نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷، ص. ۶۹۸-۶۷۹

Journal of Agroecology
Vol. 10, No.3, Fall 2018, p. 679-698

کاربرد نهاده‌های بوم‌سازگار در زراعت گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum* Fisch. & Mey.) در شرایط مشهد

محمد بهزاد امیری[۱]، پرویز رضوانی‌مقدم[۲*] و محسن جهان[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۶/۱۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۰۶

امیری، م.ب.، رضوانی مقدم، **پ.**، و جهان، م. ۱۳۹۷. کاربرد نهاده‌های بوم‌سازگار در زراعت گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum* Fisch. & Mey.) در شرایط مشهد. بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۰(۳): ۶۹۸-۶۷۹.

چکیده

به‌منظور بررسی اثر اسیدهای آلی، ریزوباکترهای محرک رشد گیاه و گونه‌های مختلف میکوریزا بر عملکرد و اجزای عملکرد گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum* Fisch. & Mey.) پژوهشی در دانشگاه فردوسی مشهد در سه سال زراعی متوالی ۹۱-۱۳۹۰، ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ به‌صورت اسپلیت‌پلات در زمان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. هفت نوع اصلاح‌کننده خاک و کود بیولوژیک مختلف شامل ۱- اسید هیومیک، ۲- اسید فولویک، ۳- نیتروکسین (حاوی باکتری‌های *Azotobacter* spp. و *Azospirillum* spp.)، ۴- بیوفسفر (حاوی باکتری‌های *Bacillus* sp. و *Pseudomonas* sp.)، ۵- بیوسولفور (حاوی باکتری *Thiobacillus* spp.)، ۶- میکوریزا (حاوی قارچ *Glomus mosseae*) و ۷- میکوریزا (حاوی قارچ *Glomus intraradices*) و عدم استفاده از کود به‌عنوان تیمار شاهد در کرت‌های اصلی و زمان (سال‌های زراعی دوم و سوم) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج آزمایش نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد گل خشک (۱۰۰۴ کیلوگرم در هکتار) در نتیجه کاربرد اسید هیومیک به‌دست آمد. کاربرد اسیدهای آلی هیومیک و فولویک وزن دانه در بوته را به‌ترتیب ۳۸ و ۲۵ درصد و تعداد دانه در بوته را به‌ترتیب ۱۹ و ۱۷ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند. کودهای اسید فولویک، نیتروکسین، بیوفسفر، بیوسولفور، میکوریزا (*Glomus mosseae*) و میکوریزا (*Glomus intraradices*) نیز به‌ترتیب افزایش ۲۷، ۲۰، ۴، ۲۶، ۳۰ و ۲۸ درصدی عملکرد گل خشک را در مقایسه با شاهد سبب شدند. بیشترین شاخص برداشت گل و دانه به‌ترتیب در نتیجه استفاده از میکوریزا (*Glomus intraradices*) و اسید هیومیک حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: اسید هیومیک، بیوسولفور، شاخص برداشت گل، میکوریزا، نیتروکسین

مقدمه

در عصر حاضر با وجود پیشرفت و توسعه چشمگیر کاربرد داروهای شیمیایی، هنوز گیاهان دارویی و انواع داروهای حاصل از آن‌ها در مقیاس وسیعی مورد استفاده قرار می‌گیرند، به‌طوری‌که در برخی کشورها از اجزاء جدایی‌ناپذیر سیستم دارویی و درمانی محسوب می شوند (Ghasemi, 2009). عواملی نظیر عدم دسترسی اکثریت مردم، به‌ویژه جوامع کم درآمد به خدمات بهداشتی و درمانی، هزینه‌های زیاد تولید داروهای شیمیایی، کاهش اثرات درمانی داروهای شیمیایی به‌دلیل مقاومت عوامل بیماری‌زا به آن‌ها و ایجاد عوارض جانبی، منجر شده تا روز به روز رویکرد جوامع بشری به طب سنتی و درمان با گیاه مثبت‌تر شود. با توجه به سهم گیاهان دارویی در تولید داروهای مصرفی، محال است روزی بتوان همه مواد دارویی را از صنعت گرفت و از نقش و اهمیت مواد طبیعی در تهیه این داروها چشم‌پوشی کرد. گیاهان دارویی به‌دلیل ماهیت طبیعی و وجود ترکیبات دارویی با بدن سازگاری بهتری دارند و معمولاً فاقد عوارض ناخواسته داروهای شیمیایی هستند (Ghasemi, 2009).

گاوزبان ایرانی با نام علمی (*Echium amoenum* Fisch. &

۱- استادیار، مجتمع آموزش عالی گناباد
۲ و ۳- استاد و دانشیار گروه اگروتکنولوژی و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: (Email: rezvani@ferdowsi.um.ac.ir
DOI: 10.22067/jag.v10i3.49639

Mey.) گیاهی چند ساله و متعلق به خانواده گاوزبان[1] می‌باشد و در طب سنتی ایران از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. عصاره گلبرگ‌های این گیاه تسکین‌دهنده، ضدالتهاب و ضد درد هستند و خاصیت ضدمیکروبی دارند (Nooriyan Soroor et al., 2013) و منجر به افزایش ظرفیت ایمنی سلول‌ها می‌شوند (Heidari et al., 2006). در کتب دارویی ایران باستان مثل کتاب قانون و تحفه‌الحکیم از عصاره گل‌های این گیاه به‌عنوان ماده‌ای آرام‌بخش که در درمان اضطراب نقش دارند یاد شده است، ضمن اینکه امروزه ثابت شده است استفاده از این گیاه در درمان سرماخوردگی و وسواس نیز بسیار مؤثر است (Sayyah et al., 2009). این گیاه در مناطق شمالی کشور از گلستان تا اردبیل و استان قزوین و در دامنه‌های رشته کوه‌های البرز به‌صورت خودرو پراکنش دارد (Sayyah et al., 2009).

در سال‌های اخیر کاربرد فرآورده‌های زیستی در تغذیه گیاهان زراعی به‌عنوان راهکارهای بنیادین برای توسعه سیستم‌های مدیریت تلفیقی تغذیه گیاه و به‌منظور افزایش کمی و کیفی مواد غذایی در واحد سطح از طریق تلفیق روش‌های تغذیه معدنی و آلی گیاهان زراعی موردتوجه قرار گرفته است (Manafee & Kloepper, 1994). در سیستم‌های کشاورزی پایدار، استفاده از منابع تجدیدپذیری که حداکثر محاسن اکولوژیکی و حداقل مضرات زیست‌محیطی را دارا باشند، امری ضروری است (Kizilkaya, 2008). کودهای بیولوژیک ماده‌ای شامل انواع مختلف ریزموجودات آزادزی بوده (Vessey, 2003) که توانایی تبدیل عناصرغذایی اصلی را از فرم غیرقابل‌دسترس به فرم قابل‌دسترس دارند (Rajendran & Devaraj, 2004). برخی از این ریزموجودات اثرات مفیدی در بهبود رشد گیاه دارند و از آن‌ها تحت‌عنوان ریزوباکترهای محرک رشد گیاه (PGPR[2]) یاد می‌شود (Abdul Jaleel et al., 2007). کودهای بیولوژیک از طریق مکانیسم‌های مختلفی نظیر افزایش دسترسی به نیتروژن به‌وسیله تثبیت نیتروژن (Sahin et al., 2004)، آزاد کردن متابولیت‌ها، تولید هورمون‌های گیاهی نظیر اکسین، افزایش جذب آب و مواد غذایی و کنترل بیولوژیک پاتوژن‌های خاک‌زاد (Egamberdiyeva, 2005) باعث بهبود رشد گیاه می‌شوند. فاتما و همکاران (Gharib et al., 2008) گزارش کردند که کودهای بیولوژیک *ازتوباکتر*[3] و *آزوسپیریلیوم*[4] و باکتری‌های حل‌کننده فسفات دارای اثر مثبت بر شاخص‌های رشدی و میزان اسانس گیاه دارویی مرزنجوش (*Origanum majorana* L.) بودند. سانچزگوین و همکاران (Sanches Govin et al., 2005) در آزمایشی اثر کودهای بیولوژیک را در دو گیاه دارویی بابونه آلمانی (*Matricaria recutita* L.) و همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) بررسی و گزارش کردند که کاربرد این کودها در همیشه‌بهار باعث افزایش عملکرد و بهبود کیفیت گیاه شد، درحالی‌که در بابونه افزایش عملکرد را به همراه داشت، ولی اثری بر کیفیت آن نداشت. قریب و همکاران (Gharib et al., 2008) طی آزمایشی گلخانه‌ای در گیاه مرزنجوش گزارش کردند که کودهای آلی و بیولوژیک شامل کمپوست، *Azotobacter* و *Azospirillum* بر شاخص‌های رشدی و میزان اسانس گیاه اثرات قابل‌توجهی داشت. شالان (Shaalan, 2005) طی آزمایشی در گیاه دارویی گاوزبان اروپایی (*Borago officinalis* L.) گزارش کرد که ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، وزن‌تر و خشک گل و برگ، عملکرد بذر، درصد اسانس و آلفالینولنیک اسید با کاربرد *باسیلوس*[5] (باکتری حل‌کننده فسفات) و *آزوسپیریلیوم* و سطوح مختلف کمپوست افزایش یافت و بهترین حالت از کاربرد توأم این تیمارها به‌دست آمد.

