

اثر تاریخ و روش کاشت بر برخی خصوصیات فیتوشیمیایی و عملکرد گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum*) تحت تأثیر کودهای بیولوژیک و شیمیایی

محمد بهزاد امیری^{۱*}، پرویز رضوانی مقدم^۲، محسن جهان^۳، نگار ناصری آبکوه^۴، میلاد صالح آبادی^۳

تاریخ دریافت: ۹۸/۵/۵ تاریخ پذیرش: ۹۹/۲/۱۵

۱- استادیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی، مجتمع آموزش عالی گناباد

۲- استادو دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۳- دانش‌آموختگان مهندسی تولیدات گیاهی، مجتمع آموزش عالی گناباد

*مسئول مکاتبه: E-mail: amiri@gonabad.ac.ir, dr.amiri.ug@gonabad.ac.ir

چکیده

اهداف: نظر به اهمیت گاوزبان ایرانی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات دارویی که در بسیاری از صنایع داروسازی، آرایشی و بهداشتی کاربرد دارد، این پژوهش با هدف بررسی همزمان اثرات تاریخ کاشت، روش کاشت و کودهای بیولوژیک و شیمیایی مختلف بر برخی خصوصیات فیتوشیمیایی گاوزبان ایرانی در شرایط مشهد انجام گرفت.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی اثر تاریخ و روش‌های کاشت مختلف بر برخی خصوصیات کیفی گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum*) تحت تأثیر کودهای بیولوژیک و شیمیایی، پژوهشی در دو سال زراعی متوالی ۹۱-۱۳۹۰ و ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد به‌صورت کرت‌های دوبرخ خردشده در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. دو تاریخ کاشت مختلف (۲۰ اسفندماه ۱۳۹۰ و ۱۵ فروردین‌ماه ۱۳۹۱) در کرت‌های اصلی، سه نوع کود زیستی و شیمیایی مختلف میکوریزا (حاوی قارچ *Glomus mosseae*)، بیوسولفور (حاوی باکتری‌های *Thiobacillus spp.*)، کود شیمیایی نیتروژن و شاهد در کرت‌های فرعی و دو نوع روش کاشت بذرکاری مستقیم و نشاکاری در کرت‌های فرعی قرار گرفتند.

یافته‌ها: نتایج آزمایش نشان داد که بیشترین عملکرد گل خشک در شرایط استفاده از میکوریزا در تاریخ کاشت اسفند و در روش بذرکاری بدست آمد. کاربرد کودهای میکوریزا، بیوسولفور و شیمیایی در شرایط نشاکاری گاوزبان ایرانی در تاریخ کاشت اسفند به‌ترتیب منجر به افزایش ۴۵، ۴۲ و ۳۵ درصدی عملکرد دانه در مقایسه با شاهد شد. در تاریخ کاشت فروردین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در روش بذرکاری بیشتر از روش نشاکاری بود. کاربرد کودهای میکوریزا و بیوسولفور میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی را به‌ترتیب ۱۸ و ۳۵ درصد در روش بذرکاری و به‌ترتیب ۲۰ و ۱۸ درصد در روش نشاکاری نسبت به شاهد افزایش دادند. استفاده از کود میکوریزا در تاریخ کاشت فروردین میزان آنتوسیانین کل را به‌ترتیب ۲۸ و ۲۷ درصد در شرایط بذرکاری و نشاکاری نسبت به شاهد افزایش داد.

نتیجه‌گیری: به‌طور کلی با توجه به یافته‌های این پژوهش، روش کاشت به صورت بذرکاری در اسفند ماه با استفاده از نهاده‌های بوم‌سازگار میکوریزا و بیوسولفور برای بهبود عملکرد و خصوصیات کیفی گاوزبان ایرانی توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: آنتوسیانین کل، بیوسولفور، فعالیت آنتی‌اکسیدانی، میکوریزا، نشاکاری

Effect of Planting Date and Method on Some Phytochemical Characteristics and Yield of Iranian Ox-Tongue (*Echium amoenum*) Affected by Bio and Chemical Fertilizers

Mohammad Behzad Amiri^{1*}, Parviz Rezvani Moghaddam², Mohsen Jahan², Negar Naseri Abkooch³, Milad Salehabadi³

Received: July 27, 2019 Accepted: May 4, 2020

1-Assist. Prof., Dept. of Plant Production, Faculty of Agriculture, University of Gonabad, Iran.

2-Prof., and Assoc. Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran.

3- Graduated MSc Student, Dept. of Plant Productions, Faculty of Agriculture, University of Gonabad, Iran.

*Corresponding Author: amiri@gonabad.ac.ir, dr.amiri.ug@gmail.com

Abstract

Background & Objective: Due to the importance of Iranian Ox-Tongue (*Echium amoenum*) as one of the most important pharmaceutical products used in many pharmaceutical, cosmetic and health industries, this study was done for simultaneous evaluation the effect of planting date and method and different biological and chemical fertilizers on some phytochemical characteristics of Iranian Ox-Tongue in Mashhad conditions.

Materials & Methods: A split split plots experiment based on RCBD design with three replications was conducted in 2011-2013 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, as mycorrhiza (*Glomus mosseae*), biosulfur, chemical fertilizer and control and two different types of planting methods (direct seeding and transplanting) assigned to main plots, sub plots and sub-sub plots, respectively.

Results: The results showed that the highest dry flower yield obtained in conditions of mycorrhiza application in March planting date and direct seeding. Application of mycorrhiza, biosulfur and chemical fertilizer in conditions of transplanting and March planting date increased seed yield 45, 42 and 35%, respectively. In April planting date antioxidant activity in direct seeding was more than transplanting. Application of mycorrhiza and biosulfur increased antioxidant activity 18 and 35% in direct seeding and 20 and 18% in transplanting compared to control, respectively. Mycorrhiza in April planting date increased total anthocyanin 28 and 27% in direct seeding and transplanting compared to control, respectively.

Conclusion: In general, according to the results of this research, the planting method of direct seeding in March and application of ecological inputs of mycorrhiza and biosulfur is recommended to improve the yield and qualitative characteristics of Iranian Ox-Tongue.

Keywords: Antioxidant Activity, Biosulfur, Mycorrhiza, Total Anthocyanin, Transplanting

فراموشی قرار گرفت، اما باگذشت زمان، استقبال از گیاهان دارویی با رشد قابل توجهی روبرو شده است، به طوری که گرایش عمومی جامعه به استفاده از داروها

مقدمه

با ظهور داروهای شیمیایی، نقش و اهمیت گیاهان دارویی در تأمین سلامت بشر، در معرض

عناصر غذایی را افزایش داده و قابلیت دسترسی آن‌ها تسهیل می‌نماید (فلاح و همکاران ۲۰۰۹). جهان و همکاران (۲۰۱۳) اثر گیاهان پوششی و کودهای بیولوژیک مختلف را بر خصوصیات کمی و کیفی کنجد (*Sesamum indicum*) بررسی و گزارش کردند که بیشترین میزان روغن دانه در تیمار بیوسولفور (۳۹/۴ درصد) بدست آمد. رحیمیان (۲۰۱۱) گزارش کرد که افزایش همزمان گوگرد و مایه‌ی تلقیح تیوباسیلوس به همراه کود دامی باعث کاهش pH خاک و افزایش جذب عناصر غذایی کم‌مصرف و بهبود عملکرد و اجزای عملکرد و درصد روغن کلزا (*Brassica napus L.*) شد.

در بین عوامل محیطی، تعیین تاریخ کاشت به منظور حصول استقرار خوب گیاه در مزرعه از اولویت برخوردار بوده و تاریخ کاشت به‌طور مؤثری قدرت نمو دانه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (خواججه‌پور ۲۰۰۹). در پژوهشی دیگر، اثر پنج تاریخ کاشت مختلف (۲۰ اسفند، یک، ۱۰ و ۲۰ فروردین و یک اردیبهشت) بر خصوصیات کیفی گیاه دارویی بذرک (*Linum usitatissimum L.*) بررسی و گزارش شد که بیشترین و کمترین میزان اسید چرب لینولنیک نیز به ترتیب متعلق به تاریخ کشت‌های اول و پنجم بود (رحیمی و همکاران ۲۰۰۹). عبدالله‌زارع و همکاران (۲۰۱۳) پس از بررسی سه تاریخ کاشت مختلف (۲۳ آبان، ۱۰ و ۲۴ آذر) بر میزان ماده‌ی مؤثره‌ی دانه‌ی گیاه دارویی خارمریم (*Silybum marianum*) گزارش کردند که تأخیر در کاشت منجر به کاهش میزان سیلی‌مارین دانه شد، در حالی‌که بیشترین درصد فنول و فلاونوئید دانه در تاریخ کاشت ۲۴ آذر بدست آمد.

نظر به اهمیت گاوزبان ایرانی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات دارویی که در بسیاری از صنایع داروسازی، آرایشی و بهداشتی کاربرد دارد، این پژوهش با هدف بررسی همزمان اثرات تاریخ کاشت، روش کاشت و کودهای بیولوژیک و شیمیایی مختلف

و درمان‌های گیاهی و به‌طور کلی فرآورده‌های طبیعی به‌ویژه در طی سال‌های اخیر رو به افزایش بوده و مهم‌ترین علل آن، اثبات اثرات مخرب و جانبی داروهای شیمیایی بوده است (قاسمی دهکردی و همکاران ۲۰۰۳). گاوزبان ایرانی با نام علمی (*Echium amoenum* Fisch & Mey.) گیاهی علفی، دو یا چندساله است. از جمله اثرات دارویی گاوزبان ایرانی می‌توان به خاصیت ضد باکتریایی، ضد اضطراب و ضد درد، ضد تشنج، درمان افسردگی خفیف تا متوسط، درمان وسواس و اختلالات روانی، صفرا آور، ضد سودا و بلغم، ضد آسم، درمان جوش‌های چرکی دهان اطفال، درمان گلودرد، مننژیت، مالیکولیا، جنون و تقویت قلب و کلیه اشاره کرد (سیاح و همکاران ۲۰۰۹).

