

بررسی خصوصیات جوانه‌زنی و رشدی گیاهچه بذر گاوزبان ایرانی
(*Echium amoenum* Fisch & Mey.) حاصل از پایه‌های مادری تیمار شده
با کودهای بیولوژیک و شیمیایی در تاریخ‌ها و روش‌های کاشت مختلف

محمد بهزاد امیری^{۱*}، پرویز رضوانی‌مقدم^۲، محسن جهان^۳

۱، ۲ و ۳ به ترتیب استادیار مجتمع آموزش عالی گناباد، استاد و دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۱۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۲/۱۲)

چکیده

به منظور بررسی خصوصیات جوانه‌زنی و رشدی گیاهچه بذر گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum* Fisch & Mey.) حاصل از پایه‌های مادری تیمار شده با کودهای بیولوژیک و شیمیایی در تاریخ‌ها و روش‌های کاشت مختلف، پژوهشی در خردادماه ۱۳۹۳ در دانشگاه فردوسی مشهد به صورت آزمایشات فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل بذر حاصل از گاوزبان ایرانی تیمار شده با عوامل زراعی مختلف در مزرعه شامل دو تاریخ کاشت مختلف (۲۰ اسفندماه ۱۳۹۰ و ۱۵ فروردین‌ماه ۱۳۹۱)، دو نوع روش کاشت (بذرکاری مستقیم و نشاکاری) و سه نوع کود زیستی و شیمیایی مختلف (میکوریزا (حاوی قارچ *Glomus mosseae*)، بیوسولفور (حاوی باکتری‌های *Thiobacillus* spp.)، کود شیمیایی نیتروژن و شاهد) بود. نتایج آزمایش نشان داد که کودهای میکوریزا و بیوسولفور به ترتیب سبب افزایش ۱۸٪ و ۱۷٪ میزان جوانه‌زنی و ۳۲٪ و ۳۳٪ سرعت جوانه‌زنی نسبت به شاهد شدند. میانگین زمان جوانه‌زنی در بذرهای به دست آمده از روش بذرکاری کمتر از شرایط نشاکاری بود. نسبت طول ریشه چه به ساقه چه در بذرهای حاصل از شرایط بذرکاری با کاربرد کود میکوریزا ۴۴٪ افزایش یافت. وزن خشک ریشه چه و ساقه چه به طور معنی‌داری تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت، به طوری که بیشترین وزن خشک ریشه چه (۱/۶ میلی‌گرم) و ساقه چه (۷/۵ میلی‌گرم) از بذرهای حاصل از گیاهان کشت شده در اسفندماه بدست آمد.

کلمات کلیدی: بذرکاری، بیوسولفور، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه چه، میانگین زمان جوانه‌زنی، میکوریزا.

Evaluation of Germination Characteristics and Seeding Growth of Iranian Ox-Tongue
(*Echium amoenum* Fisch & Mey.) Seed Resulting from the Rootstock treated by
Biological and Chemical Fertilizers in Different Planting Dates and Methods

M.B. Amiri^{1*}, P. Rezvani Moghaddam², M. Jahan³

1, 2 and 3 Assistant Professor of Gonabad University, Professor, Associate Professor of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, respectively
(Received: Nov. 9, 2016 – Accepted: May. 2, 2017)

Abstract

In order to evaluation of germination characteristics and seedling growth of Iranian Ox-Tongue (*Echium amoenum*) seeds resulting from the rootstock in conditions of application of biological and chemical fertilizers in different planting dates and methods, a split split plot experiment based on CRD design with three replications was conducted in 2014 year, in Ferdowsi University of Mashhad, Iran. The experimental treatments included seeds resulting from treated Iranian Ox-Tongue with different agronomic factors in farm such as 2 planting dates (10 February and 3 April 2012), 2 planting methods (seed planting and transplanting) and 3 different types of biological and chemical fertilizers (mycorrhiza (*Glomus moseae*), biosulfur (included *Thiobacillus* spp.), chemical fertilizer and control). The results showed that mycorrhiza and biosulfur increased germination percentage 18 and 17% and improved germination rate 32 and 33% compared to control, respectively. Mean germination time in conditions of seed planting was less than transplanting conditions. Mycorrhiza application in conditions of seed planting increased radicle length to plumule length 44% compared to control. Effect of planting date was significant on radicle and plumule dry weight, so that the highest radicle (0.0016 g) and plumule (0.0075 g) weight obtained in planting date of 10 February 2012.

Keywords: Biosulfur, Germination Rate, Mean Germination Time, Mycorrhiza, Radicle Length, Seed Planting.

* Email: m.b2.amiri@gmail.com

مقدمه

با توجه به مشکلات اقتصادی ناشی از افزایش رو به رشد هزینه کودهای شیمیایی از یک سو و مسائل زیست محیطی مرتبط با مصرف غیراصولی این کودها از سوی دیگر، تفکر استفاده از شیوه‌های زیستی برای افزایش رشد محصولات کشاورزی بیشتر مورد توجه قرار گرفته است، به طوری که در اکثر محافل علمی صحبت از توسعه پایدار سیستم‌های کشاورزی به عنوان یکی از مباحث مهم مطرح گردیده است (Kumuta *et al.*, 2004). در سیستم‌های کشاورزی پایدار، استفاده از منابع تجدیدپذیری که حداکثر محاسن اکولوژیکی و حداقل مضرات زیست محیطی را دارا باشند، امری ضروری است (Kizilkaya, 2008).

در حال حاضر، به دلیل توجه افکار عمومی به اثرات جانبی مواد شیمیایی کشاورزی، پژوهش‌ها در مورد ریز موجودات همزیست با گیاهان به عنوان سیستمی کم‌نهاد توسعه یافته است (Founoune *et al.*, 2002). میکوریزا از مهم‌ترین موجودات همزیست با گیاهان هستند که به یک راسته‌ی مونوفیلیتیک^۱ به نام گلومرومیکوتا^۲ تعلق دارند و تقریباً در تمام اکوسیستم‌های خشکی حضور دارند. میکوریزاها همزیست‌های اجباری هستند و با ۷۰ تا ۹۰ درصد گونه‌های گیاهی کره زمین همزیستی نشان می‌دهند و کربن مورد نیاز برای تکمیل چرخه زندگی شان را از گیاه میزبان بدست می‌آورند (Zhu *et al.*, 2010). میکوریزا ضمن بهبود جذب عناصر غذایی به ویژه فسفر (Roesti *et al.*, 2006)، باعث بهبود ساختار خاک (Rillig and Mummey, 2006) و افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی (Marulanda *et al.*, 2007) می‌شود.

در شرایط هوازی باکتری‌های شیمیوسنتزکننده، مسئول اکسیداسیون هستند. بعضی باکتری‌های هتروتروف،

اکتینومیست‌ها و قارچ‌ها دارای توانایی اکسیداسیون سولفید هیدروژن می‌باشند. با این حال اکسیداسیون گوگرد به طور عمده توسط گونه‌های شیمیوسنتزکننده تیوباسیلوس انجام می‌شود. علاوه بر گوگرد، سولفیدها، تیوسولفات و تتراتیونات نیز به سولفات اکسیده می‌شوند. تیوباسیلوس‌ها می‌توانند اثرات قابل ملاحظه‌ای بر pH خاک داشته باشند. این باکتری‌ها از طریق تولید اسید، حلالیت عناصر غذایی را افزایش داده و قابلیت دسترسی آنها را تسهیل می‌نمایند (Fallah *et al.*, 2009). برخی از پژوهشگران ضمن بررسی‌های خود تأثیر مثبت تلقیح باکتری‌های تیوباسیلوس بر افزایش قابلیت جذب عناصر غذایی را گزارش کرده‌اند (Akhavan and Fallah Nosratabad, 2013). برخی محققین (Anandham *et al.*, 2007; Kertesz and Mirleau, 2004) گزارش کردند که به دلیل کمبود گوگرد، سنتز برخی پروتئین‌ها و ویتامین‌های ضروری گیاهان با مشکل مواجه می‌شود، از این رو استفاده از نهاده‌های بوم‌سازگار تسهیل کننده گوگرد نظیر بیوسولفور برای بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاهان ضروری به نظر می‌رسد.

مطالعه خصوصیات جوانه‌زنی و بیولوژیکی بذر از مطالعات پایه‌ای و اولیه در خصوص اهلی کردن گیاهان دارویی می‌باشد. یکی از مشکلات بذرهای گیاهان دارویی این است که در شرایط طبیعی به خوبی جوانه زده و رشد می‌کنند ولی جوانه‌زنی آنها در شرایط آزمایشگاهی و زراعی صورت نمی‌گیرد یا نامطلوب می‌باشد. این امر می‌تواند ناشی از سرعت جوانه‌زنی پایین و یا نیازهای اکولوژیکی خاص هر گونه برای جوانه‌زنی و رشد باشد (Canter *et al.*, 2005).