میکوریزا از مهم‌ترین موجودات همزیست با گیاهان هستند که به یک راسته مونوفیلتیک[6] به نام گلومرومیکوتا[7] تعلق دارند و تقریباً در تمام اکوسیستم‌های خشکی حضور دارند (Zhu et al., 2010). میکوریزاها همزیست‌های اجباری هستند و با ۷۰ تا ۹۰ درصد گونه های گیاهی کره زمین همزیستی نشان می‌دهند و کربن مورد نیاز برای تکمیل چرخه زندگی‌شان را از گیاه میزبان به‌دست می‌آورند (Zhu et al., 2010). میکوریزا ضمن بهبود جذب عناصر غذایی به‌ویژه فسفر (Roesti et al., 2006)، باعث بهبود ساختار خاک (Rillig et al., 2006) و افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی (Marulanda et al., 2007) می‌شود. در آزمایشی، تلقیح ریحان (*Ocimum basilicum* L.) با گونه‌های مختلف میکوریزا باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع ساقه، تعداد و سطح برگ، زیست‌توده، طول و

1- Boraginaceae
2- Plant growth promoting rhizobacteria

3- *Azotobacter*
4- *Azospirillum*
5- *Bacillus*
6- Monophyletic Phylum
7- Glomeromycota

میزان انشعابات جانبی ریشه و همچنین میزان اسانس گیاه در مقایسه با شاهد شد (Copetta et al., 2006). کاپور و همکاران (Kapoor et al., 2004) گزارش کردند که تلقیح بذر رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) با میکوریزا، به‌دلیل افزایش باروری فسفر خاک باعث افزایش معنی‌دار رشد و همچنین بهبود عملکرد اسانس گیاه شد. محفوظ و شرف‌الدین (Mahfouz & Sharaf-Eldin, 2007) گزارش کردند که تیمار استفاده توأم *آزوسپریلیوم* و میکوریزا منجر به تولید بیشترین عملکرد دانه گیاه دارویی رازیانه شد.

قسمت اعظم هوموس خاک‌های مناطق گرمسیری و معتدله را، هیومین تشکیل می‌دهد. اسید هیومیک با وزن مولکولی ۳۰۰-۳۰ کیلودالتون و اسید فولویک با وزن مولکولی کمتر از ۳۰ کیلودالتون به‌ترتیب سبب تشکیل کمپلکس پایدار نامحلول و محلول با عناصر میکرو می‌گردند (Karr, 2001). اسید هیومیک دارای درصد کربن بیشتری نسبت به اسید فولویک بوده، ولی اسید فولویک، اکسیژن بیشتری نسبت به اسید هیومیک دارد (Samavat & Malakooti, 2005). کودهای هیومیکی با اکثر کودهای شیمیایی سازگار بوده و قابل اختلاط می‌باشند، در آب به‌خوبی حل‌شده و می‌توان آن‌ها را از طریق محلول‌پاشی، مصرف خاکی و سیستم‌های آبیاری تحت فشار مورد استفاده قرار داد. تأثیر این کودها بر رشد گیاه ممکن است به‌صورت مستقیم (افزایش کل وزن خشک گیاه) و یا به‌صورت غیرمستقیم (افزایش راندمان مصرف کود و کاهش فشردگی خاک) باشد (Samavat & Malakooti, 2005). اسید هیومیک با افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، ظرفیت نگهداری آب در خاک و همچنین فعال کردن چرخه تنفس، فتوسنتز و تولید آمینواسید و آدنوزین‌تری فسفات، باعث افزایش رشد گیاهان می‌شود (Sidari et al., 2006). در یک پژوهش، اثر سطوح مختلف اسید هیومیک بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه سویا (*Glycine max* L.) مطالعه و گزارش شد که بیشترین عملکرد دانه در سطح ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسید هیومیک به‌دست آمد، ضمن این‌که کاربرد ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم از این اسید آلی نیز بهبود ارتفاع بوته، وزن هزار دانه و تعداد غلاف در بوته را نسبت به شاهد در پی داشت (El-Baz et al., 2012). در پژوهشی دیگر، اثر سطوح مختلف اسید هیومیک (صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ و ۴۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی همیشه‌بهار بررسی و گزارش شد که بیشترین وزن خشک اندام هوایی، ارتفاع و تعداد گل و برگ در بوته در اثر کاربرد تیمار ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک به‌دست آمد (Mohammadipour et al., 2012).

با توجه به اهمیت و نقش گاوزبان ایرانی به‌عنوان یک گیاه دارویی، نکته حائز اهمیت در تولید این گیاه، بهبود خواص کمی و کیفی آن بدون کاربرد نهاده‌های مضر شیمیایی می‌باشد و از آن‌جایی که تحقیقات در زمینه اثرات کاربرد نهاده‌های اکولوژیک بر عملکرد و اجزای عملکرد این گیاه اندک است، این پژوهش با هدف بررسی کاربرد برخی نهاده‌های بوم‌سازگار در زراعت گاوزبان ایرانی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در زمینی به مساحت حدود ۵۰۰ متر مربع در سه سال زراعی متوالی ۹۱-۱۳۹۰، ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ به‌صورت اسپلیت‌پلات در زمان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. هفت نوع اصلاح‌کننده خاک و کود بیولوژیک مختلف شامل ۱- اسید هیومیک (POW HUMUS®, Bioactive 85% WSG, HUMIN TECH, Germany, www.humintech.com)، ۲- اسید فولویک (Fulvital® Plus WSP, Bioactive 75% WSG, HUMIN TECH, Germany, www.humintech.com)، ۳- نیتروکسین (حاوی باکتری‌های *Azotobacter* spp. و *Azospirillum* spp.، با CFU=۱۰^۸ کلونی در میلی‌لیتر در زمان تولید کود)، ۴- بیوفسفر (حاوی باکتری‌های *Bacillus* sp. و *Pseudomonas* sp.، با CFU=۱۰^۷ کلونی در میلی‌لیتر در زمان تولید کود)، ۵- بیوسولفور (حاوی باکتری‌های *Thiobacillus* spp. با CFU=۱۰^۸ کلونی در میلی‌لیتر در زمان تولید کود)، ۶- میکوریزا (حاوی قارچ *Glomus mosseae*) و ۷- میکوریزا (حاوی قارچ *Glomus intraradices*) و عدم استفاده از کود به‌عنوان شاهد در کرت‌های اصلی و زمان (سال‌های زراعی دوم و سوم) در کرت‌های فرعی قرار گرفتند.

قبل از انجام آزمایشات مزرعه‌ای، به‌منظور تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک محل آزمایش نمونه‌برداری انجام گرفت که خصوصیات فیزیکی وشیمیایی آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه‌آزمایشی

Table 1- Physical and chemical characteristics of experimental field soil

بافت Texture	نیتروژن (میلی‌گرم بر کیلوگرم) N ($mg.kg^{-1}$)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم) P ($mg.kg^{-1}$)	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم) K ($mg.kg^{-1}$)	اسیدیته pH	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC ($dS.m^{-1}$)
لوم سیلتی Silty loam	15.6	13.7	418	7.4	1.2

جهت آماده‌سازی زمین با تأکید بر عملیات زراعی اکولوژیک، خاک‌ورزی حداقل انجام شد، به‌این‌ترتیب که پس از انجام دیسک سبک، کرت‌های آزمایشی با ابعاد ۲/۵۰×۴/۸۰ متر ایجاد شدند. به‌منظور تلقیح میکوریزا، خاک حاوی این قارچ‌ها بر اساس توصیه شرکت سازنده به‌میزان ۲۰ گرم به‌ازای هر بوته در هنگام کاشت زیر بذور قرار داده شد. بذرهای گاوزبان ایرانی از مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه و اواخر فروردین‌ماه ۱۳۹۱ در ردیف‌هایی به فاصله ۵۰ سانتی‌متر و با فاصله روی ردیف ۴۰ سانتی‌متر از یکدیگر کشت شدند. همزمان با کاشت و به‌منظور اعمال کودهای بیولوژیک (نیتروکسین، بیوفسفر و بیوسولفور)، میزان دو لیتر در هکتار از این کودها بر اساس توصیه شرکت سازنده با بذرهای هر یک از کرت‌های آزمایشی بسته به تیمار آزمایشی مربوطه آغشته شدند، ضمن این‌که در هر سه سال زراعی مورد مطالعه، این کودها در مرحله شش تا هفت‌برگی همراه با آب آبیاری به کرت‌های مربوطه اضافه گردیدند. لازم به ذکر است که برای افزایش کارایی بیوسولفور، ۴۰۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار (Thomas, 1984) به خاک کرت‌های مربوطه اضافه شد.

اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله هر هفت روز یک‌بار تا آخر فصل رشد به روش نشتی انجام شد. به‌دلیل کودی بودن ماهیت تیمارها و جلوگیری از اختلاط تیمارها با هم، برای هر بلوک آزمایشی یک لوله آبیاری جداگانه در نظر گرفته شد. کاربرد اسیدهای آلی در دو نوبت به‌صورت محلول‌پاشی روی برگ‌ها در مراحل شش تا هفت برگی و قبل از گلدهی انجام گرفت و در دومین و سومین سال زراعی (۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲) نیز همین میزان کود در اختیار گیاه قرار گرفت. محلول‌پاشی به هنگام غروب آفتاب و توسط پمپ دستی با حجم پاشش ۴۰۰ لیتر در هکتار انجام شد. اسید هیومیک و اسیدفولویک مورد استفاده در آزمایش، به‌ترتیب با نام‌های تجاری پوهوموس و فولویتال، گرانول قابل حل در آب با منشاء معدنی (کشور آلمان) بودند (جدول ۲).

جدول ۲- خصوصیات اسید هیومیک و اسید فولویک مورد استفاده

Table 2- Characteristics of used humic acid and fulvic acid

اسید هیومیک Humic acid								
نام تجاری Trade name	اسید هیومیک (درصد) Humic acid (%)	اکسید پتاسیم (درصد) Potassium oxid (%)	نیتروژن آلی (درصد) Organic nitrogen (%)	آهن (درصد) Fe (%)	سایر مواد (درصد) Other materials (%)	اسیدیته pH		
پوهوموس WGS85%	85	12	1.1	0.8	1.1	9-10		
اسید فولویک Fulvic acid								
نام تجاری Trade name	اسید فولویک (درصد) Fulvic acid (%)	آهن (درصد) Fe (%)	منگنز (درصد) Mn (%)	مس (درصد) Cu (%)	روی (درصد) Zn (%)	منیزیم (درصد) Mg (%)	گوگرد (درصد) S (%)	سایر مواد (درصد) Other materials (%)	اسیدیته pH
فولویتال WGS75%	75	4	2.5	1	2.5	6-7	5-6	2	4-5

برای رسیدن به تراکم مناسب، پس از رسیدن گیاه به مرحله چهاربرگی 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 هر یک از سال‌های دوم و سوم (۳۰ روز پس از رشد مجدد گیاه در سال دوم و سوم) انجام شد. در زمان آماده‌سازی زمین و در طول دوره رشد، هیچ‌گونه علف‌کش، آفت‌کش و قارچ‌کش شیمیایی استفاده نشد.