میکوریزا از مهم‌ترین قارچ‌های همزیست با گیاهان هستند که به یک راسته‌ی مونوفیلیتیک^۱ به نام گلومرومیکوتا^۲ تعلق دارند و تقریباً در تمام اکوسیستم‌های خشکی حضور دارند (ژو و همکاران ۲۰۱۰). میکوریزا ضمن بهبود جذب عناصر غذایی به‌ویژه فسفر، باعث بهبود ساختار خاک و افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی می‌شود (ریلیگ و مومی ۲۰۰۶؛ رواستی و همکاران ۲۰۰۶). جهان و همکاران (۲۰۰۷) اثر کاربرد همزمان میکوریزا (*Glomus intraradices*) و باکتری‌های آزادزی تثبیت‌کننده‌ی نیتروژن (*Azospirillum brasilense* و *Azotobacter paspali*) را در نظام‌های زراعی رایج و اکولوژیک بررسی و گزارش کردند که بیشترین سرعت فتوسنتز و شاخص کلروفیل ذرت (*Zea mays*) در تلقیح همزمان میکوریزا و باکتری بدست آمد.

اکسیداسیون گوگرد به‌طور عمده توسط گونه‌های شیمیوسنتزکننده‌ی تیوباسیلوس انجام می‌شود. تیوباسیلوس‌ها می‌توانند اثرات قابل‌ملاحظه‌ای بر pH محیط داشته باشند که از طریق تولید اسید، حلالیت

بر برخی خصوصیات فیتوشیمیایی گاوزبان ایرانی در شرایط مشهد انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دو سال زراعی متوالی ۹۱-۱۳۹۰ و ۹۲-۱۳۹۱ در مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در زمینی به مساحت حدود ۱۰۰۰ متر مربع به صورت کرت‌های دوبار خردشده در قالب طرح پایه‌ی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. دو تاریخ کاشت مختلف (۲۰ اسفندماه ۱۳۹۰ و ۱۵ فروردین‌ماه ۱۳۹۱) در کرت‌های اصلی، سه نوع کود زیستی و شیمیایی مختلف (میکوریزا (حاوی قارچ *Glomus mosseae*)، بیوسولفور (حاوی باکتری‌های *Thiobacillus* spp. با C/ml

۱۰۸ CFU در زمان تولید کود)، کود شیمیایی نیتروژن و شاهد) در کرت‌های فرعی و دو نوع روش کاشت مختلف شامل بذرکاری مستقیم و نشاکاری در کرت‌های فرعی فرعی قرار گرفتند. ابعاد کرت‌های اصلی ۲۰×۴/۸۰ متر، ابعاد کرت‌های فرعی ۵×۴/۸۰ متر و ابعاد کرت‌های فرعی فرعی ۲/۵×۴/۸۰ متر در نظر گرفته شد. علت انتخاب گونه‌ی *Glomus mosseae* برای آزمایش، رایج بودن و پراکنش گسترده‌ی آن در نقاط مختلف دنیا بود (ژو و همکاران ۲۰۱۰) بود.

قبل از شروع آزمایشات مزرعه‌ای، به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک نمونه برداری انجام گرفت (جدول ۱).

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه‌ی آزمایشی

بافت خاک	نیتروژن (mg.kg ⁻¹)	فسفر (mg.kg ⁻¹)	پتاسیم (mg.kg ⁻¹)	pH	EC (dS.m ⁻¹)
لومی-سیلت	۱۵/۲	۱۲/۹	۴۲۳	۷/۱	۱/۲

وزنی ۳:۲:۱ بودند، در شرایط گلخانه کشت شد. نشاهای حاصل در مرحله‌ی ۴ تا ۶ برگگی جهت نشاکاری و بذور گاوزبان ایرانی جهت کشت مستقیم به ترتیب در تاریخ‌های ۲۰ اسفندماه ۱۳۹۰ و ۱۵ فروردین‌ماه ۱۳۹۱ در ردیف‌هایی به فاصله‌ی ۵۰ سانتی‌متر کشت شدند. فاصله‌ی روی ردیف برای کشت نشاها ۴۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در کشت مستقیم تعداد سه تا پنج بذر در هر کپه به فاصله‌ی ۴۰ سانتی‌متر روی ردیف کشت شد. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر هفت روز یکبار تا آخر فصل رشد به روش کرتی انجام شد.

به منظور تلقیح میکوریزا، خاک حاوی این قارچ‌ها به میزان ۲۰ گرم به ازای هر بوته در هنگام کاشت زیر بذور و داخل کپه‌های حفر شده برای کشت نشا قرار

به منظور بهبود خواص فیزیکی خاک، قبل از انجام عملیات آماده‌سازی زمین مقدار ۴۰ تن در هکتار کود گاوی کاملاً پوسیده به زمین داده شد، سپس با تأکید بر عملیات زراعی اکولوژیک، خاک‌ورزی حداقل انجام شد، بدین ترتیب که پس از انجام دیسک سبک، فاروهای به فاصله‌ی ۵۰ سانتی‌متر ایجاد گردید. به دلیل اعمال تیمارهای کودی در این آزمایش، بین کرت‌های آزمایشی یک ردیف نکاشت و برای هر بلوک یک جوی جداگانه جهت آبیاری، در نظر گرفته شد.

برای تولید نشای مورد نیاز، بذور تهیه شده از مزرعه‌ی تحقیقاتی گیاهان دارویی دانشگاه فردوسی مشهد 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

(میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی، درصد فنول کل، درصد فلاونوئید کل و میزان آنتوسیانین کل)، از هر یک از تیمارهای آزمایشی مقدار ۵۰ گرم گل خشک شده به آزمایشگاه منتقل و توسط دستگاه سوکسله عصاره-گیری (عصاره متانولی) شد. میزان فعالیت آنتی-اکسیدانی با استفاده از روش به دام‌اندازی رادیکال دی-فنیل پیکریل هیدرازیل (DPPH)^۱ تعیین شد (شیمادا و همکاران ۱۹۹۲). به منظور تعیین محتوای ترکیبات فنولی از روش فولین سیوکیوکالتیو^۲ استفاده شد (اردن ۲۰۰۸). محتوای فلاونوئید کل با استفاده از روش رنگ‌سنجی تعیین گردید (چانگ ۲۰۰۲). روش اختلاف pH^۳ برای تعیین میزان آنتوسیانین کل مورد استفاده قرار گرفت (موآندا و همکاران ۲۰۱۱). در اواخر فصل رشد، با آغاز مرحله‌ی رسیدگی دانه‌ها و خشک شدن اندام هوایی گیاه، مقداری از بذور هر کرت آزمایشی برای تعیین درصد روغن و پروتئین دانه به آزمایشگاه ارسال شد. روغن دانه با استفاده از روش استخراج گرم (AOAC Official Method 972.28 (41.1.22) و پروتئین دانه به روش AOAC Official Method 968.06 (4.2.04) بر اساس تعیین نیتروژن به روش کجدال و با استفاده از دستگاه Semi-Automated Distillation Unit انجام شد (هیلتبرونر و همکاران ۲۰۰۷).

تجزیه و تحلیل واریانس داده‌ها (ANOVA) و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزارهای Ver. 9.1 SAS، MS Excel Ver. 11 و Slide Write Ver. 2 مقایسه‌ی میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

داده شد. همزمان با کاشت و به‌منظور اعمال بیوسولفور، بذور، به‌خوبی با این کود به‌میزان ۲ لیتر در هکتار (بر اساس توصیه‌ی شرکت سازنده) آغشته و هر یک از نشاها به مدت ۱۵ دقیقه در شرایط استاندارد (تاریکی و به دور از نور مستقیم خورشید) در مایه‌ی تلقیح خیسانده شد (کندی و همکاران ۲۰۰۴) و برای افزایش کارایی بیوسولفور، ۴۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار (توماس ۱۹۸۴) به خاک کرت‌های مربوطه اضافه گردید. لازم به ذکر است که در اسفندماه ۱۳۹۱ به-منظور تقویت رشد مجدد گیاه و ایجاد شرایط مساعد برای رشد گیاه در سال‌های بعد، کود بیوسولفور از طریق آب آبیاری به خاک کرت‌های مربوطه اضافه شد. نیاز کودی گاوزبان ایرانی برای نیتروژن از منبع شیمیایی (کود اوره)، ۹۰ کیلوگرم در هکتار تعیین شد (نجف‌پور نوایی ۲۰۰۲) که نیمی از این مقدار در زمان کاشت و نیم دیگر آن بعد از انجام عملیات تنک به خاک مزرعه اضافه گردید، در دومین سال زراعی (سال-زراعی ۹۲-۱۳۹۱) نیز همین میزان کود شیمیایی طی دو مرحله (آغاز رشد مجدد گیاه در سال دوم و مرحله‌ی چهار برگی) در اختیار گیاه قرار گرفت. برای رسیدن به تراکم مناسب، پس از رسیدن گیاه به مرحله‌ی چهار برگی عملیات تنک انجام گرفت. به‌منظور کنترل علف‌های هرز، تنها سه نوبت وجین دستی در سال اول (به‌ترتیب ۱۵، ۳۰ و ۴۵ روز پس از کاشت) و یک نوبت وجین دستی در سال دوم (۳۰ روز پس از رشد مجدد گیاه در سال دوم) انجام شد. در زمان آماده‌سازی زمین و در طول دوره‌ی رشد، هیچ‌گونه علف‌کش، آفت‌کش و قارچ‌کش شیمیایی استفاده نشد.