بررسی اثرات تغذیه نیتروژنی متفاوت بر خصوصیات جوانه‌زنی بذور گندم (*Triticum aestivum* L.) حاصل از پایه‌های مادری تیمار شده با سطوح مختلف نیتروژن در شرایط تنش خشکی نشان داد که کود بیولوژیک نیتراژین مقاومت به تنش خشکی را در مقایسه با شاهد افزایش داد، به طوری که در سطح تنش ۴- بار، درصد جوانه‌زنی در

1. Monophyletic Phylum
2. Glomeromycota

دارویی که در بسیاری از صنایع داروسازی کاربرد دارد، این پژوهش با هدف بررسی خصوصیات جوانه‌زنی و رشدی گیاهچه بذره‌های گیاه دارویی گاوزبان ایرانی حاصل از پایه مادری در شرایط کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی در تاریخ‌ها و روش‌های کاشت مختلف انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در خردادماه سال ۱۳۹۳ در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد به صورت آزمایشات فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل بذره‌های حاصل از گاوزبان ایرانی تیمار شده با عوامل زراعی مختلف در مزرعه شامل دو تاریخ کاشت مختلف (۲۰ اسفندماه ۱۳۹۰ و ۱۵ فروردین ماه ۱۳۹۱)، دو نوع روش کاشت (بذرکاری مستقیم و نشاکاری) و چهار نوع کود زیستی و شیمیایی مختلف (میکوریزا، بیوسولفور، کود شیمیایی نیتروژن و شاهد) بود. نوع میکوریزای مورد استفاده حاوی قارچ *Glomus mosseae* و کود زیستی بیوسولفور نیز حاوی باکتری‌های *Thiobacillus spp.* با $CFU=10^8/ml$ در زمان تولید کود بود. میزان مصرف کود شیمیایی بر روی گیاه مادری نیز ۹۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن بود که نیمی از آن همزمان با کاشت و نیم دیگر آن در مرحله توسعه برگ‌ها مورد استفاده قرار گرفت. بذرگیری از گیاه مادری در شهریورماه سال ۱۳۹۲ انجام گرفت و تا زمان اجرای آزمایش جوانه‌زنی بذرها در مکانی خشک و هواگیر و در درجه حرارت حدود ۱۰ درجه سانتیگراد به مدت ۹ ماه نگهداری شد. بذره‌های حاصل از گیاهان مادری تیمار شده با عوامل زراعی مختلف (کود، تاریخ کشت و روش کاشت) برای آزمایش جوانه‌زنی مورد استفاده قرار گرفتند. هدف از این تحقیق بررسی اثرات

بذره‌های حاصل از پایه‌های مادری تیمار شده با نیتراژین ۷۹ درصد بیشتر از شاهد بود (Yazdani Biuki et al, 2010). در پژوهشی دیگر، وقتی بذره‌های کنجد (*Sesamum indicum L.*) با ۲، ۳ و ۴ سی سی نیتراژین آغشته شدند، سرعت جوانه‌زنی بذره‌های حاصل از پایه‌های مادری به ترتیب ۲۶، ۴۸ و ۱۴ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (Baser and Mirshekari, 2009). قربانی و همکاران (Ghorbani et al., 2013) و محفوظ و شرف‌الدین (Mahfous and Sharaf-Eldin, 2007) گزارش کردند که تیمار استفاده توأم *Azospirillum* میکوریزا منجر به تولید بیشترین عملکرد دانه گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare Mill.*) شد. در یک پژوهش اثر بیوسولفور در جذب عناصر غذایی و عملکرد سویا (*Glycine max L.*) بررسی و گزارش شد که کاربرد ۳ تن در هکتار گوگرد به همراه کود بیولوژیک بیوسولفور منجر به تولید بیشترین عملکرد کمی و کیفی دانه شد، به طوری که بذره‌های حاصل از بوته‌های تیمار شده با این کود از کیفیت بالاتری برخوردار بودند (Babayee et al., 2012).

تحقیقات نشان می‌دهد که شرایط گیاه مادری، از قبیل تاریخ و تراکم کاشت مناسب و دسترسی به مواد غذایی در طی رشد گیاه و رسیدگی دانه، کیفیت بذر و قدرت جوانه‌زنی آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Bai et al., 2003). در یک پژوهش گزارش شد که شرایط محیطی پایه مادری سه گونه تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus L.*)، تاجریزی (*Solanum nigrum L.*) و تاتوره (*Datura stramonium L.*) بر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذور حاصل از آنها معنی‌دار بود، به طوری که با افزایش تنش خشکی (کاهش دور آبیاری) و تأخیر تاریخ کاشت گیاه مادری، ویژگی‌های جوانه‌زنی بذره‌های حاصل، در اکثر تیمارهای آزمایشی دچار نقصان شد (Rezaee, 2011).

نظر به اهمیت گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum* Fisch & Mey.) به عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات

نمودارها با استفاده از نرم افزارهای SAS Ver. 9.1 و MS Excel Ver. 11 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

درصد، سرعت و میانگین زمان جوانه‌زنی

اثر تاریخ کاشت بر درصد و سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار بود (جدول ۱)، به طوری که درصد و سرعت جوانه‌زنی در بذرها حاصل از گیاهان مادری کاشته شده در اسفند بیشتر از تاریخ کاشت فروردین بود (جدول ۲). درصد و سرعت جوانه‌زنی به طور معنی‌داری تحت تأثیر کودهای بیولوژیک و شیمیایی مصرف شده بر روی گیاه مادری نیز قرار گرفت (جدول ۱)، به طوری که درصد و سرعت جوانه‌زنی در اثر کاربرد کودهای بیولوژیک نسبت به کود شیمیایی و شاهد افزایش یافت، به این ترتیب که کودهای میکوریزا (*Glomus mosseae*) و بیوسولفور به ترتیب منجر به افزایش ۱۸ و ۱۷ درصدی درصد جوانه‌زنی و افزایش ۳۲ و ۳۳ درصدی سرعت جوانه‌زنی نسبت به تیمار شاهد شدند، ضمن این که درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر کودهای میکوریزا و بیوسولفور به ترتیب از افزایش ۱۳ و ۱۲ درصدی و سرعت جوانه‌زنی به ترتیب از افزایش ۲۸ و ۲۹ درصدی نسبت به کود شیمیایی برخوردار شد (جدول ۱).

همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، در هر دو تاریخ کاشت بیشترین درصد جوانه‌زنی در تیمارهای میکوریزا و بیوسولفور بدست آمد. اگر چه استفاده از کود شیمیایی در تاریخ کاشت اسفند تأثیر چندانی در بهبود درصد جوانه‌زنی نداشت، ولی کاربرد آن در تاریخ کاشت فروردین افزایش ۱۱ درصدی جوانه‌زنی را نسبت به تیمار شاهد به همراه داشت (شکل ۱).

اثر تاریخ کاشت بر میانگین زمان جوانه‌زنی معنی‌دار بود (جدول ۱)، به طوری که بذرها به دست آمده از تاریخ کاشت اسفند کاهش ۱۵ درصدی میانگین زمان جوانه‌زنی نسبت به تاریخ کاشت فروردین را به همراه

مدیریت گیاه مادری بر کیفیت بذرها حاصل از پایه‌های مادری تیمار شده با کودهای بیولوژیک و شیمیایی در تاریخ‌ها و روش‌های کاشت مختلف بود.

قبل از شروع پژوهش، مجموعه پتری‌دیش‌ها و کاغذ صافی‌های واتمن در اتوکلاو در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت دو ساعت استریل شد. در هر پتری‌دیش ۲۵ عدد بذر از تیمار مورد نظر قرار گرفت و مقدار ۵ سی‌سی آب مقطر به آن اضافه شد و سپس پتری‌دیش‌ها در ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۷۳ درصد و در شرایط تاریکی قرار داده شدند. شمارش بذور جوانه زده هر ۲۴ ساعت یک‌بار انجام گرفت. با ثابت شدن درصد جوانه‌زنی بذرها و خصوصیات رشدی گیاهچه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاهچه‌ها با خط‌کش اندازه‌گیری و سپس برای اندازه‌گیری وزن خشک آن‌ها، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون با درجه حرارت ۷۲ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و پس از آن با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت یک هزارم گرم توزین شدند. درصد جوانه‌زنی از نسبت تعداد بذور جوانه زده پس از ۷ روز به تعداد کل بذور قرار داده شده در هر پتری‌دیش ضربدر ۱۰۰ بدست آمد. برای محاسبه سرعت و میانگین زمان جوانه‌زنی به ترتیب از معادلات ۱ و ۲ استفاده شد (Salehzade et al, 2009).

$$RS = \sum_{i=1}^n \frac{Si}{Di} \quad \text{معادله‌ی (۱)}$$

که در آن RS سرعت جوانه‌زنی، Si تعداد بذرها، Di تعداد روز تا شمارش n ام، و n دفعات شمارش می‌باشند.

$$MGT = \frac{\sum Dn}{\sum n} \quad \text{معادله‌ی (۲)}$$

که در آن MGT میانگین زمان جوانه‌زنی، n تعداد بذوری که در روز D جوانه زدند و D تعداد روزهای پس از شروع جوانه‌زنی می‌باشند.

تجزیه و تحلیل واریانس داده‌ها (ANOVA) و ترسیم

داشت (جدول ۲).

میانگین زمان جوانه‌زنی در بذره‌های حاصل از گیاهان مادری تیمار شده با کودهای میکوریزا و بیوسولفور به ترتیب ۲۲ و ۲۵ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. (جدول ۲). کاربرد کود شیمیایی نیز میانگین زمان جوانه‌زنی را ۱۰ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش داد (جدول ۲).