در سال‌های زراعی دوم و سوم (۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲)، از ابتدا تا انتهای فصل گلدهی، گل‌های تمام سطح کرت‌های آزمایشی به‌صورت روزانه برداشت و وزن تر و خشک گل‌ها اندازه‌گیری شد. مجموع وزن خشک گل‌ها در طی دوره گلدهی به‌عنوان عملکرد گل در هر کرت در نظر گرفته شد، ضمن این‌که سه بوته از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و در طول مرحله گلدهی تعداد گل‌های آن‌ها شمارش شدند و وزن تر و خشک گل آن‌ها تعیین گردید. در اواخر فصل رشد، با آغاز مرحله رسیدگی دانه‌ها و خشک شدن اندام هوایی گیاه، یک مترمربع از هر کرت (تعداد سه بوته از هر کرت) به‌طور تصادفی انتخاب و صفاتی نظیر تعداد دانه در بوته، وزن دانه در بوته، عملکرد دانه، عملکرد ماده خشک، شاخص برداشت گل و دانه آن‌ها اندازه‌گیری شد. برای تعیین عملکرد دانه و عملکرد ماده خشک، بوته‌های تمام سطح کرت‌های آزمایشی با رعایت اثر حاشیه‌ای از سطح زمین برداشت و وزن دانه و عملکرد ماده خشک آن‌ها تعیین گردید. شاخص برداشت گل و دانه به‌ترتیب از درصد نسبت عملکرد گل و دانه به عملکرد ماده خشک به‌دست آمد.

تجزیه و تحلیل واریانس داده‌ها (ANOVA) و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزارهای SAS Ver. 9.1، MS Excel Ver. 11 و Slide Write Ver. 2 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار و در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. لازم به ذکر است که با توجه به چند ساله بودن گاوزبان ایرانی و جمع‌آوری اطلاعات در دو سال زراعی (۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲)، برای نشان دادن اثر سال در نتایج، آنالیز داده‌ها به‌صورت اسپلیت پلات در زمان انجام شد.

نتایج و بحث

وزن خشک گل و تعداد گل در بوته

اسید هیومیک و اسید فولویک به‌ترتیب افزایش ۳۵ و ۲۶ درصدی وزن خشک گل در بوته را نسبت به شاهد سبب شدند، کود بیولوژیک بیوسولفور و میکوریزا (*Glomus mosseae*) نیز به‌ترتیب از افزایش ۲۵ و ۲۷ درصدی وزن خشک گل در بوته در مقایسه با شاهد برخوردار بودند (جدول ۴).

تعداد گل در بوته به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک مختلف قرار گرفت (جدول ۳)، به‌طوری‌که اکثر کودهای مورد استفاده در آزمایش در هر دو سال زراعی منجر به افزایش تعداد گل در بوته نسبت به شاهد شدند (جدول ۵). استفاده از اسیدهای آلی هیومیک و فولویک تعداد گل در بوته را به‌ترتیب ۳۶ و ۳۴ درصد در سال زراعی دوم و به‌ترتیب ۳۳ و ۳۲ درصد در سال زراعی سوم نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۵). کود بیولوژیک بیوسولفور نیز به‌ترتیب افزایش ۳۱ و ۲۶ درصدی تعداد گل در بوته را در سال‌های زراعی دوم و سوم نسبت به شاهد سبب شد (جدول ۵).

تعداد گل در بوته تحت‌تأثیر دو گونه میکوریزای مورد مطالعه (*Glomus mosseae* و *Glomus intraradices*) به‌ترتیب ۳۱ و ۲۲ درصد در سال زراعی دوم و به‌ترتیب ۳۲ و ۲۱ درصد در سال زراعی سوم در مقایسه با شاهد افزایش یافت (جدول ۵). کودهای هیومیک با اکثر کودهای شیمیایی سازگار بوده و قابل اختلاط می‌باشند، در آب به‌خوبی حل‌شده و می‌توان آن‌ها را از طریق محلول‌پاشی، مصرف خاکی و سیستم‌های آبیاری تحت فشار مورد استفاده قرار داد. تأثیر این کودها بر رشد گیاه ممکن است به‌صورت مستقیم (افزایش کل وزن خشک گیاه) و یا به صورت غیرمستقیم (افزایش راندمان مصرف کود و کاهش فشردگی خاک) باشد (Samavat & Malakooti, 2005). باکتری‌های موجود در کودهای بیولوژیک در کنترل قارچ‌های بیماری‌زا مؤثر بوده (Pal et al., 2001) و از طریق ساز و کارهای مختلفی از جمله تولید سیدروفورها، سنتز آنتی‌بیوتیک‌ها، تولید هورمون‌های گیاهی، افزایش جذب فسفر توسط گیاه، تثبیت نیتروژن و سنتز آنزیم‌هایی که مقدار اتیلن در گیاه را تنظیم می‌کنند، سبب تحریک رشد گیاه می‌گردند (Abdul Jaleel et al., 2007). بررسی اثر کودهای بیولوژیک مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی سرخارگل (*Echinacea angustifolia* DC.) نشان داد که تمامی کودهای بیولوژیک مورد مطالعه (کاربرد جداگانه و ترکیبی نیتروکسین، بیوفسفر و بیوسولفور).

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی خصوصیات مورفولوژیکی و عملکرد گاو زبان ایرانی تحت تأثیر اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک مختلف در دو سال زراعی

Table 3- Analysis of variance (mean of squares) of some morphological characteristics and yield of Iranian Ox- affected by different organic acids and biofertilizers in two growing seasons

	درجه آزادی df	عملکرد گل خشک Dry flower yield	تعداد گل در بوته Flower number per plant	وزن دانه در بوته Seed weight per plant	تعداد دانه در بوته Seed number per plant	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد ماده خشک Dry matter yield	شاخص برداشت گل Flower harvest index	شاخص برداشت دانه Seed harvest index
بلوک Block	2	1708.38^{ns}	194.85^{ns}	4.55^{ns}	47176^{ns}	1819.00^{ns}	3927^{ns}	1.74^{ns}	2.20^{ns}
تیمارهای تغذیه‌ای Nutritional treatments	7	92563.36**	269790**	24.35**	194274**	83596.28**	252915**	59.97**	41.12*
خطای یک Error 1	14	2553.70	10288.11	2.68	29979	3574.47	23892	10.87	15.25
سال Year	1	28415.49**	24450.45*	17.70*	42841^{ns}	12988.59^{ns}	73911**	8.98^{ns}	0.78^{ns}
تیمارهای تغذیه‌ای×سال Nutritional treatments×Year	7	4964.10*	4071.08*	3.57*	13716*	2932.65*	12428*	2.88*	1.63*
بلوک×سال Block×Year	2	1472.13^{ns}	2439.33^{ns}	10.69^{ns}	2042^{ns}	8993.92^{ns}	3638^{ns}	3.03^{ns}	16.61^{ns}
خطای دو Error 2	14	1904.82	4127.21	6.03	12799	3443.69	5037	4.84	5.78
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)	-	15.26	14.83	18.87	14.92	17.34	12.87	16.56	17.42

**، * و ns به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم‌معنی‌داری.

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

جدول ٤- مقایسه میانگین برخی ویژگی‌های کمی گاوزبان ایرانی تحت‌تأثیر نهاده‌های بوم‌سازگار در سال‌های زراعی مختلف

Table 4- Mean comparison of some quantitative characteristics of Iranian Ox-Tongue affected by eco-friendly inputs in different growing seasons

	نهاده‌های بوم‌سازگار Eco-friendly inputs									سال Year		
	اسید هیومیک Humic acid	اسید فولویک Fulvic acid	نیتروکسین Nitroxin	بیوفسفر Biophosphorous	بیوسولفور Biosulfur	*گلاموس موسه* *Glomus mosseae*	*گلاموس اینترادیسه* *Glomus intraradices*	شاهد Control	LSD	2	3	LSD
وزن گل خشک در بوته (گرم) Dry flower weight per plant (g)	20.00	17.45	15.64	13.71	19.86	17.85	14.08	12.95	2.82	16.89	15.99	1.41
تعداد گل در بوته Flower number per plant	1565	1531	1146	1097	1442	1496	1328	1028	79.55	1352	1306	39.77
شاخص برداشت گل (درصد) Flower harvest index (%)	35.64	32.99	33.82	27.58	34.70	36.65	36.41	30.32	2.72	33.95	33.08	1.36
شاخص برداشت دانه (درصد) Seed harvest index (%)	35.90	33.48	30.84	28.50	35.30	32.82	29.51	32.56	2.97	32.49	32.23	1.48

*در هر ردیف و برای هر عامل، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند.

*In each row and for each factor, basded on LSD test means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل نهاده‌های بوم‌سازگار و سال زراعی بر برخی ویژگی‌های کمی و عملکرد گاوزبان ایرانی

Table 5- Mean comparison of interaction effects of eco-friendly inputs and agronomic year on some quantitative characteristics and yield of Iranian Ox-Tongue

	وزن گل خشک در بوته (گرم) Dry flower weight per plant (g)	تعداد گل در بوته Flower number per plant	وزن دانه در بوته (گرم) Seed weight per plant (g)	تعداد دانه در بوته Seed number per plant	عملکرد گل خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry flower yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد ماده خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry matter yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت گل (درصد) Flower harvest index (%)	شاخص برداشت دانه (درصد) Seed harvest index (%)
	سال دوم 2 Year								
اسید هیومیک Humic acid	21.40	1616	25.65	2579	1080.52	1030.13	2903.88	37.20	35.46
اسید فولویک Fulvic acid	17.63	1573	20.71	2486	901.23	932.04	2737.85	32.94	34.05
نیتروکسین Nitroxin	16.80	1161	17.77	2321	842.72	744.32	2409.45	35.01	30.98
بیوفسفر Biophosphorous	14.47	1098	17.11	2134	686.91	707.05	2426.33	28.32	29.12
بیوسولفور Biosulfur	21.41	1507	22.27	2266	879.92	905.22	2556.00	34.44	35.45
گلاموس موسه Glomus mosseae	17.06	1495	19.77	2488	912.70	792.94	2478.64	36.84	32.01
گلاموس اینترادیسه Glomus intraradices	13.71	1329	18.15	2257	857.69	702.75	2381.53	36.04	29.65
شاهد Control	12.68	1039	14.94	2083	658.79	712.67	2152.33	30.79	33.20
LSD	5.48	133.79	3.85	251.91	77.10	101.8	190.57	4.45	5.35

*در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند.

