ارزیابی اثر کودهای بیولوژیکی بر ویژگیهای رشد، عملکرد و خصوصیات کیفی گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*)

علیرضا کوچکی[۱]، لیلا تبریزی[۲] و رضا قربانی[۱]

چکیده

به‌منظور مطالعه اثر کودهای بیولوژیکی بر ویژگیهای رشد، عملکرد و خصوصیات کیفی گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*) آزمایشی در دو سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ و ۸۶-۱۳۸۵ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار درمزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل انواع کود بیولوژیک رایج، از جمله کودهای حاوی باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن مانند نیتروکسین (حاوی غلظت‌های مختلف از باکتری‌های *Azospirillum/ Azotobacter*)، سوپرنیترو پلاس (حاوی باکتریهای *Azospirillum*، کنترل کننده عوامل بیماری‌زای خاکزی *Bacillus subtilis* و باکتری محرک رشد (*Pseudomonas fluorescens*)، مایه تلقیح حاوی باکتری حل‌کننده فسفات‌های نامحلول (*Pseudomonas fluorescens*) و قارچ میکوریزا (*Glomus intraradices*) به تنهایی و یا ترکیبی از نیتروکسین، *G. intraradices* و *P. fluorescens* همچنین *G. intraradices* و *P. fluorescens* و تیمار شاهد که تنها در بستر کشت از کود دامی استفاده شده بود، در نظر گرفته شدند. نتایج حاکی از آن بود که در طی دو سال آزمایش کاربرد کودهای بیولوژیک منجر به افزایش ارتفاع و قطر بوته، وزن تر و خشک بوته و عملکرد اسانس نسبت به شاهد گردیدند و در این میان کود سوپرنیترو پلاس و پس از آن تیمارهای تلفیقی از میکروارگانیزمها (مایکوریزا و سودوموناس فلورسنت) بیشترین تاثیر را در افزایش صفات مورد مطالعه داشتند. همچنین در سال دوم، ویژگیهای مورفولوژیک و وزن تر و خشک اندامهای هوایی در مقایسه با سال اول مقادیر بیشتری دارا بودند. در سال دوم و درمقایسه دو چین نیز مشخص شدکه کودهای بیولوژیک سبب افزایش ویژگیهای رشدی، وزن تر و خشک، میزان و عملکرد اسانس نسبت به شاهد گردیدند و این صفات در چین اول میزان بیشتری نسبت به چین دوم داشتند. در مجموع نتایج این مطالعه نشان داد که کاربرد کودهای بیولوژیک نقش مفید و موثری در بهبود ویژگیهای رشد، عملکرد اندامهای هوایی و خصوصیات کیفی گیاه دارویی زوفا دارد.

واژه‌های کلیدی: گیاهان دارویی، حاصلخیزی، خصوصیات کیفی، میزان اسانس

مقدمه

کیفیت خاک نه تنها به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن وابسته است بلکه ارتباط بسیار نزدیکی با خصوصیات بیولوژیکی آن نیز دارد (۴). یک سیستم ریشه‌ای فعال، ترکیبات آلی را بطور منظم به محیط ریشه گیاه آزاد می‌کند. این ترکیبات سبب رشد و افزایش جامعه میکروبی خاک شده که بدنبال آن تنوع کارکردی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۱۳). اهمیت جوامع میکروبی برای کارکرد یک اکوسیستم (۱۸) بدلیل نقش مهمی است که در فرایندهای خاک که تعیین کننده تولید گیاه می‌باشند، ایفا می‌کنند (۲۵). تعداد قابل توجهی از گونه‌های باکتریایی و قارچی خاک دارای روابط کارکردی با گیاهان بوده و اثرات مفیدی بر رشد آنها دارند (۲۷).

امروزه عقیده بر این است که روابط متقابل بین ریشه گیاه و ریزموجودات خاک توسط مداخلات انسان از طریق فعالیتهای کشاورزی و صنعتی تحت تاثیر قرار گرفته است (۱۲). از آنجا که در یک سیستم خاک-گیاه، محیط ریشه (رایزوسفر) حکم مرکز ثقل انرژی در خاک است، لذا هر تغییری در مدیریت حاصلخیزی خاک اعم از توازن یا عدم توازن کود دهی و یا استفاده از مواد آلی و غیره، پس خور

۱- اعضای هیأت علمی گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد ۲- دانشجوی دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد.

Archive of SID

www.SID.ir

زیادی در رابطه خاک-گیاه داشته و متعاقباً تولیدات کشاورزی و پایداری بوم‌نظام را تحت تاثیر قرار می‌دهد (۱۳).

در حال حاضر کودهای بیولوژیک به عنوان گزینه‌ای جایگزین برای کودهای شیمیایی، به‌منظور افزایش حاصلخیزی خاک در تولید محصولات در کشاورزی پایدار مطرح شده‌اند (۲۹). کودهای بیولوژیک در حقیقت ماده‌ای شامل انواع مختلف ریز موجودات آزادزی بوده (۳ و ۲۷) که توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی را از فرم غیر قابل دسترس به فرم قابل دسترس طی فرایندهای بیولوژیکی داشته (۱۹ و ۲۷) و منجر به توسعه سیستم ریشه‌ای و جوانه‌زنی بهتر بذور می‌گردند (۳). برخی از ریزموجودات خاک اثرات مثبتی در تحریک رشد گیاه دارند که به آنها رایزوباکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR)[1] اطلاق می‌شود. باکتری‌های آزادزی در برخی از فرآیندهای کلیدی بوم‌نظام مانند فرآیندهای دخیل در کنترل بیولوژیکی پاتوژنهای گیاهی، چرخه عناصر غذایی و استقرار گیاهچه نقش دارند (۲۹). گروهی از این گونه‌های باکتریایی که دارای قابلیت همیاری با گیاه هستند متعلق به جنسهای *Azospirillum, Azotobacter, Pseudomonas fluorescens* و *Bacillus* sp. می‌باشند (۲۳ و ۲۵).

تثبیت بیولوژیکی نیتروژن حدود ۱۸۰×۱۰^{۶} متریک تن در سال در مقیاس جهانی تخمین زده شده است که از این مقدار ۸۰٪ توسط باکتری‌های همزیست[2] و ۲۰٪ باقیمانده توسط باکتری‌های همیار و آزاد زی صورت می‌گیرد. امروزه به تثبیت بیولوژیکی نیتروژن از طریق باکتری‌های همیار آزادزی از جمله *Azospirillum* و *Azotobacter* در بوم نظام‌های کشاورزی توجه ویژه‌ای معطوف شده است (۲۵). *Azospirillum* و *Azotobacter* همچنین در محیط ریشه گیاه توانایی ساخت و ترشح مقداری مواد بیولوژیکی فعال مانند ویتامینهای B، اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتنیک، بیوتین، اکسین ها، جیبرلین‌ها و غیره را دارند که در افزایش رشد ریشه نقش مفید و موثری دارند (۷). از طرف دیگر، *Azotobacter* قادر به تولید ترکیبات ضد قارچی بر علیه بیماری‌های گیاهی بوده و همچنین سبب تقویت جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه شده که در نهایت بهبود رشد پایه گیاهی را بدنبال دارد (۳). *Azospirillum*، علاوه بر قابلیت تثبیت نیتروژن، با تولید مواد محرک رشد، سبب بهبود رشد ریشه و متعاقب آن افزایش سرعت جذب آب و عناصر غذایی گردیده و از این طریق در افزایش عملکرد تاثیر گذار می‌باشد (۲۵).

