

استفاده از ورمی کمپوست در باغ چای و تأثیر آن بر کیفیت محصول

احمد شیرین فکر*، شیوا روفی‌گری‌حقیقت، علی سراجی، رضا آزادی، کتابون اسلامی
پژوهشکده چای، موسسه تحقیقات علوم باغبانی؛ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، ایران

* shirinfekr@gmail.com

بیان مسئله

چای بعد از آب پرمصرف‌ترین نوشیدنی است. در سال‌های اخیر مصرف سرانه چای در کشورهای مختلف جهان به دلیل شناخت اثرات مثبت آن بر سلامتی انسان، افزایش یافته است. روند رو به رشد مصرف چای در دنیا اهمیت این محصول را هر روز بیش‌تر از گذشته می‌کند (گروه مؤلفین، ۱۳۸۷). کیفیت چای سیاه به مقدار زیاد بستگی به کیفیت ماده اولیه آن یعنی کیفیت برگ سبز چای دارد و برای تولید نوشیدنی گوارا از چای، ترکیبات لازم باید در برگ سبز وجود داشته باشد. یکی از مهم‌ترین مشکلات موجود در صنعت چای کشور، پایین بودن کیفیت ماده اولیه کارخانه‌های چای‌سازی یعنی کیفیت برگ سبز مصرفی (یک غنچه و دو برگ) است. کیفیت برگ سبز چای به مقدار و نسبت ترکیبات آن بستگی دارد. این ترکیبات متأثر از عوامل متعدد مانند نژاد یا رقم چای، اقلیم و میکرو کلیما و حاصلخیزی و باروری خاک است (ویلسن، ۱۹۹۹). این ترکیبات به‌طور عمده شامل پلی‌فنل‌ها، کافئین و مواد جامد محلول در آب (عصاره آبی) است که مجموع این ترکیبات باعث بهبود ویژگی‌های حسی چای می‌شود (میرزایی و همکاران، ۲۰۰۹). حاصلخیزی خاک اراضی چای‌کاری و تغذیه مناسب گیاه چای، یکی از مهم‌ترین عامل‌های تأثیرگذار بر مقدار تولید برگ سبز چای و کیفیت آن است. برداشت دائم عناصر غذایی خاک توسط ریشه گیاه و برداشت سالانه محصول از بوته‌ها، بدون جایگزینی عناصر خارج‌شده از خاک، باعث کاهش حاصلخیزی خاک و کاهش توان تولید می‌شود (میرزایی و همکاران، ۲۰۰۹). یک راهکار متداول برای حفظ باروری و توان تولید خاک در اراضی چای‌کاری، افزودن کود به خاک است؛ و این در حالی است که از یک‌سو مصرف بیش از نیاز کودهای شیمیایی توسط چای‌کاران بزرگ و متمول، باعث ایجاد مشکلات زیست‌محیطی شده و از سوی دیگر عدم مصرف کودهای مناسب توسط چای‌کاران خرده‌پا و فقیر، به دلیل گرانی

وعدم تمکن مالی و یا دسترسی نداشتن به انواع مناسب کودها، عملکرد و کیفیت چای را کاهش داده است. عدم تعادل عناصر غذایی در خاک باغ‌های چای به دلیل مصرف بلندمدت کودهای تک عنصری از دیگر مشکلات خاک در این اراضی است. افزودن کودهای آلی به خاک اراضی چای‌کاری یکی از راه‌های تأمین نیاز غذایی گیاه چای است. این کار در کشاورزی ارگانیک از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. افزودن کودهای آلی به همراه کودهای شیمیایی به خاک می‌تواند سبب افزایش سطح حاصلخیزی خاک و بهبود ویژگی‌های آن و در نتیجه افزایش مقدار و قابلیت جذب عناصر غذایی شود (ابراهیمی، ۱۳۹۳). همچنین بهبود شرایط زیست‌محیطی و بهبود سلامت عمومی جامعه نیز می‌تواند از اهداف جایگزینی تدریجی کودهای شیمیایی با کودهای آلی باشد، به همین دلیل مصرف موادی نظیر پسماندهای کشاورزی و صنایع وابسته به آن، به‌عنوان منابع تأمین‌کننده مواد آلی و تقویت توان تولید خاک رو به افزایش است (جیبال و همکاران، ۲۰۰۱). ورمی‌کمپوست در اثر تجزیه بیولوژیکی مواد آلی توسط کرم‌های خاکی به وجود می‌آید که به علت داشتن ویژگی‌های ارزشمند، مصرف آن در کشاورزی پایدار، موردتوجه قرار گرفته است (علیخانی و ثواقبی، ۱۳۸۸). ورمی‌کمپوست پایاتر از مواد خام اولیه بوده و دسترسی گیاهان به عناصر غذایی موجود در آن بیشتر است. این مواد باعث اصلاح ویژگی‌های نامناسب خاک می‌شود. این کود دارای فرم قابل‌دسترس عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف است که به‌مرور زمان برای گیاه قابل‌جذب می‌شود (اتی، ۲۰۰۱). ورمی‌کمپوست موجب تسریع در رشد و کاهش دوره رشد نهال چای، می‌شود (راداکیسان و ماهندران، ۲۰۱۰).