میانگین زمان جوانه‌زنی در بذره‌های حاصل از گیاهان کاشته شده به روش بذرکاری کمتر از شرایط نشاکاری بود (جدول ۲). در هر دو روش بذرکاری و نشاکاری، بیشترین و کمترین میانگین زمان جوانه‌زنی به ترتیب در تیمارهای شاهد و بیوسولفور بدست آمد، ضمن این‌که بذور تحت تأثیر تمامی کودهای بیولوژیک و شیمیایی مورد مطالعه در شرایط بذرکاری از میانگین زمان جوانه‌زنی کمتری نسبت به شرایط نشاکاری برخوردار بودند (جدول ۵).

در هر دو تاریخ کاشت مورد مطالعه سرعت جوانه‌زنی بذره‌های به دست آمده در شرایط کاربرد کودهای میکوریزا و بیوسولفور نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول ۳). در تاریخ کاشت فروردین از نظر درصد و سرعت جوانه‌زنی بین بذرکاری و نشاکاری گاوزبان ایرانی تفاوت چندانی وجود نداشت، ولی در تاریخ کاشت اسفند درصد و سرعت جوانه‌زنی در شرایط بذرکاری بیشتر از شرایط نشاکاری بود (جدول ۴). در هر دو روش کاشت بذرکاری و نشاکاری، استفاده از کودهای بیولوژیک بر روی گیاه مادری، منجر به افزایش درصد جوانه‌زنی بذره‌های حاصل نسبت به شاهد شد، به طوری که کاربرد کودهای میکوریزا و بیوسولفور درصد جوانه‌زنی را به ترتیب ۱۹ و ۱۵ درصد در شرایط بذرکاری و به ترتیب ۱۶ و ۲۰ درصد در شرایط نشاکاری در مقایسه با شاهد افزایش دادند، ضمن اینکه نقش مثبت کودهای بیولوژیک در بهبود درصد جوانه‌زنی در تاریخ کاشت اسفند به طور بارزتری نسبت به تاریخ کاشت فروردین نمایان شد (شکل ۲).

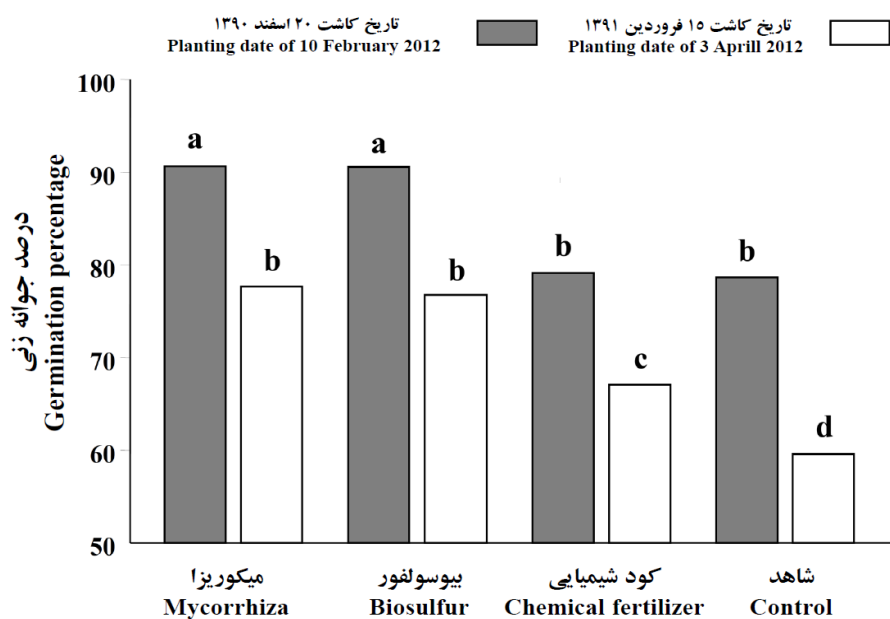
کودهای میکوریزا و بیوسولفور در هر دو روش

کاشت مورد مطالعه بهبود سرعت جوانه‌زنی را نسبت به شاهد سبب شدند، در حالی که کود شیمیایی در هیچ یک از روش‌های کاشت تأثیر چندانی بر سرعت جوانه‌زنی نداشت (جدول ۵).

بررسی اثرات متقابل سه گانه تاریخ و روش کاشت و کودهای بیولوژیک و شیمیایی مختلف نشان داد که در تاریخ کاشت اسفند، در هر دو روش کاشت بذرکاری و نشاکاری، بیشترین سرعت جوانه‌زنی در اثر تیمار میکوریزا بدست آمد، در حالی که در تاریخ کاشت فروردین تیمار بیوسولفور دارای بیشترین سرعت جوانه‌زنی نسبت به سایر تیمارها بود (جدول ۶). در هر دو تاریخ و هر دو روش کاشت، کاربرد کودهای بیولوژیک منجر به افزایش سرعت جوانه‌زنی نسبت به شاهد شد، به عنوان مثال در تاریخ کاشت فروردین و در شرایط بذرکاری استفاده از کودهای میکوریزا و بیوسولفور سرعت جوانه‌زنی را در بذره‌های حاصل به ترتیب ۳۸ و ۴۰ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد (جدول ۶).

امروزه آزمون‌های سنجش قدرت رویش بذر و مطالعه خصوصیات جوانه‌زنی بذر که برای کنترل کیفیت بذر در بازارهای جهانی صورت می‌گیرد از اهمیت چشمگیری برخوردار می‌باشد، چرا که تولیدکنندگان بذر مایل اند قبل از کشت، از میزان ظهور گیاهچه‌ها در مزرعه اطلاع کسب کنند (Byrum and Copland, 1995).

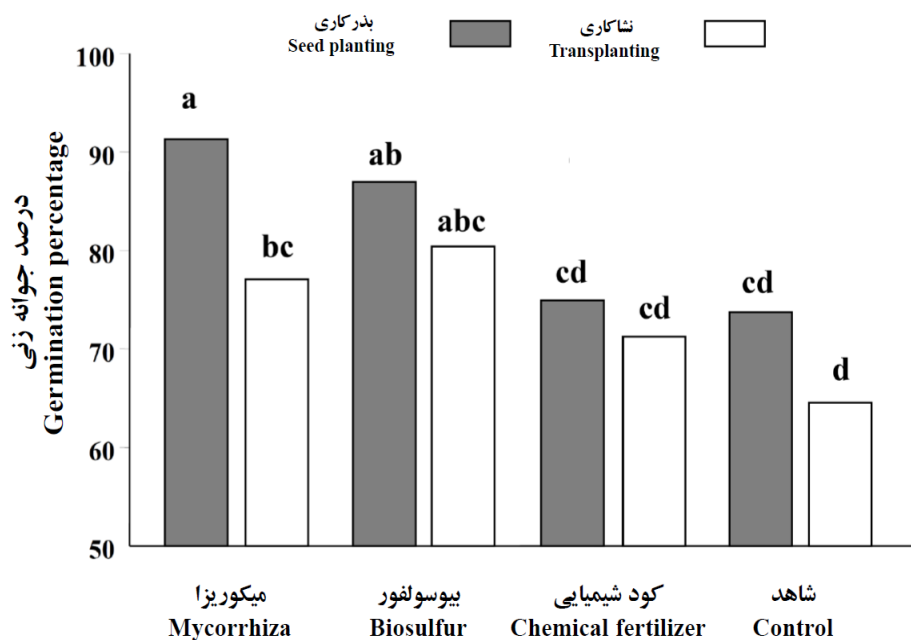
در بین عوامل محیطی، تعیین تاریخ کاشت به منظور حصول استقرار خوب گیاه در مزرعه از اولویت برخوردار است و به ازای تاریخ‌های مختلف کاشت، مراحل رشدی گیاه در معرض تغییرات شرایط محیطی قرار می‌گیرد (Khajepoor, 2009). چنانچه تاریخ کاشت به نحوی انتخاب شود که گیاه نتواند رشد رویشی خود را تکمیل کند، ذخیره غذایی گیاه برای تشکیل گل‌ها کاهش می‌یابد و در نتیجه تعداد گل‌ها کاهش یافته و اندازه دانه‌ها کمتر از حد طبیعی می‌گردد و عملکرد کمی و کیفی گیاه با کاهش مواجه می‌شود.



میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند

Means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan's multiple range

شکل ۱- درصد جوانه‌زنی بذور گاوزبان ایرانی حاصل از پایه‌ی مادری تحت تأثیر اثرات متقابل تاریخ کاشت و کودهای بیولوژیک و شیمیایی مختلف
Figure 1- Germination percentage of Iranian Ox-Tongue seeds resulting from the rootstock affected by interaction effects of planting date and application of different biological and chemical fertilizers



میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، از نظر آماری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند

Means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan's multiple range

شکل ۲- درصد جوانه‌زنی بذور گاوزبان ایرانی حاصل از پایه‌ی مادری تحت تأثیر اثرات متقابل روش کاشت و کودهای بیولوژیک و شیمیایی مختلف
Figure 2- Germination percentage of Iranian Ox-Tongue seeds resulting from the rootstock affected by interaction effects of planting method and application of different biological and chemical fertilizers

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ی بذور گاوزبان ایرانی حاصل از پایه مادری تحت تأثیر تاریخ‌ها و روش‌های مختلف کاشت و کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی.

