بررسی تأثیر مصرف توأم باکتری‌های تثبیت‌کننده ازت و ریزمغذی‌های روی، آهن و مس بر صفات کمی و کیفی برخی از گیاهان داروئی سازگار با اقلیم استان آذربایجان غربی

جعفر پژوهان[*1]، معصومه صالحی[2]، عبدالله حسن‌زاده قورت تپه[3]

[*1] فارغ التحصیل دکتری کشاورزی از دانشگاه آتاترک ترکیه

[2] دانشجوی سال آخر تخصصی قلب دانشگاه شهید بهشتی تهران

[3] بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

[*]نویسنده مسئول: pazhouhan.j@gmail.com

چکیده

مطالعات صورت گرفته در سطح جهان فواید مصرف گیاهان دارویی در سلامت انسان را تائید می‌نماید. یکی از نکات حائز اهمیت در تولید و پرورش این گونه‌ها، افزایش میزان تولید در سطح واحد سطح و نیز بالا بردن میزان مواد موثره می‌باشد. پژوهشگران تأثیر مثبت مصرف کودهای بیولوژیک و عناصر ریزمغذی مانند روی، آهن و مس را بر روی گیاهان زراعی و دارویی مختلف ثابت کرده‌اند. اهمیت تولید محصولات ارگانیک، افزایش قیمت کودهای شیمیایی و کمبود عناصر ریزمغذی ضروری در خاک‌های زراعی استان آذربایجان غربی، توجه به مصرف کودهای بیولوژیک و ریزمغذی‌ها را اجتناب ناپذیر کرده است. کاربرد توأم کودهای زیستی و شیمیایی در تولید گیاهان دارویی با هدف کاهش قابل ملاحظه مصرف کودهای شیمیایی، سموم کشاورزی و بهبود حاصل‌خیزی خاک صورت می‌گیرد. آزوسپریلیوم (*Azospirillum*) و ازتوباکتر (*Azotobacter*) از مؤثرترین باکتری‌های تثبیت‌کننده ازت محسوب می‌گردند. ازت موجود در اتمسفر که به‌طور مستقیم برای گیاهان قابل استفاده نمی‌باشد توسط این باکتری‌ها احیا و به شکل قابل مصرف تبدیل می‌شود. در حال حاضر کودهای بیولوژیک به سبب جایگزینی مناسب برای بخشی از مصرف کودهای شیمیایی در سیستم‌های کشاورزی پایدار نقش اساسی ایفا می‌نمایند.

کلمات کلیدی:

مقدمه

آمارها نشان می‌دهند که در حال حاضر بیش از ۳۰ درصد داروها را داروهایی با پایه گیاهی تشکیل می‌دهند. تقاضای روز افزون کارخانه‌های داروسازی به مواد اولیه داروهای گیاهی از یک طرف و لزوم حفاظت هرچه بهتر و بیشتر عرصه‌های طبیعی گیاهی از طرف دیگر، اهمیت تحقیق و پژوهش‌های علمی را بر روی اصول صحیح کاشت، داشت، برداشت و فرآوری گیاهان دارویی را دو چندان کرده است (بقالیان و نقدی‌بادی، ۱۳۷۹). نقش مثبت ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR) در افزایش عملکرد کمی، کیفی گیاهان دارویی و نیز توانایی آن‌ها در بهبود قدرت تحمل گیاهان در مقابل تنش‌های محیطی باعث توجه بیشتر به مصرف آن‌ها شده است. محققین حتی تأثیر این ریزوباکتری‌ها را در افزایش کیفیت گیاهان علوفه گزارش کرده‌اند. باکتری‌های محرک رشد از طریق مکانیزم‌های مختلف سبب بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاهان زراعی می‌گردند (بش و دانش شهرکی، ۱۳۹۳؛ اصل سلیمانی، ۱۳۹۵؛ Pejuhan *et al*., 2016). باکتری‌های تثبیت‌کننده ازت جزء مهم کودهای زیستی به شمار می‌روند که دارای میکروارگانیسم‌های مفید برای تامین مواد مغذی به‌ویژه نیتروژن هستند. مهم‌ترین ویژگی این باکتری‌ها توانایی تثبیت نیتروژن جو از طریق فرآیند تثبیت بیولوژیکی نیتروژن است.

ازتوباکتر یکی از شاخص‌ترین این نوع باکتری‌ها محسوب می‌شود که مواد مغذی خاصی مانند کربن، نیتروژن، فسفر و گوگرد را از طریق تسریع معدنی شدن از بقایای آلی خاک در دسترس گیاه می‌سازد و از جذب فلزات سنگین نیز جلوگیری می‌کند (Zhang *et al*., 2013). ازتوباکتر در بسیاری از اکوسیستم‌ها و اراضی کشاورزی و نیز در زیستگاه‌هایی مانند خاک، آب و گیاه یافت شده و می‌تواند علاوه بر تثبیت نیتروژن مولکولی به تولید هورمون‌های محرک رشد گیاهی کمک کند (خسروی، ۱۳۹۳). عناصر ریزمغذی مانند روی، آهن، مس و ... با وجود نیاز بسیار کم گیاهان به آن‌ها، نقش تأثیرگذار در تغذیه، واکنش‌های آنزیمی، فرآیندهای متابولیکی، مقاومت گیاهان در برابر شرایط نامساعد محیطی و حتی بیماری‌ها را دارند. در خاک‌های آهکی به علت بالا بودن میزان pH جذب عناصر کم‌مصرف به شدت کاهش پیدا می‌کند و در نهایت کمبود این عناصر را در گیاهان شاهد خواهیم بود (محمودی و حکیمیان، ۱۳۷۹؛ Malakouti, 2008؛ Patil *et al*., 2008).