باکتری‌های حل‌کنندهٔ فسفات[3] گروهی از ریز موجودات را در بر می‌گیرند که قادرند فسفر نامحلول در خاک را به فرم محلول قابل دسترس گیاه تبدیل کنند. از مهمترین جنس‌های این خانواده می‌توان به *Pseudomonas* و *Bacillus* اشاره کرد (۲۵). گونه‌های مختلف جنس *Pseudomonas* در کنترل قارچ‌های بیماری‌زا مؤثر بوده (۱۶) و *Pseudomonas fluorescens* از طریق ساز و کارهای مختلفی از جمله تولید سیدروفورها، سنتز آنتی بیوتیک‌ها، 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 می‌گردد (۱).

قارچ‌های آربوسکولار مایکوریزا[4] جزء اصلی فلور محیط ریشه گیاهان در بوم‌نظام‌های طبیعی می‌باشند (۱۷) که رابطه همزیستی با بیشتر نهاندانگان از جمله چندین گونه گیاه دارویی دارند (۲۴ و ۲۶). روابط همزیستی مایکوریزا نقش اصلی در تجزیه مواد آلی خاک، معدنی شدن عناصر غذایی گیاهان و چرخه عناصر غذایی ایفا می‌کند. اسیدیته خاک، میزان عناصر غذایی و اثر متقابل با سایر ریز موجودات الگوی کلونیزاسیون این قارچ را تحت تاثیر قرار می‌دهند (۱۷). مایکوریزا همچنین سبب افزایش تحمل گیاهچه به خشکی، دمای زیاد، آلودگی قارچ‌های بیماریزا و حتی اسیدیته بالای خاک می‌شود (۳). مایکوریزا در افزایش توانایی گیاه میزبان برای جذب عناصر غذایی غیر متحرک، خصوصا فسفر و چندین ریز مغذی دیگر تاثیر مفیدی دارد. بنابراین، قارچ‌های مایکوریزا دارای کارکرد چند منظوره‌ای در بوم‌نظام‌های زراعی هستند به‌طوریکه بالقوه سبب بهبود کیفیت فیزیکی خاک (از طریق گسترش ریسه‌های قارچ)،

1- Plant Growth Promoting Rhizobacteria
2- Symbiotic
3- Phosphat-Solubilizing Bacteria
4- Arbuscular Mycorrhizal Fungi

Archive of SID

www.SID.ir

کیفیت شیمیایی خاک (از طریق افزایش جذب عناصر غذایی) و کیفیت بیولوژیکی خاک (از طریق شبکه غذایی خاک) می‌گردند (۲).

با توجه به اهمیت و نقش گیاهان دارویی در صنایع مختلف، نکته حائز اهمیت در تولید و پرورش این گونه‌های ارزشمند، افزایش تولید زیست‌توده آنها بدون کاربرد نهاده‌های مضر شیمیایی اعم از کود یا سموم دفع آفات و علف‌های هرز می‌باشد. مدیریت صحیح استفاده از گونه‌های میکروبی همیار[1] با گیاهان دارویی در بهبود عملکرد و کیفیت آنها تأثیر گذار خواهد بود (۱). حضور باکتری‌های *Azospirillum*، *Azotobacter* و *Pseudomonas* در محیط ریشه برخی گیاهان دارویی از جمله پروانش (*Catharanthus roseus*)، *Coleus forskohlii*، ریحان (*Ocimum sanctum*) و صبر زرد (*Aloe vera*) گزارش شده است، به‌طوریکه جمعیت این باکتری‌ها در هر چهار گونه گیاه دارویی در مقایسه با محیط غیر ریشه‌ای گیاهان بیشتر بود. این نتایج می‌تواند در معرفی کودهای بیولوژیک برای تولید تجاری این گونه‌ها مورد استفاده قرار گیرد (۸). جوشی و همکاران (۶) در مطالعه‌ای که بر روی گیاه دارویی بشقابی (*Scutellaria integrifolia*) انجام دادند اظهار داشتند که تلقیح ریشه این گیاه با مایکوریزا نه تنها در افزایش رشد و تکثیر گیاه خصوصا رشد ریشه مأثر بوده بلکه توانایی گیاه را برای رشد در خاکهای حاشیه‌ای که با کمبود فسفر نیز مواجه هستند، افزایش می‌دهد. با توجه به اینکه در گیاهان مسیر سنتز متابولیت‌های ثانویه مشخصی توسط میکروارگانیزم‌ها تحریک می‌شود (۸) لذا، مطالعه اثر تحریک‌کنندگی قوی و سریع مواد مترشحه میکروبی بر متابولیت‌های ثانویه در گیاهان دارویی، در تحقیقات جایگاه ویژه‌ای دارد (۳۲).

گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*)، متعلق به خانواده نعناعیان (Lamiaceae)، گیاهی چند ساله، بوته‌ای با ساقه‌های متعدد چوبی است و یکی از مهمترین گیاهان مورد استفاده در صنایع داروسازی می‌باشد (۵) که به‌طور وسیعی در برخی کشورهای اروپایی مانند روسیه، اسپانیا، فرانسه و ایتالیا مورد کشت و کار قرار می‌گیرد. گیاه زوفا با وجود طعم تلخی که دارد، بعنوان طعم‌دهندهٔ غذا و انواع سس مورد استفاده قرار می‌گیرد (۹). اسانس این گیاه همچنین دارای خواص ضد باکتریایی و ضد قارچی می‌باشد (۵، ۹ و ۱۴). این گیاه در طب سنتی و مدرن کاربردهای متعددی به‌عنوان خلط‌آور، مدر و اشتهاآور داشته و در درمان ناراحتیهای گوارشی، التهاب حنجره، آسم، برونشیت، تبخال و تسریع بهبود زخم تأثیر مطلوبی دارد (۵).

