نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۳، شماره ۲ ، تابستان ۱۳۹۴، ص. ۳۹۸-۳۹۱

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 13, No. 2, Summer. 2015, p. 391-398

اثر کاربرد کودهای زیستی، شیمیایی و آلی بر برخی ویژگی‌های رشدی و عملکرد ماشک‌گل خوشه‌ای

رضا کمائی[۱]- مهدی پارسا[۲*]- محسن جهان[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۰۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۲۶

چکیده

به‌منظور بررسی واکنش برخی از ویژگی‌های رشدی و عملکرد، ماشک گل‌خوشه‌ای نسبت به استفاده از کودهای زیستی، شیمیایی و آلی، آزمایشی به‌صورت طرح بلوک کامل تصادفی و در سه تکرار در سال ۱۳۹۲ و در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل ۳ نوع کود بیولوژیک و تلفیق آن‌ها با یکدیگر و ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی به شرح زیر بود: ۱- قارچ میکوریزا آربسکولار گونه *Glomus moseae* + ورمی‌کمپوست، ۲- قارچ میکوریزا + نیتروکسین (حاوی باکتری‌های *Azospirillum sp.* و *Azotobacter sp.*)، ۳- قارچ میکوریزا + ریزوبیوم (*Rhizobium sp.*)، ۴- قارچ میکوریزا + کود شیمیایی NPK، ۵- قارچ میکوریزا *Glomus moseae* و ۶- شاهد. نتایج نشان داد که هرچند تیمارها اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته نداشتند اما بر صفات و ویژگی‌های درصد کلونیزاسیون طول ریشه، تعداد گره ریشه، وزن خشک ریشه، عملکرد تر، عملکرد خشک و میزان پروتئین دارای اثر معنی‌داری بود. نتایج نشان داد که بیشترین درصد کلونیزاسیون طول ریشه (۷۶ درصد)، تعداد گره ریشه ماشک (۲۰ عدد)، وزن خشک ریشه (۹۴/ گرم)، عملکرد تر (۱۸۹۴/۵ گرم در متر مربع)، عملکرد خشک (۴۷۳/۶۳ گرم در متر مربع) و میزان پروتئین (۲۷/۳۳ درصد) در تیمار تلفیقی میکوریزا و ریزوبیوم حاصل شد. با توجه به نتایج آزمایش، بهترین تیمار کودی برای ماشک گل‌خوشه‌ای مخلوط قارچ میکوریزا و کود زیستی ریزوبیوم پیشنهاد می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: درصد کلونیزاسیون طول ریشه، میکوریزا، نیتروکسین، ورمی‌کمپوست

مقدمه

استفاده از منابع بیولوژیک در کشاورزی دارای قدمت بسیار زیادی است و در گذشته نه چندان دور تمام مواد غذایی مورد مصرف انسان با استفاده از چنین منابع ارزشمندی تولید می‌شدند. استفاده بهینه از منابع بیولوژیک نه تنها دارای اثرات مثبتی بر خصوصیات خاک می‌باشد بلکه جنبه‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی نیز مفید بوده و می‌تواند جایگزین مناسبی برای نهاده‌های شیمیایی باشد (۱۱). بنابراین استفاده از کودهای زیستی و انتخاب بهترین گونه میکروارگانیسم که بیشترین سازگاری و کارایی را نسبت به اقلیم منطقه داشته باشد می‌تواند در پایداری سیستم کشاورزی مفید واقع شود.

قارچ‌های میکوریزا از عوامل ضروری در سیستم پایدار خاک گیاه محسوب می‌شوند (۲۲) که با ریشهٔ بیش از ۹۷ درصد گیاهان همزیستی دارند (۲۲). قدمت قارچ‌های میکوریزا در اکوسیستم خشکی به بیش از ۴۶۰ میلیون سال می‌رسد (۲۱). اهمیت میکوریزا در کشاورزی بر پایهٔ نقش ویژهٔ آن به‌عنوان حلقهٔ ارتباطی بین خاک و گیاه استوار است. قارچ‌های میکوریزا به‌دلیل افزایش مؤثر سطح جذب ریشه از طریق ایجاد هیف، سبب افزایش جذب آب و مواد غذایی به‌وسیلهٔ گیاهان می‌شوند. تخمین زده می‌شود که حدود ۸۰ درصد جذب فسفر توسط گیاه به‌وسیله قارچ‌های میکوریزا صورت می‌گیرد (۱۷) همچنین، این قارچ سبب بهبود جذب نیتروژن، پتاسیم، منیزیم، مس و روی در خاک‌های فقیر می‌شود (۲۲). مزیت قارچ میکوریزا افزایش منطقهٔ تخلیه عناصر غذایی به‌وسیله ریشه‌های میکوریزایی نسبت به گیاهان غیر میکوریزایی می‌باشد (۲۲).

