Archive of SID

مدیریت آب و آبیاری
دوره ۹ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۸
صفحه‌های ۶۸-۵۵

تأثیر برهم‌کنش ورمی‌کمپوست و چای کمپوست بر خیار گلخانه‌ای تحت تنش آبی

حلیمه پیری[1*]، پریا راشکی[2]
۱. استادیار، گروه مهندسی آب، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
۲. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه مهندسی آب، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل، زابل، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۸/۰۳/۲۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۵/۲۴

چکیده

در این تحقیق به بررسی سطوح مختلف آب آبیاری، ورمی‌کمپوست و چای‌کمپوست بر گیاه خیار گلخانه‌ای پرداخته شد. آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح کاملاً تصادفی و به‌صورت پشته‌ای انجام گرفت. تیمارها شامل سه سطح چای کمپوست (۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد حجمی)، سه سطح ورمی‌کمپوست (۱، ۱/۵ و ۲ کیلوگرم در هر متر مربع) و سه سطح تنش آبی (۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه) بود.ورمی‌کمپوست قبل از کاشت به خاک داده شد و چای کمپوست در سه مرحله (۳۰ روز، ۶۰ روز و ۹۰ روز بعد از کاشت) بر روی گیاه پاشیده شد. نتایج نشان داد تیمار آبیاری و ورمی‌کمپوست بر وزن میوه و ارتفاع در سطح احتمال پنج درصد و بر قطر و طول میوه، عملکرد و بهره‌وری آب آبیاری در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌داری داشت. تیمار چای کمپوست بر وزن میوه در سطح احتمال پنج درصد و بر سایر پارامترهای اندازه‌گیری شده در سطح احتمال یک درصد تأثیر معنی‌دار داشت. کاهش مصرف آب باعث کاهش عملکرد و اجزای عملکرد گردید اما از این نظر بین تیمار ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. اثرات متقابل ورمی‌کمپوست، چای کمپوست و تنش‌آبی نشان داد در شرایطی که کم‌آبی ۷۵ درصد به‌کار می‌رود استفاده ۷۵ درصدی ورمی‌کمپوست و چای کمپوست باعث کاهش اثرات تنش آبی می‌شود. اثرات متقابل ورمی‌کمپوست و چای‌کمپوست نشان داد در استفاده ۱۰۰ درصدی از ورمی‌کمپوست برای کاهش عملکرد و اجزای آن بایستی مصرف چای کمپوست تا ۵۰ درصد کاهش یابد. اما زمانی‌که ورمی‌کمپوست کامل استفاده نمی‌شود می‌توان، مصرف چای کمپوست را تا ۷۵ درصد افزایش داد. بنابراین می‌توان گفت اثرات ورمی‌کمپوست و عصاره آن بر روی رشد گیاهان بستگی به غلظت آن‌ها دارد.

کلیدواژه‌ها: بهره‌وری آب آبیاری، دشت سیستان، عملکرد، مدیریت کوددهی.

Effect of vermicompost and tea compost on cucumber greenhouse under water stress

Halimeh Piri[1*], Paria Rashki[2]
1. Assistant Professor, Department of Water Engineering, College of Water and Soil, Zabol University, Zabol, Iran.
2. M. Sc. Student, Department of Water Engineering, College of Water and Soil, Zabol University, Zabol, Iran.
Received: June 17, 2019 Accepted: August 15, 2019

Abstract

In this study, different levels of irrigation water, vermicompost and compost tea were studied on cucumber greenhouse.The experiment was conducted as a split plot in a completely randomized, stacked design.The treatments consisted of three levels of compost tea (25, 50 and 75% vol.), Three levels of vermicompost (1, 1.5 and 2 kg / m2) and three levels of water stress (100, 75 and 50% plant water requirement) Was.Vermicompost was harvested before planting, and compost tea was sprayed on the plant in three stages (30 days, 60 days and 90 days after planting). The results showed that irrigation and vermicompost treatments had a significant effect on fruit weight and height at 5% probability level and on fruit diameter and length, yield and irrigation water productivity at 1% probability level. The compost tea treatment had a significant effect on fruit weight at a 5% probability level and on other parameters measured at a probability level of 1% .Reducing water consumption reduced yield and yield components, but there was no significant difference between treatments of 100 and 75% of the water requirement of the plant.The interaction effects of vermicompost, compost tea and water stress indicate that using 75% water content, 75% vermicompost and compost tea reduce the effects of water stress.The interaction effects of vermicompost and compost tea have shown that using 100% vermicompost to reduce the yield and its components should reduce the consumption of compost tea to 50%.But when vermicompost is not used up, it is possible to increase the consumption of compost tea by up to 75%.Therefore, it can be concluded that the effects of vermicompost and its extract on plant growth depend on their concentration.

Keywords: Fertilization Management, Irrigation Water Productivity,Sistan Plain, Yield.

* نویسنده مسئول
Email: h_piri2880@uoz.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

کاربرد زیاد کودهای شیمیایی در درازمدت باعث تخریب خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک، کاهش نفوذپذیری، افزایش وزن مخصوص ظاهری و اشکال در نفوذپذیری ریشه گیاه و در نهایت باعث کاهش عملکرد می‌شود. لذا استفاده صحیح از کودهای آلی مانند ورمی‌کمپوست می‌تواند به غنی‌سازی خاک منطقه ریشه کمک کند (۲۰). ورمی‌کمپوست نوعی کمپوست تولیدشده به‌کمک کرم‌های خاکی است که در نتیجه تغییر، تبدیل و هضم نسبی ضایعات آلی، کود دامی و بقایای گیاهی در ضمن عبور از دستگاه گوارش این جانور به‌وجود می‌آید (۱۵). وجود مواد هیومیکی و مواد آلی در ورمی‌کمپوست رشد گیاه را بهتر از تغذیه گیاه با کودهای معدنی تحریک می‌کند (۱۳). ورمی‌کمپوست به‌دلیل داشتن مواد آلی، منبع خوبی برای حاصل‌خیزی خاک محسوب می‌شود. مواد آلی در خاک موجب اصلاح نفوذپذیری و بهبود زهکشی خاک گردیده و هم‌چنین با حفظ رطوبت کافی، از خشکی بیش از اندازه خاک جلوگیری می‌کند (۲). ورمی‌کمپوست دارای ارزش تغذیه‌ای فراوانی برای محصولات زراعی بوده و مصرف آن‌ها گامی مؤثر در روند توسعه کشاورزی پایدار و حفظ محیط زیست می‌باشد. در تحقیقی نشان داده شد کودهای بیولوژیک دارای نقش قابل‌توجهی در بهبود و افزایش صفات عملکردی گیاه دارویی حنا خصوصاً در شرایط تنش کم‌آبی دارد و می‌توانند به‌عنوان جایگزین‌های مناسب برای کودهای شیمیایی مورد توجه قرار گیرند (۹). میرزایی‌تخت‌گاهی و همکاران (۷) تأثیر ورمی‌کمپوست با آب آلوده (آب رودخانه قره‌سو دشت کرمانشاه که از نظر کیفیت بنا به گفته آژانس حفاظت محیط زیست قابل استفاده برای کشاورزی نیست) بر گیاه گوجه‌فرنگی و بامیه مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد استفاده از ورمی‌کمپوست با آب آلوده باعث کاهش معنی‌دار وزن میوه گوجه‌فرنگی (۴۲/۶ درصد) و کاهش قطر میوه (۲۵/۵ درصد) و عملکرد گوجه‌فرنگی (۷۳/۲ درصد) و هم‌چنین کاهش ماده خشک ساقه (۵/۵ درصد) و برگ بامیه (۱۱/۷ درصد) می‌شود و بنابراین با توجه به خطر بالای استفاده از آب آلوده و انتقال آلودگی به میوه و کاهش کیفیت و سلامت آن، استفاده از ورمی‌کمپوست به‌همراه آبیاری با آب آلوده توصیه نمی‌شود (۷). استفاده از ورمی‌کمپوست باعث رشد قابل‌توجه گندم و ذرت گلخانه‌ای شده است (۲۶). عصاره به‌دست‌آمده از محلول آب و ورمی‌کمپوست آماده را چای کمپوست می‌گویند. چای کمپوست دارای ویژگی‌های میکروبی و شیمیایی سودمند ورمی‌کمپوست جامد است و از قراردادن مقدار مشخصی ورمی‌کمپوست در آب و هوادهی آن برای مدت مشخص به‌دست می‌آید (۱۰ و ۱۱). روش تغذیه برگی در افزایش عملکرد مفید است. در این روش سرعت انتقال عناصر غذایی از برگ به اندام‌های مختلف گیاه بیش‌تر شده و مواد غذایی مستقیماً وارد اندام هوایی شده و مشکل رسوب در خاک و کم‌شدن قابلیت استفاده از آن وجود ندارد (۶). محلول‌پاشی با چای کمپوست باعث افزایش محتوای کلروفیل کل در برگ گل‌گاوزبان شد (۱۸). پژوهش‌های زیادی در خصوص استفاده از ورمی‌کمپوست و چای کمپوست بر بهبود خصوصیات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی گیاهان در شرایط تنش‌های محیطی انجام شده است. مصرف ورمی‌کمپوست باعث افزایش وزن خشک و افزایش تجمع پتاسیم، فسفر، نیتروژن، منگنز و آهن در گیاه نخود شد (۲۴). کاربرد چای کمپوست باعث افزایش خصوصیات رشدی و محتوای نیتروژن و پتاسیم و فسفر در گیاه کلزا گردید (۲۱). استفاده از ورمی‌کمپوست باعث افزایش عملکرد گیاه سیر شد (۱۲). غلظت‌های ۲۰ و ۴۰ درصد عصاره ورمی‌کمپوست باعث افزایش جوانه‌زنی و رشد گیاه سیاه-

