



## مدیریت آب و آبیاری

دوره ۹ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۸

صفحه‌های ۶۸-۵۵

### تأثیر برهم کنش ورمی کمپوست و چای کمپوست بر خیار گلخانه‌ای تحت تنش آبی

حلیمه پیری<sup>۱\*</sup>، پریا راشکی<sup>۲</sup>

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، ورمی کمپوست و چای کمپوست بر گیاه خیار گلخانه‌ای پرداخته شد. آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح کاملاً تصادفی و به صورت پشته‌ای انجام گرفت. تیمارها شامل سه سطح چای کمپوست (۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد حجمی)، سه سطح ورمی کمپوست (۱، ۱/۵ و ۲ کیلوگرم در هر متر مربع) و سه سطح تنش آبی (۱۰۰، ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه) بود. ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست، چای کمپوست و تنش آبی نشان داد در شرایطی که کم‌آبی ۷۵ درصد به کار می‌رود استفاده ۷۵ درصدی ورمی کمپوست و چای کمپوست باعث کاهش اثرات تنش آبی می‌شود. اثرات متقابل ورمی کمپوست و چای کمپوست نشان داد در استفاده ۱۰۰ درصدی از ورمی کمپوست برای کاهش عملکرد و اجزای آن بایستی مصرف چای کمپوست تا ۵۰ درصد کاهش یابد. اما زمانی که ورمی کمپوست کامل استفاده نمی‌شود می‌توان، مصرف چای کمپوست را تا ۷۵ درصد افزایش داد. بنابراین می‌توان گفت اثرات ورمی کمپوست 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<sup>1\*</sup>, Paria Rashki<sup>2</sup>

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 / m<sup>2</sup>) 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.

## مقدمه

کاربرد زیاد کودهای شیمیایی در درازمدت باعث تخریب خصوصیات فیزیکی 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 به کمک 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 به وجود می‌آید (۱۵). وجود مواد هیومیکی و مواد آلی در ورمی‌کمپوست رشد گیاه را بهتر از تغذیه گیاه با کودهای معدنی تحریک می‌کند (۱۳). ورمی‌کمپوست به دلیل 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-

آب بود. بنابراین مکش ۶۰ سانتی‌بار در افزایش کارایی 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 کارایی 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 کارایی مصرف آب، بهبود شاخص‌های رویشی و اجزای عملکرد خیار گلخانه‌ای و همچنین تعیین سطحی از مقاومت خیار به کمبود آب به‌نحوی که در مصرف آب صرفه‌جویی شده و باعث کاهش عملکرد و شاخص‌های رشدی آن نگردد، از اهداف تحقیق می‌باشد. آب صرفه‌جویی شده 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

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 در منطقه 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. در صورتی‌که 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 کارایی مصرف آب در تیمار ۶۰، ۴۰ و ۸۰ سانتی‌بار به‌ترتیب ۹۶، ۸۴ و ۴۹ کیلوگرم در هر مترمکعب

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) به دست آمد.

$$ET_0 = \frac{0.408\Delta(Rn-G) + \gamma \frac{C_n}{T+273} U_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + C_d U_2)} \quad \text{رابطه (۱)}$$

در این رابطه،  $ET_0$ : تبخیر و تعرق مرجع ( $\text{mm day}^{-1}$ ),  
 $Rn$ : تابش خالص ورودی به سطح گیاه ( $\text{MJ m}^{-2} \text{day}^{-1}$ ),  
 $G$ : شار گرمای خاک ( $\text{MJ m}^{-2} \text{day}^{-1}$ ),  $T_{\text{mean}}$ : میانگین دمای هوای روزانه ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $U_2$ : میانگین روزانه سرعت باد در ارتفاع دو متری از سطح زمین ( $\text{m s}^{-1}$ ),  $e_s$ : فشار بخار اشباع ( $\text{KPa}_a$ ),  $e_a$ : فشار بخار واقعی ( $\text{KPa}_a$ ),  $e_s - e_a$ : کمبود فشار بخار اشباع ( $\text{KPa}$ ),  $\Delta$ : شیب منحنی فشار بخار اشباع ( $\text{KPa}^{\circ}\text{C}^{-1}$ ),  $\gamma$ : ضریب سایکرومتری ( $\text{KPa}^{\circ}\text{C}^{-1}$ ),  $C_n$ : ضریبی برای گیاه مرجع که مقدار آن ۹۰۰ می‌باشد ( $\text{Kg}^{\circ}\text{KJ}^{-1} \text{day}^{-1}$ ),  $C_d$ : ضریب باد برای گیاه مرجع که مقدار آن  $0.34$  می‌باشد ( $\text{s m}^{-1}$ ).