در سال‌های اخیر به‌دلیل توانایی‌های ذاتی با ارزشی که در بسیاری از موجودات زنده خاک شناسایی شده، این موجودات میکروسکوپی مفید در کانون توجه محققین مختلف قرار گرفته‌اند. ریزوبیوم‌ها به‌دلیل توان بی‌مانند خود در برقراری همزیستی با گیاهان خانواده لگومینوز و

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت و اصلاح نباتات و دانشیاران گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: parsa@um.ac.ir)

ایجاد سیستم‌هایی بسیار توانمند در تثبیت نیتروژن مولکولی، قادر به تأمین بخش قابل توجهی از نیاز نیتروژنی اکوسیستم‌های زراعی در سطح جهانی می‌باشند. ازجمله فعالیت‌های مفید این باکتری‌ها، می‌توان به تولید هورمون‌های محرک رشد گیاه به‌ویژه اکسین‌ها (IAA[1] و ترکیبات مشابه آن) توسط سویه‌های مختلف ریزوبیومی اشاره داشت (۲۴). به‌علاوه براساس گزارش آنتون و همکاران (۷) تولید سیدروفورها توسط ریزوبیوم‌ها در شرایط کمبود آهن قابل جذب، علاوه بر کنترل برخی از بیماری‌های ریشه، می‌توانند در رفع کمبود آهن بعضی از گیاهان نیز مؤثر واقع شوند (۹).

کود نیتروکسین حاوی باکتری‌های همیار آزادزی ازجمله آزوسپیریلوم (*Azospirillum sp.*) و ازتوباکتر (*Azotobacter sp.*) می‌باشد که علاوه بر تثبیت ازت اتمسفری در محیط ریشه گیاه، توانایی ساخت و ترشح مقداری مواد بیولوژیکی فعال مانند ویتامین‌های B، اسید نیکوتینیک، اسید پنتوتنیک، اکسین‌ها و جبیرلین‌ها را دارند که باعث بهبود رشد ریشه و در نتیجه افزایش سرعت جذب آب و عناصر غذایی و در نهایت افزایش عملکرد می‌گردند (۱۵).

ورمی‌کمپوست حاصل یک فرآیند نیمه‌هوازی است که طی تجزیه مشترک مواد آلی توسط کرم زباله یا کرم خاکی و میکروارگانیسم‌های خاکزی تولید می‌شود (۲). کرم‌های خاکی با تکه‌تکه کردن مواد زاید، فعالیت میکروبی و تجزیه مواد آلی را افزایش می‌دهند. بنابراین روی آن قسمت از مواد آلی که اکسایش یافته و تثبیت شده، سبب پدیده هوموسی شدن می‌شوند. در نتیجه این عمل مواد آلی دفعی از روده کرم، با مواد اولیه خود بسیار متفاوت است (۱۸). گلن و همکاران (۱۳) بیان داشتند که استفاده از ورمی‌کمپوست یک راه جدید و مناسب برای تأمین نیاز غذایی گیاه می‌باشد که علاوه بر آن کیفیت خاک را هم بهبود می‌بخشد. از طرفی ورمی‌کمپوست باعث بهبود ساختمان فیزیکی خاک و بهبود رشد ریشه گیاه می‌شود (۱۰).

ماشک گل‌خوشه‌ای یا قره‌ماش (*Vicia villosa*) جزء گیاهان علوفه‌ای تیره گیاهان پروانه‌آسا می‌باشد. ماشک‌های گل‌خوشه‌ای به جنس *Vicia* تعلق داشته و از قدیم الایام تا به‌حال انواع گونه‌های آن به طریق مختلف کشت و کار می‌گردد. قریب ۱۵۰ گونه از این گیاهان را تا به حال شناسایی کرده‌اند که بیشتر آن‌ها متعلق به نواحی مدیترانه‌ای می‌باشند.

امروزه توجه از روابط متقابل گیاه- میکروب به سمت روابط متقابل گیاه- میکروب – میکروب معطوف شده است (۶). تلاش‌هایی به‌منظور تشخیص فعالیت‌های میکروبی در جوامع دو یا سه عضوی از میکروارگانیسم‌ها و همینطور به‌منظور شناسایی مکانیسم این روابط صورت پذیرفته است. چنین روابط تغذیه‌ای دارای اهمیت اکولوژیکی‌اند و در کشاورزی نیز کاربردی مهم دارند (۶). لذا هدف از اجرای این آزمایش بررسی عملکرد گیاه ماشک گل خوشه‌ای تحت تأثیر کودهای زیستی، آلی و شیمیایی بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و در سه تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال ۱۳۹۲ اجرا شد. نتایج حاصل از تجزیه فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