www.SID.ir

Archive of SID

دانه گردید (۳). علی‌رغم این‌که ورمی‌کمپوست می‌تواند به‌عنوان یک کودآلی در کشاورزی ارگانیک مورد استفاده قرار گیرد، اما سطوح بالای این کود ممکن است سبب ایجاد اثرات شوری در گیاه شود که بر روی رشدونمو گیاه تأثیر داشته و حتی می‌تواند باعث مرگ خیار به‌عنوان یکی از محصولات حساس به شوری خاک و آب شود (۲۷). خیار یکی از سبزی‌های مهمی است که در تمام طول سال امکان تولید گلخانه‌ای آن وجود دارد. مصرف تازه‌خوری خیار در تمام طول سال بر اهمیت تولید گلخانه‌ای آن افزوده است. توسعه تکنولوژی (تأسیس گلخانه و بهره‌برداری فشرده) و هم‌چنین دوره رشد کوتاه (۱۵۰–۱۲۰ روز) این محصول، امکان کشت آن را در اکثر مناطق آب‌وهوایی فراهم کرده است. با توجه به کمبود آب درمنطقه سیستان و شرایط بد آب‌وهوایی، کشت خیار در این منطقه به‌صورت گلخانه‌ای انجام می‌شود. کشت دو بار در سال از مهرماه آغاز تا اوایل اردیبهشت‌ماه ادامه می‌یابد. کشت مرحله دوم از اوایل اسفندماه آغاز می‌شود و برداشت محصول آن در فروردین‌ماه می‌باشد. با توجه به این‌که در فصل بهار کشاورزان با کمبود آب مواجه می‌شوند، محصولات آن‌ها اوایل اردیبهشت‌ماه در اثر خشکی از بین می‌رود. درصورتی‌که اگر آب وجود داشته باشد، می‌توانند تا تیرماه برداشت محصول داشته باشند. لذا در این تحقیق به بررسی سطوح مختلف کم‌آبی همراه با کاربرد همزمان ورمی‌کمپوست و چای کمپوست بر گیاه خیار پرداخته شده است. در تحقیقی اثر مقادیر مختلف آب آبیاری روی خیار مورد بررسی قرار گرفت و این نتیجه بیان شد که با افزایش میزان آب مصرفی میزان محصول تولیدی افزایش یافت اما کیفیت محصول کاهش می‌یابد (۲۹). در بررسی تنش‌های آبی بر گیاه خیار نتایج نشان داد میزان کارآیی مصرف آب در تیمار ۶۰، ۴۰ و ۸۰ سانتی‌بار به‌ترتیب ۹۶، ۸۴ و ۴۹ کیلوگرم در هر مترمکعب آب بود. بنابراین مکش ۶۰ سانتی‌بار در افزایش کارآیی آب مؤثر بوده است (۴). سه سطح تنش آبی (صفر، ۲۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه) و سه سطح زئولیت (صفر، ۵ و ۱۰ گرم در هر کیلوگرم خاک) بر روی گیاه خیار مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که تنش خشکی بر شاخص‌های تعداد میوه و طول میوه تأثیر معنی‌داری ایجاد نکرده، ولی بر عملکرد محصول و قطر میوه تأثیر معنی‌داری در سطح ۵٪ داشته است. بیش‌ترین عملکرد محصول و تعداد میوه را سطح بدون تنش دارا است. با توجه با این نتیجه که بین دو سطح بدون تنش و مصرف ۷۵٪ نیاز آبی تفاوت معنی‌داری از لحاظ عملکرد محصول مشاهده نشد، بنابراین از نظر کارآیی مصرف آب و کاهش آب مصرفی، بهینه‌ترین سطح تنش، سطح دو (۷۵ درصد نیاز آبی) است. با مصرف ۱۰ گرم زئولیت در یک کیلوگرم خاک، بیش‌ترین عملکرد، تعداد میوه و طول میوه حاصل شد (۵). بررسی تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست به‌عنوان یک ماده جاذب‌الرطوبه طبیعی در افزایش کارآیی مصرف آب، بهبود شاخص‌های رویشی و اجزای عملکرد خیار گلخانه‌ای و هم‌چنین تعیین سطحی از مقاومت خیار به کمبود آب به‌نحوی‌که در مصرف آب صرفه‌جویی شده و باعث کاهش عملکرد و شاخص‌های رشدی آن نگردد، از اهداف تحقیق می‌باشد. آب صرفه‌جویی‌شده را می‌توان در ماه‌های اردیبهشت‌ماه و خرداد استفاده نمود و از خشک‌شدن گیاه جلوگیری نمود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۷ در مجتمع گلخانه‌ای چاه‌نیمه واقع در شهرستان زهک استان سیستان و بلوچستان انجام شد. به‌منظور بررسی اثر ورمی‌کمپوست و چای کمپوست در سطوح مختلف آبی بر خیار گلخانه‌ای، آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح کاملاً تصادفی و به‌صورت پشته‌ای انجام گرفت. تیمارها شامل سه سطح چای

www.SID.ir

Archive of SID

کمپوست (۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد حجمی)، سه سطح ورمی-کمپوست (۱، ۱/۵ و ۲ کیلوگرم در هر مترمربع) و سه سطح تنش آبی (۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه) بود. کشت به‌صورت جوی و پشته انجام گرفت. ابتدا سه پشته در گلخانه موردنظر انتخاب شد. فاصله پشته‌ها از یکدیگر یک متر بود. سپس روی این سه پشته کرت‌هایی به طول ۲ متر و عرض ۴۰ سانتی‌متر و به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر جدا شد. ورمی‌کمپوست در سه سطح و قبل از کاشت به هر یک از کرت‌ها اضافه شد. سپس بذر خیار رقم سینا به عمق ۳ سانتی‌متر و به فاصله ۳۰ سانتی‌متر کشت گردید. تمامی کرت‌ها تا زمان چهار برگی‌شدن خیارها به‌صورت یکسان آبیاری شدند. سپس تیمارهای تنش آبی اعمال گردید.

چای کمپوست

جهت تهیه چای کمپوست، ۳۰۰ گرم ورمی‌کمپوست در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب به‌مدت پنج روز خیسانده شد (۳). سپس روز ششم محلول حاصل صاف و عصاره خالص تهیه شد. با افزودن آب به این محلول غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد حجمی به‌دست آمد. چای کمپوست در ۳ مرحله (۳۰ ، ۶۰ و ۹۰ روز پس از کاشت گیاه) به گیاه داده شد. محلول‌پاشی تا زمان جاری شدن قطره‌های محلول روی تمامی قسمت‌های گیاه ادامه یافت.

برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و عناصر غذایی موجود در ورمی کمپوست و چای کمپوست در جدول‌های ۱ و ۲ آورده شده است.

تعیین نیاز آبی گیاه

جهت تعیین حجم آب موردنیاز برای آبیاری، تبخیر و تعرق گیاه مرجع با استفاده از رابطه فائو- پنمن- مانتیث (رابطه ۱) به‌دست آمد.