در سال زراعی دوم (۱۳۹۱-۱۳۹۲)، از ابتدا تا انتهای فصل گلدهی، گل‌های تمام سطح کرت‌های آزمایشی به‌صورت روزانه برداشت شدند. به‌منظور حفظ کمیت و کیفیت مواد مؤثره‌ی گیاه، نمونه‌های گل در سایه و در درجه حرارت محیط خشک شدند و سپس جهت تعیین ترکیبات ثانویه و مواد مؤثره‌ی گل‌ها

1. Diphenyl Picrylhydrazyl
2. Folin-Ciocalteu
3. pH Different Method

نتایج

عملکرد گل خشک و عملکرد دانه

اثر کودهای بیولوژیک و شیمیایی مختلف بر عملکرد گل خشک معنی‌دار بود، به طوری که تمامی کودهای بیولوژیک و شیمیایی مورد مطالعه منجر به افزایش عملکرد گل خشک نسبت به شاهد شدند و عملکرد گل خشک در کودهای میکوریزا، بیوسولفور و شیمیایی به ترتیب ۴۴، ۳۸ و ۲۶ درصد در مقایسه با شاهد افزایش یافت (جدول ۲). اگر چه در هر دو تاریخ کاشت مورد مطالعه، تمامی کودهای بیولوژیک و شیمیایی افزایش عملکرد گل خشک را نسبت به شاهد به همراه داشتند، ولی بیشترین مقدار عملکرد گل خشک در تیمار میکوریزا بدست آمد (جدول ۳).

عملکرد گل خشک به طور معنی‌داری تحت تأثیر روش کاشت قرار گرفت و کشت به روش بذرکاری افزایش ۹ درصدی عملکرد گل خشک را نسبت به نشاکاری آن به همراه داشت (جدول ۲). در تاریخ کاشت اسفند بین روش بذرکاری و نشاکاری از نظر عملکرد گل خشک تفاوت معنی‌داری وجود نداشت ولی در تاریخ کاشت فروردین، عملکرد گل خشک بیشتری در روش بذرکاری نسبت به نشاکاری بدست آمد (جدول ۴). استفاده از کودهای بیولوژیک و شیمیایی در هر دو روش کاشت در بهبود عملکرد گل خشک مؤثر بود و کودهای میکوریزا، 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 ۵).

در بررسی اثرات متقابل تاریخ و روش کاشت و کودهای بیولوژیک و شیمیایی مختلف، بیشترین عملکرد گل خشک (۹۵۲ کیلوگرم در هکتار) در شرایط استفاده از میکوریزا در تاریخ کاشت اسفند و در روش بذرکاری بدست آمد و نشاکاری در فروردین‌ماه در شرایط عدم

استفاده از کود منجر به تولید کمترین عملکرد گل خشک (۴۱۹ کیلوگرم در هکتار) شد (جدول ۶). در هر دو روش کاشت و هر دو تاریخ کاشت مورد مطالعه، کودهای بیولوژیک و شیمیایی از اثرات مطلوبی در بهبود عملکرد گل خشک برخوردار بودند، به عنوان مثال میکوریزا 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 ۶).

اثر کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر عملکرد دانه معنی‌دار بود و کاربرد کودهای میکوریزا، بیوسولفور و شیمیایی به ترتیب منجر به افزایش ۴۳، ۴۱ و ۲۵ درصدی عملکرد دانه نسبت به شاهد شد (جدول ۲). استفاده از کودهای بیولوژیک و شیمیایی در هر دو تاریخ کاشت مورد مطالعه افزایش عملکرد دانه را نسبت به شاهد در پی داشت، ولی اثر کود شیمیایی در بهبود عملکرد دانه در تاریخ کاشت اسفند به طور بارزتری در مقایسه با تاریخ کاشت فروردین نمایان شد، به طوری که استفاده از کود شیمیایی در تاریخ کاشت اسفند، افزایش ۱۱ درصدی عملکرد دانه را نسبت به کاربرد این کود در تاریخ کاشت فروردین سبب شد (جدول ۳).

بررسی اثرات متقابل تاریخ و روش کاشت نشان داد که بذرکاری گاوزبان ایرانی در تاریخ کاشت فروردین منجر به تولید عملکرد دانه‌ی بیشتر در مقایسه با نشاکاری آن گردید (جدول ۴). عملکرد دانه در هر دو روش کاشت بذرکاری و نشاکاری در شرایط استفاده از کودهای بیولوژیک به میزان قابل توجهی افزایش یافت و کودهای میکوریزا و بیوسولفور عملکرد دانه را به ترتیب ۳۷ و ۳۶ درصد در روش بذرکاری و به ترتیب ۴۸ و ۴۶ درصد در روش نشاکاری نسبت به شاهد بهبود بخشیدند (جدول ۵).

جدول ۲- مقایسه میانگین برخی ویژگی‌های کیفی گاوزبان ایرانی تحت تأثیر تاریخ‌ها و روش‌های مختلف کاشت و کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی

پروتئین دانه (%)	روغن دانه (%)	میزان آنتوسیانین کل (mg.g flower DW ⁻¹) ^۱	میزان فلاونوئید کل (mg QE.100g flower DW ⁻¹)	میزان فنول کل (mg GAE.g flower DW ⁻¹)	میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی (mg.ml ⁻¹)	عملکرد دانه (kg.ha ⁻¹)	عملکرد گل خشک (kg.ha ⁻¹)	تاریخ‌های کاشت
۱۰/۷۳a	۱۸/۳۷a	۰/۰۰۲۸a	۳۰۹/۰۳b	۵۱/۰۴a	۷۴/۲۰a	۹۸۹/۴۶a	۷۴۰/۳۵a	۲۰ اسفند ۱۳۹۰
۹/۴۶a	۱۸/۲۷a	۰/۰۰۲۸a	۳۶۳/۴۰a	۳۹/۱۱b	۶۸/۵۲b	۹۵۷/۴۴a	۶۹۸/۳۲a	۱۵ فروردین ۱۳۹۱
کودهای مختلف								
۱۰/۴۲b	۱۸/۷۰a	۰/۰۰۳۰ab	۳۳۷/۰۵a	۴۱/۰۷b	۷۴/۵۵b	۱۱۸۰/۱۶a	۸۸۷/۱۴a	میکوریزا
۱۱/۹۰a	۱۸/۴۲a	۰/۰۰۲۱a	۳۳۸/۴۶a	۴۹/۳۲a	۸۲/۹۲a	۱۱۴۳/۴۵a	۸۱۱/۸۷b	بیوسولفور
۹/۲۴c	۱۸/۲۷ab	۰/۰۰۲۷ab	۳۲۴/۳۹a	۴۲/۲۹b	۶۷/۸۷c	۸۹۵/۳۷b	۶۷۸/۲۴c	شیمیایی
۸/۸۳c	۱۷/۹۰b	۰/۰۰۲۶b	۳۴۴/۹۸a	۴۷/۶۲a	۶۰/۱۰d	۶۷۴/۸۲c	۵۰۰/۰۷d	شاهد
روش‌های کاشت								
۱۰/۰۱a	۱۸/۳۳a	۰/۰۰۲۰a	۳۶۸/۶۱a	۴۳/۵۹b	۷۵/۴۴a	۹۹۳/۸۸a	۷۵۳/۸۴a	بذرکاری
۱۰/۱۸a	۱۸/۳۲a	۰/۰۰۲۷b	۳۰۳/۸۳b	۴۶/۵۶a	۶۷/۲۸b	۹۵۳/۰۱b	۶۸۴/۸۲b	نشاکاری

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

جدول ۳- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری تاریخ‌های مختلف کاشت و کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر برخی ویژگی‌های کیفی گاوزبان ایرانی

پروتئین دانه (%)	روغن دانه (%)	میزان آنتوسیانین کل (mg.g flower DW ⁻¹)	میزان فلاونوئید کل (mg QE. 100g flower DW ⁻¹)	میزان فنول کل (mg GAE. g flower DW ⁻¹)	عملکرد دانه (kg.ha ⁻¹)	عملکرد گل خشک (kg.ha ⁻¹)	تاریخ کاشت
تاریخ کاشت ۲۰ اسفند ۱۳۹۰							
۹/۹۰c	۱۸/۸۹a	۰/۰۰۲۶bc	۳۲۲/۸۹ab	۴۵/۴۲ab	۱۱۶۷a	۹۰۸/۱a	میکوریزا
۱۰/۸۶b	۱۸/۳۸ab	۰/۰۰۲۷b	۲۹۶/۷۵ab	۴۵/۲۹ab	۱۱۶۲a	۸۵۰/۴۰a	بیوسولفور
۸/۶۹d	۱۸/۲۲b	۰/۰۰۲۴a	۲۸۱/۳۲b	۵۶/۳۸a	۹۴۶b	۷۰۶/۸۴bc	شیمیایی
۸/۴۱d	۱۷/۶۱c	۰/۰۰۲۷bc	۳۳۵/۱۸ab	۵۷/۰۸a	۶۸۲d	۴۹۵/۸۳d	شاهد
تاریخ کاشت ۱۵ فروردین ۱۳۹۱							
۱۰/۹۴b	۱۸/۵۱ab	۰/۰۰۳۴a	۳۵۱/۲۱ab	۳۶/۷۳bc	۱۱۹۳a	۸۶۵/۹۸a	میکوریزا
۱۲/۹۳a	۱۸/۴۶ab	۰/۰۰۳۵a	۳۸۰/۱۶a	۵۳/۳۶a	۱۱۲۴a	۷۷۳/۴۴b	بیوسولفور
۹/۸۰c	۱۸/۳۲b	۰/۰۰۲۰c	۳۶۷/۴۶ab	۲۸/۲۱c	۸۴۴c	۶۴۹/۶۵c	شیمیایی
۹/۲۵cd	۱۸/۱۹b	۰/۰۰۲۵bc	۳۵۴/۷۷ab	۲۸/۱۶bc	۶۶۷d	۵۰۴/۳۰d	شاهد

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

جدول ۴- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری تاریخ‌ها و روش‌های مختلف کاشت بر برخی ویژگی‌های کیفی گاوزبان ایرانی