بذر ماشک گل خوشه‌ای رقم *Vicia villosa* از مرکز تحقیقات کشاورزی طرق تهیه و استفاده شد. ابعاد کرت‌های آزمایشی ۶۰×۱۵۰سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کشت به‌صورت ردیفی انجام و بذور با فاصله بین ردیف ۲۰ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر کاشته شد. کشت مستقیماً در خاک (و نَه گلدان) انجام شد و به این منظور یکی از واحدهای گلخانه به‌طور کامل که فاقد کف بتنی بود به این آزمایش اختصاص یافت. تیمارهای مورد مطالعه شامل: ۱- قارچ میکوریزا آربسکولار گونه *Glomus moseae* + ورمی‌کمپوست، ۲- قارچ میکوریزا + نیتروکسین (دارای باکتری‌های *Azospirillum sp.* و *Azotobacter sp.*)، ۳- قارچ میکوریزا + ریزوبیوم (*Rhizobium sp.*)، ۴- قارچ میکوریزا + کود شیمیایی NPK (۲۰-۲۰-۲۰)، ۵- قارچ میکوریزا و ۶- شاهد بود. عملیات مخلوط کردن تیمارهای قارچ میکوریزا، ورمی‌کمپوست (نیتروژن به میزان ۱/۱ درصد، فسفر ۱/۲، پتاسیم ۰/۹ درصد) و کود شیمیایی با خاک قبل از کاشت انجام و مواد مذکور به‌طور کامل تا عمق ۳۰ سانتی‌متری با خاک مخلوط شدند. کود نیتروکسین از شرکت تجاری فناوری زیستی مهرآسیا تهیه گردید. این کود حاوی مجموعه‌ای از باکتری‌های تثبیت‌کننده ازت از جنس *آزوسپریلوم* و *ازتوباکتر* بوده و در هر میلی‌لیتر آن تعداد ۱۰۸ سلول زنده وجود داشت. تلقیح بذور با این کود قبل از کاشت و در شرایط سایه انجام گرفت. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت انجام و به‌منظور بهبود سبز شدن گیاهچه‌ها، آبیاری بعد به فاصله ۴ روز انجام شد و آبیاری‌های بعدی در فواصل منظم ۱۰ روزه اعمال گردید. پس از استقرار گیاه و رسیدن ارتفاع بوته‌ها به ۱۰ سانتی‌متری گیاهان تنک شدند. عملیات وجین علف‌های هرز پنج مرتبه در طول دوره رشد (از سبز شدن تا مرحله تنک یک مرحله، تا اوایل مرحله زایشی دو مرتبه، مرحله زایشی ۱ مرتبه) و در مواقع نیاز انجام شد. در طول دوره رشد، ارتفاع گیاه و پس از برداشت، عملکرد اندازه‌گیری شد. بر این اساس زمان حداکثر رشد رویشی و همزمان با گلدهی برداشت و توزین گردیدند.

1- Indole-3-acetic acid

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

بافت خاک	نیتروژن قابل دسترس (ppm)	فسفر (ppm)	پتاسیم (ppm)	PH	EC ($Ds\ m^{-1}$)	OC (٪)	OM (٪)
Sandy loam	۶۵/۴	۶۶/۷	۳۵۶	۷/۹۲	۷/۸۶	۱/۳۲	۲/۲۸

تعیین درصد کلونیزاسیون طول ریشه مستلزم رنگ‌آمیزی ریشه‌های فیکس شده و سپس مشاهده و اندازه‌گیری آن قسمت از طول ریشه‌ها که توسط اندام‌های قارچی آلوده شده‌اند، می‌باشد که به این منظور برای رنگ‌آمیزی از روش کورمانیک و مک‌گرا (۱۶) و برای تعیین کلونیزاسیون ریشه از روش جی یووانتی و موسه (۱۲) موسوم به روش گریدلاین اینترسکت (۲۰) استفاده شد. تجزیه واریانس و تحلیل داده‌های آزمایشی و رسم شکل‌های مربوط به آنها، توسط نرم‌افزار MS-Excel Ver.11 و SAS صورت گرفت. برای مقایسه میانگین تیمارها نیز از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از آزمایش نشان‌دهنده اثر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی بر درصد کلونیزاسیون طول ریشه، تعداد گره ریشه ماشک، وزن خشک ریشه، عملکرد علوفه تر، عملکرد علوفه خشک و میزان پروتئین بود (جدول ۲).

درصد کلونیزاسیون طول ریشه: اثر تیمارهای آزمایشی بر درصد کلونیزاسیون طول ریشه معنی‌دار بود (جدول ۲). همچنین، میزان کلونیزاسیون ریشه در تیمار تلقیح دوگانه کود زیستی ریزوبیوم و میکوریزا به نسبت ۵۶/۵۷ درصد بیشتر از شاهد شد (شکل ۱). همچنین، کلیه تیمارها با شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند. کلونیزاسیون بیشتر در اثر تیمار تلقیح دوگانه را می‌توان به برهمکنش مثبت میکوریزا و باکتری‌های آزادزی تثبیت‌کننده نیتروزن نسبت داد (شکل ۱).

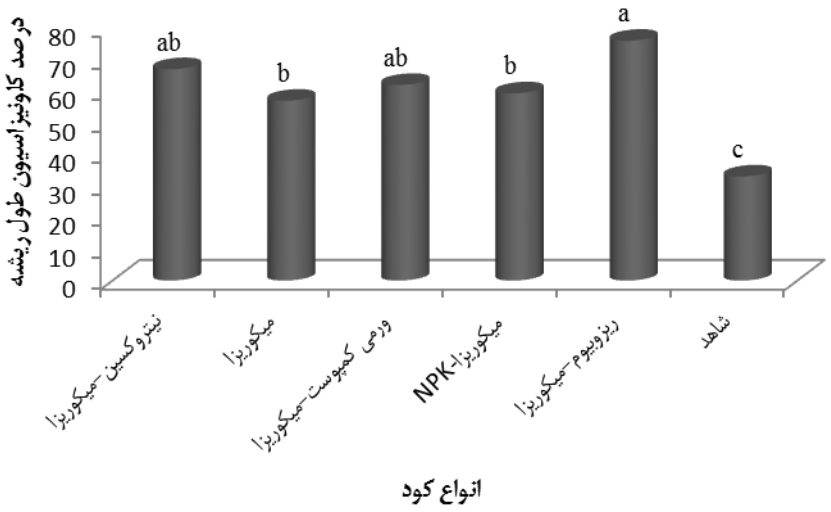
تعداد گره ریشه: نتایج تجزیه واریانس برای صفت تعداد گره‌های تثبیت‌کننده نیتروژن حکایت از آن دارد که بین تیمارها در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۲). بیشترین تعداد گره تثبیت‌کننده (۲۰) مربوط به تیمار تلفیقی میکوریزا و ریزوبیوم بود و کمترین تعداد گره (۷/۶) نیز مربوط به شاهد بود (شکل ۲).