رابطه (۱)

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(Rn-G)+\gamma\frac{C_n}{T+273}U2(es-ea)}{\Delta+\gamma(1+C_d\,U2)}$$

در این رابطه، ET_0: تبخیر و تعرق مرجع ($mm\ day^{-1}$)، Rn: تابش خالص ورودی به سطح گیاه ($MJ\ m^{-2}\ day^{-1}$)، G: شار گرمای خاک ($MJ\ m^{-2}\ day^{-1}$)، T_{mean}: میانگین دمای هوای روزانه (^0C)، U_2: میانگین روزانه سرعت باد در ارتفاع دو متری از سطح زمین ($m\ s^{-1}$)، e_s: فشار بخار اشباع (KP_a)، ea: فشار بخار واقعی (KP_a)، es-ea: کمبود فشار بخار اشباع (KPa)، Δ: شیب منحنی فشار بخار اشباع (KPa^0C^{-1})، γ: ضریب سایکرومتری (KPa^0C^{-1})، C_n: ضریبی برای گیاه مرجع که مقدار آن ۹۰۰ می‌باشد ($Kg^0KKj^{-1}day^{-1}$)، Cd: ضریب باد برای گیاه مرجع که مقدار آن ۰/۳۴ می‌باشد ($s\ m^{-1}$).

جدول ۱. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

عمق (سانتی‌متر)	بافت خاک	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته	کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر (میلی‌گرم در لیتر)	پتاسیم (میلی‌گرم در لیتر)
۰-۳۰	لوم شن	۰/۶۵	۷/۱	۲/۶	۰/۹۸	۲۵/۴	۳۱۴

جدول ۲. نتایج تجزیه ورمی‌کمپوست و چای کمپوست

کربن آلی (درصد)	نیتروژن کل (درصد)	فسفر (درصد)	سدیم (درصد)	کلسیم (درصد)	پتاسیم (درصد)	مس (میلی‌گرم بر لیتر)	روی (میلی‌گرم بر لیتر)	منگنز (میلی‌گرم بر لیتر)	آهن (میلی‌گرم بر لیتر)
۳۰/۲۶	۳/۴۵	۰/۳۴	۰/۵۴	۳/۹	۱/۱	۲۵	۲۸۹	۸۴/۶	۲۰۱۵

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به این‌که تبخیر و تعرق گیاه مرجع درون گلخانه ۶۰ تا ۸۰ درصد تبخیر و تعرق آن در بیرون گلخانه می‌باشد (۲۳)، تبخیر و تعرق مرجع به‌دست‌آمده در ۰/۷ ضرب شد و سپس تبخیر و تعرق گیاه به‌وسیله آن محاسبه شد. پس از تعیین تبخیر و تعرق گیاه و با در نظر گرفتن راندمان آبیاری ۹۰ درصد برای پخش آب در مزرعه، مقدار آب آبیاری در هر تیمار تعیین و با استفاده از کنتورهای نصب‌شده (کنتور کلاس C با دقت خوب) بر روی هر یک از لوله‌های آبرسان اندازه‌گیری و در اختیار گیاه قرار گرفت. حجم آب سایر تیمارها بر اساس این حجم تعیین و اعمال گردید.

بهره‌وری مصرف آب آبیاری (IWUE)

عبارت است از: نسبت محصول تولیدشده به آب آبیاری. از رابطه (۲) به‌دست آمد (۲۲).

رابطه (۲) $$IWUE = \frac{Y}{IR}$$

در این رابطه، IWUE: بهره‌وری مصرف‌آب‌آبیاری (کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار)، Y: مقدار محصول برداشت‌شده (کیلوگرم در هکتار)، IR: مقدار آب‌آبیاری (مترمکعب در هکتار).

نمونه‌برداری گیاهی

اولین برداشت محصول پس از ۵۰ روز از تاریخ کاشت (۲۵ آبان‌ماه) انجام و تا ۲۰ بهمن‌ماه ادامه داشت. در هر تیمار ۱۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب شد. برداشت هر چهار روز یک‌بار انجام شد تا میوه‌ها بیش از اندازه بزرگ نشوند و از حالت بازارپسندی خارج نگردند. ارتفاع گیاه، وزن میوه‌ها، قطر و طول خیار در هر کرت به‌دقت اندازه‌گیری شد. میانگین اندازه‌های به‌دست‌آمده جهت تجزیه و تحلیل استفاده شد. هم‌چنین عملکرد و بهره‌وری مصرف آب آبیاری در پایان فصل کشت در هر کرت محاسبه شد. در پایان داده‌های اندازه‌گیری‌شده با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 مورد تجزیه‌وتحلیل و میانگین‌ها با آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند. هم‌چنین جهت بررسی تأثیر استفاده از چای کمپوست و تعیین زمان مناسب جهت استفاده، میانگین اندازه پارامترهای مورد بررسی در سه بازه زمانی ۶۰-۳۰ و ۹۰-۶۰ و ۱۲۰-۶۰ روز پس از کشت مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری‌شده در جدول ۳ آمده است. همان‌طورکه مشاهده می‌گردد مقدار آب آبیاری، ورمی‌کمپوست و چای کمپوست و اثرات متقابل آن‌ها در سطوح یک و پنج درصد بر مقادیر اندازه‌گیری‌شده تأثیر معنی‌دار داشت.

وزن میوه

مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری‌شده در جدول ۴ نشان داده شده است. مقدار آب آبیاری تأثیر معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد بر وزن میوه داشت. بیش‌ترین وزن میوه (۱۶۷/۸۷ گرم) در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و کم‌ترین آن در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی به‌دست آمد. اما از این نظر بین تیمارهای ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. مقادیر ورمی‌کمپوست بر وزن میوه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. با کاهش مقدار ورمی‌کمپوست مصرفی وزن میوه کاهش یافت اما از این نظر بین تیمار ۱۰۰ و ۷۵ درصد مصرف ورمی‌کمپوست تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد.

چای کمپوست نیز تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد بر وزن میوه داشت. بیش‌ترین وزن میوه (۱۷۶/۴۷) در تیمار ۷۵ درصد مصرف ورمی‌کمپوست به‌دست آمد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات و درجه آزادی) صفات اندازه‌گیری‌شده

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن میوه	قطر میوه	طول میوه	ارتفاع بوته	عملکرد	بهره‌وری آب آبیاری
R (تکرار)	۲	۲۳۰۰۷/۳۳^{ns}	۰/۰۱۸^{ns}	۰/۰۷۳^{ns}	۲۸۲/۱۵^{ns}	۲/۵۵^{ns}	۲/۲۹^{ns}
A (آبیاری)	۲	۳۳۶۴/۰۶*	۲/۱۸**	۲۵۳/۴۸**	۱۰۲۶۳/۲۸*	۲۱۸۱۲**	۴۹۱/۰۹**
R*A	۴	۲۳۰۴۸/۸۵	۰/۰۳۳	۰/۱۶	۳۱۹/۵۵	۰/۲۴	۱/۳۱
B (ورمی‌کمپوست)	۲	۲۶۹۸۴/۳*	۰/۸**	۳۱/۱۲**	۲۶۶۸/۶۹*	۳۱۳۶**	۱۰۵/۶۶**
A*B	۴	۲۱۳۹۳/۴۸*	۱/۵۷**	۲۴/۹۲**	۲۳۵۱/۸۵*	۱۷۶۳/۵۶**	۶۰/۲۹**
R*B (A)	۱۲	۲۰۱۲۰/۰۱	۰/۰۰۸	۰/۰۷۵	۳۷۱/۵۶	۱/۲۲	۱/۱۳
C (چای‌کمپوست)	۲	۲۴۴۹۲/۹*	۳/۴۴**	۱۴۸/۳**	۴۰۵۱/۱۵**	۱۳۰۰۱/۳۴**	۵۵۸/۰۶**
A*C	۴	۱۷۴۴۷/۰۲*	۱/۱۲**	۲۵/۳۴**	۳۷۸/۲۹*	۱۶۱۶/۷۸*	۴۳/۷۵**
B*C	۴	۲۵۶۳۸/۰۱*	۰/۵۵**	۴/۵۲**	۳۹۵/۷۶*	۴۹۴/۵۹**	۲۴/۶۲*
A*B*C	۸	۲۴۸۴۸/۴۱*	۰/۶۶*	۹/۱۴*	۱۰۶۵/۱۷*	۳۰۶/۰۸**	۱۵/۲۲**
R*C(A)	۳۶	۲۱۰۲۱/۲۳	۰/۰۲۲	۰/۰۸	۳۵۲/۹	۰/۸۷	۱/۱۵
ضریب تغییرات (٪)		۱۰/۱	۴/۲۵	۲/۰۴	۱۱/۹۶	۲/۷	۳/۵۹

*، ** و ns: معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد و نبود معنی‌داری.

