"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد دهم، شماره ٤، زمستان ١٤٠٠
(ص ٣٢-١٩)
مقاله پژوهشی

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 10, No.: 4, Winter 2022
(pp: 19-32)
DOI: 10.22034/ijsst.2021.351414.1356
Research Article

اثر اسیدهای آلی، کودهای زیستی و دو گونه میکوریزا روی پایه مادری بر برخی ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر و رشدی گیاهچه گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum* Fisch & Mey.)

محمد بهزاد امیری[1*]، پرویز رضوانی‌مقدم[2]، محسن جهان[3]

۱، ۲ و ۳ به‌ترتیب استادیار مجتمع آموزش عالی گناباد، استاد و دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۱۶؛ تاریخ پذیرش:۱۳۹۹/۱۱/۱۱)

چکیده

آزمایشی در سال ۱۳۹۳ در دانشگاه فردوسی مشهد در قالب طرح پایه‌ی کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل بذرهای حاصله از گاوزبان ایرانی تیمار شده با هفت نوع نهاده بوم‌سازگار شامل اسید هیومیک، اسید فولویک، نیتروکسین (حاوی باکتری‌های *Azotobacter* spp. و *Azospirillum* spp.)، بیوفسفر(حاوی باکتری‌های *Bacillus* sp. و *Pseudomonas* sp.)، بیوسولفور (حاوی باکتری *Thiobacillus* spp.)، میکوریزا *گلاموس موسه* (*Glomus mosseae*)، میکوریزا *گلاموس اینترارادیسه* (*Glomus intraradices*) و شاهد بود. نتایج آزمایش نشان داد که اسیدهای آلی هیومیک و فولویک به‌ترتیب افزایش ۲۵ و ۲۰ درصدی درصد جوانه‌زنی و افزایش ۵۸ و ۳۳ درصدی سرعت جوانه‌زنی را در مقایسه با شاهد سبب شدند. هر یک از تیمارهای اسید هیومیک، اسید فولویک، نیتروکسین، بیوفسفر، بیوسولفور، میکوریزا *گلاموس موسه* و میکوریزا *گلاموس اینترارادیسه* به‌ترتیب کاهش ۳۳، ۳۵، ۳۸، ۱۹، ۳۶، ۳۶ و ۱۶ درصدی میانگین زمان جوانه‌زنی را نسبت به شاهد در پی داشتند. اسید فولویک وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه را به‌ترتیب ۵۱ و ۳۸ درصد نسبت به شاهد افزایش داد. بیشترین و کمترین نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه به‌ترتیب در اثر تیمارهای میکوریزا *گلاموس اینترارادیسه* (۰/۱۹۹) و شاهد (۰/۱۲۴) حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: اسید هیومیک، بیوسولفور، *گلاموس اینترارادیسه*، میانگین زمان جوانه‌زنی، نهاده اکولوژیک، نیتروکسین

Effect of Organic Acid, Biofertilizers, and two mycorrhiza species in the rootstock on some germination characteristics and seedling growth of Iranian Ox-Tongue (*Echium amoenum* Fisch & Mey.)

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

1, 2 and 3 Assistant Professor of Gonabad University, Professor, Associate Professor of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, respectively

(Received: Nov. 06, 2020 – Accepted: Jan. 30, 2021)

Abstract

An experiment based on CRD design with three replications was conducted in 2014 year, in Ferdowsi University of Mashhad, Iran. The experimental treatments included 7 types of eco-friendly inputs: Humic acid, Fulvic acid, Nitroxin (contains *Azotobacter* spp. And *Azospirillum* spp. Bacterias), Biophosphorous (contains *Bacillus* sp. And *Pseudomonas* sp. bacterias), Biosulfur (contains *Thiobacillus* spp. Bacteria), *Glomus mosseae*, *Glomus intraradices*, and control. The results showed that organic acids of humic and fulvic increased germination percentage 25 and 20% and germination rate 58 and 33% compared to control, respectively. Germination percentage was 20, 25, and 24% more in biofertilizers of nitroxin, biophosphorous and biosulfur compared to control, respectively and germination rate under application of this fertilizers added 59, 24, and 50% compared to control, respectively. Humic acid, fulvic acid, nitroxin, biophosphorous, biosulfur, *Glomus mosseae* and *Glomus intraradices* reduced mean germination time 33, 35, 38, 19, 36, 36, and 16% compared to control, respectively. The highest radicle and plumule length obtained in treatment of humic acid and the highest radicle to plumule length observed in treatment of biosulfur. Fulvic acid increased radicle and plumule dry weight 51 and 38% compared to control, respectively. The highest and the lowest radicle to plumule dry weight obtained in treatments of *Glomus intraradices* (0.199) and control (0.124), respectively.

Keywords: Biosulfur, Ecological Input, *Glomus intraradices*, Humic Acid, Mean Germination Time, Nitroxin

* Email: amiri@gonabad.ac.ir

مقدمه

در سال‌های اخیر کاربرد فرآورده‌های زیستی در تغذیه‌ی گیاهان زراعی به‌عنوان راهکارهای بنیادین برای توسعه‌ی سیستم‌های مدیریت تلفیقی تغذیه‌ی گیاه و به‌منظور افزایش کمی و کیفی مواد غذایی در واحد سطح از طریق تلفیق روش‌های تغذیه‌ی معدنی و آلی گیاهان زراعی موردتوجه قرار گرفته است. در سیستم‌های کشاورزی پایدار، استفاده از منابع تجدیدپذیری که حداکثر محاسن اکولوژیکی و حداقل مضرات زیست‌محیطی را دارا باشند، امری ضروری است استفاده از کودهای شیمیایی هزینه‌های تولید محصولات را افزایش می‌دهد (Kizilkaya, 2008). در سال‌های اخیر، استفاده از کودهای زیستی به‌منظور افزایش حاصلخیزی خاک، جایگزینی مناسب برای کودهای شیمیایی، به‌شمار رفته و به‌عنوان یکی از مهم‌ترین راهبردهای تغذیه‌ی گیاه برای نیل به اهداف کشاورزی پایدار موردتوجه دست‌اندرکاران امر تولید قرارگرفته است (Wu *et al*., 2005).