تمایل به مصرف چای سالم یا ارگانیک در بازارهای اروپایی ایجادشده و این رویه در بازار ایران نیز در حال شکل‌گیری

پیش‌بینی نشود، رشد بوته‌ها کاهش می‌یابد و میزان محصول و نیز کیفیت آن پایین می‌آید (فرید، ۱۳۸۲). لذا دادن کود از نوع شیمیایی و یا آلی باید سالانه انجام شود. سینپاتی و همکاران (۲۰۰۲)، معتقدند که ادامه روند استفاده از کودهای شیمیایی و عدم توجه به روش‌های قدیمی وابسته به ضایعات هرس و کودهای آلی موجب اسیدی شدن خاک باغ‌های چای شده و نتیجه آن کاهش ۸ درصدی در pH، ۹ درصدی در ظرفیت نگه‌داشت آب، ۳۲ درصدی در ظرفیت تبادل کاتیونی و ۳۳ درصدی در مواد آلی می‌باشد. او دریافت که ادامه این وضعیت باعث افزایش نسبت موربانه به کرم خاکی در باغ‌های چای هند می‌شود. همچنین در باغ‌های چای کرم‌های گونه‌های epigeic و anecic فرار کرده و تنها گونه‌های حفار endogeic حضور دارند.

افزودن کودهای آلی به خاک مناطق چای‌کاری یکی از راه‌های تأمین نیاز غذایی گیاه است. این روش در کشاورزی ارگانیک از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است. تعیین مقدار بهینه ورمی‌کمپوست در باغ‌های چای برای ترویج و توصیه آن به باغداران ضروری است.

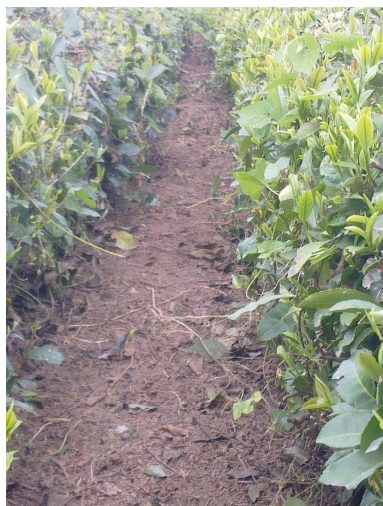
اواسط فروردین اضافه و با خاک توسط بیل مخلوط شد. برای ارزیابی ورمی‌کمپوست و مقایسه آن با کودهای شیمیایی بر روی کیفیت برگ سبز تولیدی و همچنین کیفیت حسی چای ساخته‌شده از هر قطعه جداگانه برگ چینی استاندارد، یک غنچه و دو برگ برداشته شد. چای‌سازی به روش ارتدکس در مقیاس آزمایشگاهی انجام گرفت و خصوصیات حسی چای ساخته‌شده ارزیابی گردید. همچنین کیفیت برگ سبز از نظر درصد پلی‌فنل، عصاره آبی و کافئین در این نمونه‌ها اندازه‌گیری شد.

