مجله تحقیقات آب و خاک ایران، جلد ۴۴، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۲ (ص۲۱۱-۲۰۳)

تأثیر برگ‌پاشی ورمی واش بر شاخص‌های رشد و عملکرد گندم و جذب روی، آهن و فسفر در دانهٔ گندم

سمانه رحمت‌پور[۱]، حسینعلی علیخانی[۲]*، سیدحسین میرسیدحسینی[۳]

۱. دانشجوی دکتری دانشگاه صنعتی اصفهان

۲. دانشیار و ۳. استادیار، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۹/۱۴- تاریخ تصویب: ۱۳۹۲/۴/۱۹)

چکیده

در این پژوهش تأثیر انواع روش‌های تهیهٔ ورمی واش بر برخی شاخص‌های رشد و عملکرد گیاه گندم ارزیابی شد. این آزمایش گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار به اجرا درآمد. فاکتورهای آزمایشی عبارت بودند از ۱. ورمی واش (در ۱۵ سطح)، و ۲. روش مصرف (در دو سطح استریل و غیراستریل). در این مطالعه جهت تهیهٔ ورمی واش از آب مقطر با سه pH متفاوت (۵، ۷ و ۹) به‌علاوهٔ دو غلظت متفاوت DTPA (تمام‌غلظت و ۱/۳ غلظت) جهت عصاره‌گیری استفاده شد. ورمی کمپوست بالغ و نابالغ و کرم خاکی مادهٔ اولیه و ورمی واش حاصل به صورت تغذیهٔ برگی مصرف شد. نتایج به‌دست آمده نشان داد با مصرف ورمی واش عملکرد دانه، وزن هزاردانه، تعداد دانه در خوشه، ارتفاع گیاه، و وزن خشک اندام هوایی گیاه در مقایسه با شاهد افزایش یافت. ورمی واش‌های حاصل از ورمی کمپوست بالغ و نابالغ عصاره‌گیری‌شده با محلول DTPA بیشترین تأثیر را بر وزن خشک اندام هوایی، عملکرد دانه و وزن هزاردانه داشت. استریل تأثیر معنی‌داری بر شاخص‌های رشد و عملکرد گیاه گندم نداشت و فقط موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه شد. کاربرد ورمی واش موجب افزایش جذب روی و آهن در دانهٔ گندم در مقایسه با شاهد شد.

کلیدواژگان: برگ‌پاشی،کرم خاکی، گندم، ورمی واش، DTPA.

مقدمه

مصرف گستردهٔ کودهای شیمیایی در کشت غلات جهت تأمین عناصر غذایی چون نیتروژن، فسفر و عدم مصرف کودهای حاوی عناصر کم‌مصرف، به علاوهٔ وجود خاک‌های آهکی با مادهٔ آلی کم سبب تشدید کمبود عناصر کم‌مصرف در خاک‌های زیر کشت غلات کشور شده است. هزینهٔ بالای تولید کودهای شیمیایی، همچنین مشکلات محیط‌زیستی ناشی از استفادهٔ آنها لزوم تجدید نظر در روش‌های تغذیهٔ گیاهان را آشکار می‌سازد.

در این میان کاربرد کودهای زیستی در تغذیهٔ غلات و در راستای کشاورزی پایدار یکی از راه‌حل‌های اساسی و مفید به نظر می‌رسد. ورمی کمپوست یا کمپوست کرمی[۱] عبارت است از کودی آلی که در اثر عبور مداوم و آرام مواد آلی از دستگاه گوارش گونه‌هایی از کرم‌های خاکی سطحی‌زی و دفع این مواد از بدن کرم حاصل می‌گردد. این مواد هنگام عبور از بدن کرم به مواد مخاطی دستگاه گوارش، ویتامین‌ها و آنزیم‌ها آغشته می‌شود و در نهایت کود آلی غنی‌شده و بسیار مفیدی برای بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی و تأمین عناصر غذایی خاک تولید می‌شود. بنابراین، ورمی کمپوست شامل فضولات کرم[۲] به همراه درصدی از مواد آلی و غذایی بستر و لاشهٔ کرم‌هاست (Edwards, 1998; Atiyeh, 2000).

ورمی واش[۳] یا چای ورمی کمپوست[۴] را به طور ساده عصارهٔ ورمی کمپوست تعریف کرده‌اند که حاوی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه و طیف وسیعی از ریزجانداران شامل باکتری‌ها، قارچ‌ها، پروتوزئرها و نماتدهاست (ROU, 2003). به طورکلی، دو نوع ورمی واش وجود دارد. نوع اول از ورمی کمپوست تولید می‌شود. نوع دوم کود مایع حاصل از شست‌وشوی کرم‌های حاضر در بستر ورمی کمپوست و حاوی مواد محرک رشد و آنتی‌بیوتیک‌های تولیدشده از ریزجانداران درون رودهٔ آنهاست. نیتروژن، فسفر و پتاسیم محلول و بسیاری از عناصر کم‌مصرف از عناصر اصلی ورمی واش‌اند. هورمون‌هایی چون سیتوکینین، اکسین، آمینواسیدها، اسیدهای آلی، ویتامین‌ها، آنزیم‌هایی چون پروتئاز، آمیلاز، اوره‌آز، ترشحات و مواد موکوئیدی بدن کرم‌های خاکی و باکتری‌های هتروتروف، قارچ‌ها، اکتینومست‌ها، تثبیت‌کننده‌های نیتروژن (*ازتوباکتر، ریزوبیوم، اگروباکتریوم*) و برخی باکتری‌های حل‌کنندهٔ فسفات نیز در ورمی واش حضور دارند (Shivsubramanian & Gakeshkumer, 2004).

* نویسنده مسئول: halikhan@ut.ac.ir

1. vermicompost
2. cast
3. vermiwash
4. tea vermicompost

Archive of SID

www.SID.ir

پیشینهٔ تحقیق نشان می‌دهد کاربرد ۵۰ کیلوگرم K_2O در هر هکتار، همراه تغذیهٔ برگی ورمی واش به طور معنی‌داری عملکرد (دانه و کاه)، رشد و میزان پروتئین نخود سبز را افزایش می‌دهد (Khairnar *et al*.,2008). Prabhu (2006) حضور تعدادی از ریزجانداران مفید در رشد گیاه و حمایت از آن در برابر آفات و بیماری‌ها را در ورمی واش گزارش کرد. وی افزود ورمی واش درصد و قدرت جوانه‌زنی دانهٔ لوبیا و برنج را بهبود می‌دهد. Thagavel (2003) نیز مشاهده کرد که رشد و عملکرد برنج در اثر کاربرد ورمی واش و ورمی کمپوست افزایش می‌یابد. مطالعات Ismail (1996) بیانگر آن است که کاربرد ورمی واش به‌صورت برگ‌پاشی و محلول غذایی بر رشد و عملکرد گیاهانی چون گوجه‌فرنگی، لوبیا و گل شاخه‌بریدهٔ ارکیده مؤثر است. اثر ورمی واش بر رشد لوبیا را نیز در محیط کشت آگار Zamber *et al*.(2007) بررسی کرد و رشد فزایندهٔ لوبیا در محیط غنی‌شده را در مقایسه با محیط غنی‌نشده با ورمی واش، نشان داد. George *et al*. (2007) نیز تأثیر برگ‌پاشی ورمی واش را بر افزایش معنی‌دار عملکرد خشک گیاه فلفل گزارش کردند.

