

تأثیر تاریخ و روش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum* Fisch. & Mey.) در شرایط کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی

محمد بهزاد امیری^{۱*}، پرویز رضوانی مقدم^۲ و محسن جهان^۳

۱. استادیار، مجتمع آموزش عالی گناباد

۲ و ۳. استاد و دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۷/۱ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۲۷)

چکیده

به منظور بررسی تأثیر همزمان تاریخ و روش کاشت و کاربرد نهاده‌های بوم‌شناختی یا بوم‌سازگار بر عملکرد و اجزای عملکرد گاوزبان ایرانی، پژوهشی در سه سال زراعی متوالی ۹۱-۱۳۹۰، ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد به صورت کرت‌های دو بار خرد شده در زمان در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. دو تاریخ کاشت (۲۰ اسفندماه ۱۳۹۰ و ۱۵ فروردین‌ماه ۱۳۹۱) در کرت‌های اصلی، سه نوع کود زیستی و شیمیایی فارچریشه یا میکوریزا (حاوی قارچ *Glomus mosseae*)، بیوسولفور (حاوی باکتری‌های *Thiobacillus* spp.)، کود شیمیایی نیتروژن و شاهد) در کرت‌های فرعی، دو نوع روش کاشت (بذرکاری مستقیم و نشاکاری) در کرت‌های فرعی فرعی و زمان (سال زراعی دوم و سوم) در کرت‌های فرعی فرعی قرار گرفتند. نتایج آزمایش نشان داد، بیشترین عملکرد گل خشک در شرایط کاربرد قارچ ریشه در تاریخ کاشت اسفند و در روش بذرکاری به دست آمد. کاربرد کودهای زیستی (بیولوژیک) و شیمیایی در هر دو تاریخ و هر دو روش کاشت افزایش عملکرد دانه را نسبت به شاهد سبب شدند، به طوری که کاربرد کودهای قارچ ریشه، بیوسولفور و شیمیایی در شرایط نشاکاری در تاریخ کاشت اسفند به ترتیب منجر به افزایش ۴۵، ۴۲ و ۳۵ درصدی عملکرد دانه در مقایسه با شاهد شد. به طور کلی با توجه به یافته‌های این پژوهش به نظر می‌رسد کشت بذری گاوزبان ایرانی در اسفندماه و کاربرد نهاده‌های بوم‌شناختی (اکولوژیکی) به ویژه فارچریشه و بیوسولفور در شرایط مشهد نسبت به دیگر تیمارها برتری داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: بذرکاری، بیوسولفور، کود زیستی، قارچ ریشه، نهاده بوم‌سازگار.

Effect of planting date and method on yield and yield components of *Echium amoenum* under bio and chemical fertilizers application

Mohammad Behzad Amiri^{1*}, Parviz Rezvani Moghaddam² and Mohsen Jahan³

1. Assistant Professor, University of Gonabad, Gonabad, Iran

2, 3. Professor and Associate Professor, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

(Received: Sep. 23, 2015 - Accepted: Jan. 16, 2017)

ABSTRACT

In order to evaluation of simultaneous effects of planting dates and methods and ecofriendly inputs application on yield and yield components of Iranian Ox-Tangue (*Echium amoenum* Fisch. & Mey.), a split split plots experiment in time based on randomized complete block design with three replications was conducted in 2011-2014 growing seasons, in Ferdowsi University of Mashhad, Iran. Two different planting dates (10 March 2011 and 4 April 2011), three different types of biofertilizers and chemical fertilizers (mycorrhiza (*Glomus mosseae*), Biosulfur, chemical fertilizer and control), two different types of planting methods (direct seeding and transplanting) and two agronomic year assigned to main plots, sub plots, sub-sub plots, sub-sub-sub plots, respectively. The results showed that the highest dry flower yield obtained in March planting date and seeding method and in conditions of mycorrhiza application. Application of biofertilizers and chemical fertilizers in both of planting dates and both of planting methods increased seed yield, so that application of mycorrhiza, biosulfur and chemical fertilizer in transplanting planting method and April planting date increased seed yield 45, 42 and 35% compared to control, respectively. In general, the results of this research, it seems direct seeding of *Echium amoenum* in March and application of ecological inputs especially mycorrhiza and biosulfur in Mashhad conditions is better than other treatments.

Keywords: Biofertilizers, biosulfur, eco-friendly inputs, mycorrhiza, seeding.

* Corresponding author E-mail: amiri@gonabad.ac.ir

مقدمه

امروزه با وجود پیشرفت و گسترش چشمگیر کاربرد داروهای شیمیایی، هنوز هم گیاهان دارویی و انواع داروهای به دست آمده از آنها در مقیاس گسترده‌ای استفاده می‌شوند، به طوری که در برخی کشورها از اجزای جدایی‌ناپذیر نظام دارویی و درمانی به شمار می‌آیند. امروزه بسیاری از دانشمندان، پژوهشگران، کارخانه‌ها و شرکت‌های داروسازی، تحقیق و پژوهش روی گیاهان دارویی را در اولویت برنامه‌های خود قرار داده‌اند (Ghasemi, 2009). کشور ایران از نظر بوم‌شناختی (اکولوژیکی) و اقلیمی وضعیت بی‌مانندی در جهان دارد و به جرئت می‌توان گفت که ایران با داشتن تنوع آب و هوایی گسترده و ذخایر ژنتیکی گیاهی فراوان، یکی از غنی‌ترین کشورها از نظر امکانات و استعدادهای طبیعی به شمار می‌رود (Azizi, 2004). از مجموع ۱۷۰۰ گونه گیاه دارویی و صنعتی شناخته شده در کشور به علت نبود شناخت کافی، امروزه چیزی در حدود ۲۰۰ تا ۳۰۰ گونه بهره‌برداری می‌شود و دیگر گونه‌ها و محصولات رویش‌یافته، فراموش شده‌اند و کوچک‌ترین استفاده‌ای از این سرمایه‌های بیکران خدادادی صورت پذیرد (Emad, 1999). یکی از گیاهان ارزشمند که کمتر به آن توجه شده است گاوزبان ایرانی است. گاوزبان ایرانی با نام علمی (*Echium amoenum* Fisch. & Mey.) گیاهی علفی و چندساله و متعلق به خانواده گاوزبان^۱ است و در بیشتر منطقه‌های شمالی ایران و بخش‌هایی از قفقاز و به طور عمده در ارتفاعات بالاتر از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا رشد می‌کند (Rabbani et al., 2009) و به وفور در بخش‌های کوهستانی شمال ایران یافت می‌شود (Sayyah et al., 2009). در طب سنتی مواد مؤثره موجود در گل‌ها و سرشاخه‌های گاوزبان ایرانی برای تصفیه خون، نرم‌کنندگی سینه، تقویت قلب، به عنوان مدر، معرق و آرام‌بخش استفاده می‌شود. گاوزبان ایرانی در درمان التهاب و آماس، سرفه و دیگر ناهنجاری‌های تنفسی مؤثر است (Sayyah et al., 2009). تحقیقات اخیر در زمینه خواص درمانی گاوزبان

ایرانی نشان داده است که این گیاه باعث افزایش توان سامانه ایمنی بدن می‌شود و به دلیل وجود موادی مانند آلکالوئیدها، کینون و کینوفوران اثر ضد میکروبی و ضد عفونی‌کننده دارد (Mehrabani, 2005). عصاره گاوزبان ایرانی خاصیت ضد التهابی و ضد اسفردگی دارد (Sayyah et al., 2009).

در برخی واحدهای تولیدی کشاورزی، تولید متکی به کاربرد نهاده‌های شیمیایی به منظور کسب عملکرد بالا بوده که افزون بر ایجاد مشکلات عمده و آلودگی محیط زیست، این مواد بازدارنده بزرگی در دستیابی به تولید پایدار هستند. تأکید نظام‌های آینده کشاورزی بر مبنای کاهش در کاربرد انرژی، نهاده‌ها و مدیریت مناسب آب و خاک و منابع زیستی (بیولوژیکی) و حفظ محیط زیست به منظور دستیابی به عملکرد مطلوب و پایدار است، به طوری که اطمینان از تولید پیوسته و پایدار منابع غذایی به ویژه گیاهان دارویی همراه با حفظ محیط زیست، به یکی از مهم‌ترین موضوع‌های علوم کشاورزی تبدیل و مورد توجه روزافزون تولیدکنندگان، محققان، دولتمردان و سیاست‌گذاران قرار گرفته است (Koocheki et al., 1997). کاربرد فرآورده‌های زیستی در تغذیه گیاهان زراعی برای توسعه نظام‌های مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه و به منظور افزایش کمی و کیفی مواد غذایی در واحد سطح از راه تلفیق روش‌های تغذیه کانی و آلی گیاهان زراعی توجه شده است (Manafee & Kloepper, 1994). یکی از شیوه‌های زیستی برای افزایش تولید در کشاورزی، استفاده بالقوه از ریزجانداران (میکروارگانیسم‌های) سودمند خاک‌زی است که به راه‌های مختلف باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه می‌شوند (Vessey, 2003). این ریزجانداران با برقراری کنش متقابل با ریشه گیاهان در فراریشه (ریزوسفر) آنها، سبب بروز سودمندی‌هایی بسیاری می‌شوند (Abdul Jaleel et al., 2007). ریزوباکترهای محرک رشد گیاه (PGPR^۲) شامل گروه متنوعی از باکتری‌های کلون‌کننده محیط ریشه و ریزجانداران دیازوتروفیک^۳ هستند و

2. Plant growth promoting rhizobacteria
3. Deiazotrophic

1. Boraginaceae

Thymus (*Glomus mosseae*) در کشت و کار آویشن (*vulgaris* L. افزایش ۲۰ درصدی استقرار گیاه را در مقایسه با شاهد در پی داشت. Khoramdel *et al.* (2011) در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردن، تلقیح گیاه دارویی سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.) با انواع کودهای زیستی و قارچ قارچ‌ریشه‌ویژگی‌های رشدی و عملکرد گیاه را بهبود بخشید. همچنین گزارش شد، کاربرد همزمان قارچ‌ریشه و کودهای ورمی‌کمپوست و گوگرد دانه‌ای (گرانوله)، عملکرد دانه کنگد (*Sesamum indicum* L.) را افزایش داد، به طوری که کاربرد جداگانه گوگرد دانه‌ای تأثیر چندانی بر صفات مورد بررسی نداشت، ولی هنگامی که این کود به همراه قارچ‌ریشه استفاده شد بیشتر صفات مورد بررسی را بهبود بخشید (Rezvani Moghaddam *et al.*, 2015). در پژوهش دیگری، تأثیر کودهای زیستی و اوره بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata*) بررسی و گزارش شد، کاربرد قارچ‌ریشه سبب افزایش ۶۷ درصدی شمار پنجه در بوته در مقایسه با شاهد شد و بیشترین شمار سنبله در بوته هنگامی که دست آمد که از تیمار قارچ‌ریشه افزون بر *Azotobacter* به همراه ۴۴ کیلوگرم در هکتار اوره استفاده شد (Ghasemi *et al.*, 2013).

