

اثر ورمی کمپوست، کودهای زیستی نیتروژنی (بارور ۱) و فسفری (بارور ۲) بر عملکرد و اجزای عملکرد کدوی طی (Cucurbita pepo L. var. styriaca)

فرشته کشکولی^۱، علیرضا ابدالی مشهدی^{۲*}، محمدحسین قرینه^۳، امین لطفی جلال آبادی^۴ و اسداله زارعی سیاهبیدی^۵

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، خوزستان، ایران

۲- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، خوزستان، ایران

پست الکترونیک: alirezaabdali@ramin.ac.ir

۳- دانشیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، خوزستان، ایران

۴- استادیار، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، ملاتانی، خوزستان، ایران

۵- استادیار، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۷

تاریخ اصلاح نهایی: مرداد ۱۳۹۸

تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹۸

چکیده

کدوی طی (*Cucurbita pepo* L. var. *styriaca*) دارای روغن خوراکی با ارزش و نیز ترکیب‌هایی است که از آن برای پیشگیری و درمان سرطان پروستات استفاده می‌شود. با هدف ارزیابی اثر ورمی کمپوست (عدم کاربرد، کاربرد ۵ و ۱۰ تن در هکتار) به عنوان فاکتور اصلی، کود نیتروژن زیستی بارور ۱ (عدم کاربرد و کاربرد بارور-۱) و کود فسفر زیستی بارور ۲ (عدم کاربرد و کاربرد بارور-۲) به عنوان فاکتور فرعی بر روی عملکرد و اجزای عملکرد کدوی طی، آزمایشی در قالب طرح اسپلیت فاکتوریل با سه تکرار در شهرستان اسلام‌آباد غرب واقع در استان کرمانشاه اجرا شد. صفات مورد اندازه‌گیری شامل نسبت گل‌های نر و ماده، تعداد میوه در بوته، تعداد دانه در میوه، متوسط عملکرد خشک میوه، طول ساقه، تعداد روز تا گلدهی، عملکرد دانه، درصد و عملکرد روغن دانه بود. اثر ورمی کمپوست بر صفات تعداد دانه در میوه، عملکرد خشک میوه و تاریخ گلدهی معنی‌دار شد. بیشترین عملکرد روغن (۳۰ کیلوگرم در هکتار) از ترکیب تیماری فسفر زیستی و عدم کاربرد ورمی کمپوست و بالاترین عملکرد دانه (۱۹۵ کیلوگرم در هکتار) از ترکیب تیماری کاربرد نیتروژن زیستی، عدم کاربرد فسفر زیستی و عدم کاربرد ورمی کمپوست بدست آمد. کمترین نسبت گل نر به گل ماده (۳۹) مربوط به عدم کاربرد فسفر و نیتروژن زیستی به همراه کاربرد ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست بود و بیشترین نسبت گل نر به گل ماده (۶۶) از ترکیب تیماری عدم کاربرد نیتروژن زیستی، کاربرد فسفر زیستی و کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست بدست آمد. به طور کلی بالاترین عملکرد دانه و عملکرد روغن به ترتیب از کاربرد یگانه نیتروژن زیستی و کاربرد یگانه فسفر زیستی حاصل شد.

واژه‌های کلیدی: گل ماده، عملکرد دانه، عملکرد روغن، کوکوریبتاسه، گیاه دارویی.

مقدمه

کدوی طبی (*Cucurbita pepo* L. var. *styriaca*) یک گیاه دارویی مهم و ارزشمند از تیره کدوئیان، علفی، یک‌ساله و دارای ساقه‌های خزنده است. این گیاه در مناطق گرمسیر و نیمه‌گرمسیر جهان می‌روید و منشأ آن اروپا و مناطق گرمسیر آمریکاست (Stapleton et al., 2000). تحقیقات انجام شده روی این گیاه در نقاط مختلف، نشان‌دهنده میزان بالای چربی دانه‌های آن است؛ نتایج برخی از این بررسی‌ها نشان داده که درصد بالای دو اسید چرب غیراشباع مهم آن، یعنی اسید اولئیک و لینولئیک و دیگر ترکیب‌ها مانند اسید آلفالینولئیک، فیتواسترول‌ها، اسیدهای چرب اُمگا-۳، ویتامین E و توکوفرول‌های موجود در دانه این گیاه دارای اثرهای بالینی مثبت بر پروستات و همچنین اثرهای تقویت مثانه (Heim et al., 2018) است. همچنین ایزومرهای توکوفرول موجود در روغن دانه این گیاه دارای قابلیت آنتی‌اکسیدانی متفاوت هستند (Broznic et al., 2016). در آزمایشی بر روی موش‌ها خواص ضدانگلی، آنتی‌اکسیدانی و ضدانعقادی روغن دانه کدو مورد تأیید قرار گرفت (Beshay et al., 2019). بسیاری از مطالعات فارماکولوژیک اثرهای حفاظت کبدی، خاصیت آنتی‌اکسیدانی، ضدسرطانی، ضد میکروبی، ضد التهابی، ضد درد و ضد التهابی و نیز مهار فعالیت‌های هیپرپلازی خوش‌خیم پروستات کدوی طبی را تأیید می‌کنند (Perez Gutierrez, 2016).

در کشاورزی نوین، رویکرد جهانی در تولید گیاهان دارویی، به سمت استقرار نظام کشاورزی پایدار با بکارگیری روش‌های مدیریتی جدید تغییر پیدا کرده است، یکی از این روش‌ها استفاده از کودهای زیستی با هدف حذف یا کاهش مصرف نهاده‌های شیمیایی است. در کشاورزی پایدار در راستای بهبود باروری خاک، استفاده از کودهای زیستی بجای کودهای شیمیایی پیشنهاد شده است (Wu et al., 2005). ورمی‌کمپوست یکی از کودهای زیستی است که از طریق فرآوری ضایعات آلی مانند کود دامی، بقایای گیاهی و غیره توسط کرم‌های خاکی تولید می‌گردد. این ماده دارای تخلخل

زیاد، قدرت جذب و نگهداری بالای عناصر معدنی و آب، تهویه و زهکش مناسب و عاری از بو و عوامل بیماری‌زا است که امروزه استفاده از آن در کشاورزی، به دلیل بهبود رشد و کیفیت محصولات زراعی و باغی متداول شده است (Arancon et al., 2004). از توپاکتر نوعی کود زیستی است که با تثبیت نیتروژن، رشدونمو گیاهان را بهبود می‌بخشد. اثر مفید کود از توپاکتر را می‌توان به فراهم نمودن ترکیب‌های گوناگون برای ریشه نسبت داد، زیرا باکتری‌های سازنده این کود زیستی، افزون بر تثبیت نیتروژن هوا و متعادل کردن جذب عناصر اصلی پرمصرف و ریزمغذی مورد نیاز گیاه، با ساخت و تراوش مواد برانگیزنده رشد گیاه مانند انواع هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد (Akbari et al., 2011) نقش مفید دارد. در گیاه کدوی طبی با افزایش جذب عنصر نیتروژن افزایش رشد اندام‌های هوایی و زیرزمینی مشاهده شد (Habibi et al., 2011).