با توجه به اینکه لازم است مدیریت تغذیه گیاهی درجهت افزایش و پایداری تولید باشد و هم سبب حفظ محیط زیست گردد و از آنجا که تحقیقات در مورد کاربرد کودهای بیولوژیکی بر رشد و عملکرد گیاهان دارویی در ایران انجام نشده است، آزمایش حاضر با هدف بررسی اثر کودهای حاوی ریز موجودات مختلف بر رشد و عملکرد کمّی و کیفی گیاه دارویی زوفا انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در دو سال زراعی۸۵-۱۳۸۴ و ۸۶-۱۳۸۵ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار درمزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد (طول جغرافیایی '۲۸ °۵۹ شرقی و عرض جغرافیایی '۱۵ °۳۶ شمالی و ارتفاع ۹۸۵ متر از سطح دریا) اجرا شد. به‌منظور بهبود خواص فیزیکی خاک، کود گاوی کاملاً پوسیده بر مبنای ۲۰ تن در هکتار در اسفند ماه ۱۳۸۴ در سطح کلیه کرت‌های آزمایشی پخش و به‌طور یکنواخت با خاک مخلوط شد (نتایج حاصل از تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش و تجزیه شیمیایی کود گاوی مورد استفاده در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است). تیمارهای آزمایشی شامل انواع کود بیولوژیک رایج، از جمله کودهای حاوی باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن مانند نیتروکسین (حاوی غلظت‌های مختلف از باکتری‌های *Azospirillum/ Azotobacter*)، سوپرنیترو پلاس (حاوی باکتری‌های *Azospirillum*، کنترل کننده عوامل بیماریزای خاکزی *Bacillus subtilis* و باکتری محرک رشد *Pseudomonas fluorescens*)، مایه تلقیح حاوی باکتری حل‌کننده فسفات‌های نامحلول (*Pseudomonas fluorescens*) و قارچ مایکوریزا (*Glomus*

1- Associated

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱: خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک محل آزمایش

بافت خاک	نیتروژن (٪)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	pH	EC (دسی زیمنس بر متر)
سیلتی-لومی	۰/۲	۳/۸	۳۱۸/۶	۷/۹	۳/۲

جدول ۲: خصوصیات شیمیایی کود دامی مورد استفاده در آزمایش

نیتروژن (٪)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	pH	EC (دسی زیمنس بر متر)
۰/۳۸	۷۶۴	۳۸۹۱	۸/۴	۱۲/۷

intraradices) به تنهایی و یا ترکیبی از نیتروکسین، *G. intraradices* و *P. fluorescens* و همچنین *intraradices G.* و *P. fluorescens* و تیمار شاهد که تنها در بستر کشت از کود دامی استفاده شده بود، در نظر گرفته شدند.

برای اعمال تیمارهای آزمایش، در زمان کاشت هرکدام از کودهای بیولوژیک مایع (نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس) را به میزان ۲ لیتر در هکتار به خوبی با بذر آغشته کرده و برای اختلاط بهتر مایه تلقیح حاوی *P. fluorescens* و *G. intraradices* با بذر، ابتدا بذور زوفا را با محلول صمغ عربی (۲۰ گرم صمغ عربی در یک لیتر آب) ترکیب و سپس با مایه تلقیح‌های مذکور آغشته نموده و پس از تلقیح اقدام به خشک نمودن کلیه بذور تیمار شده در سایه و به دور از نور خورشید گردید. بلافاصله پس از خشک شدن کامل بذور تلقیح شده زوفا، کشت به صورت مستقیم در کرت‌های اصلی در ۲۵ فروردین ماه ۱۳۸۵ انجام شد. پس از کشت، آبیاری اولیه کرت‌ها با استفاده از سیفون صورت پذیرفت و به‌منظور حصول اطمینان از سبز شدن بذور، آبیاری دوم ۵ روز پس از کشت و آبیاری‌های بعدی به فاصله ۱۰ روز یکبار صورت گرفت.

ابعاد هر کرت آزمایشی ۲×۲ متر مربع در نظر گرفته شد که در هر کرت ۴ ردیف به فواصل ۵۰×۴۰ سانتی‌متر کشت گردید. برداشت اندامهای هوایی گیاه در مرحله گلدهی انجام پذیرفت بدینصورت که در هر کرت نمونه گیری از دو ردیف وسط و پس از حذف اثرات حاشیه‌ای در سطح یک متر مربع انجام گرفت که متوسط ارتفاع بوته و قطر تاج پوشش بوته‌های موجود در این سطح اندازه گیری شده و سپس اندامهای هوایی از نزدیکی سطح زمین قطع و جهت توزین (وزن تر و خشک) و تعیین درصد اسانس به آزمایشگاه منتقل شده و به‌منظور حفظ کمیت و کیفیت اسانس گیاه، نمونه‌های مذکور در سایه و در درجه حرارت محیط خشک شدند. به‌منظور استخراج اسانس از اندامهای هوایی خشک‌شده، از روش تقطیر با بخار آب توسط دستگاه کلونجر استفاده شد. پس از ۳ ساعت اسانس‌گیری، اسانس حاصل که به رنگ زرد روشن بود، جمع‌آوری و با سولفات سدیم بدون آب، رطوبت‌زدایی شده و در ظروف شیشه‌ای درب بسته در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

لازم به ذکر است که در سال اول یک چین و در سال دوم دو چین از گیاه برداشت شد و همچنین در فروردین ماه ۱۳۸۶ پس از شروع رشد مجدد بوته‌ها (سال دوم آزمایش) تیمارهای کودی مجددا بصورت سرک در پای بوته‌ها اعمال گردید.

داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار SAS Inst., 2002 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ صورت گرفت و به‌منظور مقایسه اثرات تیمارهای بکار برده شده در طی دو سال و دو چین، آنالیز آماری بر اساس طرح اسپلیت پلات در زمان صورت گرفت.

نتایج و بحث

ویژگیهای مورفولوژیک گیاه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده در طی دو سال آزمایش در جداول ۳ و ۴، نشان داده شده است. همانگونه که در جدول ۳ ملاحظه می‌شود، کاربرد کودهای بیولوژیک تاثیری بر ارتفاع بوته نسبت به شاهد نداشت ($P> ۰/۰۵$) اما قطر بوته تحت تاثیر کودهای بیولوژیک قرار گرفت ($P\leq ۰/۰۵$) بطوریکه در تیمار کود سوپرنیترو پلاس بیشترین قطر بوته بدست آمد و پس از آن کاربرد باکتری سودوموناس فلورسنت و ترکیب مایکوریزا و سودوموناس فلورسنت منجر به افزایش قطر بوته

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳: تجزیه واریانس صفات اندازه گیری شده تحت تاثیر کودهای بیولوژیک در طی دو سال آزمایش

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		ارتفاع بوته (سانتیمتر)	قطر بوته (سانتیمتر)	وزن تر اندام هوایی (گرم بر متر مربع)	وزن خشک اندام هوایی (گرم بر متر مربع)	میزان اسانس (٪)	عملکرد اسانس (گرم بر متر مربع)
بلوک	۲	۲۴/۹ ns	۱۱/۵ ns	۱۴۹۲۳۷/۶ ns	۷۶۰/۴ ns	۰/۰۳ ns	۰/۷ ns
کود	۶	۶۷/۱ ns	۱۴۰/۸ *	۱۰۷۷۷۱۹/۱ *	۸۵۲۴۲/۲ *	۰/۰۱ ns	۳/۵*
بلوک × کود	۱۲	۲۶/۳	۸/۸	۲۸۷۳۲۵/۶	۲۱۳۵۱/۴	۰/۰۳	۱/۰
سال	۱	۷۲۷/۰ *	۲۲۷۷/۰ *	۲۲۳۷۷۶۸۳/۰*	۲۴۴۱۰۸۹/۳*	۱/۰۸*	۳۹/۱ *
کود × سال	۶	۲۶/۴ ns	۶۳/۲ ns	۵۱۷۸۰۷/۷ ns	۴۳۸۷۴/۹ns	۰/۰۶ ns	۴/۰*
بلوک × سال	۲	۱۸/۸	۷۱/۳	۲۱۳۸۶۲/۹	۱۴۹۱۸/۹	۰/۰۲	۰/۳
بلوک × کود × سال	۱۲	۲۸/۱	۲۷/۴	۲۹۳۵۴۸/۰	۲۵۴۱۲/۸	۰/۰۳	۰/۶