پروتئین دانه (%)	روغن دانه (%)	میزان	میزان	میزان	میزان	عملکرد دانه (kg.ha ⁻¹)	عملکرد گل خشک (kg.ha ⁻¹)	
		آنتوسیانین کل (mg.g flower DW ⁻¹)	فلاونوئید کل (mg QE.) 100g flower DW ⁻¹)	میزان فنول کل (mg GAE.) g flower DW ⁻¹)	فعالیت آنتی-اکسیدانی (mg.ml ⁻¹)			
تاریخ کاشت ۲۰ اسفند ۱۳۹۰								
۹/۶۹bc	۱۸/۳۶a	۰/۰۰۲۷b	۳۲۹/۵۶b	۴۷/۸۳ab	۷۴/۱۱a	۹۸۴/۳۵ab	۷۵۱/۹۸a	بذرکاری
۹/۲۳c	۱۸/۱۸a	۰/۰۰۳۰ab	۲۸۸/۵۱b	۵۴/۲۶a	۷۴/۲۹a	۹۹۴/۵۷ab	۷۲۸/۷۱ab	نشاکاری
تاریخ کاشت ۱۵ فروردین ۱۳۹۱								
۱۰/۳۴ab	۱۸/۲۹a	۰/۰۰۳۳a	۴۰۷/۶۶a	۳۹/۳۶b	۷۶/۷۶a	۱۰۴۲/۳۳a	۷۵۵/۶۹a	بذرکاری
۱۱/۱۲a	۱۸/۴۵a	۰/۰۰۲۴b	۳۱۹/۱۴b	۳۸/۸۷b	۶۰/۲۸b	۸۷۲/۵۶b	۶۴۰/۹۴b	نشاکاری

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

جدول ۵- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری روش‌های مختلف کاشت و کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر

برخی ویژگی‌های کیفی گاوزبان ایرانی

پروتئین دانه (%)	روغن دانه (%)	میزان	میزان	میزان فنول	عملکرد دانه (kg.ha ⁻¹)	عملکرد گل خشک (kg.ha ⁻¹)	
		آنتوسیانین کل (mg.g flower DW ⁻¹)	فلاونوئید کل (mg QE.) 100g flower DW ⁻¹)	کل (mg) GAE.g flower DW ⁻¹)			
بذرکاری							
۱۰/۱۷c	۱۸/۴۹ab	۰/۰۰۳۲a	۳۷۳/۲۳ab	۴۲/۷۹ab	۱۱۸۴/۹۸a	۹۲۷/۲۷a	میکوریزا
۱۲/۰۹a	۱۸/۳۴b	۰/۰۰۳۳a	۴۳۱/۴۱a	۳۹/۵۸b	۱۱۵۴/۶۴a	۸۰۸/۰۳b	بیوسولفور
۸/۸۹d	۱۸/۲۸b	۰/۰۰۲۷a	۳۰۱/۴۳cd	۴۶/۸۸ab	۹۷۱/۹۴b	۷۲۷/۱۲c	شیمیایی
۸/۹۱d	۱۸/۲۰b	۰/۰۰۲۶a	۳۶۸/۳۷a-c	۴۵/۱۲ab	۷۴۱/۷۹c	۵۵۲/۹۲e	شاهد
نشاکاری							
۱۰/۶۷bc	۱۸/۹۰a	۰/۰۰۲۷a	۳۰۰/۸۷cd	۳۹/۳۶b	۱۱۷۵/۳۵a	۸۴۷/۰۲b	میکوریزا
۱۱/۷۱ab	۱۸/۵۰ab	۰/۰۰۲۹a	۲۴۵/۵۱d	۵۹/۰۷a	۱۱۳۲/۲۷a	۸۱۵/۷۱b	بیوسولفور
۹/۵۹cd	۱۸/۲۷b	۰/۰۰۲۶a	۳۴۷/۳۵bc	۳۷/۷۰b	۸۱۸/۷۹c	۶۲۹/۳۷d	شیمیایی
۸/۷۴d	۱۷/۶۰c	۰/۰۰۲۵a	۳۲۱/۵۸bc	۵۰/۱۲ab	۶۰۷/۸۵d	۴۴۷/۲۱f	شاهد

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

جدول ۶- مقایسه میانگین ترکیبات تیماری تاریخ‌ها و روش‌های مختلف کاشت و کاربرد کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر

برخی ویژگی‌های کیفی گاوزبان ایرانی

پروتئین دانه (%)	روغن دانه (%)	میزان آنتوسیانین کل (mg.g flower ⁻¹ DW ⁻¹)	میزان فنول		میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی (mg.ml ⁻¹)	عملکرد دانه عملکرد خشک (kg.ha ⁻¹)	عملکرد گل خشک (kg.ha ⁻¹)	
			فلاونوئید کل (mg QE.100g flower DW ⁻¹) ^۱	کل (mg GAE.g flower DW ⁻¹)				
تاریخ کاشت ۲۰ اسفند ۱۳۹۰								
۱۰/۶۸cd	۱۸/۸۸ab	۰/۰۰۲۶d-f	۳۵۲/۸۷b-f	۵۱/۱۰cd	۶۷/۲۴de	۱۱۵۱/۱۲ab	۹۵۱/۷۶a	میکوریزا
۱۱/۵۷bc	۱۸/۵۲a-c	۰/۰۰۲۵d-f	۴۰۹/۳۹ab	۳۰/۵۲g	۹۳/۷۹a	۱۱۹۱/۱۱ab	۸۶۹/۵۶abc	بیوسولفور
۸/۴۱fg	۱۸/۱۷a-c	۰/۰۰۳۳bc	۲۲۹/۰۷g	۶۵/۸۶ab	۸۲/۲۴b	۸۸۷/۴۵e	۶۷۰/۵۰e	شیمیایی
۸/۱۱g	۱۷/۸۹cd	۰/۰۰۲۴d-f	۳۲۶/۹۳d-f	۴۳/۷۹de	۵۳/۲۰fg	۷۰۷/۷۱fg	۵۱۶/۱۱fg	شاهد
تاریخ کاشت ۲۰ اسفند ۱۳۹۰								
۹/۱۱e-g	۱۸/۹۰ab	۰/۰۰۲۶d-f	۲۹۲/۹۱f	۳۹/۷۰ef	۹۱/۴۲a	۱۱۸۳/۱۳ab	۸۶۴/۸۷bc	میکوریزا
۱۰/۱۶de	۱۸/۲۵a-c	۰/۰۰۲۹cd	۱۸۴/۱۱g	۶۰/۰۶b	۶۷/۵۲de	۱۱۳۲/۸۸b	۸۳۱/۲۴bcd	بیوسولفور
۸/۹۷e-g	۱۸/۲۷a-c	۰/۰۰۲۴bc	۳۳۳/۵۸c-f	۴۶/۸۹de	۶۵/۸۹de	۱۰۰۵/۹۲d	۷۴۳/۱۷de	شیمیایی
۸/۷۱fg	۱۷/۳۳d	۰/۰۰۳۰cd	۳۴۳/۴۴c-f	۷۰/۳۷a	۷۲/۳۲cd	۶۵۶/۳۶gh	۴۷۵/۵۶gh	شاهد
تاریخ کاشت ۱۵ فروردین ۱۳۹۱								
۹/۶۵d-f	۱۸/۱۱bc	۰/۰۰۳۹ab	۳۹۳/۵۸a-c	۳۴/۴۴fg	۷۹/۰۶bc	۱۲۱۸/۸۳a	۹۰۲/۷۹ab	میکوریزا
۱۲/۶۱ab	۱۸/۱۶a-c	۰/۰۰۴۱a	۴۵۳/۴۲a	۴۸/۶۴d	۸۹/۹۱a	۱۱۱۸/۱۷bc	۷۴۶/۵۰de	بیوسولفور
۹/۳۸e-g	۱۸/۴۰a-c	۰/۰۰۲۲ef	۳۷۳/۸۰b-d	۲۷/۹۰g	۷۱/۶۷cd	۱۰۵۶/۴۳cd	۷۸۳/۷۴cd	شیمیایی
۹/۷۱d-f	۱۸/۵۱a-c	۰/۰۰۲۸c-e	۴۰۹/۸۲ab	۴۶/۴۵de	۶۶/۴۰de	۷۷۵/۸۸f	۵۸۹/۷۳f	شاهد
تاریخ کاشت ۱۵ فروردین ۱۳۹۱								
۱۲/۲۳ab	۱۸/۹۱a	۰/۰۰۲۹cd	۳۰۸/۸۳d-f	۳۹/۰۱ef	۶۰/۴۸ef	۱۱۶۷/۵۷ab	۸۲۹/۱۷bcd	میکوریزا
۱۳/۲۶a	۱۸/۷۵ab	۰/۰۰۲۸c-e	۳۰۶/۹۰ef	۵۸/۰۷bc	۸۰/۴۷b	۱۱۳۱/۶۶b	۸۰۰/۱۷cd	بیوسولفور
۱۰/۲۲de	۱۸/۲۷a-c	۰/۰۰۱۹f	۳۶۱/۱۲b-e	۲۸/۵۲g	۵۱/۶۷g	۶۳۱/۶۷h	۵۱۵/۵۶fg	شیمیایی
۸/۷۸fg	۱۷/۸۷cd	۰/۰۰۲۱ef	۲۹۹/۷۱ef	۲۹/۸۶g	۴۸/۵۰g	۵۵۹/۳۴i	۴۱۸/۸۷h	شاهد

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

کودهای میکوریزا، 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 ۶).

کودهای بیولوژیک از طریق مکانیسم‌های مختلفی نظیر افزایش دسترسی به نیتروژن به‌وسیله تثبیت نیتروژن، آزاد کردن متابولیت‌ها، تولید هورمون‌های گیاهی نظیر اکسین، افزایش جذب آب و مواد غذایی و کنترل بیولوژیک پاتوژن‌های خاکزاد باعث بهبود رشد و عملکرد گیاه می‌شوند (سahین و

در بررسی اثرات متقابل تاریخ و روش کاشت و کودهای بیولوژیک و شیمیایی مشاهده شد که در تاریخ کاشت اسفند، کود شیمیایی در روش نشاکاری تاثیر بیشتری در بهبود عملکرد دانه نسبت به روش بذرکاری ایفا کرد و کاربرد این کود در تاریخ کاشت فروردین از عملکرد دانه‌ی بیشتری در روش بذرکاری نسبت به روش نشاکاری برخوردار بود (جدول ۶).