وزن خشک ریشه: شکل ۳ تغییرات وزن مخصوص ریشه ماشک گل‌خوشه‌ای (گرم ریشه در ۲۵ سانتی‌متر مکعب خاک) در اثر کاربرد انواع کود و تلقیح با میکروارگانیسم‌ها را نشان می‌دهد. اثر تلقیح انواع میکروارگانیسم بر وزن مخصوص ریشه ماشک معنی‌دار بود. بیشترین وزن مخصوص ریشه (۰/۹۴ گرم در ۲۵ سانتی‌متر مکعب خاک) در تلقیح دوگانه کود زیستی ریزوبیوم و میکوریزا و کمترین آن در تیمار شاهد (۰/۳۷ گرم در ۲۵ سانتی‌متر مکعب خاک) مشاهده شد (شکل ۳). به‌نظر می‌رسد حضور باکتری‌های دیازوتروف، از طریق تولید هورمون‌های گیاهی باعث افزایش رشد گیاه و اختصاص کربن بیشتر به ریشه می‌شود، که عامل اخیر می‌تواند سبب افزایش وزن ریشه شود.

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خصوصیات رشدی، عملکرد گیاه ماشک گل خوشه‌ای تحت تأثیر کودهای مختلف

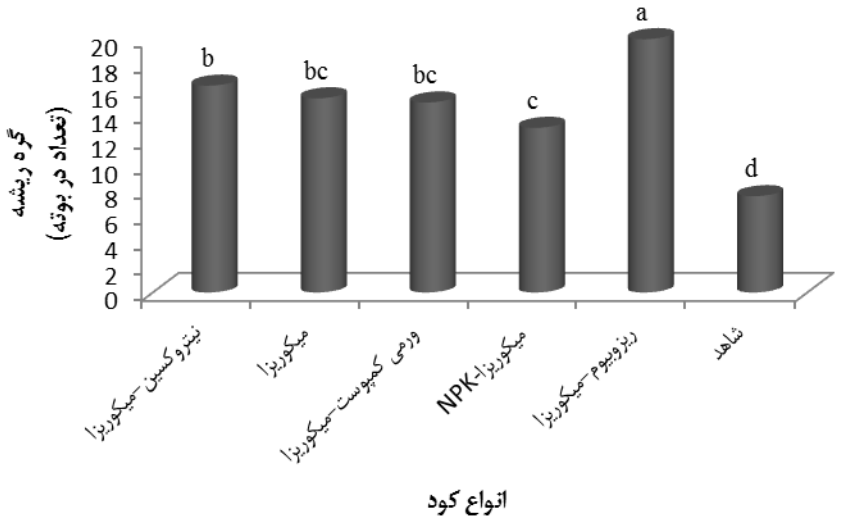
		میانگین مربعات						
منابع تغییر	درجه آزادی	درصد کلونیزاسیون طول ریشه	تعداد گره ریشه ماشک	وزن خشک ریشه	عملکرد تر	عملکرد خشک	میزان پروتئین	ارتفاع بوته
بلوک	۲	۱۵/۳۸۸^{ns}	۱۰/۸۸۸*	۰/۰۰۹^{ns}	۱۰۷۴۵/۹۰۴^{ns}	۳۳۵/۸۰۹^{ns}	۴۰/۰۳۶^{ns}	۹/۵۹۷^{ns}
تیمار	۵	۶۲۵/۲۵۵**	۵۰/۰۸۸**	۰/۱۰۲**	۲۰۱۸۳۶/۵**	۱۲۶۱۴/۷**	۸۵۶/۷۲۱**	۱۹۰/۶۸^{ns}
خطا	۱۰	۶۵/۱۸۸	۲/۰۲۲	۰/۰۰۶	۱۷۷۴۳/۶۳۶	۱۱۰۸/۹۷	۱۲۶/۲۵۱	۶۷/۲۹۷
CV		۱۳/۶۷	۹/۷۶	۱۱/۲۳	۷/۱۳	۷/۹۵	۴/۷۲	۱۱/۵

ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار،** و * به‌ترتیب وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ و ۵٪



شکل ۱- تغییرات درصد کلونیزاسیون طول ریشه ماشک گل‌خوشه‌ای تحت تأثیر کاربرد کودهای مختلف

(وجود حداقل یک حرف مشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است)