Table 1- Analysis of variance (mean of squares) of some germination characteristics and seedling growth of Iranian Ox-Tongue seeds resulting from the rootstock affected by different planting dates and methods and application of biological and chemical fertilizers

منبع تغییرات Source of variance	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of Squares								
		درصد جوانه‌زنی Germination Percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	میانگین زمان جوانه‌زنی Mean germination time	طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقچه Plumule length	نسبت طول ریشه‌چه به ساقچه Radicle length /Plumule length	وزن خشک ریشه‌چه Radicle dry weight	وزن خشک ساقچه Plumule dry weight	نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقچه Radicle dry weight/Plumule dry weight
تاریخ کاشت Planting date	1	2517.78**	8.06**	3.14**	599.84**	70.44**	0.78**	0.010**	0.218**	0.0044*
روش کاشت Planting method	1	848.73**	19.12**	4.21**	436.40**	69.91**	0.07ns	0.005**	0.125**	0.0096**
تیمار کودی Fertilizer treatment	3	688.33**	22.61**	2.05**	398.54**	40.91**	1.10**	0.009**	0.156**	0.0014ns
تاریخ کاشت × روش کاشت Planting date × Planting method	1	110.89*	0.20ns	0.02ns	106.94**	5.79*	0.55ns	0.0004**	0.006**	0.0041*
تاریخ کاشت × کود Planting date × Fertilizer	3	29.51*	0.36*	0.03ns	58.18**	6.79**	0.06ns	0.001**	0.030**	0.0003ns
روش کاشت × کود Planting method × Fertilizer	3	59.74*	0.33ns	0.72**	98.94**	2.65**	1.65**	0.0005**	0.010**	0.0010ns
تاریخ کاشت × روش کاشت × کود Planting date × Planting method × Fertilizer	3	15.02ns	0.49*	0.02ns	24.60**	1.84*	2.34**	0.00005**	0.0007ns	0.0001ns
خطای آزمایشی Experimental error	32	16.66	0.14	0.09	0.39	0.36	0.06	0.0000002	0.0004	0.0008
ضریب تغییرات (%) CV (%)	-	5.26	5.78	9.63	5.55	12.13	12.05	5.77	12.74	12.84

**, * و ns به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم معنی داری.

**, * and ns are significant at the 0.01 and 0.05 of probability level and non-significant, respectively

جدول ۲- مقایسه میانگین برخی خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ی بذرهای گاوزبان ایرانی حاصل از پایه مادری تحت تأثیر اثرات ساده تاریخ و روش‌های کاشت و کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی.

Table 2- Mean comparison of some germination characteristics and seedling growth of Iranian Ox-Tongue seeds resulting from the rootstock affected by simple effects of planting dates and methods and application of biological and chemical fertilizers

	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate (Seed.day ⁻¹)	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز) Mean germination time (day)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Radicle length (cm)	طول ساقچه (سانتی‌متر) Plumule length (cm)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقچه Radicle length/Plumule length	وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم) Radicle dry weight (mg)	وزن خشک ساقچه (میلی‌گرم) Plumule dry weight (mg)	نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقچه Radicle dry weight/Plumule dry weight
تاریخ‌های کاشت Planting dates									
۲۰ اسفند ۱۳۹۰ 10 February 2012	84.77a*	7.10a	2.86b	14.88a	6.17a	2.29a	1.6a	7.5a	0.219b
۱۵ فروردین ۱۳۹۱ 3 April 2012	70.29b	6.28b	3.37a	7.81b	3.74b	2.03b	0.7b	3.2b	0.238a
کودهای مختلف Different fertilizers									
میکوریزا Mycorrhiza	84.18a	7.86a	2.82c	16.90a	6.45a	2.48a	2.4a	10.3a	0.237a
بیوسولفور Biosulfur	83.69a	7.88a	2.74c	15.59a	6.59a	2.36a	1.1b	5.4b	0.232a
کود شیمیایی Chemical fertilizer	73.10b	5.69b	3.27b	7.57b	3.82b	1.94b	0.8c	3.5c	0.233a
شاهد Control	69.14c	5.33c	3.63a	5.31c	2.95c	1.86b	0.4d	2.0d	0.212a
روش‌های کاشت Planting methods									
بذرکاری Seed planting	81.73a	7.32a	2.82b	14.36a	6.16a	2.20a	1.5a	6.9a	0.214b
نشاکاری Transplanting	73.32b	6.06b	3.41a	8.33b	3.75b	2.12a	0.8b	3.7b	0.243a

* در هر ستون و برای هر اثر ساده، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند.

* In each column and for each factor, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan's multiple range.

جدول ۳- مقایسه میانگین برخی خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ی بذرهای گاوزبان ایرانی حاصل از پایه مادری تحت تأثیر اثرات متقابل تاریخ‌های مختلف کاشت و کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی.

Table 3- Mean comparison of some germination characteristics and seedling growth of Iranian Ox-Tongue seeds resulting from the rootstock affected by intraction effects of different planting dates and application of biological and chemical fertilizers

	سرعت جوانه‌زنی Germination rate (Seed.day ⁻¹)	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز) Mean germination time (day)	طول ریشه‌چه (سانتی متر) Radicle length (cm)	طول ساقه‌چه (سانتی متر) Plumule length (cm)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه Radicle length/Plumule length	وزن خشک ریشه‌چه (میلی گرم) Radicle dry weight (mg)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی گرم) Plumule dry weight (mg)	نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه Radicle dry weight/Plumule dry weight
تاریخ کاشت ۲۰ اسفند ۱۳۹۰ Planting date of 10 February 2012								
میکوریزا Mycorrhiza	8.38a*	2.57c	22.89a	8.59a	2.67a	3.47a	14.8a	0.235ab
بیوسولفور Biosulfur	8.15a	2.46c	20.24a	8.08a	2.50ab	1.50b	7.0b	0.218ab
کود شیمیایی Chemical fertilizer	5.94b	3.09bc	9.99bc	4.58bc	2.09ab	1.12bc	5.0b-d	0.223ab
شاهد Control	5.93b	3.32b	6.39bc	3.41b-d	1.89ab	0.59de	3.0d-f	0.200b
تاریخ کاشت ۱۵ فروردین ۱۳۹۱ Planting date of 3 April 2012								
میکوریزا Mycorrhiza	7.34a	3.07bc	10.92b	4.31b-d	2.28ab	1.38bc	5.8bc	0.239ab
بیوسولفور Biosulfur	7.61a	3.02bc	10.94b	5.11b	2.22ab	0.88cd	3.8c-e	0.246a
کود شیمیایی Chemical fertilizer	5.43bc	3.46ab	5.15bc	3.06cd	1.78b	0.49de	2.1ef	0.242ab
شاهد Control	4.73c	2.46c	4.23c	2.49d	1.84b	0.22e	1.1f	0.225ab

* در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند.

* In each column, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan's multiple range.

جدول ۴- مقایسه میانگین برخی خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ی بذرهای گاوزبان ایرانی حاصل از پایه مادری تحت تأثیر اثرات متقابل تاریخ‌ها و روش‌های مختلف کاشت.

Table 4- Mean comparison of some germination characteristics and seedling growth of Iranian Ox-Tongue seeds resulting from the rootstock affected by intraction effects of different planting dates and methods

	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate (Seed.day ⁻¹)	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز) Mean germination time (day)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Radicle length (cm)	طول ساقچه‌چه (سانتی‌متر) Plumule length (cm)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقچه‌چه Radicle length/Plumule length	وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم) Radicle dry weight (mg)	وزن خشک ساقچه‌چه (میلی‌گرم) Plumule dry weight (mg)	نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقچه‌چه Radicle dry weight/Plumule dry weight
تاریخ کاشت ۲۰ اسفند ۱۳۹۰ Planting date of 10 February 2012									
بذرکاری Seed planting	90.50a*	7.80a	2.59c	19.39a	7.72a	2.43a	2.09a	9.4a	0.214b
نشاکاری Transplanting	79.05b	6.40b	3.13b	10.37b	4.61b	2.14a	1.25b	5.5b	0.224b
تاریخ کاشت ۱۵ فروردین ۱۳۹۱ Planting date of 3 April 2012									
بذرکاری Seed planting	72.97bc	6.84ab	3.05b	9.33b	4.60b	1.96a	0.97b	4.4bc	0.215b
نشاکاری Transplanting	67.60c	5.71b	3.69a	6.29b	2.88c	2.10a	0.51b	1.9c	0.262a

* در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند.

* In each column, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan's multiple range.

جدول ۵- مقایسه میانگین برخی خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ی بذرهای گاوزبان ایرانی حاصل از پایه مادری تحت تأثیر اثرات متقابل کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی و روش‌های مختلف کاشت.