استفاده از کودهای بیولوژیک 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

اثر مثبت گوگرد و مایه‌ی تلقیح تیوباسیلوس بر خصوصیات کمی و کیفی گاو زبان ایرانی می‌تواند به نقش مستقیم عنصر گوگرد در تغذیه گیاه از یک سو و 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 (زاپاتا و روی ۲۰۰۴). در یک پژوهش گزارش شد که کاربرد همزمان مایه‌ی تلقیح تیوباسیلوس و *Bradyrhizobium* منجر به افزایش عملکرد گیاه سویا (*Glycin max L.*) شد (قربانی- نصرآبادی و همکاران ۲۰۰۲). در پژوهش دیگری بیشترین و کمترین عملکرد گیاه دارویی بابونه شیرازی (*Matricaria recutita L.*) به ترتیب در تیمارهای بیوسولفور و شاهد گزارش شد (دهقانی‌مشکانی و همکاران ۲۰۱۱). اثر بیوسولفور در جذب عناصر غذایی و عملکرد سویا بررسی و گزارش شد که کاربرد ۳ تن در هکتار گوگرد به همراه مایه‌ی تلقیح تیوباسیلوس منجر به تولید بیشترین عملکرد دانه شد (بابایی و همکاران ۲۰۱۲). در پژوهش دیگری جهان و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که اگر چه میزان ضریب خاموشی نور در کنجد در حالت عدم کاربرد کود نسبت به شرایط استفاده از کودهای بیولوژیک بالاتر بود، ولی به دلیل کارایی مصرف نور بیشتر در نتیجه‌ی استفاده از بیوسولفور نسبت به شاهد، عملکرد دانه، عملکرد ماده‌ی خشک و شاخص برداشت در شرایط کاربرد این کود به‌طور معنی‌داری بیشتر از شاهد بود.

تاریخ کاشت به‌عنوان یک عامل مؤثر بر طول دوره‌ی رشد رویشی و زایشی باعث ایجاد توازن بین آن‌ها شده و بر سایر عوامل تولید، کیفیت برداشت و در نهایت عملکرد تأثیر می‌گذارد (خواجه‌پور ۲۰۰۹). در محصولات دانه‌ای، برای دستیابی به پتانسیل بالای عملکرد دانه باید بین میزان رشد قبل و بعد از گرده-افشانی توازن وجود داشته باشد، لذا انتخاب تاریخ کاشت مناسب در این گیاهان ضروری به‌نظر می‌رسد (خچیاری و نیواس ۲۰۰۶). در گزارش تبریزی (۲۰۰۷)

همکاران (۲۰۰۴). میکوریزا احتمالاً از طریق بهبود جذب و انتقال عناصر غذایی و تولید متابولیت‌ها و هورمون‌های گیاهی نظیر اکسین منجر به بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه می‌شود (رواستی و همکاران ۲۰۰۶). بن‌عبدالله و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که میکوریزا به‌طور وسیعی هدایت روزه‌ای را کاهش و محتوای رطوبت نسبی برگ را افزایش داده و تحمل تنش‌های محیطی برای گیاه آسان می‌گردد. گوپتا و همکاران (۲۰۰۲) پس از بررسی اثر میکوریزا بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی نعناع (*Mentha arvensis*) گزارش کردند که کلونیزاسیون ریشه تحت-تأثیر تلقیح با این قارچ بهبود یافت و در نتیجه خصوصیات رشدی، عملکرد ماده‌ی خشک و محتوی اسانس گیاه از افزایش قابل‌توجهی در مقایسه با شاهد برخوردار شدند. در یک پژوهش خرم‌دل و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که تلقیح گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa L.*) با انواع کودهای زیستی و قارچ میکوریزا خصوصیات رشدی و عملکرد گیاه را بهبود بخشید. گزارش شد که کاربرد همزمان میکوریزا و کودهای رومی‌کمپوست و گوگرد گرانوله، عملکرد دانه کنجد را افزایش داد، به‌طوری‌که کاربرد جداگانه‌ی گوگرد گرانوله اثر چندانی بر صفات مورد مطالعه نداشت، ولی همراهی این کود با میکوریزا اکثر صفات مورد مطالعه را بهبود بخشید (رضوانی‌مقدم و همکاران، ۲۰۱۵). محفوظ و شرف‌الدین (۲۰۰۷) گزارش کردند که تیمار توأم آزنوسپریلیوم و میکوریزا منجر به تولید بیشترین عملکرد دانه‌ی گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare Mill.*) شد. کومار و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه‌ی اسفرزه (*Plantago ovata Forssk.*) در تیمار میکوریزا به‌علاوه *Azotobacter* همراه مصرف کود شیمیایی NPK (به‌ترتیب به میزان ۳۰، ۳۰ و ۴۰ کیلوگرم در هکتار) بدست آمد.

بیولوژیک و شیمیایی از نظر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فنول کل تفاوت معنی‌داری وجود داشت و بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فنول کل در تیمار بیوسولفور حاصل شد، که البته از نظر میزان فنول کل تفاوت کود بیوسولفور با شاهد معنی‌دار نبود (جدول ۲). کودهای میکوریزا و شیمیایی نیز میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی را به ترتیب ۱۹ و ۱۱ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۲).

روش کاشت تأثیر معنی‌داری بر میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فنول کل داشت و میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در شرایط بذرکاری و میزان فنول کل در شرایط نشاکاری دارای بیشترین مقدار خود بودند (جدول ۲).

استفاده از کود بیوسولفور در تاریخ کاشت اسفند و فروردین به ترتیب منجر به افزایش ۲۲ و ۳۳ درصدی فعالیت آنتی‌اکسیدانی نسبت به شاهد شد (شکل ۱). استفاده از میکوریزا نیز در تاریخ کاشت اسفند افزایش ۲۱ درصدی فعالیت آنتی‌اکسیدانی را در مقایسه با شاهد به همراه داشت (شکل ۱).

اگر چه کود بیوسولفور در تاریخ کاشت اسفند اثر چندانی بر میزان فنول کل نداشت ولی در تاریخ کاشت فروردین منجر به افزایش ۲۸ درصدی میزان فنول کل نسبت به شاهد شد (جدول ۳). در تاریخ کاشت فروردین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در روش بذرکاری بیشتر از روش نشاکاری بود (جدول ۴)، ضمن این‌که در هر دو روش کاشت بذرکاری و نشاکاری، کودهای بیولوژیک افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی را در مقایسه با شاهد سبب شدند و کودهای میکوریزا و بیوسولفور میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی را ۱۸ و ۳۵ درصد در روش بذرکاری و ۲۰ و ۱۸ درصد در روش نشاکاری نسبت به شاهد افزایش دادند (شکل ۲). کود بیوسولفور در شرایط نشاکاری نقش مؤثرتری در بهبود میزان فنول کل نسبت به شرایط بذرکاری داشت (جدول ۵).

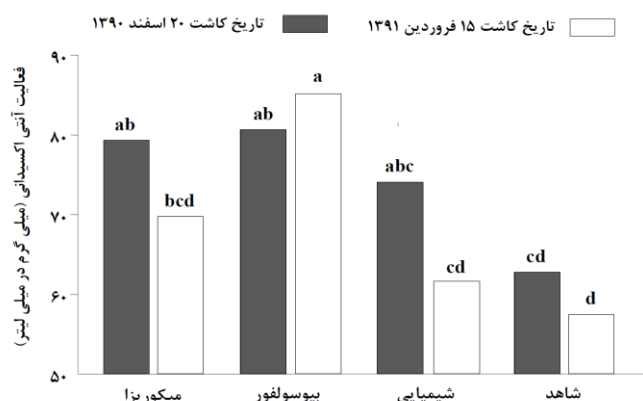
نشاکاری آویشن خراسانی (*Thymus transcaspicus* Klokov) نسبت به بذرکاری مستقیم منجر به افزایش سازگاری گیاه شد، به طوری‌که آویشن واکنش مطلوب‌تری نسبت به اعمال تیمارهای آبیاری و سطوح دامی نشان داد.

در بررسی اثر تاریخ‌های کشت مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی آنیسون (*Pimpinella anisum* L.) گزارش شد که بوته‌های کشت شده در اول آوریل (معادل ۱۲ فروردین) از عملکرد بیشتری در مقایسه با سایر تاریخ‌های کشت برخوردار بودند، به طوری‌که حتی تأخیر دو هفته‌ای تاریخ کشت به شدت عملکرد و اجزای عملکرد گیاه را با کاهش مواجه ساخت (یولاه و هوزمیر ۲۰۱۳). در مطالعه اثر 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 پوست کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) بیشترین عملکرد میوه در تاریخ کشت ۱۸ آوریل بدست آمد (لطیفی و همکاران ۲۰۱۲).