میکروارگانسیم‌های حل‌کننده فسفات از دیگر کودهای زیستی هستند که از طریق افزایش حلالیت فسفر در شرایط کمبود فسفات معدنی، سبب بهبود رشد و نمو گیاهان می‌شوند. همچنین بسیاری از این میکروارگانسیم‌ها با تولید آنزیم‌های مختلف مانند فسفاتاز، موجب آزاد شدن فسفر از ترکیب‌های آلی می‌گردند (Toro et al., 1997). کود زیستی بارور-۲ حاوی باکتری‌های مفید حل‌کننده فسفات است که با اسیدی کردن خاک و ترشح آنزیم‌های فسفاتاز باعث رهاسازی یون فسفات از ترکیب‌های فسفردار می‌شود که قابل جذب گیاهان است (Tohidinia et al., 2014). کود زیستی بارور-۲ حاوی باکتری‌های *Pantoea* و *Pseudomonas putida* P13 *agglomerans* P5 است (Karimi et al., 2013). این دو باکتری شناخته‌شده‌ترین باکتری‌های آزادکننده فسفر در ایران هستند (Malboobi et al., 2009). در آزمایشی IAA تولیدشده توسط *Pantoea agglomerans* منجر به افزایش اندازه‌گره‌ها در زیتون در شرایط آزمایشگاهی شد (Cimmino et al., 2006). در آزمایشی که روی کدوی طبی انجام شد، بیشترین عملکرد دانه، میوه و روغن از کاربرد کودهای زیستی فسفری و نیتروژنی به همراه کودهای آلی

قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. اسلام‌آباد غرب جزو نواحی معتدل و نیمه‌خشک بوده و بارندگی‌ها بیشتر از نیمه دوم مهر تا نیمه اول خرداد ادامه دارد. میانگین بارندگی سالانه ۴۴۱ میلی‌متر است که بیشتر آن در ماه‌های آذر و دی می‌بارد. میانگین دما در ماه‌های اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد و شهریور در سال اجرای آزمایش به ترتیب ۲۰/۲، ۲۴/۵، ۲۹، ۲۸/۷ و ۲۴ درجه سلسیوس بود. در این آزمایش ورمی کمپوست به‌عنوان فاکتور اصلی در سه سطح (عدم کاربرد، ۵ و ۱۰ تن در هکتار)، کود نیتروژن زیستی با دو سطح (عدم کاربرد و کاربرد بارور-۱ به میزان یک کیلوگرم در هکتار) و کود فسفر زیستی با دو سطح (عدم کاربرد و کاربرد بارور-۲ به میزان یک کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. کود بارور-۱ دارای باکتری تثبیت‌کننده نیتروژن (*Azotobacter vinelandii*) بوده و تعداد ۱۰۹ باکتری فعال در هر گرم آن وجود دارد. کود بارور-۲ دارای دو باکتری حل‌کننده فسفات *Pseudomonas putida* و *Bacillus subtilis* است و تعداد ۱۰۹ باکتری فعال در هر گرم آن وجود دارد. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی رسی با $pH=7/6$ و $EC=0/78$ میلی‌موس بر سانتی‌متر بود. نتایج آزمون خاک نشان داد که خاک مورد نظر دارای ۰/۸٪ مواد آلی، ۱۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر و ۲۷۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم پتاسیم و ۰/۸٪ نیتروژن بود. میزان توصیه شده نیتروژن مورد استفاده براساس آزمون خاک حدود ۶۰ کیلوگرم در هکتار بود. کرت‌ها دارای ابعاد سه در شش متر، فاصله دو ردیف کشت از هم ۱۰۰ سانتی‌متر و فاصله هر دو بوته بر روی ردیف ۵۰ سانتی‌متر و تراکم ۲۰۰۰۰ بوته در هکتار در نظر گرفته شد. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و تسطیح قبل از کاشت انجام شد. بذرها قبل از کاشت مطابق دستورالعمل شرکت تولیدکننده (زیست فناوری سبز) به‌وسیله کودهای زیستی مورد آزمایش، بذرمال گردیدند. یک بسته از کود زیستی از توپارور-۱ را در آب مورد نیاز برای مرطوب کردن بذر رقیق شد. بذرها در سایه روی نایلون و سطح تمیز قرار داده شد. محلول رقیق شده با

بدست آمد (Habibi et al., 2014). در پژوهشی اثر کود گاوی و کود گوگرد همراه با تلقیح با *Thiobacillus thiooxidans* بر عملکرد دانه و ترکیب روغن کدوی طبی بررسی شد. نتایج نشان داد که استفاده از *T. thiooxidans*، کود گاوی و کود گوگرد باعث کاهش pH خاک شد. بیشترین تعداد دانه در هر میوه، بیشترین عملکرد میوه، محتوای آهن دانه و عملکرد دانه از کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود گاوی به همراه ۵۰۰ کیلوگرم گوگرد همراه با تلقیح *T. thiooxidans* بدست آمد (Ansari et al., 2017). امروزه راهبردهای مدیریت خاک بیشتر به کودهای شیمیایی معدنی وابسته هستند که تهدیدی جدی برای سلامتی انسان و محیط‌زیست می‌باشند. کودهای زیستی به‌عنوان گزینه‌ای برای افزایش باروری خاک و تولید محصولات زراعی در کشاورزی پایدار شناخته شده‌اند. بهره‌برداری از میکروب‌های مفید به‌عنوان کودهای زیستی به‌دلیل نقش احتمالی آنها در ایمنی مواد غذایی و تولید پایدار محصولات کشاورزی از اهمیت ویژه‌ای در بخش کشاورزی برخوردار است (Itelima et al., 2018). از دیدگاه اقتصادی، مطالعات امکان‌سنجی نشان داده است که ترکیبی از کودهای آلی و طبیعی، قابلیت لازم را برای دستیابی به حداکثر بازده سودآوری دارند. مخلوط کودهای آلی و طبیعی می‌تواند جایگزین کودهای شیمیایی شده و یا از مصرف آنها بکاهد و کیفیت گیاهان دارویی و معطر را بهبود ببخشد و علاوه بر آن هزینه‌های اقتصادی و آلودگی محیط‌زیست کشاورزی را کاهش دهد (Mahmoud & Soliman, 2017). این تحقیق در راستای کشاورزی پایدار و ارگانیک و نیز به‌منظور ترغیب کشاورزان به کاربرد بیشتر کودهای آلی و بیولوژیک در تولید گیاه دارویی کدوی طبی اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در اواخر اردیبهشت ۱۳۹۴ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی شهرستان اسلام‌آباد غرب واقع در استان کرمانشاه با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۳۱ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و شش دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۳۳۵ متر از سطح دریا به‌صورت اسپلینت فاکتوریل در

نتایج

اثر اصلی نیتروژن زیستی و اثر متقابل دوگانه ورمی‌کمپوست و فسفر زیستی بر طول ساقه معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین دو سطح اثر اصلی نیتروژن زیستی نشان داد که طول ساقه تیمار شاهد (۲۰۱/۳۳ سانتی‌متر) نسبت به تیمار کاربرد نیتروژن زیستی (۱۷۹/۹۸ سانتی‌متر) به طور معنی‌داری ۱۱/۸۶٪ بیشتر بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲) نشان داد که بالاترین طول ساقه مربوط به اثر متقابل دوگانه کاربرد ۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست و کاربرد فسفر زیستی (۲۷۰ سانتی‌متر) و کمترین طول ساقه از اثر متقابل دوگانه عدم کاربرد ورمی‌کمپوست و عدم کاربرد فسفر زیستی (۱۹۰ سانتی‌متر) بدست آمد که ۴۲٪ تفاوت داشتند. همه ترکیب‌های تیماری با ترکیب تیماری عدم کاربرد ورمی‌کمپوست و فسفر زیستی (شاهد) اختلاف معنی‌دار داشتند. اثر اصلی ورمی‌کمپوست و فسفر زیستی بر صفت تعداد روز تا گلدهی معنی‌دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین (جدول ۳) نشان داد که کمترین تعداد روز تا شروع گلدهی مربوط به تیمار کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست (۴۴/۵۸ روز) و بیشترین تعداد روز گلدهی مربوط به تیمار عدم کاربرد ورمی‌کمپوست (۴۶/۵۸ روز) بود که ۴/۵٪ تفاوت داشتند. به‌طور کلی با افزایش سطوح ورمی‌کمپوست، دوره ورود به مرحله زایشی کاهش یافت. کاربرد فسفر زیستی مدت زمان گلدهی را یک روز افزایش داد (جدول ۳). نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) اثر سه‌گانه ورمی‌کمپوست، فسفر و نیتروژن زیستی بر نسبت گل‌نر به گل‌ماده معنی‌دار گردید (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل سه‌گانه ورمی‌کمپوست، فسفر و نیتروژن زیستی (جدول ۴) نشان داد که کمترین و بیشترین نسبت گل‌نر به ماده به ترتیب مربوط به عدم کاربرد فسفر و نیتروژن زیستی توأم با کاربرد ۵ تن در هکتار ورمی‌کمپوست (۳۹/۰۴) و اثر متقابل سه‌گانه عدم کاربرد ورمی‌کمپوست، عدم کاربرد فسفر زیستی و عدم کاربرد کود نیتروژن زیستی (۶۵/۵۵) بود که ۶۷/۹٪ اختلاف داشتند.