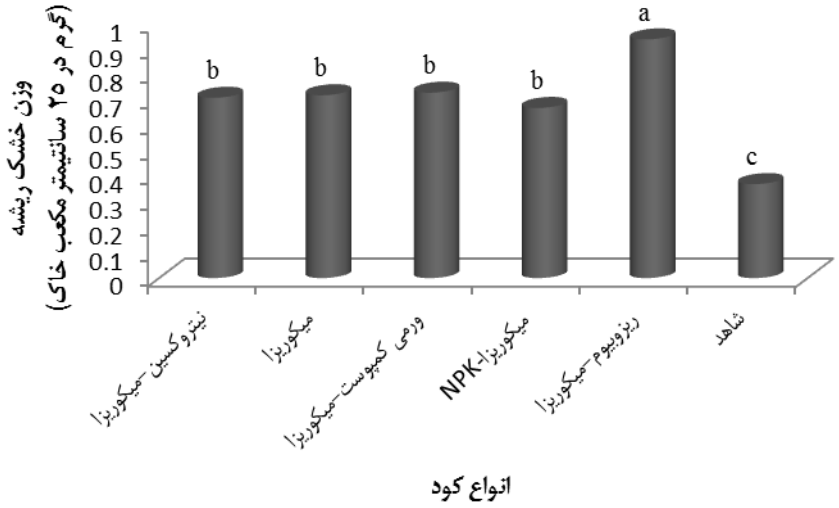
شکل ۲- تغییرات تعداد گره ریشه ماشک گل‌خوشه‌ای تحت تأثیر کودهای مختلف

(وجود حداقل یک حرف مشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است)

عیدی زاده و همکاران (۵) بیان داشتند که حضورکودهای زیستی باعث بهبود خصوصیات خاک نظیر محتوای ماده آلی و افزایش دسترسی عناصر نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عناصر ریزمغذی می‌شود و در حضور مقادیر مناسبی از کودهای شیمیایی این اثرات تشدید می‌شود. همچنین مشاهده شده است که تلقیح با میکوریزا باعث تغییرات وسیع شاخص‌های مورفولوژیکی ریشه به‌ویژه افزایش ریشه‌های جانبی می‌شود (۸).

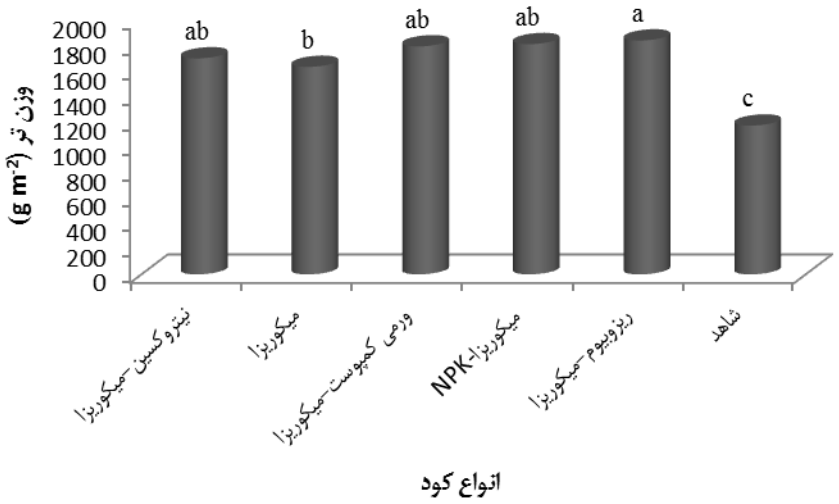
عملکرد تر: در شکل ۴ اثر کاربرد کودهای زیستی، شیمیایی و آلی بر عملکرد علوفه تر را نشان می‌دهد که در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است. عملکرد علوفه تر در تیمار تلفیقی ریزوبیوم و میکوریزا به نسبت ۳۶/۳۷ درصد نسبت به شاهد بیشتر است.

نتایج تحقیقات گذشته تأییدکننده این موضوع است که کاربرد تلفیقی میکوریزا و ریزوبیوم در مقایسه با کاربرد منفرد هر یک از آنها باعث بهبود ویژگی‌های رشدی گیاه باقلا (*Vicia faba*)، نخود فرنگی (*Pisum sativum*) و ماش (*Vigna radiata*) گردید (۱۴، ۲۳ و ۲۶). به‌نظر می‌رسد برهمکنش مثبت میکوریزا و باکتری‌های آزادزی تثبیت‌کننده نیتروژن باعث بهبود ویژگی‌های رشدی این گیاهان شده است.