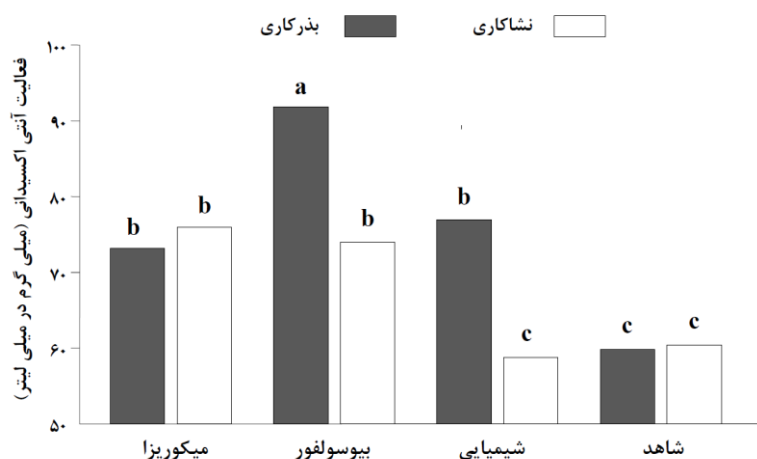
به نظر می‌رسد که به علت برف و یخبندانی که در اواخر اسفندماه ۱۳۹۰ به وقوع پیوست، برخی از نشاهای کشت شده با تنش مواجه شدند و ظهور گیاهچه‌های حاصل از بذرکاری گیاه در اسفند، پس از وقوع یخبندان زمستانه بود و بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه در شرایط بذرکاری نسبت به شرایط نشاکاری منطقی به نظر می‌رسد. در بررسی حسینی (۲۰۱۱) بذرکاری گیاه دارویی رازک (*Humulus lupulus* L.) استقرار گیاه را به میزان ۸۱ درصد نسبت به قلمه‌کاری آن بهبود بخشید.

میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فنول کل

میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی و فنول کل به طور معنی‌داری تحت تأثیر تاریخ کاشت قرار گرفت، به طوری‌که مقدار صفات مذکور در تاریخ کاشت اسفند بیشتر از تاریخ کاشت فروردین بود (جدول ۲). بین کودهای



شکل ۱- ترکیبات تیماری تاریخ کاشت و کودهای بیولوژیک و شیمیایی برای میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی گاوزبان ایرانی میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند



شکل ۲- ترکیبات تیماری روش کاشت و کودهای بیولوژیک و شیمیایی برای میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی گاوزبان ایرانی میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح احتمال ۵ درصد، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند

نداشت، بلکه از میزان فنول کل در مقایسه با شاهد کاست (جدول ۶). در تاریخ کاشت فروردین و در شرایط نشاکاری کاربرد کودهای میکوریزا و بیوسولفور به ترتیب منجر به افزایش ۲۳ و ۴۹ درصدی میزان فنول کل نسبت به شاهد شد (جدول ۶).

با توجه به اینکه حیات میکروارگانیسم‌های موجود در کودهای زیستی به میزان رطوبت خاک وابسته است، کارایی این کودها در خاک‌های مرطوب بیشتر از خاک‌های خشک بوده و به همین دلیل اکثر شرکت‌های تولیدکننده کودهای زیستی توصیه می‌کنند که بلافاصله پس از کشت و استفاده از کودهای

بررسی اثرات متقابل تاریخ و روش کاشت و کودهای بیولوژیک و شیمیایی مختلف نشان داد که بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در شرایط بذرکاری در تاریخ کاشت اسفند و فروردین، زمانی حاصل شد که از کود بیوسولفور در مزرعه استفاده گردید (جدول ۶). در شرایط نشاکاری در تاریخ کاشت اسفند و فروردین به ترتیب کودهای میکوریزا و بیوسولفور بیشترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی را باعث شدند (جدول ۶). استفاده از کود شیمیایی به جز در شرایط بذرکاری گاوزبان ایرانی در تاریخ کاشت اسفند نه تنها تأثیر چندانی در بهبود میزان فنول کل

بیولوژیک آبیاری صورت گیرد (وسی ۲۰۰۳). لذا با توجه به بارندگی‌های اواخر اسفند افزایش کارایی کودهای بیولوژیک در بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه در این تاریخ کاشت منطقی به نظر می‌رسد. بررسی اثر کودهای زیستی مختلف بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی سرخارگل (*Echinacea purpurea*) نشان داد که بیشترین ترکیبات فنولی ریشه در تیمار ترکیبی بیوسولفور و بیوفسفر حاصل شد (آقاعلیخانی و همکاران ۲۰۱۳). بیشترین میزان اسانس گیاه دارویی بادرشبو (*Dracocephalum moldavica* L.) در شرایط کاربرد همزمان کودهای زیستی بیوسولفور، نیتروکسین و بیوفسفر بدست آمد (رحیم‌زاده و همکاران ۲۰۱۳). در مطالعه تاریخ کاشت و مقدار بذر مصرفی در گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria chamomilla*) گزارش شد که بیشترین عملکرد اسانس و عملکرد آلفا بیسابول در تاریخ کاشت اسفند بدست آمد (عبادی ۲۰۰۹). در پژوهشی دیگر، اثر تاریخ کاشت و فاصله‌ی کاشت بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی چای ترش (*Hibiscus sabdariffa*) مورد بررسی قرار گرفت و بیشترین میزان آنتوسیانین و عملکرد عصاره به تیمار تاریخ کاشت فروردین و فاصله‌ی کاشت ۱۰۰×۵۰ سانتی‌متر مشاهده شد (شاکر ۲۰۱۳). در تحقیق فرانک و ماجکوسکا-گادومسکا (۲۰۰۸) کشت بهاره کاسنی (*Cichorium intybus*) نسبت به کشت تابستانه از کمیت و کیفیت بالاتری در میزان اسانس برخوردار بود، ولی در مقدار ماده‌ی خشک تولید شده، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

میزان فلاونوئید کل و آنتوسیانین کل

نتایج آزمایش نشان داد که استفاده از کودهای بیولوژیک در تاریخ کاشت فروردین افزایش معنی‌دار میزان آنتوسیانین کل را در پی داشت، به طوری‌که در این تاریخ کاشت میزان آنتوسیانین کل در کودهای میکوریزا و بیوسولفور به ترتیب ۲۶ و ۲۹ درصد در

مقایسه با شاهد افزایش یافت (جدول ۳). در تاریخ کاشت اسفند بین بذرکاری و نشاکاری گاوزبان ایرانی از نظر میزان فلاونوئید کل و فنول کل تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، ولی در تاریخ کاشت فروردین مقدار صفات مذکور در شرایط بذرکاری بیشتر از شرایط نشاکاری بود (جدول ۴). کودهای میکوریزا و بیوسولفور در شرایط بذرکاری میزان فلاونوئید کل بیشتری نسبت به کاربرد کودهای مشابه در شرایط نشاکاری تولید کردند (جدول ۵). اثرات متقابل سه‌گانه‌ی تاریخ و روش کاشت و کودهای بیولوژیک و شیمیایی مختلف نشان داد که بیشترین میزان فلاونوئید کل در تاریخ کاشت فروردین، شرایط بذرکاری و در تیمار بیوسولفور بدست آمد (جدول ۶). استفاده از کود میکوریزا در تاریخ کاشت فروردین میزان آنتوسیانین کل را به ترتیب ۲۸ و ۲۷ درصد در شرایط بذرکاری و نشاکاری نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۶). کود بیوسولفور نیز در تاریخ کاشت فروردین و در شرایط بذرکاری منجر به افزایش ۳۲ درصدی میزان آنتوسیانین کل نسبت به شاهد شد (جدول ۶).

برخی محققان گزارش کردند که به دلیل کمبود گوگرد، سنتز برخی پروتئین‌ها و ویتامین‌های ضروری گیاهان با مشکل مواجه می‌شود، از این رو استفاده از نهاده‌های گوگردی بوم‌سازگار نظیر گرانوله‌ی گوگردی برای بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاهان ضروری به نظر می‌رسد (فلاح و همکاران ۲۰۰۹). همچنین گزارش شده است که مصرف گوگرد و تولید اسیدسولفوریک حاصل از اکسایش آن، باعث کاهش pH خاک و افزایش دسترسی فسفر می‌شود (زاپاتا و روی ۲۰۰۴). در شرایط هوایی باکتری‌های شیمیوسنتزکننده، مسئول اکسیداسیون هستند و بعضی باکتری‌های هتروتروف، اکتینومیسیت‌ها و قارچ‌ها دارای توانایی اکسیداسیون سولفید هیدروژن می‌باشند. با این حال اکسیداسیون گوگرد به طور عمده توسط گونه‌های شیمیو سنتزکننده‌ی تیوباسیلوس انجام می‌شود

که بیشترین عملکرد اسانس آویشن (*Thymus vulgaris*) در برداشت خردادماه، از نشاهای منتقل شده در شهریورماه حاصل شد.

میزان روغن و پروتئین دانه

اثر کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر روغن و پروتئین دانه معنی‌دار بود و کود میکوریزا منجر به افزایش روغن و پروتئین دانه نسبت به شاهد شد (جدول ۲). بیشترین میزان پروتئین دانه متعلق به تیمار بیوسولفور بود (جدول ۲)، در هر دو روش بذرکاری و نشاکاری در تاریخ کاشت فروردین پروتئین دانه‌ی بیشتری نسبت به تاریخ کاشت اسفند بدست آمد (جدول ۴). در روش بذرکاری بین کودهای بیولوژیک و شیمیایی مختلف از نظر روغن دانه تفاوت معنی‌داری وجود نداشت، ولی در روش نشاکاری تمامی کودهای بیولوژیک و شیمیایی مورد مطالعه منجر به افزایش روغن دانه نسبت به شاهد شدند، به این ترتیب که در شرایط نشاکاری روغن دانه در کودهای میکوریزا، بیوسولفور و شیمیایی به ترتیب ۷، ۵ و ۴ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول ۵).

در هر دو روش بذرکاری و نشاکاری استفاده از کودهای بیولوژیک افزایش میزان پروتئین دانه را در مقایسه با شاهد سبب شد، به طوری که کودهای میکوریزا و بیوسولفور پروتئین دانه را به ترتیب ۱۲ و ۲۶ درصد در روش بذرکاری و به ترتیب ۱۸ و ۲۵ درصد در روش نشاکاری نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۵). کود شیمیایی در هیچ یک از روش‌های کاشت نتوانست نقش مثبتی در بهبود پروتئین دانه ایفا کند (جدول ۵).

