



بررسی اثر کودهای اوره و ورمی کمپوست بر میزان جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در اندام‌های گیاه دارویی ختمی (*Altheae officinalis* L.)

امیر علی صادقی^۱، کمال حاج محمد نیا قالی باف^۱، سید محمد سیدی^۲

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۵/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۰/۳۰

چکیده

به منظور بررسی درصد و میزان عناصر پرمصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم در گیاه دارویی ختمی (*Altheae officinalis* L.) در واکنش به مصرف ورمی کمپوست و کود اوره، آزمایشی در سال ۱۳۹۱ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا درآمد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و ۱۵ تیمار انجام شد. تیمارهای آزمایش بر اساس ترکیبی از سه سطح کاربرد ورمی کمپوست (صفر، پنج و ۱۰ تن در هکتار) و پنج سطح کاربرد کود شیمیایی اوره شامل صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد مصرف متداول کود اوره (معادل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) تعیین شدند. در هر یک از سطوح کاربرد کود اوره، مصرف کود ورمی کمپوست نقش مؤثری در افزایش معنی‌دار درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم در بذر، برگ و ریشه ختمی داشت. در شرایط عدم مصرف کود اوره، کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست، درصد فسفر دانه را در مقایسه با شاهد (عدم مصرف ورمی کمپوست) تا ۲۹/۵ درصد افزایش داد. میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دانه، برگ و ریشه گل ختمی (بر حسب گرم در مترمربع) نیز در نتیجه مصرف ورمی کمپوست به طور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین نتایج آزمایش حاکی از نقش مؤثر کاربرد کود اوره در افزایش معنی‌دار درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم در بذر، برگ و ریشه گل ختمی بود. طبق نتایج این آزمایش، بین جذب نیتروژن با فسفر و پتاسیم رابطه مستقیمی وجود داشت.

واژه‌های کلیدی: گیاه دارویی، جذب عناصر، کود شیمیایی، کود آلی

صادقی، ا.ع. ک. حاج محمد نیا قالی باف و م. سیدی. ۱۳۹۶. بررسی اثر کودهای اوره و ورمی کمپوست بر میزان جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در اندام‌های گیاه دارویی ختمی (*Altheae officinalis* L.). مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۲۸: ۱۳۲-۱۲۳.

۱- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

۲- گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، تربت حیدریه، ایران، مسئول مکاتبات، پست الکترونیک:

s.m.seyyedi@torbath.ac.ir

مقدمه

گوتیرز و همکاران (۲۰۰۷) اثر ورمی کمپوست را بر خصوصیات کمی و کیفی گوجه‌فرنگی بررسی و گزارش کردند که ارتفاع گیاه و میزان جذب عناصر غذایی نیتروژن و فسفر در ۸۵ روز پس از نشاکاری به طور معنی‌داری در ورمی کمپوست بیشتر از شاهد بود. همچنین نقش کودهای دامی و یا ورمی کمپوست حاصل از آن در بهبود جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم را می‌توان به بازچرخش عناصر غذایی و بهبود خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی خاک نسبت داد (ردریگز و همکاران، ۲۰۰۶؛ سیدی و همکاران، ۲۰۱۵).

تأثیر مثبت کاربرد ورمی کمپوست بر رشد و عملکرد گیاهان دارویی نیز گزارش شده است. در این ارتباط درزی و همکاران (۱۳۸۸) بیان کردند که استفاده از ورمی کمپوست تأثیر مثبتی بر عملکرد دانه و نیز غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در دانه رازیانه داشت. عزیزی و همکاران (۱۳۸۷) نیز به اثرات مثبت کاربرد ورمی کمپوست در افزایش عملکرد کیفی و میزان جذب عناصر غذایی در بابونه اشاره کردند.

با توجه به تأثیرات مثبت کاربرد کود ورمی کمپوست، این آزمایش به منظور بررسی و مقایسه کاربرد سطوح کود ورمی کمپوست و کود اوره و نیز استفاده تلفیقی آنها بر میزان جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم در اندام‌های هوایی و ریشه ختمی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۹۱ به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و ۱۵ تیمار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد واقع در ۱۰ کیلومتری شرق مشهد به اجرا درآمد. سه سطح کاربرد ورمی کمپوست (صفر، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) و پنج سطح مصرف کود شیمیایی اوره (صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد مقدار متداول) به ترتیب عامل اول و دوم آزمایش بودند. تیمار ۱۰۰ درصد کود اوره نیز معادل ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره بود.

زمین مورد نظر در سال قبل از اجرای آزمایش به صورت آیش بود. قبل از انجام آزمایش، از خاک این زمین نمونه‌برداری تصادفی انجام گرفت که نتایج آنالیز این خاک در جدول یک ارائه شده است. این خاک دارای ماده آلی، فسفر و نیتروژن قابل جذب پایینی بود (جدول ۱). پایین بودن فسفر می‌تواند به دلیل اسیدیته نسبتاً بالای خاک محل اجرای آزمایش باشد.

گیاهان دارویی از دیرباز یکی از منابع غنی در ایران بوده که علاوه بر تأمین مصارف داخلی، در افزایش درآمدزایی نیز مورد توجه بوده‌اند. امروزه گرایش در جهت کشت و بهره‌برداری از گیاهان دارویی در راستای تولید داروهای مؤثر و به روش تولید پایدار متمرکز شده است (کراهرو گراند، ۲۰۰۵؛ مالیک و همکاران، ۲۰۱۱). ختمی (*Althea officinalis* L.) از جمله گیاهان دارویی مهم متعلق به خانواده پنیرک (*Malvaceae*) بوده که در نقاط مختلفی از ایران به ویژه خراسان رویش دارد. ریشه ختمی به عنوان منبع مهم موسیلاژ بیش از دو هزار سال است که برای درمان گلو درد، سرفه و ناراحتی‌های معده کاربرد دارد (صالحی سورمقی، ۱۳۸۸).

به کارگیری انواع کودهای آلی و یا شیمیایی به منظور حصول عملکرد بالا در محصولات زراعی لازم و ضروری است (گواردا و همکاران، ۲۰۰۴؛ ملافیلابی و همکاران، ۲۰۱۰) با این وجود، استفاده درازمدت از کودهای شیمیایی به سبب تخریب ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک می‌تواند منجر به کاهش عملکرد محصولات زراعی شود (لیو و همکاران، ۲۰۱۰). با توجه به اثرات زیست‌محیطی و مشکلات ناشی از کاربرد نهاده‌های شیمیایی و نیز افزایش هزینه‌های تحمیلی ناشی از کاربرد این نهاده‌ها، فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز رشد گیاهان از منابع قابل جایگزین مانند کود آلی ورمی کمپوست می‌تواند ضمن افزایش عملکرد و نیز بهبود جذب عناصر غذایی، نقش مؤثری در کاهش مشکلات ذکر شده داشته باشد (درزی و همکاران، ۱۳۸۹؛ کیزیلکایا، ۲۰۰۸).