Mahboub Khomami (2005) اثر اسپری کردن ورمی واش را بر گیاهان برگ زینتی *دیفن باخیا* و *آگلونما* بررسی کرد. برگ‌پاشی، دو بار در هفته با شش سطح حجم مصرفی ورمی واش صورت گرفت. نتایج نشان داد کاربرد ورمی واش در سطح ۱ درصد بر شاخص‌های رشد چون ارتفاع، قطر، وزن تر و خشک و نیتروژن در گیاه *دیفن باخیا* و ارتفاع، وزن تر و خشک، تعداد برگ، نیتروژن و فسفر در *آگلونما* مؤثر بود. همچنین، در بیشتر شاخص‌ها، افزایش سطوح محلول‌پاشی موجب بهبود و افزایش شاخص‌های رشد شد و به‌طور متوسط محلول‌پاشی با ۱۰۰ میلی‌لیتر ورمی واش اثر مطلوبی بر اکثر شاخص‌های رشد داشت.

Ložek and Fecenko (1998) گزارش کردند با برگ‌پاشی ورمی واش بر گندم زمستانه و نیز مصرف ۳۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار، میزان متوسط محصول به ۷/۶۲ تن در هکتار افزایش یافت. این در حالی است که فقط با کاربرد نیتروژن، میزان متوسط محصول ۷/۲۸ تن در هکتار و در تیمارهای شاهد میزان محصول حدود ۶/۷۱ تن در هکتار بود. Todkari and Talashilkar (2001) نیز اثر دو نوع ورمی واش (افزودن آب به بقایای آلی خردشده و حاوی کرم و نیز فروبردن و مخلوط کردن ۱۰۰۰ عدد کرم خاکی در ۱ لیتر آب نیمه‌گرم استرلیزه به مدت ۵ دقیقه) را بر خصوصیات رشد، عملکرد و عناصر غذایی سه گیاه گلدار مطالعه کردند. نتیجه این بود که ورمی واش تهیه‌شده با هر دو روش دارای مقادیر خوبی از عناصر غذایی همچون N.P.K به ترتیب به مقدار ۹۰، ۱۳، ۳۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود.

Yasmeen *et al*. (2008) تأثیر سه نوع چای کمپوست (استریل‌شده با حرارت، استریل‌شده با فیلترکردن و استریل نشده) را بر جوانه‌زنی پاتوژن عامل پوسیدگی ریشهٔ بامیه مطالعه کردند. نتایج نشان داد گیاهان تیمارشده با عصارهٔ کمپوست استریل‌شده با حرارت، با گیاهان تیمارشده با آب (شاهد) تفاوت معنی‌داری نداشت. گیاهان تیمارشده با آب بالاترین آلودگی با بیماری را داشتند (۵۱/۶٪). حضور ریزموجودات مفید در چای کمپوست استریل‌نشده به طور فوق‌العاده عناصر غذایی مورد استفاده در جوانه‌زنی کنیدیا[1] را مصرف می‌کند و بدین وسیله از جوانه‌زنی یا رشد اسپور کنیدیا جلوگیری می‌کند که به تحلیل پاتوژن (کنیدیا در این مورد) می‌انجامد. تأثیر بازدارندگی هنگامی کاهش می‌یابد که چای کمپوست با فیلتر کردن یا حرارت استریل شود.

ورمی کمپوست بالغ[2] به‌دلیل تخلیهٔ مواد آلی قابل تجزیه، دارای حداقل فعالیت میکروبی است، در حالی که ویژگی‌های میکروبیولوژیکی ورمی کمپوست مانند بیومس میکروبی و مقدار عناصر غذایی در تهیهٔ ورمی واش مهم است، زیرا بر جذب عناصر در گیاه مؤثر است (Malathi, 2010). اما ورمی کمپوست نابالغ به‌دلیل وجود مواد آلی قابل استفاده به عنوان غذا برای ریزجانداران، در مقایسه با ورمی کمپوست بالغ، جمعیت و فعالیت میکروبی بالاتری نیز دارد. هر چندکاربرد ورمی کمپوست نابالغ[3] در نسبت‌های بالا به دلیل حضور متان، آمونیوم، استیک اسید یا سایر مواد از رشد گیاه جلوگیری می‌کند، ممکن است به دلیل رقابت ریزجانداران موجود در ورمی کمپوست در مصرف نیترات و اکسیژن، رشد گیاه را با مشکل همراه سازد.

قسمت‌های هوایی گیاهان، زیستگاه هزاران گونهٔ باکتری، مخمر و قارچ است. البته باکتری‌ها به مراتب کلنیزاسیون بیشتری دارند و جمعیت آنها اغلب بیش از 10^7 سلول در هر سانتی‌مترمربع سطح برگ است. باکتری‌های اپی‌فیت در فیلوسفر با سازوکارهای متفاوت مانند تولید سورفکتانت (Bunster, *et al*., 1989)، افزایش نفوذپذیری کوتیکول (Schreiber, *et al*., 2005)، تولید و رهاسازی تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه(GLckman, *et al*., 1998; Brandl *et al*., 2001) ، فراهمی آب و عناصر غذایی را افزایش می‌دهند. همچنین، ریزجانداران مفید حاضر در فیلوسفر با پاتوژن‌ها از لحاظ مصرف

1. conidia
2. mature vermicompost
3. immature vermicompost

Archive of SID

www.SID.ir

عناصر غذایی و اشغال جا رقابت می‌کنند و مانع اثر آنها می‌گردند. استریل کردن علاوه بر تأثیر بر جامعهٔ میکروبی ورمی واش، احتمالاً بر حلالیت برخی عناصر در ورمی واش نیز مؤثر است.