نتایج و بحث

تأثیر باکتری‌ها و ریزمغذی‌ها بر صفات کمی گیاهان دارویی: سویه‌های مختلف ازتوباکتر قادر است انواع هورمون‌های گیاهی مانند ایندول استیک اسید (اکسین)، جیبرلین و سیتوکینین را تولید نماید (Moreno *et al*., 1986). پژوهشگران بیان داشتند که این باکتری‌ها از طریق تولید ترشحات حل‌کننده و کاهش میزان pH خاک، عناصر غذایی را به‌صورت محلول در اختیار گیاه قرار می‌دهند (Han and Lee, 2006). نقش مثبت باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلوم برروی حاصلخیزی خاک توسط میلانی و همکاران (۱۳۸۶) نیز گزارش شده است. آهن و روی به‌عنوان اجزای فلزی آنزیم‌های مختلف محسوب می‌شوند، این عناصر کم‌مصرف در ساختار و عملکرد کوفاکتورهای تنظیمی گیاهان شرکت دارند. عناصر ریزمغذی در بیوسنتز ساکاریدها، عمل فتوسنتز و نیز در ساخت پروتئین در گیاهان مختلف نقش اساسی دارند (Miller *et al*., 1995). Pejuhan و Çomakli (۲۰۱۸) در آزمایشی، اثر محلول‌پاشی کودهای آهن، روی و باکتری تثبت‌کننده ازت ازتوباکتر را بر عملکرد و اجزای عملکرد سویا (*Glycine max* L.) را مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج این آزمایش مشخص شد که اعمال تیمارهای فوق بر روی کمیت محصول سویا تحت شرایط خاک‌های نامساعد آهکی ایران تأثیر معنی-داری داشت. پارسا و همکاران (۱۳۹۷) در تحقیقی که بر روی گیاه دارویی زعفران (*Crocus sativus* L.) انجام دادند گزارش نمودند که در نتیجه مصرف کودهای بیولوژیک تثبیت‌کننده نیتروژن (ازتوباکتر)، تعداد گل افزایش یافت و بیشترین طول گلاله و همچنین بیشترین عملکرد کلاله بدست آمد. یادگاری (۱۳۹۲) در بررسی تاثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی آویشن (*Thymus vulgaris* L.) اعلام نمودند که کاربرد توأم نیتروکسین با کودهای شیمیایی منجر به افزایش عملکرد وزن تر و وزن خشک گیاه دارویی آویش شد. همچنین اثر مثبت کاربرد توام کودهای زیستی (ازتوباکتر، سـودوموناس و آزوسـپریلوم) و شیمیایی، بر روی وزن خشک گیاه دارویی مرزه (*Satureja khuzistanica* Jamzad) توسط نوش‌کام و همکاران (۱۳۹۴) گزارش شده است. تأثیر مثبت کاربرد باکتری‌های *Azospirillum* و *Azotobacter* را بر روی ارتفاع بوته و تعداد برگ گیاه دارویی ریحان (*Ocimum sanctum* L.) توسط El-Hadi و همکاران (۲۰۰۹) گزارش شده است. تقی‌زاده و همکاران (۱۳۹۴) گزارش نمودند که مصرف کود بیولوژیک نیتروکسین توأم با کود بارور اثر معنی‌داری بر تاریخ گلدهی، تعداد گل در بوته و تعداد شاخه جانبی گیاه سرخارگل (*Echinaceae purpurea*) داشتند. کاربرد این نوع از کودهای تثبیت‌کننده ازت منجر به زود گلدهی و تولید بیشترین تعداد شاخه جانبی و تعداد گل در بوته و در نهایت افزایش عملکرد گیاه شد. در یک آزمایش مزرعه‌ایی بویری ده شیخ و همکاران (۱۳۹۶) بیان کردند که مصرف کود زیستی تثبیت‌کننده نیتروژن بر ارتفاع بوته، وزن تر و وزن خشک گیاه دارویی نعناع (*Nepeta cataria* L.) تأثیر معنی‌داری داشت. در آزمایشی اثر کودهای زیستی روی گیاه دارویی بابونه و همیشه بهار مورد بررسی قرار گرفت. در نتیجه کاربرد این کودها هم در گیاه دارویی همیشه بهار و هم در گیاه بابونه عملکرد گل به‌طور معنی‌داری افزایش یافت