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری‌شده

تیمارهای آزمایشی		وزن میوه (گرم)	قطر میوه (سانتی‌متر)	طول میوه (سانتی‌متر)	ارتفاعبوته (سانتی‌متر)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار)
مقدار آب آبیاری	۱۰۰٪ نیازآبی	۱۶۷/۸۷a	۳/۸۵a	۱۶/۹۵a	۱۶۹/۵۵a	۱۵۵/۰۳a	۲۵b
	۷۵٪ نیازآبی	۱۵۵/۱۳a	۳/۵۲b	۱۴/۸۱a	۱۵۷/۰۲b	۱۴۹/۹۳a	۳۱/۷۵a
	۵۰٪ نیازآبی	۱۱۷/۰۷b	۳/۲۹c	۱۰/۹۱b	۱۳۴/۵۹c	۱۰۱/۸۸b	۳۲/۸۸a
مقدار ورمی کمپوست	٪۱۰۰	۱۶۹/۸۱a	۳/۷a	۱۴/۸۶a	۱۶۷/۱۳a	۱۴۱/۴۲a	۳۱/۱۲a
	٪۷۵	۱۴۶/۷۴ab	۳/۶a	۱۴/۸۲a	۱۵۶/۷۷ab	۱۴۰/۵۴a	۳۰/۹۲a
	٪۵۰	۱۲۳/۵۲b	۳/۳۷b	۱۲/۹۸b	۱۴۷/۲۵b	۱۲۱/۸۸b	۲۷/۵۹b
مقدار چای کمپوست	٪۷۵	۱۷۶/۴۷a	۳/۹۱a	۱۶/۳۷a	۱۶۵/۶۸a	۱۵۰/۷۹a	۳۲/۸۳a
	٪۵۰	۱۳۶b	۳/۵۵b	۱۴/۵۷b	۱۶۲/۴۵a	۱۴۲/۶۷b	۳۲/۱۶b
	٪۲۵	۱۱۷/۶c	۳/۲c	۱۱/۷۲c	۱۴۳/۰۳b	۱۳۹/۳۸c	۲۴/۶۴c

میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

اثرات متقابل آب آبیاری و ورمی‌کمپوست (جدول ۵) نشان داد بیش‌ترین وزن میوه (۱۳۹/۵۷ گرم) درتیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و مصرف کامل ورمی‌کمپوست به‌دست آمد که از این نظر با تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی و ۷۵ درصد مقدار ورمی‌کمپوست تفاوت معنی‌دار حاصل نشد. در تیمارهای ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی که تنش آبی اتفاق افتاده بود با کاهش مقدار ورمی‌کمپوست تا سطح ۷۵ درصد وزن میوه افزایش داشت اما با کاهش بیش‌تر

www.SID.ir

Archive of SID

ورمی‌کمپوست وزن میوه کاهش یافت. به‌عنوان نمونه در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی بیش‌ترین وزن میوه (۱۳۷/۸۲ گرم) با مصرف ۷۵ درصد ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. اثرات متقابل چای کمپوست و تنش آبی (جدول ۶) نشان داد با کاهش عمق آب آبیاری و کاهش چای کمپوست مصرفی وزن میوه کاهش یافت. بیش‌ترین وزن میوه (۱۴۸/۲۵ گرم) از تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و ۷۵ درصد چای کمپوست به‌دست آمد. اثرات متقابل ورمی‌کمپوست و چای‌کمپوست (جدول ۷) نشان داد بیش‌ترین وزن میوه در تیمار ۱۰۰ درصد ورمی‌کمپوست و ۵۰ درصد چای کمپوست (۱۴۱/۵ گرم) به‌دست آمد. در تیمارهایی که ورمی‌کمپوست به طور کامل مصرف نشد (تیمارهای ۷۵ و ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست) بیش‌ترین عملکرد با مصرف ۷۵ درصد چای کمپوست به‌دست آمد. بنابراین می‌توان گفت با کاهش مقدار ورمی‌کمپوست مصرفی جهت کاهش وزن میوه باید مقدار چای کمپوست مصرفی را افزایش داد.

جدول ۵. مقایسه میانگین اثرات متقابل مقدارآب آبیاری و ورمی‌کمپوست (A×B)

مقدار آب آبیاری	مقدار ورمی کمپوست	وزن میوه (گرم)	قطرمیوه (سانتی‌متر)	طول میوه (سانتی‌متر)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	عملکرد (کیلوگرم درهکتار)	بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار)
	٪۱۰۰	۱۳۹/۵۷a	۴/۰۵a	۱۸/۱۲a	۱۹۳/۲a	۱۷۴/۹۸a	۲۹/۶۶c
٪۱۰۰ نیازآبی	٪۷۵	۱۳۹/۴a	۳/۶۸b	۱۶/۵۷c	۱۶۲/۶۶b	۱۵۰/۴۴c	۲۵/۷۷d
	٪۵۰	۱۳۲/۲c	۳/۵۵bc	۱۵/۰۶d	۱۵۳/۱b	۱۳۹/۶۶e	۱۹/۵۶e
	٪۱۰۰	۱۳۵/۷۵b	۳/۳۲cd	۱۴/۸۲d	۱۶۳/۳b	۱۴۱/۹۴d	۳۴/۸۸a
٪۷۵ نیازآبی	٪۷۵	۱۳۷/۸۲a	۴/۲۲a	۱۷/۵۶b	۱۸۵/۷۷a	۱۶۷/۳۱b	۳۵/۵a
	٪۵۰	۱۲۴/۲۵d	۳/۱۵d	۱۳/۰۷e	۱۵۲/۲b	۱۲۸/۵۵f	۲۴/۸۷d
	٪۱۰۰	۱۱۸/۸e	۳/۱۸d	۱۱/۰۱f	۱۳۱/۵۵c	۱۰۰/۳۳h	۳۳/۳۲b
٪۵۰ نیازآبی	٪۷۵	۱۱۹/۵e	۳/۵bc	۱۱/۰۴f	۱۴۵/۱۱bc	۱۰۷/۸۸g	۳۵/۸۳a
	٪۵۰	۱۱۳/۴f	۳/۳cd	۱۰/۸f	۱۲۷/۱۱c	۹۷/۴۴i	۲۹/۴۹c

میانگین‌های دارای حروف یکسان براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ٪۵ اختلاف معنی‌دار ندارند.

جدول ۶. مقایسه میانگین اثرات متقابل مقدار آب آبیاری و چای‌کمپوست (A×C)

مقدار آب آبیاری	مقدار چای کمپوست	وزن میوه (گرم)	قطرمیوه (سانتی‌متر)	طول میوه (سانتی‌متر)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	عملکرد (کیلوگرم درهکتار)	بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار)
	٪۷۵	۱۴۸/۲۵a	۴/۵۵a	۱۹/۹۲a	۱۷۶/۸۸a	۱۸۳/۹۳a	۲۹/۶۶c
٪۱۰۰ نیازآبی	٪۵۰	۱۴۱/۰۷b	۳/۵۷c	۱۷/۲c	۱۷۵/۵۵a	۱۵۹/۸۱c	۲۵/۷۷d
	٪۲۵	۱۲۳/۶d	۳/۲۶dce	۱۳/۱۲e	۱۵۶/۲۲bc	۱۲۱/۳۵e	۱۹/۵۶e
	٪۷۵	۱۴۲/۵b	۴/۱۵b	۱۸/۶b	۱۸۳/۴۸a	۱۶۵/۱۲b	۳۵/۵a
٪۷۵ نیازآبی	٪۵۰	۱۳۵/۶c	۳/۴۸dce	۱۴/۹۸d	۱۷۰/۰۳ab	۱۵۷/۱۱d	۳۴/۸۸a
	٪۲۵	۱۲۰/۲۷e	۳/۲۵de	۱۲/۵۲f	۱۴۷/۵۵dc	۱۱۵/۵۷f	۲۴/۸۷d
	٪۷۵	۱۲۳/۲۵ d	۳/۲۸dce	۱۱/۲۸g	۱۳۶/۶۶de	۱۰۳/۳۳h	۳۳/۳۲b
٪۵۰ نیازآبی	٪۵۰	۱۱۹/۱e	۳/۵۲dc	۱۱/۶۲g	۱۴۱/۷۷dce	۱۱۱/۱۱g	۳۵/۸۳a
	٪۲۵	۱۱۰/۲۵f	۳/۱۸d	۱۰/۰۶h	۱۲۵/۳۳e	۹۱/۲۲i	۲۹/۴۹c