تاکنون اکثر مطالعات به بررسی تغییر نوع مادهٔ اولیه و اثر ورمی واش حاصل بر عملکرد انواع گیاهان پرداخته است و پژوهش‌های موجود در زمینهٔ ارزیابی روش‌های تهیهٔ ورمی واش و اثر آنها بر کیفیت ورمی واش محدود است. از این‌رو، این مطالعه با هدف بررسی موارد زیر انجام گرفت:

۱. اثر نوع عصاره‌گیر (آب مقطر با pH متفاوت و DTPA با غلظت‌های متفاوت)؛

۲. مقایسهٔ اثر مواد اولیه بر کیفیت ورمی واش؛

۳. تأثیر ریزجانداران حاضر در ورمی واش، بر عملکرد گیاه گندم و جذب عناصر در دانهٔ گندم.

مواد و روش‌ها

آزمایشی گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار به اجرا درآمد. فاکتورهای آزمایشی عبارت بودند از الف) پانزده نوع ورمی واش؛ و ب) دو روش مصرف ورمی واش (استریل (S) و غیراستریل(NS)). پانزده نوع ورمی واش از سه مادهٔ اولیهٔ متفاوت (ورمی کمپوست بالغ (V)، ورمی کمپوست نابالغ (IV) ، کرم کمپوستر(CW)) تهیه شدند که با پنج عصاره‌گیر متفاوت (آب مقطر با pH=۵ (Wt_5)، آب مقطر با pH=۷ (Wt_7)، آب مقطر با pH=۹ (Wt_9)، محلول DTPA[1]، و ۱/۳DTPA) عصاره‌گیری شدند.کرم‌های کمپوستر (*Eisenia fetida*)و ورمی کمپوست بالغ و نابالغ از ایستگاه تحقیقاتی ورمی کمپوست واقع در مزرعهٔ تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران تهیه شد که سوبسترای اولیهٔ ورمی کمپوست شامل،کود گاوی و برگ چنار با نسبت ۲:۱ بود.

به منظور تهیهٔ ورمی واش، ابتدا ورمی کمپوست بالغ و نابالغ هواخشک و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. سپس، عصاره‌گیری از آنها با نسبت (W/V) ۱:۵ (Arancon *et al.*, 2007) و عصاره‌گیری از کرم خاکی با نسبت(W/V) ۱:۲ (Edwards *et al.*, 2006) انجام شد. محلول DTPA ۰/۰۰۵ مولار با تری اتانول آمین ۰/۱ مولار و کلرید کلسیم ($CaCl_2$) ۰/۰۱ مولار در ۱ لیتر آب مقطر حل و pH آن در حد ۷/۳ تنظیم شد (Lindsy and Norvell, 1978). تمام نمونه‌ها به مدت نیم ساعت با ۱۵۰ دور در دقیقه شیک شدند. سپس، با استفاده از کاغذ صافی S&S شمارهٔ ۵۹۸/۲ فیلتر شد. نمونه‌ها به دو قسمت تقسیم و نیمی از آن‌ها در اتوکلاو (دمای ۱۲۱ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه) استریل شد (Yasmeen *et al.*, 2009). نمونه‌های ورمی واش دقیقاً قبل از برگ‌پاشی روی گیاه به صورت تازه آماده شدند. برخی ویژگی‌های ورمی واش‌ها از جمله شوری، غلظت نیتروژن، فسفر، آهن، روی، پتاسیم، کلسیم و منیزیم اندازه‌گیری شد (جدول ۲).

کشت گیاه و برگ‌پاشی

جهت انتخاب خاک مورد نیاز کشت، ابتدا نمونه‌برداری از پنج منطقهٔ اطراف کرج انجام گرفت و پس از آزمون‌های ابتدایی، نمونهٔ خاک مورد نظر با مختصات ´54/473 °35 N و °50 E ´50/506 انتخاب شد که مقدار روی و آهن آن مطابق گزارش Malakouti and Rezaei (2001) زیر حد آستانه بود. ابتدا، نمونه‌های خاک تهیه و پس از هواخشک و یکنواخت شدن، از الک ۴ میلی‌متر عبور داده شد.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

بافت	Sandy loam
pH	۸/۴
شوری (dSm^{-1})	۱/۴۲۶
روی ($mgkg^{-1}$)	۰/۸۶۴
آهن($mgkg^{-1}$)	۴/۵۳
ماده آلی(درصد)	۰/۰۰۸۸
آهک(درصد)	۸/۷۱
نیتروژن(درصد)	۰/۰۴۵
فسفر در دسترس($mgkg^{-1}$)	۶/۷۲
کربن آلی(درصد)	۰/۰۰۵
پتاسیم($mgkg^{-1}$)	۲۸۰
جمعیت ریزجانداران	$۲/۱\times۱۰^{۶}$

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از کاشت بررسی شد، از جمله بافت خاک به روش هیدرومتری، قابلیت هدایت الکتریکی عصارهٔ اشباع با دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی، pH گل اشباع با دستگاه pH متر، آهک به روش کلسی‌متری[2]، کربن آلی به روش والکی‌بلک[3]، نیتروژن کل به روش کجلدال[4]، فسفر قابل جذب به روش اولسن[5] (عصاره‌گیری با بیکربنات

1 . Diethylene Triamin Pentaacetic Acid

2. Calcimetric

3. Walkley Black

4. Kejeldahl

5. Olson

Archive of SID

www.SID.ir

سدیم ۰/۵ مولار)، پتاسیم قابل‌جذب به روش عصاره‌گیری با استات آمونیم نرمال، سدیم و پتاسیم به روش فلیم فتومتر[1]، کلسیم و منیزیم به روش کمپلکس‌متری، عناصر کم‌مصرف آهن و روی محلول در DTPA با دستگاه جذب اتمی (Sparks, 1996) و جمعیت میکروبی به روش MPN[2] (Alef and Nannipieri, 1995) اندازه‌گیری شد (جدول ۱).