است. همچنین، بر اساس مصوبات دولت ایران تا چهار سال آینده باید درصد قابل‌توجهی از کودهای شیمیایی مصرفی در کشور با کودهای آلی جایگزین شود؛ بنابراین، باید جنبه‌های مختلف این جایگزینی توسط محققین بررسی و نقاط ضعف و قوت آن‌هم در ارتباط با امور باغی و زراعی و هم با توجه به رویکرد جدید در بازار مصرف چای، مشخص شود. اغلب مطالعات کودی انجام‌شده مربوط به استفاده از کودهای شیمیایی و تأثیر این کودها بر عملکرد و کیفیت چای بوده و تحقیقات انجام‌شده در مورد اثر کودهای آلی بر کیفیت خاک و ترکیب شیمیایی برگ سبز چای بسیار کم است.

در باغ‌های چای ایران، با برداشت‌های پی‌درپی برگ سبز، هرس بوته‌ها و خارج کردن بقایای هرس از باغ، فرسایش خاک و آبشویی عناصر غذایی، هرسال مقدار زیادی از عناصر غذایی از خاک چای‌کاری‌ها خارج می‌شود (ابراهیمی و رفاهی، ۱۳۸۰)؛ بنابراین باید با مصرف متعادل کود، این مواد از دست‌رفته جبران شود تا زمین، حاصلخیزی و باروری خود را از دست ندهد. در غیر این صورت گیاه چای دچار کمبود عناصر غذایی می‌شود. هرگاه که این کمبود به‌موقع

روش اجرا

در این آزمایش یک باغ چای براساس وضعیت خاک انتخاب شد (شکل ۱). سپس مقادیر مختلف ورمی‌کمپوست از بازار خریداری (شکل ۲) و به قطعات مختلف چای‌کاری اضافه شد. این مقادیر شامل صفر تا ۴۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار بود (جدول ۱) که در اواسط اسفند به خاک بین ردیف‌های چای اضافه (شکل ۳) و با بیل شخم زده شد. برای مقایسه تأثیر ورمی‌کمپوست نسبت به کود شیمیایی به یک قطعه از همان باغ مقادیر کود شیمیایی (شامل اوره، سوپرفسفات و سولفات پتاسیم) بر اساس آزمایش خاک در



شکل ۱- نمونه برداری و بررسی وضعیت خاک بین ردیف‌های چای



شکل ۲- ورمی کمپوست



شکل ۳- مراحل مصرف ورمی کمپوست در باغ چای

نتایج

کیفیت برگ سبز:

درصد هست. با توجه به جدول بهترین تیمار از نظر ویژگی های کیفی تیمار ۵ تن ورمی کمپوست می باشد.

تجزیه سالیانه کیفیت برگ سبز:

سطوح مختلف ورمی کمپوست در سال اول تأثیری بر ویژگی های کیفی برگ سبز از جمله میزان عصاره آبی، درصد پلی فنل، درصد کافیین نداشت؛ اما در سال دوم تأثیر سطوح ورمی کمپوست تنها در مورد درصد پلی فنل برگ سبز معنی دار بود و بیشترین مقدار پلی فنل (۱۴/۲ درصد) در تیمار ۵ تن و کمترین آن در تیمار ۲۰ تن ورمی کمپوست در هکتار به مقدار ۹/۸ درصد مشاهده شد. با نگاه به جدول ۱ می توان دریافت که تغییرات کیفی برگ سبز با افزایش مقدار ورمی کمپوست مصرفی تغییر نکرده و روند مشخصی ندارد.

تأثیر ورمی کمپوست بر سه ویژگی مهم برگ سبز یعنی عصاره آبی، پلی فنل و کافیین معنی دار نبود. سطوح مختلف ورمی کمپوست بر درصد عصاره آبی، درصد پلی فنل و درصد کافیین برگ سبز چای تأثیر نداشته است. با توجه به جدول ۱ می توان مشاهده کرد که میانگین هر یک از ویژگی های کیفی برگ سبز یادشده در سطوح مختلف ورمی کمپوست به هم نزدیک است. کمترین مقدار عصاره آبی ۳۶/۸ درصد، بیشترین آن ۳۹/۵ و متوسط آن ۳۷/۳ درصد است. کمترین مقدار پلی فنل ۱۱/۳ و بیشترین مقدار ۱۳/۳ درصد و میانگین نیز ۱۲/۱۱ درصد است. کمترین مقدار ۲/۹، بیشترین مقدار کافیین ۳/۲ و میانگین به دست آمده ۳/۰۸