استفاده از کودهای آلی مانند ورمی کمپوست به جای کودهای شیمیایی می‌تواند نقش بسیار مهمی را در افزایش عملکرد، فراهمی عناصر غذایی در خاک و کاهش مشکلات زیست‌محیطی ایفا کنند (فراگاریا و بالیگار، ۲۰۰۵). ورمی کمپوست نوعی کود آلی است که در نتیجه فعالیت گونه‌ای از کرم‌های خاکی (*Eisenia fetida*) بر روی ضایعات شهری، صنعتی و کشاورزی تولید می‌شود (سانگوان و همکاران، ۲۰۰۸). ورمی کمپوست غنی از هورمون‌های رشد بوده و به عنوان یک آفت‌کش قوی زیستی مطرح است که موجب افزایش جامعه میکروبی خاک و نگهداری عناصر غذایی برای دوره‌ای طولانی‌تر بدون اثرات منفی بر محیط می‌شود (پادماواتیاما و همکاران، ۲۰۰۸). گزارش شده است که ورمی کمپوست به عنوان اصلاح‌کننده آلی خاک، در بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاهان و نیز میزان جذب نیتروژن و فسفر مؤثر است (راجا سکار و کارمگان، ۲۰۱۰).

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

| بافت خاک | کربن آلی (درصد) | نیتروژن قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم) | پتاسیم قابل جذب (میلی-گرم بر کیلوگرم) | هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) | pH |
|------------|-----------------|--|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|------|
| لومی-سیلتی | ۰/۴۹ | ۱۰/۱۴ | ۹/۱۰ | ۱۲۶/۰۱ | ۱/۳۵ | ۸/۱۵ |

۲ × (۱۰ مترمربع) ایجاد شد. فاصله کرت‌ها از یکدیگر ۰/۵ متر، فاصله پشته‌ها از یکدیگر ۰/۵ متر و فاصله بلوک‌ها از یکدیگر ۱ متر بود. کود آلی ورمی کمپوست بر اساس تیمارهای تعریف شده در یک مرحله قبل از کاشت استفاده شد. نتایج حاصل از آنالیز این کود آلی در جدول ۲ آمده است:

جدول ۲- برخی خصوصیات شیمیایی کود ورمی کمپوست مورد استفاده در آزمایش

| نیتروژن کل (درصد) | کربن آلی (درصد) | فسفر (درصد) | پتاسیم (درصد) | هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) | pH |
|-------------------|-----------------|-------------|---------------|-----------------------------------|-----|
| ۱/۴۵ | ۱۱/۶۵ | ۱/۱۶ | ۱/۲ | ۵/۲ | ۶/۷ |

نیتروژن

بر اساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۳)، به جز درصد نیتروژن ریشه، درصد فسفر ریشه و میزان فسفر برگ، سایر شاخص‌های مورد مطالعه از نظر میزان عناصر غذایی در گل ختمی (درصد و مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم) به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر اثرات متقابل کود اوره × ورمی کمپوست قرار گرفتند ($p < 0.01$). با این وجود، درصد نیتروژن ریشه، درصد فسفر ریشه و میزان فسفر بذر به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر اثرات ساده ورمی کمپوست و نیز کود اوره قرار گرفت ($p < 0.01$).

در هریک از سطوح کود اوره، با افزایش سطح کاربرد ورمی کمپوست، میزان نیتروژن در برگ، بذر و ریشه ختمی (بر حسب گرم در مترمربع) به‌طور معنی‌دار افزایش یافت (جدول ۴). به‌عنوان مثال، از نظر میزان نیتروژن برگ، بذر و ریشه ختمی، بیشترین میزان جذب در نتیجه کاربرد ۱۰ تن کود ورمی کمپوست همراه با مصرف ۱۰۰ درصد کود اوره مشاهده گردید (به ترتیب ۲۸۱۷/۵۴۶، ۹۱/۸ و ۹۱/۸ گرم) (جدول ۴).

به‌طور کلی ورمی کمپوست به‌عنوان یکی از کودهای آلی یا کیفیت، دارای سطح متعادلی عناصر غذایی شامل نیتروژن می‌باشد (رضوانی مقدم و سیدی، ۱۳۹۳؛ دوان و همکاران، ۲۰۱۳؛ سیدی و همکاران، ۲۰۱۵). مزیت کاربرد ورمی کمپوست به‌تنهایی در مقایسه با سایر کمپوست‌های آلی به دلیل فراهمی بیشتر عناصر غذایی (شامل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، روی، آهن، مس و منگنز) و نیز کیفیت بالاتر مواد هیومیکی در ورمی کمپوست می‌باشد (علیزاده و همکاران، ۱۳۸۸؛ علیخانی و همکاران، ۱۳۹۰؛ مندوزا-هرناندز و همکاران، ۲۰۱۴). به‌عنوان نمونه، درصد نیتروژن، فسفر و پتاسیم در ورمی کمپوست به ترتیب ۱/۹۴، ۰/۷۷ و ۰/۹۵ درصد تعیین شده است (غلام‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۰). میزان عناصر غذایی موجود در ورمی-

مراحل آماده‌سازی زمین شامل شخم اولیه در آذرماه و عملیات خاک‌ورزی ثانویه شامل دو دیسک عمود بر هم، تسطیح زمین توسط لولر و همچنین ایجاد جوی و پشته توسط فاروئر قبل از کاشت در اوایل فروردین ماه ۱۳۹۱ بود. هر یک از کرت‌های آزمایش با ابعاد ۵

اعمال کود اوره در سه مرحله قبل از کاشت، به‌صورت سرک در مراحل چهار برگی و نیز قبل از شروع رشد زایشی انجام شد. عملیات کاشت در ۱۱ فروردین ماه ۱۳۹۱ انجام شد. بذور مورد استفاده به منظور کاشت در این آزمایش از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. بذورهای ختمی با فاصله ۲۵ سانتی‌متر روی ردیف و به صورت کپه‌ای کشت شد. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت و سایر آبیاری‌ها هر ۷ روز یک‌بار انجام شد. آخرین آبیاری نیز ۲ هفته قبل از عملیات برداشت انجام شد. در طول اجرای آزمایش نیز از هیچ‌گونه علف‌کش و آفت‌کش شیمیایی استفاده نشد.