رشد و نمو گیاهان دارویی مانند دیگر گیاهان زراعی متأثر از عامل‌های ژنتیکی و محیطی بوده و بیشترین عملکرد آن‌ها تنها هنگامی که دست می‌آید که ترکیب مناسبی از عامل‌های محیطی برای گیاه فراهم باشد. در بین عامل‌های محیطی، تعیین تاریخ کاشت به منظور دستیابی به استقرار خوب گیاه در مزرعه اولویت دارد زیرا تاریخ کاشت به طور مؤثری قدرت نمو دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و به ازای تاریخ‌های مختلف کاشت، مرحله‌های رشدی گیاه در معرض تغییرپذیری‌های شرایط محیطی قرار می‌گیرد (Khajepoor, 2009). هدف از تعیین تاریخ کاشت، یافتن زمان کاشت مطلوب یک گیاه است، به طوری که مجموعه عامل‌های محیطی در آن زمان برای سبز شدن و استقرار و بقای گیاهچه مناسب باشد و گیاه با شرایط نامساعد محیطی برخورد نکند. زمان کاشت به دلیل تغییر طول روز، دما و رطوبت نسبی تأثیر

هنگامی که به صورت هم‌یار^۱ با یک گیاه رشد می‌کنند، سبب تحریک رشد و نمو گیاهان می‌شوند (Vessey, 2003). این ریزجانداران افزون بر افزایش فراهمی عنصرهای غذایی، در تولید هورمون‌های گیاهی و نیز اتصال ذرات خاک به هم و در نتیجه بهبود ساختمان خاک نقش دارند (Rivera-Cruz *et al.*, 2008). Fatma *et al.* (2009) در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، کودهای زیستی *Azotobacter* و *Azospirillum* باکتری‌های حل‌کننده فسفات تأثیر مثبت بر شاخص‌های رشدی و میزان اسانس گیاه دارویی مرزنجوش (*Oriyganum majorana* L.) داشتند. Mahfouz & Sharaf-Eldin (2007) با بررسی تأثیر کودهای زیستی *Azotobacter* و *Pseudomonas* و مخلوط آن‌ها در گیاه رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) گزارش کردند که اعمال این تیمارهای کودی باعث افزایش قابل توجه ارتفاع بوته، شمار چتر، وزن خشک و عملکرد بذر و اسانس آن شد. Sanches Govin *et al.* (2005) در آزمایشی تأثیر کودهای زیستی را در دو گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria recutita*) و همیشه‌بهار (*Calendula officinalis*) بررسی و گزارش کردند که کاربرد این کودها در همیشه‌بهار باعث افزایش عملکرد و بهبود کیفیت گیاه شد، در حالی که در بابونه افزایش عملکرد را به همراه داشت، ولی تأثیری بر کیفیت آن نداشت.

قارچ ریشه (میکوریزا) از مهم‌ترین موجودهای همزیست با گیاهان هستند که به یک راسته مونوفیلیتیک^۲ به نام گلومرومیکوتا^۳ تعلق دارند و تا حدودی در همه بوم‌نظام‌های خشکی حضور دارند (Zhu *et al.*, 2010). قارچ قارچ‌ریشه همزیست اجباری بوده و با ۷۰ تا ۹۰ درصد گونه‌های گیاهی کره زمین همزیستی نشان می‌دهد و کربن مورد نیاز برای تکمیل چرخه زندگی‌شان را از گیاه میزبان به دست می‌آورد (Zhu *et al.*, 2010). Azimi *et al.* (2013) در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، کاربرد قارچ‌ریشه

1. Associative
2. Monophyletic Phylum
3. Glomeromycota

به مساحت حدود ۱۰۰۰ مترمربع به صورت کرت‌های دو بار خردشده در زمان در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. دو تاریخ کاشت (۲۰ اسفندماه ۱۳۹۰ و ۱۵ فروردین‌ماه ۱۳۹۱) در کرت‌های اصلی، سه نوع کود زیستی و شیمیایی قارچ‌ریشه (حاوی قارچ *Glomus mosseae*)، بیوسولفور (حاوی باکتری‌های *Thiobacillus spp.* با 10^8 CFU/ml^۱ در زمان تولید کود)، کود شیمیایی نیتروژن و شاهد) در کرت‌های فرعی، دو نوع روش کاشت (بذرکاری مستقیم و نشاکاری) در کرت‌های فرعی فرعی و زمان (سال زراعی دوم و سوم) در کرت‌های فرعی فرعی فرعی قرار گرفتند. ابعاد کرت‌های اصلی $4/80 \times 20$ متر، ابعاد کرت‌های فرعی $4/80 \times 5$ متر و ابعاد کرت‌های فرعی فرعی $4/80 \times 2/5$ متر در نظر گرفته شد. علت انتخاب گونه *Glomus mosseae* برای آزمایش، رایج بودن و پراکنش گسترده‌ی آن در نقاط مختلف جهان بود (Zhu et al., 2010). پیش از آغاز آزمایش‌های صحرائی، به منظور تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه‌برداری انجام گرفت (جدول ۱). با توجه به حاصل‌خیزی پایین خاک کشاورزی محل آزمایش (جدول ۱)، به منظور بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک، پیش از انجام عملیات آماده‌سازی زمین، برای همه کرت‌های آزمایشی به طور یکسان میزان ۴۰ تن در هکتار کود گاوی به کلی پوسیده به زمین داده شد، سپس با تأکید بر عملیات زراعی بوم‌شناختی، خاک‌ورزی کمینه انجام شد، بدین ترتیب که پس از انجام دیسک سبک، فاروهای به فاصله ۵۰ سانتی‌متر ایجاد و توسط کارگر مرتب شد. به دلیل کودی بودن ماهیت تیمارهای آزمایش، بین کرت‌های آزمایشی یک ردیف نکاشت و برای هر بلوک یک جوی جداگانه برای آبیاری، در نظر گرفته شد.

بسیاری در رشد، نمو و تولید گیاه طی فصل رشد داشته و یکی از مهم‌ترین عامل‌های مدیریتی در تولید همه محصولات است (Khichar & Niwas, 2006). بهترین تاریخ کاشت منجر به دستیابی به عملکرد بالاتری در مقایسه با دیگر تاریخ‌های کاشت می‌شود (Khajepoor, 2009). در یک پژوهش، تأثیر تاریخ‌های کشت مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی آنیسون (*Pimpinella anisum* L.) بررسی و گزارش شد که بوته‌های کشت‌شده در اول آوریل (معادل ۱۲ فروردین) عملکرد بیشتری در مقایسه با دیگر تاریخ‌های کشت داشتند، به طوری که حتی تأخیر دو هفته‌ای تاریخ کشت به شدت عملکرد و اجزای عملکرد گیاه را با کاهش مواجه ساخت (Ullah & Honermeier, 2013). در پژوهشی دیگر، تأثیر سه تاریخ کشت مختلف (۱۸ و ۲۹ آوریل و ۹ می) (معادل ۲۹ فروردین و ۹ و ۱۹ اردیبهشت) بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی کدو پوست‌کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) بررسی و گزارش شد، بیشترین عملکرد میوه در تاریخ کشت ۱۸ آوریل به دست آمد (Lotfi et al., 2012). در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، تاریخ کاشت ۵ مارس (معادل ۱۴ اسفند) منجر به تولید بیشترین ساقه فرعی، وزن هزاردانه و عملکرد دانه گیاه دارویی رازیانه در مقایسه با تاریخ‌های کشت ۲۰ مارس و ۵ آوریل (معادل ۲۹ اسفند و ۱۶ فروردین) شد.

با توجه به اهمیت دارویی گاوزبان ایرانی و جایگاه آن در صنایع آرایشی و دارویی (Sayyah et al., 2009) و همچنین محدود بودن اطلاعات در زمینه ویژگی‌های زراعی گاوزبان ایرانی و تأثیر نهاده‌های بوم‌شناختی بر ویژگی‌های کشاورزی بوم‌شناختی (اگرواکولوژیکی) این گیاه، این پژوهش با هدف ارزیابی تاریخ‌ها و روش‌های کاشت گاوزبان ایرانی در شرایط کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سه سال زراعی متوالی ۹۱-۱۳۹۰، ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ در ایستگاه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در زمینی

۱۳۹۱ به منظور تقویت رشد دوباره گیاه و ایجاد شرایط مساعد برای رشد گیاه در سال‌های بعد، کود بیوسولفور با آب آبیاری به خاک کرت‌های مربوطه اضافه شد.

نیاز کودی گاو زبان ایرانی برای نیتروژن از منبع شیمیایی، ۹۰ کیلوگرم در هکتار تعیین شد (Najafpoor Navae, 2002) که به صورت کود اوره نیمی از نیاز گیاه در زمان کاشت و نیم دیگر آن پس از انجام عملیات تنک به خاک مزرعه اضافه شد، ضمن اینکه در دومین و سومین سال زراعی (سال‌های زراعی ۱۳۹۱-۹۲ و ۱۳۹۲-۹۳) نیز همین میزان کود شیمیایی طی دو مرحله (آغاز رشد دوباره گیاه در سال دوم و سوم و مرحله چهار برگی) در اختیار گیاه قرار گرفت. برای رسیدن به تراکم مناسب، پس از رسیدن گیاه به مرحله چهار برگی عملیات تنک انجام گرفت. به منظور مدیریت و مهار علف‌های هرز، تنها سه نوبت و جین دستی در سال اول (به ترتیب ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز پس از کاشت) و یک نوبت و جین دستی در هر یک از سال‌های دوم و سوم (۳۰ روز پس از رشد دوباره گیاه در سال دوم و سوم) انجام شد. مهم‌ترین علف‌های هرز موجود در مزرعه، سلمه‌تره (*Chenopodium album*)، پیچک (*Convolvulus arvensis*)، خاکشیر شیرین (*Sisymbrium officinale*) بودند. در زمان آماده‌سازی زمین و در طول دوره رشد، هیچ‌گونه علف‌کش، آفت‌کش و قارچ‌کش شیمیایی استفاده نشد.

