

تأثیر سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر رشد و عملکرد گیاه بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.)

پرگل رضی پور^{۱*}، احمد گلچین^۲ و مریم داغستانی^۳

* نویسنده مسئول، دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهر، ایران

پست الکترونیک: pargol_razipour@yahoo.com

^۲ - استاد، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان، ایران

^۳ - استادیار، گروه مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اهر، ایران

تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۴

تاریخ اصلاح نهایی: آذر ۱۳۹۴

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۴

چکیده

کودهای بیولوژیک از جمله نهاده‌های طبیعی هستند که می‌توانند به‌عنوان مکمل یا جایگزین کودهای شیمیایی در کشاورزی پایدار بکار برده شوند. به‌منظور بررسی اثر کودهای آلی و زیستی بر برخی شاخص‌های رشد و عملکرد گیاه دارویی بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.)، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۵ تیمار و سه تکرار در مزرعه‌ای در شهریار کرج در سال زراعی ۹۲-۹۱ اجرا شد. عوامل مورد بررسی شامل سطوح مختلف کود گاوی (صفر، ۵، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار) و سطوح کود میکروبی نیتروکسین (بدون تلقیح، تلقیح گیاه، تلقیح گیاه و خاک) بود. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که مصرف کود گاوی سبب افزایش معنی‌دار کلیه صفات مورد اندازه‌گیری شامل ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی و برگ در بوته، سطح برگ، عملکرد و درصد اسانس، شاخص کلروفیل برگ، وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه شد. بیشترین مقدار کلیه صفات مورد اندازه‌گیری به‌استثنای وزن تر و خشک ریشه از سطح مصرف ۲۰ تن در هکتار کود گاوی و کمترین مقدار کلیه آنها از عدم مصرف کود گاوی بدست آمد. همچنین تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین نیز سبب افزایش معنی‌دار کلیه صفات مذکور شد و بیشترین مقدار آنها از تلقیح خاک و گیاه با این کود بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: کود آلی، کود بیولوژیک، اسانس، شاخص کلروفیل برگ، بادرنجبویه (*Melissa officinalis* L.).

مقدمه

خاک و حفظ تنوع زیستی، کارایی نهاده‌ها را افزایش داد. استفاده بیش از حد از کودهای شیمیایی به دلیل کاهش اسیدیته و فعالیت‌های بیولوژیکی خاک و همچنین تأثیر نامطلوب بر خصوصیات فیزیکی آن عملکرد گیاهان زراعی را کاهش می‌دهد (Adediran et al., 2004). در بسیاری از موارد نیز کاربرد کودهای شیمیایی سبب ایجاد

یکی از نیازهای مهم در برنامه‌ریزی زراعی به‌منظور حصول عملکرد بالا و کیفیت مطلوب گیاهان دارویی، ارزیابی سیستم‌های مختلف تغذیه گیاه است. با مدیریت صحیح حاصلخیزی خاک و تغذیه گیاه می‌توان ضمن حفظ محیط‌زیست، افزایش کیفیت آب، کاهش فرسایش

افزایش ارتفاع بوته و وزن تر و خشک اندام‌های هوایی گیاه دارویی مریم‌گلی (*Salvia officinalis* L.) در چین‌های اول و دوم در طی دو فصل در استفاده از کود زیستی حاوی آزوسپیریوم و نیتروژنوباکتر داشت. Yadavi و Sajadi Nik (۲۰۱۳) در بررسی تأثیر نیتروژن، ورمی‌کمپوست و کود بیولوژیک نیتروکسین بر شاخص‌های رشد و مراحل نمو گیاه کنجد نتایج نشان دادند که کاربرد کود ورمی‌کمپوست و نیتروکسین تأثیر مثبت و معنی‌داری بر مراحل فنولوژیک کنجد داشت. همچنین تلقیح با کود بیولوژیک نیتروکسین سبب کاهش طول دوره سبز شدن به میزان ۱۷/۴۲٪ و افزایش ۸/۵۰ درصدی عملکرد دانه شد. با توجه به اینکه لازم است مدیریت تغذیه گیاهی در جهت افزایش و پایداری تولید باشد و هم سبب حفظ محیط زیست گردد و از آنجا که تحقیقات اندکی در ارتباط با کاربرد کودهای بیولوژیک بر رشد و عملکرد گیاه دارویی بادرنجبویه در ایران انجام شده است، این آزمایش با هدف بررسی اثر کودهای حاوی ریز موجودات مختلف بر رشد و عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی بادرنجبویه انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر رشد و عملکرد گیاه بادرنجبویه یک آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در شهر رضی آباد شهریار انجام شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: سطوح کود گاوی شامل صفر، ۵، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار و سطوح کود میکروبی نیتروکسین شامل بدون تلقیح، تلقیح گیاه و تلقیح گیاه و خاک با این کود. آزمایش شامل ۱۵ تیمار و ۳ تکرار و در کل ۴۵ واحد آزمایشی بود. بعد از آماده‌سازی و تسطیح کردن زمین برای کشت، تعداد ۴۵ کرت آزمایشی در بلوک‌هایی با ابعادی به طول ۱۸ متر و عرض ۱/۲۵ به گونه‌ای کرت‌بندی گردیدند که هر کرت عرض ۱/۲ متر و طول

آلودگی‌های محیطی و صدمات اکولوژیکی می‌شود که خود هزینه تولید را افزایش می‌دهد (Ghost & Bhat, 1998). برای کاهش این مخاطرات باید از منابع و نهاده‌هایی استفاده کرد که علاوه بر تأمین نیازهای فعلی گیاه، پایداری سیستم‌های کشاورزی را در درازمدت نیز به دنبال داشته باشند (Murty & Ladha, 1988).

بادرنجبویه یا فرنجمشک (*Melissa officinalis*) یکی از گیاهان دارویی است که به دلیل اهمیت بسیاری که در مصارف پزشکی، صنایع آرایشی و بهداشتی و صنایع غذایی دارد، بسیار مورد توجه قرار گرفته است (Omidbeigi, 2000). بکارگیری ریزموجودات مفید خاکزی تحت عنوان کودهای بیولوژیک به‌عنوان طبیعی‌ترین و مطلوب‌ترین راه حل برای زنده و فعال نگه‌داشتن سیستم حیاتی خاک در اراضی کشاورزی مطرح می‌باشد (Salehrasteen, 2001). کود بیولوژیک نیتروکسین، حاوی مؤثرترین باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن از جنس نیتروژنوباکتر و آزوسپریلیوم بوده، که تعداد سلول زنده (UCF) آن 10^8 عدد در هر گرم ماده حامل از هریک از جنس‌های باکتری است (Ahmed et al., 2010). کود دامی نیز یکی از منابع کود آلی است که استفاده از آن در سیستم‌های مدیریت پایدار خاک مرسوم می‌باشد. البته اثرات مثبت کودهای حیوانی بر باروری خاک، افزایش ماده آلی و غنی‌سازی خاک و در نهایت بهبود رشد و نمو گیاه توسط محققان مختلف مورد تأیید قرار گرفته است (Jahan et al., 2011).