میانگین‌های دارای حروف یکسان بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ٪۵ اختلاف معنی‌دار ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

قطر میوه

اثرات مقدار آب آبیاری نشان داد کاهش مقدار آب باعث کاهش قطر میوه شد و از این نظر بین تمامی تیمارها تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد مشاهده گردید. بیش‌ترین مقدار آن در تیمار آبیاری کامل (۳/۸۵ سانتی‌متر) و کم‌ترین مقدار آن در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی (۳/۲۹ سانتی‌متر) حاصل گردید. اثر ورمی‌کمپوست بر قطر میوه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود و با کاهش مصرف ورمی‌کمپوست قطر میوه کاهش یافت اما از این نظر بین تیمارهای ۱۰۰ و ۷۵ درصد مصرف ورمی‌کمپوست تأثیر معنی‌دار مشاهده نشد. مقادیر چای کمپوست نیز تأثیر معنی‌دار بر قطر میوه داشت و با کاهش مصرف آن مقدار قطر میوه کاهش یافت. اثرات متقابل ورمی‌کمپوست و تنش آبی (جدول ۵) نشان داد قطر میوه با کاهش عمق آب آبیاری کاهش یافت و جهت کاهش قطر بایستی در تیمارهای تنش آبی، مقدار ورمی‌کمپوست مصرفی را کاهش داد. البته کاهش ورمی‌کمپوست تا ۷۵ درصد باعث افزایش قطر میوه گردید و کاهش بیش‌تر آن باعث کاهش قطر میوه شد. اثرات متقابل آب آبیاری و چای کمپوست (جدول ۶) نشان داد با کاهش عمق آب آبیاری و کاهش چای کمپوست قطر میوه کاهش یافت. بیش‌ترین قطر میوه در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و ۷۵ درصد مصرف چای کمپوست (۴/۵۵ سانتی‌متر) به‌دست آمد. در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی نیز بیش‌ترین قطر با مصرف ۷۵ درصد چای کمپوست به‌دست آمد. اما با کاهش بیش‌تر مقدار آب آبیاری (تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی) بیش‌ترین قطر نیز با مصرف ۵۰ درصد چای کمپوست حاصل شد و استفاده بیش‌تر از چای کمپوست باعث کاهش قطر میوه شد. اثرات متقابل ورمی‌کمپوست و چای کمپوست (جدول۷) نشان داد با کاهش مصرف ورمی‌کمپوست از ۱۰۰ به ۷۵ و ۵۰ درصد، بیش‌ترین قطر میوه در تیمار ۷۵ درصد چای کمپوست به‌دست آمد. اما در تیمار مصرف کامل (۱۰۰درصد) ورمی‌کمپوست بیش‌ترین قطر میوه (۴/۲۷ سانتی‌متر) از تیمار ۵۰ درصد چای کمپوست به‌دست آمد و این نشان می‌دهد در صورت استفاده کامل از ورمی‌کمپوست بایستی مصرف چای کمپوست را کاهش داد.

طول میوه

مقدار آب آبیاری تأثیر معنی‌دار بر طول میوه در سطح احتمال پنج درصد داشت. با کاهش مقدار آب آبیاری از ۱۰۰ درصد نیاز آبی به ۵۰ درصد طول میوه کاهش یافت. اما از این نظر بین تیمار ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه تأثیر معنی‌دار مشاهده نشد. مقدار ورمی‌کمپوست نیز تأثیر معنی‌دار بر طول میوه داشت. بیش‌ترین مقدار آن در تیمار ۱۰۰ درصد (۱۴/۸۶ سانتی‌متر) و کم‌ترین آن در تیمار۵۰ درصد (۱۲/۹۸ سانتی‌متر) به‌دست آمد. بین تیمار ۱۰۰ و ۷۵ درصد مصرف ورمی‌کمپوست تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. با کاهش مقدار چای کمپوست طول میوه کاهش یافت که از این نظر بین تیمارهای مختلف در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۴). اثرات متقابل آب آبیاری و ورمی‌کمپوست (جدول ۵) نشان داد بیش‌ترین طول میوه (۱۸/۱۲ سانتی‌متر) از تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و ۱۰۰ درصد ورمی‌کمپوست حاصل شد. با کاهش عمق آب آبیاری و ورمی‌کمپوست مقدار طول میوه کاهش یافت. اما در تیمار تنش آبی ۷۵ و ۵۰ درصد با کاهش مقدار مصرف ورمی‌کمپوست از ۱۰۰ درصد به ۷۵ درصد طول میوه افزایش یافت. اما با کاهش بیش‌تر آن تا ۵۰ درصد دوباره طول میوه کاهش یافت. اثرات متقابل آب آبیاری و چای کمپوست (جدول ۶) نشان داد بیش‌ترین طول میوه در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و ۷۵ درصد چای کمپوست (۱۹/۹۲ سانتی‌متر) به‌دست آمد. با کاهش مقدار چای کمپوست مصرفی طول

www.SID.ir

Archive of SID

میوه‌ها کاهش یافت اما در تیمار ۵۰ درصد تنش آبی کاهش چای کمپوست از ۷۵ درصد به ۵۰ درصد باعث افزایش طول میوه شد. اثرات متقابل ورمی‌کمپوست و چای کمپوست (جدول ۷) نشان داد بیش‌ترین طول میوه (۱۸/۸۲ سانتی‌متر) در تیمار ۷۵ درصد مصرف ورمی‌کمپوست و چای کمپوست حاصل شد. هم‌چنین در سطوح مصرف کامل ورمی‌کمپوست باید مقدار چای کمپوست تا سطح ۵۰ درصد کاهش یابد تا طول میوه افزایش یابد. کاهش بیش‌تر چای کمپوست باعث کاهش طول میوه گردید. مطابق تحقیقات می‌توان گفت سطوح بالای این کود ممکن است سبب ایجاد اثرات شوری در گیاه شود که بر روی رشدونمو گیاه تأثیر داشته و باعث کاهش قطر و طول میوه شده است (۲۷).

ارتفاع بوته

با کاهش مقدار آب مصرفی ارتفاع بوته کاهش یافت (جدول ۴). بیش‌ترین مقدار آن در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه (۱۶۹/۵۵ سانتی‌متر) و کم‌ترین آن در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه (۱۳۴/۵۹ سانتی‌متر) به‌دست آمد. یکی از اثرات تنش آبی بر گیاهان، کاهش ارتفاع گیاه می‌باشد. کاهش ترشح هورمون‌های رشد و افزایش مواد بازدارنده رشد در شرایط تنش کمبود آب، به‌عنوان یکی از دلایل اصلی کاهش رشد اندام‌های هوایی می‌باشد (۱۴). اثر ورمی‌کمپوست بر ارتفاع گیاه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. از این نظر بین تیمار ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه و تیمار ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. چای کمپوست نیز باعث کاهش ارتفاع گیاه گردید اما از این نظر بین تیمار ۷۵ و ۵۰ درصد مصرف چای کمپوست تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. اثرات متقابل آب آبیاری و ورمی‌کمپوست (جدول۵) نشان داد بیش‌ترین ارتفاع گیاه (۱۹۳/۲ سانتی‌متر) درتیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و ۱۰۰ درصد ورمی‌کمپوست مصرفی بود اما از این نظر با تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی و ۷۵ درصد ورمی‌کمپوست تفاوت معنی‌دار حاصل نشد.