* In each column, basded on LSD test means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level.

ادامه جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل نهاده‌های بوم‌سازگار و سال زراعی بر برخی ویژگی‌های کمی و عملکرد گاوزبان ایرانی

Table 5- Mean comparison of interaction effects of eco-friendly inputs and agronomic year on some quantitative characteristics and yield of Iranian Ox-Tongue

	وزن گل خشک در بوته (گرم) Dry flower weight per plant (g)	تعداد گل در بوته Flower number per plant	وزن دانه در بوته (گرم) Seed weight per plant (g)	تعداد دانه در بوته Seed number per plant	عملکرد گل خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry flower yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد ماده خشک (کیلوگرم در هکتار) Dry matter yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت گل (درصد) Flower harvest index (%)	شاخص برداشت دانه (درصد) Seed harvest index (%)
	سال سوم 3 Year								
اسید هیومیک Humic acid	18.61	1514	21.89	2425	927.23	988.41	2721.41	34.07	36.33
اسید فولویک Fulvic acid	17.28	1489	18.70	2423	838.94	833.44	2538.10	33.04	32.90
نیتروکسین Nitroxin	14.49	1132	16.80	2111	748.25	704.73	2298.33	32.64	30.70
بیوفسفر Biophosphorous	12.95	1097	16.01	2051	638.57	665.25	2384.52	26.84	27.88
بیوسولفور Biosulfur	18.32	1377	19.39	2315	850.96	856.32	2450.33	34.96	35.14
گلاموس موسه *Glomus mosseae*	18.63	1498	21.15	2522	918.59	842.91	2524.08	36.47	33.64
گلاموس اینترادیسه *Glomus intraradices*	14.45	1327	17.89	2298	889.60	707.27	2421.08	36.77	29.36
شاهد Control	13.22	1017	14.56	1990	619.03	661.59	2080.30	29.85	31.93
LSD	5.48	133.79	3.85	251.91	77.10	101.8	190.57	4.45	5.35

*در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند.

* In each column, basded on LSD test means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level.

بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه را بـه همـراه داشـتند، ولـی بیشترین وزن خشک برگ، عملکرد ماده خشک، طول ریشـه و تعـداد گل در بوته در تیمـار ترکیبـی نیتروکسـین و بیوفسـفر مشـاهده شـد (Agha Alikhani et al., 2013). حسـینی‌مزینـانی و هـادی‌پـور (Hoseini Mazinani & Hadipoor, 2014) گـزارش کردنـد کـه اسـتفاده از کودهـای نیتروکسـین، سـوپرنیتروپلاس و میکـوریزا وزن خشک گل در بوته همیشه بهار را به‌ترتیـب از افـزایش ۱۹، ۱۴ و ۱۱ درصدی در مقایسه با شاهد برخوردار ساخت.

وزن و تعداد دانه در بوته

اثر اسیدهای آلی و کودهـای بیولوژیـک بـر وزن دانـه در بوتـه و تعداد دانه در بوتـه معنـی‌دار بـود (جـدول ۳). کـاربرد اسـیدهای آلـی هیومیک و فولویک وزن دانه در بوته را بـه‌ترتیـب ۳۸ و ۲۵ درصـد و تعداد دانه در بوته را به‌ترتیب ۱۹ و ۱۷ درصد نسبت به شاهد افـزایش دادند (شکل ۱).

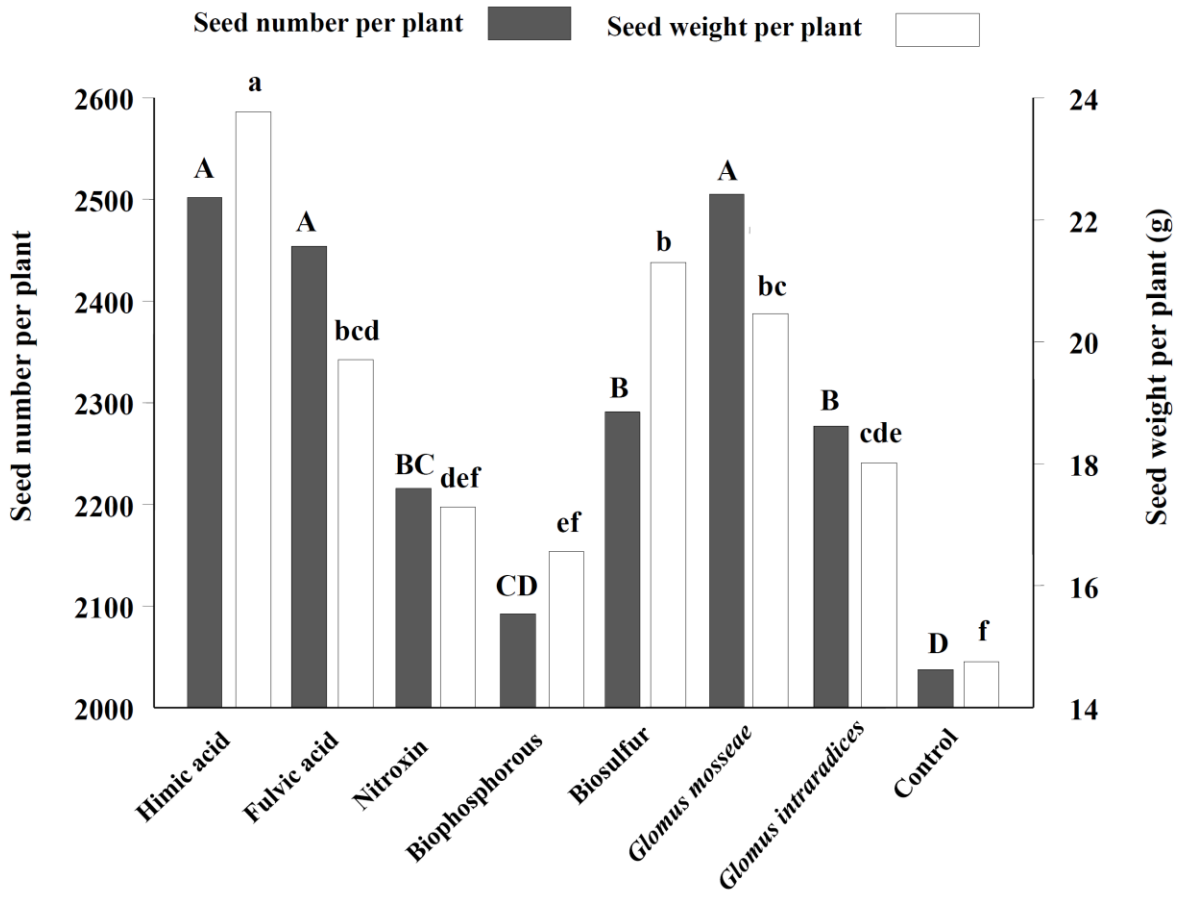
کودهای بیولوژیک نیتروکسین و بیوسولفور بـه‌ترتیـب منجـر بـه افزایش ۸ و ۱۱ درصدی تعداد دانه در بوته در مقایسه با شـاهد شـدند (شکل ۱). وزن دانه در بوته نیز در شرایط کاربرد بیوسولفور ۲۹ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (شکل ۱). هر دو گونه میکوریزای مـورد مطالعه افزایش وزن و تعداد دانه در بوته را نسـبت بـه شـاهد در پـی داشتند، به‌طوری‌که وزن دانه در بوته تحـت‌تـأثیر کودهـای میکـوریزا (*Glomus mosseae*) و میکـوریزا (*Glomus intraradices*) بـه‌ترتیب ۲۸ و ۱۸ درصد بیشتر از شاهد بود و تعداد دانه در بوته نیـز در شرایط استفاده از کودهای میکوریزا (*Glomus mosseae*) و میکوریزا (*Glomus intraradices*) بـه‌ترتیـب از افـزایش ۱۹ و ۱۱ درصـدی نسبت به شاهد برخوردار شد (شکل ۱).

به‌نظـر مـی‌رسـد کـه اسـیدهای آلـی از طریـق کـلات‌کننـدگی عناصـرغذایی (Verlinden et al., 2009) و کودهـای بیولوژیـک از طریق توسعه سیستم ریشـه‌ای (Chen, 2006)، بهبـود وزن و تعـداد دانه در بوته را سبب شدند. در یک پژوهش گزارش شد که استفاده از نهاده‌های اکولوژیک مختلف (اسید هیومیک، نیتروکسین، میکـوریزا و استفاده ترکیبی این کودها) منجر به بهبود خصوصیات کمی و کیفی و به‌ویژه وزن و تعداد دانه در بوته گندم (*Triticum aestivum* L.) شد (Massoud et al., 2013). در پژوهشی دیگر، گزارش شد که کاربرد ۲۰۰ تا ۳۰۰ گرم در هکتار اسید هیومیک، عملکرد دانه و عملکرد ماده خشک تولیـدی ذرت (*Zea mays* L.) را بـه‌ترتیـب ۲۵ و ۲۳ درصـد نسبت به شاهد افزایش داد، ضمن این‌که در شـرایط اسـتفاده از ایـن اسید آلی، وزن هزار دانه و تعداد دانه در بوته نیز در مقایسه بـا شـاهد افزایش یافت (Sarir et al., 2005). قاسمی و همکاران (Ghasemi et al., 2013) اثر کودهای زیستی مختلـف را بـر عملکـرد و اجـزای عملکرد گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* Forssk.) بررسـی و گزارش کردند که کاربرد جداگانه و ترکیبی *ازتوباکتر* با میکوریزا بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه را به همراه داشت، به‌طـوری‌کـه تعـداد دانه در سنبله در گیاهان تحت‌تـأثیر *ازتوبـاکتر* و *ازتوبـاکتر* بـه‌عـلاوه میکوریزا به‌ترتیب ۱۸ و ۴۱ درصد بیشتر از شاهد بود.