Table 5- Mean comparison of some germination characteristics and seedling growth of Iranian Ox-Tongue seeds resulting from the rootstock affected by intraction effects of application of biological and chemical fertilizers and different planting methods

	سرعت جوانه‌زنی Germination rate (Seed.day ⁻¹)	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز) Mean germination time (day)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Radicle length (cm)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) Plumule length (cm)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه Radicle length/Plumule length	وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم) Radicle dry weight (mg)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم) Plumule dry weight (mg)	نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه Radicle dry weight/Plumule dry weight
بذرکاری Seed planting								
میکوریزا Mycorrhiza	8.60a*	2.39d	24.09a	8.36a	3.02a	3.06a	13.2a	0.231ab
بیوسولفور Biosulfur	8.69a	2.57cd	16.37b	7.48ab	2.05bc	1.49bc	7.2b	0.209bc
کود شیمیایی Chemical fertilizer	6.15c	3.25b	10.12cd	4.81cd	2.02bc	1.04b-d	4.5bc	0.227a-c
شاهد Control	5.85cd	3.06b	6.86d	4.00cd	1.70c	0.54d	2.8c	0.191c
نشاکاری Transplanting								
میکوریزا Mycorrhiza	7.13b	3.25b	9.72cd	4.55cd	1.94c	1.79b	7.5b	0.243ab
بیوسولفور Biosulfur	7.07b	2.91bc	14.81bc	5.71bc	2.66ab	0.89cd	3.6c	0.255a
کود شیمیایی Chemical fertilizer	5.23de	3.30b	5.03d	2.83de	1.85c	0.58d	2.6c	0.238ab
شاهد Control	4.80e	4.19a	3.76d	1.90e	2.03bc	0.27d	1.2c	0.234ab

* در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند.

* In each column, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan's multiple range.

جدول ۶- مقایسه میانگین برخی خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ی بذرهای گاوزبان ایرانی حاصل از پایه مادری تحت تأثیر اثرات متقابل سه‌گانه‌ی کاربرد تاریخ کاشت، روش کاشت و کاربرد کودهای بیولوژیک.

Table 6- Mean comparison of some germination characteristics and seedling growth of Iranian Ox-Tongue seeds resulting from the rootstock affected by triple interaction effects of application of planting date, planting method and application of biological and chemical fertilizers

		درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate (Seed.day ⁻¹)	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز) Mean germination time (day)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Radicle length (cm)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) Plumule length (cm)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه Radicle length/Plumule length	وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم) Radicle dry weight (mg)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم) Plumule dry weight (mg)	نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه Radicle dry weight/Plumule dry weight	
		Planting date of 10 February 2012					تاریخ کاشت ۲۰ اسفند ۱۳۹۰				
بذرکاری Seed planting	میکوریزا Mycorrhiza	97.66a*	9.00a	2.10h	30.34a	11.39a	2.68bc	4.30a	18.4a	0.233a-d	
	بیوسولفور Biosulfur	95.66a	8.86ab	2.36gh	24.42b	9.34b	2.62b-d	1.87c	9.2c	0.203cd	
	کود شیمیایی Chemical fertilizer	83.00b	6.70e	3.10c-f	14.32e	5.66de	2.54b-d	1.42d	6.1e	0.231a-d	
	شاهد Control	85.66b	6.63e	2.79d-g	8.46f	4.50f-h	1.89f-h	0.78g	4.1f-h	0.189d	
			Planting date of 10 February 2012					تاریخ کاشت ۲۰ اسفند ۱۳۹۰			
نشاکاری Transplanting	میکوریزا Mycorrhiza	83.70b	7.76cd	3.05c-f	15.44d	5.80d	2.66bc	2.65b	11.2b	0.237a-d	
	بیوسولفور Biosulfur	85.50b	7.44d	2.56f-h	16.07d	6.81c	2.37c-e	1.14e	4.8fg	0.233a-d	
	کود شیمیایی Chemical fertilizer	75.30cd	5.19f	3.08c-f	5.66g	3.51hi	1.64h-g	0.83fg	3.9gh	0.216b-d	
	شاهد Control	71.70c-e	5.22f	3.85b	4.31hi	2.33jk	1.88f-h	0.41i	1.9ij	0.210b-d	
			Planting date of 3 April 2012					تاریخ کاشت ۱۵ فروردین ۱۳۹۱			
بذرکاری Seed planting	میکوریزا Mycorrhiza	84.90b	8.20bc	2.69e-g	17.83c	5.33d-f	3.36a	1.82c	8.0d	0.228a-d	
	بیوسولفور Biosulfur	78.30bc	8.51ab	2.79d-g	8.33f	5.61de	1.48hi	1.11e	5.3ef	0.215b-d	
	کود شیمیایی Chemical fertilizer	66.90ef	5.60f	3.40bc	5.91g	3.97g-i	1.50hi	0.65h	2.9hi	0.223a-d	
	شاهد Control	61.80fg	5.07f	3.34b-d	5.26gh	3.51hi	1.51hi	0.31i	1.6jk	0.192d	
			Planting date of 3 April 2012					تاریخ کاشت ۱۵ فروردین ۱۳۹۱			
نشاکاری Transplanting	میکوریزا Mycorrhiza	70.47de	6.49e	3.46bc	4.00ij	3.30ij	1.21i	0.93f	3.7gh	0.250a-c	
	بیوسولفور Biosulfur	75.30cd	6.71e	3.25c-e	13.55e	4.62e-g	2.95ab	0.65h	2.3ij	0.277a	
	کود شیمیایی Chemical fertilizer	67.23ef	5.27f	3.51bc	4.39hi	2.15k	2.07e-g	0.33i	1.3jk	0.261ab	
	شاهد Control	57.42g	4.38g	4.54a	3.20j	1.48k	2.17d-f	0.14j	0.5k	0.258a-c	

* در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند.

* In each column, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level based on Duncan's multiple range.

شد که کاربرد ۳ تن در هکتار گوگرد به همراه کود بیولوژیک بیوسولفور منجر به تولید بیشترین عملکرد کمی و کیفی دانه شد، به طوری که بذور حاصل از بوته‌های تیمار شده با این کود از کیفیت بذر بالاتری برخوردار بودند (Babayee *et al.*, 2012). امیری و همکاران (Amiri *et al.*, 2012) و بیکیان و همکاران (Bikian *et al.*, 2008) نتایج مشابهی را به ترتیب در مورد گیاهان دارویی رازیانه و ماریتیغال (*Silybum marianum* L.) گزارش کردند.

طول ریشه چه و ساقه چه و نسبت طول ریشه چه به ساقه چه

بذرهای مادری تیمار شده با تاریخ کاشت، روش کاشت و کودهای بیولوژیک و شیمیایی مختلف از نظر طول ریشه چه و ساقه چه تفاوت معنی داری با یکدیگر داشتند (جدول ۱). طول ریشه چه و ساقه چه در بذرهای حاصل از گیاهان متعلق به تاریخ کاشت اسفند بیشتر از تاریخ کاشت فروردین بود، مصرف کودهای میکوریزا، بیوسولفور و شیمیایی در روی گیاه مادری به ترتیب منجر به افزایش ۶۹، ۶۶ و ۳۰ درصدی طول ریشه چه و افزایش ۵۴، ۵۵ و ۲۳ درصدی طول ساقه چه بذرهای حاصل، نسبت به شاهد شدند و در شرایط بذرکاری طول ریشه چه و ساقه چه نسبت به شرایط نشاکاری افزایش یافت (جدول ۲). اثر تاریخ کاشت بر نسبت طول ریشه چه به ساقه چه معنی دار بود (جدول ۱)، به طوری که تاریخ کاشت اسفند منجر به افزایش ۱۱ درصدی نسبت طول ریشه چه به ساقه چه در مقایسه با تاریخ کاشت فروردین شد (جدول ۲). اگرچه کاربرد کودهای بیولوژیک در هر دو تاریخ کاشت مورد مطالعه افزایش طول ریشه چه و ساقه چه را در پی داشت، ولی اثر مثبت این کودها در بهبود طول ریشه چه و ساقه چه در تاریخ کاشت اسفند بیشتر بود، به عنوان مثال کاربرد کودهای میکوریزا و بیوسولفور در تاریخ کاشت اسفند طول ریشه چه را به ترتیب ۵۲ و ۴۶ درصد نسبت به کاربرد کودهای مشابه در تاریخ کاشت

با توجه به این مطلب به نظر می‌رسد که در تاریخ کاشت فروردین این امر محقق شد و ضمن کاهش اندازه بذرها (Amiri, 2015)، از کیفیت آن‌ها کاسته شد، در نتیجه بذرهای حاصل از تاریخ کاشت فروردین از درصد و سرعت جوانه‌زنی کمتری نسبت به تاریخ کاشت اسفند برخوردار بودند. امین‌پور و مرتضوی (Aminpoor and Mortazavi, 2004) اثر تاریخ‌های مختلف کاشت (۱، ۱۵ و ۳۰ مهر و ۱۵ آبان) را بر جوانه‌زنی بذر گیاه پیاز بررسی و گزارش کردند که سرعت جوانه‌زنی در دو تاریخ کاشت اول بیشتر از دو تاریخ دیگر بود.