آنگاه بذور سالم و یکنواخت گندم بهاره رقم چمران به مقدار کافی و به صورت دستی جدا شد. بذور گندم پس از ضدعفونی سطحی و جوانه‌دار شدن در ظروف پتری حاوی آب آگار و دمای ۲۸ درجهٔ سانتی‌گراد، در گلدان‌های پلاستیکی حاوی ۳ کیلوگرم خاک کشت شد. گلدان‌ها در اتاق رشد با دمای حداکثر ۲۷ و حداقل ۲۴ درجهٔ سانتی‌گراد با دورهٔ ۱۲ساعت روشنایی و تاریکی با شدت نور ۱۲۰۰۰ لوکس به مدت ۱۲۰ روز نگهداری شد. گلدان‌ها روزانه به صورت وزنی آبیاری شد. به تمام گلدان‌ها (به جز گلدان‌های شاهد مثبت و منفی) دوسوم نیاز عناصر ماکرو شامل اوره (۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم)، سولفات پتاسیم و فسفات آمونیوم (۳۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) طی دو نوبت (قبل از کاشت و در پایان ماه اول) به صورت محلول به خاک گلدان‌ها اضافه شد. اما هیچ‌گونه عنصر کم‌مصرف در تغذیهٔ گلدان‌ها به جز گلدان‌های شاهد مثبت به کار نرفت. تمام نیاز کودی به عناصر ماکرو به گلدان‌های شاهد مثبت و منفی اضافه شد و دو نوبت محلول غذایی هوگلند جهت تأمین عناصر کم‌مصرف به صورت برگ‌پاشی به گلدان‌های شاهد مثبت داده شد.

گلدان‌ها با توجه به تیمارهای مورد نظر هفت نوبت (هفتهٔ دوم، چهارم، ششم، هشتم، دهم، دوازدهم و چهاردهم) با محلول‌های مختلف ورمی واش برگ‌پاشی شدند و برای هر بار کاربرد، ورمی واش تازه تهیه شد. برداشت گیاهان گندم پس از ۱۲۰ روز صورت گرفت. اثر تیمارهای مختلف بر وزن ریشه، وزن خشک اندام‌های هوایی (عملکرد بیولوژیک) و وزن خشک دانه (عملکرد اقتصادی) در گلدان ثبت شد. به‌علاوه بذر گیاه گندم تجزیهٔ شیمیایی شد و غلظت عناصر P, Fe, Zn در آن اندازه‌گیری شد (Ryan *et al*., 2005). تجزیه و تحلیل داده‌ها، همچنین مقایسهٔ میانگین داده‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام گرفت.

1. Flame fotometer
2. Most Probable Number

نتایج و بحث

شاخص‌های رشد و عملکرد

اثر کاربرد انواع ورمی واش بر عملکرد بیولوژیک و وزن خشک برگ معنی‌دار بود (P<۰/۰۱). اما اثر اصلی روش مصرف و اثر متقابل روش مصرف و نوع ورمی واش بر وزن خشک اندام هوایی معنی‌دار نبود (جدول۳). نتایج به‌دست آمده برخلاف نتایج مطالعات Knewtson (2008) بود. وی عنوان داشت ممکن است زمان مصرف کود، نسبت مصرف کود یا فرمول کود بر این امر مؤثر باشد. بالاترین وزن خشک اندام هوایی به ترتیب در تیمارهای V+DTPA (۸/۸٪ افزایش نسبت به شاهد مثبت)، IV+DTPA (۸/۷٪ افزایش نسبت به شاهد مثبت) و CW+1/3DTPA (۷/۸٪ افزایش نسبت به شاهد مثبت) مشاهده می‌شود که تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها دارد (جدول۴). پایین‌ترین وزن خشک اندام هوایی در تیمار CW+Wt5 مشاهده شد. بنابراین، مطابق انتظار، عصاره‌گیر DTPA به علت خاصیت کلات‌کنندگی عناصر، کارآیی خوبی در استخراج عناصر از ورمی کمپوست و در نتیجه تأثیر بر عملکرد بیولوژیک گیاه گندم داشته است.

سازوکار اصلی و مستقیم ممکن است شامل پاسخ گیاه به عناصر غذایی یا فیتوهورمون‌ها و مواد شیمیایی محرک رشد در ورمی واش باشد. سازوکار غیرمستقیم شامل تغییر ترکیب یا جامعهٔ ریزجانداران همراه با گیاه است که در طول زمان موجب تعادل ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی یا زیستی فیلوسفر می‌شود (National Organic Standards Board, 2004). اثر کاربرد انواع ورمی واش، روش مصرف و اثر متقابل آنها بر ارتفاع گیاه، وزن خشک ریشه، عملکرد دانه، وزن هزاردانه و تعداد دانه در پانیکول معنی‌دار نبود (جدول۳). بالاترین عملکرد دانه در تیمار IV+DTPA (۳/۸۷٪ افزایش نسبت به شاهد مثبت)، بالاترین وزن هزاردانه در تیمار IV+DTPA با ۱۳/۴٪ افزایش نسبت به شاهد مثبت مشاهده شد. تیمار CW+Wt9 بالاترین ارتفاع گیاه (۴/۴۱٪ افزایش نسبت به شاهد مثبت)، تیمار IV+Wt9 بالاترین وزن خشک ریشه (۱۱/۰۱٪) و تیمار V+DTPA (۷/۴۶٪ افزایش نسبت به شاهد مثبت) بیشترین تعداد دانه در پانیکول را داشتند.

برخلاف اثر معنی‌دار کاربرد عصاره‌گیر DTPA بر افزایش عملکرد بیولوژیک، کاربرد ورمی واش حاصل از DTPA نتوانست عملکرد دانه و وزن هزاردانه را به طور معنی‌داری افزایش دهد. هرچند در مطالعهٔ قبلی نشان داده شد که اثر نوع مادهٔ اولیه غلظت عناصر و جمعیت میکروبی ورمی واش معنی‌دار بود، اما تأثیر آنها بر رشد و عملکرد گیاه معنی‌دار نشد. مطالعات زیادی اثر مثبت ورمی واش را بر عملکرد گیاه گزارش کرده‌اند، اما

Archive of SID

www.SID.ir

عمدهٔ این مطالعات بر گیاهان پهن‌برگ و سبزیجات صورت گرفته است. یکی از دلایل عدم مشاهدهٔ تفاوت معنی‌دار در شاخص‌های عملکرد ممکن است شکل برگ گیاهان و سبزیجات باشد. گیاهان پهن‌برگ و سبزیجات سطح تماس بیشتری با ورمی واش دارند که موجب افزایش زمان تماس و در نتیجه جذب بهتر عناصر غذایی می‌شود.

