در هر دو نوع چمن محاسبه گردیده و در شکل ۱ نشان داده شده است. نتایج این شکل نشان می‌دهد که در مرحله جوانه‌زنی بیشترین تاثیر را کود ازتوباکتر در چمن پوا داشته است که به‌طور میانگین ۲۸۷/۸٦ درصد نسبت به شاهد سبب افزایش مجموع شاخص‌های جوانه‌زنی این چمن گردیده است. در مورد چمن فستوکا نیز گرچه کود ازتوباکتر سبب افزایش میانگین کل شاخص‌های جوانه‌زنی گردیده است اما این افزایش برابر با ٤٤/۳٦ درصد نسبت به شاهد بوده است. کود زیستی نیتروکسین نیز در هر دو نوع چمن باعث افزایش میانگین کل شاخص‌های جوانه‌زنی گردیده و تاثیر آن بر هر دو نوع چمن تفاوت معنی‌داری نداشته است، به طوری که میانگین افزایش کل شاخص‌های جوانه‌زنی در چمن فستوکا و پوا به ترتیب ۳۲/۵۳ و ۳۱/۹٦ درصد بوده است. کود بیوسوپرفسفات نیز بر شاخص‌های جوانه‌زنی چمن فستوکا تاثیری نداشته است و در مورد چمن پوا نیز به طور میانگین ۲۵/۲٦ درصد شاخص‌های جوانه‌زنی را نسبت به شاهد کاهش داده است. بنابراین با جمع‌بندی این نتایج مشخص می‌شود که بهترین بیوپرایم با کودهای زیستی در مرحله جوانه زنی برای بذور چمن استفاده شده در این تحقیق کود ازتوباکتر می‌باشد که بیشترین تاثیر افزایشی را بر روی شاخص‌های جوانه‌زنی هر دو نوع چمن داشته است. همچنین بیوپرایم با کودهای زیستی تاثیر بیشتری در بهبود شاخص‌های جوانه‌زنی چمن پوا در مقایسه با چمن فستوکا داشته‌اند.



شکل ۱- مقایسه میانگین درصد تغییرات کل شاخص‌های جوانه‌زنی نسبت به شاهد در دو نوع چمن طی تیمار با کودهای زیستی

سپاسگزاری

بدینوسیله از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مرودشت برای تامین بودجه پژوهشی این طرح قدردانی می‌شود.

References

Abdulbaki, A.A. and Anderson, J.D. 1970. Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. *Crop Science*. 13, 630-6.

Afzal, I., Ashraf, S., Qasim, M., Basra, S.M.A. and Shahid, M. 2009. Does halopriming improve germination and seedling vigor in marigold (Tagetes spp.). Seed Science and Technology, 37:436-445.

Association of Official Seed Analysis (AOSA). 1983. Seed Vigor Testing Handbook. Contribution No. 32 to the handbook on Seed Testing.

Bakonyi, N., Bott, S., Gajdos, A., Szabo, A., Jakab, A., Toth, B., Makleit, B. and Veres, Sz. 2013. Using biofertilizer to improve seed germination and early development of maize. Polish Journal of Environmental Studies, 22(6): 1595-1599.

Behzadi Amiri, M., Ghorbani, R., Jahan, M. and Ehyaei, H.R. 2012. Evaluation of some germination parameters and seedling emergence of Fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) under use of biofertilizer and organic fertilizer in field Conditions. Iranian Journal of Field Crops Research, 10(4): 649-658. (In Persian)

Chen, J. 2006. The combined use of chemical and organic fertilizers and/ or biofertilizer for crop growth and soil fertility. International workshop on sustained Management of the Soil Rhizosphere system for efficient cropproduction and fertilizer Use. October 2007 pp. 16-20.

Christians, N. 2004. Fundamentals of turfgrass management. Jhon Wiley and Sons Inc. New Jersey, Pp: 359.

Dobbelaere, S., Vanderleyden, J. and yacovokon, Y. 2003. Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. Plant Science. 22: 107-149.

Dorenbos, D.L., Mullen, R.E. and Shibles, R.M. 1989. Drought stress effects during seed fill on soybean seed germination and vigor. Crop Science, 29, 476-480.

Eftekhari, S. Gh., Falah Nosratabad, A., Akbari, Gh. A., Mohadesi, A. and Dadi, A. 2009. Effect of solubilizing phoshphate and phosphate fertilizer on growth of rice (*Oryza sativa* L.). *Iranian Journal of Soil Research*, 23(2): 229-238. (In Persian)

Fallahi, J., Rezvani Moghadam, P., Nasiri Mahalati, M., Behdani, M.A., Shajari, M. and Amiri, M.B. 2013. Influence of seed nitrogen content and biofertilizer priming on wheatgermination in salinity stress conditions. Archives of Agronomy and Soil Science, 59(6): 791-801.

Faghihabdolahi, L., Pirdashti, H. and Yaghoobian, Y. 2012. Effect of biofertilizer on seed germination and seedling growth of dill (*Aniethum graveolens* L.) under copper pollution. Journal of Seed Science and Technology, 2(3): 13-23. (In Persian)

Finch-Savage, W.E., Dent, K.C. and Clark, L.J. 2004. Soak conditions and temperature following sowing influence the response of maize (*Zea mays* L.) seeds to on-farm priming (pre sowing seed soak). Field Crops Research, 90: 361-374.