Jahan و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی اثر کودهای بیولوژیک بر تولید اسانس و برخی خصوصیات کمی گیاه دارویی ریحان (*Ocimum basilicum* L.) مشاهده کردند که کاربرد کودهای بیولوژیک باعث افزایش معنی‌دار اغلب صفات رشد گیاه، از جمله عملکرد تر و خشک اندام هوایی، عملکرد خشک برگ و شاخص سطح برگ در بوته شد و بیشترین شاخص سطح برگ و شاخص سطح سبز در گیاهان تحت تیمار نیتروکسین بدست آمد. نتایج تحقیق Yousef و همکاران (۲۰۰۴) نیز حکایت از

شد. برای اندازه‌گیری وزن تر و خشک بخش هوایی، بوته‌ها از سطح خاک بریده شدند و وزن تر نمونه‌ها در مزرعه با ترازوی دقیق آزمایشگاهی اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری وزن تر ریشه، به کمک بیل ریشه‌ها از عمق ۳۰ سانتی متری خاک خارج و پس از شستشو و خشک کردن آنها به کمک حوله کاغذی، وزن آنها اندازه‌گیری شد. برای تعیین وزن خشک، نمونه‌های گیاهی به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد در آن قرار گرفتند، سپس وزن خشک نمونه‌ها با ترازوی دقیق آزمایشگاهی تعیین شد. سطح برگ توسط دستگاه Leaf Area Meter مدل Delta-T اندازه‌گیری و اسانس‌گیری توسط دستگاه کلونجر انجام شد. پس از جمع‌آوری اطلاعات لازم، داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام گردید.

۱/۲۵ متر داشته و شامل ۴ ردیف به فاصله ۳۰ سانتی‌متر باشد. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است. پیش از کشت تیمارهای کود گاوی پوسیده (جدول ۲) و همزمان با کشت تیمارهای کود میکروبی نیتروکسین اعمال شدند. برای تلقیح گیاه با کود میکروبی نیتروکسین، نشاها در مایه تلقیح میکروبی فرو برده شدند تا ریشه آن به کود میکروبی آغشته شود. همچنین در تیمارهایی که نیاز به تلقیح همزمان خاک و گیاه بود علاوه بر تلقیح گیاه، به اندازه ۲ میلی‌لیتر مایه تلقیح در محل کشت نشاها به خاک اضافه شد. سپس نشاهای بادرنجبویه روی پشته‌ها کاشته شدند و بلافاصله آبیاری انجام شد. پس از پایان دوره رشد گیاهان، حذف اثر حاشیه تعداد ۱۰ بوته از هر تیمار انتخاب و وزن تر و خشک برگ، ساقه و ریشه، ارتفاع گیاه، تعداد شاخه‌های فرعی در بوته، سطح برگ، مقدار و درصد اسانس برگ گیاه بادرنجبویه اندازه‌گیری

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

ویژگی	واحد	مقدار	ویژگی	واحد	مقدار
رس	درصد	۳۰	پتاسیم قابل جذب	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۲۶۱/۸
سیلت	درصد	۳۳	نیتروژن	درصد	۰/۱۷
شن	درصد	۳۷	کربن آلی	درصد	۱
یافت	-	لوم رسی	کربنات کلسیم	درصد	۱۴/۲
رطوبت اشباع	درصد	۴۵/۵۳	آهن قابل جذب	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۳/۸
اسیدیته	-	۷/۶۵	روی قابل جذب	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۲/۶
شوری	dS/m	۲/۷۷	مس قابل جذب	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۱/۷
فسفر قابل جذب	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۱۵	منگنز قابل جذب	میلی‌گرم بر کیلوگرم	۸/۴

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی کود دامی پوسیده

شوری	اسیدیته	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	آهن	روی	مس	منگنز
dS/m	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
۴/۶	۷/۸	۱/۴	۰/۵	۰/۸	۶۳۹	۶۲	۳۱	۸۵

نتایج

ارتفاع بوته گیاه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر سطوح مختلف کود گاوی، تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین و اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی و نیتروکسین با کود میکروبی نیتروکسین بر ارتفاع بوته در سطح آماری ۱٪ معنی دار بود (جدول ۳). افزایش سطح مصرف کود گاوی تا مقدار ۲۰ تن در هکتار، سبب افزایش معنی دار ارتفاع بوته شد. بیشترین ارتفاع بوته (۶۰/۰۸ سانتی متر) از کاربرد ۲۰ تن کود گاوی در هکتار و کمترین ارتفاع آن (۵۲/۲۸ سانتی متر) از عدم کاربرد کود بدست آمد (جدول ۴). تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین نیز سبب افزایش ارتفاع بوته شد. بیشترین ارتفاع بوته (۵۸/۱۳ سانتی متر) از تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین و کمترین ارتفاع آن (۵۳/۹۰ سانتی متر) از عدم تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین بدست آمد (جدول ۵). نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر ارتفاع بوته در سطح آماری ۱٪ معنی دار بود (جدول ۳). به طوری که بیشترین ارتفاع بوته (۶۴/۹۰ سانتی متر) از سطح مصرف ۲۰ تن کود گاوی در هکتار و تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین و کمترین ارتفاع بوته (۴۸/۸۵ سانتی متر) از عدم مصرف کود گاوی و میکروبی (تیمار شاهد) بدست آمد (جدول ۶).

تعداد شاخه فرعی در بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر سطوح مختلف کود گاوی، تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین و اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی و نیتروکسین بر تعداد شاخه فرعی در بوته در سطح آماری ۱٪ معنی دار بود (جدول ۳). افزایش سطح مصرف کود گاوی تا مقدار ۲۰ تن در هکتار، سبب افزایش معنی دار تعداد شاخه فرعی در بوته شد و بیشترین تعداد آن (۳۵/۴۵) از کاربرد ۲۰ تن کود در هکتار بدست آمد. کمترین تعداد آن (۲۶/۵۸) نیز در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۴). تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین سبب افزایش تعداد شاخه فرعی در بوته شد (جدول ۵). بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته (۳۵/۱۰) از تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین و کمترین تعداد آن (۲۸/۲۱) از عدم تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین بدست آمد (جدول ۵).

اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر تعداد شاخه فرعی در بوته در سطح آماری ۱٪ معنی دار بود (جدول ۳). به طوری که بیشترین تعداد شاخه فرعی در بوته (۴۱/۵۵) از سطح مصرف ۲۰ تن کود گاوی در هکتار و تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین و کمترین تعداد آن (۲۳/۸۰) از تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین و عدم کاربرد کود گاوی بدست آمد (جدول ۶).