جدول ۱- مقایسه میانگین ویژگی های کیفی برگ سبز چای در سال اول و دوم

ورمی کمپوست تن/هکتار	سال اول			سال دوم		
	درصد عصاره آبی	درصد پلی فنل	درصد کافیین	درصد عصاره آبی	درصد پلی فنل	درصد کافیین
۰	۴۰ ± ۰/۴	۱۲/۹ ± ۰/۴	۳/۳۷ ± ۰/۱۶	۳۴ ± ۱/۹	۱۱/۱ ± ۰/۳	۲/۷۱ ± ۰/۲۶
۵	۳۹ ± ۱/۰	۱۲/۴ ± ۰/۶	۳/۵۳ ± ۰/۰۷	۴۰ ± ۰/۶	۱۴/۲ ± ۰/۷	۲/۸۸ ± ۰/۲۶
۱۰	۴۰ ± ۰/۵	۱۲/۸ ± ۰/۳	۳/۱۸ ± ۰/۱۷	۳۳ ± ۲/۲	۱۰/۴ ± ۱/۳	۲/۷۷ ± ۰/۳۲
۱۵	۴۰ ± ۰/۸	۱۲/۹ ± ۰/۲	۳/۳۷ ± ۰/۲۵	۳۴ ± ۲/۹	۱۰/۷ ± ۱/۸	۲/۶۳ ± ۰/۱۶
۲۰	۴۰ ± ۱/۰	۱۲/۸ ± ۰/۴	۳/۲۳ ± ۰/۱۷	۳۳ ± ۲/۴	۹/۸ ± ۰/۵	۳/۰۶ ± ۰/۲۲
۳۰	۴۰ ± ۰/۵	۱۲/۶ ± ۰/۲	۳/۳۲ ± ۰/۱۲	۳۵ ± ۲/۰	۱۱/۷ ± ۰/۶	۳/۰۶ ± ۰/۲۳
۴۰	۳۹ ± ۱/۴	۱۲/۶ ± ۰/۸	۳/۳۳ ± ۰/۲۲	۳۵ ± ۲/۵	۱۳/۰ ± ۰/۴	۲/۹۷ ± ۰/۲۸
کود شیمیایی	۳۸ ± ۰/۷	۱۲/۱ ± ۰/۵	۳/۳۳ ± ۰/۲۵	۳۶ ± ۱/۹	۱۱/۸ ± ۱/۳	۲/۵۱ ± ۰/۰۵
LSD	۲/۴	۰/۷۷	۰/۴	۶/۵	۲/۸	۰/۵۵

نتایج آزمون چشایی:

است. با توجه به این مشاهدات می توان نتیجه گرفت که اثر ورمی کمپوست بر ویژگی های چشایی چای تأثیر ندارد.

آزمون چشایی بر روی چای ساخته شده از تیمارهای مختلف ورمی کمپوست انجام گرفت و نتایج در جدول ۲ آمده است. نتایج نشان می دهد که فاصله تیمارها در درون هر شاخص چشایی تغییرات زیادی ندارد. امتیاز رویت چای بین ۴/۵ تا ۵/۵، امتیاز رنگ بین ۲ تا ۲/۵، امتیاز طعم بین ۲ تا ۲/۵، امتیاز عصاره کاملاً یکنواخت (۰/۷۵) امتیاز عطر بین ۲ تا ۲/۵ و بالاخره امتیاز کل بین ۱۴/۲۵ تا ۱۵/۲۵ در نوسان

جدول ۲- نتیجه آزمون چشایی چای ساخته شده به روش ارتدکس (سال دوم)