در سال‌های زراعی دوم و سوم (۱۳۹۱-۹۲ و ۹۳-۱۳۹۲)، از آغاز تا پایان فصل گلدهی، گل‌های همه سطح کرت‌های آزمایشی به صورت روزانه برداشت و وزن تر و خشک گل‌ها اندازه‌گیری شد. لازم به یادآوری است که منظور از برداشت گل، برداشت گلبرگ‌های گاو زبان ایرانی بود. مجموع وزن خشک گل‌ها در فرآیند دوره گلدهی به عنوان عملکرد گل در هر کرت در نظر گرفته شد، ضمن اینکه سه بوته از هر کرت به طور تصادفی انتخاب و در طول مرحله گلدهی شمار گل‌های آن‌ها شمارش شدند و وزن تر و خشک گل آن‌ها تعیین شد. به منظور حفظ کمیت و کیفیت مواد مؤثره گیاه، نمونه‌های گل در سایه و در دمای

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی

Table 1. Soil physical and chemical characteristics of experimental farm

Soil texture	Nitrogen (ppm)	Phosphorous (ppm)	Potassium (ppm)	pH	EC (dS.m ⁻¹)
Loam-Silt	15.2	12.9	423	7.1	1.2

برای تولید نشای مورد نیاز، از بذره‌های تهیه شده از ایستگاه تحقیقاتی گیاهان دارویی دانشگاه فردوسی مشهد آزمون جوانه‌زنی گرفته شد (بذرها درصد جوانه‌زنی ۹۸ درصد داشتند) و سپس در دو نوبت زمانی (۲۰ دی‌ماه ۱۳۹۰ و ۱۰ بهمن‌ماه ۱۳۹۰) (به ترتیب برای تأمین نشای مورد نیاز در تاریخ کشت اول و دوم)، در گلدان‌های پلاستیکی کوچک که حاوی خاک، ماسه و خاک پیت با نسبت وزنی ۳:۲:۱ بودند، در شرایط گلخانه کشت شد. نشاهای تولیدی در مرحله ۴ تا ۶ برگی برای نشاکاری و بذره‌های گاو زبان ایرانی برای کشت مستقیم به ترتیب در تاریخ‌های ۲۰ اسفندماه ۱۳۹۰ و ۱۵ فروردین‌ماه ۱۳۹۱ در ردیف‌هایی به فاصله ۵۰ سانتی‌متر کشت شدند. فاصله روی ردیف برای کشت نشاها ۴۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در کشت مستقیم شمار ۳ تا ۵ بذر در هر کپه به فاصله ۴۰ سانتی‌متر روی ردیف کشت شد. نخستین آبیاری بی‌درنگ پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر هفت روز یک‌بار تا آخر فصل رشد به روش کرتی انجام شد.

به منظور تلقیح قارچ‌ریشه، خاک حاوی این قارچ‌ها به میزان ۲۰ گرم به‌ازای هر بوته در هنگام کاشت زیر بذرها و درون کپه‌های حفر شده برای کشت نشا قرار داده شد. هم‌زمان با کاشت و به منظور اعمال بیوسولفور، بذرها، به خوبی با این کود به میزان ۲ لیتر در هکتار (بر پایه توصیه شرکت سازنده) آغشته و هر یک از نشاها به مدت ۱۵ دقیقه در شرایط استاندارد (تاریکی و به دور از نور مستقیم خورشید) (Kennedy *et al.*, 2004) در مایه تلقیح خیس‌انده شد، ضمن اینکه برای افزایش کارایی بیوسولفور، ۴۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار (Thomas, 1984) به خاک کرت‌های مربوطه اضافه شد. لازم به یادآوری است که در اسفندماه

شمار گل در بوته در تاریخ کاشت اسفند ۱۲ درصد بیشتر از تاریخ کاشت فروردین بود (جدول ۴). تأثیر روش کاشت بر وزن خشک گل و شمار گل در بوته معنی‌دار بود، به طوری که در شرایط بذرکاری وزن خشک گل و شمار گل در بوته به ترتیب ۱۰ و ۸ درصد در مقایسه با نشاکاری افزایش یافت (جدول ۲). از نظر شمار گل در بوته، بذرکاری و نشاکاری گاوزبان ایرانی در تاریخ کاشت اسفند تفاوت چندانی با یکدیگر نداشت، ولی بذرکاری در تاریخ کاشت فروردین منجر به تولید شمار گل در بوته بیشتری نسبت به شرایط نشاکاری شد (جدول ۵).

در هر دو روش کاشت مورد بررسی کودهای زیستی و شیمیایی نقش مثبتی در بهبود وزن خشک گل و شمار گل در بوته ایفا کردند، به عنوان مثال کود بیوسولفور وزن خشک گل در بوته را به ترتیب ۳۵ و ۵۱ درصد در روش‌های کاشت بذرکاری و نشاکاری افزایش داد (جدول ۶).

در بررسی اثر متقابل تاریخ و روش کاشت و کودهای زیستی و شیمیایی مختلف مشاهده شد که اگر چه در هر دو تاریخ و هر دو روش کاشت همه کودهای زیستی و شیمیایی مورد بررسی افزایش وزن خشک گل در بوته را در پی داشتند، ولی بیشترین وزن خشک گل در بوته (۱۸ گرم در بوته) هنگامی به دست آمد که در تاریخ کاشت اسفند از روش بذرکاری استفاده و خاک مزرعه با کود قارچ‌ریشه تیمار شد (جدول ۷).

نتایج آزمایش نشان داد، در تاریخ کاشت اسفند تأثیر کودهای زیستی در بهبود شمار گل در بوته در روش بذرکاری بیشتر از روش نشاکاری بود، به طوری که در این تاریخ کاشت کاربرد کودهای قارچ‌ریشه و بیوسولفور به ترتیب منجر به افزایش ۴ و ۵ درصدی شمار گل در بوته نسبت به کاربرد کودهای همسان در روش نشاکاری شد (جدول ۷). با توجه به نتایج جدول ۷، در شرایط بذرکاری و کاربرد کود شیمیایی، شمار گل در بوته در تاریخ کاشت فروردین بیشتر از تاریخ کاشت اسفند بود، در حالی که در شرایط نشاکاری کاربرد کود شیمیایی در تاریخ کاشت اسفند مؤثرتر از کاربرد این کود در تاریخ کاشت فروردین بود.

محیط خشک شدند. برای تعیین عملکرد دانه و عملکرد ماده خشک، بوته‌های همه سطح کرت‌های آزمایشی با رعایت تأثیر حاشیه‌ای از سطح زمین برداشت و وزن دانه و عملکرد ماده خشک آن‌ها تعیین شد. شاخص برداشت گل و دانه به ترتیب از درصد نسبت عملکرد گل و دانه به عملکرد ماده خشک به دست آمد.

تجزیه و تحلیل واریانس داده‌ها (ANOVA) و ترسیم نمودارها با کاربرد نرم‌افزارهای SAS Ver. 9.1، MS Excel Ver. 11 و Slide Write Ver. 2 و مقایسه میانگین‌ها با کاربرد آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. لازم به یادآوری است که با توجه به چندساله بودن گاوزبان ایرانی و گردآوری داده‌ها در دو سال زراعی (۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲)، برای نشان دادن تأثیر سال در نتایج، تجزیه داده‌ها به صورت کرت‌های خردشده (اسپلیت پلات) در زمان انجام شد.

نتایج و بحث

وزن گل خشک و شمار گل در بوته

کودهای زیستی و شیمیایی به طور معنی‌داری بر وزن خشک گل و شمار گل در بوته تأثیر داشت، به طوری که همه کودهای زیستی و شیمیایی منجر به افزایش صفات یادشده شدند، به این ترتیب که کودهای قارچ‌ریشه، بیوسولفور و شیمیایی وزن خشک گل در بوته را به ترتیب ۴۸، ۴۳ و ۳۰ درصد و شمار گل در بوته را به ترتیب ۴۲، ۴۱ و ۲۳ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۲).

در هر دو سال زراعی، کودهای زیستی از نظر وزن خشک گل و شمار گل در بوته نسبت به کود شیمیایی برتری داشتند، به عنوان مثال کودهای قارچ‌ریشه و بیوسولفور به ترتیب منجر به افزایش ۲۶ و ۲۰ درصدی وزن خشک گل در بوته در سال زراعی دوم و افزایش ۲۵ و ۲۳ درصدی شمار گل در بوته در سال زراعی سوم در مقایسه با کود شیمیایی شدند (جدول ۳).

کودهای زیستی و شیمیایی در هر دو تاریخ کاشت تأثیر مثبتی بر وزن خشک گل و شمار گل در بوته داشتند، که البته تأثیر کاربرد کود شیمیایی در بهبود

سنبله در بوته هنگامی به دست آمد که از تیمار قارچ‌ریشه افزون بر *Azotobacter* به همراه ۴۴ کیلوگرم در هکتار اوره استفاده شد (Ghasemi et al., 2013). گوگرد یکی از عنصرهای پرمصرف برای گیاه بوده که از وظایف مهم آن می‌توان به دخالت این عنصر در بسیاری از فعالیت‌های آنزیمی و نیز شرکت آن در ساختمان شیمیایی بسیاری از اسیدهای آمینه مانند متیونین و سیستئین اشاره کرد (Salardini, 1995). Besharati et al. (2011) در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، میزان جذب نیتروژن، فسفر و گوگرد به دنبال کاربرد گوگرد و تیوباسیلوس روندی افزایشی داشت. Agha Alikhani et al. (2013) در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، کاربرد تیمار ترکیبی بیوسولفور و بیوفسفر وزن گل خشک سرخارگل را ۱۷ درصد نسبت به شاهد افزایش داد.