Gharib, F.A., Moussa, L.A. and Massoud, O.N. 2008. Effect of composte and bio-fertilizers on growth, yield and essential oil of sweet marjoram (majorana hortensis) plant. International Journal of Agriculture and Biology. 10(4):381-387.

Hafeez, F.Y., Safdar, M.E., Chaudry, A.U. and Malik, K.A. 2004. Rhizobialinoculation improves seed ing emergence, nutrient uptake and growth of cotton.*Australian Journal of Experimental Agriculture*, 44: 617-622.

Hamidi, I., Chokan, R., Asgharzadeh, H., Dehghanshooar, M., Ghalavand, A. and Malekoti, M.J. 2009. Effect of application of plant growth promoting rhizobacteria on seedling emergence and establishment and grain yield of late maturity maize (*Zea mays* L.) hybrids in field Conditions. Seed and Plant Production Journal, 25(2): 183-206. (In Persian)

International Seed Testing Association. 1979. The germination test. *Seed Science andTechnology*, 4, 23-28.

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.

Mastouri, F., Björkman, Th. and Harman, G.E. 2010. Seed treatment with *trichoderma harzianum* alleviates biotic, abiotic, and physiological stresses in germinating seeds and seedlings. *Biological Control*. 100(11): 1213-1221.

Mavi, K., Demir, I. and Matthews, S. 2010. Mean germination time estimates the relative emergence of seed lots of three cucurbit crops under stress conditions. *Seed Science and Technology*, 38, 14-25.

Mokari Firuzsalari, Sh., Mirshekari, B. and Baser Khochebagh, S. 2012. Effect of seed inoculation with bio-fertilizer on germination and early growth of corn. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*. 3 (5): 1097-1102.

Nagananda, G.S., Das, A., Bhattacharya, S. and Kalpana, T. 2010. In vitro studies on the effects of biofertilizers (Azotobacter and Rhizobium) on seed germination and development of *Trigonella foenum-graecum* L. using a novel glass marble containing liquid medium. *International Journal of Botany*, 6: 394-403.

Noumavo, P. Kochoni, A., Didagbé, E., Adjanohoun, A., Allagbé, A., Sikirou, R., Gachomo, E.W., Kotchoni, S.O. and Baba-Moussa, L. 2013. Effect of different plant growth promoting rhizobacteria on maize seed germination and seedling development. *American Journal of Plant Science,* 4: 1013-1021.

Ofek, M., Hadar, Y. and Minz, D. 2011. Colonization of cucumber seeds by bacteria during germination. *Environmental Microbiology*. 13(10): 2794.

Ravikumar, S., Kathiresan, K., Thadedus Maria Ignatiammal, S., Babu Selvam, M. and Shanthy. S. 2004. Nitrogenfixing azotobacters from mangrove habitat and their utility as marine biofertilizers. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. 312: 5-17.

Sadeghi, h., Khazaei, F., Yari, L. and Sheidaei, S. 2011. Effect of seed osmopriming on seed sermination behavior and vigor of soybean (*Glycine max* L.), *Journal of Agricultural and iological Science*, 6(1), 1990-6145.

Sharma, A. K. 2004. Biofertilizers for sustainable agriculture. Agrobios, India. 351 pp.

Shaukat, K., Affrasayab, S., and Hasnain, S. 2006. Growth responses of *Helianthus annus* to plant growth spring wheat and grain maize. Biology and Fertility of Soils 36: 284-297. The yield and nitrogen uptake by wheat. *Journal of Biological Sciences*. 2(4): 250 –261.

Suma, N., Srimathi, P. and Roopa, V.M. 2014. Influence of Biofertilizer pelleting on seed and seedling quality characteristics of Sesamum indicum. *International Journal of Current Microbiology Applied Science*. 3(6): 591-594.

Tatari, M., Fotohi, R., Etemadi, N., Ahadi, A.M. and Mosavi, S.A. 2013. Study of some physiological responses in three species of turfgrass in drought stress conditions. *Journal of Plant Production*, 20(1): 63-87. (In Persian)

Vessey, J. K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant Soil. 255, 571-586.

Wu, S.C., Caob, Z.H., Lib, Z.G., Cheunga, K.C., and Wong, M.H. 2005. Effects of biofertilizers containing N-fixer, P and K Solubilizers and AM fungi on maize growth: a green house trial. *Geoderma*, 125: 155-166.

Yadav, J., Verma, J.P. and Tiwari, K.N. 2010. Effect of plant growth promoting Rhizobacteria on seed germination and plant growth Chickpea (*Cicer arietinum* L.) under in Vitro conditions. *Biological Forum International Journal.* 2: 15-18.

Zahir, A.Z., Arshad, M. and Frankenberger (Jr.), W.F. 2004. Plant growth promotingrhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. *Advances in Agronomy*, 81: 97-168.

Zaied, K.A., Abd El-Hady, A.H., Afify Aida, H. and Nassef, M.A. 2003. Yield and nitrogen assimilation of winter wheat inoculated with new recombinant inoculants of rhizobacteria. Pakistan Journal of Biological Sciences, 6 (4), 344-358.