جدول ۷. مقایسه میانگین اثرات متقابل ورمی‌کمپوست و چای کمپوست (B×C)

مقدار ورمی‌کمپوست	مقدار چای کمپوست	وزن میوه (گرم)	قطرمیوه (سانتی‌متر)	طول میوه (سانتی‌متر)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	عملکرد (کیلوگرم درهکتار)	بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار)
٪۱۰۰	٪۷۵	۱۳۲/۲۵c	۳/۶۷cb	۱۵/۰۲c	۱۷۷/۴۸a	۱۵۰/۲۱b	۳۲/۳۷b
	٪۵۰	۱۴۱/۵a	۳/۸۲b	۱۶/۲۲b	۱۷۵/۴۷a	۱۵۸/۸۱a	۳۵/۴۵a
	٪۲۵	۱۱۹/e۶	۳/۰۸d	۱۲/۴f	۱۴۸/۴۴bdc	۱۴۳/۲۲d	۲۵/۵۳d
٪۷۵	٪۷۵	۱۴۳/۲a	۴/۲۷a	۱۸/۸۲a	۱۵۸/۶۶bac	۱۵۸/۹۵a	۳۴/۵a
	٪۵۰	۱۳۴/۳b	۳/۶۶cb	۱۴/۴۸d	۱۶۶/۱ab	۱۴۴/۸۸c	۳۲/۳۷b
	٪۲۵	۱۲۰/۰۲e	۳/۴۷c	۱۲/۶f	۱۴۵/۶۶dc	۱۱۴/۸f	۲۵/۸۸d
٪۵۰	٪۷۵	۱۳۱/۴c	۳/۸۸b	۱۵/۰۲c	۱۶۰/۸۸bac	۱۱۵/۲۴f	۳۱/۶۱b
	٪۵۰	۱۲۴/۵d	۳/۰۵d	۱۳/۲۲e	۱۴۵/۸۸dc	۱۲۴/۳۳e	۲۸/۶۶c
	٪۲۵	۱۱۴/۴f	۳/۱۸d	۱۰/۷۲g	۱۳۵/۲d	۹۸/۱۱g	۲۲/۵۱e

میانگین‌های دارای حروف یکسان براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

www.SID.ir

Archive of SID

در تیمارهای تنش آبی جهت کاهش اثرات منفی تنش بایستی مقدار ورمی‌کمپوست مصرفی کاهش یابد. مطابق جدول ۵ کاهش ورمی‌کمپوست تا ۷۵ درصد در تیمارهای تنش آبی باعث افزایش ارتفاع گیاه شد و کاهش بیش‌تر آن باعث کاهش ارتفاع گیاه گردید. کاربرد ورمی‌کمپوست به‌صورت اختلاط با خاک سطحی تأثیر بسیار خوبی در روند رشد بوته‌های خیار دارد (۸). اثرات مقابل آب آبیاری و چای کمپوست (جدول ۶) نشان داد در تیمارهای ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه مصرف ۷۵ درصد چای‌کمپوست باعث افزایش ارتفاع گیاه گردید.اما در تیمار ۵۰ درصد تنش آبی باید مقدار چای کمپوست تا ۵۰ درصد کاهش یابد تا از اثر تنش آبی بر کاهش ارتفاع بوته کاسته شود. اثرات متقابل چای کمپوست و ورمی‌کمپوست (جدول ۷) بر ارتفاع بوته نشان داد بیش‌ترین ارتفاع (۱۷۷/۴۸ سانتی‌متر) در تیمار ۱۰۰ درصد ورمی‌کمپوست و ۷۵ درصد چای کمپوست به‌دست آمد اما از این نظر با تیمارهای ۱۰۰ درصد ورمی‌کمپوست و ۵۰ درصد مصرف چای کمپوست تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. هم‌چنین مشاهده شد با کاهش مصرف ورمی‌کمپوست و چای کمپوست ارتفاع بوته کاهش یافت. تحقیقات نشان داده است ورمی‌کمپوست و عصاره آن به‌دلیل داشتن هیومیک، فولیک و دیگر اسیدهای آلی باعث تحریک رشد گیاهان می‌شود (۱۰). غلظت‌های ۲۵ و ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست باعث افزایش وزن تر و خشک ریشه و اندام هوایی در گیاه سیاه‌دانه می‌گردد و افزایش غلظت تأثیر منفی بر این پارامترها دارد و بیان نمودند اثر ورمی‌کمپوست روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بسته به غلظت ورمی‌کمپوست دارد (۳). بررسی سطوح مختلف ورمی‌کمپوست (۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ تن در هکتار) روی گیاه گوجه‌فرنگی نشان داد سطح ۲۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست باعث افزایش ارتفاع، تعداد و وزن میوه‌ها شد (۱۹). مهم‌ترین دلیل در افزایش ارتفاع گیاهان در اثر استفاده از کودهای آلی ورمی‌کمپوست در بستر کاشت گیاه، وجود برخی تنظیم‌کننده‌های رشد مانند ایندول استیک اسید گزارش شده است (۲۸).

عملکرد

مطابق جدول ۴ کاهش مقدار آب آبیاری باعث کاهش عملکرد شد. بیش‌ترین عملکرد از تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی (۱۵۵/۰۳ تن در هکتار) به‌دست آمد. مقدار عملکرد در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی ۱۴۹/۹۳ تن در هکتار به‌دست آمد که از این نظر با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی تفاوت معنی‌دار نداشت. کاهش مقدار ورمی‌کمپوست باعث کاهش مقدار عملکرد شد اما از این نظر با تیمار ۷۵ درصد تفاوت معنی‌دار نداشت. با کاهش مقدار چای کمپوست نیز مقدار عملکرد کاهش یافت. اثرات متقابل آب آبیاری و ورمی‌کمپوست نشان داد با کاهش عمق آب آبیاری عملکرد کاهش یافت. بیش‌ترین عملکرد (۱۷۴/۹۸ تن در هکتار) از تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و ۱۰۰ درصد مصرف ورمی‌کمپوست به‌دست آمد (جدول ۵). در تیمارهای تنش آبی کاهش مصرف ورمی‌کمپوست تا سطح ۷۵ درصد باعث افزایش عملکرد شد اما کاهش بیش‌تر ورمی‌کمپوست کاهش عملکرد را به‌همراه داشت. اثرات متقابل چای کمپوست و آب آبیاری (جدول ۶) نشان داد کاهش آب آبیاری و کاهش چای کمپوست باعث کاهش عملکرد شد. اما در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه کاهش چای کمپوست تا سطح ۵۰ درصد باعث افزایش عملکرد نسبت به تیمار ۷۵ درصد چای کمپوست گردید. اثرات متقابل ورمی‌کمپوست و چای کمپوست (جدول ۷) نشان داد بیش‌ترین عملکرد (۱۵۸/۸۱ تن در هکتار) از تیمار ۱۰۰ درصد ورمی‌کمپوست و ۵۰ درصد چای کمپوست حاصل شد. در تیمارهای ۷۵ و ۵۰ درصد مصرف ورمی‌کمپوست با افزایش مقدار چای کمپوست

www.SID.ir

Archive of SID

مقدار عملکرد افزایش یافت. کم‌ترین عملکرد از تیمار ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست و ۲۵ درصد چای کمپوست به‌دست آمد. با توجه به این‌که در شرایط تنش خشکی اولین مکانیسم مقاومتی در گیاهان بسته‌شدن روزنه‌ها و حفظ آب موجود در برگ می‌باشد، ورود دی‌اکسیدکربن به‌منظور فرایند فتوسنتز در کلروپلاست کاهش می‌یابد (۱۷). محلول‌پاشی چای کمپوست با در دسترس قراردادن میزان دی‌اکسیدکربن مورد نیاز می‌تواند در افزایش فتوسنتز خالص گیاه نقش داشته باشد (۱۶). مطالعات نشان داده است استفاده از کود آلی ورمی‌کمپوست باعث افزایش عملکرد گیاه خیار و توت‌فرنگی می‌شود (۲۵). ورمی‌کمپوست با تأمین عناصر غذایی و افزایش کلروفیل و در نتیجه بهبود فتوسنتز و یا به‌دلیل برخورداری از برخی هورمون‌های رشد گیاهی نظیر اکسین و سیتوکینین رشد گیاه را افزایش می‌دهد اما غلظت‌های زیاد آن به‌دلیل ایجاد تنش اسمزی در محیط و یا نسبت‌های زیاد هورمون‌هایی نظیر اکسین که در غلظت‌های بالا بازدارنده رشد گیاه هستند اثرات منفی بر رشد و عملکرد گیاه دارد (۳).