آبیاش و به تدریج روی بذرها پاشیده و خوب مخلوط شد. برای کاربرد کود فسفر زیستی (بارور ۲) در محیط بدون نور خورشید و در نور کم، بعد از آماده کردن محلول کود زیستی با مقدار مناسب آب آن را با یک تکه پارچه نازک صاف نموده و بعد آن را در اسپری ریخته و به صورت یکنواخت بر روی بذرها پاشیده شد. همچنین طبق توصیه شرکت سازنده مقداری از کود فسفر زیستی (بارور ۲) به همراه اولین آبیاری به واحدهای آزمایشی مربوطه داده شد. قبل از کاشت تیمار ورمی‌کمپوست برای هر کرت وزن شد و به صورت دستی به زمین اضافه گردید. عملیات کاشت در ۲۸ اردیبهشت‌ماه با دست، به صورت کپه‌ای (سه بذر)، با عمق ۳ سانتی‌متر انجام شد. برای یکنواختی در سبز شدن اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت و آبیاری‌های بعدی بر حسب نیاز به روش قطره‌ای تا پایان فصل رشد به صورت ۷ روز یک‌بار انجام شد. پس از سبز شدن بذرها و در مرحله چهار برگی تنک و واکاری بوته‌های ضعیف انجام شد. در طول فصل رشد وجین علف‌های هرز به صورت دستی انجام شد. در زمان آماده‌سازی زمین و همچنین در طی دوره رشد گیاه هیچ‌گونه کود شیمیایی، علف‌کش و آفت‌کش مورد استفاده قرار نگرفت. در طی زمان گلدهی تعداد گل‌های نر و ماده شمارش شده و نسبت این گل‌ها محاسبه گردید. خطوط کاشت یک و شش و همچنین نیم متر ابتدا و انتهای هر خط کاشت به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شد (سطح نمونه‌برداری ۶ مترمربع). پس از برداشت، میوه‌های مربوط به هر کرت جداگانه توزین و بعد دانه آنها استخراج و در سایه خشک گردید. پس از خشک شدن، دانه‌ها توزین و شمارش شدند. در پایان تعداد میوه در بوته، تعداد دانه میوه، متوسط عملکرد خشک میوه در هکتار و عملکرد دانه اندازه‌گیری شد. محتوای روغن دانه نیز با استفاده از روش سوکسله اندازه‌گیری گردید (Yaniv et al., 1999). نتایج با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.2 مورد محاسبه آماری قرار گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال خطای ۵٪ استفاده شد.

زیستی و عدم کاربرد ورمی کمپوست (۱۹۵/۵۰) کیلوگرم در هکتار) و عدم کاربرد سه تیمار مورد آزمایش (۶۷/۷۲) کیلوگرم در هکتار) بود. تفاوت میان بیشترین عملکرد دانه و کمترین عملکرد دانه ۱۸۸/۶۸٪ بود. اثر اصلی ورمی کمپوست و اثر اصلی فسفر زیستی بر درصد روغن دانه معنی دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین سطوح فاکتور ورمی کمپوست (جدول ۳) نشان داد که بیشترین و کمترین درصد روغن به ترتیب مربوط به کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست (۲۱/۱٪) و کاربرد ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست (۱۵/۱٪) بود که اختلافی ۳۹/۷ درصدی داشتند. البته میان سطوح کاربرد ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و عدم کاربرد آن اختلاف معنی داری وجود نداشت. بررسی میانگین‌های دو سطح اثر اصلی فسفر زیستی (جدول ۳) نشان داد که درصد روغن دانه با کاربرد و عدم کاربرد فسفر زیستی به ترتیب به ۱۹/۰٪ و ۱۶/۷٪ رسید که تفاوت ۱۳/۷ درصدی را نشان داد. اثرهای اصلی هر سه فاکتور و نیز اثر متقابل دوگانه ورمی کمپوست و فسفر زیستی و همچنین اثر متقابل دوگانه نیتروژن زیستی و فسفر زیستی بر عملکرد روغن معنی دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل ورمی کمپوست و فسفر زیستی (جدول ۲) نشان داد که کمترین و بیشترین عملکرد روغن به ترتیب در ترکیب تیماری عدم کاربرد ورمی کمپوست و عدم کاربرد فسفر زیستی (۱۴/۵۶) کیلوگرم در هکتار) و ترکیب تیماری عدم کاربرد ورمی کمپوست و کاربرد فسفر زیستی (۳۱/۱۵) کیلوگرم در هکتار) با ۱۱۳/۹٪ اختلاف بدست آمد. مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه نیتروژن زیستی و فسفر زیستی (جدول ۶) نشان داد که بالاترین عملکرد روغن در ترکیب تیماری کاربرد نیتروژن زیستی و کاربرد فسفر زیستی و با اختلاف معنی دار نسبت به سه ترکیب تیماری دیگر بدست آمد، در حالی که بین سه ترکیب تیماری دیگر اختلاف معنی داری وجود نداشت. البته میان بیشترین عملکرد روغن در ترکیب تیماری کاربرد نیتروژن زیستی و کاربرد فسفر زیستی (۳۰/۰۱) کیلوگرم در هکتار) و کمترین عملکرد روغن در ترکیب تیماری کاربرد نیتروژن زیستی و عدم کاربرد فسفر زیستی (۱۹/۸۴) کیلوگرم در هکتار) به میزان ۵۱/۲٪ تفاوت مشاهده گردید.

البته فقط کود نیتروژن زیستی بر تعداد میوه در بوته دارای اثر معنی دار بود (جدول ۱). تعداد میوه در بوته با کاربرد نیتروژن زیستی (۱/۱۵) حدود ۱۳/۸٪ نسبت عدم کاربرد کود نیتروژن (۱/۰۱) افزایش یافت (جدول ۳). اثر اصلی ورمی کمپوست و اثر متقابل دوگانه ورمی کمپوست و نیتروژن زیستی بر صفت تعداد دانه در میوه معنی دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه ورمی کمپوست و نیتروژن زیستی نشان داد که بالاترین و کمترین تعداد دانه در میوه به ترتیب مربوط به کاربرد توأم ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و کاربرد نیتروژن زیستی (۲۸۰/۶۸) دانه در میوه) و ترکیب تیماری عدم کاربرد ورمی کمپوست و کاربرد نیتروژن زیستی (۲۱۸/۴۳) دانه در میوه) بود که اختلافی ۲۸/۴۹ درصدی داشتند (جدول ۵). اثر اصلی ورمی کمپوست و اثر متقابل دوگانه ورمی کمپوست و فسفر زیستی و اثر متقابل دوگانه نیتروژن زیستی و فسفر زیستی بر عملکرد میوه خشک معنی دار شد (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه ورمی کمپوست و فسفر زیستی (جدول ۲) نشان داد که به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد میوه خشک در ترکیب تیماری کاربرد ۵ تن در هکتار ورمی کمپوست و عدم کاربرد فسفر زیستی (۸۸۵/۶۲) کیلوگرم در هکتار) و ترکیب تیماری عدم کاربرد ورمی کمپوست و عدم کاربرد فسفر زیستی (۳۴۲/۲۷) کیلوگرم در هکتار) بدست آمد که تفاوتی ۱۸۵/۷۴ درصدی داشتند. مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه نیتروژن زیستی و فسفر زیستی بر عملکرد میوه خشک (جدول ۶) نشان داد که بالاترین و کمترین عملکرد میوه خشک به ترتیب از ترکیب تیماری کاربرد نیتروژن زیستی و کاربرد فسفر زیستی (۸۸۰/۴۴) کیلوگرم در هکتار) و ترکیب تیماری کاربرد نیتروژن زیستی و عدم کاربرد فسفر زیستی (۵۵۰/۸۹) کیلوگرم در هکتار) بدست آمد که تفاوت ۵۹/۸ درصدی را نشان داد. نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱) نشان داد که عملکرد دانه به طور معنی داری تحت تأثیر اثر متقابل سه گانه نیتروژن زیستی، فسفر زیستی و ورمی کمپوست قرار گرفت. مقایسه میانگین اثر متقابل سه گانه (جدول ۴) نشان داد که بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به ترکیب تیماری کاربرد نیتروژن زیستی و عدم کاربرد فسفر