جدول ۲. برخی خصوصیات شیمیایی ورمی واش‌ها

نوع ورمی واش	EC (dSm^{-1})	N (mgL^{-1})	P (mgL^{-1})	K (mgL^{-1})	Ca (mgL^{-1})	Mg (mgL^{-1})	Fe (mgL^{-1})	Zn (mgL^{-1})
V+Wt_5	۱/۱۷۱	۱۶/۷۵	۱/۲۵۵	۵۸۵۷.۱۸	۴۲.۵۲	۲۰۳.۹۱	۱/۱۸۷	۰/۹۴۳۸
V+Wt7	۱/۱۷۴	۱۴/۲۵	۱/۱۹۱	۴۸۴۰.۵۸	۲۱.۲۶	۱۹۳.۸۲	۱/۷۱۵	۱/۶۱۲
V+Wt9	۱/۱۹۱	۱۷/۰۰	۰/۷۳۹۷	۳۸۲۳.۹۸	۵۹.۷۴	۱۸۸.۸۱	۲/۰۸۸	۱/۶۱۱
V+DTPA	۶/۳۱۴	۱۷/۷۵	۲/۲۹۸	۴۱۳۶.۷۸	۹۵.۱۷۱	۷۲۰.۲۰	۱/۵۴۸	۱/۷۴۶
V+1/3DTPA	۲/۹۱۶	۲۰/۰۰	۱/۰۷۰	۳۷۴۵.۳۹	۸۹.۱۰	۳۷۹.۳۵	۱/۷۳۴	۱/۹۴۹
IV+Wt_5	۲/۷۱۰	۱۶/۵۰	۲/۰۰۳	۶۷۹۵.۵۸	۵۲.۴۵	۲۰۸.۹	۱/۵۶۵	۰/۶۵۰۸
IV +Wt7	۲/۴۰۹	۱۳/۵۰	۱/۳۶۷	۵۳۸۷.۹۸	۵۸.۷۲	۲۷۷.۲۹	۱/۸۲۶	۱/۱۳۰
IV +Wt9	۲/۸۱۶	۹/۰۰	۱/۹۱۷	۲۰۱.۳۶	۶۰.۷۵	۱۸۵.۴۶	۲/۶۷۷	۱/۵۷۵
IV +DTPA	۷/۲۰۷	۱۹/۵۰	۲/۲۴۵	۴۳۶۷.۴۷	۱۸۹.۳۰	۶۸۰.۱۰	۲/۴۷۲	۲/۴۷۴
IV +1/3DTPA	۴/۵۴۸	۲۱/۷۵	۳/۷۳۴	۵۱۵۳.۳۸	۵۷.۷۱	۳۴۵.۸۶	۲/۳۵۶	۳/۱۵۶
CW+Wt_5	۱/۲۳۱	۲۴/۷۵	۱/۶۹۰	۲۲۷۸۳.۵۷	۲۱.۲۶	۱۳۷.۰۰	۲/۱۸۵	۱/۲۴۵
CW+Wt7	۱/۲۵۱	۲۲/۷۵	۲/۳۵۱	۲۰۱۹۵.۱۵	۳۲.۴۰	۱۶۵.۴۱	۲/۴۵۵	۰/۹۰۰۸
CW+Wt9	۱/۳۰۵	۱۸/۷۵	۲/۱۵۵	۱۶۳۵۵.۵۳	۴۱.۵۲	۱۴۲.۰۱	۳/۶۰۴	۰/۹۹۸۷
CW+DTPA	۶/۰۴۳	۱۹/۵۰	۱/۷۳۳	۱۵۸۰۸.۱۳	۶۰.۸۱	۵۱۴.۶۸	۳/۳۴۵	۱/۵۸۳
CW+1/3DTPA	۲/۸۴۵	۱۳/۲۵	۱/۹۹۰	۱۵۰۴۹.۵۹	۱۹.۲۳	۲۹۵.۷۴	۱/۹۹۵	۱/۷۴۲

V ورمی کمپوست بالغ؛ IV ورمی کمپوست نابالغ؛ CW کرم خاکی Wt5 ، Wt7، Wt9 به ترتیب آب مقطر با pH=5، pH=7 و pH=9.

×در هر ستون، میانگین‌های با حداقل یک حرف لاتین مشترک، فاقد تفاوت معنی‌دار با یکدیگر در سطح ۵٪ به روش آزمون دانکن است.

جدول ۳. تجزیهٔ واریانس مربوط به آثار کلی انواع ورمی واش و روش مصرف ورمی واش بر شاخص‌های عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن هزاردانه، وزن ریشه، وزن خشک برگ و ارتفاع گیاه گندم×

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات				
		ارتفاع گیاه	وزن خشک برگ	وزن ریشه	وزن هزاردانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه
تکرار	۳	۴۹/۵۰۶**	۰/۰۴۳*	۰/۰۷۱*	۰/۰۸۸^{ns}	۰/۰۶۶**	۰/۰۴۶**
انواع ورمی واش	۱۶	۱۳/۶۳۷^{ns}	۰/۰۴۴**	۰/۰۱۱^{ns}	۰/۲۰۸^{ns}	۰/۰۳۷**	۰/۰۱۰^{ns}
استریل نمودن	۱	۰/۱۵۱^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۱^{ns}	۰/۰۰۳^{ns}	۰/۰۴۷*
انواع ورمی واش × استریل نمودن	۱۶	۱۵/۳۸۹^{ns}	/۰۰۶^{ns}	۰/۰۲۳^{ns}	۰/۲۲۸^{ns}	۰/۰۰۵^{ns}	۰/۰۱۵^{ns}
خطا	۹۹	۱۰/۳۲۰	۰/۰۱۵	۰/۰۱۹	۰/۲۰۰	۰/۰۰۳	۰/۰۱۸
% C.V		۵/۱۷	۶/۲۲	۱۳/۸۹	۷/۳۸	۶/۸۸	۷/۵۶

**,*,ns به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ درصد و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار

با وجود این، چون در این مطالعه، گیاهان تیمارشده با ورمی واش فقط یک‌سوم نیاز به عناصر پرمصرف را دریافت کرده بودند ولی تفاوت معنی‌داری در عملکرد گیاهان تیمارشده با ورمی واش و شاهد مثبت مشاهده نشد، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که ورمی واش توانسته یک‌سوم نیاز کودی گیاه را تأمین و عملکردی معادل شاهد مثبت داشته باشد (جدول ۴). Ansari (2008) رشد بهتر و عملکرد بالاتر گیاهان را به آزادسازی آهستهٔ عناصر غذایی به همراه اکسین و جیبرلین ناشی از کاربرد کودهای آلی چون ورمی کمپوست و ورمی واش نسبت داد.

استریل موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در سطح ۵ درصد نسبت به تیمارهای غیراستریل شد (شکل ۱). شاید علت این امر را بتوان به افزایش حلالیت عناصر آهن و فسفر در نتیجهٔ استریل نسبت داد. ضریب همبستگی معنی‌دار بین عملکرد دانه و جذب فسفر، آهن و روی در دانه، تأییدی بر این نکته است (داده‌ها نشان داده نشده). احتمالاً اثر مثبت ریزجانداران ورمی

Archive of SID

www.SID.ir

واش در فیلوسفر به نقش آنها در رقابت با ریزجانداران بیماری‌زا مرتبط است و در فیلوسفر نقش تغذیه‌ای چشم‌گیری ندارد.