عملیات برداشت با زرد شدن بوته‌ها در اول شهریور انجام و بر اساس آن عملکرد دانه و بیولوژیک (برحسب کیلوگرم در هکتار) و رعایت اثر حاشیه اندازه‌گیری شد.

اندازه‌گیری نیتروژن در نمونه‌ها توسط دستگاه میکروکجلدال انجام شد. این کار توسط ۰/۵ گرم نمونه گیاهی و پس از انجام عمل هضم و تقطیر صورت گرفت (AOAC، ۲۰۰۰). همچنین برای اندازه‌گیری فسفر و پتاسیم، ابتدا ۰/۵ گرم نمونه گیاهی آسیاب شده به مدت چهار ساعت در کوره با دمای ۴۵۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس از دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ۶۶۰ نانومتر برای اندازه‌گیری فسفر و از دستگاه فلیم‌فتومتر نیز برای اندازه‌گیری پتاسیم استفاده شد.

تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.3 انجام شد (SAS، ۲۰۱۱). میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد مورد مقایسه آماری قرار گرفتند.

نتایج و بحث

درصد و مقدار نیتروژن، فسفر و پتاسیم در اندام‌های ختمی

برگ و ریشه (۴/۲۳ و ۸/۹۱ گرم در مترمربع) در نتیجه کاربرد ۱۰۰ درصد کود اوره به دست آمد.

همان‌طور که ذکر گردید، تحریک رشد گیاه در نتیجه مصرف نیتروژن می‌تواند از طریق افزایش توانایی گیاه در جذب فسفر، در نهایت منجر به افزایش میزان فسفر در گیاه به ازای واحد سطح گردد.

پتاسیم

کلیه شاخص‌های مورد مطالعه پتاسیم در آزمایش به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر اثر متقابل سطوح ورمی‌کمپوست × کود اوره قرار گرفتند (جدول ۳). در هر یک از سطوح کود اوره، با افزایش کاربرد کود ورمی‌کمپوست درصد پتاسیم برگ، بذر و ریشه گیاه ختمی به‌طور معنی‌دار رو به افزایش گذاشت (جدول ۴).

همان‌طور که پیش‌تر به آن اشاره شد، ورمی‌کمپوست مورد استفاده در آزمایش دارای میزان متعادلی عناصر غذایی شامل پتاسیم (تا ۱/۲ درصد) می‌باشد. افزایش درصد جذب پتاسیم در اندام‌های ختمی می‌تواند در نتیجه آزاد شدن پتاسیم موجود در ورمی‌کمپوست اتفاق افتد. بر اساس سایر گزارش‌ها، میزان پتاسیم در کود ورمی‌کمپوست معادل ۱/۲ درصد (رضایی مؤدب و نبوی کلات، ۱۳۹۱)، ۱/۷۵ درصد (مفاخری و همکاران، ۱۳۹۰) و حتی تا ۳/۱۹ درصد (حاج سید هادی و همکاران، ۱۳۸۹) گزارش شده است.

صرف نظر از مصرف ورمی‌کمپوست، با افزایش سطح مصرف کود اوره، جذب پتاسیم در اندام‌های ختمی به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. به عنوان مثال در سطح ۱۰ تن در هکتار کاربرد کود ورمی‌کمپوست مصرف ۱۰۰ درصد کاربرد کود اوره منجر به حداکثر جذب پتاسیم در اندام‌های گل ختمی گردید (جدول ۴).

مشابه جذب فسفر، افزایش جذب پتاسیم در نتیجه کاربرد کود شیمیایی اوره می‌تواند ناشی از تحریک رشد رویشی گیاه در بخش هوایی و زیرزمینی و در نتیجه افزایش توانایی گیاه در جذب پتاسیم از خاک باشد. از این رو به نظر می‌رسد بین جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم رابطه مثبت و مستقیمی وجود دارد، به طوری که افزایش توانایی در جذب هر عنصر می‌تواند سبب افزایش توانایی گیاه در جذب دیگر عنصر شود.

کمپوست به‌طور تدریجی آزاد شده و در اختیار گیاه قرار می‌گیرد (سیدی و همکاران، ۱۳۹۴؛ والدز-پرز و همکاران، ۲۰۱۱). از این رو، افزایش عملکرد گیاه زراعی در نتیجه مصرف کود ورمی‌کمپوست عموماً ناشی از افزایش سطح ماده آلی و بهبود خصوصیات شیمیایی و بیولوژیکی خاک (آستارائی، ۱۳۸۵؛ احمد آبادی و همکاران، ۱۳۹۰؛ والدز-پرز و همکاران، ۲۰۱۱) و نیز تأمین عناصر غذایی به ویژه نیتروژن جهت تحریک رشد گیاه (رضوانی مقدم و همکاران، ۱۳۹۳) می‌باشد. طبق نتایج سیدی و همکاران (۱۳۹۴) ورمی‌کمپوست نقش مؤثری در افزایش غلظت نیتروژن (بر حسب گرم بر کیلوگرم) و میزان نیتروژن (گرم در مترمربع) در گیاه سیاهدانه داشت. در تحقیقی دیگر، نقش مؤثر ورمی‌کمپوست در افزایش عملکرد کمی و کیفی زیره سبز ناشی از خصوصیات مانده بالای عناصر معدنی و آزادسازی تدریجی آن‌ها و همچنین ظرفیت بالای نگهداری آب در این کود آلی عنوان شده است (سعیدنژاد و رضوانی مقدم، ۱۳۸۹).

فسفر

به‌جز میزان فسفر بذر، درصد و مقدار فسفر در سایر اندام‌های گل ختمی به‌طور معنی‌دار تحت تأثیر اثر متقابل ورمی‌کمپوست × کود اوره قرار گرفت (جدول ۳). در هر یک از سطوح کاربرد ورمی‌کمپوست، با افزایش کاربرد کود اوره، درصد فسفر برگ، بذر و ریشه به‌طور معنی‌دار رو به افزایش گذاشت (جدول ۴). بیشترین مقدار فسفر برگ، بذر و ریشه در سطح ۱۰۰ درصد کاربرد کود اوره مشاهده گردید (جدول ۴).