گردیدند. کمترین قطر بوته مربوط به شاهد بود که اختلاف معنی داری با سایر تیمارها نشان داد. در مجموع استفاده از سوپرنیتروپلاس سبب ۵۵/۴٪ افزایش در قطر بوته نسبت به شاهد گردید (جدول ۴). بنظر می‌رسد که وجود ریزموجودات ناشی از کاربرد کودهای بیولوژیکی در محیط ریشه گیاه (رایزوسفر) تاثیر مثبتی بر رشد گیاه داشته است و منجر به افزایش قطر گیاه گردید. این امر می‌تواند مربوط به تولید و ترشح ترکیبات تحریک کننده رشد گیاه و یا برخی هورمونهای تنظیم کننده رشد باشد که توسط ریزموجودات در خاک تولید شده و رشد گیاه را تحت تاثیر قرار داده است. در برخی منابع به تاثیر مثبت کودهای بیولوژیکی در رشد گیاه دارویی آویشن باغی (*Thymus vulgaris*) (۲۸) و رزماری (*Rosmarinus officinalis*) (۱۱) اشاره شده است.

وزن تر و خشک اندام‌های هوایی

بر اساس نتایج موجود در جدول ۴، وزن تر بوته تحت تاثیر کودهای بیولوژیک قرار گرفت (P≤ ۰/۰۵) بطوریکه بالاترین وزن تر اندامهای هوایی در تیمار سوپرنیتروپلاس مشاهده شد و تیمار شاهد با ۷۵۴/۷ گرم در متر مربع منجر به ۶۲/۶٪ کاهش در وزن تر اندامهای هوایی نسبت به سوپرنیتروپلاس شد. همچنین ملاحظه شد که تیمارهای ترکیبی از ریزموجودات (مایکوریزا و سودوموناس فلورسنت) نیز بدلیل اثرات سینرژیستی باکتریها و قارچ بر روی یکدیگر سبب تشدید اثر کود شده و بهبود رشد گیاه و نهایتا افزایش وزن تر اندامهای هوایی گیاه را بهمراه داشتند. هرچند که بین تیمارهای کودی اختلاف معنی داری وجود نداشت. وزن خشک اندامهای هوایی نیز تحت تاثیر کودهای

جدول ۴: یانگین ویژگیهای مورفولوژیک، عملکرد اندامهای هوایی و خصوصیات کیفی گیاه زوفا در طی دو سال آزمایش تحت تاثیر کودهای بیولوژیک

تیمار	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	قطر بوته (سانتیمتر)	وزن تر اندام هوایی (گرم بر متر مربع)	وزن خشک اندام هوایی (گرم بر متر مربع)	میزان اسانس (٪)	عملکرد اسانس (گرم بر متر مربع)
چین						
اول	۵۷/۴^{a}	۴۴/۶^{a}	۲۳۷۱/۶^{a}	۷۶۶/۶^{a}	۰/۶۰^{a}	۴/۵^{a}
دوم	۲۵/۹^{b}	۲۱/۷^{b}	۴۳۶/۲^{b}	۱۵۵/۹^{b}	۰/۵۰^{b}	۱/۳^{b}
کود						
نیتروکسین	۵۳/۴^{a}	۴۳/۱^{a}	۱۷۰۹/۶^{a}	۵۸۲/۵^{a}	۰/۷۵^{a}	۳/۹^{a}
سوپرنیتروپلاس	۲۹/۹^{c}	۲۲/۹^{c}	۱۴۵۲/۳^{ab}	۴۴۱/۹^{ab}	۰/۲۴^{b}	۲/۰^{a}
مایکوریزا	۲۸/۶^{c}	۲۱/۸^{c}	۱۰۳۵/۵^{ab}	۳۴۰/۹^{b}	۰/۳۴^{b}	۲/۳^{b}
سودوموناس فلورسنت	۲۸/۶^{c}	۲۳/۷^{c}	۱۳۹۱/۸^{ab}	۴۱۴/۵^{ab}	۰/۲۸^{b}	۲/۳^{b}
مایکوریزا ×سودوموناس فلورسنت	۵۲/۳^{a}	۴۳/۹^{a}	۱۷۰۰/۶^{a}	۵۶۲/۴^{a}	۰/۶۹^{a}	۳/۶^{a}
نیتروکسین× مایکوریزا× سودوموناس فلورسنت	۵۴/۵^{a}	۴۲/۲^{a}	۱۶۸۸/۶^{a}	۵۷۶/۴^{a}	۰/۷۳^{a}	۴/۱^{a}
شاهد	۴۴/۳^{b}	۳۴/۲^{b}	۸۴۸/۸^{b}	۳۰۹/۹^{b}	۰/۷۱^{a}	۲/۱^{b}

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی داری ندارند (P<۰/۰۵).

Archive of SID

www.SID.ir

بیولوژیک قرار گرفت (P≤ ۰/۰۵) به‌طوریکه کاربرد ریزموجودات منجر به افزایش وزن خشک اندامهای هوایی گیاه گردید و اختلاف معنی داری نسبت به شاهد نشان دادند. همانگونه ملاحظه می‌شود (جدول ۴) در تیمار شاهد که از هیچ گونه باکتری استفاده نشده بود کاهش وزن خشک اندام‌های هوایی نسبت به تیمارهای بیولوژیک کاملا مشهود بود و بیش از ۵۰٪ کاهش وزن خشک اندامهای هوایی در تیمار شاهد نسبت به کود سوپرنیتروپلاس که بالاترین وزن خشک اندامهای هوایی را تولید نمود، ملاحظه شد. در منابع مختلفی به نقش مفید و موثر میکروارگانیزمها در بهبود رشد و عملکرد گیاهان دارویی اشاره شده است (۶، ۱۰ و ۳۰). در تیمارهای ترکیبی که مخلوطی از سودوموناس فلورسنت و مایکوریزا و یا باکتری‌های دیازوتروف ازتوباکتر و آزوسپیریلوم همراه با باکتری‌های حل کننده فسفات و قارچ مایکوریزا استفاده شده بود، بدلیل اثرات مختلف این ریزموجودات در تثبیت نیتروژن و قابلیت دسترسی بهتر فسفر برای گیاه، روندی افزایشی در بهبود رشد گیاه ملاحظه شد. نتایج حاصل از تحقیق میجاهد و همکاران (۱۵) در بررسی اثر باکتری‌های *Azospirillum lipoferum*، *Azotobacter chroococcum* و *Bacillus megaterium* به تنهایی یا در ترکیب با یکدیگر بر رشد و عملکرد کرفس وحشی (*Apium graveolens*) حاکی از آن است که کاربرد این باکتریها منجر به تولید مواد محرک رشد گیاه در محیط ریشه گردید و از طرف دیگر افزایش رشد، عملکرد و اسانس گیاه در مقایسه با تیمارهای تلقیح نشده را بهمراه داشت. در گیاه *Vallisneria spiralis* کاربرد کودهای بیولوژیکی حاوی مخلوط باکتری‌های *Bacillus* sp. و *Pseudomonas rubiacearum* در ترکیب با کود آلی کمپوست سبب ۳۴٪ افزایش وزن خشک گیاه نسبت به تیمارهایی شد که تنها از کود آلی استفاده شده بود و علاوه براین جمعیت باکتری‌های حل کننده فسفات و تثبیت کننده نیتروژن در محیط ریشه گیاه در این تیمار افزایش یافت (۳۰).