کودهای زیستی ماده‌ای شامل انواع مختلف ریزموجودات آزادزی بوده که توانایی تبدیل عناصرغذایی اصلی را از فرم غیرقابل‌دسترس به فرم قابل‌دسترس دارند (Chen, 2006). برخی از این ریزموجودات اثرات مفیدی در بهبود رشد گیاه دارند و از آن‌ها تحت‌عنوان ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR)[1] یاد می‌شود (Abdul Jaleel *et al*., 2007). به عبارت دیگر، ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه شامل گروه متنوعی از باکتری‌های کلون‌کننده‌ی محیط ریشه و میکروارگانیسم‌های دیازوتروفیک[2] هستند و زمانی که به‌صورت هم‌یار[3] با یک گیاه رشد می‌کنند، سبب تحریک رشد و نمو گیاهان می‌شوند (Girish and Umesha, 2005). در یک پژوهش، اثر تلقیح بذر با کود زیستی نیتراژین بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ی گیاه دارویی زیره‌سبز (*Cuminum cyminum* L.) بررسی و گزارش شد که تلقیح بذرهای با نیتراژین، درصد جوانه‌زنی را ۳۳ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد (Baser *et al*., 2011). تلقیح بذرهای گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) در مزرعه با سودوموناس افزایش رشد ریشه‌چه حاصل از پایه‌های مادری را در پی داشت (Amiri *et al*., 2012). در پژوهشی دیگر، وقتی بذرهای گیاه دارویی کنجد (*Sesamum indicum* L.) با نیتراژین آغشته شدند، سرعت جوانه‌زنی بذر نسبت به شاهد افزایش یافت که این امر بهبود خصوصیات رشدی گیاهچه را در پی داشت (Baser and Mirshekari, 2009). پس از بررسی اثرات تغذیه‌ی نیتروژنی متفاوت بر خصوصیات جوانه‌زنی بذرهای گندم (*Triticum aestivum* L.) حاصله از پایه مادری تیمار شده با سطوح مختلف نیتروژن در شرایط تنش خشکی گزارش شد که کود بیولوژیک نیتراژین مقاومت به تنش خشکی را در مقایسه با شاهد افزایش داد، به‌طوری‌که در سطح تنش ۴- بار، درصد جوانه‌زنی در بذرهای تیمار شده با نیتراژین ۷۹ درصد بیشتر از شاهد بود (Yazdani Biuki *et al*., 2010).

در حال حاضر، به دلیل توجه افکار عمومی به اثرات جانبی مواد شیمیایی کشاورزی، پژوهش‌ها در مورد ریزموجودات همزیست با گیاهان به‌عنوان سیستمی کم‌نهاده توسعه‌یافته است. میکوریزا از مهم‌ترین موجودات همزیست با گیاهان هستند که به یک راسته‌ی مونوفیلتیک[4] به نام گلومرومیکوتا[5] تعلق دارند و تقریباً در تمام اکوسیستم‌های خشکی حضور دارند. میکوریزاها همزیست‌های اجباری هستند و با ۷۰ تا ۹۰ درصد گونه‌های گیاهی کره‌ی زمین همزیستی نشان می‌دهند و کربن مورد نیاز برای تکمیل

1 Plant growth promoting rhizobacteria
2 Deiazotrophic
3 Associative
4 Monophyletic Phylum
5 Glomeromycota

چرخه‌ی زندگی‌شان را از گیاه میزبان بدست می‌آورند (Zhu *et al*., 2010). میکوریزا ضمن بهبود جذب عناصر غذایی به‌ویژه فسفر (Roesti *et al*., 2006)، باعث بهبود ساختار خاک (Rillig and Mummey, 2006) و افزایش مقاومت به تنش‌های محیطی (Marulanda *et al*., 2007) می‌شود. در یک پژوهش، بذرهای حاصل از گاوزبان ایرانی (*Echium amoenum* Fisch & Mey.) تیمار شده با کودهای میکوریزا و بیوسولفور به ترتیب سبب افزایش ۱۸ و ۱۷ درصدی میزان جوانه‌زنی و ۳۲ و ۳۳ درصدی سرعت جوانه‌زنی نسبت به شاهد شد (Amiri *et al*., 2018). اثر کاربرد همزمان میکوریزا (*Glomus intraradices*) و باکتری‌های آزادزی تثبیت کننده‌ی نیتروژن (*Azospirillum brasilense* و *Azotobacter paspali*) در نظام‌های زراعی رایج و اکولوژیک بررسی و گزارش شد که بیشترین سرعت فتوسنتز و شاخص کلروفیل ذرت (*Zea mays* L.) در تلقیح همزمان میکوریزا و باکتری بدست آمد (Jahan *et al*., 2007). تلقیح گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) 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 (Copetta *et al*., 2006). کاربرد همزمان *آزوسپریلیوم* و میکوریزا منجر به تولید بیشترین عملکرد دانه‌ی گیاه دارویی رازیانه شد (Mahfouz and Sharaf-Eldin, 2007).

ماده‌ی آلی خاک شامل دو گروه بزرگ از ترکیبات هیومیکی و غیرهیومیکی است. مواد هیومیکی، به‌وسیله نیروهای ضعیف به هم باند شده‌اند تا ثبات شیمیایی بیشتری از خود نشان دهند. مواد هیومیکی ۶۵ تا ۸۰ درصد کل مواد آلی خاک را تشکیل می‌دهند (Rentato *et al*., 2003). 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 عناصرمیکرو می‌گردند (Karr, 2001). اسید هیومیک دارای درصد کربن بیشتری نسبت به اسید فولویک بوده، ولی اسید فولویک، اکسیژن بیشتری نسبت به اسید هیومیک دارد. 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. اسید هیومیک با افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، ظرفیت نگهداری آب در خاک و همچنین فعال کردن چرخه‌ی تنفس، فتوسنتز و تولید آمینواسید و آدنوزین‌تری فسفات، باعث افزایش رشد گیاهان می‌شود (Sidari *et al*., 2006). اسید هیومیک سبب افزایش طول و وزن ریشه، تعداد ریشه‌های جانبی و همچنین افزایش جریان شیره‌ی گیاهی از آوندها می‌شود. همچنین اسید هیومیک از طریق افزایش تقسیم سلولی در ریشه، افزایش فتوسنتز و بهبود جذب مواد غذایی توسط گیاه، باعث افزایش کمیت و کیفیت محصولات می‌شود. اسیدهیومیک اثر خود را از طریق آماده‌سازی مواد معدنی، گسترش جمعیت میکروارگانیسم‌های مفید، انتقال عناصرغذایی و مواد تنظیم کننده‌ی رشد اعمال می‌نماید (Shahriari *et al*., 2008). نقش اسید فولویک در گیاه مشابه اسید هیومیک است. اسید فولویک فعال‌ترین ترکیب هیومیکی بوده و باعث حل شدن مواد معدنی در آب شده و به‌راحتی عناصر غذایی را از طریق یک کمپلکس به گیاه منتقل می‌نماید. قدرت کلات‌کنندگی اسید فولویک در خاک منحصر به فرد است. همچنین اسید فولویک می‌تواند ویتامین‌ها، ایزوآنزیم‌ها، هورمون‌ها و آنتی‌بیوتیک‌های طبیعی را در خود حل نموده و از این طریق باعث بهبود رشد و نمو گیاه گردد (Sidari *et al*., 2006). در یک پژوهش، کاربرد همزمان اسید هیومیک و اسید جاسمونیک منجر به تولید بیشترین طول ریشه‌چه و وزن تر و خشک گیاه‌چه گیاه دارویی چای ترش (*Hibiscus sabdariffa* L.) شد و استفاده از ۸۰ میلی‌مولار اسید هیومیک سبب شد گیاه بدون اینکه دچار کاهش طول ریشه چه شود شوری ۱۴۰ میلی مولار

را تحمل کند (Azad *et al*., 2017). بررسی سطوح مختلف اسید هیومیک بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* Forssk.) نشان داد که بیشترین و کمترین سرعت جوانه‌زنی، طول و وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه به‌ترتیب در تیمارهای ۳۰ گرم در لیتر اسید هیومیک و شاهد بدست آمد (Ebrahimi and Miri Karbasak, 2016). کاربرد ۵۴ میلی‌گرم بر لیتر اسید هیومیک رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه گندم را افزایش داد (Malik and Azam, 1985). قرار دادن بذرهای گیاه دارویی همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) به مدت ۱۲ تا ۴۸ ساعت در محلول اسید هیومیک، افزایش وزن تر ریشه، طول ریشه و درصد جوانه‌زنی را سبب شد (Jack and Evans, 2000).