قارچ‌ریشه ضمن بهبود جذب عنصرهای غذایی به‌ویژه فسفر (Roesti et al., 2006)، باعث بهبود ساختار خاک (Rillig & Mummey, 2006) و افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی (Marulanda et al., 2007) می‌شود و احتمال دارد مجموعه‌ای از عامل‌های یادشده منجر به بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه در شرایط کاربرد قارچ‌ریشه شوند. Azimi et al. (2013) در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، کاربرد قارچ‌ریشه (*Glomus mosseae*) در کشت و کار آویشن افزایش ۲۰ درصدی استقرار گیاه را در مقایسه با شاهد در پی داشت. در پژوهش دیگری، اثر کودهای زیستی و اوره بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه بررسی و گزارش شد که کاربرد قارچ‌ریشه سبب افزایش ۶۷ درصدی شمار پنجه در بوته در مقایسه با شاهد شد و بیشترین شمار

جدول ۲. مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد گاوزبان ایرانی تحت تأثیر اثر ساده تاریخ و روش‌های کاشت و کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی

Table 2. Mean comparison of yield and yield components of Iranian Ox-tongue affected by simple effect of planting date and methods and application of bio and chemical fertilizers

	Flower weight per plant (g)	Flower number per plant	Dry flower yield (kg.ha ⁻¹)	Seed yield (kg.ha ⁻¹)	Dry matter yield (kg.ha ⁻¹)	Flower harvest index (%)	Seed harvest index (%)
Planting dates							
10 March 2012	13.42a	1443a	740.35a	989.46a	3181.76a	23.14a	30.99a
3 April 2012	12.86a	1384a	698.32a	957.44a	3078.80a	22.50a	30.74a
Different fertilizers							
Mycorrhiza	16.59a	1708a	887.14a	1180.16a	3555.08a	24.96a	34.48a
Biosulfur	15.12a	1668a	811.87b	1143.45a	3334.59b	24.49a	33.21a
Chemical fertilizer	12.23b	1287b	678.24c	895.37b	3238.74b	20.96b	28.24b
Control	8.61c	990c	500.07d	674.82c	2392.70c	20.88b	27.54b
Planting methods							
Seeding cultivation	13.82a	1476a	753.84a	1013.34a	3252.75a	23.08a	31.06a
Transplanting cultivation	12.46b	1351b	684.82b	933.57b	3007.81b	22.57a	30.68a
Year							
Second	13.73a	1433a	736.28a	993.88a	3152.45a	23.25a	31.36a
Third	12.54b	1394b	702.37b	953.01b	3108.12a	22.40b	30.38b

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

In each column and for each simple effect, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level.

جدول ۳. مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد گاوزبان ایرانی تحت تأثیر کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی در دو سال زراعی

Table 3. Mean comparison of yield and yield components of Iranian Ox-Tongue affected by application of bio and chemical fertilizers in 2 agronomic year

	Flower weight per plant (g)	Flower number per plant	Dry flower yield (kg.ha ⁻¹)	Seed yield (kg.ha ⁻¹)	Dry matter yield (kg.ha ⁻¹)	Flower harvest index (%)	Seed harvest index (%)
Second year							
Mycorrhiza	17.25a	1722a	902.81a	1197.35a	3575.2a	25.25a	33.52ab
Biosulfur	15.90ab	1690a	831.47ab	1171.84a	3336.0ab	25.20a	35.49a
Chemical fertilizer	12.77cd	1310b	696.63c	913.84b	3273.4ab	21.33b	27.82c
Control	9.01e	1010c	514.22d	692.53c	2425.2c	21.20b	28.61c
Third year							
Mycorrhiza	15.92ab	1694a	871.48ab	1162.98a	3534.9ab	24.66a	32.89b
Biosulfur	14.34bc	1647a	792.26b	1115.07a	3333.1ab	23.77a	33.48ab
Chemical fertilizer	11.69d	1265b	659.85c	876.90b	3204.1b	20.60b	27.26c
Control	8.21e	970c	485.91d	657.12c	2360.3c	20.56b	27.88c

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

In each column and for each simple effect, means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level.

جدول ۴. مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد گاوزبان ایرانی تحت تأثیر اثر متقابل تاریخ‌های مختلف کاشت و کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی

Table 4. Mean comparison of yield and yield components of Iranian Ox-Tongue affected by interaction effect of different planting date and application of bio and chemical fertilizers

	Flower weight per plant (g)	Flower number per plant	Dry flower yield (kg.ha ⁻¹)	Seed yield (kg.ha ⁻¹)	Dry matter yield (kg.ha ⁻¹)	Flower harvest index (%)	Seed harvest index (%)
10 March 2012							
Mycorrhiza	16.86a	1699a	908.31a	1167a	3515.8ab	25.84a	33.19a
Biosulfur	15.90ab	1707a	850.40a	1162a	3416.4ab	24.95a	33.22a
Chemical fertilizer	12.55cd	1373b	706.84bc	946b	3416.5ab	20.78b	27.80b
Control	8.37e	994d	495.83d	682d	2378.4d	20.97b	28.87b
3 April 2012							
Mycorrhiza	16.32a	1717a	865.98a	1193a	3594.4a	24.07a	34.10a
Biosulfur	14.34bc	1630a	773.34b	1124a	3252.8bc	24.02a	34.86a
Chemical fertilizer	11.91d	1202c	649.65c	844c	3061.0c	21.14b	27.27b
Control	8.85e	986d	504.30d	667d	2407.0d	20.79b	27.61b

در هر ستون، میانگین‌های دارای دست‌کم 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.

جدول ۵. مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد گاوزبان ایرانی تحت تأثیر اثر متقابل تاریخ‌ها و روش‌های مختلف کاشت

Table 5. Mean comparison of yield and yield components of Iranian Ox-Tongue affected by interaction effect of different planting dates and methods

	Flower weight per plant (g)	Flower number per plant	Dry flower yield (kg.ha ⁻¹)	Seed Yield (kg.ha ⁻¹)	Dry matter Yield (kg.ha ⁻¹)	Flower harvest Index (%)	Seed harvest index (%)
10 March 2012							
Seeding cultivation	13.65a	1454ab	751.98a	984.35ab	3195.7a	23.23a	30.48a
Transplanting cultivation	13.19a	1433ab	728.71ab	994.57ab	3167.8a	23.04a	31.50a
3 April 2012							
Seeding cultivation	13.99a	1498a	755.69a	1042.33a	3309.8a	22.92a	31.64a
Transplanting cultivation	11.73a	1269b	640.94b	872.56b	2847.8b	22.09a	29.85a

در هر ستون، میانگین‌های دارای دست‌کم 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.

جدول ۶. مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد گاوزبان ایرانی تحت تأثیر اثر متقابل روش‌های مختلف کاشت و کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی

Table 6. Mean comparison of yield and yield components of Iranian Ox-Tongue affected by interaction effect of different planting methods and application of bio and chemical fertilizers

	Flower weight per plant (g)	Flower number per plant	Dry flower yield (kg.ha ⁻¹)	Seed Yield (kg.ha ⁻¹)	Dry matter yield (kg.ha ⁻¹)	Flower harvest index (%)	Seed harvest index (%)
Seeding cultivation							
Mycorrhiza	17.45a	1722a	927.27a	1184.98a	3610.5a	25.72a	32.83b
Biosulfur	14.93bc	1676a	808.03b	1154.64a	3321.2ab	24.53a	35.06a
Chemical fertilizer	13.21c	1438b	727.12c	971.94b	3417.8a	21.31b	28.47c
Control	9.69d	1068c	552.92e	741.79c	2661.4c	21.02b	27.88c
Transplanting cultivation							
Mycorrhiza	15.73ab	1693a	847.02b	1175.35a	3499.7a	24.19a	33.58ab
Biosulfur	15.32b	1661a	815.71b	1132.27a	3348.0a	24.44a	33.91ab
Chemical fertilizer	11.25d	1137c	629.37d	818.79c	3059.6b	20.61b	26.61c
Control	7.54e	913d	447.21f	607.85d	2124.0d	21.02b	28.60c

در هر ستون، میانگین‌های دارای دست‌کم 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.

وضعیت مطلوب‌تری نسبت به شرایط نشاکاری داشتند، ضمن اینکه هزینه‌های تولید نشا به‌مراتب بالاتر از بذركاری آن بود، ولی در بذركاری صرفه‌جویی بیشتری در وقت نسبت به شرایط نشاکاری وجود داشت.

از آنجایی‌که بذرهای کشت‌شده در هر دو تاریخ کاشت با درصد بالایی سبز شدند و با توجه به تنش نسبی وارده به گیاهچه‌ها هنگام انتقال از خزانه به مزرعه، بیشتر صفات مورد بررسی در شرایط بذركاری

عملکرد گل خشک

تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی مختلف بر عملکرد گل خشک معنی دار بود، به طوری که همه کودهای زیستی و شیمیایی مورد بررسی منجر به افزایش عملکرد گل خشک نسبت به شاهد شدند، به این ترتیب که عملکرد گل خشک در کودهای قارچریشه (*Glomus mosseae*)، بیوسولفور و شیمیایی به ترتیب ۴۴، ۳۸ و ۲۶ درصد در مقایسه با شاهد افزایش یافت (جدول ۲). در هر دو سال زراعی، کودهای زیستی تأثیر مثبت بیشتری در بهبود عملکرد گل خشک نسبت به کود شیمیایی داشتند، به طوری که کاربرد قارچریشه و بیوسولفور عملکرد گل خشک را به ترتیب ۲۳ و ۱۶ درصد در سال زراعی دوم و به ترتیب ۲۴ و ۱۷ درصد در سال زراعی سوم در مقایسه با کود شیمیایی افزایش داد (جدول ۳). اگر چه در هر دو تاریخ کاشت مورد بررسی، همه کودهای زیستی و شیمیایی افزایش عملکرد گل خشک را نسبت به شاهد همراه داشتند، ولی بیشترین میزان عملکرد گل خشک در تیمار قارچریشه به دست آمد (جدول ۴).

در بین عامل‌های محیطی مؤثر در رشد، تعیین تاریخ کاشت به منظور دستیابی به استقرار خوب گیاه در مزرعه اولویت دارد، زیرا تاریخ کاشت به طور مؤثری قدرت نمو دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و به ازای تاریخ‌های مختلف کاشت، مرحله‌های رشدی گیاه در معرض تغییر شرایط محیطی قرار می‌گیرد (Khajepoor, 2009). Mellati *et al.* (2005) تأثیر تاریخ‌های مختلف کاشت (بهاره، پاییزه و زمستانه) را بر رفتارهای جوانه‌زنی گیاه دارویی باریجه (*Ferula gummosa*) بررسی و گزارش کردند، بیشترین درصد بوته‌های سبز شده در دو تاریخ کاشت پاییزه و زمستانه مشاهده شد و هیچ بذری در تاریخ کاشت بهاره سبز نشد. Ghani *et al.* (2011) در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، تأثیر تاریخ کاشت بومادران (*Achillea millefolium*) بر همه صفات کمی و کیفی معنی دار بود و بیشترین وزن خشک گل در بوته، عملکرد زیست‌توده و عملکرد اسانس در تاریخ کاشت ۱۰ مرداد به دست آمد.