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر عوامل آزمایشی بر صفات مورد بررسی

میانگین مربعات									درجه آزادی	منابع تغییرات
عملکرد	درصد	عملکرد	عملکرد	تعداد دانه	تعداد میوه	نسبت گل نر	تعداد روز	طول		
روغن	روغن	دانه	میوه خشک	در میوه	در بوته	به ماده	تا گلدهی	ساقه		
۸۸/۸۶ns	۰/۰۰۰۱ns	۷۳۱۰/۶۹ns	۶۳۹۸۰/۲۵ns	۶۹۳۴/۵۴۵*	۰/۰۲ns	۴۹۰/۰۳ns	۱/۸۶ns	۲۳۱/۹۴ns	۲	تکرار
۲۲۵/۸۳*	۰/۰۰۸*	۴۹/۲۸ns	۲۶۹۶۰۱/۳۴*	۵۹۰۱/۱۵*	۰/۰۴ns	۱۱۴/۳۸ns	۱۲/۱۱*	۲۵۶۵/۱۹ns	۲	ورمی کمپوست
۳۱/۹۵	۳۱/۹۵	۱۹۹۳/۶۱	۲۲۸۶۶/۵۹	۸۸۲/۵۹	۰/۲۳	۲۸۵/۴۵	۱/۷۷	۷۱۲/۱۰	۴	خطای عامل اصلی
۱۳۵/۴۰*	۰/۰۰۲ns	۱۹۰۳۵/۱۶**	۶۵۳۰۷/۳۱ns	۶۹۵/۴۹ns	۰/۹*	۴۹/۵۸ns	۰/۶۹ns	۴۱۰۲/۴۱**	۱	نیترژن زیستی
۱۹۴/۱۹**	۰/۰۰۸**	۲۸۷۲/۹۱*	۷۰۲۱/۲۱ns	۹۰۵۹/۸ns	۰/۴ns	۰/۴ns	۲۲۱/۷۰ns	۴/۶۹*	۱	فسفر زیستی
۱۳۸/۶۱ ns	۰/۰۰۰۹ns	۱۰۳۴/۵ns	۵۰۱۹۸/۷۲ns	۹۰۲۷/۵۳*	۰/۰۶ns	۴۰/۵۵ns	۰/۴۴ns	۱۸۰/۲۳۴ns	۲	ورمی کمپوست × نیترژن زیستی
۳۲۲/۶۲**	۰/۰۰۰۹ns	۹۵۱۷۲۰۹**	۴۸۱۷۴۳/۵**	۳۳۸۷/۴ns	۰/۰۴ns	۳۹۴/۲۲*	۰/۷۷ns	۱۵۵۰/۰۶*	۲	ورمی کمپوست × فسفر زیستی
۲۷۵/۱۲**	۰/۰۰۱۳ns	۱۱۰۰/۶ns	۱۶۸۹۳۷/۰۹*	۱۱۴/۶ns	۰/۱۷ns	۱۳۰/۷۴ns	۰/۶۹ns	۱۶۵/۵۵ns	۱	نیترژن زیستی × فسفر زیستی
۳۵/۱۶ns	۰/۰۰۰۱ns	۲۰۴۲/۴۷*	۴۹۴۶۹۹/۸۸s	۱۷۲۰/۲ns	۰/۰۶ns	۳۴۶/۱۱*	۰/۴۴ns	۹۷۷/۶۵ns	۲	ورمی کمپوست × نیترژن زیستی × فسفر زیستی
۲۹/۴۳	۰/۰۰۰۵۸	۶۰۲/۷۱	۲۶۷۹۹	۲۳۶۲/۹۴	۵/۶۳	۸۶/۴۳	۱/۲۱	۳۲۲/۹۳	۱۸	خطا
۲۳/۵۹	۱۳/۳۲	۲۰/۱۲	۲۴/۲۱	۲۰/۲۸	۳۱/۸۰	۱۶/۳۳	۲/۴۱	۹/۴۲		ضریب تغییرات (%)

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال خطای ۵٪ و ۱٪ و ns: نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار است.

جدول ۲- مقایسه میانگین برهم کنش ورمی کمپوست و فسفر زیستی بر صفات طول ساقه، عملکرد میوه خشک و عملکرد روغن

ورمی کمپوست	فسفر زیستی	طول ساقه (سانتی متر)	عملکرد میوه خشک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
عدم کاربرد	عدم کاربرد	۱۹۰/۰۵c	۳۴۲/۲۷b	۱۴/۵۶d
عدم کاربرد	کاربرد	۲۵۹/۶۲ab	۸۳۰/۳۲a	۳۰/۱۵a
۵ تن در هکتار	عدم کاربرد	۲۶۴/۶۶ab	۸۸۵/۶۲a	۲۱/۵۱bc
۵ تن در هکتار	کاربرد	۲۷۰/۰۵a	۵۵۷/۰۶ab	۲۶/۴۸ab
۱۰ تن در هکتار	عدم کاربرد	۲۱۶/۵۵ab	۶۵۸/۰۹ab	۲۵/۹۲ab
۱۰ تن در هکتار	کاربرد	۲۳۶/۷۷ab	۸۳۳/۳۸a	۲۹/۲۹a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵٪ با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر اصلی عوامل آزمایشی بر صفات تعداد روز تا گلدهی و تعداد میوه در بوته

تیمار	سطوح تیمار	تعداد روز تا گلدهی	تعداد میوه در بوته	طول ساقه (سانتی متر)	درصد روغن
ورمی کمپوست	عدم کاربرد	۴۶/۵۸a	۱/۰۸a	۱۸۰/۱۴a	۱۷/۰b
	۵ تن در هکتار	۴۵/۷۵ab	۱/۰۸a	۱۸۴/۴۸a	۱۵/۱b
	۱۰ تن در هکتار	۴۴/۵۸b	۱/۱۰a	۲۰۷/۳۵a	۲۱/۱a
فسفر زیستی	عدم کاربرد	۴۵/۰۰b	۱/۰۴a	۱۸۸/۲۴a	۱۶/۷b
	کاربرد	۴۶/۰۰a	۱/۱۲a	۱۹۳/۰۶a	۱۹/۰a
نیترژن زیستی	عدم کاربرد	۴۵/۵۰a	۱/۰۱b	۲۰۱/۳۳a	۱۷/۴a
	کاربرد	۴۴/۷۷a	۱/۱۵a	۱۷۹/۹۸b	۱۹/۰a

حروف مشابه در هر ستون نشانگر عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال خطای ۵٪ (آزمون دانکن) است.