ورمی کمپوست تن/هکتار	رؤیت	رنگ	طعم	تقاله	عطر	امتیاز کل
۰	۵/۵	۲/۰	۴/۵	۰/۷۵	۲/۵	۱۵/۲۵
۵	۴/۵	۲/۵	۴/۵	۰/۷۵	۲/۵	۱۴/۷۵
۱۰	۵/۰	۲/۰	۴/۵	۰/۷۵	۲/۰	۱۴/۲۵
۱۵	۴/۵	۲/۵	۴/۵	۰/۷۵	۲/۰	۱۴/۲۵
۲۰	۵/۵	۲/۵	۴/۵	۰/۷۵	۲/۰	۱۵/۲۵
۳۰	۵/۰	۲/۵	۴/۵	۰/۷۵	۲/۰	۱۴/۷۵
۴۰	۵/۵	۲/۵	۴/۵	۰/۷۵	۲/۰	۱۵/۲۵
کود شیمیایی	۵/۰	۲/۵	۴/۵	۰/۷۵	۲/۵	۱۵/۲۵

علی نقی پور (۱۳۹۱) نشان داد که افزایش مصرف کود نیتروژنی مقدار پلی فنل را کاهش می دهد. مجدسلیمی (۱۳۹۱) نیز تأثیر افزایش سطوح کود نیتروژنی را بر ویژگی های برگ سبز کاهشی یافت. احمد و همکاران (۲۰۰۳)، در کشور پاکستان، نتیجه مشابهی گرفتند آن ها دریافتند که سطح ۱۸۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار در سال، بالاترین مقدار کل را در چای تولید می کند و از این مقدار بیشتر اثر نیتروژن بر مقدار پلی فنل. کاهشی است.

به نظر می رسد که افزایش نیتروژن سبب افزایش سنتز ترکیبات نیتروژنی همچون اسیدهای آمینه می شود. نتیجه این عمل افزایش سرعت رشد و تولید هیدرات کربن است که ساختار فیزیکی گیاه (ماده خشک) را می سازد (خلدبرین و اسلام زاده، ۱۳۸۰). در چنین شرایطی به نظر می رسد که فرصت برای سنتز ترکیبات هیدرات کربنی فرعی فراهم نیست. از آنجایی که ترکیبات پلی فنل چای در دسته ترکیبات سنتزی فرعی قرار دارند (سوانسن، ۲۰۰۳)، مقدار این ترکیبات در مقایسه با افزایش تولید هیدراته کربنی برگ سبز افزایش نیافته و از این نظر مقدار آن ها در هر واحد وزن خشک ماده، کم می شود. شاید به همین دلیل باشد که تسترها، چای با کود نیتروژنی کمتر را بیشتر می پسندند. تأثیر منفی نیتروژن در کیفیت چای توسط محققین مختلفی گزارش شده بود. کاهش مقدار تئافلاوین را در ازای مصرف

این در حالی است که محلول پاشی عناصر میکرو تغییرات بیشتری در امتیازات حسی ایجاد می کند. طالبی (۱۳۹۴) نشان داد که امتیاز کل چشایی چای که توسط اوره محلول پاشی شده ۱۶/۲ است درحالی که این امتیاز برای تیمارهایی که توسط مخلوط اوره و مس محلول پاشی شده ۱۹/۲ است. روفیگری حقیقت (۱۳۹۲) امتیازات کلی چای ایرانی را بین ۹/۴۵ (در یک غنچه و چهار برگ) و ۱۴/۵۷ (در یک غنچه و دو برگ) گزارش کرد.