افزایش میزان فسفر برگ در نتیجه کاربرد کود اوره می‌تواند ناشی از همبستگی مثبت بین جذب عناصر غذایی (فسفر و نیتروژن) باشد؛ به طوری که افزایش در فراهمی جذب نیتروژن می‌تواند منجر به افزایش جذب فسفر توسط گیاه شود. در این ارتباط کوچکی و سیدی (۲۰۱۵) ضمن آنکه همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین میزان جذب نیتروژن و فسفر در زعفران مشاهده کردند، این همبستگی را ناشی از تحریک رشد رویشی ریشه و در نتیجه افزایش توانایی گیاه در جذب فسفر از خاک دانستند. در مطالعه‌ای دیگر، سیدی و همکاران (۱۳۹۴) همبستگی مثبت بین درصد نیتروژن و فسفر و نیز میزان نیتروژن و فسفر در سیاهدانه را مشاهده کرده و اظهار داشتند که مجموعه عواملی که بتواند سبب افزایش جذب نیتروژن توسط ریشه گیاه شود، می‌تواند توانایی گیاه در جذب هر چه بیشتر فسفر از خاک را بهبود دهد.

مشابه درصد فسفر، میزان فسفر در برگ و ریشه گل ختمی نیز با افزایش کاربرد کود اوره در هر یک از سطوح کود ورمی‌کمپوست به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۴). به عنوان مثال در سطح ۱۰ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست، بیشترین افزایش در میزان فسفر

جدول ۳- تجزیه واریانس درصد و میزان عناصر در گل ختمی تحت تأثیر کاربرد سطوح ورمی کمپوست و کود اوره

| منابع تغییر | درجه آزادی | درصد نیتروژن برگ | درصد نیتروژن بذر | درصد نیتروژن ریشه | میزان نیتروژن برگ | میزان نیتروژن بذر | میزان نیتروژن ریشه | درصد فسفر برگ | درصد فسفر بذر | درصد فسفر ریشه | میزان فسفر برگ | میزان فسفر بذر | میزان فسفر ریشه |
|------------------------|------------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| بلوک | ۲ | ۰/۰۰۰۳۱* | ۰/۰۰۰۳ns | ۰/۰۰۰۰۲ns | ۲۲۳/۹۱۶ns | ۵۴۲۷/۱۳ns | ۹/۵۰۸ns | ۰/۰۰۰۲* | ۰/۰۰۰۳۷** | ۰/۰۰۰۰۲ns | ۹/۴۲۶ns | ۶۰۰/۱۳** | ۹/۵۱ns |
| ورمی کمپوست | ۲ | ۰/۱۸۹** | ۵/۹۴۳** | ۰/۰۷۱** | ۱۳۰۸۰۶/۷۰۶** | ۷۹۶۸۳۷/۰۷** | ۹۳۱۱/۹۸۴** | ۰/۱۳۱** | ۰/۱۰۴۱** | ۰/۰۷۱** | ۸۱۷۳۷/۴۱۵** | ۲۸۹۴۱۸/۰۵** | ۹۳۱۱/۹۸** |
| کود اوره | ۴ | ۰/۰۱۶** | ۰/۲۸۶** | ۰/۰۰۴۴** | ۱۸۴۶۵/۷۲۰** | ۴۲۵۱۲/۸۳** | ۴۸۲/۰۶۸** | ۰/۰۱۲** | ۰/۰۰۶۸** | ۰/۰۰۴۴** | ۱۱۸۳۳/۹۰۵** | ۱۹۴۰۴/۱۸** | ۴۸۲/۰۷** |
| ورمی کمپوست x کود اوره | ۸ | ۰/۰۰۱۲** | ۰/۱۰۰۲** | ۰/۰۰۰۰۶۲ns | ۶۲۰۱/۱۶۵** | ۱۱۹۹۷۰/۳۶** | ۷۵/۰۷۷** | ۰/۰۰۱۱** | ۰/۰۰۰۰۷۵** | ۰/۰۰۰۰۶۲ns | ۳۶۱۷/۶۳۷** | ۶۲/۷۵ns | ۷۵/۰۸** |
| خطا | ۲۸ | ۰/۰۰۰۰۶ | ۰/۰۰۰۵۶ | ۰/۰۰۰۰۰۶ | ۱۵۸۹/۲۵۸ | ۵۹۳۷/۳۵ | ۱۱/۵۶۰ | ۰/۰۰۰۰۵ | ۰/۰۰۰۰۰۲ | ۰/۰۰۰۰۰۶ | ۹۱۱/۸۱ | ۵۱/۶۴ | ۱۱/۵۶ |

***، * و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم معنی داری

ادامه جدول ۳- تجزیه واریانس درصد و میزان عناصر در گل ختمی تحت تأثیر کاربرد سطوح ورمی کمپوست و کود اوره

| منابع تغییر | درجه آزادی | درصد پتاسیم برگ | درصد پتاسیم بذر | درصد پتاسیم ریشه | میزان پتاسیم برگ | میزان پتاسیم بذر | میزان پتاسیم ریشه |
|------------------------|------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| بلوک | ۲ | ۰/۰۰۰۴** | ۰/۰۰۰۴** | ۵۶/۵۸ns | ۳۰۵۱/۵۰** | ۴۵/۶۰* | ۰/۰۰۰۵** |
| ورمی کمپوست | ۲ | ۰/۱۱** | ۰/۰۸۶** | ۶۶۷۹۶/۴۰** | ۶۱۳۲/۵۹** | ۱۰۴۸۴/۳۹** | ۰/۰۸۶** |
| کود اوره | ۴ | ۰/۰۰۷** | ۰/۰۰۳** | ۷۲۳۷/۹۰** | ۴۹۷۴/۱۸** | ۴۵۸/۴۲** | ۰/۰۰۴** |
| ورمی کمپوست x کود اوره | ۸ | ۰/۰۰۰۸** | ۰/۰۰۰۰۳** | ۱۷۱۰/۴۱* | ۱۰۳۰/۱۳** | ۶۶/۷۳** | ۰/۰۰۰۰۴** |
| خطا | ۲۸ | ۰/۰۰۰۰۲ | ۰/۰۰۰۰۱ | ۵۷۹/۸۶ | ۱۱/۳۱ | ۱۱/۶۳ | ۰/۰۰۰۰۱ |