(Sanches-Govin *et al*., 2005). Omidi و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که مصرف کود زیستی می‌تواند موجب افزایش معنی‌دار عملکرد کلاله خشک زعفران شود. در ارتباط با تأثیر کاربرد کودهای زیستی نیتروژنه بر رشد و عملکرد گیاهان دارویی ریحان مشاهده گردید که کاربرد توأم باکتری‌های تثبیت‌کننده ازت شامل ازتوباکتر و آزوسپیریلوم، موجب افزایش ارتفاع بوته، عملکرد پیکره رویشی، میزان اسانس و عملکرد اسانس در مقایسه با شاهد گردید (Makkizadeh *et al*., 2012). در آزمایشی که Mahfouze و Sharafeldin (۲۰۰۷) بر روی رازیانه و Koocheki و همکاران (۲۰۰۹) بر روی زوفا نشان دادند که کاربرد باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، سبب بهبود چشم‌گیر ارتفاع بوته، وزن تر و خشک بوته و عملکرد اسانس شد. همچنین Darzi و همکاران (۲۰۱۲) در تحقیق خود بر روی گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) مشاهده کردند که کاربرد باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و عملکرد اسانس نسبت به تیمار شاهد گردید .افزایش عناصر در خاک و محلول غذایی احتمالاً منجر به افزایش عملکرد میوه می‌گردد. لذا، تعیین دقیق و اصولی مقادیر مناسب عناصر غذایی برای بالا بردن میزان عملکرد کمی گیاهان داروئی از اهمیت به سزایی برخوردار است. درویش‌زاده و همکاران (۱۳۹۴) در آزمایشی، اثر محلول‌پاشی کودهای آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی آنیسون (*Pimpinella anisum*) را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این آزمایش نشان داد که اثر متقابل بین آهن و روی بر تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و دانه و شاخص برداشت معنی‌دار بود. جعفری و همکاران (۱۳۹۲) در آزمایشی، تأثیر نیتروژن و محلول‌پاشی آمینوکلات آهن بر عملکرد و شاخص‌های رشد گیاه دارویی شوید (*Anethum graveolans* L.) را مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج این تحقیق مشخص گردید که اثر نیتروژن بر عملکرد تر و خشک اندام‌های هوایی، بیوماس خشک گیاه، وزن تر و خشک ریشه، ساقه و برگ، نسبت وزن تر و خشک برگ به ساقه، ارتفاع، قطر، وزن هزار دانه، غلظت و جذب آهن در اندام‌های هوایی معنی‌دار بود و سبب افزایش مقدار تمام صفات مورد مطالعه به‌جز وزن‌تر و خشک ریشه گردید. همچنین اعمال تیمار محلول‌پاشی آمینوکلات آهن با غلظت دو در هزار بر تمام صفات اندازه‌گیری شده، به‌جز وزن‌تر و خشک ریشه و ارتفاع گیاه، معنی‌دار گردید و سبب افزایش آن‌ها شد. در آزمایشی که توسط El-Sawi و Mohamed (۲۰۰۲) بر روی گیاه دارویی زیره سبز انجام گردید مشخص شد که مصرف ۵۰ میلی‌گرم بر لیتر کود سولفات روی به شکل محلول‌پاشی می‌تواند باعث افزایش تعداد انشعابات ساقه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی گیاه گردد. Grejtovsky و همکاران (۲۰۰۶) گزارش دادند مصرف ۵۰ میلی‌گرم سولفات روی در کیلوگرم خاک موجب افزایش عملکرد خشک کاپیتول بابونه آلمانی شد. Said-AlAhl و Omer (۲۰۰۹) گزارش کردند که محلول‌پاشی گشنیز با روی و آهن در مراحل رشد رویشی و گلدهی و تشکیل میوه سبب افزایش معنی‌دار وزن‌تر و خشک ساقه و عملکرد دانه می‌گردد و کاربرد توأم آهن + روی نقش بیشتری بر این افزایش داشت. در آزمایشی اثر محلول‌پاشی سولفات آهن و روی بر عملکرد گل و غلظت عناصر غذایی در بخش هوایی بابونه آلمانی را مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که اثر محلول‌پاشی بر عملکرد گل در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. بیشترین عملکرد گل با ۲۱۲۵ کیلوگرم در هکتار از تیمار محلول‌پاشی با سولفات روی و آهن به دست آمد. محلول‌پاشی بابونه آلمانی با عناصر کم‌مصرف آهن و روی مخصوصاً در اراضی مناطق خشک و نیمه‌خشک که دارای خاک‌های قلیایی هستند می‌تواند به بهبود عملکرد گل در گیاه منجر گردد (نصیری و همکاران، ۱۳۹۲). Zehtab-Salmasi و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که محلول‌پاشی عناصر آهن، روی و بور، عملکرد تر و خشک گیاه دارویی نعناع فلفلی را به‌طور معنی‌داری افزایش داد. بر اساس آزمایشی که Attia (۲۰۰۴) در خصوص تأثیر محلول‌پاشی روی و آهن بر روی گیاه بادام زمینی انجام دادند ثابت شد که محلول‌پاشی روی و آهن در مقایسه با تیمار شاهد باعث افزایش معنی‌دار عملکرد گردید. همچنین مشخص شد که مصرف هم‌زمان آهن و روی بر روی صفات مورد ارزیابی تأثیر بیشتری داشت. یادگاری (۱۳۹۲) در یک آزمایش اثر عناصر ریزمغذی مس و منگنز را بر عملکرد