با توجه به اهمیت و نقش گاوزبان ایرانی به‌عنوان یک گیاه دارویی، نکته‌ی 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 مدیریت اگرواکولوژیکی بر کیفیت بذرهای تولیدی این گیاه اندک است، این پژوهش با هدف بررسی اثر اسیدهای آلی، کودهای زیستی و دو گونه میکوریزا روی پایه مادری بر برخی ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر و رشدی گیاهچه گاوزبان ایرانی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در خردادماه سال ۱۳۹۳ در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در قالب طرح پایه‌ی کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل بذرهای حاصله از گاوزبان ایرانی تیمار شده با هفت نوع نهاده بوم‌سازگار شامل اسید هیومیک (POW HUMUS®, Bioactive 85% WSG, HUMIN TECH, Germany, www.humintech.com)، اسید فولویک (Fulvital® Plus WSP, Bioactive 75% WSG, HUMIN TECH, Germany, www.humintech.com)، نیتروکسین (حاوی باکتری‌های *Azotobacter* spp. و *Azospirillum* spp.، با 10^8 CFU=C/ml در زمان تولید کود)، بیوفسفر (حاوی باکتری‌های *Bacillus* sp. و *Pseudomonas* sp.، با 10^7 CFU=C/ml در زمان تولید کود)، بیوسولفور (حاوی باکتری‌های *Thiobacillus* spp. با 10^8 CFU=C/ml در زمان تولید کود)، میکوریزا (حاوی قارچ *Glomus mosseae*) و میکوریزا (حاوی قارچ *Glomus intraradices*) و عدم استفاده از کود (شاهد) بود.

قبل از شروع آزمایش، مجموعه‌ی پتری‌دیش‌های به قطر هشت سانتی‌متر و کاغذ صافی‌های واتمن ۴۰ در اتوکلاو در دمای ۱۲۰ درجه‌ی سلسیوس به مدت دو ساعت ضدعفونی شد. در هر پتری ۲۵ عدد بذر از تیمار مورد نظر قرار گرفت و مقدار ۵ سی‌سی آب مقطر به آن اضافه شد و سپس پتری‌دیش‌ها در ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه‌ی سلسیوس (Lashkari *et al*., 2014) قرار داده شدند. شمارش بذرهای جوانه زده هر ۲۴ ساعت یک‌بار و به مدت ۱۴ روز (Lashkari *et al*., 2014) انجام گرفت. مبنای جوانه‌زنی بذرها خروج ریشه‌چه از پوسته بذر و قابل رؤیت بودن آن با چشم غیرمسلح بود (Adam *et al*., 2007) و در این پژوهش صفات مورد مطالعه تنها روی گیاهچه‌های عادی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. با ثابت شدن درصد جوانه‌زنی بذرهای و خصوصیات رشدی گیاهچه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه‌ی گیاهچه‌ها با خط‌کش اندازه‌گیری و سپس برای اندازه‌گیری وزن خشک آن‌ها، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در داخل آون با درجه‌ی حرارت ۷۲ درجه‌ی سلسیوس قرار داده شدند و پس از آن با استفاده از ترازوی دیجیتالی با دقت یک هزارم گرم توزین شدند. درصد جوانه‌زنی از نسبت درصد تعداد بذرهای جوانه زده پس از ۷ روز به تعداد کل بذرهای قرار داده شده در هر پتری بدست آمد. برای محاسبه سرعت و میانگین زمان جوانه‌زنی به‌ترتیب از معادلات (۱) و (۲) استفاده شد (Salehzadeh *et al*., 2009).

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

که در آن RS سرعت جوانه‌زنی، Si تعداد بذرهای جوانه زده در هر شمارش، Di تعداد روز تا شمارش n ام، و n دفعات شمارش می‌باشند.

$$MGT = \sum Dn / \sum n$$ معادله‌ی (۲)

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

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

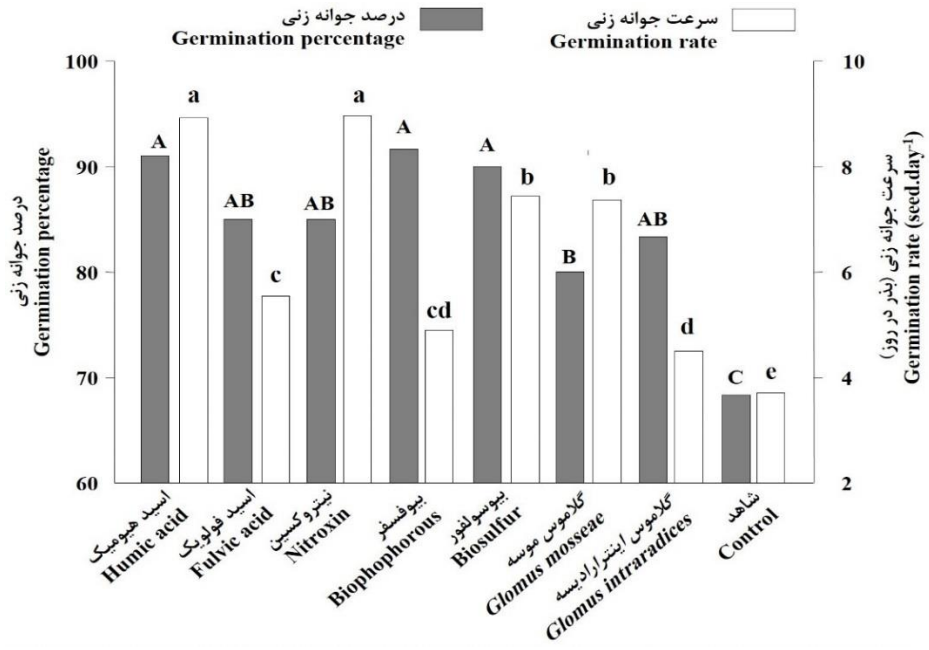
نتایج و بحث

درصد، سرعت و میانگین زمان جوانه‌زنی

اثر اسیدهای آلی و کودهای زیستی مختلف بر درصد و سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار بود (جدول ۱)، به‌طوری‌که تمامی تیمارهای تغذیه‌ای مورد آزمایش منجر به افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی نسبت به شاهد شدند (شکل ۱). اسیدهای آلی هیومیک و فولویک به‌ترتیب افزایش ۲۵ و ۲۰ درصدی درصد جوانه‌زنی و افزایش ۵۸ و ۳۳ درصدی سرعت جوانه‌زنی را در مقایسه با شاهد سبب شدند (شکل ۱). درصد جوانه‌زنی در اثر کودهای زیستی نیتروکسین، بیوفسفر و بیوسولفور به‌ترتیب از افزایش ۲۰، ۲۵ و ۲۴ درصدی نسبت به شاهد برخوردار شد و سرعت جوانه‌زنی نیز در شرایط استفاده از این کودها به‌ترتیب ۵۹، ۲۴ و ۵۰ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (شکل ۱).