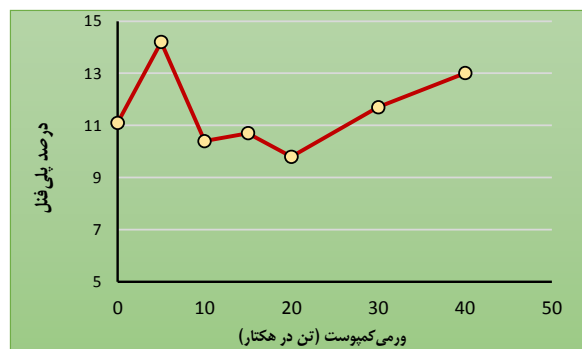
تحلیل یافته ها

تأثیر ورمی کمپوست بر کیفیت چای

استفاده از ورمی کمپوست ویژگی های کیفی برگ سبز را در مقایسه با تیمار شاهد تغییر نداد. ایمانی (۱۳۹۳) اثر ورمی کمپوست به همراه کودهای شیمیایی را در افزایش کیفیت برگ سبز چای مؤثر یافت؛ اما تفکیکی بین اثر ورمی کمپوست و کود شیمیایی قائل نشد. یکی از وظایف قابل انتظار ورمی کمپوست تأمین عناصر غذایی به ویژه نیتروژن است. مطالعات نشان داده که چنانچه از کود نیتروژنی استفاده شود ویژگی های کیفی برگ سبز کاهش می یابد برای مثال اوور و اودیانبو (۱۹۹۴)، تأثیر نیتروژن بر کیفیت چای سیاه (سی تی سی) را بررسی کردند و نتیجه گرفتند که افزایش کود نیتروژنی سبب کاهش رنگ نوشابه چای می شود.

باغ‌های چای، ضمن حفظ کیفیت چای و حتی افزایش پلی‌فنل (شکل ۴)، سبب افزایش عملکرد برگ سبز می‌شود.

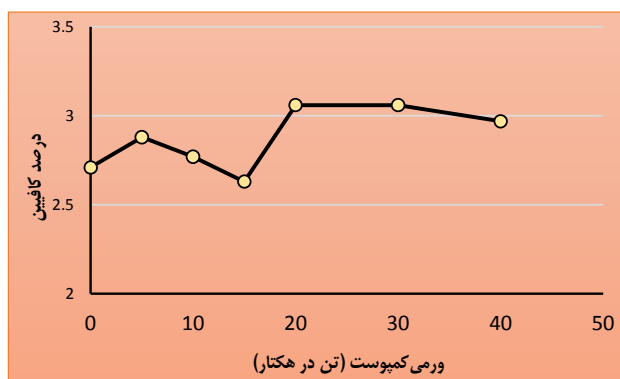
بیشتر نیتروژن در عصاره چای سیاه نیز گزارش کردند (اوور و اودیهمبو، ۱۹۹۴). با این دیدگاه انتظار بر این بود که افزایش ورمی کمپوست سبب کاهش ویژگی‌های برگ سبز و چای سیاه شود اما نتایج نشان داد که مصرف ورمی کمپوست در



شکل ۴- تأثیر ورمی کمپوست بر درصد پلی‌فنل کل برگ سبز چای

کافئین چای می‌شود (مجدسلیمی، ۱۳۹۱ و طالبی، ۱۳۹۴). آلکالوئید کافئین، موجب تندی چای می‌شود و از مهم‌ترین عوامل ارزیابی کیفیت چای است. عنصر نیتروژن یکی از اجزای تشکیل‌دهنده کافئین است لذا مصرف کودهای آلی نیتروژن دار، به‌طور مستقیم در افزایش مقدار این ماده مؤثر است. آدنین یکی از مهم‌ترین پیش‌سازهای کافئین است، این ماده در ساختار خود پنج اتم نیتروژن دارد که نشان‌دهنده اهمیت این عنصر غذایی پرمصرف برای سنتز آدنین است (ویلسون، ۱۹۹۹).

بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که تأمین نیتروژن موردنیاز گیاه از طریق ورمی کمپوست علاوه برافزایش محصول سبب افزایش و یا بهبود کیفیت چای می‌شود. در این تحقیق ورمی کمپوست تأثیر معنی‌داری بر درصد عصاره آبی و همچنین درصد کافئین در چای نداشت. نمودار شکل ۵ روند رشد میزان کافئین را در ازای افزایش مصرف ورمی کمپوست نشان می‌دهد که اگرچه روند رشد تا حدودی ملاحظه می‌شود اما معنی‌دار نیست. باین‌حال تحقیقات نشان داده است که تأثیر نیتروژن سبب افزایش میزان



شکل ۵- تأثیر ورمی کمپوست بر درصد کافئین برگ سبز چای

نتیجه گیری کلی

صورت مصرف ورمی کمپوست در باغ های ارگانیک اقتصادی نخواهد بود مگر آن که نرخ گذاری برگ سبز بر اساس منطق تولید محصول ارگانیک شکل گیرد.