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 به صورت 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. ورمی کمپوست 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 برگی شدن خیارها به صورت یکسان آبیاری شدند. سپس تیمارهای تنش آبی اعمال گردید.

### چای کمپوست

جهت تهیه چای کمپوست، ۳۰۰ گرم ورمی کمپوست در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب به مدت 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 به دست آمد. چای کمپوست در ۳ مرحله (۳۰، ۶۰ و ۹۰ روز پس از کاشت گیاه) به گیاه داده شد. محلول پاشی تا زمان جاری شدن قطره‌های محلول روی تمامی قسمت‌های گیاه ادامه یافت.

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 ورمی کمپوست 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

## مدیریت آب و آبیاری

محاسبه شد. در پایان داده‌های اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 مورد تجزیه و تحلیل 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 اندازه‌گیری شده در جدول ۳ آمده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد مقدار آب آبیاری، ورمی کمپوست و چای کمپوست و اثرات متقابل آن‌ها در سطوح یک و پنج درصد بر مقادیر اندازه‌گیری شده تأثیر معنی‌دار داشت.

### وزن میوه

مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده 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 ورمی کمپوست بر وزن میوه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. با کاهش مقدار ورمی کمپوست مصرفی وزن میوه کاهش یافت اما از این نظر بین تیمار ۱۰۰ و ۷۵ درصد مصرف ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست به‌دست آمد.

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).

$$\text{IWUE} = \frac{Y}{IR} \quad \text{رابطه (۲)}$$

در این رابطه، IWUE: بهره‌وری مصرف آب آبیاری (کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار)، Y: مقدار محصول برداشت‌شده (کیلوگرم در هکتار)، IR: مقدار آب آبیاری (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

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

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن میوه	قطر میوه	طول میوه	ارتفاع بوته	عملکرد	بهره‌وری آب آبیاری
R (تکرار)	۲	۲۳۰۰۷/۳۳ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۷۳ <sup>ns</sup>	۲۸۲/۱۵ <sup>ns</sup>	۲/۵۵ <sup>ns</sup>	۲/۲۹ <sup>ns</sup>
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 (ورمی کمپوست)	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 (چای کمپوست)	۲	۲۴۴۹۲/۹*	۳/۴۴**	۱۴۸/۳**	۴۰۵۱/۱۵**	**۱۳۰۰۱/۳۴	۵۵۸/۰۶**
A*C	۴	۱۷۴۴۷/۰۲*	۱/۱۲**	۲۵/۳۳**	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

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

جدول ۴. مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده

تیمارهای آزمایشی	وزن میوه (گرم)	قطر میوه (سانتی‌متر)	طول میوه (سانتی‌متر)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار)
۱۰۰٪ نیازآبی	۱۶۷/۸۷a	۳/۸۵a	۱۶/۹۵a	۱۶۹/۵۵a	۱۵۵/۰۳a	۲۵b
مقدار آب آبیاری						
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
۱۰۰٪	۱۶۹/۸۱a	۳/۷a	۱۴/۸۶a	۱۶۷/۱۳a	۱۴۱/۴۲a	۳۱/۱۲a
مقدار ورمی کمپوست						
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
۷۵٪	۱۷۶/۴۷a	۳/۹۱a	۱۶/۳۷a	۱۶۵/۶۸a	۱۵۰/۷۹a	۳۲/۸۳a
مقدار چای کمپوست						
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.