بهره‌وری آب آبیاری

مقدار آب آبیاری تأثیر معنی‌دار بر مقدار بهره‌وری داشت. بیش‌ترین بهره‌وری آب (۳۲/۸۸ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار) در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی و کم‌ترین مقدار آن (۲۵ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار) از تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی به‌دست آمد. بین تیمار ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی از این نظر تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. کاهش مصرف ورمی‌کمپوست باعث کاهش بهره‌وری مصرف آب شد. بیش‌ترین مقدار بهره‌وری در تیمار مصرف کامل ورمی‌کمپوست و کم‌ترین مقدار آن در تیمار ۵۰ درصد مصرف ورمی‌کمپوست به‌دست آمد که از این‌نظر بین تیمار ۷۵ و ۱۰۰ درصد مصرف ورمی‌کمپوست تفاوت معنی‌دار وجود نداشت. مصرف چای کمپوست نیز تأثیر معنی‌دار بر مقدار بهره‌برداری داشت. با افزایش مقدار مصرف چای کمپوست از ۲۵ به ۷۵ درصد مقدار بهره‌وری مصرف آب افزایش یافت. بیش‌ترین مقدار بهره‌وری در تیمار ۷۵ درصد مصرف چای کمپوست ۳۲/۸۳ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار به‌دست آمد. اثرات متقابل آب آبیاری و ورمی‌کمپوست نشان داد بهره‌وری آب آبیاری با کاهش مقدار آب آبیاری افزایش یافت. در تیمارهای تنش آبی (۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه) کاهش مقدار ورمی‌کمپوست از ۱۰۰ درصد به ۷۵ درصد باعث افزایش بهره‌وری آب آبیاری گردید که علت آن افزایش عملکرد در این تیمار نسبت به تیمارهای ۲۵ و ۱۰۰ درصد ورمی‌کمپوست می‌باشد. در تیمار آبیاری کامل (۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه) کاهش ورمی‌کمپوست به‌دلیل کاهش عملکرد باعث کاهش بهره‌وری آب آبیاری شد. تحقیقات نشان داد ورمی‌کمپوست به‌دلیل داشتن ساختمان اسفنجی مصرف آب را کاهش می‌دهد و باعث افزایش راندمان و بهره‌وری می‌گردد. هم‌چنین بیان داشتند با استفاده از این کود خطر ابتلا به انواع پاتوژن‌های مولد گندیدگی بوته از بین می‌رود و مصرف آب آبیاری نیز تا یک سوم کاهش می‌یابد (۱). اثرات متقابل آب آبیاری و چای کمپوست (جدول ۶) نشان داد بیش‌ترین بهره‌وری از تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی و ۵۰ درصد چای کمپوست به‌دست آمد. در تیمارهای ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه با کاهش مقدار چای کمپوست بهره‌وری آب آبیاری نیز به‌دلیل کاهش عملکرد محصول کاهش یافت. اما در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه کاهش مقدار چای کمپوست به ۵۰ درصد به‌دلیل افزایش عملکرد باعث افزایش بهره‌وری آب آبیاری شد به‌طوری‌که بیش‌ترین بهره‌وری در این تیمار حاصل شد. اثرات متقابل ورمی‌کمپوست و چای کمپوست (جدول ۷) نشان داد بیش‌ترین بهره‌وری آب

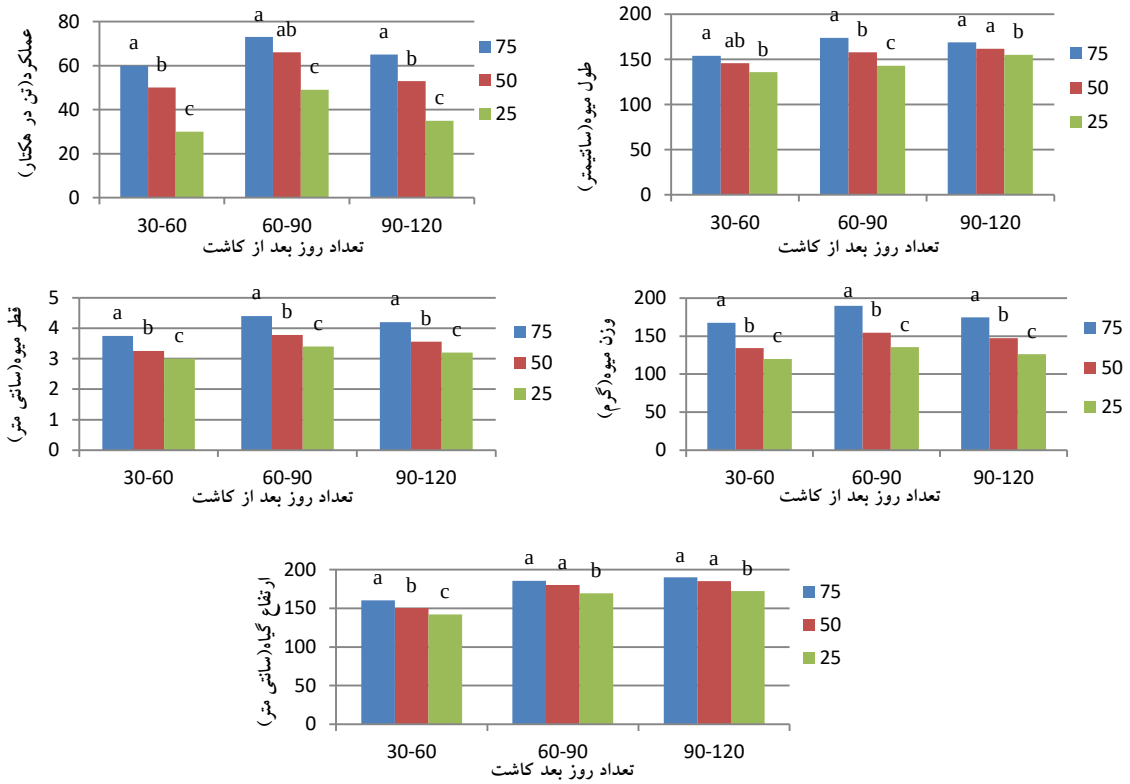
www.SID.ir

Archive of SID

آبیاری (۳۵/۴۵ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار) از تیمار ۱۰۰ درصد ورمی‌کمپوست و ۵۰ درصد چای کمپوست به‌دست آمد که از این نظر بین این تیمار با تیمار ۷۵ درصد ورمی‌کمپوست و ۵۰ درصد چای کمپوست تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. هم‌چنین مشاهده شد در تیمارهایی که ورمی‌کمپوست کامل استفاده نمی‌شود (تیمار ۷۵ و ۵۰ درصد ورمی‌کمپوست) با افزایش چای کمپوست به‌دلیل افزایش عملکرد بهره‌وری آب آبیاری افزایش یافت.

تأثیر زمان پاشش چای کمپوست

در بخش مواد و روش‌ها ذکر شد که چای کمپوست در سه مرحله ۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز بعد از کشت به گیاه داده شد. جهت تعیین این‌که چای‌کمپوست در کدام مرحله بیش‌ترین تأثیر را بر پارامترهای اندازه‌گیری‌شده داشته است، میانگین مقادیر پارمترهای اندازه‌گیری‌شده در سه بازه زمانی ۶۰-۳۰، ۹۰-۶۰ و ۱۲۰-۹۰ روز بعد از کاشت به‌دست آمد و مقایسه میانگین (آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد) انجام شد (شکل ۱). به این علت این سه بازه انتخاب گردید که چای کمپوست در ابتدای هر بازه زمانی به گیاه داده شد، بنابراین در هر بازه فرصت ۳۰ روزه به گیاه داده شد تا تأثیر پاشش چای کمپوست مشخص گردد. همان‌طورکه از اشکال مشاهده می‌گردد بیش‌ترین مقدار پارامترهای اندازه‌گیری‌شده در بازه ۹۰-۶۰ روز پس از کاشت گیاه می‌باشد. در هر سه مرحله پاشش چای کمپوست، بالاترین مقدار پارامترهای اندازه‌گیری‌شده در سطح مصرف ۷۵ درصد به‌دست آمد که از این نظر پارامترهای طول میوه، ارتفاع گیاه و عملکرد با تیمار ۵۰ درصد مصرف چای کمپوست تفاوت معنی‌دار نداشتند.