هر دو گونه میکوریزای مورد مطالعه (*گلاموس موسه* و *گلاموس اینترارادیسه*) به‌ترتیب ۱۵ و ۱۸ درصد، درصد جوانه‌زنی و به‌ترتیب ۵۰ و ۱۸ درصد سرعت جوانه‌زنی را نسبت به شاهد افزایش دادند (شکل ۱). میانگین زمان جوانه‌زنی به‌طور معنی‌داری تحت‌تأثیر اسیدهای آلی و کودهای زیستی مختلف قرار گرفت (جدول ۱)، به‌طوری‌که میانگین زمان جوانه‌زنی تحت‌تأثیر تمامی کودهای مورد مطالعه نسبت به شاهد کاهش یافت، به این ترتیب که هر یک از تیمارهای اسید هیومیک، اسید فولویک، نیتروکسین، بیوفسفر، بیوسولفور، میکوریزا *گلاموس موسه* و *گلاموس اینترارادیسه* به‌ترتیب کاهش ۳۳، ۳۵، ۳۸، ۱۹، ۳۶، ۳۶ و ۱۶ درصدی میانگین زمان جوانه‌زنی را نسبت به شاهد سبب شدند (جدول ۲).

به‌نظر می‌رسد که اسید هیومیک استفاده شده در مزرعه احتمالاً از طریق افزایش فتوسنتز و بهبود جذب مواد غذایی (Sidari *et al.*, 2006) توسط گیاه سبب شده بذرهای حاصل از گاوزبان ایرانی در این شرایط از درصد و سرعت جوانه زنی بالاتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار باشد. محلول پاشی اسید فولویک در مزرعه احتمالاً منجر به فراهمی ویتامین‌ها، ایزوآنزیم‌ها، هورمون‌ها و آنتی‌بیوتیک‌های طبیعی شده و از این طریق احتمالاً رشد و نمو گیاه افزایش یافته (sidari *et al.*, 2006) و بذرهای قوی تری تولید شده است. بررسی سطوح مختلف اسید هیومیک بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* Forssk.) نشان داد که بیشترین و کمترین سرعت جوانه‌زنی (۳/۵۰ و ۲/۳۰ بذر در روز)، طول (۱۹/۷۰ و ۱۰/۶۰ میلی متر) و وزن خشک ریشه‌چه (۰/۰۹۱ و ۰/۰۰۱ گرم) و وزن خشک ساقه‌چه (۰/۰۲۶ و ۰/۰۰۷ گرم) به‌ترتیب در تیمارهای ۳۰ گرم در لیتر اسید هیومیک و شاهد بدست آمد (Ebrahimi and Miri Karbasak, 2016).



شکل ۱- درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرهای گاوزبان ایرانی حاصله از پایه‌ی مادری تحت‌تأثیر اسیدهای آلی، کودهای زیستی و دو گونه میکوریزا

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

Figure 1- Germination percentage and rate of Iranian Ox-Tongue seeds resulting from the rootstock affected by organic acids, biofertilizers and two mycorrhiza species

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

با توجه به اینکه کودهای زیستی می توانند عناصر غذایی خاک را از شکل غیرقابل دسترس به شکل قابل دسترس تبدیل کنند (chen, 2006)، به نظر می رسد کودهای زیستی نیتروکسین و بیوفسفر احتمالاً از این طریق بهبود خصوصیات رشدی و عملکرد گاوزبان ایرانی در مزرعه را سبب شده و بذرهای تولیدی در شرایط استفاده از این کودها از ویژگی های مطلوب تری نسبت به تیمار شاهد برخوردار بود. به نظر می رسد باکتری های تیوباسیلوس موجود در کود زیستی بیوسولفور احتمالاً از طریق اکسیداسیون گوگرد و تولید اسید، حلالیت عناصرغذایی را در مزرعه افزایش داده و قابلیت دسترسی آن‌ها را تسهیل کرده است (Zapata and Roy, 2004) و در نتیجه بذرهای گاوزبان ایرانی تولید شده در شرایط استفاده از این کود دارای درصد و سرعت جوانه زنی بیشتری نسبت به تیمار شاهد بود. اثرات مثبت کودهای زیستی در بهبود کمی و کیفی برخی گیاهان دارویی ازجمله شوید (Kapoor *et al*., 2002)، رازیانه (*Nigella sativa* L.) (Kapoor *et al*., 2004)، سیاه‌دانه (*Origanum majorana* L.) (Shaalan, 2005)، مرزنجوش (*Carum carvi* L.) (Kapoor *et al*., 2002;)، زیره سیاه (*Thymus vulgaris* L.) (Vestberg *et al*., 2005)، آویشن (Richter *et al*., 2005)، ریحان (Kapoor *et al*., 2007) و اسطوخودوس (*Lavandula stoechas* L.) (Kapoor *et al*., 2007) گزارش‌شده است. در یک پژوهش، وقتی بذرهای گیاه دارویی کنجد با نیتراژین آغشته شدند، سرعت جوانه‌زنی بذر نسبت به شاهد افزایش یافت که این امر بهبود خصوصیات رشدی گیاهچه را در پی داشت (Baser and Mirshekari, 2009). در پژوهشی دیگر، اثر تلقیح بذر با کود زیستی نیتراژین بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ی گیاه دارویی زیره‌سبز بررسی و گزارش شد

که تلقیح بذرهای با نیتراژین، درصد جوانه‌زنی را ۳۳ درصد در مقایسه با شاهد افزایش داد (Baser *et al*., 2011). بررسی اثر کودهای زیستی مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی سرخارگل (*Echinaceae angustifolia* DC.) نشان داد که تمامی کودهای زیستی مورد مطالعه (کاربرد جداگانه و ترکیبی نیتروکسین، بیوفسفر و بیوسولفور)، بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه را به همراه داشتند، ولی بیشترین وزن خشک برگ، عملکرد ماده‌ی خشک، طول ریشه و تعداد گل در بوته در اثر تیمار ترکیبی نیتروکسین و بیوفسفر مشاهده شد (Agha Alikhani *et al*., 2013).