کمی گیاه دارویی آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) مورد بررسی قرار داد. در نتیجه مصرف عنصر ریزمغذی مس (Cu) شاخص سطح برگی، تعداد شاخه‌های جانبی، طول ریشه، ارتفاع گیاه، وزن تر و وزن خشک اندام هوایی گیاه به‌طور معنی‌دار افزایش یافت. شکوری‌فر و همکاران (۱۳۹۵) در بررسی اثر عنصر ریزمغذی مس بر خصوصیات کمی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) افزایش معنی‌دار وزن تر گل، وزن تر برگ، وزن خشک برگ، وزن تر ساقه و نیز وزن خشک ساقه گیاه ریحان را بیان نمودند. Erdal و همکاران (۲۰۰۴) اعلام کردند که محلول‌پاشی عناصر غذایی یکی از روش‌های معمول تأمین نیاز غذایی گیاهان زراعی خصوصاً وقتی شرایط خاک برای دسترسی عناصر نامناسب است می‌باشد.

تاثیر باکتری‌ها و ریزمغذی‌ها بر صفات کیفی گیاهان دارویی: بخش اعظم خاک‌های ایران آهکی می‌باشد لذا دستیابی به عملکرد زیاد و مطلوب در خاک‌های ایران بـه دلیـل pH زیـاد، کمبـود عناصر ریزمغذی و مواد آلی کافی همواره بـا چالش‌های اساسی روبرو است. قلیایی بودن محیط ریشه و غلظت بالای یون کلسیم سبب شـده که برخی از عناصر غذایی که قابلیـت جـذب آن‌ها توسـط pH کنترل می‌شود به‌صورت ترکیب‌های نامحلول و غیرقابل استفاده برای گیاه درآیند. بالا بودن مقدار یـون بـیکربنـات در خاک‌های آهکی باعث کـاهش قابلیـت جذب عناصر کم‌مصرف، به‌خصوص آهن (Fe) و روی (Zn) توسط گیـاه می‌شود. تحت این شرایط تغذیه برگی می‌تواند در رفع کمبود عناصر غذایی نقش مثبت و تأثیرگذاری داشته باشد (رحیمی و مظاهری، ۱۳۸۳؛ کیخا ژاله و همکاران، ۱۳۸۹). عناصر ریزمغذی مانند روی، آهن، مس و ... در صورت کمبود در گیاهان زراعی می‌توانند به‌عنوان عامل محدودکننـده رشـد و حتی مانع جذب سایر عناصر غذایی گیاه عمل کنند (سیلیسپور، ۱۳۸۶). Pejuhan و Çomakli (۲۰۱۸) گزارش نمودند که مصرف توأم کودهای آهن، روی و باکتری ازتوباکتر بر روی خصوصیات کیفی سویا (*Glycine max* L.) تاثیر معنی‌داری داشت. پارسا و همکاران (۱۳۹۷) در تحقیقی که بر روی گیاه دارویی زعفران (*Crocus sativus* L.) انجام دادند گزارش نمودند بیشترین میزان نیتروژن برگ در تیمارهای ازتوباکتر و مصرف ازت و بیشترین میزان فالونوئید در تیمار ۰/۱ درصد ازتوباکتر حاصل شد. بالاترین میزان کروسین و سافرانال به‌ترتیب در تیمارهای ۰/۱ درصد ازتوباکتر و ۱ درصد آزورایزوبیوم بدست آمد. لذا جهت دستیابی به سطوح بالاتر عملکرد زعفران، میزان ۰/۲ درصد ازتوباکتر جهت افزایش عملکرد کمی و تیمارهای ۰/۱ درصد ازتوباکتر و ۰/۱ آزورایزوبیوم برای افزایش مواد موثره توصیه شد. در آزمایشی اثر کودهای زیستی بر روی گیاه دارویی همیشه بهار مورد بررسی قرار گرفت، مشخص شد که مصرف این کودها سبب افزایش کیفیت دارویی گیاه همیشه بهار می‌گردد (Sanches-Govin *et al.*, 2005). پژوهشگران گزارش نمودند که در اثر مصرف کودهای بیولوژیک حاوی باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم ارتفاع بوته، وزن تر و وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه دارویی مریم گلی (*Salvia officinalis* L.) به‌طور معنی-داری افزایش می‌یابد (Vande Broek, 1999). در یک آزمایش مزرعه‌ایی تأثیر مثبت کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد کیفی گیاه دارویی آویشن (*Thymus vulgaris* L.) تایید شد. بر اساس این آزمایش مشخص شد که کاربرد توام نیتروکسین با کودهای شیمیایی سبب افزایش میزان اسانس گیاه دارویی آویشن می‌گردد (یادگاری، ۱۳۹۲). نوش‌کام و همکاران (۱۳۹۴) در بررسی اثر کودهای زیستی (ازتوباکتر، سـودوموناس و آز وسـپریلوم) و شیمیایی، بر روی گیاه دارویی مرزه (*Satureja khuzistanica* Jamzad) افزایش معنی‌دار کاربرد توام این کودها را بر روی اسانس گیاه گزارش نمودند. در یک آزمایش مزرعه‌ایی بویری ده شیخ و همکاران (۱۳۹۶) گزارش نمودند که مصرف کود زیستی تثبیت‌کننده نیتروژن بر روی درصد اسانس گیاه دارویی نعناع (*Nepeta cataria* L.) تأثیر معنی‌داری داشت. بشیری‌فر و همکاران (۱۳۹۵) گزارش نمودند در اثر مصرف کودهای زیستی تثبیت‌کننده ازت *Azospirillum* و فسفر *Pseudomonas* غلظت نیتروژن بخش هوایی گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.) ۳/۸ ٪ افزایش یافت. همچنین مصرف توأم این باکتری‌ها به‌ترتیب غلظت پتاسیم بخش هوایی و ریشه را ۷۷/۹ ٪ و ۷۸/۹ ٪ افزایش دادند. در یک آزمایش که بر روی گیاه دارویی رزماری (*Rosmarinus*