عملکرد گل خشک و عملکرد دانه

اثر اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک مختلـف بـر عملکـرد گـل خشک معنی‌دار بود (جدول ۳)، به‌طـوری‌کـه تمـامی کودهـای مـورد استفاده در آزمایش منجر به افزایش عملکرد گـل خشـک نسـبت بـه شاهد شدند که البتـه بیشـترین مقـدار عملکـرد گـل خشـک (۱۰۰۴ کیلوگرم در هکتار) در نتیجه کاربرد اسید هیومیک به‌دست آمد (شکل ۲).

کودهای اسید فولویک، نیتروکسین، بیوفسفر، بیوسولفور، میکوریزا (*Glomus mosseae*) و میکوریزا (*Glomus intraradices*) نیز به‌ترتیب افزایش ۲۷، ۲۰، ۴، ۲۶، ۳۰ و ۲۸ درصدی عملکرد گل خشک را در مقایسه با شاهد سبب شـدند (شـکل ۲). عملکـرد دانـه بـه‌طـور معنی‌داری تحت‌تأثیر اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک قرار گرفـت، به‌طوری‌که کودهـای اسـید هیومیـک، اسـید فولویـک، بیوسـولفور و میکوریزا (*Glomus mosseae*) به‌ترتیـب افـزایش ۳۲، ۲۲، ۲۱ و ۱۶ درصدی عملکرد دانه را در مقایسه با شاهد به‌همراه داشتند (شکل ۲). به‌نظر مـی‌رسـد کـه اسـیدهای آلـی مـورد مطالعـه از طریـق بهبـود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خـاک (Natesan et al., 2007) شرایط مساعدی را برای رشد مطلوب‌تر گیاه فراهم کردند، لذا افزایش عملکرد گل و دانه در شرایط کاربرد این کودها منطقی به‌نظر می‌رسد.



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر نهاده‌های بوم‌سازگار بر وزن و تعداد دانه در بوته گاوزبان ایرانی

Fig. 1- Mean comparisons for the effect of eco-friendly inputs on seed weight and number of Iranian Ox-Tongue

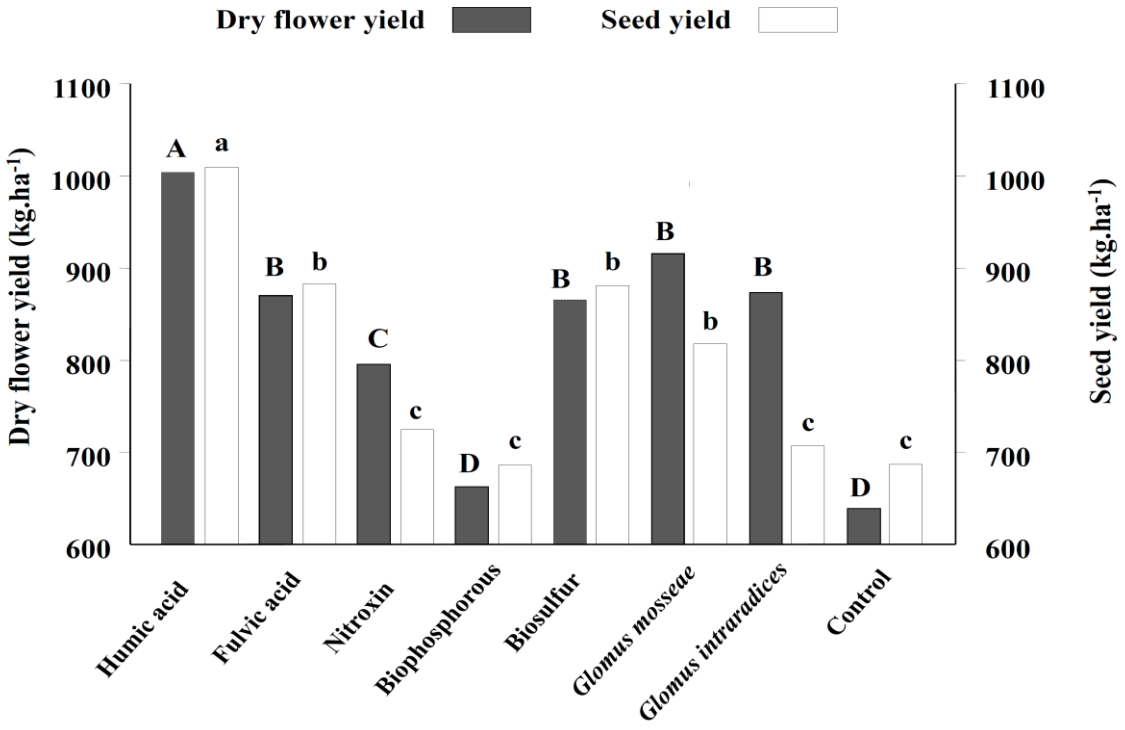
برای هر صفت، میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

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

در یک پژوهش، اثر سطوح مختلف اسید هیومیک بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه سویا مطالعه و گزارش شد که بیشترین عملکرد دانه در سطح ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسید هیومیک بدست آمد، ضمن این‌که کاربرد ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم از این اسید آلی نیز بهبود ارتفاع بوته، وزن هزار دانه و تعداد غلاف در بوته را نسبت به شاهد در پی داشت (El-Baz et al., 2012). گونه‌های مختلف میکوریزا احتمالاً از طریق تولید متابولیت‌ها و هورمون‌های گیاهی نظیر اکسین (Benabdellah et al., 2011) باعث بهبود عملکرد گل و دانه گیاه شدند. گزارش شد که تلقیح با میکوریزا (*Glomus mosseae*) خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی شوید (*Anethum graveolens* L.) و به‌ویژه عملکرد دانه این گیاه را ۳۲/۵ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (Hashemzadeh et al., 2013). برخی دیگر از محققین (Heidari & Karami, 2014) نیز گزارش کردند که کاربرد میکوریزا (*Glomus etunicatum*) نقش مؤثری در بهبود عملکرد دانه آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) داشت. در یک پژوهش، گزارش شد که اثر میکوریزا (*Glomus intraradices*) بر اجزای عملکرد، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و محتوی و عملکرد اسانس رازیانه و زنیان (*Carum copticum* L.) معنی‌دار بود، به طوری‌که تلقیح با میکوریزا به‌ترتیب باعث افزایش ۳۵ و ۸۵ درصدی عملکرد این دو گیاه دارویی شد (Shabahang et al., 2013). در پژوهشی دیگر، اثر میکوریزا بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی کدو پوست‌کاغذی (*Cucurbita pepo* L.) مورد مطالعه قرار گرفت و گزارش شد که در شرایط کاربرد این کود بیولوژیک، خصوصیات مورفولوژیکی گیاه و به‌ویژه رشد اندام‌های زایشی گیاه به‌طور چشمگیری افزایش یافت (Baghdadi et al., 2012).

کودهای بیولوژیک از طریق مکانیسم‌های مختلفی نظیر افزایش

دسترسی به نیتروژن به‌وسیله تثبیت نیتروژن (Sahin et al., 2004)، آزاد کردن متابولیت‌ها، تولید هورمون‌های گیاهی نظیر اکسین، افزایش جذب آب و مواد غذایی و کنترل بیولوژیک پاتوژن‌های خاک-زاد باعث بهبود رشد گیاه می‌شوند (Egamberdiyeva, 2005). اثرات مثبت کودهای بیولوژیک در بهبود کمی و کیفی برخی گیاهان دارویی از جمله شوید (Kapoor et al., 2002)، رازیانه (Kapoor et al., 2004)، سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.) (Shaalan, 2005)، مرزنجوش، زیره سیاه اروپایی (*Carum carvi* L.) (Vestberg et al., 2005)، آویشن (*Thymus vulgaris* L.) (Richter et al., 2005) و ریحان (Copetta et al., 2006) و اسطوخودوس (*Lavandula stoechas* L.) (Kapoor et al., 2007) گزارش‌شده است. آزاز و همکاران (Azzaz et al., 2009)، با بررسی تأثیر کودهای بیولوژیک بر روی گیاه رازیانه گزارش کردند که استفاده از تیمار *ازتوباکتر* نسبت به شاهد، باعث افزایش ۱۸ درصدی عملکرد گیاه شد. سانچزگوین و همکاران (Sanches Govin et al., 2005) در آزمایشی اثر کودهای بیولوژیک را در دو گیاه دارویی بابونه آلمانی و همیشه‌بهار بررسی و گزارش کردند که کاربرد این کودها در همیشه‌بهار باعث افزایش عملکرد و بهبود کیفیت گیاه شد، درحالی‌که در بابونه افزایش عملکرد را به همراه داشت ولی اثری بر کیفیت آن نداشت.