میکوریزا احتمالاً از طریق بهبود تولید مواد تحریک‌کننده رشد و هورمون‌های گیاهی (Cardoso and Kuyper, 2006) و بهبود ساختمان خاک (Celik *et al.*, 2004) منجر به بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه در شرایط مزرعه و به تبع آن بهبود خصوصیات جوانه‌زنی و رشدی گیاهچه بذرهای حاصل از آن در شرایط آزمایشگاه شد. اثر مثبت گوگرد و بیوسولفور بر خصوصیات جوانه‌زنی گاوزبان ایرانی می‌تواند به نقش مستقیم عنصر گوگرد در تغذیه گیاه از یک سو و به تأثیر گوگرد در کاهش موضعی pH خاک و انحلال عناصر تثبیت شده در خاک و در نهایت افزایش جذب این عناصر توسط گیاه از سوی دیگر مرتبط باشد (Zapata and Roy, 2004). قربانی و همکاران (Ghorbani *et al.*, 2013) و محفوظ و شرف‌الدین (Mahfouz and Sharaf-Eldin, 2007) گزارش کردند که تیمار استفاده توأم *Azospirillum* و میکوریزا منجر به تولید بیشترین عملکرد دانه گیاه دارویی رازیانه شد. کومار و همکاران (Kumar *et al.*, 2011) گزارش کردند که بیشترین ارتفاع بوته، تعداد سنبله در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه اسفزه (*Plantago ovata*) در تیمار میکوریزا به علاوه *Azotobacter* به همراه مصرف کود شیمیایی NPK (به ترتیب به میزان ۳۰، ۳۰ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد. در یک پژوهش اثر بیوسولفور در جذب عناصر غذایی و عملکرد سویا بررسی و گزارش

فروردین افزایش داد (جدول ۳).

طول ساقه‌چه تحت تأثیر کود بیوسولفور به ترتیب ۵۸ و ۵۱ درصد در تاریخ کاشت اسفند و فروردین نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول ۳). در هر دو تاریخ کاشت مورد مطالعه طول ساقه‌چه در شرایط بذرکاری بیشتر از شرایط نشاکاری بود، ضمن اینکه بذرکاری گاوزبان ایرانی در تاریخ کاشت اسفند طول ریشه‌چه را نسبت به نشاکاری آن در این تاریخ بهبود بخشید (جدول ۴).

کودهای میکوریزا و بیوسولفور نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه را به ترتیب ۲۵ و ۲۱ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند، در حالی که کود شیمیایی تأثیر چندانی بر نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه نداشت (جدول ۲). در شرایط بذرکاری کاربرد کود میکوریزا افزایش ۴۴ درصدی نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه را در مقایسه با شاهد سبب شد (جدول ۵). در هر دو روش کاشت بذرکاری و نشاکاری کاربرد کودهای بیولوژیک منجر به افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه شد که البته اثر مثبت میکوریزا در بهبود طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در شرایط بذرکاری بیشتر از شرایط نشاکاری بود، به طوری که کاربرد میکوریزا در روش بذرکاری طول ریشه‌چه و ساقه‌چه را به ترتیب ۶۰ و ۴۶ درصد نسبت به کاربرد این کود در روش نشاکاری افزایش داد (جدول ۵). در هر دو تاریخ و هر دو روش کاشت کاربرد کودهای بیولوژیک افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه را در پی داشت، به عنوان مثال استفاده از کودهای میکوریزا و بیوسولفور در شرایط بذرکاری در تاریخ کاشت اسفند طول ریشه‌چه را به ترتیب از افزایش ۷۲ و ۶۵ درصدی و طول ساقه‌چه را از افزایش ۶۰ و ۵۲ درصدی نسبت به شاهد بهره‌مند ساخت (جدول ۶). در هر دو شرایط بذرکاری و نشاکاری اثر مثبت کودهای بیولوژیک و شیمیایی در بهبود طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در تاریخ کاشت اسفند بیشتر از تاریخ کاشت فروردین بود، به عنوان مثال استفاده از کودهای میکوریزا، بیوسولفور و شیمیایی در شرایط بذرکاری در تاریخ کاشت اسفند طول ریشه را به ترتیب ۴۱، ۶۶ و ۵۹ درصد نسبت به شرایط

مشابه در تاریخ کاشت فروردین افزایش داد (جدول ۶). در هر دو تاریخ کاشت مورد مطالعه، اثر کودهای بیولوژیک بر طول ساقه‌چه در شرایط بذرکاری تشدید شد (جدول ۶).

نتایج اثرات متقابل تاریخ و روش کاشت و کودهای بیولوژیک و شیمیایی مختلف نشان داد که در شرایط بذرکاری کاربرد میکوریزا در تاریخ کاشت فروردین نقش مؤثرتری در بهبود نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه ایفا کرد، در حالی که در شرایط نشاکاری عکس این حالت اتفاق افتاد (جدول ۶). کود شیمیایی تنها در تاریخ کاشت اسفند و در شرایط بذرکاری افزایش نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه را نسبت به شاهد در پی داشت و در سایر تیمارها از این نظر نقش مثبتی بروز نداد (جدول ۶).

نتایج برخی تحقیقات نشان داده است که تلقیح میکوریزیایی در بهبود توسعه سیستم ریشه‌ای مؤثر است (Kapoor et al., 2007)، در نتیجه انتظار افزایش طول ریشه‌چه در شرایط استفاده از کود میکوریزا منطقی به نظر می‌رسد. اکسیداسیون گوگرد به‌طور عمده توسط گونه‌های شیمیوسنتزکننده‌ی تیوباسیلوس انجام می‌شود. علاوه بر گوگرد، سولفیدها، تیوسولفات و تتراتیونات نیز به سولفات اکسیده می‌شوند. تیوباسیلوس‌ها می‌توانند اثرات قابل ملاحظه‌ای بر pH محیط داشته باشند. این باکتری‌ها از طریق تولید اسید، حلالیت عناصر غذایی را افزایش داده و قابلیت دسترسی آن‌ها را تسهیل می‌نمایند (Fallah et al., 2009). این عوامل احتمالاً منجر به افزایش کیفیت بذرهای مادری و در نتیجه افزایش خصوصیات جوانه‌زنی در بذرهای حاصل شد. در یک پژوهش پس از بررسی اثر کودهای زیستی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی سرخارگل (*Echinacea angustifolia*) گزارش شد که کاربرد بیوسولفور سبب افزایش عملکرد بیولوژیک، تعداد گل در بوته، ارتفاع بوته و تعداد ساقه فرعی در بوته در مقایسه با شاهد شد (Agha Alikhani et al., 2013). جهان و همکاران (Jahan et al., 2013) گزارش کردند که کاربرد

نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه در تاریخ کاشت فروردین بیشتر از تاریخ کاشت اسفند و در شرایط نشاکاری بیشتر از شرایط بذرکاری بود (جدول ۲). در تاریخ کاشت اسفند از نظر نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه بین بذرکاری و نشاکاری تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، ولی در تاریخ کاشت فروردین در شرایط نشاکاری، نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه بیشتری نسبت به شرایط بذرکاری حاصل شد (جدول ۴).

کودهای بیوسولفور و شیمیایی نیز به ترتیب افزایش ۶۴ و ۵۰ درصدی وزن خشک ریشه‌چه و افزایش ۶۳ و ۴۳ درصدی وزن خشک ساقه‌چه را نسبت به شاهد سبب شدند (جدول ۲). اثر مثبت کودهای بیولوژیک در بهبود وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در تاریخ کاشت اسفند بیشتر از تاریخ کاشت فروردین بود، به این ترتیب که کاربرد کودهای میکوریزا و بیوسولفور در تاریخ کاشت اسفند وزن خشک ریشه‌چه را به ترتیب ۶۰ و ۴۱ درصد و وزن خشک ساقه‌چه را به ترتیب ۶۱ و ۴۶ درصد نسبت به کاربرد کودهای مشابه در تاریخ کاشت فروردین افزایش داد. اگر چه در تاریخ کاشت فروردین از نظر وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه بین بذرکاری و نشاکاری گاوزبان ایرانی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، ولی در تاریخ کاشت اسفند وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در شرایط بذرکاری بیشتر از شرایط نشاکاری بود (جدول ۴).

در هر دو روش بذرکاری و نشاکاری، بیشترین وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در تیمار میکوریزا حاصل شد (جدول ۵). اثر مثبت کود میکوریزا در بهبود وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در شرایط بذرکاری تشدید شد، به طوری که کاربرد میکوریزا در شرایط بذرکاری به ترتیب منجر به افزایش ۴۱ و ۴۳ درصدی وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه نسبت به کاربرد این کود در شرایط نشاکاری شد (جدول ۵). در هر دو تاریخ و هر دو روش کاشت مورد مطالعه، کاربرد کودهای بیولوژیک افزایش وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه را نسبت به شاهد در پی داشتند، به عنوان مثال استفاده از کودهای میکوریزا و بیوسولفور در

کودهای بیوسولفور، نیتروکسین و بیوفسفر بسیاری از صفات مرتبط با بذر (تعداد دانه در بوته، وزن دانه در بوته و عملکرد دانه) کنجد را در مقایسه با شاهد افزایش داد. یکی از نیازهای مهم در برنامه‌ریزی برای بدست آوردن حداکثر کیفیت بذرهای تولیدی تعیین بهترین زمان کاشت پایه مادری است. هدف از تعیین تاریخ کاشت، یافتن زمان کاشت مطلوب یک گیاه است، به طوری که مجموعه‌ی عوامل محیطی در آن زمان برای سبز شدن و استقرار و بقای گیاهچه مناسب باشد و گیاه با شرایط نامساعد محیطی برخورد نکند (Khichar and Niwas, 2006).

در یک پژوهش، اثرات اعمال تنش خشکی و تاریخ کاشت (نیمه اول مهر و آبان‌ماه) روی گیاه مادری، بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه کلزا (*Brassica napus* L.) بررسی و گزارش شد که در شرایط بدون تنش، بین خصوصیات جوانه‌زنی بذرهای حاصل از تاریخ کاشت اول و دوم تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، ولی در شرایط تنش خشکی بذرهای حاصل از تاریخ کاشت اول از درصد جوانه‌زنی بالاتری نسبت به بذور حاصل از تاریخ کاشت دوم برخوردار بودند (Atarodi et al., 2011).

وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و نسبت وزن

خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه

وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه به طور معنی‌داری تحت تأثیر تاریخ کاشت گیاه مادری قرار گرفت (جدول ۱)، به طوری که بیشترین وزن خشک ریشه‌چه (۱/۶ میلی گرم) و ساقه‌چه (۷/۵ میلی گرم) در بذرهای حاصل از گیاهان کاشته شده در اسفند بدست آمد (جدول ۲). کودهای بیولوژیک و شیمیایی مختلف به طور معنی‌داری بر وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه تأثیر داشتند (جدول ۱)، به طوری که بیشترین و کمترین وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه به ترتیب در تیمارهای مصرف میکوریزا روی گیاه مادری و تیمار شاهد (عدم مصرف کود) حاصل شد (جدول ۲).

به ترتیب ۶۵، ۱۴۶، ۴۰، ۱۶ و ۲۸۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (Matur *et al.*, 2006).
 لطفی و همکاران (Lotfi *et al.*, 2013) گزارش کردند که تاریخ کاشت ۵ مارس (معادل ۴ اسفند) منجر به تولید بیشترین وزن هزار دانه و عملکرد دانه گیاه دارویی رازیانه در مقایسه با تاریخ‌های کشت ۲۰ مارس و ۵ آوریل (معادل ۲۹ اسفند و ۱۶ فروردین) شد و از آنجایی که وزن بیشتر بذر تولیدی عمدتاً منجر به قدرت جوانه‌زنی بیشتر بذور حاصل می‌شود (Singh and Maken, 1985)، می‌توان انتظار داشت که بذور حاصل از تاریخ کاشت مارس از خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بیشتری در مقایسه با سایر تاریخ‌های کشت برخوردار باشند. در گیاه دارویی آیسون، تاریخ کاشت زودتر در اوایل بهار، عملکرد بذر بیشتری نسبت به کشت دیرنگام آن تولید کرد، ضمن این که کیفیت بذر تولیدی نیز در تاریخ کاشت اوایل بهار بیشتر از تاریخ کشت‌های تأخیری بود (Zehtabsalmasi *et al.*, 2004).

نتیجه‌گیری کلی

به نظر می‌رسد با توجه به اینکه گیاهان کشت شده در اسفندماه از رشد بیشتری برخوردار بوده و زیست‌توده بیشتری تولید کردند، بذره‌های حاصل از این گیاهان دارای خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه مطلوب‌تری نسبت به بذره‌های بدست آمده از تاریخ کاشت فروردین بودند. در هر دو تاریخ کاشت و هر دو روش کشت استفاده از کودهای بیولوژیک منجر به بهبود خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بذره‌های حاصل نسبت به شاهد شد، به عنوان مثال استفاده از کودهای میکوریزا (*Glomus mosseae*) و بیوسولفور به ترتیب افزایش ۷۲ و ۶۸ درصدی طول ریشه‌چه را در تاریخ کاشت اسفند و به ترتیب افزایش ۵۸ و ۶۷ درصدی طول ساقه‌چه را در شرایط نشاکاری سبب شد. مقایسه‌ی اثر کاربرد میکوریزا

شرایط بذرکاری در تاریخ کاشت فروردین وزن خشک ریشه‌چه را به ترتیب از افزایش ۸۳ و ۷۲ درصدی و وزن خشک ساقه‌چه را به ترتیب از افزایش ۸۰ و ۷۰ درصدی نسبت به شاهد برخوردار ساختند (جدول ۶).

مهم‌ترین نقشی که گوگرد در گیاهان ایفا می‌کند شرکت در ساخت اسیدهای آمینه ضروری سیستمین، سیتین و متیونین است، بنابراین نقش اساسی در سنتز پروتئین ایفا نموده و حضور گوگرد و استفاده از تیوباسیلوس برای جذب بهتر این عنصر باعث افزایش پروتئین دانه می‌گردد. یکی دیگر از نقش‌های مهم گوگرد، شرکت در ساختمان سولفولپیدیها می‌باشد که در غشای سلول وجود دارند و در واقع روغن گیاه را تشکیل می‌دهند (Rahman *et al.*, 2007). برخی محققین اثر بیوسولفور را در بهبود عملکرد روغن و پروتئین دانه‌ی کنجد (El-Habbasha *et al.*, 2007) و پروتئین دانه‌ی گندم (Shinde *et al.*, 2004) مثبت گزارش کردند. با توجه به موارد فوق، به نظر می‌رسد بذره‌های حاصل از گیاه مادری تحت شرایط استفاده از بیوسولفور از ذخیره‌ی غذایی بیشتری نسبت به سایر بذور برخوردار باشند و احتمالاً این ذخیره‌ی غذایی بیشتر، خصوصیات جوانه‌زنی و رشدی گیاهچه را افزایش داده است.

میکوریزا ضمن بهبود جذب عناصر غذایی به‌ویژه فسفر (Roesti *et al.*, 2006)، باعث بهبود ساختار خاک (Rillig and Mummey, 2006) و افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی (Marulanda *et al.*, 2007) می‌شود. گوپتا و همکاران (Gupta *et al.*, 2002) گزارش کردند که تلقیح گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) با سه گونه قارچ میکوریزا (*Gigaspora rosea*، *Gigaspora margarita* و *Glomus mosseae*) منجر به بهبود بسیاری از خصوصیات کمی و کیفی گیاه شد. در یک پژوهش اثر کودهای زیستی بر عملکرد کمی و کیفی اسفزه بررسی و گزارش شد که همزیستی گیاه با میکوریزا شاخص‌های رشدی گیاه نظیر ارتفاع بوته، تعداد سنبله در بوته، طول سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد را

گیاهچه‌های نشاکاری شده از قدرت بیشتری برخوردار بودند و به عبارت دیگر بر خلاف روش نشاکاری که در زمان انتقال گیاهچه‌ها از خزانه به مزرعه احتمال مواجه شدن گیاه با تنش نسبی وجود داشت، در شرایط بذرکاری گیاهچه‌ها با تنش کمتری مواجه شده و بذرها حاصل از این پایه‌های مادری از خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه مطلوب‌تری برخوردار بود. در مجموع به نظر می‌رسد که برای تولید بذرها با کیفیت و دستیابی به حداکثر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در بذرها حاصل، بهتر است گیاه مادری گاو زبان ایرانی در اسفند به صورت بذری کشت شده و برای تقویت خصوصیات رشدی آن از کودهای بیولوژیک استفاده شود.

و بیوسولفور در روش‌های مختلف کاشت نشان داد که در هر دو روش کشت میکوریزا در برخی صفات نظیر طول ریشه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه نسبت به بیوسولفور دارای برتری بود. استفاده از کود شیمیایی در بسیاری از صفات نظیر درصد و سرعت جوانه‌زنی و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه تأثیر چندانی در بهبود صفات مذکور نداشت، ضمن این که در مقایسه با کودهای بیولوژیک مورد مطالعه اثرات مثبت کمتری را بروز داد. در هر دو تاریخ کاشت اسفند و فروردین مقدار عددی بسیاری از صفات مورد مطالعه در شرایط بذرکاری بیشتر از مقدار آن‌ها در شرایط نشاکاری بود که البته این اتفاق در تاریخ کاشت اسفند به‌طور بارزتری نمایان شد. به نظر می‌رسد که گیاهچه‌های حاصل از بذرکاری گاو زبان ایرانی نسبت به

Reference

منابع

- Agha Alikhani, M., A. Iranpour, and H. Naghdi Badi. 2013.** Changes in agronomical and phytochemical yield of purple coneflower (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) under urea and three biofertilizers application. *J. Med. Plants. Res.* 12: 121-136.
- Akhavan, Z., and A. Fallah Nosratabad. 2013.** Effect of sulfur and *Thiobacillus* on soil pH, dry weight and phosphorous absorption in *Brassica napus*. *J. Soil. Sci. Environ. Manage.* 3: 1-13. (In Persian, with English Abstract).
- Aminpoor, R., and A. Mortazavi. 2004.** Effect of planting date and space on yield and germination of *Allium cepa*, 502 Tegzas cultivar. *J. Res. Dev.* 62: 64-68. (In Persian, with English Abstract).
- Amiri, M.B. 2015.** Study of ecological and agronomic characteristics of *Echium amoenum* in Mashhad conditions. Ph.D. thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian).
- Amiri, M.B., R. Ghorbani, M. Jahan, and H.R. Ehyae. 2012.** Evaluation of some germination characteristics and seed emergencing of fennel seeds resulting from application of organic and biological fertilizers in farm. *J. Iran. Field. Crop. Res.* 10: 649-658. (In Persian, with English Abstract).
- Anandham, R., R. Sridar, P. Nalayini, S. Poonguzhali, M. Madhaiyan, and S. Tongmin, 2007.** Potential for plant growth promotion in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) cv. ALR-2 by co-inoculation of sulfur-oxidizing bacteria and Rhizobium. *Microbiological. Res.* 162: 139-153.
- Atarodi, H., H. Irannejad, A.H. Shiranirad, R. Amiri, and Gh.A. Akbari. 2011.** Effects of drought stress and planting date in the mother plant on vigor and emergencing seeds of *Brassica napus*. *Iran. J. Field. Crop. Sci.* 42: 71-80. (In Persian with English Abstract).
- Babayee, P., A. Golchin, H. Besharati, and M. Afzali. 2012.** Effect of sulfur microbial fertilizer on nutritional absorption and yield of soybean in farm. *J. Soil. Water. Sci.* 26: 145-152. (In Persian with English Abstract).
- Bai, Y., C.R. Tischler, D.T. Booth, and E.M. Taylor. 2003.** Variations in germination and grain quality within a rust resistant common wheat germplasm as affected by parental CO₂ conditions. *Environ. Exp. Bot.* 50: 159-168.