یانس اثر سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، تعداد برگ، سطح برگ، عملکرد اسانس و میزان اسانس گیاه بادرنجبویه

میانگین مربعات

عملکرد اسانس	میزان اسانس	سطح برگ	تعداد برگ یک بوته	تعداد شاخه فرعی در بوته	ارتفاع گیاه
۱۳۰۳/۰۷۳	۰/۰۰۰۰۱	۸۳۰۷/۴۱۶	۱۹/۸۳۸	۱/۶۹۰	۰/۴۱۷
۸۲۸۰۶۴/۷۱۳ **	۰/۰۲۴ **	۱۷۷۹۷۳۷۶/۱۴۲ **	۳۶۲۲۵/۶۱۵ **	۱۲۰/۳۱۶ **	۹۵/۶۳۷ **
۱۱۵۲۴۰۱/۹۲۱ **	۰/۰۱۶ **	۲۳۴۶۹۶۳/۲۴۷ **	۳۲۶۷/۷۵۱ **	۱۷۸/۴۰۲ **	۷۱/۷۵۴ **
۲۰۲۹۷۲/۹۵۴ **	۰/۰۰۸ **	۷۶۶۵۸۲۸/۹۲۷ **	۱۴۶۱۲/۰۹۱ **	۵۹/۷۴۱ **	۴۶/۸۹۶ **
۱۷۵۸/۵۷۲	۰/۰۰۰۱	۴۶۴۱۳/۵۶۹	۳۲/۰۷۱	۰/۶۸۶	۰/۴۹۷
۴/۶۶	۳/۶۹	۵/۰۳	۲/۵۵	۲/۶۲	۱/۲۷

جدول ۴- تأثیر سطوح مختلف کود گاوی بر ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، تعداد برگ، سطح برگ، عملکرد اسانس، میزان اسانس و کلروفیل برگ گیاه بادرنجبویه

عملکرد اسانس (میلی گرم بر متر مربع)	میزان اسانس (%)	سطح برگ (سانتی متر مربع در بوته)	تعداد برگ در بوته	تعداد شاخه فرعی در بوته	ارتفاع گیاه (سانتی متر در بوته)	سطوح مختلف کود گاوی (تن در هکتار)
۴۸۵/۹۳ d	۰/۱۱ d	۳۰۵۴/۱۱ d	۱۴۸/۰۰ d	۲۶/۵۸ d	۵۲/۲۸ d	شاهد
۷۶۶/۸۱ c	۰/۱۶ c	۳۱۵۱/۴۶ d	۱۸۲/۱۱ c	۲۹/۰۰ c	۵۳/۰۲ d	۵
۹۴۷/۵۳ b	۰/۱۷ bc	۳۵۹۸/۹۹ c	۲۰۲/۷۱ b	۳۳/۲۸ b	۵۵/۳۲ c	۱۰
۱۳۰۹/۶۶ a	۰/۲۵ a	۵۹۶۲/۷۲ a	۲۸۸/۳۰ a	۳۵/۴۵ a	۶۰/۰۸ a	۲۰
۹۹۳/۵۷ b	۰/۱۸ b	۵۶۳۵/۸۰ b	۲۸۷/۳۰ a	۳۳/۵۷ b	۵۷/۷۷ b	۴۰

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۵- تأثیر تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، تعداد برگ، سطح برگ، عملکرد اسانس، میزان اسانس و کلروفیل برگ گیاه بادرنجبویه

عملکرد اسانس (میلی گرم بر متر مربع)	میزان اسانس (%)	سطح برگ (سانتی متر مربع در بوته)	تعداد برگ یک بوته	تعداد شاخه فرعی در بوته	ارتفاع گیاه (سانتی متر در بوته)	تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین
۶۷۵/۱۱ c	۰/۱۴ c	۳۹۷۸/۶۱ b	۲۰۵/۷۷ c	۲۸/۲۱ c	۵۳/۹۰ c	شاهد (I ₀)
۸۱۶/۸۸ b	۰/۱۸ b	۴۱۳۴/۸۸ b	۲۲۴/۶۱ b	۳۱/۴۲ b	۵۵/۰۵ b	تلقیح گیاه (I _p)
۱۲۱۰/۱۲ a	۰/۲۱ a	۴۷۲۸/۳۷ a	۲۳۴/۸۰ a	۳۵/۱۰ a	۵۸/۱۳ a	تلقیح خاک و گیاه (I _{sp})

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

تعداد برگ در بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین و اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر تعداد برگ در بوته در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که افزایش سطح مصرف کود گاوی، سبب افزایش معنی‌دار تعداد برگ در بوته شد. به طوری که بیشترین تعداد برگ در بوته (۲۸۸/۳۰) از کاربرد ۲۰ تن کود گاوی در هکتار و کمترین تعداد آن (۱۴۸) از عدم

کاربرد کود گاوی بدست آمد (جدول ۴).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر تعداد برگ در بوته در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین سبب افزایش تعداد برگ در بوته شد (جدول ۵). به نحوی که بیشترین تعداد برگ در بوته (۲۳۴/۸۰) از تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین و کمترین تعداد آن (۲۰۵/۷۷) از عدم تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین بدست آمد (جدول ۵).

جدول ۶- اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر ارتفاع گیاه، تعداد شاخه فرعی، تعداد برگ، سطح برگ، عملکرد اسانس و میزان اسانس گیاه بادرنجبویه

عملکرد اسانس (میلی گرم بر متر مربع)	میزان اسانس (%)	سطح برگ (سانتی متر مربع در بوته)	تعداد برگ یک بوته	تعداد شاخه فرعی یک بوته	ارتفاع گیاه (سانتی متر در بوته)	اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی (تن در هکتار) و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین
۲۸۷/۲۴ k	۰/۰۵ j	۲۹۵۰/۸۱ e	۱۳۹/۱۱ i	۲۵/۷۵ g	۴۸/۸۵ g	C ₀ I ₀
۴۲۹/۲۸ j	۰/۰۹ i	۲۷۵۵/۴۴ e	۱۴۴/۶۰ i	۲۵/۹۵ g	۵۲/۵۵ ef	C ₀ I _P
۴۷۹/۷۴ ij	۰/۱۱ hi	۳۱۹۰/۹۲ de	۱۶۰/۳۰ h	۲۳/۸۰ h	۵۲/۹۵ e	C ₀ I _{SP}
۵۴۸/۷۷ i	۰/۱۳ h	۳۰۲۰/۶۰ de	۱۵۷/۹۱ h	۲۵/۲۵ gh	۵۱/۱۵ f	C ₅ I ₀
۷۱۹/۵۱ h	۰/۱۹ ef	۳۲۵۹/۳۹ de	۱۹۳/۱۰ fg	۳۱/۵۵ de	۵۶/۰۰ d	C ₅ I _P
۹۰۴/۶۷ g	۰/۲۰ de	۳۵۳۷/۳۶ cd	۱۹۵/۱۱ fg	۳۱/۹۰ d	۵۹/۰۰ c	C ₅ I _{SP}
۵۶۰/۴۸ i	۰/۱۳ h	۳۰۸۶/۵۰ de	۱۷۱/۱۱ h	۲۸/۰۵ f	۵۱/۷۰ ef	C ₁₀ I ₀
۱۰۲۰/۴۵ def	۰/۲۰ de	۳۵۷۱/۵۶ cd	۱۹۹/۱۱ f	۳۴/۲۰ c	۵۵/۸۵ d	C ₁₀ I _P
۱۰۵۴/۷۳ cde	۰/۲۱ cd	۳۹۶۲/۳۱ c	۳۳۷/۴۰ c	۳۷/۵۵ b	۵۹/۸۰ c	C ₁₀ I _{SP}
۹۷۶/۲۱ efg	۰/۱۷ fg	۳۲۶۳/۱۲ de	۱۸۸/۶۲ fg	۲۹/۸۵ ef	۵۲/۲۰ ef	C ₂₀ I ₀
۱۱۲۳/۳۷ c	۰/۲۴ bc	۷۲۶۷/۵۲ a	۳۰۳/۲۰ d	۳۵/۱۰ c	۵۹/۰۵ c	C ₂₀ I _P
۱۷۷۸/۸۷ a	۰/۳۰ a	۷۵۰۶/۳۱ a	۳۷۷/۷۰ a	۴۱/۵۵ a	۶۴/۹۰ a	C ₂₀ I _{SP}
۹۵۲/۶۹ fg	۰/۱۵ g	۳۱۶۱/۵۸ de	۱۸۴/۰۰ g	۲۸/۰۵ f	۵۱/۱۵ f	C ₄₀ I ₀
۱۰۹۵/۴۱ cd	۰/۲۲ c	۶۳۱۴/۵۸ b	۲۲۰/۴۰ e	۳۴/۵۰ c	۵۸/۸۰ c	C ₄₀ I _P
۱۵۷۹/۱۵ b	۰/۲۵ b	۷۳۶۱/۲۵ a	۳۵۳/۵۵ b	۴۰/۶۱ a	۶۱/۴۵ b	C ₄₀ I _{SP}

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین (تیمار شاهد) بدست آمد (جدول ۶).