.*officinalis* L) انجام گرفت، تأثیر مثبت بکارگیری باکتری ازتوباکتر بر افزایش درصد اسانس گیاه تائید شد (Leithy *et al*., 2006). در یک آزمایشی که بر روی گیاه ریحان انجام گرفت ثابت شد که کاربرد توأم ازتوباکتر و آزوسپیریلوم، موجب افزایش میزان اسانس و عملکرد اسانس گیاه می‌گردد (Makkizadeh *et al*., 2012). در آزمایشی که بر روی گیاهان دارویی رازیانه و زوفا توسط Mahfouze و Sharafeldin (۲۰۰۷) و Koocheki و همکاران (۲۰۰۹) صورت گرفت، معلوم شد کاربرد باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن، سبب افزایش عملکرد اسانس می‌گردد. همچنین Darzi و همکاران (۲۰۱۲) گزارش نمودند که کاربرد باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن سبب افزایش معنی‌دار عملکرد اسانس گیاه گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) می‌گردد. بررسی‌ها نشان داده که محلول‌پاشی با کلات‌های آهن باعث جذب بهتر این عنصر و نیز توزیع سریع‌تر آن در اندام‌های گیاهی می‌گردد. آمینوکلات‌های آهن می‌تواند نسبت به کلات‌های مصنوعی با سرعت بیشتری از غشای سیتوپلاسمی گذشته و سریع‌تر در بافت‌های گیـاهی توزیع شده و کمبود را برطرف نماید (ملکوتی و تهرانی، ۱۳۷۸). درویش‌زاده و همکاران (۱۳۹۴) در آزمایشی، اثر محلول‌پاشی کودهای آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی آنیسون (*Pimpinella anisum*) را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این آزمایش نشان داد که با اعمال محلول‌پاشی کودهای آهن و روی درصد اسانس در تیمارهای متوسط آهن و روی در مقایسه با شاهد افزایش داشت. بیشترین تجمع آهن و روی در سطوح بالاتری از محلول‌پاشی به ثبت رسید. جعفری و همکاران (۱۳۹۲) در آزمایشی، تأثیر نیتروژن و محلول‌پاشی آمینوکلات آهن بر عملکرد و شاخص‌های رشد گیاه دارویی شوید (*Anethum graveolans* L.) را مورد بررسی قرار دادند. بر اساس نتایج این تحقیق مشخص گردید که اثر نیتروژن بر غلظت و جذب آهن در اندام‌های هوایی معنی‌دار بود. اثر متقابل سطوح نیتروژن و محلول‌پاشی با آمینوکلات آهن بر غلظت و جذب آهن در اندام‌های هوایی معنی‌دار نبود. بر اساس آزمایشی که Mousa و همکاران (۲۰۰۳) انجام دادند مشخص گردید که محلول‌پاشی آهن و ترکیبی از آهن و روی باعث افزایش غلظت آهن در برگ سیاه‌دانه می‌گردد. همچنین غلظت روی برگ نیز بر اثر مصرف روی و ترکیبی از روی و آهن افزایش پیدا کرد. Grejtovsky و همکاران (۲۰۰۶) گزارش دادند مصرف ۵۰ میلی‌گرم سولفات روی در کیلوگرم خاک موجب افزایش غلظت روی در اندام‌های هوایی بابونه آلمانی شد. در آزمایشی اثر محلول‌پاشی سولفات آهن و روی بر عملکرد گل و غلظت عناصر غذایی در بخش هوایی بابونه آلمانی را مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که اثر محلول‌پاشی بر روی غلظت مس، روی و آهن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. یادگاری (۱۳۹۲) گزارش نمود که در نتیجه مصرف عنصر ریز مغذی مس (Cu) درصد اسانس، درصد تیمول و درصد کارواکرول گیاه دارویی آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) از لحاظ آماری به‌طور معنی‌دار افزایش یافت. شکوری‌فر و همکاران (۱۳۹۵) در بررسی اثر مس بر خصوصیات کیفی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*) افزایش درصد اسانس گیاه را گزارش نمودند. محققان مختلف عقیده دارند بسیاری از گیاهان زراعی و دارویی در خاک‌های ایران نسبت به کمبود عناصر روی و مس حساس می‌باشند و افزایش عملکرد آن‌ها در قبال مصرف کودهای حاوی عناصر مس و روی در اکثر کشورهای پیشرفته چشم‌گیر بوده است (ملکوتی، ۱۳۷۹).