مقدار ورمی کمپوست تفاوت معنی‌دار حاصل نشد. در تیمارهای ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی که تنش آبی اتفاق افتاده بود با کاهش مقدار ورمی کمپوست تا سطح ۷۵ درصد وزن میوه افزایش داشت اما با کاهش بیش‌تر

اثرات متقابل آب آبیاری و ورمی کمپوست (جدول ۵) نشان داد بیش‌ترین وزن میوه (۱۳۹/۵۷ گرم) در تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی و مصرف کامل ورمی کمپوست به دست آمد که از این نظر با تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی و ۷۵ درصد

## مدیریت آب و آبیاری

دوره ۹ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۸

تأثیر برهم کنش ورمی کمپوست و چای کمپوست بر خیار گلخانه‌ای تحت تنش آبی

و چای کمپوست (جدول ۷) نشان داد بیش‌ترین وزن میوه در تیمار ۱۰۰ درصد ورمی کمپوست و ۵۰ درصد چای کمپوست (۱۴۱/۵ گرم) به‌دست آمد. در تیمارهایی که ورمی کمپوست به طور کامل مصرف نشد (تیمارهای ۷۵ و ۵۰ درصد ورمی کمپوست) بیش‌ترین عملکرد با مصرف ۷۵ درصد چای کمپوست به‌دست آمد. بنابراین می‌توان گفت با کاهش مقدار ورمی کمپوست مصرفی جهت کاهش وزن میوه باید مقدار چای کمپوست مصرفی را افزایش داد.

ورمی کمپوست وزن میوه کاهش یافت. به‌عنوان نمونه در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی بیش‌ترین وزن میوه (۱۳۷/۸۲ گرم) با مصرف ۷۵ درصد ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست

جدول ۵. مقایسه میانگین اثرات متقابل مقدار آب آبیاری و ورمی کمپوست (A×B)

مقدار آب آبیاری	مقدار ورمی کمپوست	وزن میوه (گرم)	قطر میوه (سانتی‌متر)	طول میوه (سانتی‌متر)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار)
۱۰۰٪ نیاز آبی	٪۱۰۰	۱۳۹/۵۷a	۴/۰۵a	۱۸/۱۲a	۱۹۳/۲a	۱۷۴/۹۸a	۲۹/۶۶c
	٪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
۷۵٪ نیاز آبی	٪۱۰۰	۱۳۵/۷۵b	۳/۳۲cd	۱۴/۸۲d	۱۶۳/۳b	۱۴۱/۹۴d	۳۴/۸۸a
	٪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
۵۰٪ نیاز آبی	٪۱۰۰	۱۱۸/۸e	۳/۱۸d	۱۱/۰۱f	۱۳۱/۵۵c	۱۰۰/۳۳h	۳۳/۳۲b
	٪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 چای کمپوست (A×C)

مقدار آب آبیاری	مقدار چای کمپوست	وزن میوه (گرم)	قطر میوه (سانتی‌متر)	طول میوه (سانتی‌متر)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار)
۱۰۰٪ نیاز آبی	٪۷۵	۱۴۸/۲۵a	۴/۵۵a	۱۹/۹۲a	۱۷۶/۸۸a	۱۸۳/۹۳a	۲۹/۶۶c
	٪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٪ نیاز آبی	٪۷۵	۱۴۲/۵b	۴/۱۵b	۱۸/۶b	۱۸۳/۴۸a	۱۶۵/۱۲b	۳۵/۵a
	٪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
۵۰٪ نیاز آبی	٪۷۵	۱۲۳/۲۵ d	۳/۲۸dce	۱۱/۲۸g	۱۳۶/۶۶de	۱۰۳/۳۳h	۳۳/۳۲b
	٪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.