نوع ورمی واش اثر معنی‌دار در سطح ۵ درصد بر شاخص برداشت داشت، ولی اثر روش مصرف و اثر متقابل نوع ورمی واش و روش مصرف بر شاخص برداشت معنی‌دار نبود (جدول ۵). مقایسهٔ میانگین‌های داده‌ها بر اساس آزمون چنددامنهٔ دانکن در سطح ۵ درصد نشان داد که تیمار CW+Wt5 موجب افزایش معنی‌دار (۱۵/۸۹٪) شاخص برداشت نسبت به شاهد مثبت شد که احتمالاً با افزایش غلظت نیتروژن در این نوع ورمی واش مرتبط است، زیرا مطابق جدول ۲، ورمی واش حاصل از عصاره‌گیر آب مقطر با pH=5 و کرم خاکی (CW+Wt5) بالاترین غلظت نیتروژن را داراست.

جدول ۴. مقایسهٔ میانگین آثار اصلی نوع ورمی واش به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ برای صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن هزاردانه، وزن برگ و وزن ریشه در گیاه گندم [×]

	صفات					
تیمار	وزن ریشه (g)	وزن برگ (g)	عملکرد دانه (g/pot)	ارتفاع گیاه (Cm)	عملکرد بیولوژیک (g/pot)	وزن هزاردانه (g)
V+Wt5	۰/۸۷۳۸a	۳/۶۷۸fg	۳/۵۴۰ab	۶۲/۴۲ ab	۵/۲۸۷ e	۳۴/۹۷b
V+Wt7	۰/۸۹۱۳a	۳/۶۴۱g	۳/۶۲۵ab	۶۲/۱۵ab	۵/۳۵۰e	۳۶/۵۲ab
V+Wt9	۱/۰۶۷a	۳/۸۳۲cde	۳/۷۹۱ ab	۶۲/۸۸ ab	۵/۴۸۶ cd	۳۵/۸۹ab
V+DTPA	۱/۰۱۰a	۴/۳۳۶a	۳/۷۰۶ ab	۶۳/۶۶ ab	۶/۰۹۱ a	۳۵/۷۳b
V+1/3DTPA	۰/۹۷۳۷a	۳/۷۸۶def	۳/۶۸۸ ab	۶۱/۳۰ ab	۵/۳۷۴ de	۳۷/۱۲ab
IV+Wt5	۱/۰۳۵a	۳/۶۸۶ fg	۳/۸۶۱ ab	۶۳/۶۰ ab	۵/۳۳۶ e	۳۴/۹۷b
IV +Wt7	۱/۰۰۱a	۳/۸۹۵ cd	۳/۸۰۸ ab	۶۳/۳۸ ab	۵/۵۸۵ c	۳۵/۵۷b
IV +Wt9	۱/۱۴۹a	۴/۱۶۴ b	۳/۶۰۱ ab	۶۲/۹۳ ab	۵/۸۶۵ b	۳۵/۳۵b
IV +DTPA	۱/۰۴۱a	۴/۳۸۶ a	۳/۹۶۹ a	۶۱/۷۷ ab	۶/۰۸۸ a	۴۳/۹۴a
IV +1/3DTPA	۱/۰۰۳a	۳/۵۷۲c	۳/۵۱۷ ab	۶۰/۱۵ b	۵/۱۸۴ c	۳۵/۳۵b
CW+Wt5	۰/۹۴۶۳a	۴/۱۷۴ b	۳/۷۱۴ ab	۶۰/۷۵ ab	۴/۶۹۳ f	۴۰/۵۳ab
CW+Wt7	۱/۰۱۰a	۳/۰۴۹h	۳/۷۴۳ ab	۶۲/۷۸ ab	۵/۷۹۴ b	۳۶/۲۰ab
CW+Wt9	۰/۸۶۳۷a	۳/۹۰۶ cd	۳/۶۴۷ ab	۶۴/۳۴ a	۵/۵۹۱c	۳۵/۸۶ab
CW+DTPA	۱/۰۱۴a	۴/۱۱۴ b	۳/۷۸۵ ab	۶۰/۷۳ab	۵/۸۱۱ b	۳۶/۵۵ab
CW+1/3DTPA	۱/۰۶۱a	۴/۳۰۵ a	۳/۷۰۸ ab	۶۱/۲۷ ab	۶/۰۳۹ a	۳۶/۸۲ab
Negative control	۰/۷۶۷۵b	۳/۷۲۷ efg	۳/۴۵۱ b	۵۹/۹۱ b	۵/۳۵۰ e	۳۴/۵۰b
Positive control	۱/۰۳۵a	۳/۹۵۳ c	۳/۸۲۳ab	۶۱/۵۰ ab	۵/۵۹۹ c	۳۸/۷۵ab

V ورمی کمپوست بالغ؛ IV ورمی کمپوست نابالغ؛ CW کرم خاکی Wt5 ، Wt7، Wt9 به ترتیب آب مقطر با pH=5، pH=7 و pH=9.

* در هر ستون، میانگین‌هایی با حداقل یک حرف لاتین مشترک، فاقد تفاوت معنی‌دار با یکدیگر در سطح ۵٪ به روش آزمون دانکن است.

جدول ۵. تجزیهٔ واریانس مربوط به آثار کلی انواع ورمی واش و اثر استریل ورمی واش بر شاخص‌های تعداد دانه در پانیکول، شاخص برداشت، جذب فسفر، آهن و روی در دانهٔ گیاه گندم [×]

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	شاخص برداشت	تعداد دانه در پانیکول	میانگین مربعات جذب فسفر در دانه	جذب آهن در دانه	جذب روی در دانه
تکرار	۳	۰/۰۰۱ ns	۰/۰۱۰ ns	۰/۶۰۵ ns	۷/۴۹۰ ns	۳۴/۰۱۶**
انواع ورمی واش	۱۶	۰/۰۰۶*	۰/۰۱۶ ns	۰/۴۸۴ ns	۱۲/۶۸۰*	۲/۴۶ ns
استریل نمودن	۱	۰/۰۰۵ ns	۰/۰۰۱ ns	۰/۱۳۵ ns	۷/۳۲۲ ns	۱/۴۴۷ ns
انواع ورمی واش × استریل نمودن	۱۶	۰/۰۰۴ ns	۰/۰۱۹ ns	۰/۳۴۶ ns	۸/۸۱۳ ns	۳/۰۶۶ ns
خطا	۹۹	۰/۰۱۳	۰/۰۱۲	۰/۵۰۵	۶/۵۳۹	۲/۶۵۷
% C.V		۴/۸۹	۵/۶۳	۱۳/۳۱	۱۷/۳۳	۱۲/۳۰

ns,*,** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ درصد و ۵ درصد و غیرمعنی‌دار