درصد و عملکرد اسانس

نتایج موجود در جدول ۴ حاکی از آنست که درصد اسانس در گیاه تحت تاثیر کودهای بیولوژیک قرار نگرفت (P> ۰/۰۵). با این وجود، ترکیب باکتری سودوموناس فلورسنت و مایکوریزا بیشترین میزان اسانس را بهمراه داشت هرچند که بین تیمارها اختلاف معنی داری وجود نداشت و در تیمار شاهد نیز میزان اسانس قابل مقایسه با سایر تیمارهای بیولوژیک بود. تاثیر کودهای بیولوژیک بر عملکرد اسانس در گیاه معنی دار بود (P≤ ۰/۰۵). هرچند که بین تیمارهای کود بیولوژیک اختلاف معنی داری وجود نداشت اما ملاحظه شد که تیمارهای ترکیبی از نیتروکسین، مایکوریزا و سودوموناس فلورسنت و پس از آن مایکوریزا و سودوموناس فلورسنت و همچنین سوپرنیتروپلاس نسبت به سایر تیمارها سهم بیشتری در افزایش عملکرد اسانس در گیاه داشتند. تیمار شاهد اختلاف معنی داری با سایر تیمارها نشان داد و استفاده از ترکیب نیتروکسین، مایکوریزا و سودوموناس فلورسنت منجر به ۱۱۲/۹٪ افزایش عملکرد اسانس نسبت به شاهد شد (جدول ۴). نتایج حاصل از تحقیق سایلو و باگیاراج (۲۲) در بررسی اثر گونه‌های مختلف قارچ مایکوریزا آربوسکولار بر رشد گیاه دارویی *Coleus forskohlii* حاکی از آن است که ارتفاع بوته، تعداد شاخه، زیست توده گیاه و همچنین میزان فسفر و ماده موثره فورسکولین[1] در گیاهان تحت تیمار قارچ مایکوریزا نسبت به شاهد افزایش یافت. گزارش لیتی و همکاران (۱۱) نیز حاکی از اثر مثبت کود آلی ازتوباکتر در افزایش میزان اسانس در گیاه رزماری می‌باشد.

در مقایسه دو سال آزمایش نیز ملاحظه شد (جدول ۴) که در تیمارهای کودی مورد مطالعه، ویژگیهای مورفولوژیک گیاه (ارتفاع و قطر بوته) بطور معنی داری تحت تاثیر سال قرار گرفتند بطوریکه گیاهان مورد مطالعه در سال دوم ارتفاع و قطر بیشتری نسبت به سال اول داشتند که البته با توجه به چند ساله بودن گیاه این امر دور از انتظار نیست. ارتفاع و قطر بوته در سال دوم به ترتیب ۱۶/۹٪ و ۴۹/۳٪ نسبت به سال اول افزایش یافتند.

وزن تر و خشک اندامهای هوایی تفاوت معنی داری در طی دو سال آزمایش داشت (P≤ ۰/۰۵) بطوریکه در سال دوم ۱۶۰/۱٪ و ۱۶۹/۵٪ افزایش بترتیب در وزن تر و خشک اندامهای هوایی مشاهده شد. میزان اسانس نیز در طی دو سال اختلاف معنی داری داشت (P≤ ۰/۰۵) بطوریکه میزان اسانس در سال دوم ۳۵/۰۱٪ نسبت به سال اول کاهش یافت

Archive of SID

www.SID.ir

در حالیکه عملکرد اسانس از روندی افزایشی (۷۴/۶۸٪) در سال دوم برخوردار بود (P≤ ۰/۰۵) (جدول ۴). احتمال دارد تغییر در اسانس گیاه در طی دو سال تحقیق مربوط به شرایط اقلیمی متفاوت در طی دوسال و یا تاثیر کود باشد. گزارش شده است که در گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis*)، بیشترین وزن خشک اندامهای هوایی و وزن خشک برگ در سال دوم بدست آمد ولی درصد اسانس در این سال کاهش یافت (۲۱).

نتایج تحقیق یوسف و همکاران (۳۱) حاکی از آن است که در گیاه دارویی مریم گلی (*Salvia officinalis*)، استفاده از کود بیولوژیک حاوی آزوسپیریلوم و ازتوباکتر، سبب افزایش ارتفاع بوته و وزن تر و خشک اندامهای هوایی گیاه در چین‌های اول و دوم در طی دو فصل گردید. این محققان اظهار داشتند که کودهای بیولوژیک حاوی ریزموجودات و جایگزینی آنها با تنظیم کننده‌های رشد مصنوعی در بهبود ویژگیهای رشدی و ترکیبات اسانس گیاه مریم گلی کارایی بالایی دارند.

در مجموع در سال دوم کلیه پارامترهای رشدی و وزن تر و خشک اندامهای هوایی گیاه در مقایسه با سال اول بیشتر بود که با توجه به اینکه زوفا گیاهی چندساله می‌باشد، در سال اول بیشتر جنبه استقرار در گیاه مطرح است و از سال دوم که گیاهان استقرار می یابند، بدلیل استقرار کامل گیاه و دستیابی به عناصر و مواد غذایی خاک، روندی افزایشی در ویژگیهای رشدی و عملکرد نشان می‌دهند، در واقع انرژی گیاه در سال اول عمدتا صرف استقرار گیاه شده و عملکرد اقتصادی و قابل قبول گیاه از سال دوم مطرح می‌شود.

اثر متقابل تیمارهای کودی در طی دو سال آزمایش معنی دار نبود (P> ۰/۰۵) بدین معنی که در سال دوم، افزایش ویژگیهای رشد و عملکرد از روندی مشابه با سال اول تبعیت می‌کرد هرچند که تیمارهای کودی بین دو سال اختلاف معنی داری با یکدیگر نشان دادند.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین چین‌های اول و دوم گیاه در سال دوم آزمایش در جدول ۵ نشان داده شده است. همانگونه که ملاحظه می‌شود تاثیر کودهای بیولوژیک بر ارتفاع بوته در طی ۲ چین معنی دار بود (P≤ ۰/۰۵) بطوریکه بیشترین ارتفاع بوته در تیمار ترکیبی نیتروکسین، سودوموناس فلورسنت و مایکوریزا بدست آمد و پس از آن نیتروکسین و تیمار ترکیبی مایکوریزا و سودوموناس فلورسنت قرار داشتند که اختلاف معنی داری با سایر تیمارها نشان دادند.