## مدیریت آب و آبیاری

دوره ۹ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۸

### 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 (جدول ۷) 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 تیمار ۵۰ 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 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



## تأثیر برهم کنش ورمی کمپوست و چای کمپوست بر خیار گلخانه‌ای تحت تنش آبی

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 (جدول ۵) نشان داد بیش‌ترین ارتفاع گیاه (۱۹۳/۲ سانتی‌متر) در تیمار 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.

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 رشد و نمو 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

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

مقدار ورمی‌کمپوست	مقدار چای کمپوست	وزن میوه (گرم)	قطر میوه (سانتی‌متر)	طول میوه (سانتی‌متر)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	بهره‌وری آب آبیاری (کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار)
%۷۵	۱۳۲/۲۵c	۳/۶۷cb	۱۵/۰۲c	۱۷۷/۴۸a	۱۵۰/۲۱b	۳۲/۳۷b	
%۱۰۰	۱۴۱/۵a	۳/۸۲b	۱۶/۲۲b	۱۷۵/۴۷a	۱۵۸/۸۱a	۳۵/۴۵a	
%۲۵	۱۱۹/۰e	۳/۰۸d	۱۲/۴f	۱۴۸/۴۴bdc	۱۴۳/۲۲d	۲۵/۵۳d	
%۷۵	۱۴۳/۲a	۴/۲۷a	۱۸/۸۲a	۱۵۸/۶۶bac	۱۵۸/۹۵a	۳۴/۵a	
%۷۵	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	
%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.

## مدیریت آب و آبیاری

دوره ۹ ■ شماره ۱ ■ بهار و تابستان ۱۳۹۸

ورمی کمپوست 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) به دست آمد. مقدار عملکرد در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی ۱۴۹/۹۳ تن در هکتار به دست آمد که از این نظر با تیمار ۱۰۰ درصد نیاز آبی تفاوت معنی‌دار نداشت. کاهش مقدار ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست به دست آمد (جدول ۵). در تیمارهای تنش آبی کاهش مصرف ورمی کمپوست تا سطح ۷۵ درصد باعث افزایش عملکرد شد اما کاهش بیش‌تر ورمی کمپوست کاهش عملکرد را به همراه 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 ورمی کمپوست و چای کمپوست (جدول ۷) نشان داد بیش‌ترین عملکرد (۱۵۸/۸۱ تن در هکتار) از تیمار ۱۰۰ درصد ورمی کمپوست و ۵۰ درصد چای کمپوست حاصل شد. در تیمارهای ۷۵ و ۵۰ درصد مصرف ورمی کمپوست با افزایش مقدار چای کمپوست

در تیمارهای تنش آبی جهت کاهش اثرات منفی تنش بایستی مقدار ورمی کمپوست مصرفی کاهش یابد. مطابق جدول ۵ کاهش ورمی کمپوست تا ۷۵ درصد در تیمارهای تنش آبی باعث افزایش ارتفاع گیاه شد و کاهش بیش‌تر آن باعث کاهش ارتفاع گیاه گردید. کاربرد ورمی کمپوست به صورت 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 چای کمپوست باعث افزایش ارتفاع گیاه گردید. اما در تیمار ۵۰ درصد تنش آبی باید مقدار چای کمپوست تا ۵۰ درصد کاهش یابد تا اثر تنش آبی بر کاهش ارتفاع بوته کاسته شود. اثرات متقابل چای کمپوست و ورمی کمپوست (جدول ۷) بر ارتفاع بوته نشان داد بیش‌ترین ارتفاع (۱۷۷/۴۸ سانتی‌متر) در تیمار ۱۰۰ درصد ورمی کمپوست و ۷۵ درصد چای کمپوست به دست آمد اما از این نظر با تیمارهای ۱۰۰ درصد ورمی کمپوست و ۵۰ درصد مصرف چای کمپوست تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. هم‌چنین مشاهده شد با کاهش مصرف ورمی کمپوست و چای کمپوست ارتفاع بوته کاهش یافت. تحقیقات نشان داده است ورمی کمپوست و عصاره آن به دلیل داشتن هیومیک، فولیک و دیگر اسیدهای آلی باعث تحریک رشد گیاهان می‌شود (۱۰). غلظت‌های ۲۵ و ۵۰ درصد ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست روی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه بسته به غلظت ورمی کمپوست دارد (۳). بررسی سطوح مختلف ورمی کمپوست (۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ تن در هکتار) روی گیاه گوجه‌فرنگی نشان داد سطح ۲۰ تن در هکتار ورمی کمپوست باعث افزایش ارتفاع، تعداد و وزن میوه‌ها شد (۱۹). مهم‌ترین دلیل در افزایش ارتفاع گیاهان در اثر استفاده از کودهای آلی