نتیجه‌گیری: بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان گفت که کاربرد باکتری‌های تثبت‌کننده ازت و مصرف ریزمغذی‌های آهن، روی و مس نقش مفید و مؤثری در بهبود ویژگی‌های رشد و عملکرد اندام‌های هوایی و نیز خصوصیات کیفی گیاهان دارویی مختلف از جمله ریحان، نعناع فلفلی، زعفران، آویشن، بابونه، سویا، رزماری، شوید، مرزه، رازیانه، گشنیز و دیگر گیاهان دارویی مهم قابل کشت در شرایط اکولوژیکی استان آذربایجان غربی دارد. بررسی‌های پژوهشگران مختلف نشان می‌دهد در اغلب موارد کاربرد کودهای بیولوژیک تثبت‌کننده ازت هم به تنهایی و هم در ترکیب با عناصر ریزمغذی علاوه بر بهبود خصوصیات مورفولوژیکی باعث افزایش خصوصیات کیفی گیاهان دارویی شده است. از آن‌جایی که استان آذربایجان

غربی در اقلیم خشک و نیمه‌خشک واقع شده و دارای خاک‌های قلیایی است لذا مصرف توام کودهای زیستی تثبت‌کننده ازت و مصرف ریزمغذی‌های روی، آهن و مس خصوصاً به روش تغذیه برگی در راستای کاهش هزینه‌های تولید و بهبود عملکرد کمی و کیفی گیاهان دارویی توصیه می‌گردد. در حال حاضر مصرف ریزوباکتری‌های محرک رشد گیاهان (PGRP) به‌عنوان جایگزینی مناسب برای بخشی ازکودهای شیمیایی مصرف شده در کشاورزی امروز مطرح بوده، ضمن اینکه به لحاظ ضرورت تولید گیاهان دارویی ارگانیک در نظام‌های زراعی مدرن و کم‌نهاده و نیز کشاورزی پایدار، به نظر می‌رسد عدم توجه به مصرف کودهای زیستی در تولید گیاهان دارویی غیرقابل قبول می‌باشد.

منابع

اصل سلیمانی، ا. ۱۳۹۵. ریزوباکتری‌های محرک رشد. وب‌سایت بنیاد تک: http://taq.ir/1395/02/1

بش، ز. و دانش شهرکی، ع.ر. ۱۳۹۳. نقش باکتری‌های ریزوسفری محرک رشد در افزایش مقاومت گیاهان تحت تنش شوری. اولین همایش الکترونیکی یافته‌های نوین در محیط زیست و اکوسیستم‌های کشاورزی.

بشیری‌فر، ن.، علی اصغرزاد، ن. و زهتاب سلماسی، س. ۱۳۹۵. ترکیب عناصر غذایی، میزان اسانس و مقدار تیمول گیاه دارویی مرزه (*Satureja hortensis* L.) مایه‌زنی شده با *Azospirillum irakense* و *Pseudomonas putida* در سطوح مختلف نیتروژن. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۶۲(۶): ۱۵۱-۱۳۱.

بقالیان، ک. و نقدی‌بادی، ح.ع. ۱۳۷۹. گیاهان اسانس‌دار (ترجمه). انتشارات نشر اندرز، تهران، ۲۳۶ صفحه.

بویری ده شیخ، پ.، محمودی سورستانی، م.، ذوالفقاری، م. و عنایتی ضمیر، ن. ۱۳۹۶. مطالعه تأثیر کودهای زیستی، شیمیایی و اسید هیومیک بر شاخص‌های رویشی، فیزیولوژیکی و میزان اسانس گیاه نعناع گربه‌ای (*Nepeta cataria* L.). نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی. ۲۴(۲): ۷۶-۶۱.

پارسا، ح.، خیری، ع.، ثانی، خ.م. و رضوی، ف. ۱۳۹۷. تأثیر کودهای بیولوژیک تثبیت‌کننده نیتروژن و اوره بر صفات کمی و کیفی زعفران (*Crocus sativus* L.). نشریه پژوهش‌های زعفران، ۶(۱): ۱۵۳-۱۴۱.

تقی‌زاده، م.، مرادی، پ. و هانی، ع. ۱۳۹۴. اثر کودهای بیولوژیک بر صفات مورفولوژیکی گیاه سرخارگل (*Echinaceae purpurea*)، سومین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی، ساوه، ایران، ۲۱۰-۲۰۷.