قارچ های میکوریزا احتمالاً با کمک به گیاه در جذب عناصر غذایی به‌ویژه فسفر (Roesti *et al*., 2006) در مزرعه، تولید بذرهایی با خصوصیات جوانه‌زنی مطلوب‌تر را سبب شده است. در یک پژوهش، درصد و سرعت جوانه‌زنی در بذرهای حاصله از مزرعه گاوزبان ایرانی تیمار شده با میکوریزا *گلاموس موسه*، به‌ترتیب ۱۸ و ۳۲ درصد بیشتر از شاهد بود (Amiri *et al*., 2018). تلقیح با میکوریزا *گلاموس موسه* خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی شوید (*Anethum graveolens* L.) و به‌ویژه عملکرد دانه‌ی این گیاه را ۳۲/۵ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (Hashemzadeh *et al*., 2013).

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه

اسیدهای آلی و کودهای زیستی مختلف به‌طور معنی‌داری بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه تأثیر داشتند (جدول ۱)، به‌طوری‌که تمامی کودهای مورد مطالعه افزایش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه را در مقایسه با شاهد به همراه داشتند که البته بیشترین مقدار طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در تیمار اسید هیومیک بدست آمد (شکل ۲). طول ریشه‌چه و ساقه‌چه تحت‌تأثیر اسید فولویک به‌ترتیب ۴۸ و ۳۹ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (شکل ۲).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ی بذرهای گاوزبان ایرانی حاصله از پایه مادری تحت‌تأثیر اسیدهای آلی، کودهای زیستی و دو گونه میکوریزا

Table 1- Analysis of variance (mean of squares) of some germination characteristics and seedling growth of Iranian Ox-Tongue seeds resulting from the rootstock affected by organic acids, biofertilizers and two mycorrhiza species

منبع تغییرات Source of variance	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares								
		درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	میانگین زمان جوانه‌زنی Mean germination time	طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقه‌چه Plumule length	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه Radicle length to Plumule length	وزن خشک ریشه‌چه Radicle dry weight	وزن خشک ساقه‌چه Plumule dry weight	نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه Radicle dry weight to Plumule dry weight
تیمارهای تغذیه‌ای Nutritional treatments	7	174.42**	12.31**	0.60**	18.83**	6.15**	0.12*	1.31**	0.000006**	0.0018**
خطای آزمایشی Experimental error	16	23.50	0.22	0.03	0.28	0.22	0.04	1.78	0.0000001	0.0001
ضریب تغییرات (درصد) CV (%)	-	5.75	7.37	7.32	5.59	8.43	11.85	1.89	8.31	7.93

** و * به‌ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

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

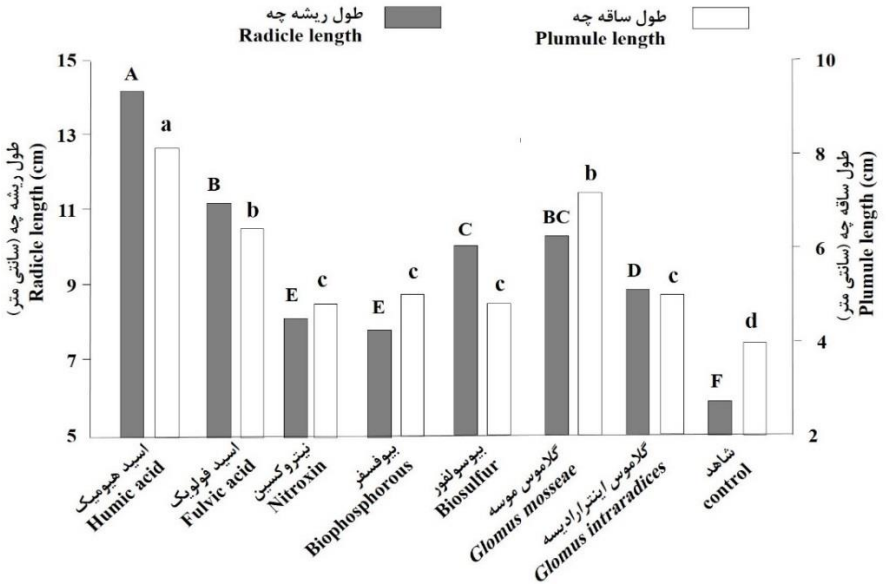
جدول ۲- مقایسه میانگین اثر اسیدهای آلی، کودهای زیستی و دو گونه میکوریزا بر برخی ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ی بذرهای گاوزبان ایرانی حاصله از پایه مادری

Table 2- Mean comparison of some germination characteristics and seedling growth of Iranian Ox-Tongue seeds resulting from the rootstock affected by organic acids, biofertilizers and two mycorrhiza species

تیمارهای تغذیه‌ای Nutritional treatments	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز) Mean germination time (day)	نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه Radicle length to Plumule length	وزن خشک ریشه‌چه (گرم) Radicle dry weight (g)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم) Plumule dry weight (g)	نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه Radicle dry weight to Plumule dry weight
اسید هیومیک Humic acid	2.20c	1.74ab	0.00095a	0.0060a	0.158b
اسید فولویک Fulvic acid	2.13c	1.74ab	0.00065e	0.0040b	0.161b
نیتروکسین Nitroxin	2.05c	1.70b	0.00091b	0.0060a	0.152b
بیوفسفر Biophosphorous	2.66b	1.57b	0.00059f	0.0029c	0.201a
بیوسولفور Biosulfur	2.09c	2.11a	0.00086c	0.0054a	0.158b
گلاموس موسه *Glomus mosseae*	2.12c	1.44b	0.00073d	0.0045b	0.161b
گلاموس اینترارادیسه *Glomus intraradices*	2.77b	1.79ab	0.00057f	0.0029c	0.199a
شاهد Control	3.29a	1.50b	0.00032g	0.0025c	0.124c

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

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



شکل ۲- طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بذرهای گاوزبان ایرانی حاصله از پایه‌ی مادری تحت‌تأثیر اسیدهای آلی، کودهای زیستی و دو گونه میکوریزا

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

Figure 1- Radicle and plumule length of Iranian Ox-Tongue seeds resulting from the rootstock affected by organic acids, biofertilizers and two mycorrhiza species

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

کودهای زیستی نیتروکسین، بیوفسفر و بیوسولفور به‌ترتیب افزایش ۲۸، ۲۵ و ۴۱ درصدی طول ریشه‌چه و افزایش ۱۸، ۲۱ و ۱۷ درصدی طول ساقه‌چه را نسبت به شاهد در پی داشتند (شکل ۲). کودهای میکوریزا *گلاموس موسه* و *گلاموس اینترارادیسه* طول ریشه‌چه را به‌ترتیب ۴۳ و ۳۳ درصد و طول ساقه‌چه را به‌ترتیب ۴۵ و ۲۰ درصد در مقایسه با شاهد افزایش دادند (شکل ۲). بیشترین نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه در اثر تیمار بیوسولفور بدست آمد، به‌طوری‌که نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه در شرایط کاربرد بیوسولفور از افزایش ۲۹ درصدی نسبت به شاهد برخوردار شد (جدول ۲).