مقدار عملکرد افزایش یافت. کم‌ترین عملکرد از تیمار ۵۰ درصد ورمی کمپوست و ۲۵ درصد چای کمپوست به دست آمد. با توجه به این که در شرایط تنش خشکی اولین مکانیسم مقاومتی در گیاهان بسته شدن روزنه‌ها و حفظ آب موجود در برگ می‌باشد، ورود دی‌اکسید کربن به منظور فرایند فتوسنتز در کلروپلاست کاهش می‌یابد (۱۷). محلول پاشی چای کمپوست با در دسترس قرار دادن میزان دی‌اکسید کربن مورد نیاز می‌تواند در افزایش فتوسنتز خالص گیاه نقش داشته باشد (۱۶). مطالعات نشان داده است استفاده از کود آلی ورمی کمپوست باعث افزایش عملکرد گیاه خیار و توت‌فرنگی می‌شود (۲۵). ورمی کمپوست با تأمین عناصر غذایی و افزایش کلروفیل و در نتیجه بهبود فتوسنتز و یا به دلیل برخورداری از برخی هورمون‌های رشد گیاهی نظیر اکسین و سیتوکینین رشد گیاه را افزایش می‌دهد اما غلظت‌های زیاد آن به دلیل 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 به دست آمد. بین تیمار ۷۵ و ۵۰ درصد نیاز آبی از این نظر تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. کاهش مصرف ورمی کمپوست باعث کاهش بهره‌وری مصرف آب شد. بیش‌ترین مقدار بهره‌وری در تیمار مصرف کامل ورمی کمپوست و کم‌ترین مقدار آن در تیمار ۵۰ درصد مصرف ورمی کمپوست به دست آمد که از این نظر بین تیمار ۷۵ و ۱۰۰ درصد مصرف ورمی کمپوست تفاوت