قطر بوته نیز بطور معنی داری تحت تاثیر تیمارهای کودی قرار گرفت (P≤ ۰/۰۵) بطوریکه روند افزایش قطر بوته در پاسخ به تیمارهای کودی تقریبا از روندی مشابه با افزایش ارتفاع تبعیت می‌کرد. بدین ترتیب که تیمار ترکیبی مایکوریزا و سودوموناس فلورسنت و پس از آن نیتروکسین و تیمار ترکیبی نیتروکسین، سودوموناس فلورسنت و

جدول ۵: یانگین ویژگیهای مورفولوژیک، عملکرد اندامهای هوایی و خصوصیات کیفی گیاه زوفا در سال دوم آزمایش تحت تاثیر کودهای بیولوژیک

تیمار	ارتفاع بوته (سانتیمتر)	قطر بوته (سانتیمتر)	وزن تر اندام هوایی (گرم بر متر مربع)	وزن خشک اندام هوایی (گرم بر متر مربع)	میزان اسانس (٪)	عملکرد اسانس (گرم بر متر مربع)
چین						
اول	۵۷/۴^{a}	۴۴/۶^{a}	۲۳۷۱/۶^{a}	۷۶۶/۶^{a}	۰/۶۰^{a}	۴/۵^{a}
دوم	۲۵/۹^{b}	۲۱/۷^{b}	۴۳۶/۲^{b}	۱۵۵/۹^{b}	۰/۵۰^{b}	۱/۳^{b}
کود						
نیتروکسین	۵۳/۴^{a}	۴۳/۱^{a}	۱۷۰۹/۶^{a}	۵۸۲/۵^{a}	۰/۷۵^{a}	۳/۹^{a}
سوپرنیتروپلاس	۲۹/۹^{c}	۲۲/۹^{c}	۱۴۵۲/۳^{ab}	۴۴۱/۹^{ab}	۰/۲۴^{b}	۲/۰^{a}
مایکوریزا	۲۸/۶^{c}	۲۱/۸^{c}	۱۰۳۵/۵^{ab}	۳۴۰/۹^{b}	۰/۳۴^{b}	۲/۳^{b}
سودوموناس فلورسنت	۲۸/۶^{c}	۲۳/۷^{c}	۱۳۹۱/۸^{ab}	۴۱۴/۵^{ab}	۰/۲۸^{b}	۲/۳^{b}
مایکوریزا ×سودوموناس فلورسنت	۵۲/۳^{a}	۴۳/۹^{a}	۱۷۰۰/۶^{a}	۵۶۲/۴^{a}	۰/۶۹^{a}	۳/۶^{a}
نیتروکسین× مایکوریزا× سودوموناس فلورسنت	۵۴/۵^{a}	۴۲/۳^{a}	۱۶۸۸/۶^{a}	۵۷۶/۴^{a}	۰/۷۳^{a}	۴/۱^{a}
شاهد	۴۴/۳^{b}	۳۴/۲^{b}	۸۴۸/۸^{b}	۳۰۹/۹^{b}	۰/۷۱^{a}	۲/۱^{b}

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی داری ندارند (P<۰/۰۵).

Archive of SID

www.SID.ir

مایکوریزا بیشترین قطر بوته را داشتند که اختلاف معنی داری با سایر تیمارها نشان دادند (جدول ۵).

بر اساس نتایج موجود در جدول ۵، تاثیر تیمارهای کودی بر وزن تر اندام‌های هوایی معنی دار بود (P≤ ۰/۰۵) بطوریکه ترکیب ازتوباکتر و آزوسپیریلوم (کود نیتروکسین) منجر به ۱۰۱/۴٪ افزایش در وزن تر اندام‌های هوایی نسبت به شاهد گردید. تیمار نیتروکسین و ترکیب مایکوریزا و سودوموناس فلورسنت و پس از آن ترکیب نیتروکسین، سودوموناس فلورسنت و مایکوریزا اختلاف معنی داری در رابطه با وزن تر نسبت به شاهد نشان دادند. روند پاسخ وزن خشک اندامهای هوایی به تیمارهای کودی تقریبا مشابه وزن تر بود (P≤ ۰/۰۵) نیتروکسین و پس از آن تیمار ترکیبی نیتروکسین، سودوموناس فلورسنت و مایکوریزا و همچنین ترکیب مایکوریزا و سودوموناس فلورسنت بیشترین وزن خشک را داشته و اختلاف معنی داری با کاربرد مایکوریزا به تنهایی و یا شاهد داشتند. کاربرد نیتروکسین منجر به افزایش وزن خشک اندامهای هوایی گیاه به میزان۸۷/۹٪ نسبت به شاهد گردید. نتایج تحقیق راتی و همکاران (۲۰) حاکی از آن است که ترکیب قارچ مایکوریزا با باکتریهای محرک رشد گیاه از جمله باسیلوس و آزوسپیریلوم منجر به افزایش بیوماس و میزان فسفر در گیاه دارویی علف لیمو (*Cymbopogon martinii*) گردید.

میزان و عملکرد اسانس نیز تحت تاثیر تیمارهای کودی قرار گرفت (P≤۰/۰۵). تیمار نیتروکسین و پس از آن مخلوط نیتروکسین، سودوموناس فلورسنت و مایکوریزا بیشترین میزان اسانس را داشتند در حالیکه بیشترین عملکرد اسانس در تیمار مخلوط نیتروکسین، سودوموناس فلورسنت و مایکوریزا و سپس نیتروکسین و ترکیب مایکوریزا و سودوموناس فلورسنت ملاحظه شد (جدول ۵). نتایج حاصل از مطالعه عبدالجلیل و همکاران (۱) حاکی از آنست که تیمار گیاهچه‌های گیاه دارویی پروانش با باکتری محرک رشد گیاه (*Pseudomonas fluorescens*) سبب افزایش عملکرد زیست توده و میزان آلکالوئید در گیاه در شرایط تنش آب گردید.

گزارش شده است که جمعیت مایکوریزا در سیستم ریشه ممکن است در حضور باکتری‌های حل کننده فسفات افزایش یابد (۱۹). شاید بتوان اینگونه نتیجه گرفت که قارچ مایکوریزایی که بطور طبیعی در محیط ریشه گیاه در خاک وجود دارد ممکن است کافی نباشد و نیاز باشد که با کاربرد مقادیر مناسب مایکوریزا در ترکیب با سایر ریز موجودات، در جهت بهبود رشد و عملکرد گیاه اقدام کرد.