جدول ۷. مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد گاوزبان ایرانی تحت تأثیر اثر متقابل تاریخ‌ها و روش‌های مختلف کاشت و کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی

Table 7. Mean comparison of yield and yield components of Iranian Ox-Tongue affected by interaction effect of different planting dates and methods and application of bio and chemical fertilizers

		Flower weight per plant (g)	Flower number per plant	Dry flower yield (kg.ha ⁻¹)	Seed yield (kg.ha ⁻¹)	Dry matter yield (kg.ha ⁻¹)	Flower harvest index (%)	Seed harvest index (%)
10 March 2012								
Seeding cultivation	Mycorrhiza	17.99a	1735a	951.76a	1151.12ab	3534.62bc	26.96a	32.54bc
	Biosulfur	16.14a-c	1754a	869.56a-c	1191.11ab	3557.28bc	24.62a-d	33.48bc
	Chemical fertilizer	11.68ef	1291f	670.50e	887.45e	3079.30e	21.77c-f	28.81de
	Control	8.78gh	1034h	516.11fg	707.71fg	2611.68f	19.77f	27.09e
10 March 2012								
Transplanting cultivation	Mycorrhiza	15.72a-d	1663bc	864.87bc	1183.13ab	3496.96c	24.48a-d	33.84b
	Biosulfur	15.66a-d	1659bc	831.24b-d	1132.88b	3275.51d	25.46ab	34.73ab
	Chemical fertilizer	13.42de	1455e	743.17de	1005.92d	3753.61a	19.80f	26.80e
	Control	7.96h	954i	475.56gh	656.36gh	2145.17h	22.18c-f	30.65cd
3 April 2012								
Seeding cultivation	Mycorrhiza	16.90ab	1709ab	902.79ab	1218.83a	3686.36ab	24.72a-c	33.12bc
	Biosulfur	13.71c-e	1597cd	746.50de	1118.17bc	3085.17e	24.44a-d	36.64a
	Chemical fertilizer	14.74b-d	1585d	783.74cd	1056.43cd	3756.39a	20.86ef	28.12de
	Control	10.59fg	1101g	589.73f	775.88f	2711.20f	21.71c-f	28.67de
3 April 2012								
Transplanting cultivation	Mycorrhiza	15.73a-d	1724ab	829.17b-d	1167.57ab	3502.39c	23.66b-e	33.33bc
	Biosulfur	14.98b-d	1663bc	800.17cd	1131.66b	3420.43cd	23.42b-e	33.09bc
	Chemical fertilizer	9.09gh	819j	515.56fg	631.67h	2365.67g	21.42d-f	26.42e
	Control	7.11h	871j	418.87h	559.34i	2102.77h	19.86f	26.56e

در هر ستون، میانگین‌های دارای دست‌کم 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.

مورد بررسی، در سال زراعی دوم بیشتر از سال زراعی سوم بود (جدول ۳). به نظر می‌رسد که اختلاف شرایط آب و هوایی دو سال زراعی مورد بررسی (جدول ۸) تفاوت ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه را در این دو سال در پی داشت، به طوری که به دلیل مساعدتر بودن شرایط آب و هوایی در سال زراعی دوم، عملکرد گل خشک در این سال بیشتر از سال زراعی سوم بود.

فسفر یکی از عنصرهای غذایی ضروری برای بهبود رشد کیفی و کمی گیاهان به شمار می‌رود که کمبود آن کاهش ۳۰ تا ۴۰ درصدی عملکرد (Vance et al., 2003) و افت گلدهی رزماری (*Rosemarinus officinalis*) (Sardans et al., 2005) را موجب می‌شود.

یکی از راهکارهای مؤثر در زمینه بهبود فراهمی و افزایش دسترسی به این عنصر پرمصرف، تلقیح گیاه با قارچ‌ریشه است. مشخصه این همزیستی، از یک سو انتقال کربن تولیدشده توسط گیاه به قارچ و از سوی دیگر انتقال مواد مغذی جذب شده توسط قارچ به گیاه بوده که منجر به بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه می‌شود. گسترش شبکه توده ریشه (میسیلیومی) قارچ، گیاه را قادر می‌سازد که آب و مواد غذایی کافی را جذب کرده و در مقابل تنش‌های محیطی مانند خشکی، شوری و آلودگی و بیماری‌های ریشه از گیاه محافظت می‌کند (Zhu et al., 2010).

برخی محققان (Azcon-Aguilar & Barea, 1996) به تأثیر مثبت قارچ‌ریشه بر مهار عامل‌های بیماری‌زا اشاره کرده‌اند. گوگرد به دلیل ظرفیت اکسید شدن و تولید اسیدسولفوریک، قابلیت لازم برای کاهش pH خاک را دست‌کم در مقیاس کوچک اطراف ذرات خود داشته و بنابراین می‌تواند به‌ویژه در منطقه فراریشه در انحلال ترکیب‌های غذایی نامحلول و آزاد شدن عنصرهای ضروری مؤثر واقع شود (Kaya et al., 2009).

عملکرد گل خشک به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر روش کاشت قرار گرفت، به طوری که بذرکاری گیاه افزایش ۹ درصدی عملکرد گل خشک را نسبت به نشاکاری آن به همراه داشت (جدول ۵). کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی در هر دو روش کاشت در بهبود عملکرد گل خشک مؤثر بود، به طوری که کودهای قارچ‌ریشه، بیوسولفور و شیمیایی عملکرد گل خشک را به ترتیب ۴۰، ۳۲ و ۲۴ درصد در روش بذرکاری و به ترتیب ۴۷، ۴۵ و ۲۹ درصد در روش نشاکاری نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۶). تأثیر کودهای قارچ‌ریشه و شیمیایی در روش بذرکاری بیشتر از روش نشاکاری بود، به این ترتیب که کاربرد کودهای قارچ‌ریشه و شیمیایی در شرایط بذرکاری به ترتیب منجر به افزایش ۹ و ۱۳ درصدی عملکرد گل خشک نسبت به کاربرد کودهای همسان در روش نشاکاری شد (جدول ۶).

در بررسی اثر متقابل تاریخ و روش کاشت و کودهای زیستی و شیمیایی مختلف مشاهده شد، بیشترین عملکرد گل خشک (۹۵۲ کیلوگرم در هکتار) در شرایط کاربرد قارچ‌ریشه در تاریخ کاشت اسفند و در روش بذرکاری به دست آمد و نشاکاری در فروردین‌ماه در شرایط بدون کاربرد کود منجر به تولید کمترین عملکرد گل خشک (۴۱۹ کیلوگرم در هکتار) شد (جدول ۷). در هر دو روش کاشت و هر دو تاریخ کاشت مورد بررسی، کودهای زیستی و شیمیایی تأثیر مطلوبی در بهبود عملکرد گل خشک داشتند، به‌عنوان مثال قارچ‌ریشه در شرایط بذرکاری در تاریخ کاشت اسفند افزایش ۴۶ درصدی عملکرد گل خشک را نسبت به شاهد سبب شد و بیوسولفور در شرایط نشاکاری در تاریخ کاشت فروردین عملکرد گل خشک را ۴۸ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد (جدول ۷).

عملکرد گل خشک در همه تیمارهای تغذیه‌ای

جدول ۸. میانگین ماهیانه دما و بارندگی مشهد در سال‌های ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳

Table 8. Monthly average of temperature and rainfall in Mashhad in 2014 and 2015 years

Year	Month of year	March 21	April 21	May 22	June 22	July 23	August 23	September 23	February 20
		To	To	to	to	To	to	To	To
		April 20	May 21	June 21	July 22	August 22	September 22	October 22	March 20
2014	Average of temperature (°C)	13.6	18.6	25.0	27.8	27.4	24.9	19.2	7.8
	Rainfall (mm)	18.6	23.5	14.9	0	2.4	0	11.4	37.3
2015	Average of temperature (°C)	12.5	22.3	25.1	28.6	27.5	24.8	18.1	-
	Rainfall (mm)	67.4	24.2	22	0	0	0	16.7	-

هفته‌ای تاریخ کشت به شدت عملکرد و اجزای عملکرد گیاه را با کاهش روبه‌رو ساخت (Ullah & Honermeier, 2013). در پژوهشی دیگر، تأثیر سه تاریخ کشت مختلف (۱۸ و ۲۹ آوریل و ۹ می) (معادل ۲۹ فروردین و ۹ و ۱۹ اردیبهشت) بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی کدو پوست‌کاغذی بررسی و گزارش شد، بیشترین عملکرد میوه در تاریخ کشت ۱۸ آوریل به دست آمد (Latifi et al., 2012).

به‌نظر می‌رسد که به علت برف و یخبندانی که در اواخر اسفندماه ۱۳۹۰ رخ داد، برخی از نشاهای کشت‌شده با تنش روبه‌رو شدند، درحالی‌که ظهور گیاهچه‌های ناشی از بذرکاری گیاه در اسفند، پس از رخداد یخبندان زمستانه بود، در نتیجه بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه در شرایط بذرکاری نسبت به شرایط نشاکاری منطقی به نظر می‌رسد. گزارش شد که بذرکاری گیاه دارویی رازک (*Humulus lupulus L.*) استقرار گیاه را به میزان ۸۱ درصد نسبت به قلمه‌کاری آن بهبود بخشید (Hoseini, 2011).

عملکرد دانه

تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد دانه معنی‌دار بود، به‌طوری‌که کاربرد کودهای قارچ‌ریشه، بیوسولفور و شیمیایی به‌ترتیب منجر به افزایش ۴۳، ۴۱ و ۲۵ درصدی عملکرد دانه نسبت به شاهد شد (جدول ۲). کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی در هر دو تاریخ کاشت مورد بررسی افزایش عملکرد دانه را نسبت به شاهد در پی داشت، ولی تأثیر کود شیمیایی در بهبود عملکرد دانه در تاریخ کاشت اسفند به‌طور بارزتری در مقایسه با تاریخ کاشت فروردین نمایان شد، به‌طوری‌که کاربرد کود شیمیایی در تاریخ کاشت اسفند، افزایش ۱۱ درصدی عملکرد دانه را نسبت به کاربرد این کود در تاریخ کاشت فروردین سبب شد (جدول ۴).