***، * و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال یک و پنج درصد و عدم معنی داری

جدول ۴- اثر متقابل سطوح ورمی کمپوست و مقادیر کود اوره بر درصد و میزان عناصر در گل ختمی

| میزان فسفر ریشه | میزان فسفر بذر | میزان فسفر برگ | فسفر ریشه (درصد) | فسفر بذر (درصد) | فسفر برگ (درصد) | میزان نیتروژن ریشه (گرم در مترمربع) | میزان نیتروژن بذر (گرم در مترمربع) | میزان نیتروژن برگ (گرم در مترمربع) | نیتروژن ریشه (درصد) | نیتروژن بذر (درصد) | نیتروژن برگ (درصد) | سطوح کود اوره (درصد از کل) | سطوح ورمی کمپوست (تن در هکتار) |
|---------------------|---------------------|-------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|--------------------------------|
| ۲۸/۶۲ ^h | ۴۸۷/۸۴ ^o | ۱۴۷/۳۹ ^h | ۰/۱۲ ^m | ۰/۶۱ ^o | ۰/۳۵ ^j | ۲۸/۶۲ ^h | ۷۷۴/۳۰ ^j | ۲۱۴/۰۴ ^g | ۰/۱۲ ^m | ۰/۱ ^f | ۰/۵۱ ^l | صفر | |
| ۳۱/۲۷ ^{gh} | ۵۲۷/۹۸ ⁿ | ۲۱۹/۴۰ ^g | ۰/۱۴ ^l | ۰/۶۳ ⁿ | ۰/۴۳ ⁱ | ۳۱/۲۷ ^{gh} | ۸۴۶/۴۴ ^{ij} | ۲۹۱/۲۴ ^f | ۰/۱۴ ^l | ۰/۱ ^f | ۰/۵۷ ^k | ۲۵ | |
| ۳۲/۰۴ ^{fg} | ۵۵۷/۴۴ ^m | ۲۸۰/۳۴ ^f | ۰/۱۵ ^{kl} | ۰/۶۵ ^m | ۰/۴۶ ^h | ۳۲/۰۴ ^{fg} | ۸۷۹/۲۴ ^{hij} | ۳۷۶/۶۸ ^e | ۰/۱۵ ^{kl} | ۰/۱ ^f | ۰/۶۱ ^j | ۵۰ | صفر |
| ۳۷/۱۲ ^{fg} | ۵۸۵/۸۲ ^l | ۳۳۰/۲۰ ^{def} | ۰/۱۶ ^k | ۰/۶۷ ^l | ۰/۴۷ ^h | ۳۷/۱۲ ^{fg} | ۸۹۳/۲۲ ^{hij} | ۴۴۶/۵۰ ^{cde} | ۰/۱۶ ^k | ۰/۱ ^f | ۰/۶۴ ⁱ | ۷۵ | |
| ۳۷/۸۸ ^f | ۶۰۶/۷۸ ^k | ۲۸۰/۰۴ ^f | ۰/۱۸ ^j | ۰/۶۸ ^k | ۰/۵۰ ^g | ۳۷/۸۸ ^f | ۹۱۷/۶۰ ^{hi} | ۳۷۹/۶۴ ^e | ۰/۱۸ ^j | ۰/۲ ^{ef} | ۰/۶۷ ^h | ۱۰۰ | |
| ۵۰/۷۶ ^e | ۶۲۴/۰۲ ^j | ۳۱۹/۱۲ ^{ef} | ۰/۲۰ ⁱ | ۰/۶۹ ^j | ۰/۵۱ ^g | ۵۰/۷۶ ^e | ۹۷۱/۹۸ ^{hi} | ۴۲۹/۵۸ ^{de} | ۰/۲۰ ⁱ | ۰/۲ ^{ef} | ۰/۶۹ ^g | صفر | |
| ۵۰/۹۴ ^e | ۶۵۵/۰۴ ⁱ | ۳۷۱/۷۸ ^{abcde} | ۰/۲۲ ^h | ۰/۷۲ ⁱ | ۰/۵۳ ^f | ۵۰/۹۴ ^e | ۱۰۱۱/۴۶ ^h | ۵۱۵/۳۴ ^{abc} | ۰/۲۲ ^h | ۰/۱۱ ^{ef} | ۰/۷۳ ^f | ۲۵ | |
| ۵۴/۲۸ ^e | ۶۷۷/۶۲ ^h | ۳۳۵/۹۰ ^{de} | ۰/۲۳ ^{gh} | ۰/۷۳ ^h | ۰/۵۴ ^{ef} | ۵۴/۲۸ ^e | ۱۲۱۹/۶۰ ^g | ۴۶۷/۶۴ ^{bcd} | ۰/۲۳ ^{gh} | ۰/۳۲ ^{bc} | ۰/۷۵ ^e | ۵۰ | ۵ |
| ۷۰/۰۸ ^c | ۷۱۳/۸۸ ^g | ۳۴۰/۲۸ ^{cde} | ۰/۲۴ ^{fg} | ۰/۷۵ ^g | ۰/۵۵ ^e | ۷۰/۰۸ ^c | ۱۲۷۱/۵۶ ^{fg} | ۴۷۳/۵۸ ^{ad} | ۰/۲۴ ^{fg} | ۰/۳۳ ^{bc} | ۰/۷۶ ^e | ۷۵ | |
| ۶۲/۵۴ ^d | ۷۴۵/۰۲ ^f | ۳۸۳/۲۲ ^{abcd} | ۰/۲۵ ^{ef} | ۰/۷۶ ^f | ۰/۵۸ ^d | ۶۲/۵۴ ^d | ۱۳۵۹/۹۶ ^f | ۵۲۰/۲۲ ^{abc} | ۰/۲۵ ^{ef} | ۰/۳۹ ^b | ۰/۷۸ ^d | ۱۰۰ | |
| ۶۴/۵۲ ^{cd} | ۷۷۵/۶۶ ^e | ۳۵۲/۱۶ ^{bcde} | ۰/۲۶ ^{de} | ۰/۷۹ ^e | ۰/۵۹ ^d | ۶۴/۵۲ ^{cd} | ۱۶۵۶/۴۲ ^e | ۴۷۲/۱۶ ^{ad} | ۰/۲۶ ^{de} | ۰/۱۲ ^{ef} | ۰/۷۹ ^d | صفر | |
| ۸۲/۳۲ ^b | ۸۰۱/۴۴ ^d | ۳۹۵/۱۳ ^{abc} | ۰/۲۷ ^{cd} | ۰/۸۰ ^d | ۰/۶۱ ^c | ۸۲/۳۲ ^b | ۲۰۵۲/۱۶ ^d | ۵۲۵/۰۶ ^{ab} | ۰/۲۷ ^{cd} | ۰/۱۹ ^{de} | ۰/۸۱ ^c | ۲۵ | |
| ۸۶/۱۴ ^{ab} | ۸۲۶/۲۲ ^c | ۳۹۸/۴۰ ^{ab} | ۰/۲۸ ^c | ۰/۸۱ ^c | ۰/۶۳ ^b | ۸۶/۱۴ ^{ab} | ۲۲۵۰/۹۰ ^c | ۵۲۳/۶۲ ^{ab} | ۰/۲۸ ^{bc} | ۰/۲۱ ^d | ۰/۸۲ ^{bc} | ۵۰ | ۱۰ |
| ۹۱/۲۴ ^a | ۸۶۵/۱۲ ^b | ۴۱۰/۶۴ ^a | ۰/۳۰ ^b | ۰/۸۴ ^b | ۰/۶۵ ^a | ۹۱/۲۴ ^a | ۲۴۶۸/۰۸ ^b | ۵۲۶/۸۰ ^{ab} | ۰/۲۹ ^b | ۰/۳۹ ^b | ۰/۸۳ ^b | ۷۵ | |
| ۹۱/۸۴ ^a | ۸۸۵/۵۲ ^a | ۴۲۳/۳۸ ^a | ۰/۳۲ ^a | ۰/۸۴ ^a | ۰/۶۶ ^a | ۹۱/۸۴ ^a | ۲۸۱۷/۶۸ ^a | ۵۴۶/۵۸ ^a | ۰/۳۲ ^a | ۰/۴۸ ^a | ۰/۸۵ ^a | ۱۰۰ | |