اثر چین نیز بر ارتفاع و قطر بوته، وزن تر و خشک اندامهای هوایی، میزان و عملکرد اسانس در سال دوم معنی دار بود (P≤ ۰/۰۵) بطوریکه کلیه صفات اندازه گیری شده در چین اول مقادیر بیشتری نسبت به چین دوم دارا بودند (جدول ۵) و در مقایسه دو چین ملاحظه شد که در چین دوم ارتفاع و قطر بوته، وزن تر اندامهای هوایی، وزن خشک اندامهای هوایی، درصد اسانس و عملکرد اسانس به ترتیب ۵۴/۸٪، ۵۱/۳۴٪، ۸۱/۶۰٪، ۷۹/۶۶٪، ۱۹/۱۹٪ و ۷۰/۹۲٪ نسبت به چین اول کاهش یافتند. بنظر می‌رسد این امر گویای برتری نسبی چین اول می‌باشد و تفاوت میزان اسانس در چین‌های اول و دوم در طی سال دوم آزمایش، احتمالا نشان دهنده افزایش میزان اسانس تولیدی در شرایط نور،

جدول ۶: میانگین ویژگیهای مورفولوژیک، عملکرد اندامهای هوایی، درصد و عملکرد اسانس تحت تاثیر کودهای بیولوژیک در طی دو چین در سال دوم آزمایش

تیمار	ارتفاع بوته (سانتیمتر)		قطر بوته (سانتیمتر)		وزن تر اندام هوایی (گرم بر متر مربع)		وزن خشک اندام هوایی (گرم بر متر مربع)		میزان اسانس (٪)		عملکرد اسانس (گرم بر متر مربع)	
	چین اول	چین دوم	چین اول	چین دوم	چین اول	چین دوم	چین اول	چین دوم	چین اول	چین دوم	چین اول	چین دوم
نیتروکسین	۵۹/۸^{a}	۴۷/۱^{b}	۴۶/۹^{a}	۳۹/۳^{bcd}	۲۶۱۴/۲ ^{a}	۸۰۵/۱ ^{b}	۸۷۰/۶^{a}	۲۹۴/۵^{b}	۰/۶۱ ^{cde}	۰/۹^{a}	۵/۳^{ab}	۲/۶^{c}
سوپرنیتروپلاس	۵۹/۹^{a}	۰^{d}	۴۵/۹^{a}	۰^{e}	۲۹۰۴/۶ ^{a}	۰^{b}	۸۸۳/۹ ^{a}	۰^{c}	۰/۴۸^{e}	۰^{f}	۴/۱^{b}	۰^{d}
مایکوریزا	۵۷/۳^{a}	۰^{d}	۴۳/۶ ^{ab}	۰^{e}	۲۰۷۱/۱ ^{a}	۰^{b}	۶۸۱/۸^{a}	۰^{c}	۰/۶۸^{bcde}	۰^{f}	۴/۶ ^{b}	۰^{d}
سودوموناس فلورسنت	۵۷/۱^{a}	۰^{d}	۴۷/۳^{a}	۰^{e}	۲۷۸۳/۶^{a}	۰^{b}	۸۲۸/۹^{a}	۰^{c}	۰/۵۶^{cde}	۰^{f}	۴/۶ ^{b}	۰^{d}
مایکوریزا× سودوموناس فلورسنت	۵۸/۴^{a}	۴۶/۱^{b}	۴۷/۲^{a}	۴۰/۶ ^{bc}	۲۶۱۲/۸ ^{a}	۷۸۸/۴^{b}	۸۳۸/۲^{a}	۲۸۶/۵^{b}	۰/۵۶^{cde}	۰/۸۲ ^{ab}	۴/۷ ^{b}	۲/۴^{c}
نیتروکسین× مایکوریزا × سودوموناس فلورسنت	۵۹/۶^{a}	۴۹/۵^{b}	۴۶/۸^{a}	۳۷/۶^{cd}	۲۷۳۳/۶^{a}	۶۴۳/۷^{b}	۹۱۵/۰^{a}	۲۳۶/۸^{b}	۰/۷۱^{abcd}	۰/۷۵^{abc}	۶/۴^{a}	۱/۸^{c}
شاهد	۴۹/۸^{b}	۳۸/۹^{c}	۳۴/۲^{d}	۳۴/۳^{d}	۸۸۱/۷ ^{b}	۸۱۵/۹^{b}	۳۴۶/۷ ^{b}	۲۷۳/۲^{b}	۰/۵۴^{de}	۰/۸۸^{a}	۱/۹^{c}	۲/۴^{c}

در چین‌های اول و دوم هر صفت، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری اختلاف معنی داری ندارند (P<۰/۰۵).

Archive of SID

www.SID.ir

گرما و مواد غذایی فراهم شده در طی رشد گیاه در چین اول می‌باشد.

همان‌گونه که در جدول ۶ ملاحظه می‌شود، اثر متقابل چین در تیمار کودی، ویژگیهای مورفولوژیک، وزن تر و خشک، درصد و عملکرد اسانس را (سال دوم) تحت تاثیر قرار دادند ($P\leq ۰/۰۵$). بطوریکه در چین اول و با کاربرد کودهای بیولوژیک، ارتفاع و قطر بوته، وزن تر و خشک و عملکرد اسانس روندی افزایشی نشان دادند که تفاوت معنی داری با تیمار شاهد داشتند. در حالیکه درصد اسانس در چین دوم و در تیمار نیتروکسین بیشترین مقدار را دارا بود هرچند که اختلاف معنی داری با شاهد نداشت.

بطور کلی نتایج این تحقیق حاکی از آن است که کاربرد کودهای بیولوژیک حاوی ریز موجودات باکتریایی و یا قارچی، به تنهایی و یا در ترکیب با یکدیگر، در بهبود ویژگیهای رشدی و عملکرد گیاه دارویی زوفا، تاثیر مثبتی داشته است. با توجه به ضرورت تولید این قبیل گیاهان در نظام‌های زراعی از یکطرف و لزوم توجه به کشت این گیاهان در نظام‌های کم نهاده، بنظر می رسد کودهای بیولوژیک جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی در تولید این قبیل گیاهان باشند.

منابع

1- 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.

2- Cardoso, I.M., and T.W. Kuyper. 2006. Mycorrhizas and tropical soil fertility. Agriculture, Ecosystems and Environment. 116: 72–84.

3- 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. 11 pp.

4- Ebhin Masto, R., P.K. Chhonkar, D. Singh and A.K. Patra. 2006. Changes in soil biological and biochemical characteristics in a long-term field trial on a sub-tropical inceptisoil. Soil Biology and Biochemistry. 38: 1577–1582.

5- Jankovasky, M and T. Landa. 2002. Genus Hyssopus L. recent knowledge. Horticultural Science. 29: 119-123.

6- Joshee, N., S.R. Mentreddy and K. Yadav. 2007. Mycorrhizal fungi and growth and development of micropropagated *Scutellaria integrifolia* plants. Industrial Crops and Products. 25: 169–177.

7- Kader, M.A. 2002. Effects of Azotobacter inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. Journal of Biological Sciences. 2: 259-261.