به‌نظر می‌رسد که اسیدهای آلی از طریق کلات کردن عناصرغذایی (Sidari *et al*., 2006) و کودهای زیستی از طریق توسعه‌ی سیستم ریشه‌ای (Chen, 2006)، بهبود وزن دانه‌ی گیاه مادری را سبب شدند (Amiri *et al*., 2017) و از آنجایی‌که بذرهای با وزن بیشتر به‌طور عمده از قدرت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ی بیشتری برخوردارند (Singh and Maken, 1985)، در نتیجه بهبود خصوصیات جوانه‌زنی گاوزبان ایرانی در شرایط استفاده از اسیدهای هیومیک و فولویک و کودهای زیستی منطقی به‌نظر می‌رسد. کودهای زیستی از طریق سازوکارهای 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 گیاه می‌شوند (Sahin *et al*., 2004) و در نتیجه به نظر می‌رسد بهبود خصوصیات رشدی گیاهچه در بذرهای حاصل از گاوزبان ایرانی که در شرایط استفاده از این کودها در مزرعه تولید شده است، احتمالاً با موارد ذکر شده در خصوص اثرات مثبت کاربرد کودهای زیستی در بهبود رشد و عملکرد گیاه در مزرعه مرتبط باشد. در یک پژوهش، کاربرد همزمان اسید هیومیک و اسید جاسمونیک منجر به تولید بیشترین طول ریشه‌چه و وزن تر و خشک گیاه چه گیاه دارویی چای ترش شد و استفاده از ۸۰ میلی‌مولار اسید هیومیک سبب شد گیاه بدون اینکه دچار کاهش طول ریشه چه شود شوری ۱۴۰ میلی مولار را تحمل کند (Azad *et al*., 2017). تعداد گل در بوته، وزن خشک اندام هوایی، ارتفاع بوته و عملکرد ماده‌ی خشک گیاه دارویی همیشه بهار تحت‌تأثیر اسید هیومیک افزایش یافت (Mohammadipour *et al*., 2012). در یک پژوهش گزارش شد که استفاده از نهاده‌های اکولوژیک مختلف (اسید هیومیک، نیتروکسین، میکوریزا و استفاده‌ی ترکیبی این کودها) منجر به بهبود خصوصیات کمی و کیفی و به‌ویژه وزن و تعداد دانه در بوته‌ی گندم شد که در نتیجه کیفیت بذر تولیدی در این شرایط نسبت به تیمار شاهد بیشتر بود (Massoud *et al*., 2013). در پژوهشی گزارش شد که کودهای زیستی *ازتوباکتر*، *آزوسپیریلیوم* و باکتری‌های حل‌کننده فسفات دارای اثر مثبت بر شاخص‌های رشدی گیاه دارویی مرزنجوش بودند (Fatma *et al*., 2008).

گونه‌های مختلف میکوریزا احتمالاً از طریق تولید متابولیت‌ها و هورمون‌های گیاهی نظیر اکسین (Benabdellah *et al*., 2011) باعث بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه مادری و به تبع آن بهبود خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ی بذرهای حاصله از گیاه مادری شدند. تلقیح گیاه دارویی 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 (Copetta *et al*., 2006). تلقیح بذر رازیانه با میکوریزا باعث افزایش معنی‌دار خصوصیات رشدی گیاه شد (Kapoor *et al*., 2004). اثر کودهای زیستی مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی اسفرزه نشان داد که کاربرد جداگانه و ترکیبی *ازتوباکتر* با میکوریزا بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه را به همراه داشت (Ghasemi *et al*., 2014).

وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه

بین اسیدهای آلی و کودهای زیستی مختلف از نظر وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۱). بیشترین وزن خشک ریشه‌چه در اثر تیمار اسید هیومیک حاصل شد، ضمن این‌که وزن خشک ساقه‌چه نیز در شرایط استفاده از اسید هیومیک ۵۸ درصد بیشتر از شاهد بود (جدول ۲). اسید فولویک وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه را به‌ترتیب ۵۱ و ۳۸ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (جدول ۲). کودهای زیستی نیتروکسین و بیوسولفور به‌ترتیب منجر به افزایش ۶۵ و ۶۳ درصدی وزن خشک ریشه‌چه و افزایش ۵۸ و ۵۴ درصدی وزن خشک ساقه‌چه نسبت به شاهد شدند، ضمن اینکه وزن خشک ریشه‌چه تحت‌تأثیر کود بیولوژیک بیوفسفر نیز ۴۶ درصد در مقایسه با شاهد افزایش یافت (جدول ۲). کود میکوریزا *گلاموس موسه* به‌ترتیب افزایش ۵۶ و ۴۴ درصدی وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه را نسبت به شاهد سبب شد و کود میکوریزا *گلاموس اینترارادیسه* وزن خشک ریشه‌چه را به میزان ۴۴ درصد نسبت به شاهد ارتقاء بخشید (جدول ۲).

نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه تحت‌تأثیر اسیدهای آلی و کودهای زیستی مختلف قرار گرفت (جدول ۱) و بیشترین و کمترین نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه به‌ترتیب در اثر تیمارهای میکوریزا *گلاموس اینترارادیسه* و شاهد بدست آمد (جدول ۲). اسیدهای آلی هیومیک و فولویک نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه را به‌ترتیب ۲۲ و ۲۳ درصد نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۲). کودهای زیستی نیتروکسین، بیوفسفر و بیوسولفور به‌ترتیب افزایش ۱۸، ۳۸ و ۲۲ درصدی نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه را در مقایسه با شاهد سبب شدند (جدول ۲). نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه تحت‌تأثیر کود میکوریزا *گلاموس موسه* ۲۳ درصد نسبت به شاهد افزایش یافت (جدول ۲).

به‌نظر می‌رسد که اسیدهای آلی و کودهای زیستی از طریق تأثیر بر فراهمی عناصر غذایی (Rentato *et al*., 2003) و بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (Abdul Jaleel *et al*., 2007) خصوصیات کمی و کیفی گیاه مادری را بهبود بخشیدند که در نتیجه در این شرایط بذرهای حاصله از گیاه مادری نیز از کیفیت بالاتری برخوردار شدند. بررسی سطوح مختلف اسید هیومیک بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گیاه دارویی اسفرزه نشان داد که بیشترین و کمترین سرعت جوانه‌زنی، طول و وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه به‌ترتیب در تیمارهای ۳۰ گرم در لیتر اسید هیومیک و شاهد بدست آمد (Ebrahimi and Miri Karbasak, 2016). قرار دادن بذرهای گیاه دارویی همیشه‌بهار به مدت ۱۲ تا ۴۸ ساعت در محلول اسید هیومیک، افزایش وزن تر ریشه، طول ریشه و درصد جوانه‌زنی را سبب شد (Jack and Evans, 2000).