جدول ۴- مقایسه میانگین برهم کنش ورمی کمپوست × فسفر × نیتروژن زیستی بر صفات نسبت گل نر به ماده و عملکرد دانه

نیتروژن زیستی	فسفر زیستی	ورمی کمپوست	نسبت گل نر به گل ماده	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
		عدم کاربرد	۶۵/۵۵a	۶۷/۷۲f
	عدم کاربرد	۵ تن در هکتار	۳۹/۰۴c	۱۳۴/۳۸abc
		۱۰ تن در هکتار	۵۹/۱۷ab	۱۰۳/۴۵c-f
عدم کاربرد		عدم کاربرد	۴۹/۷۰bc	۱۷۳/۴۴ab
	کاربرد	۵ تن در هکتار	۵۵/۵۷ab	۱۲۱/۱۵cde
		۱۰ تن در هکتار	۶۶/۲۵a	۹۲/۹۹d-f
		عدم کاربرد	۶۵/۵۰a	۱۹۵/۵۰a
	عدم کاربرد	۵ تن در هکتار	۵۳/۸۸abc	۸۵/۲۰ef
		۱۰ تن در هکتار	۴۷/۷۹bc	۶۴/۶۹f
کاربرد		عدم کاربرد	۶۰/۱۷ab	۱۱۲/۹۶cde
	کاربرد	۵ تن در هکتار	۶۲/۷۲ab	۱۲۵/۷۷cd
		۱۰ تن در هکتار	۵۷/۴۹ab	۱۸۶/۴۹a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵٪ با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن).

جدول ۵- مقایسه میانگین برهم کنش ورمی کمپوست و نیتروژن زیستی بر تعداد دانه در میوه

ورمی کمپوست	نیتروژن زیستی	تعداد دانه در میوه
عدم کاربرد	عدم کاربرد	۲۵۵/۲۰ab
	کاربرد	۲۱۸/۴۳ b
	عدم کاربرد	۲۷۵/۲۲a
۵ تن در هکتار	کاربرد	۲۸۰/۶۸a
	عدم کاربرد	۲۷۲/۳۳a
۱۰ تن در هکتار	کاربرد	۲۴۳/۸۲ab

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵٪ با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن).

جدول ۶- مقایسه میانگین برهم کنش نیتروژن زیستی و فسفر زیستی بر عملکرد خشک میوه و عملکرد روغن به روش دانکن

نیتروژن زیستی	فسفر زیستی	عملکرد میوه خشک (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
عدم کاربرد	عدم کاربرد	۶۰۰/۴۳b	۲۱/۴۹b
کاربرد	کاربرد	۷۰۴/۰۷ab	۲۰/۶۰b
کاربرد	عدم کاربرد	۵۵۰/۸۹bc	۱۹/۸۴b
کاربرد	کاربرد	۸۸۰/۴۴a	۳۰/۰۱a

میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵٪ با یکدیگر ندارند (آزمون دانکن).

بحث

در بیشتر مواقع کاربرد کود نیتروژن باعث افزایش رشد رویشی می‌گردد اما در این آزمایش عدم کاربرد کود نیتروژن زیستی طول ساقه را بیشتر از کاربرد کود نیتروژن زیستی افزایش داد. شاید دلیل این امر آن باشد که کاربرد کود نیتروژن زیستی ظرفیت بخش زایشی را افزایش داده و بخشی از نیتروژن به‌جای اینکه صرف رشد طولی ساقه شود برای تولید دانه مورد استفاده قرار گرفته است. در تأیید این مطلب با نگاهی به جدول ۴ مشخص می‌شود در شرایط عدم کاربرد هر سه فاکتور آزمایش عملکرد دانه به‌عنوان بخش زایشی ۶۷/۷ کیلوگرم در هکتار و با کاربرد تنهایی کود نیتروژن زیستی به ۱۹۵/۵ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت. از این رو این افزایش عملکرد نیاز به مصرف کود نیتروژن داشته است که به‌جای مصرف شدن برای افزایش رشد طولی ساقه در تولید دانه صرف شده است. کمترین طول ساقه از عدم کاربرد ورمی کمپوست و عدم کاربرد فسفر زیستی بدست آمد (جدول ۲) که این امر نشان‌دهنده اثر مثبت این دو تیمار بر طول ساقه است. از سوی دیگر از شش ترکیب تیماری اثر متقابل دوگانه ورمی کمپوست و فسفر زیستی بجز ترکیب تیماری عدم کاربرد این دو فاکتور، سایر ترکیب‌های تیماری با یکدیگر تفاوت معنی‌داری نداشتند که این امر نشان‌دهنده اثرگذاری و هم‌پوشانی این دو فاکتور در غیاب (عدم کاربرد) فاکتور دیگر است. در ارتباط با طول ساقه گمان می‌رود از یکسو هیومیک اسید موجود در ورمی کمپوست، از طریق افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی و افزایش هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد (Arancon et al., 2004) و از سوی دیگر ورمی کمپوست با

بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی خاک از طریق افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه، باعث افزایش فراهمی نیتروژن برای گیاه شده، در نتیجه با افزایش نیتروژن، ازدیاد جذب آب و فراهمی مطلوب عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف منجر به افزایش میزان فتوسنتز و تولید بیوماس شده و ارتفاع بوته‌ها افزایش می‌یابد (Hameeda et al., 2006). از سوی دیگر ورمی کمپوست دارای هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد مانند انواع اکسین است که می‌تواند بر افزایش طول ساقه اثر مثبت بگذارد (Speir et al., 2004). بنابراین کاربرد تلفیقی ورمی کمپوست و فسفر زیستی می‌تواند به افزایش طول ساقه کمک نماید. در آزمایشی بر روی کدو مسمایی کاربرد ورمی کمپوست به‌طور معنی‌داری طول ساقه اصلی، تعداد و طول میانگره را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد (Namayandeh & Shirdareh, 2015). در گیاه فلفل (*Capsicum annum*) نیز کاربرد ورمی کمپوست ارتفاع گیاه و طول میانگره را افزایش داد (Rekha et al., 2018). همچنین کودهای زیستی می‌توانند زمینه لازم را برای افزایش دسترسی گیاه به مواد غذایی به‌ویژه نیتروژن و فسفر فراهم کرده و از این طریق بر تقسیم و بزرگ شدن سلول‌ها اثر گذاشته و باعث افزایش فتوسنتز و افزایش ارتفاع بوته گردند. میکروارگانیسم‌های موجود در کودهای زیستی وضعیت عناصر غذایی در خاک را بهبود بخشیده و شرایط رشد را برای گیاه بهتر می‌کنند (Malusa & Vassilev, 2014)، بهبود تغذیه گیاه نیز می‌تواند منجر به افزایش رنگیزه‌ها و بالا رفتن میزان فتوسنتز شود. در آزمایشی بر روی کدوی طبی، کاربرد کودهای زیستی محتوای کلروفیل