سطح برگ در بوته

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر سطوح مختلف کود گاوی و تأثیر تلقیح با کود میکروبی

اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر تعداد برگ در بوته در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). به طوری که بیشترین تعداد برگ در بوته (۳۷۷/۷۰) از سطح مصرف ۲۰ تن کود گاوی در هکتار و تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین و کمترین تعداد آن (۱۳۹/۱۱) از عدم کاربرد کود گاوی و

تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین سبب افزایش عملکرد اسانس شد (جدول ۵). به نحوی که بیشترین عملکرد اسانس (۱۲۱۰/۱۲ میلی‌گرم بر مترمربع) از تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین و کمترین عملکرد (۶۷۵/۱۱ میلی‌گرم بر مترمربع) از عدم تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین بدست آمد (جدول ۵).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر عملکرد اسانس در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). به طوری که بیشترین مقدار عملکرد اسانس (۱۷۷۸/۸۷ میلی‌گرم بر مترمربع) از سطح مصرف ۲۰ تن کود گاوی در هکتار و تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین و کمترین مقدار آن (۲۸۷/۲۴ میلی‌گرم بر مترمربع) از عدم کاربرد کود گاوی و تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین (تیمار شاهد) بدست آمد (جدول ۶).

میزان اسانس

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین و اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر میزان اسانس در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). افزایش سطح مصرف کود گاوی، سبب افزایش معنی‌دار میزان اسانس شد. به طوری که بیشترین میزان اسانس (۲۵٪) از کاربرد ۲۰ تن کود گاوی در هکتار و کمترین میزان آن (۱۱٪) از عدم کاربرد کود گاوی بدست آمد (جدول ۴).

تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین سبب افزایش میزان اسانس شد (جدول ۵). به طوری که بیشترین میزان اسانس (۲۱٪) از تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین و کمترین میزان آن (۱۴٪) از عدم تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین بدست آمد (جدول ۵).

نیتروکسین و اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر سطح برگ در بوته در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). افزایش سطح مصرف کود گاوی، سبب افزایش معنی‌دار سطح برگ در بوته شد. به طوری که بیشترین مقدار سطح برگ در بوته (۵۹۶۲/۷۲ سانتی‌متر مربع) از کاربرد ۲۰ تن کود گاوی در هکتار و کمترین مقدار آن (۳۰۵۴/۱۱ سانتی‌متر مربع) از عدم کاربرد کود گاوی بدست آمد (جدول ۴). تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین سبب افزایش معنی‌دار سطح برگ در بوته (۴۷۲۸/۳۷ سانتی‌متر مربع) شد ولی تلقیح گیاه با کود میکروبی تفاوت معنی‌داری را با تیمار شاهد (۳۹۷۸/۶۱ سانتی‌متر مربع) نداشت (جدول ۵).

اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر سطح برگ در بوته در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). به طوری که بیشترین مقدار سطح برگ در بوته (۷۵۰۶/۳۱ سانتی‌متر مربع) از سطح مصرف ۲۰ تن کود گاوی در هکتار و تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین و کمترین مقدار آن (۲۷۵۵/۴۴ سانتی‌متر مربع) از عدم کاربرد کود گاوی و تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین (تیمار شاهد) بدست آمد (جدول ۶).

عملکرد اسانس

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین و اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر عملکرد اسانس در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۳). به نحوی که بیشترین مقدار عملکرد اسانس (۱۳۰۹/۶۶ میلی‌گرم بر مترمربع) از کاربرد ۲۰ تن کود گاوی در هکتار و کمترین مقدار آن (۴۸۵/۹۳ میلی‌گرم بر مترمربع) از عدم کاربرد کود گاوی بدست آمد (جدول ۴).

اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر میزان اسانس در سطح آماری ۱٪ معنی دار بود (جدول ۳). به نحوی که بیشترین میزان اسانس (۳۰/۰٪) از سطح مصرف ۲۰ تن کود گاوی در هکتار و تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین و کمترین میزان آن (۵/۰٪) از عدم کاربرد کود گاوی و تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین (تیمار شاهد) بدست آمد (جدول ۶).

وزن تر بخش هوایی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین و اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر وزن تر بخش هوایی در سطح آماری ۱٪ معنی دار بود (جدول ۷). افزایش سطح مصرف کود گاوی، سبب افزایش معنی دار وزن تر بخش هوایی شد. به طوری که بیشترین وزن تر بخش هوایی (۲۱۶/۷۸ گرم در بوته) از کاربرد ۲۰ تن کود گاوی در هکتار و کمترین وزن آن (۱۶۸/۹۰ گرم در بوته) از عدم کاربرد کود گاوی بدست آمد (جدول ۸).

تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین سبب افزایش وزن تر بخش هوایی شد (جدول ۹). به نحوی که بیشترین مقدار وزن تر بخش هوایی (۲۲۴/۶۷ گرم در بوته) از تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین و کمترین وزن آن (۱۷۲/۱۹ گرم در بوته) از عدم تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین بدست آمد (جدول ۹).

اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر وزن تر بخش هوایی در سطح آماری ۱٪ معنی دار بود (جدول ۷). به طوری که بیشترین وزن تر بخش هوایی (۲۷۸/۶۰ گرم در بوته) از سطح مصرف ۲۰ تن کود گاوی در هکتار و تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین و کمترین وزن آن

وزن خشک بخش هوایی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین و اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر وزن خشک بخش هوایی در سطح آماری ۱٪ معنی دار بود (جدول ۷). افزایش سطح مصرف کود گاوی، سبب افزایش معنی دار وزن خشک بخش هوایی شد. به طوری که بیشترین وزن خشک بخش هوایی (۵۳/۸۷ گرم در بوته) از کاربرد ۲۰ تن کود گاوی در هکتار و کمترین وزن آن (۴۱/۹۷ گرم در بوته) از عدم کاربرد کود گاوی بدست آمد (جدول ۸).

تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین سبب افزایش وزن خشک بخش هوایی شد (جدول ۹). به نحوی که بیشترین وزن خشک بخش هوایی (۵۵/۸۳ گرم در بوته) از تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین و کمترین وزن آن (۴۲/۷۹ گرم در بوته) از عدم تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین بدست آمد (جدول ۹).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر وزن خشک بخش هوایی در سطح آماری ۱٪ معنی دار بود (جدول ۷). به طوری که بیشترین وزن خشک بخش هوایی (۶۹/۲۳ گرم در بوته) از سطح مصرف ۲۰ تن کود گاوی در هکتار و تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین و کمترین وزن آن (۳۹/۴۵ گرم در بوته) از عدم کاربرد کود گاوی و تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین (تیمار شاهد) بدست آمد (جدول ۱۰).

تأثیر سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود ...

اثر سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه گیاه بادرنجبویه

میانگین مربعات				درجه آزادی	
وزن خشک ریشه	وزن تر ریشه	وزن خشک بخش هوایی	وزن تر بخش هوایی		
۳۰/۶۸۸	۱۸۰/۹۶۱	۰/۹۳۷	۱۲/۳۴۰	۲	
۶۱۴۸/۴۳۶ **	۱۲۴۹۲/۴۹۸ **	۲۳۴/۹۲۸ **	۳۸۰۴/۳۵۸ **	۴	
۱۴۴۶۰/۸۰۸ **	۳۱۳۱۳/۲۰۹ **	۶۹۲/۵۶۲ **	۱۱۲۱۵/۱۷۴ **	۲	
۹۵۸۷/۰۴۵ **	۱۳۲۳۹/۵۷۱ **	۷۵/۵۴۲ **	۱۲۲۳/۳۰۲ **	۸	نیتروکسین
۲۷/۹۰۷	۲۸۷/۲۵۶	۰/۸۳۷	۱۳/۵۵۲	۲۸	
۴/۵۳	۷/۷۱	۱/۹۰	۱/۹۰	-	

جدول ۸- تأثیر سطوح مختلف کود گاوی بر وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه گیاه بادرنجبویه

سطوح مختلف کود گاوی	وزن تر بخش هوایی	وزن خشک بخش هوایی	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه
(تن در هکتار)	گرم در بوته			
شاهد	۱۶۸/۹۰e	۴۱/۹۷e	۱۶۱/۶۵c	۸۴/۴۲d
۵	۱۷۷/۳۲d	۴۴/۰۶d	۲۳۱/۱۲a	۱۲۱/۹۵b
۱۰	۱۹۷/۰۰c	۴۸/۹۵c	۲۵۰/۷۷a	۱۵۲/۶۸a
۲۰	۲۱۶/۷۸a	۵۳/۸۷a	۲۴۹/۸۵a	۱۲۵/۰۰b
۴۰	۲۰۹/۹۵b	۵۲/۱۷b	۲۰۶/۳۵b	۹۹/۴۱c

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

جدول ۹- تأثیر تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه گیاه بادرنجبویه

تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین	وزن تر بخش هوایی	وزن خشک بخش هوایی	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه
گرم در بوته				
شاهد (I ₀)	۱۷۲/۱۹c	۴۲/۷۹c	۱۸۰/۶۷c	۹۷/۱۳b
تلقیح گیاه (I _p)	۱۸۵/۱۱b	۴۶/۰۰b	۲۰۹/۰۸b	۱۰۰/۴۵b
تلقیح خاک و گیاه (I _{sp})	۲۲۴/۶۷a	۵۵/۸۳a	۲۷۰/۰۹a	۱۵۲/۴۹a

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

وزن تر ریشه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین و اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر وزن تر ریشه در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۷). وزن تر ریشه در تیمارهای دارای سطوح مختلف کود گاوی به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمار شاهد بود، ولی اختلاف معنی‌داری بین خود سطوح مشاهده نشد. به‌طوری که بیشترین وزن تر ریشه

(۲۵۰/۷۷ گرم در بوته) از کاربرد ۱۰ تن کود گاوی در هکتار و کمترین وزن آن (۱۶۱/۶۵ گرم در بوته) از عدم کاربرد کود گاوی بدست آمد (جدول ۸).
تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین سبب افزایش وزن تر ریشه شد (جدول ۹). به‌نحوی که بیشترین وزن تر ریشه (۲۷۰/۰۹ گرم در بوته) از تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین و کمترین وزن آن (۱۸۰/۶۷ گرم در بوته) از عدم تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین بدست آمد (جدول ۹).

جدول ۱۰- اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر وزن تر و خشک بخش هوایی و ریشه گیاه بادرنجبویه

اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی (تن در هکتار)				اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی (تن در هکتار)
وزن تر	وزن خشک	وزن تر	وزن خشک	اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی (تن در هکتار)
بخش هوایی	بخش هوایی	بخش هوایی	بخش هوایی	اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی (تن در هکتار)
ریشه	ریشه	ریشه	ریشه	اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی (تن در هکتار)
گرم در بوته				گرم در بوته
۷۲/۴۰ f	۱۵۱/۵۵ h	۳۹/۴۵ i	۱۵۸/۷۵ i	C ₀ I ₀
۸۲/۰۰ ef	۱۵۲/۳۵ h	۴۰/۳۴ hi	۱۶۲/۳۵ hi	C ₀ I _P
۸۷/۷۵ e	۱۶۲/۹۵ gh	۴۲/۶۴ g	۱۶۹/۱۵ gh	C ₀ I _{SP}
۸۳/۱۵ ef	۱۵۷/۶۰ h	۴۲/۰۳ gh	۱۷۳/۹۵ g	C ₅ I ₀
۱۱۹/۳۰ cd	۲۱۸/۰۵ ef	۴۴/۱۵ g	۱۷۴/۰۰ g	C ₅ I _P
۱۲۷/۴۵ bc	۲۸۱/۸۵ bc	۴۹/۸۱ e	۱۹۴/۱۰ ef	C ₅ I _{SP}
۹۱/۰۵ e	۱۷۹/۸۰ gh	۴۳/۲۴ g	۱۷۷/۶۵ g	C ₁₀ I ₀
۱۲۵/۵۲ bc	۲۲۹/۸۵ de	۴۸/۲۳ ef	۱۹۱/۲۵ f	C ₁₀ I _P
۳۰۲/۵۰ a	۴۱۴/۹۰ a	۵۲/۷۶ d	۲۰۰/۴۵ e	C ₁₀ I _{SP}
۸۳/۵۰ ef	۱۷۸/۴۰ gh	۴۳/۵۷ g	۱۷۵/۳۵ g	C ₂₀ I ₀
۱۲۳/۰۵ c	۲۳۶/۳۵ de	۵۶/۷۰ c	۲۲۸/۱۵ c	C ₂₀ I _P
۱۳۷/۵۰ b	۳۰۱/۶۵ b	۶۹/۲۳ a	۲۷۸/۶۰ a	C ₂₀ I _{SP}
۸۱/۶۵ ef	۱۷۰/۴۵ gh	۴۳/۲۳ g	۱۷۱/۶۰ g	C ₄₀ I ₀
۱۱۰/۰۶ d	۲۰۴/۳۰ efg	۴۷/۵۳ f	۲۱۲/۳۰ d	C ₄₀ I _P
۱۲۳/۵۰ c	۲۵۹/۱۵ cd	۶۰/۱۹ b	۲۴۲/۲۰ b	C ₄₀ I _{SP}

میانگین‌هایی که حداقل یک حرف مشترک دارند، از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با هم ندارند.

اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر وزن خشک ریشه در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۷). افزایش سطح مصرف کود گاوی، سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک ریشه شد. به‌طوری‌که بیشترین وزن خشک ریشه (۱۵۲/۶۸ گرم در بوته) از کاربرد ۱۰ تن کود گاوی در هکتار و کمترین وزن آن (۸۴/۴۲ گرم در بوته) از عدم کاربرد کود گاوی بدست آمد (جدول ۸). تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین سبب افزایش معنی‌دار وزن خشک ریشه (۱۵۲/۴۹ گرم در بوته) شد ولی تلقیح گیاه با کود میکروبی تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد (۹۷/۱۳ گرم در بوته) نداشت (جدول ۹).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر وزن تر ریشه در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۷). به‌طوری‌که بیشترین وزن تر ریشه (۴۱۴/۹۰ گرم در بوته) از سطح مصرف ۱۰ تن کود گاوی در هکتار و تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین و کمترین وزن آن (۱۵۱/۵۵ گرم در بوته) از عدم کاربرد کود گاوی و تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین (تیمار شاهد) بدست آمد (جدول ۱۰).

وزن خشک ریشه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین و

افزایش تعداد ساقه فرعی و قطر ساقه اصلی نسبت به سایر تیمارها نشان داد.

تلقیح میکروبی باعث تغییر سطوح داخل ژنی هورمون گیاهی اتیلن می‌شود که بعداً منجر به تغییرات رشد و نمو گیاهان و افزایش ارتفاع گیاهان تلقیح شده با آن می‌شود (Gilik et al., 2001). این باکتری‌ها با افزایش حجم و توسعه ریشه، سبب افزایش دسترسی گیاه به عناصر غذایی و آب شده، در نتیجه باعث جذب بیشتر عناصر مورد نیاز گیاه می‌شوند. البته جذب بیشتر عناصر غذایی در نهایت باعث افزایش رشد اندام هوایی گیاه می‌گردد (Shamshiripour, 2008).

تعداد برگ در بوته

افزایش تعداد برگ در بوته را می‌توان به بهبود ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش فراهمی عناصر غذایی بر اثر کاربرد کود گاوی نسبت داد. Ahmadinezhad و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی اثر کود دامی بر عملکرد و ویژگی‌های رشد گندم مشاهده کردند که کاربرد کود دامی ارتفاع گیاه و تعداد برگ در بوته را افزایش داد. Hernandez و همکاران (۱۹۹۵) نیز افزایش تعداد برگ در بوته را در اثر تلقیح بذر ذرت با باکتری‌های سودوموناس گزارش کردند.

سطح برگ در بوته

افزایش سطح برگ به احتمال زیاد می‌تواند به دلیل بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک در نتیجه کاربرد کود دامی باشد که موجب می‌شود گیاه آب و املاح غذایی را به راحتی از خاک جذب کرده و به مصرف فرایندهای حیاتی خود برساند. Yadav و همکاران (۲۰۰۲)، گزارش کردند که عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص سطح برگ گیاه اسفرزه تحت تیمارهای کود آلی افزایش معنی‌داری داشتند. این محققان همچنین متذکر شدند که بهبود رشد و گسترش ریشه، جذب عناصر غذایی و به تبع آن،

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر متقابل سطوح مختلف کود گاوی و تلقیح با کود میکروبی نیتروکسین بر وزن خشک ریشه در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۷). به‌نحوی که بیشترین وزن خشک ریشه (۳۰۲/۵۰ گرم در بوته) از سطح مصرف ۱۰ تن کود گاوی در هکتار و تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین و کمترین وزن آن (۷۲/۴۰ گرم در بوته) از عدم کاربرد کود گاوی و تلقیح خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین (تیمار شاهد) بدست آمد (جدول ۱۰).

بحث

ارتفاع گیاه

یکی از عوامل اصلی تعیین‌کننده ارتفاع گیاه، تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه است. تیمارهای کود گاوی، با تأمین تدریجی عناصر غذایی این عمل را به خوبی انجام داده و باعث افزایش ارتفاع گیاه می‌شوند. Pouryousef و همکاران (۲۰۱۰) نیز در بررسی تأثیر دو سطح ۱۰ و ۲۰ تن در هکتار کود گاوی بر ویژگی‌های اگرومورفولوژیک و موسیلاژ اسفرزه نشان دادند که سطح برگ، ارتفاع بوته، طول و تعداد سنبله و وزن هزاردانه با افزودن کود گاوی افزایش معنی‌دار یافت و سطح ۲۰ تن در هکتار کود گاوی تأثیر بیشتری در افزایش صفات مذکور داشت. ارتفاع بوته مانند هر اندام دیگر رویشی یا زایشی بشدت تحت تأثیر عناصر غذایی و آب قرار می‌گیرد. البته دسترسی گیاه به آب و عناصر غذایی کافی، مخصوصاً نیتروژن از طریق تأثیر بر روی تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها در افزایش ارتفاع بوته بسیار مؤثر می‌باشد.

تعداد شاخه فرعی در بوته

کود گاوی با فراهم کردن عناصر غذایی برای گیاه می‌تواند باعث افزایش رشد آن و متعاقباً تعداد شاخه فرعی گیاه شود. Ashnavar و همکاران (۲۰۱۲) بیان کردند که کاربرد ۳۰ تن در هکتار کود دامی بیشترین تأثیر را در

بدست آمده نشان می‌دهد که استفاده از کود دامی به دلیل مطابقت داشتن با شرایط رشد طبیعی گیاه سبب افزایش درصد و کیفیت ترکیب‌های اسانس می‌شود (Barreyro *et al.*, 2005).

وزن تر بخش هوایی

مقادیر مناسب کود گاوی با افزایش مواد آلی خاک، از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و نیز فراهمی جذب بیشتر عناصر غذایی، سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گیاهی شده که این مسئله در نهایت منجر به بهبود شاخص‌های رشد و نمو گیاه از جمله وزن آن می‌گردد. احتمالاً افزودن باکتری‌های تثبیت‌کننده نیتروژن به خاک با کاربرد کود میکروبی نیتروکسین، از طریق بهبود زیست‌توده و فعالیت مفید خاک و عرضه مداوم و پایدار عناصر معدنی به ویژه نیتروژن برای گیاه، منجر به بهبود شاخص‌های رشد و نمو گیاه از جمله وزن آن می‌گردد. نتایج تحقیق Koocheki و همکاران (۲۰۰۸) نیز نشان داد که در گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*) استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس، سبب افزایش وزن تر اندام‌های هوایی گیاه در طی دو فصل شد.