Archive of SID

www.SID.ir

رابطهٔ مستقیمی بین تجمع نیتروژن با گیاه زراعی و شاخص برداشت وجود دارد. افزایش شاخص برداشت ممکن است نتیجهٔ افزایش توانایی گیاه در تجمع نیتروژن باشد (Sinclair, 1998). در بررسی‌های سایر محققان نیز مشخص شد افزایش شاخص برداشت همراه با افزایش عملکرد دانه در گیاهان زراعی بوده است (Sinclair, 1998; Sayre *et al*., 1997; Pery and Antuono, 1989). در مطالعهٔ حاضر نیز ضریب همبستگی معنی‌داری بین عملکرد دانه و شاخص برداشت مشاهده شد (داده‌ها نشان داده نشده است).

جذب عناصر غذایی

نوع ورمی واش، روش مصرف و اثر متقابل آنها بر جذب فسفر و روی تأثیر معنی‌داری نداشت. فقط نوع ورمی واش تأثیر معنی‌داری در سطح ۵ درصد بر جذب آهن در دانه داشت (جدول ۵). جذب روی در تیمار CW+Wt5 ۱۱ درصد و جذب آهن در تیمار IV+DTPA ۶۸ درصد نسبت به شاهد مثبت افزایش داشت. بالاترین و پایین‌ترین میزان جذب فسفر به ترتیب در شاهد مثبت و شاهد منفی دیده شد (جدول ۶). Todkari and Talashilkar (2001)، Edwards *et al*. (2006) آثار شایان توجه ورمی واش را بر مجموع N-P-K جذب‌شدهٔ گیاهان گزارش کردند.

امتیاز تغذیه از راه برگ به تغذیه از راه ریشه، در سرعت جذب فسفر و وارد شدن آن به سوخت‌وساز گیاهی بوده است ولی مقدار کل فسفر جذب‌شده از راه برگ در مقایسه با مقدار جذب‌شده از راه ریشه ناچیز است (Wittwer *et al*., 1963).

همان‌طور که Edwards *et al.* (2006) نیز بیان کردند، اگرچه ممکن است فراهم شدن عناصر غذایی معدنی در ورمی واش قابل توجه باشد، اما نمی‌تواند دلیل اصلی افزایش رشد باشد و به نظر می‌رسد وجود ریزجانداران و تنظیم‌کننده‌های رشد گیاه مانند هورمون‌ها، اسیدهای هومیک، اسیدهای فولویک سازوکار محتمل‌تری برای افزایش رشد گیاه باشد.

با توجه به این موضوع که در این مطالعه اثر روش مصرف بر شاخص‌های رشد و عملکرد به جز عملکرد دانه معنی‌دار نبود، می‌توان گفت در تغذیهٔ برگی گندم با ورمی واش، نقش ریزجانداران نیز در شاخص‌های رشد و عملکرد به جز عملکرد دانه ناچیز است.

جدول ۶. مقایسهٔ آثار اصلی نوع ورمی واش میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنهٔ دانکن در سطح ۵٪ برای صفات تعداد دانه در پانیکول، شاخص برداشت، جذب فسفر، آهن و روی در دانهٔ گیاه گندم *

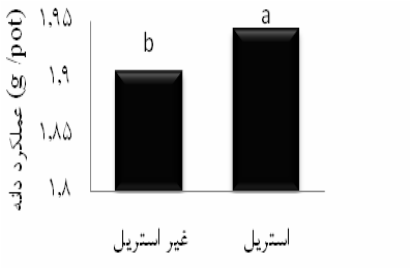
تیمار	جذب فسفر در دانه (mg/gr)	جذب روی در دانه (mg/gr)	جذب آهن در دانه (mg/gr)	شاخص برداشت	تعداد دانه در پانیکول
V+pH5	۲۹/۶۳ab	۱۷۶/۹ab	۲۴۱/۵abc	۰/۶۵۲۲cd	۲۶/۵۹ab
V+pH7	۲۶/۵۳ab	۱۷۷/۸ab	۲۰۸/۱bc	۰/۶۸۸۴bc	۲۶/۲۵ab
V+pH9	۲۶/۸۹ab	۱۸۹/۱ab	۲۷۷/۴ab	۰/۶۹۴۳bc	۲۴/۷۲b
V+DTPA	۲۸/۹۵ab	۱۴۷/۰b	۱۶۳/۴c	۰/۶۰۹۱d	۲۶/۶۸b
V+1/3DTPA	۳۱/۰۹a	۱۷۴/۳ab	۲۰۱/۴bc	۰/۶۸۹۵bc	۲۶/۵۷ab
IV+pH5	۲۸/۲۴ab	۱۷۹/۹ab	۲۲۹/۷abc	۰/۷۲۷۴b	۲۷/۴۹ab
IV +pH7	۳۰/۹۷a	۱۸۵/۶ab	۲۴۸/۸abc	۰/۶۸۲۵bc	۲۸/۰۸a
IV +pH9	۳۰/۳۷ab	۱۷۱/۱ab	۲۳۷/۰abc	۰/۶۱۸۳d	۲۶/۴۳ab
IV +DTPA	۲۸/۷۴ab	۱۵۸/۸ab	۳۲۵/۰a	۰/۶۵۶۳cd	۲۷/۵a
IV +1/3DTPA	۲۹/۷۹ab	۱۷۴/۵ab	۲۰۹/۱bc	۰/۶۳۵۹cd	۲۵/۴ab
CW+pH5	۲۹/۴۰ab	۱۶۷/۵ab	۲۳۶/۰abc	۰/۷۹۳۴a	۲۶/۶۱ab
CW+pH7	۲۸/۳۳ab	۱۹۰/۶ab	۲۴۴/۶abc	۰/۶۵۴۲cd	۲۵/۸۲ab
CW+pH9	۳۱/۲۶a	۲۱۶/۴a	۲۴۵/۲abc	۰/۶۵۲۷cd	۲۵/۶۷ab
CW+DTPA	۲۸/۹۷ab	۱۸۴/۰ab	۲۲۲/۵abc	۰/۶۵۸۷cd	۲۶/۳۸ab
CW+1/3DTPA	۲۷/۵۳ab	۱۸۸/۵ab	۱۶۲/۸c	۰/۶۱۷۱d	۲۶/۰۸ab
Negative control	۲۵/۴۴b	۱۴۷/۲b	۱۶۳/۰c	۰/۶۱۳۲d	۲۳/۷۹b
Positive control	۳۳/۰۱a	۱۹۵/۴ab	۱۹۳/۲bc	۰/۶۸۴۶bc	۲۶/۱۳ab

V ورمی کمپوست بالغ؛ IV ورمی کمپوست نابالغ؛ CW کرم خاکی Wt5 ، Wt7، Wt9 به ترتیب آب مقطر با pH=5، pH=7 و pH=9.