کدوئیان اشاره شده است (Ito & Saito, 1960). زمان ظهور گل نر و گل ماده در کدوی طبی به وسیله هورمون‌های درونی گیاه که تحت تأثیر شرایط محیطی هستند، کنترل می‌شود (Stapleton *et al.*, 2000). به‌عنوان مثال، تعداد گل نر در کدوی طبی متناسب با دما و طول روز افزایش پیدا می‌کند (Rabinson & Decker, 1997). در آزمایشی که روی گیاه توت‌فرنگی و با استفاده از مقادیر ۵ و ده تن در هکتار ورمی‌کمپوست انجام گردید، مشخص شد که کاربرد مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست، به‌طور معنی‌داری تعداد گل‌ها را در مقایسه با گیاهان شاهد افزایش داد (Arancon *et al.*, 2004). بنابراین به نظر می‌رسد مصرف مقادیر مناسب ورمی‌کمپوست از طریق بهبود فعالیت‌های میکروبی خاک و تولید تنظیم‌کننده‌های رشد و نیز فراهمی جذب بیشتر عناصر غذایی سبب افزایش فتوسنتز، ماده خشک گیاهی و در نهایت افزایش گردهی می‌گردد. در ارتباط با تعداد میوه در بوته به نظر می‌رسد که مصرف کود نیتروژن زیستی از طریق آزادسازی تدریجی نیتروژن در خاک، کاهش شستشو و افزایش نیتروژن قابل دسترس توانسته در تحریک رشد اندام‌های زایشی از جمله گل و میوه مؤثر باشد و سبب افزایش تعداد میوه در بوته گردد. در آزمایشی بر روی کدوی طبی نشان داده شد که بدون کاربرد نیتروژن میانگین تعداد میوه در هر بوته کمتر از دو عدد، ولی با کاربرد سطوح مختلف نیتروژن میانگین به بیشتر از دو عدد رسید (Gholipoori *et al.*, 2007). در مورد تعداد کم دانه در میوه در ترکیب تیماری عدم کاربرد ورمی‌کمپوست و کاربرد نیتروژن زیستی شاید این امر به علت عدم وجود اثر مفید ورمی‌کمپوست بر فون و فلور درون خاک بوده باشد که منجر به عدم فعالیت مناسب باکتری‌ها می‌گردد، در نتیجه رابطه هم‌زیستی مناسبی میان گیاه و باکتری برقرار نمی‌شود و در نهایت باعث کاهش تعداد دانه می‌شود.

Rezvani Moghaddam و Saaidnejad (۲۰۱۰) نشان دادند که کاربرد کودهای آلی (کمپوست، ورمی‌کمپوست، کود گوسفندی و کود گاوی) در مقایسه با تیمار شاهد در گیاه دارویی زیره سبز (*Cuminum cyminum*) شمار دانه را در بوته به‌طور معنی‌داری افزایش داد. عدم وجود تفاوت معنی‌دار میان اثر متقابل دوگانه نیتروژن زیستی و فسفر زیستی و اثر متقابل

برگ‌ها را به‌طور معنی‌داری افزایش داد (Nazari Nasi *et al.*, 2018). تاریخ گردهی می‌تواند تحت تأثیر عوامل زیستی و غیرزیستی قرار گیرد. در آزمایشی کاربرد باکتری حل‌کننده فسفر خاک (*Bacillus polymyxa*) باعث افزایش تعداد روز تا آغاز گردهی نسبت به شاهد در گیاه گل اطلسی (*Petunia hybrida*) شد. در حالی‌که کاربرد این باکتری به همراه کودهای شیمیایی و زیستی دیگر، تعداد روز تا گردهی را کاهش داد (Hoda & Mona, 2014). گیاهان دارویی به‌ویژه کدوی طبی به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی قرار دارند، به‌طوری‌که دمای هوا و سطوح مختلف کود نیتروژن بر گردهی بسیار مؤثر هستند. در پژوهشی بر روی گیاه دارویی درمنه، مشخص شد که مصرف ورمی‌کمپوست موجب بهبود قابل ملاحظه گردهی در مقایسه با شاهد می‌گردد (Pandey, 2005). در آزمایشی دیگر، افزایش سطوح ورمی‌کمپوست موجب تسریع آغاز گردهی با بونه شد (Azizi, 2006). البته کاهش نسبت گل‌های نر به ماده در شرایط عدم کاربرد ورمی‌کمپوست توأم با کاربرد کود فسفر می‌تواند در افزایش عملکرد محصول اقتصادی مؤثر باشد. این کاهش نسبت یا به علت کاهش تعداد گل‌های نر و یا به دلیل افزایش گل‌های ماده است. در آزمایشی افزایش سطوح کود فسفر باعث افزایش تعداد کاپیتول در بوته در گل جعفری آفریقایی (*Tagetes erecta*) شد (Raja Naik, 2015). در آزمایش دیگری بر روی گیاه سوسن عنکبوتی (*Hymenocallis littoralis*) افزایش سطوح کود فسفر باعث افزایش تعداد گل در واحد سطح شد (Kejkar & Polara, 2017). در آزمایشی اثر تلقیح میکوریزایی و سطوح مختلف کود فسفر بر روی گوجه‌فرنگی مورد ارزیابی قرار گرفت و مشاهده شد که با افزایش مقادیر فسفر، نسبت مناسب‌تری از گل‌های نر و ماده بدست می‌آید و اثر مثبت میکوریزا نیز بر نسبت مناسب‌تر گل‌های نر و ماده نیز به‌علت فراهم شدن بیشتر فسفر برای گیاه است (Poulton *et al.*, 2002). هرچند عوامل تغذیه‌ای بر تعداد گل‌های نر و ماده مؤثر هستند ولی عوامل دیگری نیز بر این نسبت تأثیر گذارند. کلونیزاسیون میکوریزا ممکن است به‌طور متفاوتی بر مؤلفه‌های ماده و ماده تولیدمثل گیاه تأثیر بگذارد. همچنین در آزمایشی به اثر مثبت شرایط آفتابی و نور زیاد برای تولید گل‌های ماده در

فعالیت‌های میکروبی را افزایش داده و کنش‌های آنزیمی را بالا می‌برد. از سوی دیگر ورمی‌کمپوست ساختمان خاک، خاکدانه‌های خاک و ظرفیت نگهداری آب را بهبود می‌بخشد (Kumar *et al.*, 2018). در آزمایشی بر روی کدوی طی‌کاربرد ورمی‌کمپوست نسبت به شاهد و کاربرد سایر کودهای آلی بیشترین درصد روغن دانه را داشت (Pajoohehshgar *et al.*, 2015). افزایش درصد روغن دانه به دلیل کاربرد فسفر زیستی نسبت به عدم کاربرد آن را می‌توان به نقش تغذیه‌ای آن ربط داد.

باکتری‌های موجود در کود فسفر زیستی علاوه بر نقشی که در حلالیت فسفر خاک دارند می‌توانند از طریق افزایش دسترسی به عناصر کم مصرفی مانند آهن، روی و غیره رشد گیاهان را افزایش دهند (Kucey *et al.*, 1989)، این امر می‌تواند در نهایت منجر به افزایش درصد روغن دانه شود. در آزمایشی بر روی کدوی طی، کاربرد تلفیقی کود فسفر زیستی و کود شیمیایی درصد روغن دانه را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد و کاربرد یگانه آنها افزایش داد (Amoon *et al.*, 2013). در ارتباط با عملکرد روغن با توجه به نتایج بدست‌آمده از مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه ورمی‌کمپوست و فسفر زیستی و نیز نیتروژن زیستی و فسفر زیستی می‌توان نتیجه گرفت که کاربرد فسفر زیستی برای دستیابی به حداکثر عملکرد روغن لازم است و کاربرد توأم فسفر و نیتروژن زیستی نسبت به کاربرد جداگانه آنها بهتر بوده و این دو کود اثر هم‌افزایی بر عملکرد روغن داشته و باعث دستیابی به بیشینه عملکرد روغن شدند. با توجه به اینکه عملکرد دانه و روغن مهمترین صفات این گیاه محسوب می‌گردد، نتایج این آزمایش نشان داد که بیشترین عملکرد دانه از ترکیب تیماری سه‌گانه نیتروژن زیستی و عدم کاربرد فسفر زیستی و عدم کاربرد ورمی‌کمپوست (کاربرد یگانه نیتروژن زیستی) با ۶۵/۳۶٪ افزایش نسبت به شاهد بدست آمد. در حالی‌که بهترین ترکیب تیماری از نظر عملکرد روغن با افزایش ۵۱/۷۰ درصدی نسبت به شاهد از ترکیب تیماری فسفر زیستی و عدم کاربرد ورمی‌کمپوست (کاربرد یگانه فسفر زیستی) حاصل شد.