شکل ۱. تأثیر زمان پخش چای کمپوست بر پارامترهای اندازه‌گیری‌شده

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

استفاده از ورمی‌کمپوست در کشاورزی یکی از راه‌کارهای دستیابی به کشاورزی پایدار است. به‌طوری‌که با کاربرد آن در مصرف آب آبیاری و کود صرفه‌جویی می‌شود. در این تحقیق اثرات ورمی‌کمپوست و چای کمپوست در سطوح مختلف آبی بر خیار گلخانه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد کاهش آب آبیاری و کاهش مصرف ورمی‌کمپوست و چای کمپوست باعث کاهش عملکرد و اجزای عملکرد شد. اما استفاده از سطوح آبیاری ۷۵ درصد و ۱۰۰ درصد از این نظر تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. به‌کاربردن حجم آب آبیاری در سطح ۷۵ باعث صرفه‌جویی ۱۵۵۰ مترمکعب آب گردید. در سطوحی که ورمی‌کمپوست به‌طور کامل استفاده نشد (تیمارهای ۷۵ و ۵۰ درصد) برای کاهش عملکرد بایستی مصرف چای کمپوست را افزایش داد. بین بهره‌وری آب در تیمارهای ۷۵ درصد ورمی‌کمپوست و ۵۰ درصد چای کمپوست تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. از نظر زمان پخش چای کمپوست نیز تحقیق نشان داد بیش‌ترین اثر چای کمپوست ۶۰ روز پس از کشت گیاه بود. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده می‌توان از ورمی‌کمپوست به اندازه ۱/۵ کیلوگرم در هر مترمربع و همزمان ۷۵ درصد حجمی چای کمپوست در کشت خیار گلخانه‌ای استفاده نمود. بنابراین می‌توان‌گفت ورمی‌کمپوست و چای‌کمپوست گزینه مناسبی برای تولید خیار گلخانه‌ای می‌باشد که به‌خوبی و با تأثیر بیش‌تر در راندمان مطلوب گیاه، مصرف انواع کودهای شیمیایی را کاهش می‌دهد.

سپاسگزاری

این پژوهش با حمایت مالی دانشگاه زابل انجام شده است (کد پژوهانه: UOZ-GR-9618- 58).

منابع

۱. ضرابی م. موثقی ش و رضایی ن (۱۳۸۹) بررسی تأثیر ورمی‌کمپوست در تولید خیار ارگانیک گلخانه‌ای. اولین همایش ملی کشاورزی پایدار و تولید محصول سالم، مرکز تحقیقات و کشاورزی اصفهان، اصفهان، ایران.

۲. قادری م، حسینی م، و کرامتی ل (۱۳۹۰) تأثیر کود کمپوست مواد آلی بر خصوصیات رشدی خیار، گوجه فرنگی، کلم و کاهو در محیط گلخانه. علوم کشاورزی ایران، ۴۱:۶۹-۶۰.

۳. عموآقایی ر، و بقایی م (۱۳۹۳) اثر وابسته به غلظت ورمی‌کمپوست و عصاره آن بر جوانه‌زنی بذر و رشد رویشی سیاهدانه. پژوهش‌های گیاه، ۲۷(۴): ۷۰۲-۶۹۱.

۴. مصلحی ش، نجفی پ، طباطبایی ح و نورمهناد ن (۱۳۹۰) تأثیر تنش رطوبتی بر شاخص‌های رشد و عملکرد خیار گلخانه‌ای. آب وخاک، ۲۵(۴):۷۷۵-۷۷۰.

۵. محبتی ع ا، نجفی‌مود م ح، شهیدی ع و خاشعی‌سیوکی ع (۱۳۹۷) اثر متقابل سطوح مختلف تنش خشکی و کاربرد زئولیت بر عملکرد خیار گلخانه‌ای. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۹(۲): ۶۵-۵۵.

۶. محمدی م (۱۳۸۵) تغذیه برگی گیاهان گامی مؤثر بر افزایش جذب مواد غذایی و کارایی مصرف کود. مجله زیتون، ۳۰:۲۸-۱۷.

۷. میرزایی تخت‌گاهی ح، قمرنیا ه، و فرمانی‌فرد م (۱۳۹۷) تأثیر ورمی‌کمپوست و آبیاری با آب آلوده بر روی عملکرد و اجزاء عملکرد گوجه‌فرنگی و بامیه. پژوهش آب در کشاورزی، ۳۲(۴):۵۶۵-۵۵۶.

۸. میرسهیل م و غلامی م (۱۳۸۸). ورمی‌کمپوست کود گاوی و طریقه تولید آن. انتشارات زیتون، ۱۸۶ صفحه.

۹. وحیدی ع، علیزاده ا، باقی‌زاده ا، و انصاری ح (۱۳۹۷) بررسی اثر کاربرد میکوریزا، ورمی‌کمپوست و کود شیمیایی بر عملکرد و میزان لاوسون گیاه دارویی حنا در شرایط تنش کم‌آبی. پژوهش آب در کشاورزی، ۳۲(۱): ۱۲۰-۱۰۸.

www.SID.ir

Archive of SID

10. Ahmadpour R, Armand N abd Hosseinzadeh SR (2016) Effect of vermicompost extract on germination characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under salinity stress. *Seed Research* 2(2) 123-135.
11. Arancon N, Edwards C, Dick R and Dick L (2007) Vermicompost tea production and plant growth impacts. *Biocycle* 51-52.
12. Arguello JA, Ledesma A, Nunez SB, Rodriguez CH and Goldfarb MDD (2006) Vermicompost effects on bulbing dynamics, nonstructural carbohydrate content, yield, and quality of Rosado paraguayo garlic bulbs. *Horticulture Science* 41(3), 589-592.
13. Atiyeh RM, Arancon N, Edwards C and Metzger JD (2001) The influence of earthworm processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. *Bioresource Technology* 81(2), 103-108.
14. Bayoumi TY, Eid M and Metwali EM (2008) Application of physiological and biochemical indices as a screening technique for drought tolerance in wheat genotypes. *Biotechnology* 7, 2341-2352.
15. Beyk Khurmizi A, Ganjeali A, Abrishamchi P and Parsa M (2010) The effect of vermicompost on salt tolerance of bean seedlings (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agroecology* 23,474-485.
16. Hosseinzadeh SR, Amiri H and Ismaili A (2016) Effect of vermicompost fertilizer on photosynthetic characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. *Photosynthetica* 54(1): 87-92.
17. Hosseinzadeh SR, Cheniany M andSalimi A (2014) Effects of foliar application of methanol on physiological characteristics of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under drought stress. *Pulses Research* 5, 71-82.
18. Jouquet P, Plumere T, Thu TD, Rumpel C, Duc TT and Orange D (2010) The rehabilitation of tropical soils using compost and vermicompost is affected by the presence of endogeic earthworms. *Applied Soil Ecology* 46, 125-133.
19. Kashem A, Sarker A, Hossain I and Islam S (2015) Comparison of the effect of vermicompost and inorganic fertilizer on vegetable growth and fruit production of tomato (*Solanumlyco persicum* L.). *Soil Science* 5, 53-65.
20. Malathesh G (2005) Nutrient substitution throught organics in maize. *Agricultural Sciences* 6, 1-131.
21. Pant AP, Radovich TJ, Hue NV and Arancon N (2011) Effects of vermicompost tea (aqueous extract) on pak choi yield, quality, and on soil biological properties. *Compost Science and Utilization* 19 (4), 279-292.
22. Payero JO, Melvin SR, Irmak S and Tarkalson D (2009) Yield response of corn to deficit irrigation in a semiarid climate. *Agriculture Water Management* 84, 101-112.
23. Rouphael Y and Colla G (2005) Radiation and water use efficiencies of greenhouse zucchini squash in relation to different climate parameters. *European Journal of Agronomy* 23, 183-194.
24. Sahni S, Sarma B, Singh D, Singh H and Singh K (2008) Vermicompost enhances performance of plant growth-promoting rhizobacteria in Cicer arietinum rhizosphere against Sclerotium rolfsii. *Crop Protection* 27, 369-376.
25. Sallaku G, Babaj I, Kaciu S and Balliu A (2009) The influence of vermicompost on plant growth characteristics of cucumber (*Cucumis sativus* L.) seedlings under saline conditions. *Food, Agriculture and Environment (JFAE)* 7, 869-872.
26. Sinha RK, Dalsukh V, Krunal C and Sunita A (2010) Embarking on a second green revolution for sustainable agriculture by vermiculture biotechnology using earthworms: Reviving the dreams of Sir Charles Darwin. *Agricultural Biotechnology Sustainable Development* 2(7), 113-128.
27. Terakado J, Tadakatsu Y and Shinsuke F (2006) Shoot-applied polyamines suppress nodule formation in soybean (*Glycine max*), *Plant Physiology* 163, 497-505.
28. Wang X, Kang Y, Liu P and Hou Y (2007) Effects of soil matric potential on potato growth under drip irrigation in the North China Plain. *Agricultural Water Management*, 88, 34-42.
29. Warman PR and AngLopez MJ (2010) Vermicompost derived from different feedstocks as a plant growth medium. *Bioresource Technology* 101, 4479-4483.

www.SID.ir