جعفری، ف.، گلچین، ا. و شفیعی، س. ۱۳۹۲. تأثیر کاربرد نیتروژن و محلول‌پاشی آمینوکلات آهن بر عملکرد و شاخص‌های رشد گیاه دارویی شوید (*Anethum graveolans* L.). مجله علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۵(۱۷): ۱۸-۱۳.

خسروی، ه. ۱۳۹۳. ازتوباکتر و نقش آن در مدیریت حاصخیزی خاک. نشریه مدیریت اراضی، ۲(۲): ۹۴-۷۹.

درویش‌زاده، ر.، پیرزاد، ع. و ناطقی، ش. ۱۳۹۴. تأثیر کودهای ریزمغذی آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد آنیسون. فصل‌نامه علمی-پژوهشی علوم باغبانی، ۱(۲۹): ۴۶-۳۷.

رحیمی، م. و مظاهری، د. ۱۳۸۳. تأثیر عناصر ریزمغذی‌های آهن و روی بر روی عملکرد و اجزا عملکرد کشت دوم دو رقم آفتاب‌گردان در منطقه ارسنجان. مجله پژوهش و سازندگی، ۲۰(۶۴): ۲۳-۱۶.

سیلیسپور، م. ۱۳۸۶. بررسی اثرات مصرف عناصر آهن و روی در خصوصیات کمی و کیفی گندم آبی. مجله پژوهش و سازندگی، ۱(۷۶): ۱۳۳-۱۲۳.

شکوری‌فر، ف.، ایلکانی، م.ن. و جم‌نژاد، م. ۱۳۹۵. بررسی اثر مس بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه ریحان (*Ocimum basilicum*). مجله زراعت و اصلاح نباتات، ۱۲(۲): ۳۳-۱۹.

کیخا ژاله، م.، گلوی، م. و رمرودی، م. ۱۳۸۹. اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد کمی و کیفی اسفرزه. یازدهمین کنگره زراعت واصلاح نباتات ایران، صفحه ۶۵.

محمودی، ش. و حکیمیان، م، ۱۳۷۹. مبانی خاکشناسی (ترجمه). انتشارات دانشگاه تهران. ۷۰۶ صفحه.

میلانی، م.، کلهر، پ. و کلهر، م. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر مایه تلقیح ازتوباکتر و آزوسپیریلوم بر عملکرد گندم و جو، دهمین کنگره علوم خاک ایران، کرج، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

نصیری، ن.، سلماسی، ز.س.، نصراله‌زاده، ص.، گلعذانی، ق.ک. و نجفی، ن. جوانمرد، ع. ۱۳۹۲. ارزیابی اثر محلول‌پاشی سولفات آهن و روی بر عملکرد گل و غلظت عناصر غذایی در بخش هوایی بابونه آلمانی. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۳(۳): ۱۱۵-۱۰۵.

نوش‌کام، ا.، مجنون حسینی، ن.، هادیان، ج.، جهانسوز، م.، خاوازی، ک.، صالح نیا، ع. و هدایت‌پور، س. ۱۳۹۴. بررسی اثر کودهای زیستی و شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی مرزه خوزستانی (*Satureja khuzistanica* Jamzad)، نشریه تولید گیاهان زراعی، ۸(۴): ۸۷-۱۰۳.

یادگاری، م. ۱۳۹۲. بررسی اثر عناصر ریزمغذی مس و منگنز بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی آویشن باغی (*Thymus vulgaris* L.) در منطقه شهرکرد. مجله پژوهش‌های به‌زراعی، ۵(۳): ۲۸۵-۲۷۷.

یادگاری، م. ۱۳۹۲. بررسی تاثیر کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی آویشن (*Thymus vulgaris* L.). نشریه پژوهش‌های به‌زراعی (تنش‌های محیطی در علوم گیاهی)، ۴(۵): ۴۲۰-۴۱۳.

Attia, K.K. 2004. Response of two peanut varieties to phosphorus fertilization and foliar application of certain micronutrients under sandy calcareous soil conditions. Assiut Journal of Agricultural Sciences, 35: 253-267.

Darzi, M.T., Haj Seyed Hadi, M.R. and Rejali, F. 2012. Effects of Cattle Manure and Biofertilizer Application on Biological Yield, Seed Yield and Essential oil in Coriander (*Coriandrum sativum* L.). Journal of Medicinal Plants, 11: 77-90.

El-Hadi, N.I.M.A., El-Ala, H.K.A. and El-Azim, W.M.A. 2009. Response of some Mentha species to plant growth promoting bacteria (PGPB) isolated from soil rhizosphere. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, 3(4): 4437-4448.

El-Sawi, S.A. and Mohamed, M.A. 2002. Cumin herb as a new source of essential oils and its response to foliar spray with some micro-elements. Food Chemistry, 77: 75-80.

Erdal, I., Kepenek, K. and Kizilgos, I. 2004. Effect of Foliar Iron Applications at different Growth Stages on Iron and Some Nutrient Concentrations in Strawberry Cultivars. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 28: 421-427.