دوگانه عدم کاربرد نیتروژن زیستی و کاربرد فسفر زیستی بر وزن خشک میوه نشان‌دهنده نقش و اثربخشی بالای فسفر زیستی بود (جدول ۶). از این رو به نظر می‌رسد که فسفر نسبت به نیتروژن عامل تعیین‌کننده‌تری در این صفت بوده است، زیرا در تیمارهای کاربرد فسفر بالاترین میزان عملکرد خشک میوه بدست آمد. نتایج حاصل (جدول ۲) نیز تأییدکننده این مطلب است که کاربرد فسفر زیستی یا ورمی‌کمپوست می‌تواند به‌عنوان عامل تأثیرگذار بر عملکرد خشک میوه مطرح باشد، بر همین اساس میان ترکیب‌های تیماری که کاربرد ورمی‌کمپوست یا فسفر زیستی وجود داشت تفاوت معنی‌داری ایجاد نگردید اما این تیمارها به‌طور معنی‌داری با تیمار عدم کاربرد این تیمارها تفاوت نشان دادند. Aliabadi Farahani و همکاران (۲۰۰۷) فسفر را به‌عنوان یکی از دلایل افزایش ماده خشک دانسته و بیان کردند که فسفر از طریق تنظیم هورمون‌های گیاهی نقش مهمی در تقسیم سلولی و تولید مواد فتوسنتزی داشته و باعث تولید انرژی در گیاه می‌شود. بالاترین عملکرد دانه در سه ترکیب تیماری بدون اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۵). در سه ترکیب تیماری مذکور حضور نیتروژن زیستی و فسفر زیستی نقش اساسی داشت. وجود این دو عنصر چه به‌صورت یگانه و چه به‌صورت دوگانه بالاترین عملکردهای دانه را در پی داشت که این نشان‌دهنده اهمیت و ارزش این دو عنصر ارزشمند است. عملکرد دانه ارتباط مستقیم با تعداد میوه در بوته، تعداد دانه در میوه و وزن دانه دارد. نیتروژن زیستی باعث افزایش تعداد میوه در بوته گردید (جدول ۳). نیتروژن به‌عنوان یکی از مهمترین عناصر غذایی در افزایش تولید گیاهان، به‌دلیل افزایش عملکرد ماده خشک، افزایش سطح برگ و بهبود فتوسنتز در نهایت سبب افزایش عملکرد می‌شود (Dordas & Sioulas, 2008). البته اثرگذاری مثبت ورمی‌کمپوست بر درصد روغن دانه در سطح کاربرد ۱۰ تن در هکتار را نمی‌توان تنها به یک عامل خاص نسبت داد، زیرا ورمی‌کمپوست از جنبه‌های مختلف شرایط را برای گیاه بهتر می‌کند. کاربرد ورمی‌کمپوست وضعیت عناصر غذایی در خاک را بهبود بخشیده و ظرفیت تبادل کاتیونی، زیست‌توده و

سپاسگزاری

از مسئولان محترم دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان به دلیل همکاری در انجام این پژوهش تشکر می‌گردد.

منابع مورد استفاده

- Cimmino, A., Andolfi, A., Marchi, G., Surico, G. and Evidente, A., 2006. Phytohormone production by strains of *Pantoea agglomerans* from knots on olive plants caused by *Pseudomonas savastanoi* PV. *Savastanoi*. *Phytopathologia Mediterranea*, 45: 247-252.
- Dordas, C. and Sioulas, C., 2008. Safflower yield, chlorophyll content, photosynthesis, and water use efficiency response to nitrogen fertilization under rain-fed condition. *Industrial Crops and products*, 27(1): 75-85.
- Gholipoori, A., Javanshir, A., Rahim Zadeh Khoie, F., Mohammadi, A. and Biat, H., 2007. The effect of different nitrogen level and pruning of head on yield and yield component of medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* L.). *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 13(2): 32-41.
- Habibi, A., Heidari, G., Sohrabi, Y., Badakhshan, H. and Mohammadi, K., 2014. Grain quality of medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* subsp. *pepo* var. *styriaca*) affected by type and amount of fertilizers. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 17(3): 533-537.
- Habibi, A., Heidari, G.R., Sohrabi, Y., Badakhshan, H. and Mohammadi, K.H., 2011. Influence of bio, organic and chemical fertilizers on medicinal pumpkin traits. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(23): 5590-5597.
- Hameeda, B., Rupela, O.P., Reddy, G. and Satyavani, K., 2006. Application of plant growth promoting bacteria associated with compost and macrofauna for growth promotion of pearl millet. *Biology and Fertility of Soils*, 44(2): 260-266.
- Heim, S., Seibt, S., Stier, H. and More, M., 2018. Uromedic® pumpkin seed derived Δ^7 -sterols, extract and oil inhibit 5α -reductases and bind to androgen receptor in vitro. *Pharmacology & Pharmacy*, 9(6): 193-207.
- Hoda, E.E. and Mona, S., 2014. Effect of bio and chemical fertilizer on growth and flowering of *Petunia hybrida* plants. *American journal of plant physiology*, 9(2): 68-77.
- Itelima, J.U., Bang, W.J., Onyimba, I.A. and Egbere, O.J., 2018. A review: biofertilizer; a key player in enhancing soil fertility and crop productivity. *Journal of Microbiology and Biotechnology Reports*, 2(1): 22-28.
- Ito, H. and Saito, T., 1960. Factors responsible for the sex expressions of the cucumber plant. *Tohoku Journal of the Agricultural Research*, 11(1): 287-308.
- Karimi, K., Bolandnazar, S.A. and Ashoori, S., 2013. Effect of bio-fertilizer and arbuscular mycorrhizal fungi on yield, growth characteristics and quality of green bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of*
- Akbari, P., Ghalavand, A., Modarres Sanavy, A.M. and Agha Alikhani, M., 2011. The effect of biofertilizers, nitrogen fertilizer and farmyard manure on grain yield and seed quality of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *International Journal of Agricultural Technology*, 7(1): 173-184.
- Aliabadi Farahani, H., Lebaschi, M.H., Shiranirad, A.H., Valadabadi, S.A.R., Hamidi, A. and Alizadeh Sahzabi, A., 2007. The effects of *Glomus hoi* fungi, different levels of phosphorus and drought stress on some physiological characteristics of coriander (*Coriandrum sativum* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 23(3): 405-415.
- Amoon, S.A., Ramah, G.H. and Radmehr, P.R.A., 2013. Effect of biological and chemical fertilizers on medicinal pumpkin features. *International Journal of Manures and Fertilizers*, 2(2): 260-266.
- Ansari, M.H., Hashemabadi, D. and Kaviani, B., 2017. Effect of cattle manure and sulfur on yield and oil composition of pumpkin (*Cucurbita pepo* var. *Styriaca*) inoculated with *Thiobacillus thiooxidans* in calcareous Soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 48(16): 2103-2118.
- Arancon, N.Q., Edwards, C.A., Bierman, P., Welch, C. and Metzger, J.D., 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. *Bioresource Technology*, 93(2): 145-153.
- Azizi, M., 2006. Study of four improved cultivars of *Matricaria chamomilla* L. in climatic condition of Iran. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 22(4): 386-396.
- Beshay, E.V.N., Rady, A.A., Afifi, A.F. and Mohamed, A.H., 2019. Schistosomicidal, antifibrotic and antioxidant effects of *Cucurbita pepo* L. seed oil and praziquantel combined treatment for *Schistosoma mansoni* infection in a mouse model. *Journal of Helminthology*, 93(3): 286-294.
- Broznic, D., Canadi Juresic, G. and Milin, C., 2016. Involvement of α -, γ - and δ -tocopherol isomers from pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seed oil or oil mixtures in the biphasic DPPH disappearance kinetics. *Food Technology and Biotechnology*, 54(2): 200-210.