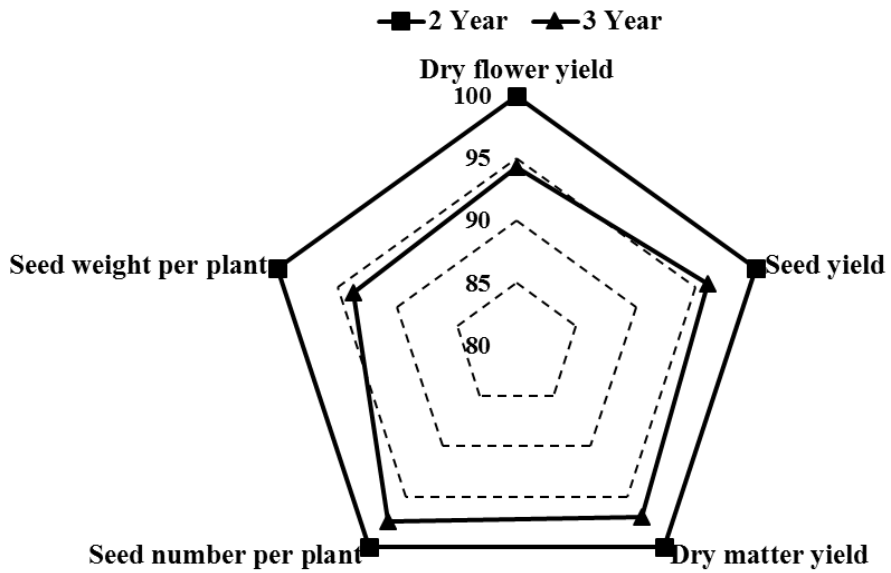
شکل ۲- مقایسه میانگین اثر نهاده‌های بوم‌سازگار بر عملکرد گل خشک و عملکرد دانه گاوزبان ایرانی

Fig. 2- Mean comparisons for the effect of eco-friendly inputs on dry flower yield and seed yield of Iranian Ox-Tongue

برای هر صفت، میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

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

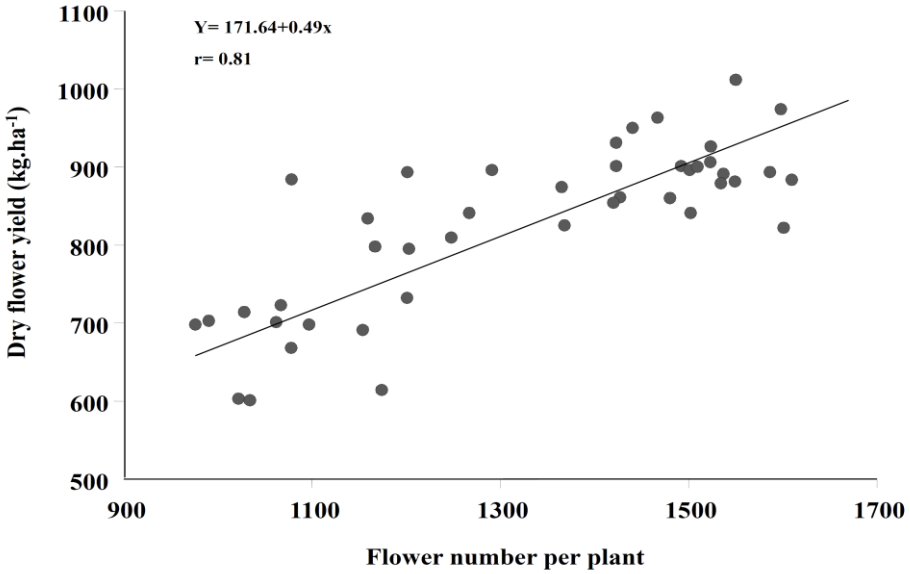
در هر دو سال زراعی اثر مثبت اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک بر عملکرد گل خشک مشهود بود، ولی عملکرد گل خشک در نتیجه استفاده از کودهایی نظیر اسید هیومیک و نیتروکسین در سال زراعی دوم بیشتر از سال زراعی اول بود، به این ترتیب که در سال زراعی دوم عملکرد گل خشک تحت‌تأثیر کودهای اسید هیومیک و نیتروکسین به‌ترتیب ۱۴ و ۱۱ درصد نسبت به کاربرد کودهای مشابه در سال زراعی سوم افزایش یافت (شکل ۳). به‌نظر می‌رسد که افزایش عملکرد گل خشک سال دوم نسبت به سال سوم به کاهش تعداد شاخه‌های گل‌دهنده در سال سوم نسبت به سال دوم مرتبط باشد.



شکل ۳- تغییرات برخی از صفات مورد بررسی در گاوزبان ایرانی در دو سال زراعی مختلف (در هر صفت، سال دوم مبنای مقایسه قرار گرفت)

Fig. 3- Changes of some studied traits in Iranian OX-Tongue in 2 different growing seasons (In each trait, base of comparison has been second year)

همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود رابطه بین عملکرد گل خشک و تعداد گل در بوته رابطه‌ای قوی و مثبت بود (r= ۰/۸۱) و از آن‌جایی‌که استفاده از اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک منجر به افزایش تعداد گل در بوته شد (جدول ۵)، لذا افزایش عملکرد گل خشک در شرایط کاربرد این کودها منطقی به‌نظر می‌رسد.



شکل ٤- رابطه بین عملکرد گل خشک و تعداد گل در بوته‌ی گاوزبان ایرانی در شرایط کاربرد نهاده‌های بوم‌سازگار

Fig. 4- Relationship between dry flower yield and flower number per plant of Iranian Ox-Tongue in conditions of eco-friendly inputs application

عملکرد ماده خشک

به‌طور کلی تمامی کودهای مورد مطالعه منجر به افزایش عملکرد ماده خشک نسبت به شاهد شدند، به این ترتیب که اسید هیومیک و اسید فولویک عملکرد ماده خشک را به‌ترتیب ۲۵ و ۲۰ درصد در مقایسه با شاهد افزایش دادند، کودهای بیولوژیک نیتروکسین، بیوفسفر و بیوسولفور به‌ترتیب افزایش ۱۰، ۱۲ و ۱۵ درصدی عملکرد ماده خشک را نسبت به شاهد سبب شدند و هر دو میکوریزای مورد مطالعه (*Glomus mosseae* و *Glomus intraradices*) عملکرد ماده خشک را به‌ترتیب از افزایش ۱۵ و ۱۲ درصدی نسبت به شاهد برخوردار کردند (شکل ۵). به‌نظر می‌رسد که اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک از طریق فراهمی عناصر غذایی (Verlinden et al., 2009) و بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (Natesan et al., 2007) منجر به افزایش عملکرد ماده‌ی خشک گیاه شدند.

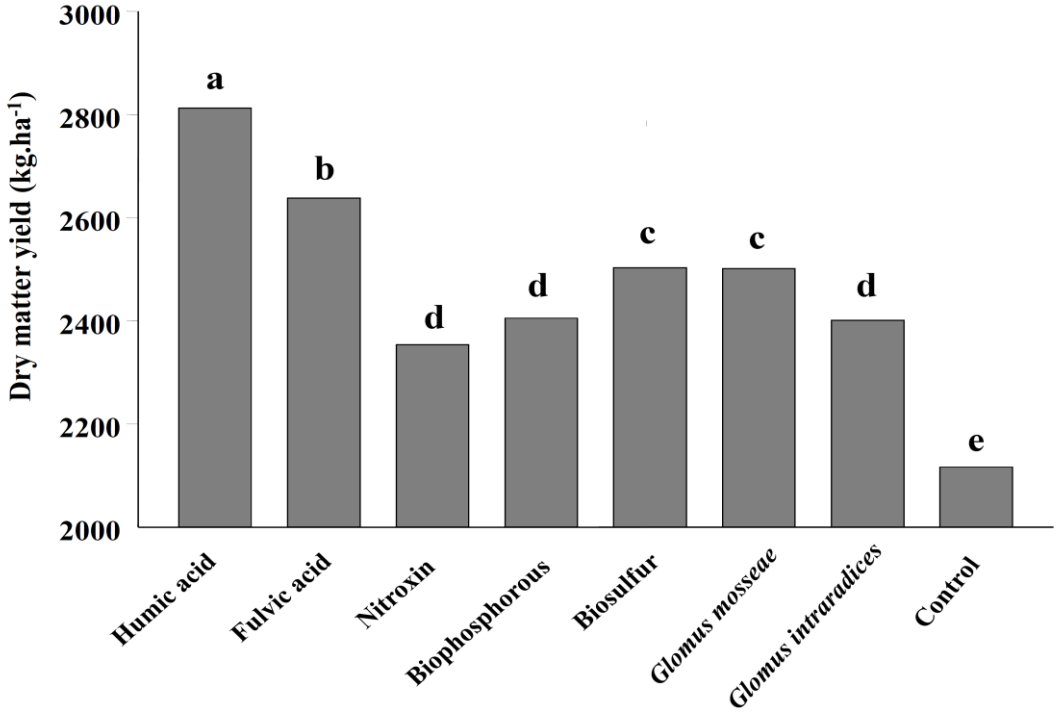
خزائی و بنایان (Khazaee & Banayan, 2011) با محلول‌پاشی اسید هیومیک بر گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis* L.) گزارش کردند که استفاده از این ماده آلی زیست‌توده‌ی اندام هوایی و عملکرد اسانس را به میزان قابل‌توجهی نسبت به شاهد افزایش داد. محمدی‌پور و همکاران (Mohammadipour et al., 2012) گزارش کردند که تعداد گل در بوته، وزن خشک اندام هوایی، ارتفاع و عملکرد ماده خشک گیاه دارویی همیشه بهار تحت‌تأثیر اسید هیومیک افزایش یافت. درزی و همکاران (Darzi et al., 2012) با بررسی اثر کودهای زیستی مختلف را بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) گزارش کردند که بیشترین عملکرد ماده خشک در تیمار تلقیح توأم *Azotobacter* و *Azospirillum* و بیشترین عملکرد دانه در تلقیح با *Azospirillum* به‌دست آمد. در پژوهشی دیگر گزارش شد که استفاده از کودهای زیستی نیتروکسین، بیوفسفر و بیوسولفور منجر به افزایش عملکرد ماده خشک، ارتفاع بوته، تعداد ساقه فرعی و تعداد گل در بوته سرخارگل در مقایسه با کود شیمیایی و شاهد شد، ضمن این‌که استفاده‌ی ترکیبی از مایه تلقیح نیتروکسین و بیوفسفر بیشترین میزان عملکرد ماده خشک را سبب شد (Agha Alikhani et al., 2013).

کاپور و همکاران (Kapoor et al., 2004) گزارش کردند که تلقیح بذر رازیانه با میکوریزا، به‌دلیل افزایش باروری فسفر خاک باعث افزایش معنی‌دار رشد و همچنین بهبود عملکرد اسانس گیاه شد. محفوظ و شرف‌الدین (Mahfouz & Sharaf-Eldin, 2007) گزارش کردند که تیمار استفاده توأم *Azospirillum* و میکوریزا منجر به تولید بیشترین عملکرد دانه گیاه دارویی رازیانه شد.