شکل ۳- تغییرات وزن خشک ریشه ماشک گل‌خوشه‌ای تحت تأثیر کودهای مختلف

(وجود حداقل یک حرف مشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است)

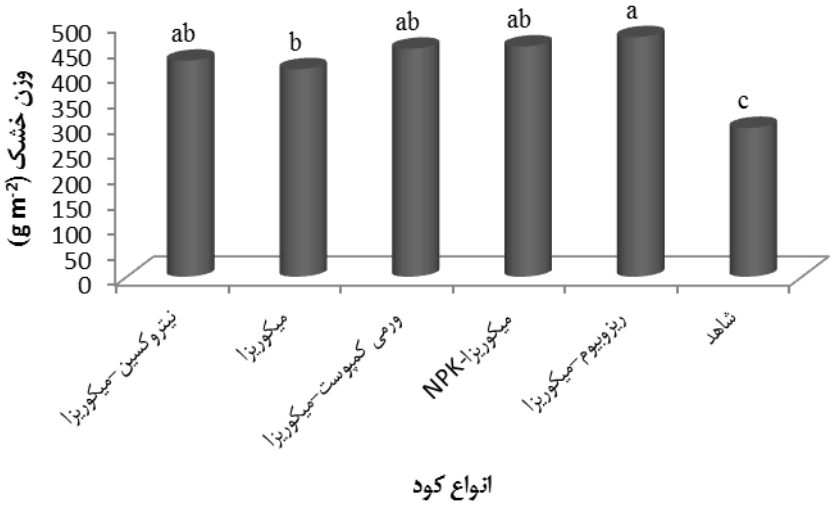


شکل ٤- تغییرات عملکرد علوفه تر ماشک گل‌خوشه‌ای تحت تأثیر کودهای مختلف

(وجود حداقل یک حرف مشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است)

عملکـرد خشـک: شـکل ۵ عملکـرد علوفـه خشـک ماشـک گل‌خوشه‌ای در اثر کاربرد انواع میکروارگانیسم و کود را نشان می‌دهد. اثر کاربرد انواع میکروارگانیسم و کود بر عملکرد علوفه خشک ماشک گل‌خوشه‌ای معنی‌دار بود. در این آزمایش، تلقیح دوگانه کـود زیسـتی ریزوبیوم و میکوریزا به نسبت ۳۷/۸۹ درصد شـاهد افـزایش عملکـرد داشت.

گزارش شده است تلقیح میکوریزا و *سـینورایزوبیوم* و تلفیـق آنهـا باعث افزایش وزن خشک اندام هوایی نسبت به شـاهد شـد. بـاکتری *سینورایزوبیوم* با افزایش تثبیت بیولوژیکی نیتروژن و میکوریزا با جذب بالاتر فسفر قابل دسترس باعث رشد رویشی بیشتر در گیـاه شـده و از طرف دیگر با توجه به اثرات مثبتی که بین دو عنصر وجود دارد باعـث بهبود وزن خشک اندام هوایی شده است (۳).



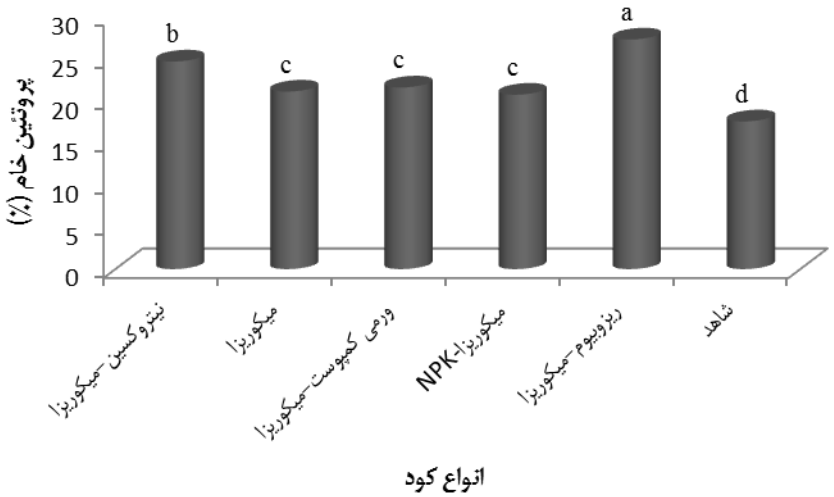
شکل ۵- تغییرات عملکرد علوفه خشک ماشک گل‌خوشه‌ای تحت تأثیر کودهای مختلف

(وجود حداقل یک حرف مشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است)

میزان پروتئین: شکل ۶ میزان پروتئین در اثر کاربرد انواع میکروارگانیسم و کود را نشان می‌دهد. اثر کاربرد انواع میکروارگانیسم و کود بر میزان پروتئین ماشک گل‌خوشه‌ای معنی‌دار بود. در این آزمایش، تلقیح دوگانه کود زیستی ریزوبیوم و میکوریزا بیشترین میزان پروتئین (۲۷/۳۳ درصد) را باعث شد و کمترین مقدار پروتئین را تیمار شاهد (۱۷/۵۸ درصد) داشت.

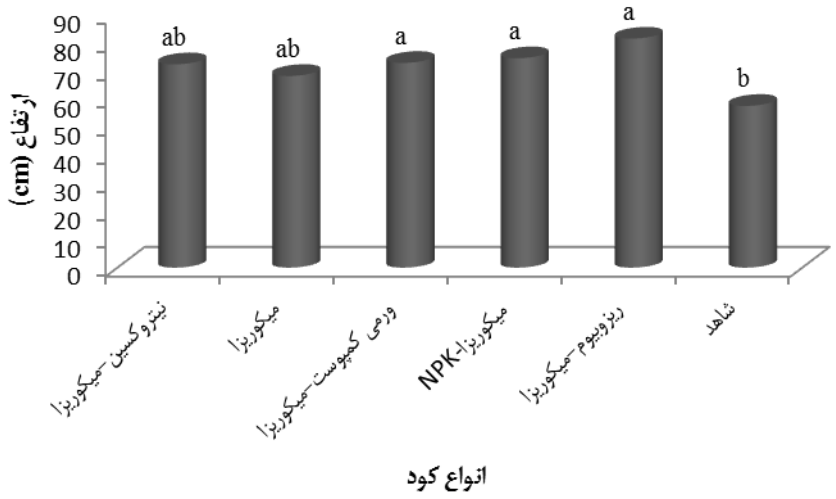
می‌توان گفت که تثبیت نیتروژن توسط باکتری ریزوبیوم و باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم و نیز آزادسازی ترکیبات نیتروژنه از ورمی‌کمپوست در طول فصل رشد باعث افزایش قابل توجه میزان پروتئین در این تیمارها نسبت به تیمار شاهد شده است (۴).