- Baser, S., B. Mirshekari, H. Khoshvaghti, and Sh. Allahyari. 2011.** Effect of Nitrajin biofertilizer on germination and primary growth of cumin and caraway. National Conference on New Advances in Agronomy, 16 and 17 September, Ghods city. (In Persian, with English Abstract).
- Bikian, M., M.R. Haj Seyyed Hadi, and B. Delkhosh. 2008.** Effect of different levels of density and nitrogen fertilizer on some morphological characteristics of seed resulting from *Silybum marianum*. J. Plants. Ecosyst. 16: 46-60. (In Persian with English Abstract).
- Byrum, J.R., and L.O. Copland. 1995.** Variability in vigour test of maize (*Zea mays* L.) seed. Seed. Sci. Technol. 23: 543-549.
- Canter, P.H., H. Thomas, and E. Enst. 2005.** Bringing medicinal plants into cultivation opportunities and challenges for biotechnology. Trends Biotechnol. 23: 180-185.
- Cardoso, I.M., and T.W. Kuyper. 2006.** Mycorrhizas and tropical soil fertility. Agr. Ecosyst. Environ. 116: 72-84.
- Celik, I., I. Ortas, and S. Kilic. 2004.** Effects of compost, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. Soil. Tillage. Res. 78: 59-67.
- El-Habbasha, S.F., M.S. Abdel Salam, and M.O. Kabesh. 2007.** Response of two sesame varieties (*Sesamum indicum* L.) to partial replacement of chemical fertilizers by bio-organic fertilizers. Research J. Agr. Biol. Sci. 3: 563-571.
- Fallah, B., H. Besharati, and H. Khosravi. 2009.** Soil microbiology. Abizh Press. (In Persian).
- Founoune, H., R. Dponnois, J.M. Meyer, J. Thioulouse, D. Mass, J.L. Chotte, and M. Neyra. 2002.** Interactions between ectomycorrhizal symbiosis and fluorescent pseudomonads on *Acacia holosericea*: isolation of mycorrhiza helper bacteria (MHB) from a Soudano-Sahelian soil. FEMS. Microb. Ecol. 41: 37-46.
- Ghorbani, S., F. Paknejad, S. Orujnia, M.M. Mirzaee, and B. Babae. 2013.** Effect of biofertilizers on seed yield, biological yield and oil content of fennel with emphasis on minimum tillage operations in an ecological cropping system. J. Crop. Plant. Breed. 9: 63-73. (In Persian, with English Abstract).
- Gupta, M.L., A. Prasad, M. Ram, and S. Kumar. 2002.** Effect of the vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus *Glomus fasciculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis*) under field conditions. Bioresour. Technol. 81: 77-79.
- Jahan, M., M. Ariayee, M.B. Amiri, and H.R. Ehyae. 2013.** Effect of plant growth promoting rhizobacteria on quantitative and qualitative characteristics of *sesamum indicum* in conditions of cover crop application. Agroecol. 5: 1-15. (In Persian, with English Abstract).
- Johnson, R.P., and L.M. Wax, 1981.** Stand establishment and yield of corn as affected by herbicides and seed vigour. Agron. J. 73: 859-863.
- Kapoor, R., V. Chaudhary, and A.K. Bhatnagar. 2007.** Effects of arbuscular mycorrhiza and phosphorus application on artemisinin concentration in *Artemisia annua* L. Mycorrhiza. 17: 581- 587.
- Kertesz, M.A., and K. Mirleau. 2004.** The role of soil microbes in plant sulfur nutrition. J. Exp. Bot. 55: 1-7.
- Khajepoor, M.R. 2009.** Principles of Agriculture. Jahad Daneshgahi Press. (In Persian).
- Khichar, M.L., and I. Niwas. 2006.** Microclimatic profiles under different sowing environment in wheat. J. Agrometeo. 8: 201-209.
- Kızilkaya, R. 2008.** Yield response and nitrogen concentrations of springwheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. Ecol. Eng. 33:150–156.
- Kumar, V., A. Singh Solanki, and S. Sharma. 2011.** AM fungi and *A. Chroococcum* affecting yield, nutrient uptake and cost efficiency of *Plantago ovate* in Indian arid region? Thai. J. Agr. Sci. 44: 53-60.
- Kumuta, K., J. sempaulan, and P.S. Krishnan. 2004.** Effect of insoluble phosphate and dual inoculation on soybean. In: Kannaryan. Biofertil. Pp: 354-358.
- Lotfi, A., A. Frnia, A. Maleki, R. Naseri, and M. Moradi. 2013.** The effects of planting date and plant spacing on yield and yield components of Fennel. Bull. Environ. Pharmacol. Life. Sci. 2: 78-84.

- Mahfouz, S.A., and M.A. Sharaf-Eldin. 2007.** Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International Agrophysics. 21: 361-366.
- Marulanda, A., R. Porcel, J.M. Barea, and R. Azcon. 2007.** Drought tolerance and antioxidant activities in laender plants colonized by native drought-tolerant of drought-sensitive Glomus species. Microb. Ecol. 54: 543-552.
- Matur, N., J. Sing, S. Bohra, A. Bohra, and A. Vyas. 2006.** Increased nutrient uptake and productivity of *Plantago ovate* Forssk by AM fungi under field conditions. J. Agr. Environ. Sci. 1: 38-41.
- Perry, D.A. 1980.** Seed vigour and seedling establishment. Advances. Res. Technol. Seeds. 5: 25-40.
- Rahman, M.N., S.M. Sayem, M.K. Alam, M.S. Islam, and A.T. Mondol. 2007.** Influence of sulphur on nutrient content and uptake by rice and its balance in old Brahmaputra floodplain. J. Soil. Nat. 1: 1-10.
- Rezaee, M. 2011.** Effect of environmental conditions on growth and germination characteristics of *Amaranthus retroflexus* L., *Solanum nigrum* L. and *Datura stramonium* L. seeds resulting from the rootstock. M.S. Thesis in Birjand University.
- Rillig, M.C., and D.L. Mummey. 2006.** Mycorrhizas and soil structure. New Phytol. 171: 41-53.
- Roesti, D., R. Gaur, B.N. Johri, G. Imfeld, S. Sharma, K. Kawaljeet, and M. Aragno. 2006.** Plant growth stage, fertilizer management and bio-inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria affect the rhizobacterial community structure in rain-fed wheat fields. Soil. Biol. Biochem. 38: 1111-1120.
- Salehzade, H., M. Izadkhah Shishvan, and M. Chiyasi. 2009.** Effect of seed priming on germination and seedling Growth of Wheat (*Triticum aestivum* L.). J. Biol. Sci. 4: 629-631.
- Shinde, D.B., R.M. Kadam, and A.C. Jadhav. 2004.** Effect of sulfur oxidizing micro-organism on growth of soybean. J. Maharashtra. Agric. Univ. 29: 305-307.
- Singh, A.R., and V.G. Maken. 1985.** Correlation studies on seed viability and seedling vigour in relation to seed size in sorghum (*Sorghum bicolor*). Seed Sci. Technol. 13: 139-142.
- Ullah, H., and B. Honermeier. 2013.** Fruit yield, essential oil concentration and composition of three anise cultivars (*Pimpinella anisum* L.) in relation to sowing date, sowing rate and locations. Ind. Crop. Prod. 42: 489-499.
- Yazdani Biuki, R., P. Rezvani Moghaddam, A. Koocheki, M.B. Amiri, J. Fallahi, and R. Deihimfard. 2010.** Effects of different nitrogen nutrition of wheat (Sayonese cultivar) on germination characteristics and seedling growth affected by drought stress levels and biofertilizers. Agroecol. 2: 266-276.
- Zaman Khan, A., P. Shah, K. Khalil, and F.H. Taj. 2003.** Influence of planting date and plant density on morphological traits of determinate and indeterminate soybean cultivars under temperate environment. Pakistan. J. Agron. 2: 146-152.
- Zapata, F., and R.N. Roy, 2004.** Use of phosphate rocks for sustainable agriculture. Publication of the FAO Land and Water Development Division. Pp: 117 - 122.
- Zehtabsalmasi, S., A. Javanshir, R. Omideigi, H. Alya, and K. Ghassemi-golezani. 2004.** Effect of water supply and sowing date on water use efficiency of anise (*Pimpinella anisum* L.). Proceedings of 4th International Crop Science Congress, Brisbane, Australia.
- Zhu, C.X., B.F. Song, and W.H. Xu. 2010.** Arbuscular mycorrhizae improves low temperature stress in maize via alterations in host water status and photosynthesis. Plant. Soil. 331: 129-137.