شاخص برداشت گل و دانه

شاخص برداشت گل و دانه به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک مختلف قرار گرفتند (جدول ۳)، به‌طوری‌که بیشترین شاخص برداشت گل و دانه به‌ترتیب در نتیجه استفاده از میکوریزا (*Glomus intraradices*) و اسید هیومیک حاصل شد (جدول ۴). کودهای بیولوژیک نیتروکسین و بیوسولفور نیز به‌ترتیب منجر به افزایش ۱۰ و ۱۳ درصدی شاخص برداشت گل در مقایسه با شاهد شدند (جدول ۴). کاربرد کود میکوریزا (*Glomus mosseae*) شاخص برداشت گل را ۲۷ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۴). به‌نظر می‌رسد که کودهای بیولوژیک احتمالاً از طریق توسعه سیستم ریشه‌ای گیاه، خصوصیات مورفولوژیکی گیاه را بهبود بخشیدند.

همزیستی با میکوریزا اثرات سوء ناشی از فقر عناصر غذایی و تنش‌های شوری و خشکی را کاهش (Sirrenberg et al., 2007) و رشد گیاه و جذب عناصر غذایی را افزایش می‌دهد (Roesti et al., 2006). در یک پژوهش گزارش شد که در نتیجه کاربرد کود بیولوژیک و اوره، شاخص برداشت دانه و عملکرد دانه گیاه ماش (*Vigna radiata* L.) در مقایسه با شاهد افزایش یافت (Mondal et al., 2013). در پژوهشی دیگر گزارش شد که کاربرد جداگانه و همزمان کود بیولوژیک باکتری حل‌کننده فسفات و میکوریزا منجر به بهبود ارتفاع، وزن دانه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد ماده خشک، عملکرد دانه و در نهایت شاخص برداشت گیاه عدس (*Lens culinaris* Medikus.) در مقایسه با شاهد شد (Bera et al., 2013). در آزمایشی، تلقیح ریحان با گونه‌های مختلف میکوریزا باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع ساقه، تعداد و سطح برگ، زیست‌توده، طول و میزان انشعابات جانبی ریشه و همچنین میزان اسانس گیاه در مقایسه با شاهد شد (Gupta et al., 2006).



شکل ۵- مقایسه میانگین اثر نهاده‌های بوم‌سازگار بر عملکرد ماده‌ی خشک گاوزبان ایرانی

Fig. 5- Mean comparisons for the effect of eco-friendly inputs on dry matter yield of Iranian Ox-Tongue

میانگین‌های دارای حروف مشترک، اختلاف معنی‌داری بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

Means followed by the same letters are not significantly different ($p \leq 0.05$), at 5% probability level.

نتیجه‌گیری

استفاده از اسیدهای آلی و کودهای بیولوژیک در هر دو سال زراعی مورد مطالعه منجر به بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه شد، به‌عنوان مثال کودهای نیتروکسین، بیوفسفر و بیوسولفور تعداد گل در بوته را به‌ترتیب ۱۱، ۵ و ۳۱ درصد در سال زراعی دوم و به‌ترتیب ۱۰، ۷ و ۲۶ درصد در سال زراعی سوم نسبت به شاهد افزایش دادند. اسید هیومیک در مقایسه با سایر کودهای آلی و بیولوژیک مورد مطالعه از تأثیرگذاری بیشتری در بهبود عملکرد و اجزای عملکرد گاوزبان ایرانی برخوردار بود، به‌طوری‌که به‌ویژه در سال زراعی دوم بیشترین مقدار صفاتی نظیر عملکرد گل خشک، عملکرد دانه، عملکرد ماده خشک و وزن و تعداد گل و دانه در بوته در شرایط استفاده از این کود به‌دست آمد. به‌طور کلی یافته‌های این پژوهش نشان داد که استفاده از نهاده‌های اکولوژیک ضمن افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گاوزبان ایرانی می‌تواند وابستگی به کودهای شیمیایی و مخاطرات زیستی آن‌ها را کاهش داده و در جهت توسعه کشاورزی پایدار و حفظ سلامت بوم‌نظام مورد توجه قرار گیرد.

منابع

Abdul Jaleel, C., Manivannan, P., Sankar, B., Kishorekumar, A., Gopi, R., Somasundaram, R., and Panneerselvam, R. 2007. *Pseudomonas fluorescens* enhances biomass yield in *Catharanthus roseus* under water deficit stress. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces 60:7-11.

Agha Alikhani, M., Iranpour, A., and Naghdi Badi, H. 2013. Changes in agronomical and phytochemical yield of purple coneflower (*Echinaceae purpurea* (L.) Moench) under urea and three biofertilizers application. The Journal of Medical Research 12: 121-136.

Azzaz, N.A., Hassan, E., and Hamad, E.H. 2009. The chemical constituent and vegetative and yielding characteristics of fennel plants treated with organic and bio-fertilizer instead of mineral fertilizer. Australian Journal of Basic and

Applied Sciences 3: 579-587.

Baghdadi, H., Daneshian, J., Yousefi, M., Alimohammadi, M., and Kheybari, M. 2012. Influence of cattle manure and mycorrhiza fungi on vegetative growth of pumpkin under water deficit conditions. International Journal of Agriculture and Crop Sciences 4: 1362-1365.

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 of *Soil* Biology 47(5): 303-309.

Bera, A.K., Pramanik, K., and Panda, D. 2013. Response of biofertilizers and homo-brassinolide on growth, relative water content and yield of lentil (*Lens culinaris* Medik.). Journal of Crop and Weed 9: 84-90.

Chen, J. 2006. The combined use of chemical and organic fertilizers and/or biofertilizer for crop growth and soil fertility. International Workshop on Sustained Management of the Soil-Rhizosphere System for Efficient crop Production and Fertilizer Use. October, 16-20. Thailand.

Copetta, A., Lingua, G., and Berta, G. 2006. Effects of three AM fungi on growth, distribution of glandular hairs, and essential oil peoduction in *Ocimum basilicum* L. var. Genovese. Mycorrhiza 16: 485-494.

Darzi, M.T., Haj Seyyed Mohammad Hadi, M.R., and Rejali, F. 2012. Effect of cattle manure and biofertilizers on biomass yield, seed yield and oil content of *Coriandrum sativum*. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 11: 77-91. (Persian with English Summary)

Egamberdiyeva, D. 2005. Plant-growth-promoting rhizobacteria isolated from a Calcisol in a semi-arid region of Uzbekistan: Biochemical characterization and effectiveness. Journal of the Plant Nutrition and Soil Science 168: 94-99.

El-Baz, S.M., Abbas, E.E., and Mostafa, R.A.I.A. 2012. Effect of sowing dates and humic acid on productivity and infection with rot diseases of some soybean cultivars cultivated in new reclaimed soil. International Journal of Agricultural Research 7: 345-357.

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

Ghasemi, A. 2009. Medicinal and Aromatic Plants, Identifying and Studying their Effects. Publications of Islamic Azad University, Shahrkord, Iran. (In Persian with English Summary)

Ghasemi, K., Fallah, S., Raeesi, F., and Heidari, M. 2013. Effect of urea fertilizer and biofertilizers on quantitative and qualitiative yield of *Plantago ovata* Forsk.). Journal of Plant Production Research 101-116. (In Persian with English Summary)

Gupta, M.L., Prasad, A., Ram, M., and Kumar, S. 2002. Effect of the vescular-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.

Hashemzadeh, F., Mirshekari, B., Khoe, F.R., Yarnia, M., and Tarinejad, A. 2013. Effect of bio and chemical fertilizers on seed yield and its components of dill (*Anethum graveolens*). Journal of Medicinal Plants Research 7: 111-117.

Heidari, M.R., Azad, E.M., and Mehrabani, M. 2006. Evaluation of the analgesic effect of *Echium amoenum* Fisch & C.A. Mey. extract in mice: Possible mechanism involved. Journal of Ethnopharmacology 103: 345-349.

Heidari, M., and Karami, V. 2014. Effects of different mycorrhiza species on grain yield, nutrient uptake and oil content of sunflower under water stress. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences 13: 9-13.

Hoseini Mazinani, S.M., and Hadipoor, A. 2014. Improve the quality and quantity of *Calendula officinalis* L. via biofertilizers application. Journal of Medicinal Plants 13: 83-93. (In Persian with English Summary)

Kapoor, R., Giri, B., and Mukerji, K.G. 2002. *Glomus macrocarpum*: potential bioinoculant to improve essential oil quality and concentration in dill (*Anethum gravolens* L.) and carum (*Trachyspermum ammi* (Linn.) Sprague). World Journal of Microbiology and Biotechnology 18: 459-463.

Kapoor, R., Giri, B., and Mukerji, K.G. 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, A.K. 2007. Effects of arbuscular mycorrhiza and phosphorus application on artemisinin concentration in *Artemisia annua* L. Mycrrhiza 17: 581- 587.

Karr, M. 2001. Oxidized ignites and extracts from oxidized ignites in agriculture. Soil Science 1-23.

Khazaee, H.R., and Banayan, M. 2011. Application of use time and amount of humic acid on biomass and oil content of Hyssopus officinalis. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 5: 25-35. (In Persian with English Summary)

Kızılkaya, R. 2008. Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. Ecological Engineering 33: 150-156.

Mahfouz, S.A., and 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.

Manaffee, W.F., and Kloepper, J.W. 1994. Application of plant growth promoting rhizobacteria in sustainable agriculture. In: "Soil biota management in sustainable farming systems". CSIRO, Publication. East Melbourne, Australia p. 23-31.

Marulanda, A., Porcel, R., Barea, J.M., and 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.

Massoud, O.N., Afifi, M.M.I., El-Akshar, Y.S., and El-Sayed, G.A.M. 2013. Impact of biofertilizers and humic acid on the growth and yield of wheat grown in reclaimed sandy soil. Research Journal of Agriculture and Biological 9: 104-113.