ارتفاع: بررسی ارتفاع بوته در پاسخ به تیمارهای مختلف در انتهای فصل رشد نشان داد که ارتفاع بوته ماشک گل‌خوشه‌ای در هیچکدام از تیمارها معنی‌دار نیست. بیشترین و کمترین ارتفاع بوته به‌ترتیب تحت تأثیر تیمار تلفیقی میکوریزا و ریزوبیوم با ۸۱/۶۶ و شاهد با ۵۷/۶۶ سانتی‌متر به‌دست آمد (شکل ۷).



شکل ٦- تغییرات میزان پروتئین ماشک گل‌خوشه‌ای تحت تأثیر کودهای مختلف

(وجود حداقل یک حرف مشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است)



شکل ۷- تغییرات ارتفاع ماشک گل‌خوشه‌ای تحت تأثیر کودهای مختلف

(وجود حداقل یک حرف مشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد است)

مرادی و همکاران (۳۲) افزایش ارتفاع بوته نخود (*Cicer arietinum*) را در اثر تلقیح با میکوریزا گزارش کردند. ویدادا و همکاران (۲۵) نیز بیان داشتند که گیاه سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) تلقیح شده با میکوریزا نسبت به شاهد دارای ارتفاع بیشتری بود.

نتیجه‌گیری

این تحقیق تأثیر مثبت استفاده از کودهای زیستی و آلی را روی ویژگی‌های رشدی، عملکرد گیاه علوفه‌ای ماشک گل‌خوشه‌ای نشان داد و در این بین استفاده تلفیقی از میکوریزا و ریزوبیوم بیشترین تأثیر را در افزایش ویژگی‌های فوق داشت. می‌توان گفت هر وقت همراه کود میکوریزا منبعی از نیتروژن وجود داشت این کود عملکرد بهتری از خود نشان داد. بدون تردید کاربرد کودهای بیولوژیک و آلی به‌خصوص در خاک‌های فقیر از عناصر غذایی، علاوه بر اثرات مثبتی که بر کلیه خصوصیات خاک و حفظ کیفیت خاک و افزایش مواد آلی خاک نسبت به کاربرد کودهای معدنی دارد، از جنبه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی نیز مفید بوده و می‌تواند جایگزینی مناسب و مطلوب برای کودهای شیمیایی در بلندمدت باشد. از آنجا که عدم مصرف نهاده‌های شیمیایی در تولید گیاهان زراعی، شرط اصلی سالم و طبیعی بودن آنها است، لذا پاسخ مثبت این گیاه سورگوم دانه‌ای و ماشک گل‌خوشه‌ای نسبت به کودهای بیولوژیک می‌تواند نوید بخش امکان تولید پایدار این گیاهان زراعی ارزشمند باشد.

منابع

۱- جهان، م. ۱۳۸۷. بررسی جنبه‌های اگرواکولوژیکی همزیستی ذرت با قارچ میکوریزا و باکتری‌های آزادزی تثبیت‌کننده نیتروژن در نظام‌های زراعی رایج و اکولوژیک. پایان نامه دکتری زراعت (اکولوژی)، دانشکده کشاورزی. دانشگاه فردوسی مشهد.

۲- حق پرست تنها، م .۱۳۷۲ .خاکزیان و خاک های زراعی. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت. ص ۹۸-۸۳.

۳- رجب زاده مطلق، ف.، ع. محمدی، و ح. ر. اصغری. ۱۳۹۱. بررسی تلقیح مضاعف قارچ میکوریزا و باکتری سینورایزوبیوم و کاربرد کود نیتروژن بر رشد و تولید یونجه یکساله. مجله علمی پژوهشی مرتع ۶ (۳): ۲۲۷-۲۱۶.

۴- سعیدنژاد، ا. ح.، پ. رضوانی مقدم، ح. ر. خزاعی.، و م. نصیری محلاتی. ۱۳۹۰. بررسی اثر کاربرد مواد آلی، کودهای بیولوژیک و کود شیمیایی بر قابلیت هضم و میزان پروتئین سورگوم علوفه‌ای رقم اسپیدفید. مجله پژوهشهای زراعی ایران ۹(۴): ۶۳۰-۶۲۳.

۵- عیدی‌زاده، خ.، مهدوی دامغانی، ع.، صباحی، ح. و صوفی‌زاده، س. ۱۳۸۹. اثر کاربرد کودهای بیولوژیک در ترکیب با کود شیمیایی بر رشد ذرت (*Zea mays* L.) در شوشتر. نشریه بوم شناسی کشاورزی ۲(۲): ۳۰۱-۲۹۳.