Grejtovsky, A., Markusova, K. and Eliasova, A. 2006. The response of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) plants to soil zinc supply. Plant, Soil and Environment, 52: 1–7.

Han, H.S. and Lee, K.D. 2006. Effect of inoculation with phosphate and potassium co-in solubilizing bacteria on mineral uptake and growth of pepper and cucumber. Plant, Soil and Environment, 52: 130–136.

Koocheki, A., Tabrizi, L. and Ghorbani, R. 2009. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of Hyssop (*Hyssopus officinalis* L.). Iranian Journal of Agronony Research, 6: 127-137.

Leithy, S., El-meseiry, T.A. and Abdallah, E.F. 2006. Effect of biofertilizers, cell stabilizer and irrigation regime on Rosemary herbage oil yield and quality. Journal of Applied Research, 2: 773-779.

Mahfouze, S.A. and Sharafeldin, M.A. 2007. Effect of mineral biofertilizer of growth yield and essential oil content of fennel. International Agrophysics, 21: 361-366.

Makkizadeh, M., Nasrollahzadeh, S., Zehtab Salmasi, S., Chaichi, M. and Khavazi, K. 2012. The Effect of Organic, Biologic and Chemical Fertilizers on Quantitative and Qualitative Characteristics of Sweet Basil (*Ocimum basilicum* L.). Journal of Agriculture Science and Sustainable Production, 22: 1-12.

Malakouti, M.J. 2008. The effect of micronutrients in ensuring efficient use of macronutrients. Turkish Journal of Agricultural and Forestry, 32: 215-220.

Miller, G.W., Huang, I.J., Welkie, G.W. and Pushmik, J.C. 1995. Function of iron in plants with special emphasis on chloroplasts and photosynthetic activity In: J. Abadia (ed.). Iron nutrition in soils and Plants. Kluwer Academic Publishers, Dordecht, pp.19-28.

Moreno, J., Gonzalez-Lopez, J. and Velta. G.R. 1986. Survival of Azotobacter spp. in dry soils. Applied and Environmental Microbiology, 51: 123-125.

Mousa, G.T., El-Sallami, I.H. and Ali, E.F. 2003. Response of *Nigella sativa* L. to foliar application of gibberellic acid, benzyladenine, iron and zinc. Assiut Journal of Agricultural of Science (Egypt), 32: 141-1 56.

Omidi, H., Naghdibadi, H.A., Golzad, A., Torbati, H. and Fotookian, M.H. 2009. Effect of chemical and bio-fertilizer nitrogen on qualitative and quantitative yield of saffron (*Crocus sativus* L.). Journal of Medicinal Plants. 30(2), 98-109. [in Persian with English Summary].

Patil, B.C., Hosamani, R.M., Ajjappalavara, P.S., Naik, B.H., Smitha, R.P. and Ukkund, K.C. 2008. Effect of foliar application of micronutrients on growth and yield components of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 21: 428-430.

Pejuhan, J. and Çomakli, B. 2018. Kireçli Topraklarda Uygulanan Demir, Çinko ve Bazı Biyolojik Gübrelerin Yemlik Soya (*Glycine max*. (L) Merril)'da Verim ve Bazı Özelliklere Etkileri. Alinteri Journal of Agriculture Sciences, 33(2): 153-163.

Pejuhan, J., Çomakli, B., Güllap, M.K., Amirnia, R. and Pourali, B. 2016. Organik Yem Bitkilerinde Biyolojik Gübrelerin (BGTB) Ot Verimi ve Ot Kalitesi Üzerine Etkileri. Bildiri Özetleri Kitabı.7. Ulusal Bitki Besleme Ve Gübre Kongresi.12-15 Ekim, Adana, Türkiye.

Said-AlAhl, H.A.H. and Omer, E. A. 2009. Effect of spraying with zinc and / or iron on growth and chemical composition of coriander (*Coriandrum sativum* L.) harvested at three stages of development. Journal of Medicinal Food Plants, 1: 30-46.

Sanches-Govin, E., Rodrigues-Gonzales, H. and Carballo-Guerra, C. 2005. Influencia de los abonos organicos y biofertilizantes en. Society of Agricultural Sciences, 15(2): 171-178.

Vande Broek, A. 1999. Auxins upregulate expression of the indol-3-pyruvate decarboxylase gene in Azospirillum brasilense. Journal of Bacteriology, 181: 1338-1342.

Zehtab-Salmasi, S. Heidari, F. and Alyari, H. 2008. Effect of microelements and plant density on biomass and essential oil production of peppermint (*Mentha piperment* L.). Plant Science Research, 1: 24-28.

Zhang, N., Wang, D., Liu, Y., Li, S., Shen, Q. and Zhang, R. 2013. Effects of different plant root exudates and their organic acid components on chemotaxis, biofilm formation and colonization by beneficial rhizosphere-associated bacterial strains. Plant and Soil, 374: 689-700.

st National Conference on Nutrition and Environmental Issues of Medicinal and Aromatic Plants