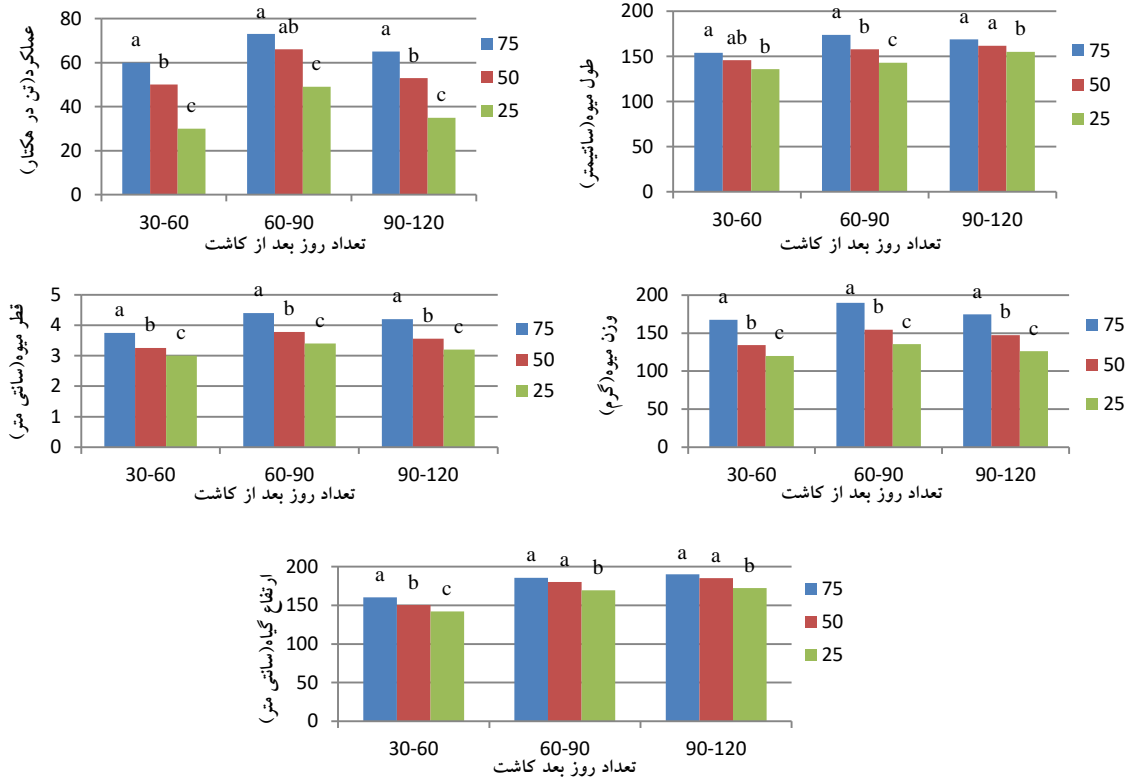
معنی‌دار وجود نداشت. مصرف چای کمپوست نیز تأثیر معنی‌دار بر مقدار بهره‌برداری داشت. با افزایش مقدار مصرف چای کمپوست از ۲۵ به ۷۵ درصد مقدار بهره‌وری مصرف آب افزایش یافت. بیش‌ترین مقدار بهره‌وری در تیمار ۷۵ درصد مصرف چای کمپوست ۳۲/۸۳ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار به دست آمد. اثرات متقابل آب آبیاری و ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست 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 ورمی کمپوست می‌باشد. در تیمار آبیاری کامل (۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه) کاهش ورمی کمپوست به دلیل کاهش عملکرد باعث کاهش بهره‌وری آب آبیاری شد. تحقیقات نشان داد ورمی کمپوست به دلیل 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 به دست آمد. در تیمارهای ۱۰۰ و ۷۵ درصد نیاز آبی گیاه با کاهش مقدار چای کمپوست بهره‌وری آب آبیاری نیز به دلیل کاهش عملکرد محصول کاهش یافت. اما در تیمار ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه کاهش مقدار چای کمپوست به ۵۰ درصد به دلیل افزایش عملکرد باعث افزایش بهره‌وری آب آبیاری شد به طوری که بیش‌ترین بهره‌وری در این تیمار حاصل شد. اثرات متقابل ورمی کمپوست و چای کمپوست (جدول ۷) نشان داد بیش‌ترین بهره‌وری آب

است، میانگین مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری شده در سه بازه زمانی ۶۰-۳۰، ۹۰-۶۰ و ۱۲۰-۹۰ روز بعد از کاشت به دست 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. همان‌طور که از اشکال مشاهده می‌گردد بیش‌ترین مقدار پارامترهای اندازه‌گیری شده در بازه ۶۰-۹۰ روز پس از کاشت گیاه می‌باشد. در هر سه مرحله پاشش چای کمپوست، بالاترین مقدار پارامترهای اندازه‌گیری شده در سطح مصرف ۷۵ درصد به دست آمد که از این نظر پارامترهای طول میوه، ارتفاع گیاه و عملکرد با تیمار ۵۰ درصد مصرف چای کمپوست تفاوت معنی‌دار نداشتند.