در هر صورت با توجه به همه ملاحظات برای تولید چای بدون کود شیمیایی، مقدار ۱۰ تن ورمی کمپوست توصیه می شود. در غیر این صورت توصیه می شود مقدار ۵ تن ورمی کمپوست ۲ ماه قبل از اولین برگ چینی همراه با کودهای شیمیایی (بر اساس میزان تولید برگ سبز و تجزیه خاک)، به خاک اضافه شود.

با توجه به نتایج به دست آمده از این تحقیق، کاربرد ورمی کمپوست در باغ های چای سبب افزایش عملکرد برگ سبز و همچنین بهبود ویژگی های شیمیایی فیزیکی خاک می شود. ورمی کمپوست در کوتاه مدت کیفیت شیمیایی برگ سبز چای را در سطح مطلوب نگه می دارد چنانچه هدف تولید چای بدون مصرف کود شیمیایی (مثل چای ارگانیک) باشد، بهتر است از ورمی کمپوست غنی شده طبیعی که سطح عناصر نیتروژن و پتاسیم بالاتری دارند استفاده کرد. به هر

فهرست منابع منتخب

- ابراهیمی، ر و ح. رفاهی. ۱۳۸۱. بررسی مقدار هدر رفت عناصر غذایی پرمصرف در اثر فرسایش خاک در اراضی شیب دار زیر کشت چای در شرق استان گیلان. مجله پژوهش و سازندگی. شماره ۵۴.
- سراجی، علی، ابراهیم پورجم، زهرا تنهامعافی و ناصر صفایی. ۱۳۸۶. مطالعه زیست شناسی و دینامیک جمعیت نماتد مولد زخم ریشه چای (*Pratylenchus loosi*). فصل نامه علمی-پژوهشی بیماری های گیاهی، (۱) ۴۳: ۹۸-۱۱۵.
- علیخانی، ح و غ. ثواقبی. ۱۳۸۵. تولید ورمی کمپوست برای کشاورزی پایدار، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد تهران.
- علی نقی پور، بهروز ۱۳۹۱. اثر مقدار و تقسیط کود اوره بر عملکرد و کیفیت برگ سبز چای. گزارش پایانی، وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات چای کشور، لاهیجان، شماره ثبت ۴۲۳۲۰.
- گروه مولفین. ۱۳۸۷. اصول فنی، بهداشتی و مدیریت ایمنی تولید فراوری و بسته بندی چای، انتشارات معاونت غذا و دارو تهران.
- Atiyeh, R.M. Edwards, C.A., Subler, S., Metzger, J.D., 2001. Pig manure as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physiochemical properties and plant growth. *Bioresource Technology* 78, 11–20.
- Ibrahim, B.U., Auta, J. and Adebote, D. A. 2010. Effect of soil types and enhanced nutrient levels on the productivity of earthworm (*Eudrilus eugeniae*, Kinberg) *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 3(1): 59 – 62.
- Jeyabal A, Kuppuswamy G (2001) Recycling of organic wastes for the production of vermicompost and its response in rice–legume cropping system and soil fertility. *Eur J Agron*. 15(3):153–170
- Mirzaee-Talarposhti, R., Kambozia, J., Sabahi, H., and Mahdavi-Damghani, A. 2009. Effect of organic fertilizers on soil physico-chemical properties and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Iranian Journal of Field Crops Research* 7 (1): 257-268.
- Senapati, B. K., P. Lavelle, P. K. Panigrahi, S. Giri and G. G. Brown. 2002. Restoring soil fertility and enhancing productivity in Indian tea plantations with earthworms and organic fertilizers. *International Technical Workshop on Biological Management of Soil Ecosystems for Sustainable Agriculture*. Londrina.
- Shirinfakr, A., Fatemi A, Alinaghipoor B and Eslami K. 2011. Effect of Different Types and Dosage of Organic Manure on Properties and Tea Green Leaf Yield. *Proceedings of Tea Organic. Low carbon. International Symposium*.
- Willson, K.C. 1999. *Coffee, Cocoa and Tea*. CABI Publishing. Landon, UK.