وزن خشک بخش هوایی

Abbasi و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش کردند که مصرف کود مرغی، وزن خشک بخش هوایی و ریشه برنج، تعداد پنجه در بوته، تعداد برگ در بوته و شاخص سطح برگ آن را افزایش داد. Tahami و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی تأثیر کودهای آلی و شیمیایی بر عملکرد و درصد اسانس گیاه دارویی ریحان به این نتیجه رسیدند که کاربرد کود گاوی منجر به افزایش معنی‌دار ارتفاع و تعداد ساقه فرعی در بوته، وزن تر برگ در بوته، وزن تر بوته، وزن خشک برگ در بوته، وزن خشک بوته، شاخص سطح برگ و شاخص سطح سبز، تعداد برگ در بوته و میزان اسانس شد. نتایج تحقیق Koocheki و همکاران (۲۰۰۸) نشان داد که در گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*) استفاده از

افزایش فتوسنتز و ساخت مواد، در افزایش رشد عمومی گیاه تحت تیمارهای تغذیه ارگانیک نقش تعیین‌کننده‌ای می‌تواند داشته باشد. Khorramdel و همکاران (۲۰۰۸)، نیز در مطالعه اثر کودهای زیستی آزو اسپیریلوم و نیتروژنوباکترو قارچ میکوریزا بر رشد و نمو گیاه سیاهدانه مشاهده کردند که کاربرد آنها منجر به افزایش ارتفاع، شاخص سطح برگ، تجمع ماده خشک و سرعت رشد محصول نسبت به شاهد گردید و در این میان تلفیق مایکوریزا و آزو اسپیریلوم بیشترین تأثیر را در افزایش صفات مورد مطالعه داشت.

عملکرد اسانس

در تحقیقی بر روی میزان عملکرد و کیفیت اسانس گیاه بابونه کبیر، افزایش مصرف کود دامی منجر به افزایش عملکرد و کیفیت اسانس این گیاه شد (Hamisi *et al.*, 2012). Barea و همکاران (۲۰۰۵) بیان کردند که استفاده از کود دامی به دلیل مطابقت داشتن با شرایط رشد طبیعی گیاه سبب افزایش درصد و کیفیت ترکیب‌های اسانس می‌شود. نتایج تحقیق Koocheki و همکاران (۲۰۰۸) حکایت از آن داشت که در گیاه دارویی زوفا (*Hyssopus officinalis*) استفاده از کود بیولوژیک نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس، سبب افزایش عملکرد اسانس، ارتفاع و قطر بوته در طی دو فصل شد.

میزان اسانس

Tahami و همکاران (۲۰۱۰)، نیز در آزمایشی بر روی گیاه دارویی ریحان دریافتند که استفاده از کودهای گاوی و گوسفندی تأثیر مثبت زیادی بر عملکرد و میزان اسانس گیاه ریحان دارد. همچنین آنان بیان کردند که بیشترین میزان عملکرد و درصد اسانس ریحان از تیمار کود گاوی بدست آمد. Vinutha (۲۰۰۵)، گزارش کرد که تلقیح گیاه ریحان با گونه‌های مختلف نیتروژنوباکترو قارچ گلوموس سبب افزایش زیست‌توده، سرعت رشد و میزان اسانس گیاه شد. در تحقیقی بر روی میزان عملکرد و کیفیت اسانس گیاه بابونه کبیر افزایش مصرف کود دامی منجر به افزایش عملکرد و کیفیت اسانس گیاه بابونه کبیر گردید. نتایج

وزن تر و خشک ریشه از سطح مصرف ۱۰ تن کود گاوی در هکتار بدست آمد. تلقیح گیاه و همچنین خاک و گیاه با کود میکروبی نیتروکسین نیز سبب افزایش کلیه صفات نامبرده شد ولی تلقیح خاک و گیاه با این کود تأثیر بیشتری در افزایش آنها داشت. اثر متقابل کود گاوی و کود میکروبی در افزایش صفات مورد اندازه‌گیری بیشتر از اثر جداگانه آنها بود. به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد کودهای بیولوژیک در بهبود رشد و نمو گیاه بادرنجبویه نقش مثبتی دارد. با توجه به‌ضرورت تولید این قبیل گیاهان در نظام‌های زراعی و لزوم توجه به کشت این گیاهان در نظام‌های کم‌نهاد، به نظر می‌رسد کودهای بیولوژیک جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی در تولید این قبیل گیاهان باشند.

منابع مورد استفاده

- Abbasi, M., Najafi, N., Aliasgharzad, N. and Oustan, S.H., 2012. Effects of soil water conditions, sewage sludge, poultry manure and chemical fertilizers on the growth characteristics and water use efficiency of rice plant in a calcareous soil. *Water and Soil Science*, 23(1): 189-208.
- Adediran, J.A., Taiwo, L.B., Akande, M.O., Sobulo, R.A. and Idowu, O.J., 2004. Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. *Jornal of Plant Nutrition*, 27: 1163-1181.
- Ahmed, A.G., Orabi, S.A. and Gaballah, M.S. 2010. Effect of bio-N-P fertilizer on the growth, yield and some biochemical components of two sunflower cultivars. *International Journal of Academic Research*, 2: 271-277.
- Ahmadinezhad, R., Najafi, N., Aliasgharzad, N. and Oustan, S.H., 2012. Effects of organic and nitrogen fertilizers on water use efficiency, yield and the growth characteristics of wheat (*Triticum aestivum* cv. Alvand). *Water and Soil Science*, 23(2): 177-194.
- Ashnavar, M., Bahmanyar, M.A. and Akbarpour, V., 2012. Study the effect of chemical fertilizer, manure and mixture of them Utilization on growth and yield of *Echinacea purpurea* L. *National Conference of Natural Products and Medicinal Plants, Bojnord*, 3-4 October: 250-255.
- Barea, J.M., Pozo, M.J., Azcon, R. and Azcon-Aguilar, C., 2005. Microbial co-operation in the rhizosphere. *Journal of Experimental Botany*, 56: 1761-1778.

کود بیولوژیک نیتروکسین و سوپرنیتروپلاس، سبب افزایش وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه در طی دو فصل نیز گردید. همچنین Tialk و همکاران (۱۹۸۲) افزایش وزن خشک بوته ذرت را که بذرها را آن با باکتری‌های *Azospirillum* و *Azotobacter chroococcum* *brasilense* تلقیح شده بودند، نشان دادند.

وزن تر ریشه

Ghosh و همکاران (۲۰۰۴)، نشان دادند که با کاربرد کودهای آلی و دامی، مخصوصاً در خاک‌های سنگین، فشرده‌گی و تراکم خاک در نتیجه افزایش خلل و فرج خاک، کاهش می‌یابد. کاهش فشرده‌گی خاک و افزایش خلل و فرج آن موجب بهبود ساختار خاک و تهویه مناسب آن می‌شود. از طرفی محتوای آب قابل دسترس خاک نیز افزایش می‌یابد. مجموعه عوامل مذکور باعث می‌شود تا رشد و گسترش ریشه و جذب عناصر غذایی افزایش یافته و در کل رشد عمومی گیاه بهبود یابد. Bashan و همکاران (۲۰۰۴) نیز نشان دادند که کاربرد کودهای بیولوژیک، به‌ویژه آزوسپریلوم می‌تواند موجب بهبود قابل توجه جذب عناصر غذایی، ماده خشک، ارتفاع گیاه، اندازه برگ و طول و وزن ریشه در غلات شود.