8- Karthikeyan, B., C. Abdul Jaleel, G.M.A. Lakshmanan and M. Deiveekasundaram. 2007. Studies on rhizosphere microbial diversity of some commercially important medicinal plants. Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. In Press.

9- Kazazi, H., K. Rezaei, S.J. Ghotb-Sharif, Z. Emam-Djomeh and Y. Yamini. 2007. Supercriticial fluid extraction of flavors and fragrances from *Hyssopus officinalis* L. cultivated in Iran. Food Chemistry. 105: 805–811.

10- Lakshmanan, A., K. Govindarajan and K. Kumar. 2005. Effect of seed treatment with native diazotrophs on the seedling parameters of Senna and Ashwagandha. Crop Research. 30: 119–123.

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

12- Lynch, J.M. 2002. Resilience of the rhizosphere to anthropogenic disturbance. Biodegradation. 13: 21–27.

13- Mandal, A., A.K. Patra, D. Singh, A. Swarup and R. Ebhin Masto. 2007. Effect of long-term application of manure and fertilizer on biological and biochemical activities in soil during crop development stages. Bioresource Technology. 98: 3585–3592.

14- Mazzanti, G., G. Salvatore and L. Batinellil. 1998. Antimicrobial properties of the linalol – rich essential oil of *Hyssopus officinalis* var. *decumbens* (Lamiaceae). Flavour and Fragrance Journal. 13: 289-294.

15- Migahed, H.A., A.E. Ahmed and B.F. Abd El-Ghany. 2004. Effect of different bacterial strains as biofertilizer agents on growth, production and oil of *Apium graveolense* under Calcareous soil. Journal of Agricultural Sciences. 12: 511-525.

16- Pal, K.K., V.B.R. Tilak, A.K. Saxena, R. Dey and C.S. Singh. 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.

17- Panwar, J. and J.C. Tarafdar. 2006. Arbuscular mycorrhizal fungal dynamics under *Mitragyna parvifolia* (Roxb.)

Archive of SID

www.SID.ir

Korth. in Thar Desert. Applied Soil Ecology. 34: 200–208.
18- Patra, A.K., L. Abbadie, A. Clays-Josserand, V. Degrange, S.J. Grayston, P. Loiseau, F. Louault, S. Mahmood, S. Nazaret, L. Philippot, F. Poly, J.I. Prosser, A. Richaume and X. Le Roux. 2005. Effect of grazing on microbial functional groups involved in soil N dynamics. Ecological Monographs. 75: 65–80.
19- Rajendran, K. and P. Devaraj. 2004. Biomass and nutrient distribution and their return of *Casuarina equisetifolia* inoculated with biofertilizers in farm land. Biomass and Bioenergy. 26: 235-249.
20- Ratti, N., S. Kumar, H.N. Verma, and S.P. Gautams. 2001. Improvement in bioavailability of tricalcium phosphate to *Cymbopogon martini* var. motia by Rhizobacteria, AMF and Azospirillum inoculation. Microbiology Research. 156: 145-149.
21- Saglam, C., I. Atakisi, H. Turhan, S. Kaba, F. Arslanoglu and F. Onemli. 2004. Effect of propagation method, plant density and age on Lemon balm (*Melissa officinalis*) herb and oil yield. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 32: 419-423.
22- Sailo, G.L. and D.J. Bagyaraj. 2005. Influence of different AM-fungi on the growth, nutrition and forskolin content of *Coleus forskohlii*. Mycological Research. 109: 795-798.
23- Selosse, M.A., E. Baudoin and P. Vandenkoornhyse. 2004. Symbiotic microorganisms, a key for ecological success and protection of plants. Comptes Rendus Biologies. 327: 639–648.
24- Srivastava, N.K. and M. Basu. 1995. Occurrence of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in some medicinal plants. In: Mycorrhizae: Biofertilizers for the Future. Adholeya, A., Singh, S. (Eds.). Third National Conference on Mycorrhiza, TERI, Delhi, India, pp. 58–61.
25- Tilak, K.V.B.R., N. Ranganayaki, K.K. Pal, R. De, A. K. Saxena, C. Shekhar Nautiyal, Shilpi Mittal, A. K. Tripathi and B. N. Johri. 2005. Diversity of plant growth and soil health supporting bacteria. Current Science. 89: 136-150.
26- Venkateshwar Rao, G.C., C. Manoharachary, I.K. Kunwari and B.R. Rajeshwar Rao. 2000. Arbuscular mycorrhizal fungi associated with some economically important spices and aromatic plants. Philippine Journal of Science. 129: 1–5.
27- Vessey, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. Plant Soil. 255: 571-586.
28- Vital, W.M., N.T. Teixeira, R. Shigihara and A.F.M. Dias. 2002. Organic manuring with pig biosolids with applications of foliar biofertilizers in the cultivation of Thyme (*Thymus vulgaris* L.). Ecossistema. 27: 69-70.
29- Wu, S.C., Z.H. Caob, Z.G. Lib, K.C. Cheunga and M.H. Wong. 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. Geoderma. 125: 155–166.
30- Young, C.C., W.A. Lai, F.T. Shen, W.S. Huang and A.B. Arun. 2004. Characterization of multifunctional biofertilizer from Taiwan and biosafety considerations. International Symposium on Future Development of Agricultural Biotechnology Park. pp. 373-388.
31- Youssef, A.A., A.E. Edris and A.M. Gomaa. 2004. A comparative study between some plant growth regulators and certain growth hormones producing microorganisms on growth and essential oil composition of *Salvia officinalis* L. Plant Annals of Agricultural Science. 49: 299-311.
32- Zhao, J., T. Lawrence, C. Davis and R. Verpoorte. 2005. Elicitor signal transduction leading to production of plant secondary metabolites. Biotechnology Advances. 23: 283–333.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of Hyssop *(Hyssopus officinalis)*

A. Koocheki, L. Tabrizi, R. Ghorbani [1]

Abstract

An experiment was conducted under field condition to evaluate the effects of pure or combinations of biofertilizers on agronomic and quality criteria of Hyssop (*Hyssopus officinalis*), a medicinal and aromatic plant from Lamiaceae family at Research Station of Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, during years of 2006 and 2007. A complete randomized block design with three replications was used. Fertilizers containing *Azospirillum*/*Azotobacter* (Nitroxin), *Azospirillum/ Bacillus subtilis/ Pseudomonas fluorescens* (Super Nitro Plus), *Glomus intraradices* (Mycorrhizal inoculant), *Pseudomonas fluorescens, Glomus intraradices / Pseudomonas fluorescens, Azospirillum/ Azotobacter/ Glomus intraradices / Pseudomonas fluorescens* and control. Results indicated that in general, application of biofertilizers enhanced yield and other plant criteria in this plant. Plant performanced better with application of Super Nitro Plus and a mixture of *Glomus intraradices* and *Pseudomonas fluorescens* in terms of most plant criteria. However, in the second year plants performed better in response to biofertilizers and this is due to the nature of plant with regard to prenniality.

Keywords: Medicinal plants, fertility, quantitative criteria, essential oil

Archive of SID

1- Contribution from College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad.

www.SID.ir