۶- لکزیان ا. ۱۳۸۹. فعالیت‌های میکروبی در ریزوسفر. (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۳۸۲ صفحه.

7- Antoun, H., C. J. Beauchamp, N, Goussard, R. Chabot, and R, Lalande. 1998. Potential of Rhizobium and Bradyrhizobium species as plant growth promoting rhizobacteria on non-legumes: Effect on radish (*Raphanus sativus* L.). Plant and Soil 204: 57-67.
8- Berta, G., A, Fusconi, and J. E. Hooker. 2002. In: S. Gianinazzi, H. Schuepp, J. M. Barea and K. Haselwandter (Eds). Arbuscular mycorrhizal modifications to plant root systems: scale, mechanisms and consequences. Mycorrhiza Technology in Agriculture, from Genes to Bioproducts. Basel, Switzerland, Birkhauser Verlag p. 71-85.
9- Calderón, F. J., G. W. McCarty, J. A. S. Van Kessel, and J. B. Reeves. 2004. Carbon and Nitrogen Dynamics during Incubation of Manured Soil. Published in Soil Sci. Soc. Am. J. 68:1592-1599
10- Dash, M. C., and U. C. Petra.1979. Wormcast production and nitrogen contribution to soil by a tropical earthworm population from a grassland site in Orissa India Revue d'écologie et de biologie du sol. 16: 79-83.
11- Dodd, J. 2000. The role of arbuscular mycorrhizal fungi in agro-natural ecosystems. Outlook on Agriculture 29 (1): 63-70.
12- Giovannetti, M., and B., Mosse. 1980. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. New Phytologist 84: 489-500.
13- Kormanik, P. P., and A. C. McGraw. 1982. Quantification of vesicular-arbuscular mycorrhizae in plant roots.
14- Glenn, R. D., B. C. Mallesh, B. Kubra, and D. J. Bagyaraj. 1992. Influence of vermicompost application on the available macronutrients and selected microbial populations in a paddy field. Soil Biology and Biochemistry 24: 1317-1320.
15- Jia, Y., V. M. Gray, and C. J. Straker. 2004. The influence of rhizobium and arbuscular mycorrhizal fungi on nitrogen and phosphorus accumulation by *Vicia faba*. Annals of Botany 94: 251-258.
16- Kader, M. A., M. H. Mian, and M. S. Hoque. 2002. Effects of Azotobacter inoculant on the yield and nitrogen uptake by wheat. Journal of Biological Sciences 2 (4): 259-261.
17- Kormanik, P. P., and A. C. McGraw. 1982. Quantification of vesicular-arbuscular mycorrhizae in plant roots.
18- Marschner, H., and B. Dell. 1994. Nutrient uptake in mycorrhizal symbiosis. Plant Soil 159: 89-102.
19- Martin, J. P., J. H Black, and R. M. Hawthorne. 1997. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of green house tomatoes. Bioresource Technology 75: 175-180.
20- Moradi, S., H. Besharati, V. Feizi Asl, H. Nadian, E. Karimi, and A. Golchin. 2009. Effect of different levels of humidity, mycorrhiza and Rhizobium in germination, flowering time and morphological traits in chickpea. In: 11th Iranian Soil Science Congress, Gorgan, Iran, 12-15 July. p. 243-244.
21- Rajapakse, S., and C. Miller. 1992. Methods for studying vesicular-arbuscular mycorrhizal root colonization and related root physical properties. In: Methods in microbiology, Volume 24. Norris J. R., Read D. J. and Varma A. K. (Eds.). Academic Press Ltd., USA. pp. 302-316.
22- Rillig, M. C. 2004. Arbuscular mycorrhizae and terrestrial ecosystem processes, university of Montana, U.S.A.
23- Smith, S. E., and D. J. Read. 2008. Mycorrhizal Symbiosis, third ed. Academic Press, London, UK.
24- Stancheva, I., M, Geneva, G. Zehirov, G. Tsvetkova, M. Hristozkova, and G. Georgiev. 2006. Effects of combined inoculation of Pea plants with arbuscular mycorrhizal fungi and *Rhizobium* on nodule formation and nitrogen fixing activity. Gen. Appl. Plant Physiology, Special Issue: 61-66.
25- Whalen, J. K., and C. Chang. 2002. Macroaggregate Characteristics in Cultivated Soils after 25 Annual Manure Applications. Soil Sci. Soc. Am. J. 66: 1637-1647.
26- Widada, J., D. I. Damarjaya, and S. Kabirun. 2007. In: Velazquez, E., and Rodriguez-Barrueco, C. (eds). The interactive effects of arbuscular mycorrhizal fungi and rhizobacteria on the growth and nutrients uptake of sorghum in acid soil. First International Meeting on Microbial Phosphate Solubilization. Springer. p. 173-177.
27- Yasmeen, T., S. Hameed, M. Tariq, and S. Ali. 2012. Significance of arbuscular mycorrhizal and bacterial symbionts in a tripartite association with *Vigna radiate*, Acta Physiologiae Plantarum 34: 1519-1528.