اثرات متقابل تاریخ و روش کاشت و کودهای بیولوژیک و شیمیایی مختلف نشان داد که بیشترین روغن دانه (۱۹ درصد) در تاریخ کاشت فروردین، شرایط نشاکاری و در تیمار میکوریزا و بیشترین پروتئین دانه (۱۳ درصد) در تاریخ کاشت فروردین،

(آنندهام و همکاران ۲۰۰۷). کاپور و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که تلقیح بذر رازیانه با میکوریزا، به دلیل افزایش فسفر خاک باعث افزایش معنی‌دار رشد و همچنین بهبود عملکرد اسانس گیاه شد. در پژوهش دیگری در گیاه دارویی نعنای گزارش شد که کاربرد ۴ گونه میکوریزا منجر به بهبود مقدار اسانس و میزان منتول آن نسبت به شاهد شد (فریتاس و همکاران ۲۰۰۴). جهان و همکاران (۲۰۰۷) اثر کاربرد همزمان میکوریزا (*Glomus intraradices*) و باکتری‌های آزادزی تثبیت‌کننده‌ی نیتروژن (*Azospirillum* و *Azotobacter*) را در نظام‌های زراعی رایج و اکولوژیک بررسی و گزارش کردند که بیشترین سرعت فتوسنتز و عدد کلروفیل‌متر ذرت در تلقیح همزمان میکوریزا و باکتری بدست آمد. در یک پژوهش گزارش شد که میزان فلاونوئید کل، میزان اسانس و میزان کامازولن گیاه دارویی بابونه شیرازی (*Matricaria recutita*) تحت‌تأثیر کود بیولوژیک بیوسولفور به میزان قابل‌توجهی نسبت به شاهد افزایش یافت (دهقانی‌مشکانی و همکاران ۲۰۱۱). در بررسی واکنش گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) به کاربرد کودهای بیولوژیک و سوپرچادب گزارش شد که بیشترین عملکرد اسانس به‌ترتیب در تیمارهای بیوسولفور به‌علاوه‌ی سوپرچادب، بیوسولفور به‌علاوه‌ی نیتروکسین و نیتروکسین به‌علاوه‌ی سوپرچادب بدست آمد (شاه‌حسینی و همکاران ۲۰۱۳).

عبداله‌زارع و همکاران (۲۰۱۳) پس از بررسی سه تاریخ کاشت مختلف (۲۳ آبان، ۱۰ و ۲۴ آذر) بر میزان ماده‌ی مؤثره‌ی دانه‌ی گیاه دارویی خارمریم گزارش کردند که تاریخ کاشت، تأثیر معنی‌داری بر درصد فنول، درصد فلاونوئید و میزان سیلی‌مارین دانه داشت، به طوری که تأخیر در کاشت منجر به کاهش میزان سیلی‌مارین دانه شد، در حالی که بیشترین درصد فنول و فلاونوئید دانه در تاریخ کاشت ۲۴ آذر بدست آمد. نقدی‌بادی و مکی‌زاده‌تفتی (۲۰۰۳) گزارش کردند

شرایط محیطی مناسب انطباق یابد، که این امر بهبود کمیت و کیفیت محصولات را در پی دارد (دادخواه و همکاران ۲۰۰۹). به نظر می‌رسد که در تاریخ کاشت اسفند دوره‌ی رشد رویشی گیاه افزایش یافته و این امر اتلاف رطوبت خاک و رقابت اندام‌های رویشی و زایشی برای دریافت مواد غذایی در پی داشته (باقری و همکاران ۲۰۰۸) و در نتیجه میزان روغن در این تاریخ کاشت کمتر از تاریخ کاشت فروردین بود. در یک پژوهش، اثر ۵ تاریخ کاشت مختلف (۲۰ اسفند، ۱، ۱۰ و ۲۰ فروردین و ۱ اردیبهشت) بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی بذک بررسی و گزارش شد که تاریخ کاشت اول بیشترین و تاریخ کاشت پنجم کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند، ضمن این‌که بیشترین و کمترین میزان اسید چرب لینولنیک نیز به ترتیب متعلق به تاریخ کشت‌های اول و پنجم بود (رحیمی و همکاران ۲۰۰۹). لبافی‌حسین‌آبادی و همکاران (۲۰۱۲) پس از بررسی اثر تاریخ کشت‌های مختلف (۱ اردیبهشت، ۱ خرداد و ۱ تیر) بر عملکرد کمی و کیفی روغن کدو پوست کاغذی گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه، درصد و عملکرد روغن و بیشترین درصد اسیدهای چرب غیراشباع در تاریخ کاشت خرداد بدست آمد.

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج این تحقیق در تاریخ کاشت‌های اسفند و فروردین هر دو روش کاشت نشاکاری و بذر کاری مورد مطالعه با کاربرد میکوریزا، بیشترین عملکرد گل خشک مشاهده گردید که البته از این نظر عملکرد گل خشک در تاریخ کاشت اسفند بیشتر از تاریخ کاشت فروردین و در روش بذرکاری بیشتر از روش نشاکاری بود. در هر دو تاریخ کاشت مورد مطالعه استفاده از کودهای بیولوژیک و شیمیایی در هر دو روش کاشت افزایش عملکرد دانه را در پی داشت، به عنوان مثال در تاریخ کاشت اسفند با روش بذرکاری،

شرایط نشاکاری و در تیمار بیوسولفور بدست آمد (جدول ۶). در تاریخ کاشت اسفند اثر میکوریزا در بهبود پروتئین دانه در شرایط بذرکاری بیشتر از شرایط نشاکاری بود، در حالی که در تاریخ کاشت فروردین عکس این حالت اتفاق افتاد (جدول ۶).

گیاهان روغنی احتیاج زیادی به گوگرد دارند و تقریباً ۱۶ کیلوگرم گوگرد برای تولید یک تن دانه‌ی حاوی ۹۱ درصد ماده‌ی خشک لازم است (زاپاتا و روی ۲۰۰۴). مهم‌ترین نقشی که گوگرد در گیاهان ایفا می‌کند شرکت در ساخت اسیدهای آمینه ضروری سیستئین 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 (کرتز و میرلو ۲۰۰۴). یکی دیگر از نقش‌های مهم گوگرد، شرکت در ساختمان سولفولیپیدها می‌باشد که در غشای سلول وجود دارند و در واقع روغن گیاه را تشکیل می‌دهند (رحمان و همکاران ۲۰۰۷). برخی محققین اثر بیوسولفور را در بهبود عملکرد روغن و پروتئین دانه‌ی کنجد (الهاباشا و همکاران ۲۰۰۷) و پروتئین دانه‌ی گندم (*Triticum aestivum*) (شیند و همکاران ۲۰۰۴) مثبت گزارش کردند. در یک پژوهش کاربرد ۴۵۰ کیلوگرم گوگرد همراه با تیوباسیلوس و ۵۰ تن در هکتار کود دامی منجر به تولید بیشترین میزان روغن دانه‌ی کلزا شد (کریمی و همکاران ۲۰۱۲). در پژوهشی دیگر بیشترین درصد روغن و پروتئین کنجد به ترتیب در تیمارهای بیوسولفور و بیوفسفر گزارش شد (جهان و همکاران ۲۰۱۳).

بیوسنتز خصوصیات کیفی و متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی علاوه بر کنترل ژنتیکی به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی قرار دارد، در این زمینه تعیین تاریخ کاشت مناسب یکی از عواملی است که دستیابی به حداکثر عملکرد کمی و کیفی محصول را ممکن می‌سازد. تاریخ کاشت را می‌توان به نحوی تغییر داد که مراحل مختلف نمو گیاه در طی فصل رشد با

تاریخ کاشت فروردین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی و میزان فنول و آنتوسیانین کل در کشت بذری گاوزبان ایرانی نسبت به نشاکاری آن افزایش یافت. به‌طور کلی با توجه به یافته‌های این پژوهش، روش کاشت به صورت بذرکاری در اسفند ماه با استفاده از نهاده‌های بوم‌سازگار میکوریزا و بیوسولفور برای بهبود عملکرد و خصوصیات کیفی گاوزبان ایرانی توصیه می‌گردد.

کاربرد کودهای میکوریزا، بیوسولفور و شیمیایی عملکرد دانه را به ترتیب ۳۹، ۴۱ و ۲۰ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. اگر چه در هر دو تاریخ کاشت مورد مطالعه کودهای بیولوژیک افزایش میزان فعالیت آنتی-اکسیدانی را نسبت به شاهد سبب شدند، ولی هر یک از کودهای میکوریزا و بیوسولفور به ترتیب در تاریخ کشت‌های اسفند و فروردین بیشترین اثر مثبت خود را در بهبود میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی بروز دادند. در

منابع مورد استفاده

- Abdolah Zareh S, Fateh E and Aynehband A. 2013. Study effects of different sowing dates and chemical, organic and integrated fertilizer on grain active substance of *Silybum marianum* (L.) Gaerate. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 29(2): 486-501. (In Persian).
- Abdul Jaleel C, Manivannan P, Sankar B, Kishorekumar A, Gopi R, Somasundaram R and Panneerselvam R. 2007. *Pseudomonas fluorescens* enhances biomass yield and ajmalicine production in *Catharanthus roseus* under water deficit stress. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces, 60: 7-11.
- Agha Alikhani M, Iranour A and Naghdi Badi H. 2013. Changes in agronomical and phytochemical yield of purple coneflower (*Echinacea purpurea* (L.) Moench) under urea and three biofertilizers application. Journal of Medicinal Plants, 2(46):121-136. (In Persian).
- Anandham R, Sridar R, Nalayini P, Poonguzhali S, Madhaiyan M and 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.
- Babayee P, Golchin A, Besharati H and 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 Persian).
- Bagheri M, Golparvar AR, Shirani, Rad AH, Zeinali H and Jafarpour M. 2008. Evaluation Effects of Planting date and different amount of nitrogen fertilizer on quantitative and qualitative characteristics of camomille in Esfahan conditions. Journal of Research in Agricultural Science, 4(1): 29-40. (In Persian).
- Benabdellah K, Abbas Y, Abourouh M, Aroca R and Azcon R. 2011. Influence of two bacterial isolates from degraded and non-degraded soils and arbuscular mycorrhizae fungi isolated from semi-arid zone on the growth of *Trifolium repens* under drought conditions: Mechanisms related to bacterial effectiveness. European Journal, 47: 303-309.
- Chang YL. 2002. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. Journal Agricultural Food Chemistry, 50: 3713-3717.
- Dadkhah M, Kafi M and Rasam Gh. 2009. The effect of planting date and plant density on growth traits, yield quality and quantity of matricaria (*Matricaria chamomilla*). Journal of Horticulture Science, 23(2): 100-107. (In Persian).
- Dehghani Mashkani M, Naghdi Badi H, Darzi M, Mehrafarin A, Rezazadeh S and kadkhoda Z. 2011. The effect of biological and chemical fertilizers on quantitative and qualitative yield of Shirazian baboonch (*Matricaria recutita* L.). Journal of Medicinal Plants, 2(38): 35-48. (In Persian).
- Ebadi MT. 2009. Evaluation Effect of planting date and amount of seed consumption on growth, yield, percentage and essential oil components of *Matricaria chamomilla*. Master Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian).