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

ادامه جدول ۴- اثر متقابل سطوح ورمی کمپوست و مقادیر کود اوره بر درصد و میزان عناصر در گل ختمی

| سطح ورمی کمپوست (تن در هکتار) | سطوح کود اوره (درصد از کل) | پتاسیم برگ (درصد) | پتاسیم بذر (درصد) | پتاسیم ریشه (درصد) | میزان پتاسیم برگ (گرم در مترمربع) | میزان پتاسیم بذر (گرم در مترمربع) | میزان پتاسیم ریشه (گرم در مترمربع) |
|-------------------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|
| صفر | ۰/۲۸ ^m | ۰/۱۰ ^m | ۰/۱۰ ^m | ۱۱۷/۷۶ ^h | ۱۱/۰۲ ⁿ | ۲۴/۶۸ ^h | ۰/۱۰ ^m |
| ۲۵ | ۰/۳۷ ^l | ۰/۱۲ ^l | ۰/۱۲ ^l | ۱۸۸/۵۶ ^g | ۲۲/۲۲ ^k | ۲۶/۷۹ ^{gh} | ۰/۱۲ ^l |
| صفر | ۰/۳۷ ^l | ۰/۱۴ ^k | ۰/۱۴ ^k | ۲۲۳/۰۶ ^{fg} | ۲۹/۰۱ ^h | ۲۹/۲۸ ^{gh} | ۰/۱۴ ^k |
| ۷۵ | ۰/۳۷ ^l | ۰/۱۴ ^k | ۰/۱۴ ^k | ۲۵۱/۰۶ ^{ef} | ۴۶/۳۰ ^e | ۳۲/۶۸ ^g | ۰/۱۴ ^k |
| ۱۰۰ | ۰/۴۰ ^k | ۰/۱۶ ^j | ۰/۱۶ ^j | ۲۲۵/۵۶ ^{fg} | ۵۸/۳۲ ^d | ۳۲/۹۰ ^g | ۰/۱۵ ^j |
| صفر | ۰/۴۲ ^j | ۰/۱۸ ⁱ | ۰/۱۸ ⁱ | ۲۶۵/۴۴ ^{def} | ۱۰/۹۲ ⁿ | ۴۴/۱۶ ^f | ۰/۱۸ ⁱ |
| ۲۵ | ۰/۴۳ ⁱ | ۰/۲۰ ^h | ۰/۲۰ ^h | ۳۰۸/۲۴ ^{bcd} | ۲۰/۰۶ ^l | ۴۶/۴۴ ^{ef} | ۰/۲۰ ^h |
| ۵۰ | ۰/۴۵ ^h | ۰/۲۲ ^g | ۰/۲۲ ^g | ۲۸۰/۲۸ ^{cde} | ۲۵/۳۵ ⁱ | ۵۱/۱۸ ^e | ۰/۲۲ ^g |
| ۷۵ | ۰/۴۶ ^g | ۰/۲۳ ^f | ۰/۲۳ ^f | ۲۸۶/۱۸ ^{cde} | ۴۵/۴۰ ^f | ۶۶/۲۳ ^c | ۰/۲۳ ^f |
| ۱۰۰ | ۰/۴۸ ^f | ۰/۲۳ ^f | ۰/۲۳ ^f | ۳۱۶/۳۴ ^{abc} | ۶۶/۰۵ ^b | ۵۷/۵۶ ^d | ۰/۲۳ ^f |
| صفر | ۰/۵۰ ^e | ۰/۲۶ ^e | ۰/۲۶ ^e | ۲۹۷/۶۴ ^{bcd} | ۱۳/۳۹ ^m | ۶۴/۵۲ ^c | ۰/۲۶ ^e |
| ۲۵ | ۰/۵۱ ^d | ۰/۲۷ ^d | ۰/۲۷ ^d | ۳۳۰/۸۴ ^{ab} | ۲۳/۰۹ ^j | ۸۲/۳۰ ^b | ۰/۲۷ ^d |
| ۵۰ | ۰/۵۲ ^c | ۰/۲۸ ^c | ۰/۲۸ ^c | ۳۳۲/۸۲ ^{ab} | ۳۸/۰۶ ^g | ۸۶/۱۴ ^{ab} | ۰/۲۸ ^c |
| ۷۵ | ۰/۵۴ ^b | ۰/۲۹ ^b | ۰/۲۹ ^b | ۳۴۱/۱۲ ^{ab} | ۶۱/۸۲ ^c | ۹۰/۲۸ ^a | ۰/۲۹ ^b |
| ۱۰۰ | ۰/۵۶ ^a | ۰/۳۱ ^a | ۰/۳۱ ^a | ۳۵۵/۱۸ ^a | ۸۶/۳۳ ^a | ۸۷/۰۶ ^{ab} | ۰/۳۰ ^a |

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

پتاسیم گل ختمی بود. به دلیل پایین بودن ماده آلی خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران، به نظر می‌رسد با مدیریت صحیح در استفاده از کود ورمی کمپوست به تنهایی و یا به صورت تلفیقی با کودهای شیمیایی بتوان ضمن افزایش عملکرد، بهبود شاخص‌های کیفی گیاه ختمی را بهبود بخشید.