بررسی اثر متقابل تاریخ و روش کاشت نشان داد، بذرکاری گاوزبان ایرانی در تاریخ کاشت فروردین منجر به تولید عملکرد دانه بیشتری در مقایسه با نشاکاری آن شد (جدول ۵). عملکرد دانه در هر دو روش کاشت بذرکاری و نشاکاری در شرایط کاربرد

اکسایش (اکسیداسیون) زیستی گوگرد در خاک، به‌طور عمده توسط باکتری‌های تیوباسیلوس انجام می‌شود، ولی جمعیت این باکتری‌ها در خاک‌های ایران به‌دلیل پایین بودن میزان مواد آلی و نبود کاربرد مایهٔ تلقیح آن‌ها بسیار ناچیز است (Kariminia & Shahrestani, 2003). لذا کاربرد کودهایی مانند بیوسولفور که حاوی باکتری‌های تیوباسیلوس هستند در کشت و کار گیاهان مختلف ضروری به‌نظر می‌رسد. در یک پژوهش گزارش شد که کاربرد همزمان مایهٔ تلقیح تیوباسیلوس و *Bradyrhizobium* منجر به افزایش عملکرد گیاه سویا (*Glycine max L.*) شد (Ghorbani Nasrabadi et al., 2002). در پژوهش دیگری بیشترین و کمترین عملکرد گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria Chamomilla L.*) به‌ترتیب در تیمارهای بیوسولفور و شاهد گزارش شد (Dehghani Meshkani et al., 2011). در نتایج یک پژوهش (Khorramdel et al., 2011) گزارش کردند، تلقیح گیاه دارویی سیاه‌دانه با انواع کودهای زیستی و قارچ‌ریشه ویژگی‌های رشدی و عملکرد گیاه را بهبود بخشید. بررسی کاربرد منفرد و تلفیقی کودهای زیستی، شیمیایی و آلی در گیاه دارویی ماریتیغال (*Silybum marianum L.*) نشان داد، بیشترین و کمترین میزان عملکرد به ترتیب در تیمارهای قارچ‌ریشه و قارچ‌ریشه افزون بر کود شیمیایی به دست آمد (Eskandari Nasrabadi et al., 2014).

انتخاب تاریخ کاشت درست برای گیاهان دارویی اهمیت بسیاری داشته و تاریخ کاشت باید بر پایهٔ آب‌وهوای هر منطقه به‌طور جداگانه بررسی و تعیین شود. هدف از تعیین تاریخ کاشت، یافتن زمان کاشت مطلوب یک گیاه است، به‌طوری‌که مجموعهٔ عامل‌های محیطی در آن زمان برای سبز شدن و استقرار و بقای گیاهچه مناسب باشد و گیاه با شرایط نامساعد محیطی برخورد نکند (Khichar & Niwas, 2006). در یک پژوهش، تأثیر تاریخ‌های کشت مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی آنیسون بررسی و گزارش شد که بوته‌های کشت‌شده در اول آوریل (معادل ۱۲ فروردین) عملکرد بیشتری در مقایسه با دیگر تاریخ‌های کشت دارند، به‌طوری‌که حتی تأخیر دو

همراه کاربرد کود شیمیایی NPK (به ترتیب به میزان ۳۰، ۳۰ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار) به دست آمد. در یک پژوهش دیگر تأثیر بیوسولفور در جذب عنصرهای غذایی و عملکرد سویا بررسی و گزارش شد که کاربرد ۳ تن در هکتار گوگرد به همراه مایهٔ تلقیح تیوباسیلوس منجر به تولید بیشترین عملکرد دانه شد (Babayee *et al.*, 2012). در نتایج پژوهش دیگری (Jahan *et al.*, 2012) گزارش کردند که اگر چه ضریب خاموشی نور در کنگد در حالت بدون کاربرد کود بیشتر از ضریب خاموشی نور در شرایط کاربرد کودهای زیستی بود، ولی به دلیل کارایی مصرف نور بیشتر در نتیجهٔ کاربرد بیوسولفور نسبت به شاهد، عملکرد دانه، عملکرد مادهٔ خشک و شاخص برداشت در شرایط کاربرد این کود به طور معنی داری بیشتر از شاهد بود.

تاریخ کاشت به عنوان یک عامل مؤثر بر طول دورهٔ رشد رویشی و زایشی باعث ایجاد توازن بین آن‌ها شده و بر دیگر عامل‌های تولید، کیفیت برداشت و در نهایت عملکرد تأثیر می‌گذارد. در گیاهان زراعی دانه‌ای، برای دستیابی به ظرفیت بالای عملکرد دانه باید بین میزان رشد پیش و پس از گرده‌افشانی توازن وجود داشته باشد، لذا انتخاب تاریخ کاشت مناسب در این گیاهان ضروری به نظر می‌رسد (Khichar & Niwas, 2006). Tabrizi (2007) در نتایج بررسی خود گزارش کرد، نشاکاری آویشن نسبت به بذکاری مستقیم منجر به افزایش سازگاری گیاه شد، به طوری که آویشن واکنش مطلوب تری نسبت به اعمال تیمارهای آبیاری و سطوح دامی نشان داد. در گیاه دارویی انیسون تاریخ کاشت زودتر در اوایل بهار، عملکرد بذر بیشتری نسبت به کشت دیرهنگام آن تولید کرد (Zehtabsalmasi *et al.*, 2004).

عملکرد مادهٔ خشک

کودهای زیستی و شیمیایی به طور معنی داری بر عملکرد مادهٔ خشک تأثیر داشت، به طوری که در هر دو سال زراعی بیشترین (به ترتیب ۳۵۷۵ و ۳۵۳۴ کیلوگرم در هکتار در سال زراعی دوم و سوم) و کمترین (به ترتیب ۲۴۲۵ و ۲۳۶۰ کیلوگرم در هکتار

کودهای زیستی به میزان قابل توجهی افزایش یافت، به طوری که کودهای قارچ‌ریشه و بیوسولفور عملکرد دانه را به ترتیب ۳۷ و ۳۶ درصد در روش بذکاری و به ترتیب ۴۸ و ۴۶ درصد در روش نشاکاری نسبت به شاهد بهبود بخشیدند (جدول ۶). در بررسی اثر متقابل تاریخ و روش کاشت و کودهای زیستی و شیمیایی مشاهده شد که در تاریخ کاشت اسفند، کود شیمیایی در روش نشاکاری نقش مثبت بیشتری در بهبود عملکرد دانه نسبت به روش بذکاری ایفا کرد، در حالی که کاربرد این کود در تاریخ کاشت فروردین عملکرد دانهٔ بیشتری در روش بذکاری نسبت به روش نشاکاری دارد (جدول ۷).

کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی در هر دو تاریخ و هر دو روش کاشت افزایش عملکرد دانه را نسبت به شاهد در پی داشت، به عنوان مثال کاربرد کودهای قارچ‌ریشه، بیوسولفور و شیمیایی در شرایط نشاکاری گاوزبان ایرانی در تاریخ کاشت اسفند به ترتیب منجر به افزایش ۴۵، ۴۲ و ۳۵ درصدی عملکرد دانه در مقایسه با شاهد شد (جدول ۷).

قارچ‌ریشه احتمال دارد از راه بهبود تولید مواد تحریک‌کنندهٔ رشد و هورمون‌های گیاهی و بهبود ساختمان خاک (Cardoso & Kuyper, 2006) منجر به بهبود ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه شود. تأثیر مثبت گوگرد و مایهٔ تلقیح تیوباسیلوس بر عملکرد دانهٔ گاوزبان ایرانی می‌تواند به نقش مستقیم عنصر گوگرد در تغذیهٔ گیاه از یک سو و به تأثیر گوگرد در کاهش موضعی pH خاک و انحلال عنصرهای تثبیت‌شده در خاک و در نهایت افزایش جذب این عناصر توسط گیاه از سوی دیگر مرتبط باشد (Zapata & Roy, 2004).

Mahfooz & Ghorbani *et al.* (2013) و

Sharaf-Eldin (2007) در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، تیمار استفادهٔ همزمان آزوسپریلیوم و قارچ‌ریشه منجر به تولید بیشترین عملکرد دانهٔ گیاه دارویی رازیانه شد. Kumar *et al.* (2011) در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، بیشترین ارتفاع بوته، شمار سنبله در بوته، وزن هزاردانه و عملکرد دانهٔ اسفرزه در تیمار قارچ‌ریشه افزون بر *Azotobacter* به

کود شیمیایی در شرایط بذرکاری و کود قارچریشه در شرایط نشاکاری منجر به تولید بیشترین عملکرد ماده خشک شدند (جدول ۷). در تاریخ کاشت اسفند کارایی کود بیوسولفور در روش بذرکاری بیشتر از روش نشاکاری بود، ولی در تاریخ کاشت فروردین کاربرد بیوسولفور در روش نشاکاری عملکرد ماده خشک بیشتری را نسبت به روش بذرکاری سبب شد (جدول ۷). از آنجایی که فسفر یکی از نامتحرک‌ترین دسترس‌ناپذیرترین عنصرهای موجود در خاک است، امروزه محققان در تلاش هستند که با کاربرد روش‌های بوم‌سازگار دسترسی این عنصر را برای گیاه آسانگری کنند. در برخی تحقیقات ثابت شده است که کاربرد گوگرد و تولید اسیدسولفوریک باعث کاهش pH خاک و افزایش دسترسی فسفر می‌شود (Zapata & Roy, 2004).

قارچریشه احتمال دارد از راه افزایش جذب آب و مواد غذایی به گیاه کمک کرده تا زیست‌توده خود را افزایش دهد (Roesti et al., 2006) و در نتیجه عملکرد ماده خشک گیاه در شرایط کاربرد قارچریشه افزایش یافت. Sasanelli et al. (2009) در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، همزیستی آویشن با قارچریشه افزایش شمار ساقه فرعی و عملکرد ماده خشک گیاه را در پی داشت. در یک پژوهش پس از بررسی تأثیر کودهای زیستی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی سرخارگل (*Echinacea angustifolia*) گزارش شد که کاربرد بیوسولفور سبب افزایش عملکرد ماده خشک، شمار گل در بوته، ارتفاع بوته و شمار ساقه فرعی در بوته در مقایسه با شاهد شد (Agha et al., 2013). (Alikhani et al., 2013) Jahan et al. (2013) در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، کاربرد کودهای بیوسولفور، نیتروکسین و بیوفسفر به ترتیب افزایش ۲۶، ۴۴ و ۲۸ درصدی عملکرد زیستی کنجد را در مقایسه با شاهد در پی داشت. کشت تأخیری زیره سبز (*Cuminum cyminum*) سبب کاهش عملکرد ماده خشک آن شد (Ghorbani et al., 2009).

انتخاب تاریخ کاشت مناسب منجر به دستیابی به عملکرد بالاتری در مقایسه با دیگر تاریخ‌های کاشت می‌شود (Khajepoor, 2009). چنانچه تاریخ کاشت

در سال زراعی سوم) عملکرد ماده خشک به ترتیب در تیمارهای قارچریشه و شاهد مشاهده شد (جدول ۵). لازم به یادآوری است که کودهای بیوسولفور و شیمیایی نیز عملکرد ماده خشک را به ترتیب ۲۶ و ۲۹ درصد در سال زراعی دوم و به ترتیب ۲۶ و ۲۹ درصد در سال زراعی سوم نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۵). تأثیر کود شیمیایی در بهبود عملکرد ماده خشک در تاریخ کاشت اسفند نسبت به تاریخ کاشت فروردین تقویت شد، به طوری که در شرایط کاربرد کود شیمیایی عملکرد ماده خشک در تاریخ کاشت اسفند افزایش ۱۰ درصدی نسبت به کاربرد این کود در تاریخ کاشت فروردین داشت. کودهای زیستی در هر دو تاریخ کاشت افزایش عملکرد ماده خشک را در مقایسه با شاهد در پی داشتند، به طوری که عملکرد زیستی در کودهای قارچریشه و بیوسولفور به ترتیب ۳۲ و ۳۰ درصد در تاریخ کاشت اسفند و به ترتیب ۳۳ و ۲۶ درصد در تاریخ کاشت فروردین نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول ۴).