باکتری‌های حل‌کننده‌ی فسفات باعث افزایش حلالیت فسفر غیرمحلول خاک و افزایش رشد گیاه تحت شرایط کمبود فسفر قابل‌دسترس خاک می‌شوند (Tilak *et al*., 2005) و به نظر می‌رسد کاربرد کود زیستی بیوفسفر در مزرعه احتمالاً از این طریق منجر به تولید بذرهای با خصوصیات مطلوب‌تر گیاهچه شده است. برخی مطالعات نشان داد که فسفر جذبی به‌وسیله گیاهان در هنگام تلقیح با میکروارگانیسم‌های حل‌کننده‌ی فسفات، نسبت به شرایط عدم تلقیح افزایش معنی‌داری داشت (Vessey, 2003). باکتری‌های موجود در کودهای زیستی احتمالاً از طریق تولید فیتوهورمون‌ها (اکسین‌ها، سیتوکینین‌ها و جیبرلین‌ها) و سیدروفورها، افزایش دسترسی گیاه به عناصر غذایی، افزایش جوانه‌زنی، توسعه سیستم ریشه‌ای، فعالیت‌های آنزیمی نظیر ACC– دآمیناز و تثبیت بیولوژیکی نیتروژن باعث افزایش رشد و عملکرد گیاه در مزرعه شده‌اند (Abdul Jaleel *et al*., 2007) و در نتیجه بذرهای تولیدی گاوزبان ایرانی در شرایط استفاده از

این کودها در مزرعه از گیاهچه‌هایی با ویژگی‌های رشدی مطلوب تر نسبت به تیمار شاهد برخوردار بود. تلقیح بذرهای گیاه دارویی رازیانه در مزرعه با سودوموناس افزایش رشد ریشه‌چه حاصل از پایه‌های مادری را در پی داشت (Amiri *et al*., 2012). پس از بررسی اثرات تغذیه‌ی نیتروژنی متفاوت بر خصوصیات جوانه‌زنی بذرهای گندم حاصله از پایه مادری تیمار شده با سطوح مختلف نیتروژن در شرایط تنش خشکی گزارش شد که کود بیولوژیک نیتراژین مقاومت به تنش خشکی را در مقایسه با شاهد افزایش داد، به‌طوری‌که در سطح تنش ۴- بار، درصد جوانه‌زنی در بذرهای تیمار شده با نیتراژین ۷۹ درصد بیشتر از شاهد بود (Yazdani Biuki *et al*., 2010). در پژوهشی دیگر گزارش شد که ویژگی‌های مورفولوژیکی و به‌ویژه ارتفاع و طول ساقه فرعی گیاه سویا (*Glycine max* L.) در شرایط تلقیح با میکوریزا بهبود یافت (Roesti *et al*., 2006). کود زیستی بیوفسفر منجر به افزایش ارتفاع بوته و عملکرد بیولوژیک رازیانه شد، ضمن این‌که کاربرد همزمان بیوفسفر و میکوریزا وزن هزار دانه را به میزان قابل‌توجهی افزایش داد (Darzi *et al*., 2007).

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج آزمایش نشان داد که کلیه‌ی نهاده‌های اکولوژیک استفاده شده روی پایه‌ی مادری، دارای اثر مثبت بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ی گاوزبان ایرانی بودند. گر چه تمامی تیمارهای تغذیه‌ای مورد مطالعه منجر به افزایش درصد جوانه‌زنی نسبت به شاهد شدند، ولی بیشترین میزان درصد جوانه‌زنی در تیمارهای اسید هیومیک و نیروکسین مشاهده شد. مقایسه‌ی دو گونه میکوریزای مورد مطالعه نشان داد که علی‌رغم اثرات مطلوب هر دو گونه بر صفات مورد بررسی، *گلاموس موسه* در صفات درصد جوانه زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه نسبت به *گلاموس اینترارادیسه* برتری داشت و سرعت جوانه زنی و نسبت وزن خشک ریشه‌چه به ساقه‌چه در *گلاموس اینترارادیسه* بیشتر از *گلاموس موسه* بود. بیشترین طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه در تیمار اسید هیومیک بدست آمد. اسید فولویک در مقایسه با کودهای زیستی، منجر به افزایش بیشتر طول ریشه چه و ساقه چه شد و در بین کودهای زیستی مورد مطالعه، بیوسولفور بیشترین تأثیر را بر طول ریشه‌چه داشت. میانگین زمان جوانه زنی در نیتروکسین و بیوسولفور کمتر از بیوفسفر بود و بیشترین نسبت طول ریشه‌چه به ساقه‌چه در تیمار بیوسولفور و بیشترین نسبت وزن خشک ریشه چه به ساقه چه در تیمارهای بیوفسفر و *گلاموس اینترارادیسه* مشاهده شد. به‌طور کلی با توجه به یافته‌های این پژوهش، به‌نظر می‌رسد که برای تولید بذرهای با کیفیت و دستیابی به حداکثر جوانه زنی و رشد گیاهچه ی در بذر، می توان گیاه مادری گاوزبان ایرانی را تحت تیمار نهاده های اکولوژیک قرار داد و از این طریق خسارات ناشی از کودهای شیمیایی را به حداقل رساند، ضمن اینکه استفاده از این نهاده‌ها در مقایسه با کاربرد نهاده‌های شیمیایی از نظر اقتصادی مقرون به صرفه‌تر است و کاربرد آنها در تولید ارگانیک محصول می‌تواند کشاورزان را از درآمد بیشتری بهره‌مند کند و با توجه به اینکه سیستم های کشاورزی که بیش از حد به نهاده های غیرارگانیک اتکا دارند باعث ناپایداری تولید و تهدید سلامت خاک شده‌اند، توصیه می‌شود استفاده از کودهای زیستی و اسیدهای آلی و نهاده‌های بوم‌سازگار بیش از پیش مورد توجه قرار گیرد.

Reference

منابع

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

Adam, N.R., D.A. Dierig, T.A. Coffelt, and M.J. Wintermeyer. 2007. Cardinal temperatures for germination and early growth of two *Lesquerella* species. Ind. Crops. Prod. 25: 24-33.