- Perez Gutierrez, R.M., 2016. Review of *Cucurbita pepo* (Pumpkin) its phytochemistry and pharmacology. *Medicinal Chemistry*, 6(1): 012-021.
- Poulton, J.L., Bryla, D., Koide, R.T. and Stephenson, A.G., 2002. Mycorrhizal infection and high soil phosphorus improve vegetative growth and the female and male functions in tomato. *New Phytologist*, 154(1): 255-264.
- Raja Naik, M., 2015. Influence of nitrogen and phosphorus on flowering, N and P content of African marigold, *Tagetes erecta* L. var *cracker* Jack. *International Journal of Farm Sciences*, 5(1): 42-50.
- Rekha, G.S., Kaleena, P.K., Elumalai, D., Srikumaran, M.P. and Maheswari, V.N., 2018. Effects of vermicompost and plant growth enhancers on the exo-morphological features of *Capsicum annum* (Linn.) Hepper. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 7(1): 83-88.
- Rabinson, R.W. and Decker-Walters, D.S., 1997. Cucurbits. CAB International. Wallingford, Oxon, U.K., 226p.
- Speir, T.W., Horswell, J., Van Schaik, A.P., McLaren, R.G. and Fietje, G., 2004. Composted biosolids enhance fertility of a sandy loam soil under dairy pasture. *Biology Fertility Soil*, 40(5): 349-358.
- Stapleton, S.C., Chris Wien, H. and Morse, R.A., 2000. Flowering and fruit set of pumpkin cultivars under field conditions. *HortScience*, 35(6): 1074-1077.
- Tohidinia, M.A., Mazaheri, D., Bagher-Hosseini, S.M. and Madani, H., 2014. Effect of biofertilizer Barvar-2 and chemical phosphorus fertilizer application on kernel yield and yield components of maize (*Zea mays* cv. SC704). *Iranian Journal of Crop Sciences*, 15(4): 295-307.
- Toro, M., Azcon, R. and Barea, J.M., 1997. Improvement of arbuscular mycorrhiza development by inoculation of soil with phosphate-solubilizing rhizobacteria to improve rock phosphate bioavailability and nutrient cycling. *Applied and Environmental Microbiology*. 63(11): 4408-4412.
- Wu, S.C., Cao, Z.H., Li, Z.G., Cheung, K.C. and Wong, M.H., 2005. Effects of biofertilizer containing N-fixer, P and K solubilizers and AM fungi on maize growth: a greenhouse trial. *Geoderma*, 125: 155-166.
- Yaniv, Z., Shabelsky, E. and Schafferman, D., 1999. Colocynth: potential arid land oilseed from an ancient cucurbit: 257-261. In: Janick, J., (Ed.). *Perspectives on New Crops and New Uses*. Alexandria, ASHS Press, 528p.
- Agricultural Science and Sustainable Production, 23(3): 157-167.
- Kejkar, P.K. and Polara, N.D., 2017. Effect of nitrogen, phosphorus and potash on growth and flower yield of ratoon spider lily (*Hymenocallis littoralis*). *International Journal of Horticulture and Floriculture*, 5(4): 304-309.
- Kucey, R.M.N., Janzen, H.H. and Leggett, M.E., 1989. Microbially mediated increases in plant available phosphorus. *Advances in Agronomy*, 42(1): 199-228.
- Kumar, A., Bhanu Prakash, C.H., Brar Navjot, S. and Kumar, B., 2018. Potential of vermicompost for sustainable crop production and soil health improvement in different cropping systems. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(10): 1042-1055.
- Mahmoud, A.M. and Soliman, A.S., 2017. Comparative study on the influence of organic fertilizer and soil amendments on evening primrose (*Oenothera biennis* L.). *International Journal of Agricultural Research*, 12(2): 52-63.
- Malboobi, M.A., Behbahani, M., Madani, H., Owlia, P., Deljou, A., Yakhchali, B., Moradi, M. and Hassanabadi, H., 2009. Performance evaluation of potent phosphate solubilizing bacteria in potato rhizosphere. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 25(8): 1479-1484.
- Malusa, E. and Vassilev, N., 2014. A contribution to set a legal framework for biofertilisers. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 98(15): 6599-6607.
- Namayandeh, A. and Shirdareh, E., 2015. The effect of compost, vermicompost and urea fertilizers on operation and operation facture on pumpkin msmayy (*Cucurbita pepo* L.). *Cumhuriyet Universitesi Fen Edebiyat Fakultesi Fen Bilimleri Dergisi*, 36(3): 536-543.
- Nazari Nasi, H., Amirnia, R. and Zardashti, M., 2018. Effect of drought stress and biofertilizers on some physiological characteristics and grain yield of medicinal pumpkin plants. *Journal of Crops Improvement*, 20(1): 205-217.
- Pajoohehgar, R., Azizi, M., Nemati, H. and Khorasani, R., 2015. Effect of organic substrate and phosphorus fertilization on seed, oil yields and composition of medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* var. *styriaca*). *Biological Forum-An International Journal*, 7(1): 593-601.
- Pandey, R., 2005. Mangement of *Meloidogyne incognita* in *Artemisia pallens* with bio-organics. *Phytoparasitica*, 33(3): 304-308.

Effects of vermicompost, bio-nitrogen (Barvar 1), and bio-phosphorus (Barvar 2) fertilizers on the yield and yield components of medical pumpkin (*Cucurbita pepo* L. var. *styriaca*)

F. Kashkooli¹, A. Abdali Mashhadi^{2*}, M.H. Gharineh³, A. Lotfi Jalal-Abadi³ and A. Zareei Siahbidi⁴

- 1- M.Sc. graduated, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Khuzestan, Iran
2*- Corresponding author, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Khuzestan, Iran, E-mail: alirezaabdali@ramin.ac.ir
3- Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture, Agricultural Sciences and Natural Resources University of Khuzestan, Mollasani, Khuzestan, Iran
4- Horticulture Crops Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Kermanshah, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran

Received: October 2018

Revised: August 2019

Accepted: December 2019

Abstract

Medical pumpkin (*Cucurbita pepo* L. var. *Styriaca*) contains valuable edible oils and compounds that are used to prevent and treat prostate cancer. To evaluate the effects of vermicompost (no application, 5, and 10 t ha⁻¹) as the main factor, biological nitrogen (no application and application of Barvar 1), and biological phosphorus (no application and application of Barvar 2) as sub-factors on the yield and yield components of medical pumpkin, an experiment was conducted as a split-factorial based on a randomized complete block design with three replications in Islam Abad-e-Gharb, Kermanshah province, in 2015. Studied traits included male to female flower ratio, number of fruits plant⁻¹, number of seeds fruit⁻¹, average dry fruit yield, stem length, number of days to flowering, seed yield, and seed oil yield and percentage. Vermicompost had a significant effect on the number of seeds fruit⁻¹, dry fruit yield, and flowering date. The highest oil yield (30 kg ha⁻¹) was obtained from the combination of bio-phosphorus application and non-application of vermicompost treatments, and the highest seed yield (195 kg ha⁻¹) was obtained from the combination of bio-nitrogen, non-application of bio-phosphorus, and non-application of vermicompost treatments. A combination of non-application of bio-phosphorus and bio-nitrogen and application of 5 t ha⁻¹ vermicompost treatments resulted in the least male to female flower ratio (39); however, the highest one (66) was obtained in the combination of non-application of bio-nitrogen, application of bio-phosphorus, and 10 t ha⁻¹ vermicompost. In general, the highest seed and oil yield was obtained from a single application of bio-nitrogen and bio-phosphorus fertilizers, respectively.

Keywords: Female flowers, seed yield, oil yield, Cucurbitaceae, medicinal plant.