Mohammadipour, E., Golchin, A., Mohammadi, J., Negahdar, N., and Zarchini, M. 2012. Effect of humic acid on yield and quality of marigold (*Calendula officinalis* L.). Annals of Biological Research 3: 5095-5098.

Mondal, M.M.A., Malek, M.A., Sattar, M.A., Puteh, A.B., Rafii, M.Y., and Ismail, M.R. 2013. Response of biofertilizer and urea on growth and yield in mungbean. Legume Research 36: 448-452.

Natesan, R., Kandasamy, S., Thiyageshwari, S., and Boopathy, P.M. 2007. Influence of lignite humic acid on the micronutrient availability and yield of blackgram in an alfisol. Scientific World Journal 7: 1198-1206.

Nooriyan Soroor, E., Rouzbehan, Y., and Alipour, D. 2013. Effect of *Echium amoenum* extract on the growth rate and fermentation parameters of Mehraban lambs. Animal Feed Science and Technology 184: 49-57.

Pal, K.K., Tilak, V.B.R., Saxena, A.K., Dey, R., and Singh, C.S. 2001. Suppression of maize root diseases caused by *Macrophomia phaseolina*, *Fusarium moniliforme* and *Fusarium graminaerum* caused by plant growth promoting rhizobacteria. Microbiological Research 156: 209-223.

Rajendran, K., and. Devaraj, P. 2004. Biomass and nutrient distribution and their return of *Casuarina equisetifolia* inoculated with biofertilizers in farm land. Biomass and Bioenergy 26: 235-249.

Richter, J., Stutzer, M., and Schellenberg, I. 2005. Effects of mycorrhization on the essential oil content and composition of aroma components of marjoram (*Marjorana hortensis*), thyme (*Thymus vulgaris* L.) and caraway (*Carum carvi* L.). 36th International Symposium on Essential Oils, 4-7 September, Budapest, Hungary.

Rillig, M.C., and Mummey, D.L. 2006. Mycorrhizas and soil structure. New Phytologist 171: 41-53.

Roesti, D., Gaur, R., Johri, B.N., 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 N_2-fixing and phosphate solubilizing bacteria. Plant and Soil 265: 123-129.

Samavat, S., and Malakooti, M. 2005. Production necessity and use of organic acids to increase the quality and quantity of agricultural products. Publications of Sana, Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)

Sanches Govin, E., Rodrigues Gonzales, H., and Carballo Guerra, C. 2005. Ifluencia 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: 1-5.

Sarir, M.S., Sharif, M., Ahmed, Z., and Akhlaq, M. 2005. Influence of different levels of humic acid application by various methods on the yield and yield components of maize. Sarhad. Jouranl of Agriculture 21: 75-81.

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.

Shaalan, M.N. 2005. Effect of compost and different sources of biofertilizers, on borage plants (*Borago officinalis*). Egypt Journal of Agriculture Research 83: 271-279.

Shabahang, J., Khorramdel, S., and Gheshm, R. 2013. Effect of mycorrhiza on yield and yield components of *Foeniculum vulgare* and *Carum copticum* L. affected by nitrogen amounts. Journal of Agroecology 5: 289-298. (In Persian with English Summary)

Sidari, M., Attina, E., Francioso, O., Tugnoli, V., and Nardi, S. 2006. Biological activity of humic substances is related to their chemical structure. Soil Science Society of America Journal 71: 75-85.

Sirrenberg, A., Gobel, C., Grond, S., Czempinski, N., Ratzinger, A., Karlovsky, P., Santos, P., Feussner, I., and Pawlowski, K. 2007. Piriformospora indica affects plant growth by auxin production. Journal of Plant Physiology 131: 581-589.

Smith, S.E, GIaninazzi-Pearson, V., Koide, R., and Cairney, J.W.G. 1994. Nutrient Transport in Mycorrhizas: Structure, Physiology and Consequences for Efficiency of the Symbiosis. In: Robson, A.D., Abbott, L.K. and Malajczuk, N. (Eds) Management of Mycorrhizas in Agriculture, Horticulture and Forestry. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht p. 103-113.

Thomas, P. 1984. Canola Grower Manual. Canola Concil of Canada Publication. 14 pages.

Verlinden, G., Pycke, B., Mertens, J., Debersaques, F., Verheyen, K., Baert, G., Bries, J., and Haesaert, G. 2009. Application of humic substances results in consistent increases in crop yield and nutrient uptake. Journal of Plant Nutrition 32: 1407-1426.

Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizer. Plant and Soil 255: 571-586.

Vestberg, M., Saari, k., Kukkonen, S., and Hurme, T. 2005. Mycotrophy of crops in rotation and soil amendment with peat influence the abundance and effectiveness of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi in field soil. Mycorrhiza 15: 447-458.

Zhu, C.X., Song, B.F., and Xu, W.H. 2010. Arbuscular mycorrhizae improves low temperature stress in maize via alterations in host water status and photosynthesis. Plant and Soil 331: 129-137.

Journal of Agroecology
Vol. 10, No.3, Fall 2018, p. 679-698

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷، ص. ۶۹۸-۶۷۹

Application of Eco-Friendly Inputs on Cultivation of Iranian Ox-Tongue (*Echium amoenum* Fisch. & Mey.) in Conditions of Mashhad

M.B. Amiri[1], P. Rezvani Moghaddam[2*] and M. Jahan[3]

Submitted: 06-09-2015
Accepted: 26-01-2016

Amiri, M.B., Rezvani Moghaddam, P., and Jahan, M. 2018. Application of eco-friendly inputs on cultivation of Iranian ox-tongue (*Echium amoenum* Fisch. & Mey.) in conditions of Mashhad. Journal of Agroecology. 10(3): 679-698.

Introduction

In recent years, the effect of ecological inputs on soil properties and plant growth characteristics has received renewed attention. Although the utilization of mineral fertilizers could be viewed as the best solution in terms of plant productivity, this approach is often inefficient in the long-term in tropical ecosystems due to the limited ability of low-activity clay soils to retain nutrients. Biofertilizer is a substance which contains living microorganisms which, as applied to seed, plant surfaces, or soil, colonizes the rhizosphere or the interior of the plant and promotes growth by increasing the supply or availability of primary nutrients to the host plant. Biofertilizers add nutrients through the natural processes of nitrogen fixation, solubilizing phosphorous and stimulating plant growth through the synthesis of growth-promoting substances. Biofertilizers can be expected to reduce the use of chemical fertilizers and pesticides. Humic substances are a group of heterogeneous molecules that are bonded together by weak forces; therefore, they have a high chemical stability. This material included of 65 to 80 percent of total soil organic matter. Humic acid influences soil fertility through its effect on the water-holding capacity of the soil. Humic acids make important contributions to soil stability and soil fertility leading to exceptional plant growth and micronutrient uptake. Mycorrhiza arbuscular fungi are other coexist microorganisms that improves soil fertility, nutrients cycling and agroecosystem health. Mycorrhizal fungi are the most abundant organisms in agricultural soils. Many researchers have pointed to the positive roles of mycorrhizal fungi on plants growth characteristics. *Echium amoenum* is a wild perennial herb and known in Iran as Ox-Tongue. It is one of the important medicinal plants in Iranian traditional medicine. Petals of Iranian Ox-Tongue have been advocated for a variety of effects such as demulcent, anti-inflammatory and analgesic, especially for common cold, anxiolytic, sedative and other psychiatric symptoms including obsession in folk medicine of Iran. Despite of many researches on the effect of organic acids and biofertilizers on different crops, information on the effects of these factors for many medicinal plants is scarce, therefore, in this study effect of eco-friendly inputs in cultivation of *Echium amoenum* in conditions of Mashhad was studied.

Materials and Methods

In order to evaluate organic acids, plant growth rhizobacteria and different species of mycorrhiza on yield and yield components of Iranian Ox-Tongue (*Echium amoenum*), a split plots experiment in time based on RCBD design with three replications was conducted in 2011-2014 growing seasons, in Ferdowsi University of Mashhad, Iran. Seven different types of soil amendments and biofertilizers concluded humic acid, fulvic acid, Nitroxin® (containing *Azotobacter* spp. And *Azospirillum* spp.), Biophosphorous® (containing *Bacillus* sp. and *Pseudomonas* sp.), Biosulfur® (containing *Thiobacillus* spp.), Mycorrhiza (*Glomus mosseae*), Mycorrhiza (*Glomus intraradices*), and no fertilizer as control and agronomic years (2 and 3 agronomic years) assigned to main and sub plots, respectively.

Result and Discussion

The results showed that the highest dry flower yield obtained in humic acid treatment. Humic acid and fulvic acid increased seed weight per plant 38 and 25% and seed number per plant 19 and 17% compared to control,

1- Assistant Professor, University of Gonabad, Iran.
2 and 3- Professor and Associate Professor, Department of Agrotechnology and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Ferodwsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: rezvani@ferdowsi.um.ac.ir)
DOI: 10.22067/jag.v10i3.49639

respectively. Fulvic acid, nitroxin, biophosphorous, biosulfur, mycorrhiza (*Glomus mosseae*) and mycorrhiza (*Glomus intraradices*) increased dry flower yield 27, 20, 4, 26, 30 and 28% compared to control, respectively. The highest flower and seed harvest index obtained in mycorrhiza (*Glomus intraradices*) and humic acid treatments, respectively. It seems that different species of mycorrhiza improved morphological characteristics and yield of *Echium amoenum* due to provide better conditions to absorption and transportation of nutrient to the plant. It has been reported that organic acids provided favorable conditions for plant growth and development through improvement of physical, chemical and biological properties of the soil, therefore, it can be concluded that improvement of most of studied traits in the present study were due to use of organic acids.

Conclusion

In general, the findings of this research showed that application of ecological inputs, while increasing yield and yield components of Iranian Ox-Tongue, can reduce dependence on chemical inputs and their environmental risks and can be used to develop sustainable agriculture and protect the health of the environment.

Keywords: Biofertilizer, Flower Harvest Index, Health of Environment, Humic acid, Mycorrhiza, Sustainable Agriculture