آبیاری (۳۵/۴۵ کیلوگرم بر مترمکعب در هکتار) از تیمار ۱۰۰ درصد ورمی‌کمپوست و ۵۰ درصد چای کمپوست به دست 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 به دلیل 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 کاشت به گیاه داده شد. جهت تعیین این‌که چای کمپوست در کدام مرحله بیش‌ترین تأثیر را بر پارامترهای اندازه‌گیری شده داشته



شکل ۱. تأثیر زمان پخش چای کمپوست بر پارامترهای اندازه‌گیری شده

## مدیریت آب و آبیاری

## نتیجه گیری

استفاده از ورمی کمپوست در کشاورزی یکی از راه کارهای دستیابی به کشاورزی پایدار است. به طوری که با کاربرد آن در مصرف آب آبیاری و کود صرفه جویی می شود. در این تحقیق اثرات ورمی کمپوست و چای کمپوست در سطوح مختلف آبی بر خیار گلخانه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد کاهش آب آبیاری و کاهش مصرف ورمی کمپوست و چای کمپوست باعث کاهش عملکرد و اجزای عملکرد شد. اما استفاده از سطوح آبیاری ۷۵ درصد و ۱۰۰ درصد از این نظر تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند. به کاربردن حجم آب آبیاری در سطح ۷۵ باعث صرفه جویی ۱۵۵۰ مترمکعب آب گردید. در سطوحی که ورمی کمپوست به طور 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 ورمی کمپوست و ۵۰ درصد چای کمپوست تفاوت معنی دار 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 به دست آمده می توان از ورمی کمپوست به اندازه ۱/۵ کیلوگرم در هر مترمربع و همزمان ۷۵ درصد حجمی چای کمپوست در کشت خیار گلخانه‌ای استفاده نمود. بنابراین می توان گفت ورمی کمپوست و چای کمپوست گزینه مناسبی برای تولید خیار گلخانه‌ای می باشد که به خوبی و با تأثیر بیشتر در راندمان مطلوب گیاه، مصرف انواع کودهای شیمیایی را کاهش می دهد.

## 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

- ورمی کمپوست 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. عمواقایی ر، و بقایی م (۱۳۹۳) اثر وابسته به غلظت ورمی کمپوست و عصاره آن بر جوانه زنی بذر و رشد رویشی سیاهدانه. پژوهش های گیاه، ۲۷(۴): ۷۰۲-۶۹۱.
۴. مصلحی ش، نجفی پ، طباطبایی ح و نورمهند ن (۱۳۹۰) تأثیر تنش رطوبتی بر شاخص های رشد و عملکرد خیار گلخانه‌ای. آب و خاک، ۲۵(۴): ۷۷۵-۷۷۰.
۵. محبتی ع، نجفی مود م ح، شهیدی ع و خاشعی سیوکی ع (۱۳۹۷) اثر متقابل سطوح مختلف تنش خشکی و کاربرد ژئولیت بر عملکرد خیار گلخانه‌ای. علوم و فنون کشت های گلخانه‌ای، ۲۹(۲): ۶۵-۵۵.
۶. محمدی م (۱۳۸۵) تغذیه برگ گیاهان گامی مؤثر بر افزایش جذب مواد غذایی و کارایی مصرف کود. مجله زیتون، ۳۰: ۲۸-۱۷.
۷. میرزایی تخت گاهی ح، قمرنیا ه، و فرمانی فرد م (۱۳۹۷) تأثیر ورمی کمپوست و آبیاری با آب آلوده بر روی عملکرد و اجزاء عملکرد گوجه فرنگی و بامیه. پژوهش آب در کشاورزی، ۳۲(۴): ۵۶۵-۵۵۶.
۸. میرسهیل م و غلامی م (۱۳۸۸). ورمی کمپوست کود گاوی و طریقه تولید آن. انتشارات زیتون، ۱۸۶ صفحه.
۹. وحیدی ع، علیزاده ا، باقی زاده ا، و انصاری ح (۱۳۹۷) بررسی اثر کاربرد میکوریزا، ورمی کمپوست و کود شیمیایی بر عملکرد و میزان لاسون گیاه دارویی حنا در شرایط تنش کم آبی. پژوهش آب در کشاورزی، ۳۲(۱): ۱۲۰-۱۰۸.

10. Ahmadpour R, Armand N and 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 and Salimi 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 through 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. Roupheal 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.