طبق نتایج آزمایش، رابطه مثبتی بین جذب عناصر غذایی (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) وجود داشت. از این رو می‌توان اظهار داشت که مدیریت صحیح کود اوره همراه با مصرف ورمی کمپوست می‌تواند در افزایش جذب عناصر غذایی در واحد سطح نقش مؤثری داشته باشد. این توانایی جذب می‌تواند در نهایت افزایش پایداری تولید را در کشت گل ختمی امکان‌پذیر نماید. با مدیریت این شیوه کودی می‌توان گام مهمی در راستای کاهش استفاده از کودهای شیمیایی در زراعت گل ختمی برداشت.

مشابه درصد پتاسیم برگ و ریشه، میزان جذب این عنصر در اندام‌های ذکر شده در واحد سطح نیز با افزایش کاربرد کود ورمی کمپوست و اوره رو به افزایش گذاشت؛ به طوری که در هر سه سطح کاربرد کود ورمی کمپوست، بیشترین افزایش در میزان جذب پتاسیم در سطح ۱۰۰ درصد کاربرد اوره مشاهده گردید (جدول ۴). همانطور که پیش‌تر ذکر گردید، افزایش جذب پتاسیم در نتیجه مصرف اوره ممکن است اساساً ناشی از نقش هم‌افزایی و رابطه مثبت بین دو عنصر نیتروژن و پتاسیم باشد؛ به طوری که افزایش جذب نیتروژن توسط گیاه سبب بهبود توانایی در جذب بیشتر پتاسیم از خاک می‌شود.

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج این آزمایش حاکی از نقش مؤثر فراهمی کاربرد ورمی کمپوست و کود اوره در افزایش جذب عناصر نیتروژن، فسفر و

منابع

- احمدآبادی ز، م. قاجار سپانلو و س. رحیمی آلاشتی. ۱۳۹۰. اثر کاربرد ورمی کمپوست بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۱۵: ۱۳۷-۱۲۵.
- آستارانی، ع. ۱۳۸۵. تأثیر کمپوست زباله شهری و ورمی کمپوست بر اجزای عملکرد و عملکرد اسفرزه (*Plantago ovata*). مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۲۲: ۱۸۷-۱۸۰.
- حاج سیدهادی، م. ر. م. ت. درزی، غ. ج. ریاضی و ز. قندهاری علویجه. ۱۳۸۹. تأثیر محلول‌پاشی با اسیدهای آمینه و کاربرد مقادیر مختلف ورمی-کمپوست بر صفات مورفولوژیک و عملکرد گل بابونه. یافته‌های نوین کشاورزی. جلد ۵: ۱۵۸-۱۴۷.

- درزی، م. ت.، ا. قلاوند و ف. رجالی. ۱۳۸۸. تأثیر مصرف کودهای بیولوژیک بر روی جذب عناصر K, P, N و عملکرد دانه در گیاه دارویی رازیانه (*Foeniculum vulgare* Mill.) مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد ۱: ۱۹-۲۵.
- درزی، م. ت.، م. ر. حاج سیدهادی، و ف. رجالی. ۱۳۸۹. تأثیر کاربرد ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر عملکرد و اجزاء عملکرد گیاه دارویی انیسون (*Pimpinella anisum* L.) مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۲۶: ۴۵۲-۴۶۵.
- رضایی مؤدب ع. و س. م. نبوی کلات. ۱۳۹۱. اثر کاربرد ورمی کمپوست و کودهای زیستی بر عملکرد بذر و اجزای عملکرد ریحان (*Ocimum basilicum* L.) مجله اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. جلد ۶: ۱۷۰-۱۵۷.
- رضوانی مقدم، پ. و س. م. سیدی. ۱۳۹۳. نقش کودهای آلی و بیولوژیک در جذب فسفر و پتاسیم توسط سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) نشریه علوم باغبانی. جلد ۲۸: ۴۳-۵۳.
- رضوانی مقدم، پ.، سیدی، س. م. و آزاد، م. ۱۳۹۳ ب. مقایسه تأثیر منابع آلی، شیمیایی و بیولوژیک نیتروژن بر کارایی مصرف نیتروژن در سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۳۰: ۲۷۴-۲۶۰.
- سعیدنژاد، ا. ح. و رضوانی مقدم، پ. ۱۳۸۹. ارزیابی اثر مصرف کمپوست، ورمی کمپوست و کودهای دامی روی عملکرد، اجزای عملکرد و درصد اسانس زیره سبز (*Cuminum cyminum*) نشریه علوم باغبانی. جلد ۲۴: ۱۴۸-۱۴۲.
- سیدی، س. م.، م. خواججه‌حسینی، پ. رضوانی مقدم و شاهنده، ح. ۱۳۹۴. ارتباط حلالیت فسفر خاک و جذب نیتروژن و تأثیر آن بر شاخص برداشت فسفر سیاهدانه. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. جلد ۴۶: ۲۵-۳۶.
- صالحی سورمقی، م. ۱۳۸۸. گیاهان دارویی و گیاه درمانی. انتشارات دنیای تغذیه و سلامت، تهران.
- عزیزی، م.، ف. رضوانی، م. حسن زاده خیاط، ا. لکزیان و ح. نعمتی. ۱۳۸۷. تأثیر سطوح مختلف ورمی کمپوست و آبیاری بر خصوصیات مورفولوژیک و میزان اسانس بایونه آلمانی (*Matricaria recutita*) رقم Goral. مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران، جلد ۲۴: ۸۲-۹۳.
- علیزاده، ا.، ا. علیزاده و ل. آریانا. ۱۳۸۸. بهینه‌سازی مصرف نیتروژن و فسفر در زراعت پایدار ذرت با استفاده از میکوریزا و ورمی کمپوست. یافته‌های نوین کشاورزی، جلد ۳: ۳۱۶-۳۰۳.
- علیخانی، ح.، ب. یخچالی و ل. محمدی. ۱۳۹۰. مقایسه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی کمپوست معمولی و ورمی کمپوست. مجله زیست شناسی ایران، جلد ۲۴: ۹۳۴-۹۲۵.
- غلام‌نژاد، س. م.، ح. آرویی و س. ح. نعمتی. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر نسبت‌های کوکویت و ورمی کمپوست به عنوان بستر کاشت بر سبز شدن و برخی ویژگی‌های کمی و کیفی نشاء فلفل شیرین (*Capsicum annuum* L.) نشریه علوم باغبانی. جلد ۲۵: ۳۷۵-۳۶۹.
- مفاحری، س.، امیدبگی، ر.، سفیدکن، ف. و رجالی، ف. ۱۳۹۰. تأثیر کاربرد ورمی کمپوست، بیوفسفات و ازتوباکتر بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه دارویی بادرشبی (*Dracocephalum moldavica* L.) مجله تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران. جلد ۲۷: ۶۰۵-۵۹۶.
- AOAC, 2000. Official Methods of Analysis, 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, Maryland, USA.
- Craher, L.L. and Gardner, Z. 2005. Trends in Medicinal Plant Production. University of Massachusetts, Department of Plant, Soil and Insect Sciences.
- Doan, T. T., P. T. Ngo, C. Rumpel, B. V. Nguyen and P. Jouquet. 2013. Interactions between compost, vermicompost and earthworms influence plant growth and yield: A one-year greenhouse experiment. Sci. Hortic. 160: 148-154.
- Fageria, N. K. and V. C. Baligar. 2005. Enhancing nitrogen use efficiency in crop plants. Adv. Agron. 88: 97-185.
- Guarda, G., S. Padovan and G. Delogu. 2004. Grain yield, nitrogen-use efficiency and baking quality of old and modern Italian bread-wheat cultivars grown at different nitrogen levels. Eur. J. Agron. 21: 181-192.
- Gutierrez, F. A., J. Santiago, J. A. M. Molina, C. C. Nafate, M. Abud, M. A. O. Llaven, R. Rincon and L. Dendooven. 2007. Vermicompost as a soil supplement to improve growth, yield and fruit quality of tomato (*Lycopersicon esculentum*). Bioresour. Technol. 98: 2781-2786.
- Kizilkaya, R. 2008. Yield response and nitrogen concentrations of spring wheat (*Triticum aestivum*) inoculated with *Azotobacter chroococcum* strains. Ecol. Engin. 33:150-156.
- Koocheki, A. and S. M. Seyyedi. 2015. Relationship between nitrogen and phosphorus use efficiency in saffron (*Crocus sativus* L.) as affected by mother corm size and fertilization. Ind. Crops Prod. 71: 128-137.
- Liu, E., C. Yan, X. Mei, W. He, S. H. Bing, L. Ding, Q. Liu, S. Liu and T. Fan. 2010. Long-term effect of chemical fertilizer, straw, and manure on soil chemical and biological properties in northwest China. Geoderma 158: 173-180.
- Malik, A. A., S. Suryapani and J. Ahmad. 2011. Chemical vs. organic cultivation of medicinal and aromatic plants: the choice is clear. Int. J. Medic. Arom. Plant 1: 5-13.