در یک پژوهش واکنش گیاه زوفا به مدیریت تلفیقی کاربرد کود دامی و تلقیح قارچریشه (*Glomus intraradices*) بررسی و گزارش شد که کاربرد ۳۰ و ۴۰ تن در هکتار کود گاوی عملکرد زیستی را به ترتیب ۱۲۷ و ۱۱۲ درصد نسبت به شاهد افزایش داد و تلقیح قارچریشه‌ای منجر به افزایش ۱۹ درصدی عملکرد ماده خشک در مقایسه با شاهد شد (Shabahang et al., 2014). در تاریخ کاشت فروردین عملکرد زیستی در شرایط بذرکاری بیشتر از شرایط نشاکاری بود (جدول ۵). اگر چه در هر دو روش کاشت مورد بررسی کودهای زیستی و شیمیایی بهبود عملکرد ماده خشک را نسبت به شاهد سبب شدند، ولی کود شیمیایی در روش بذرکاری به طور بارزتری عملکرد زیستی را نسبت به کاربرد این کود در روش نشاکاری افزایش داد (جدول ۶).

بررسی اثر متقابل تاریخ و روش کاشت و کودهای زیستی و شیمیایی مختلف نشان داد، در شرایط بذرکاری و نشاکاری در تاریخ کاشت اسفند به ترتیب تیمارهای بیوسولفور و شیمیایی بیشترین عملکرد ماده خشک را داشتند، در حالی که در تاریخ کاشت فروردین

امروزه، به دلیل توجه افکار عمومی به تأثیر جانبی مواد شیمیایی کشاورزی، پژوهش‌ها در مورد ریزجانداران همزیست با گیاهان به‌عنوان نظامی کم‌نهاده توسعه یافته است. قارچ‌های قارچ‌ریشه از راه نفوذ توده ریشه قارچ در خاک، باعث افزایش سطح تماس ریشه‌ها شده و از راه جذب آب و عنصرهای غذایی، تولید هورمون‌های گیاهی و کاهش تأثیر منفی تنش‌های محیطی سبب بهبود رشد و عملکرد گیاه می‌زبان می‌شود (Zhu et al., 2010).

گوگرد یکی از عنصرهای ضروری مورد نیاز گیاهان است که در سال‌های اخیر کاربرد آن کمتر توجه شده است (Scherer, 2001). کاهش کاربرد نهاده‌های گوگردی از یک سو و افزایش روزافزون کاربرد کودهای اصلی نیتروژن، فسفر و پتاس (NPK) از سوی دیگر، باعث برهم خوردن تعادل گوگردی خاک‌های کشاورزی شده است، به طوری که برخی محققان (Kertesz & Mirleau, 2004; Anandham et al., 2007) در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، به دلیل کمبود گوگرد، ساخت (سنتر) روغن، برخی پروتئین‌ها و ویتامین‌های ضروری گیاهان با دشواری روبه‌رو شده است. در یک پژوهش تأثیر کودهای زیستی بر ویژگی‌های کمی و کیفی کنجد در شرایط کاربرد گیاهان پوششی بررسی و گزارش شد که بیشترین و کمترین شاخص برداشت به ترتیب در تیمارهای گیاه پوششی افزون بر بیوسولفور و کشت و نبود کشت گیاه پوششی افزون بر شاهد به دست آمد (Jahan et al., 2013). Gupta et al. (2002) در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، تلقیح گیاه دارویی ریحان (*Ocimum bacilicum* L.) با سه گونه قارچ قارچ‌ریشه (*Gigaspora rosea*، *Gigaspora margarita* و *Glomus mosseae*) باعث افزایش ارتفاع بوته، شمار ساقه فرعی در بوته، شاخص برداشت و بهبود میزان اسانس گیاه در مقایسه با شاهد شد.

نتیجه‌گیری کلی

در هر دو تاریخ کاشت مورد بررسی، کاربرد کودهای زیستی بهبود ویژگی‌های کمی گیاه را در پی داشت، به‌عنوان مثال کاربرد کودهای قارچ‌ریشه و بیوسولفور

به‌گونه‌ای انتخاب شود که گیاه نتواند رشد رویشی خود را تکمیل کند، ذخیره غذایی گیاه برای تشکیل گل‌ها کاهش می‌یابد و در نتیجه شمار گل‌ها کاهش یافته و اندازه دانه‌ها کمتر از حد طبیعی می‌شود و عملکرد کمی و کیفی گیاه با کاهش روبه‌رو می‌شود. از سوی دیگر، رشد رویشی درازمدت نیز موجب هدررفت رطوبت خاک و رقابت اندام‌های رویشی و زایشی برای دریافت مواد غذایی می‌شود و در این شرایط نیز عملکرد گیاه دچار نقصان می‌شود (Khajepoor, 2009). Davazdah Emami et al. (2008) در نتایج بررسی‌های خود گزارش کردند، کشت بهاره بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.) نسبت به کشت تابستانه برتری داشت و عملکرد ماده خشک بیشتری تولید کرد و علت این امر را درازمدت بودن دوره رشد رویشی در کشت بهاره نسبت به کشت تابستانه عنوان کردند. پس از بررسی تأثیر سه تاریخ کاشت (۱۹ مارس، ۹ و ۳۰ آوریل) (معادل ۲۸ اسفند، ۲۰ فروردین و ۱۰ اردیبهشت) بر ویژگی‌های کمی و کیفی گیاه دارویی رازیانه گزارش کرد که ویژگی‌های ریخت‌شناختی (مورفولوژیکی) گیاه مانند ارتفاع بوته به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تاریخ‌های مختلف کشت قرار گرفت، به طوری که ارتفاع بوته در تاریخ‌های دوم و سوم کشت به ترتیب ۱۹ و ۴۸ درصد نسبت به تاریخ کشت اول کاهش یافت و ۵۰ روز تأخیر در زمان کشت نسبت به تاریخ کاشت اول منجر به کاهش قطر ساقه از ۸ به ۲ میلی‌متر شد (Moosavi, 2014).

شاخص برداشت گل

تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر شاخص برداشت گل معنی‌دار بود، به طوری که کودهای زیستی منجر به افزایش شاخص برداشت گل شدند و کود شیمیایی تأثیر چندانی در بهبود صفات یادشده نداشت (جدول ۲). کود قارچ‌ریشه شاخص برداشت گل را ۱۶ درصد در سال زراعی دوم و ۱۷ درصد در سال زراعی سوم نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۳). در شرایط کاربرد کود بیوسولفور نیز شاخص برداشت گل به ترتیب ۱۶ درصد در سال زراعی دوم و ۱۴ درصد در سال زراعی سوم نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول ۳).

ویژگی‌های کمی گیاه در مقایسه با شاهد شد، که البته تأثیر مثبت قارچ‌پیشه در بهبود صفاتی مانند عملکرد گل خشک در شرایط بذرکاری بیشتر از شرایط نشاکاری بود. به‌طور کلی با توجه به یافته‌های این پژوهش، کاربرد کودهای زیستی و انتخاب تاریخ و روش کاشت مناسب گاو زبان ایرانی می‌تواند بهبود عملکرد و اجزای عملکرد گاو زبان ایرانی را به همراه داشته و سلامت محصول و پایداری تولید را در درازمدت تضمین کند.

عملکرد گل خشک را به ترتیب ۴۵ و ۴۲ درصد در تاریخ کاشت اسفند و عملکرد دانه را به ترتیب ۴۴ و ۴۱ درصد در تاریخ کاشت فروردین نسبت به شاهد افزایش داد. در تاریخ کاشت فروردین، کشت بذری گیاه منجر به افزایش عملکرد گل خشک، عملکرد دانه، عملکرد ماده خشک و شمار گل در بوته نسبت به نشاکاری آن شد. در هر دو شرایط بذرکاری و نشاکاری، کاربرد کودهای زیستی منجر به بهبود

REFERENCES

1. Abdul Jaleel, C., Manivannan, P., Sankar, B., Kishorekumar, A., Gopi, R., Somasundaram, R. & Panneerselvam, R. (2007). *Pseudomonas fluorescens* enhances biomass yield in *Catharanthus roseus* under water deficit stress. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 60, 7-11.
2. Agha Alikhani, M., Iranpour, A. & Naghdi Badi, H. (2013). Changes in agronomical and phytochemical yield of purple coneflower (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) under urea and three biofertilizers application. *The Journal of Medical Research*, 12, 121-136.
3. Anandham, R., Sridar, R., Nalayini, P., Poonguzhali, S., Madhaiyan, M. & Tongmin, S. (2007). Potential for plant growth promotion in groundnut (*Arachis hypogaea* L.) cv. ALR-2 by co-inoculation of sulfur-oxidizing bacteria and Rhizobium. *Microbiological Research*, 162, 139-153.
4. Azcon-Aguilar, C. & Barea, J. M. (1996). Arbuscular mycorrhizas and biological control of soil-borne plant pathogens-an overview of the mechanisms involved. *Mycorrhiza*, 6, 457-464.
5. Azimi, R., Jangjoo, M. & Asghari, H. R. (2013). Effect of mycorrhiza on initial deployment and morphological characteristics of *Thymus vulgaris* in conditions of natural area. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 11, 666-676. (in Farsi)
6. Babayee, P., Golchin, A., Besharati, H. & Afzali, M. (2012). Effect of microbial sulfur fertilizer on nutrient uptake and yield of soybean in the field. *Journal of Soil and Water Science*, 26, 145-152. (in Farsi)
7. Besharati, H., Khavarzi, K. & Malakooti, J. (2000). Effect of Thiobacillus on nutrient absorption in calcareous soils. *Journal of Soil and Water Research*, 176-187. (in Farsi)
8. Cardoso, I. M. & Kuyper, T. W. (2006). Mycorrhizas and tropical soil fertility. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 116, 72-84.
9. Davazdahemami, S., Sefidkon, F., Jahansooz, M. R. & Mazaheri, D. (2008). Comparison of biological yield, quantity and quality yield of oil and phenological stages in fall, spring and summer planting of *Dracocephalum muldavia* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Researches*, 24, 263-270. (in Farsi)
10. Dehghani Meshkani, M. R., Naghdibadi, H. A., Darzi, M. T., Mehrafarin, A. & Rezazadeh, Sh. A. (2011). Effect of biofertilizers and chemical fertilizers on quantitative and qualitative yield of *Matricaria recutita* L. *Journal of Medicinal Plants*, 10, 35-49. (in Farsi)
11. Eskandari Nasrabadi, S., Ghorbani, R., Rezvani Moggaddam, P. & Nasiri Mahallati, M. (2014). Single and integrated effects of biological, organic and chemical fertilizers on quantitative and qualitative traits of milk thistle (*Silybum marianum* L.). *Journal of Agroecology*, 6, 467-476. (in Farsi)
12. Fatma, A. G., Lobna, A. M. & Osman, N. M. (2008). Effect of compost and biofertilizers on growth, yield and essential Oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) Plant. *International Journal of Agriculture and Biology*, 10, 381-387.
13. Ghani, A., Tehranifar, A., Azizi, M. & Ebadi, M. T. (2011). Effect of planting date on morphological characteristics and yield and oil content of *Achillea millefolium* in conditions of Mashhad. *Journal of Crop Sciences*, 9, 447-453. (in Farsi)
14. Ghasemi, A. (2009). Medicinal and aromatic plants, identifying and studying their effects. Publications of Islamic Azad University, Shahrkord. (in Farsi)
15. Ghasemi, K., Fallah, S., Raeesi, F. & Heidari, M. (2013). Effect of urea fertilizer and biofertilizers on quantitative and qualitative yield of *Plantago ovate* Forsk.). *Journal of Plant Production Research*, 101-116. (in Farsi)
16. Ghorbani, M., Koocheki, A., Jahani, M., Hoseini, A., Mohammadabadi, A. & Sabet Teimoori, M. (2009). Effect of planting date and different times and methods of weed management in different growth stages on yield and yield components of cumin. *Journal of Crop Sciences*, 7, 145-154. (in Farsi)