وزن خشک ریشه

Salmani Biary و همکاران (۲۰۱۱)، در بررسی تأثیر نسبت‌های مختلف کود بیولوژیک نیتروکسین و کود اوره بر عملکرد و اجزا عملکرد ارقام گندم، به این نتیجه رسیدند که کود نیتروکسین توانست سبب افزایش شاخص‌های رشد مانند ارتفاع بوته، تعداد دانه در خوشه، شاخص برداشت، سطح برگ و وزن خشک اندام هوایی و ریشه شود. به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت که مصرف کود گاوی سبب افزایش کلیه صفات مورد اندازه‌گیری شد. به‌طوری که بیشترین مقدار ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی و برگ در بوته، سطح برگ، عملکرد و درصد اسانس، شاخص کلروفیل برگ، وزن تر و خشک بخش هوایی از سطح مصرف ۲۰ تن کود گاوی در هکتار بدست آمد. ولی بیشترین مقدار

- Pouryousef, M., mazaheri, D., Chaiechi, M.R., Rahimi, A. and Tavakoli, A., 2010. Effect of different soil fertilizing treatments on some of agromorphological traits and mucilage of Isabgol (*Plantago ovate* Forsk). *Electronic Journal of Crop Production*, 3(2): 193-213.
- Sajadi Nik, R. and Yadavi, A.R., 2013. Effect of nitrogen fertilizer, vermicompost and nitroxin on growth indexes, phenological stages and grain yield of Sesame. *Electronic Journal of Crop Production*, 6(2): 73-99.
- Salehrasteen, N., 2001. Biological fertilizers and their role in achieving sustainable agriculture. *Soil and Water Journal (Special Issues of Biofertilizer)*, 23: 19-23.
- Salmani Biary, E., Taheri, G., Ajamnorouzi, H., Safar zad, Y. and Rayej, H., 2011. Effect of different ratio of nitroxin biofertilizer and urea on yield and yield components in wheat cultivars. 5th Conference of New Ideas in Agriculture, Islamic Azad University of Khorasgan, Isfahan, 18-19 February: 1-4.
- Shamshiripour, M., 2008. Application philosophic plant growth stimulating bacteria to increase the growth and yield of corn. M.Sc. Thesis, Department of Horticulture, Islamic Azad University of Tehran Research, Tehran, Iran.
- Tahami, S.M.K., Rezvani Moghaddam, P. and Jahan, M., 2010. Comparison the effect of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of Basil (*Ocimum basilicum* L.), *Journal of Agroecology*, 2(1): 70-81.
- Tialk, K.V.B.R., Singh, C.S., Roy, V.K. and Roa, N.S.S., 1982. Azospirillum brasilense and Azotobacter chroococcum inoculums: Effect of yield maize and sorghum. *Soil Biology and Biochemistry*, 14: 417-418.
- Vinutha, T., 2005. Biochemical Studies on *Ocimum* sp. Inoculated with Microbial Inoculants. M.Sc. Thesis, University of Agricultural Sciences, Bangalore, India.
- Yadav, R.D., Keshwa, G.L. and Yadva, S.S., 2002. Effect of integrated use of FYM, urea and sulphur on growth and yield of isabgol (*Plantago ovata*). *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences*, 25: 668-671.
- Youssef, A.A., Edris, A.E. and Gomaa, A.M. 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. *Annals of Agricultural Sciences*. 49: 299-311.
- Barreyro, R., Ringuet, J. and Agicola, S., 2005. Nitrogen fertilization and yield in oregan (*Origanum x applii*). *Ciencia e investigación agraria*, 32: 34-38.
- Bashan, Y., Holguin, G. and De-Bashan, L.E., 2004. Azospirillum-plant relationships: physiological, molecular, agriculture and environmental advances (1997-2003). *Canadian Journal of Microbiology*, 50: 521-577.
- Ghosh, P.K., Ramesh, P., Bandyopadhyay, K.K., Tripathi, A.K., Hati, K.M. and Misra, A.K., 2004. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping systems in vertisols of semi-arid tropics. I. Crop yields and systems in performance. *Bioresource Technology*, 95: 77-83.
- Ghost, B.C. and Bhat, R., 1998. Environmental hazards of nitrogen loading in wetland rice fields. *Environment and Pollution*, 102: 123-126.
- Gilik, B.R., Penrose, D. and Wenbo, M., 2001. Bacterial promotion of plant growth. *Iotechnology Advances*, 19: 135-138.
- Hamisi, M., Sefidkon, F., Nasri, M. and Lebaschi, M.H., 2012. Effects of different amounts of nitrogen, phosphor and bovine fertilizers on essential oil content and composition of *Tanacetum parthenium* L., *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 28(3): 399-410.
- Hernandez, A.N., Hernandez, A. and Heydrich, M., 1995. Selection of rhizobacteria for use maize cultivation. *Journal of Cultivos Tropicales*, 6: 5-8.
- Jahan, M., Nariri Mahalati, M., Amiri, M.B. and Tahami, K., 2011. Effects of biological fertilizers on oil production and yield of basil (*Ocimum basilicum* L.) in the winter cover crops. National Conference on sustainable agriculture, Islamic Azad University of Varamin-Pishva, 1 December: 1747-1758.
- Khorramdel, S., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M. and Ghorbani, R., 2008. Application effects of biofertilizers on the growth indices of black cumin (*Nigella sativa* L.). *Crop Research Journal*, 6(2): 285-294.
- Koocheki, A., Tabrizi, L. and Ghorbani, R., 2008. Effect of biofertilizers on agronomic and quality criteria of Hyssop (*Hyssopus officinalis*). *Crop Research Journal*, 6(1): 127- 137.
- Murty, M.G. and Ladha, J.K., 1988. Influence of Azospirillum inoculation on the mineral uptake and growth of rice under hydroponic conditions. *Plant and Soil*, 108: 281-285.
- Omidbeigi, R., 2000. Approach to the Production and Processing of Medicinal Plants (Vol. 2). Fekre Rooz, Tehran. 286p.

Effects of different levels of cow manure and inoculation with nitroxin on growth and performance of *Melissa officinalis* L.

P. Razipour^{1*}, A. Golchin² and M. Daghestani³

1*- Corresponding author, MSc. Student, Department of Horticulture, College of Agriculture, Islamic Azad University of Abhar, Abhar, Iran, E-mail: pargol_razipour@yahoo.com

2- Department of Soil Science, College of Agriculture, University of Zanjan, Zanjan, Iran

3- Department of Horticulture, College of Agriculture, Islamic Azad University of Abhar, Abhar, Iran

Received: September 2015

Revised: November 2015

Accepted: December 2015

Abstract

Biological fertilizers can be used as alternative for or supplementary to mineral fertilizers in sustainable agriculture. To assess the effects of organic and biological fertilizers on growth and morphological characteristics of *Melissa officinalis* L., a factorial experiment with 15 treatments was performed in Shahriar, Karaj, Iran, during 2012-2013 in a randomized complete block design and three replications. The factors examined were different levels of cow manure (0, 5, 10, 20 and 40 ton/ha) and inoculation with nitroxin (without inoculation, plant inoculation and soil and plant inoculation). The results showed that application of cow manure significantly increased plant height, number of leaves and lateral branches per plant, fresh and dry weights of shoots and roots, leaf surface area, leaf chlorophyll index and essential oil yield and concentration. The highest values of traits measured, except root fresh and dry weights, were obtained from the application of 20 ton/ha of cow manure and the lowest were observed in control. Our results clearly showed that inoculation with nitroxin could significantly increase the value of traits measured for Lemon balm compared to control, and inoculation of plant + soil was the superior treatment.

Keywords: Biological fertilizers, chlorophyll index, essential oil, lemon balm (*Melissa officinalis* L.).