- Mendoza-Hernández, D., F. Fornes and R. M. Belda. 2014. Compost and vermicompost of horticultural waste as substrates for cutting rooting and growth of rosemary. *Sci. Hortic.* 178: 192–202.
- Mollafilabi, A., M. H. Rashed, H. Moodi and M. Kafi. 2010. Effect of plant density and nitrogen on yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa* L.). *Acta Hortic.* 85:115–126.
- Padmavathamma, P. K., L. Y. Li and U. R. Kumari. 2008. An experimental study of vermin-biowaste composting for agriculture soil improvement. *Bioresour. Technol.* 99: 1672-1681.
- Raja Sekar, K. and N. Karmegan. 2010. Earthworm casts as an alternate carrier material for biofertilizers: Assessment of endurance and viability of *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megaterium* and *Rhizobium leguminosarum*. *Sci. Hortic.* 124: 286-289.
- Rodrigues, M. A., A. Pereira, J. E. Cabanas, L. Dias, J. Pires and M. Arrobas. 2006. Crops use-efficiency of nitrogen from manures permitted in organic farming. *Eur. J. Agron.* 25: 328–335.
- Sangwan, P., C. P. Kaushik and V. K. Garg. 2008. Feasibility of utilization of horse dung spiked filter cake in vermicomposters using exotic earthworm *Eisenia foetida*. *Bioresour. Technol.* 99: 2442-2448.
- SAS, 2011. SAS for Windows Version 9.3. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Seyyedi S. M., M. Khajeh-Hosseini, P. Rezvani Moghaddam and H. Shahandeh. 2015. Effects of phosphorus and seed priming on seed vigor, fatty acids composition and heterotrophic seedling growth of black seed (*Nigella sativa* L.) grown in a calcareous soil. *Ind. Crops Prod.* 74: 939–949
- Valdez-Pérez, M. A., F. Fernández-Luqueño, O. Franco-Hernandez, L. B. Flores Cotera and L. Dendooven. 2011. Cultivation of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in limed or unlimed wastewater sludge, vermicompost or inorganic amended soil. *Sci. Hortic.* 128: 380–387.

The effects of vermicompost and urea fertilizers on nitrogen, phosphorus and potassium uptake in marshmallow (*Althaea officinalis* L.) organs

A.A. Sadeghi¹, K. Hajmohammadnia Ghalibaf¹, S.M. Seyyedi²

Received: 2015-08-22 Accepted: 2016-01-20

Abstract

In order to investigate the effects of vermicompost and urea chemical fertilizers on nitrogen, phosphorus and potassium uptake in marshmallow (*Althaea officinalis* L.) organs, a field experiment was conducted at Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, in 2012. Experiment was conducted using a completely randomized blocks design based on factorial arrangement with three replications. Experimental treatments were three levels of vermicompost (0, 5 and 10 ton.ha⁻¹) and five levels of urea fertilizer (0, 25, 50, 75 and 100% of 200 kg N ha⁻¹). Vermicompost application in each urea fertilizer level had an effective role in increasing nitrogen, phosphorus and potassium percentages in seed, leaf and root of marshmallow. By applying 10 ton vermicompost ha⁻¹, phosphorus percentage in seed of marshmallow was increased by 29.5 %, as compared to control treatment. Nitrogen, phosphorus and potassium contents in seed, leaf and root of marshmallow were significantly increased by vermicompost application. Urea fertilizer caused a significant increase in nitrogen, phosphorus and potassium percentages in seed, leaf and root of marshmallow. According to the results, there was a positive relationship between nitrogen uptake with phosphorus and potassium uptake.

Keywords: Chemical fertilizer, medicine plant, nutrient uptake, organic fertilizer

1- Department of Agronomy and Crop Breeding, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2- Department of Crop Production, University of Torbat heydariae, Torbat Heydariae, Iran