17. Ghorbani Nasrabadi, R., Saleh Rastin, N. & Alikhani, H. (2002). Effect of sulfur application with *Thiobacillus* and *Bradi rhizobium* on nitrogen fixation and growth characteristics of soybean. *Journal of Soil and Water*, 16, 170-178. (in Farsi)
18. Gupta, M. L., Prasad, A., Ram, M. & Kumar, S. (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. *Bioresource Technology*, 81, 77-79.
19. Hoseini, S. A. (2011). Planting methods of *Humulus Lupulus* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 27, 615-623. (in Farsi)
20. Jahan, M., Amiri, M. B. & Ehyae, H. R. (2012). Light use and absorption efficiency of sesame affected by biofertilizers in a low input farming systems. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 10, 435-447. (in Farsi)
21. Jahan, M., Ariayee, M., Amiri, M. B. & Ehyae, H. R. (2013). Effect of plant growth promoting rhizobacteria on quantitative and qualitative of sesame in conditions of cover crop application. *Agroecology*, 5, 1-15. (in Farsi)
22. Kariminia, A. & Shahrestani, M. (2003). Evaluation of oxidation of sulfur by heterotrophic microorganisms in different soil. *Journal of Soil and Water*, 17, 69-79. (in Farsi)
23. Kaya, M., Kucukymuk, Z. & Erdal, I. (2009). Effects of elemental sulfur and sulfur-containing waste on nutrient concentrations and grown on calcareous soil. *African Journal of Biotechnology*, 8, 4481-4489.
24. Kennedy, I. R., Choudhury, A. T. M. A., Kecskes, M. L., Roughley, R. J. & Hien, N. T. 2004. Non-symbiotic bacterial diazotrophs in crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited? *Soil Biology and Biochemistry*, 36, 1229-1244.
25. Kertesz, M. A. & Mirleau, K. (2004). The role of soil microbes in plant sulfur nutrition. *Journal of Experimental Botany*, 55, 1-7.
26. Khichar, M. L. & Niwas, I. (2006). Microclimatic profiles under different sowing environment in wheat. *Journal of Agrometeo*, 8, 201-209.
27. Khorramdel, S., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M. & Ghorbani, R. (2011). Effects of biofertilizers on yield and yield components of *Nigella sativa* L. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 8, 758-766. (in Farsi)
28. Koocheki, A., Nakhforoosh, A. & Zarifketabi, H. (1997). Organic farming. Publications of Ferdowsi University of Mashhad. (in Farsi)
29. Kumar, V., Singh Solanki, A. & Sharma, S. (2011). AM fungi and *A. Chroococcum* affecting yield, nutrient uptake and cost efficiency of *Plantago ovate* in Indian arid region? *Thai Journal of Agricultural Science*, 44, 53-60.
30. Latifi, M., Barimavandi, A., Sedaghatpoor, S. & Rezaei, S. (2012). Sowing date and plant population effects on seed yield of *Cucurbita pepo*. *International Journal of Agriculture and Biology*, 14, 641-644.
31. Lotfi, A., Frnia, A., Maleki, A., Naseri, R. & Moradi, M. (2013). The effects of planting date and plant spacing on yield and yield components of Fennel. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences*, 2: 78-84.
32. Mahfouz, S. A. & Sharaf-Eldin, M. A. (2007). Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *International Agrophysics*, 21, 361-366.
33. Manaffee, W. F. & Kloepper, J. W. (1994). Application of plant growth promoting rhizobacteria in sustainable agriculture. In: "Soil biota management in sustainable farming systems". CSIRO, Pub. East Melbourne, Australia. Pp. 23-31.
34. Marulanda, A., Porcel, R., Barea, J. M. & Azcon, R. (2007). Drought tolerance and antioxidant activities in laender plants colonized by native drought-tolerant of drought-sensitive *Glomus* species. *Microbial Ecology*, 54, 543-552.
35. Mehrabani, M., Ghassemi, N., Sajjadi, S. E., Ghannadi, A. & Shams-Ardakani, M. (2005). Main phenolic compounds of petals of *Echium amoenum* fisch. And C.A. Mey., a famous medicinal plant of Iran. *Daru*, 13, 65-69.
36. Mellati, F., Koocheki, A. & Nassiri Mahallati, M. (2005). Evaluation of germination behavior and planting date on medicinal plant of *Ferula gumosa*. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 3, 123-128. (in Farsi)
37. Moosavi, S. Gh. (2014). Fennel morphological traits and yield as affected by sowing date and plant density. *Advance in Agriculture and Biology*, 1, 45-49.
38. Najafpoor Navaee, M. (2002). Evaluation of effect of phosphorous and nitrogen fertilizers on seed yield of *Echium amoenum*. *Iranian Journal of Medical and Aromatic Plants*, 13, 41-50. (in Farsi)
39. Rabbani, M., Sajjadi, S. E., Vaseghi, G. & Jafarian, A. (2004). Anxiolytic effects of *Echium amoenum* on the elevated plus-maze model of anxiety in mice. *Fitoterapia*, 75, 457-464.

40. Rezvani Moghaddam, P., Amiri, M. B. & Ehyae, H. R. (2015). Effect of simultaneous application of mycorrhiza with compost, vermicompost and sulfural geranole on some quantitative and qualitative characteristics of sesame (*Sesamum indicum* L.) in a low input cropping system. *Agroecology*, In Press. (in Farsi)
41. Rillig, M. C. & Mummey, D. L. (2006). Mycorrhizas and soil structure. *New Phytologist*, 171, 41-53.
42. Rivera-Cruz, M. C., Narcia, A. T., Ballona, G. C., Kohler, J., Caravaca, F. & Rold, A. (2008). Poultry manure and banana waste are effective biofertilizer carriers for promoting plant growth and soil sustainability in banana crops. *Soil Biology and Biochemistry*, 40, 3092-3095.
43. Roesti, D., Gaur, R., Johri, B. N., Imfeld, G., Sharma, S., Kawaljeet, K. & Aragno, M. (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 Biology and Biochemistry*, 38, 1111-1120.
44. Salardini, A. A. (1995). Soil fertility. Publications of Tehran University. (in Farsi)
45. Sanches Govin, E., Rodrigues Gonzales, H. & Carballo Guerra, C. (2005). Influencia de los abonos organicos y biofertilizantes en la calidad de las especies medicinales *calendula officinalis* L. y *Matricaria recutita* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, 10, 1.
46. Sardans, J., Roda, F. & Penuelas, J. (2005). Effect of water and a nutrient pulse supply on *Rosemarinus officinalis* growth, nutrient content and flowering in the field. *Environmental and Experimental Botany*, 53, 1-11.
47. Sasanelli, N., Anton, A., Takacs, T., Addabbo, T., Biro, I. & Malov, X. (2009). Influence of arbuscular mycorrhizal fungi on the nematicidal properties of leaf extracts of *Thymus vulgaris* L. Parasitological Institute of SAS, Kosice DOI 10.2478/s11687-009-0043-6.
48. Sayyah, M., Boostani, H., Pakseresht, S. & Malaieri, A. (2009). Efficacy of aqueous extract of *Echium amoenum* in treatment of obsessive-compulsive disorder. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 33, 1513-1516.
49. Scherer, H. W. (2001). Sulfur in crop production-invited paper. *European Journal of Agronomy*, 14, 81-111.
50. Tabrizi, L. (2007). Evaluation of ecophysical characteristics of *Thymus transcaspicus* in natural areas and domestication of it in a low input farming system. Ph.D thesis of Ecology, Faculty of agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (in Farsi)
51. Thomas, Ph. (1984). Canola Grower Manual. Publication of Canada.
52. Ullah, H. & Honermeier, B. (2013). Fruit yield, essential oil concentration and composition of three anise cultivars (*Pimpinella anisum* L.) in relation to sowing date, sowing rate and locations. *Industrial Crops and Products*, 42, 489-499.
53. Vance, C. P., Uhde-Stone, C. & Allan, D. L. (2003). Phosphorus acquisition and use: Critical adaptation by plants for securing a non-renewable resource. *New Phytologist*, 157, 423-447.
54. Vessey, J. K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. *Plant and Soil*, 255, 571-586.
55. Zapata, F. & Roy, R. N. (2004). Use of phosphate rocks for sustainable agriculture. Publication of the FAO Land and Water Development Division. Pp, 117 - 122.
56. Zehabsalmasi, S., Javanshir, A., Omideigi, R., Alya, H. & Ghassemi-golezani, K. (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.
57. Zhu, C. X., Song, B. F. & Xu, W. H. (2010). Arbuscular mycorrhizae improve low temperature stress in maize via alterations in host water status and photosynthesis. *Plant and Soil*, 331, 129-137.