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

Amiri, M.B., R. Ghorbani, M. Jahan, and H.R. Ehyaee. 2012. Evaluate of some germination and emergence characteristics of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) produced from seeds under application organic and biological fertilizers. Iranian. J. Field. Crops. Res. 10(4): 649-658. (In Persian)

Amiri, M.B., P. Rezvani Moghaddam, and M. Jahan. 2017. The effects of soil amendments and bio-fertilizers inoculation on morphological characterstics and yield of *Echium amoenum*. J. Hortic. Sci. 31(1): 25-39. (In Persian)

Amiri, M.B., P. Rezvani Moghaddam, and M. Jahan. 2018. Evaluation of germination characteristics and seedling growth of Iranian Ox-Tongue (*Echium amoenum* Fisch & Mey.) seed resulting from the rootstock treatmented by biological and chemical fertilizers in different planting dates and methods. Iranian. J. Seed. Sci. Technol. 7(1): 181-199. (In Persian)

Azad, H., B. Fazeli-nasab, and A. Sobhanizadeh. 2017. A study into the effect of jasmonic and humic acids on some germination characteristics of rosselle (*Hibiscus sabdariffa*) seed under salinity stress. Iranian. J. Seed. Res. 4(1): 1-18. (In Persian)

Baser, S., and B. Mirshekari. 2009. Effect of Nitrajin biofertilizer on germination and primary growth of *Brassica napus* L., *Sesamum indicum* L. and *Helianthus annus* L. Agroecol. J. 5: 91-100. (In Persian)

Baser, S., B. Mirshekari, H. Khoshvaghti, and Sh. Allahyari. 2011. Effect of Nitrajin biofertilizer on germination and primary growth of cumin and caraway. National Conference on New Advances in Agronomy, 16 and 17 September, Ghods city, Iran.

Benabdellah, K., Y. Abbas, M. Abourouh, R. Aroca, and R. Azcon. 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. Eur. J. Soil Biol. 47: 303-309.

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., G. Lingua, and G. Berta. 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., A. Ghalavand, F. Rejali, and F. Sefidkon. 2007. Effects of biofertilizers application on yield and yield components in fennel (*Foeniculum valgare* Mill.). Iranian. J. Medicinal. Aromatic Plants. 22(4): 276-292. (In Persian)

Ebrahimi, M., and E. Miri Karbasak. 2016. Investigation effect of humic acid on germination, seedling growth and photosynthesis pigments of medicinal plant isabgol (*Plantago ovata* Forssk.). Iranian. J. Seed. Sci. Res. 3(3): 35-46. (In Persian)

Fatma, A.G., A.M. Lobna, and N.M. Osman. 2008. Effect of compost and biofertilizers on growth, yield and essential Oil of sweet marjoram (*Majorana hortensis*) Plant Int. J. Agric. Biol. 10: 381–387.

Ghasemi, K., S. Fallah, F. Raeisi, and M. Heidari. 2014. The effect urea and biological fertilizers on quantitative and qualitative yield of isobgol (*Plantago ovata* Forsk.) medicinal plant. J. Plant Prod. 20(4): 101-116. (In Persian)

Girish, N., and S. Umesha. 2005. Effect of plant growth promoting rhizobacteria on bacterial canker of tomato. Archives. Phytopathol. Plant Prot. 38: 235-243.

Jack, H., and M. Evans. 2000. Humic acid seed and substrate treatments promote seedling root develop. Hortic. Sci. 35(7): 1231-1233.

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

Jahan, M., A. Koochaki, and M. Nasiri Mahallati. 2007. The effects of arbuscular mycorrhizal fungus and free living nitrogen fixing bacteria on growth, photosynthesis and yield of corn. Iranian. J. Field. Crops. Res. 5(1): 53-68. (In Persian)

Karr, M. 2001. Oxidized lignites and extracts from oxidizwd lignites in agriculture. Soil Sci. 1-23.

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

Kapoor, R., B. Giri, and K.G. Mukerji. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in (*Foenicudum vulgare* mill) on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresour. Technol. 93: 307-311.

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

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

Lashkari, A., P. Rezvani Moghaddam, and A. Amin Ghafori. 2014. Estimation of cardinal temperatures of (*Echium amoenum*) with application of regression models. Iranian. J. Field. Crops. Res. 12(2): 164-169. (In Persian)

Mahfouz, S.A., and M.A. Sharaf-Eldin. 2007. Effect of mineral vs. biofertilizer on growth, yield, and essential oil content of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). International. Agrophys. 21: 361-366.

Marulanda, A., R. Porcel, J.M. Barea, and R. Azcon. 2007. Drought tolerance and antioxidant activities in laender plants colonized by native drought-tolerant of drought-sensitive Glomus species. Microbial. Ecol. 54: 543-552.

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

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

Rentato, Y., M.E. Ferreira, M.C. Cruz, and J.C. Barbosa. 2003. Organic matter fraction and soil fertility the influence of liming vermicompost and cattle manure. Bioresour. Technol. 60: 59-63.

Richter. J., M. Stutzer, and I. Schellenberg. 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 D.L. Mummey. 2006. Mycorrhizas and soil structure. New. Phytol. 171: 41-53.

Roesti, D., R. Gaur, B.N. Johri, G. Imfeld, S. Sharma, K. Kawaljeet, and M. Aragno. 2006. Plant growth stage, fertilizer management and bio-inoculation of arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth promoting rhizobacteria affect the rhizobacterial community structure in rain-fed wheat fields. Soil Biol. Biochem. 38: 1111-1120.

Sahin, F., R. Cakmakci, and F. Kantar. 2004. Sugar beet and barley yields in relation to inoculation with N2-fixing and phosphate solubilizing bacteria. Plant Soil. 265: 123–129.

Salehzadeh, H., M. Izadkhah Shishvan, and M. Chiyasi. 2009. Effect of seed priming on germination and seedling Growth of Wheat (*Triticum aestivum* L.). J. Biol. Sci. 4: 629-631.

Shahriari, R., E. Gurbanov, A. Gadimov, and D. Hassanpanah. 2008. In vitro effect of potassium humate on terminal drought tolerant bread wheat. Proc. 14th meeting of Int. Humic Substances Soc. 14-20 Sept., 2008. Ville: Moscow. Pays: Russia.

Shaalan, M.N. 2005. Effect of compost and different sources of biofertilizers, on borage plants (*Borago officinalis*). Egypt. J. Agric. Res. 83: 271-285.

Sidari, M., E. Attina, O. Francioso, V. Tugnoli, and S. Nardi. 2006. Biological activity of humic substances is related to their chemical structure. Soil. Sci. Soc. Am. J. 71: 75-85.

Singh, A.R., and V.G. Maken. 1985. Correlation studies on seed viability and seedling vigour in relation to seed size in sorghum (*Sorgum bicolor*). Seed. Sci. Technol. 13: 139-142.

Tilak, K.V.B.R., N. Ranganayaki, K.K. Pal, R. De, A.K. Saxena, C. Shekhar Nautiyal, A.K. Tripathi, and B.N. Johri. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Curr. Sci. 89: 136-150.

Vestberg, M., K. Saari, S. Kukkonen, and T. Hurme. 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.

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

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

Yazdani Biuki, R., P. Rezvani Moghaddam, A. Koocheki, M.B. Amiri, J. Fallahi, and R. Deihimfard. 2010. Effects of different nitrogen nutrition of wheat (Sayonese cultivar) on germination characteristics and seedling growth affected by drought stress levels and biofertilizers. Agroecol. 2: 266-276. (In Persian)

Zapata, F., and R.N. Roy. 2004. *Use of phosphate rocks for sustainable agriculture*. Publication of the FAO Land and Water Development Division, Rome, Italy.

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