- El-Habbasha SF, Abdel Salam MS and Kabesh MO. 2007. Response of two sesame varieties (*Sesamum indicum* L.) to partial replacement of chemical fertilizers by bio-organic fertilizers. *Research Journal of Agriculture and Biology Sciences*, 3: 563-571.
- Fallah B, Besharati H and Khosravi H. 2009. *Soil Microbiology*. Abizh Press. (In Persian)
- Frank, A and Majkowska-Gadomska J. 2008. Effect of planning date and method on the chemical composition of radicchio heads. *Journal of Elementology*, 13: 199-204.
- Freitas MS, Martins M and Vieira EIJC. 2004. Yield and quality of essential oils of *Mentha arvensis* in response to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 39: 887-894.
- Ghasemi Dehkordi N, Sajjadi A, Ghanadi A, Amanzadeh Y, Azadbakht M, Asghari Gh, Amin Gh, Hajiakhoondi A and Taleb AM. 2003. Iranian herbal pharmacopoeia (IHP). *Journal of Hakim*. 6: 63-69. (In Persian).
- Ghorbani Nasrabadi R, Saleh Rastin N and 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 Persian).
- Gupta ML, Prasad A, Ram M and 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.
- Hiltbrunner J, Streit B and Liedgens M. 2007. Are seeding densities an opportunity to increase grain yield of winter wheat in a living mulch of white clover. *Field Crops Research*, 102: 163-171.
- Hoseini SA. 2011. Planting methods of *Humulus Lupulus* L. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 27: 615-623. (In Persian).
- Jahan M, Amiri MB and Ehyae HR. 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 Persian).
- Jahan M, Aryae M, Amiri MB and Ehyae HR. 2013. The effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on quantitative and qualitative characteristics of *Sesamum indicum* L. with application of cover crops of *Lathyrus* sp. And Persian clover (*Trifolium resopinatam* L.). *Journal of Agroecology*, 5(1): 1-15. (In Persian).
- Jahan M, Koocheki A and Nassiri Mahallati M. 2007. The effects of arbuscular mycorrhizal fungus and free living nitrogen fixing bacteria on growth, photosynthesis and yield of corn (*Zea mays* L.) in conventional and ecological cropping systems. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 5(1): 53-67. (In Persian).
- Khajepour MR. 2009. *Principles and fundamentals of agriculture*. Esfahan Jahad Daneshgahi. (In Persian)
- Kapoor R, Giri B and Mukerji KG. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in (*Foenicudum vulgare* mill.) on mycorrhizal inoculation supplemented with P- fertilizer. *Bioresource Technology*, 93: 307-311.
- Kapoor R, Chaudhary V and Bhatnagar AK. 2007. Effects of arbuscular mycorrhiza and phosphorus application on artemisinin concentration in *Artemisia annua* L. *Mycorrhiza*, 17: 581- 587.
- Karimi F, Bahmanyar MA and Shahabi M. 2010. Improving the content of oil, protein and some yield components of canola in two calcareous soil, consequence the sulfur and cattle manure application. *Agricultural Science and Sustainable Production*, 22(3): 71-85. (In Persian).
- Kennedy IR, Choudhury ATMA, Kecskes ML, Roughley RJ and Hien NT. 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.

- Kertes MA and Mirleau K. 2004. The role of soil microbes in plant sulfur nutrition. *Journal of Experimental Botany*, 55: 1-7.
- Khichar ML and Niwas I. 2006. Microclimatic profiles under different sowing environment in wheat. *Journal of Agrometeo*, 8: 201-209.
- Khorramdel S, Koocheki A, Nassiri Mahallati M and 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 Persian).
- Kumar V, Singh Solanki A and Sharma S. 2011. AM fugi and A. *Chroococcum* affecting yield, nutrient uptake and cost efficiency of *Plantago ovata* in Indian arid region? *Thai Journal of Agricultural Science*, 44: 53-60.
- Kumuta K, Sempaulan J and Krishnan PS. 2004. Effect of insoluble phosphate and dual inoculation on soybean. In: *Kannaryan. Biofertilizers*, Pp: 354-358.
- Labbafi M, Allahdadi I, Akbari G, Najafi F, Khalaj H and Mehrafarin A. 2012. Quality/quantity changes in oil and morphological traits of medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) under different cultivation practices. *Journal of Medicinal Plants*, 4(44): 212-220. (In Persian).
- Latifi M, Barimavandi A, Sedaghatpoor S and Rezaei S. 2012. Sowing date and plant population effects on seed yield of *Cucurbita pepo*. *International Journal of Agriculture and Biology*, 14: 641-644.
- Mahfouz SA and Sharaf-Eldin MA. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *International Agrophysics*, 21: 361-366.
- Muanda FN, Soulimani R, Diop B and Dicko A. 2011. Study on chemical composition and biological activities of essential oil and extracts from stevia rebaudiana Bertoni leaves. *Journal of Food Science and Technology*, 44: 1865-1872.
- Naghdi Badi H and Makkizadeh M. 2003. Review of common thyme. *Journal of Medicinal Plants*, 3(7): 1-12. (In Persian).
- Najafpour Navaei M. 2002. Effects of fertilizer on seed yield of *Echimium amoenum* Fisch and Mey. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 13: 41-50. (In Persian).
- Ordone AAL. 2008. Antioxidant activities of sechium edule swartz extracts. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 97: 452-458.
- Rahimzadeh S, Sohrabi Y, Heidari GhR, Eivazi AR and Hoseini SMT. 2013. Effect of biofertilizers on macro and micro nutrients uptake and essential oil content in *Dracocephalum moldavica* L. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 11(1): 179-190. (In Persian).
- Rahimi MM, Noormohammadi Gh and Ayeneband A. 2009. Evaluation effect of planting date and nitrogen on yield, yield components and essential oil of *Linum usitatissimum* L. *Journal of Modern Agricultural Science*, 5: 14-23. (In Persian).
- Rahimiyani Z. 2012. Effect of sulfur and *Thiobacillus* with organic matter on quantitative and qualitative traits of canola. *Crop Physiology Journal*, 3(12): 19-27. (In Persian).
- Rahman MN, Sayem SM, Alam MK, Islam MS. and Mondol, A.T. 2007. Influence of sulphur on nutrient content and uptake by rice and its balance in old Brahmaputra floodplain. *Journal of Soil Natural*, 1: 1-10.
- Rezvani Moghaddam P, Amiri MB and Ehyae HR. 2015. Effect of simultaneous application of mycorrhiza with compost, vermicompost and sulfur geranole on some quantitative and qualitative characteristics of sesame (*Sesamum indicum* L.) in a low input cropping system. *Agroecology*, 7(4): 6-77. (In Persian).
- Rillig MC and Mummey DL. 2006. Mycorrhizas and soil structure. *New Phytologist*, 171: 41-53.
- Roesti D, Gaur R, Johri BN, Imfeld G, Sharma S, Kawaljeet K and 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.
- Sahin F, Cakmakci R and Kantar F. 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N₂-fixing and phosphate solubilizing bacteria. *Plant and Soil*, 265: 123–129.
- Sardans J, Roda F and 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.
- Sayyah M, Boostani H, Pakseresht S and 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.
- Shahhoseini R, Omidbaigi R and Kiani D. 2012. Effect of biological fertilizers of biosulfur, nitroxin and super absorbent polymer on growth, yield and essential oil content of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Horticulture Science*, 26(3): 246-254. (In Persian).
- Shaker Z. 2013. Evaluation Effect of planting date and distance on growth, yield and on qualitative characteristics of *Hibiscus sabdariffa* L. Master Thesis, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad. (In Persian).
- Shimada K, Fujikawa K, Yahara K and Nakamur T. 1992. Antioxidative properties of xanthin on autoxidation of soybean oil in cyclodextrin emulsion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40: 945-948.
- Shinde DB, Kadam RM and Jadhav A. 2004. Effect of sulfur oxidizing micro-organism on growth of soybean. *Journal of Maharashtra Agriculture University*, 29: 305-307.
- 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 Persian).
- Thomas Ph. 1984. *Canola Grower Manual*. Publication of Canada.
- Ullah H and 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.
- Vance CP, Uhde-Stone C and Allan DL. 2003. Phosphorus acquisition and use: Critical adaptation by plants for securing a non-renewable resource. *New Physiology*, 157: 423-447.
- Vessey JK. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. *Plant and Soil*. 255: 571–586.
- Zapata F and Roy RN. 2004. Use of phosphate rocks for sustainable agricultur. Publication of the FAO Land and Water Development Division, Pp: 117 - 122.
- Zehtabsalmasi S, Javanshir A, Omideigi R, Alya H and 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.
- Zhu CX, Song BF and Xu WH. 2010. Arbuscular mycorrhizae improves low temperature stress in maize via alterations in host water status and photosynthesis. *Plant and Soil*, 331: 129-137.