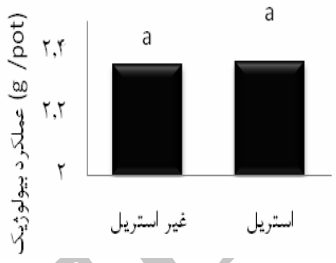
*در هر ستون، میانگین‌هایی با حداقل یک حرف لاتین مشترک، فاقد تفاوت معنی‌دار با یکدیگر در سطح ٪۵ به روش آزمون دانکن است.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱. اثر استریل بر عملکرد دانه



شکل ۲. اثر استریل بر عملکرد بیولوژیک

نتیجه‌گیری کلی

کاربرد ورمی واش موجب افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، وزن خشک برگ و جذب آهن در دانهٔ گندم می‌شود. تیمار گیاهان با ورمی واش عصاره‌گیری‌شده از کرم خاکی با آب مقطر با pH=۵، بالاترین شاخص برداشت بود. تیمارهای اعمال‌شده بر شاخص‌های عملکرد دانه و وزن هزاردانه و جذب روی و فسفر در دانه اثر معنی‌داری نداشتند. تیمار IV+DTPA بالاترین جذب آهن در دانه با تفاوت معنی‌دار با سایر تیمارها را داشت.

پس می‌توان با اصلاح نوع مادهٔ اولیه و عصاره‌گیر مورد استفاده در تهیهٔ ورمی واش جذب عناصر ریزمغذی در دانهٔ گیاهان را اصلاح کرد که بخش مهمی از رژیم غذایی انسان و دام به شمار می‌روند. علی‌رغم اینکه فقط دوسوم نیاز به عناصر پرمصرف به گلدان‌های تیمارشده با ورمی واش اضافه شد و هیچ کدام از عناصر کم‌مصرف در تیمارها استفاده نشد، عملکرد و اجزای عملکرد در گلدان‌های تیمارشده با ورمی واش بیشتر یا معادل شاهد مثبت بود که نشان می‌دهد کاربرد ورمی واش توانسته کمبود عناصر پرمصرف و کم‌مصرف را جبران کند. عدم تفاوت معنی‌دار بین انواع عصاره‌گیر بر پاسخ گیاه، نشان می‌دهد کاربرد DTPA برای تحریک رشد و کیفیت عناصر غذایی تحت شرایط گزارش‌شده در این مطالعه ضروری نیست و کاربرد آب مقطر نسبت به استفاده از DTPA از لحاظ اقتصادی ارجحیت دارد. همچنین، به طور کلی، کاربرد ورمی کمپوست بالغ، ورمی کمپوست نابالغ و کرم خاکی در تهیهٔ ورمی واش تأثیر معنی‌داری بر عملکرد گیاهان تیمارشده با آنها نداشت اما می‌توان تأثیر آنها را به صورت جزئی بر غلظت عناصر ارزیابی کرد. در این مطالعه، به‌دلیل عدم تأثیر معنی‌دار روش مصرف، به نظر می‌رسد نقش ریزجانداران موجود در ورمی واش در رشد و عملکرد گیاه ناچیز بود.

پیشنهاد می‌شود اثر ورمی واش استریل و غیراستریل در کنترل آفات و بیماری‌های گیاهی بررسی شود. ورمی واش به علت اینکه حاوی عناصر غذایی به فرم قابل دسترس گیاه است که به سرعت بر رشد گیاه اثر می‌گذارد و در تغذیه، رشد و عملکرد گیاه به طور مستقیم شرکت می‌کند و احتمالاً به دلیل ایمن بودن از لحاظ محیط‌زیستی گزینهٔ مناسبی برای کشاورزی آلی است.

REFERENCES

Ansari., A. (2008). Effect of Vermicompost and Vermiwash on the Productivity of Spinach (*Spinacia oleracea*), Onion (*AlLum cepa*) and Potato (*Solanum tuberosum*). *World Journal of Agricultural Sciences* 4 (5), 554-557.

Arancon, N., Edwards, A., Dick, R. and Dick, L. (2007). Vermicompost tea production and plant growth impact. *Biocycle*. Novamber.

Atiyeh, R.M., Subler, S., Edwards, C.A., Bachman, G., Metzger, J.D. and Shuster, W. (2000). Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticulture container media and soil. *Pedobiologia* 44, 579-590.

Edwards, C.A. (Ed) (1998). Earthworm Ecology. CRC Press Boca Raton. 389 pp.

EdwardS, C. A., Arancon, N. Q. and Scott, G. (2006). Effects of Vermicompost Teas on Plant Growth and Disease. *Biocycle*. MAY 2006.

George, S., Giraddi, R. S. and Patil, R.H. (2007). UtiLty of vermiwash for the management of Thrips and Mites on chilL (Capsicum annuum L.) amended with soil organics. *Karnataka Journal of Agricultural Science*. 20: 657-659.

khairnar *et al*. (2008). Response of potash and foLar spray of vermiwash on growth and yield of summer mungbean (*Vigna adiate* L.). *Ecology, Environment and conservation* 14(1), 61-63.

Lindsy, W.L. and Norvell, W.A. (1978). Development of a DTPA Soil Test for Zinc, Iron, Manganese, and Copper. *Soil Science Society American Journal*. 42, 421-428.

Ložek, O. and Fecenko, J. (1998). Influence of Vermisol in combination with nitrogenous nutrition on yields and quality of winter wheat grain. *Agriculture*, 44(11), 835-846.

Mahboub Khomami, A. (2005). The Effect of Liquid Bio-Fertilizer (Vermiwash) in Foliar Application on Dieffenbachia and Aglaonema Nutrition and Growth Indexes. *Journal Agriculture Science* . 1(4). (In Farsi)

National Organic Standards Board Compost Tea Task Force Report. (April 6, 2004). Retrieved

Archive of SID
www.SID.ir

desamber, 2009, from

Prabhu, M. J. (2006). Coconut leaf vermiwash stimulates crop yield. The Hindu Newspaper, 28th December, In: Science and Technology section.

Recycled Organics Unite. (2003). Buvers's Guide for Recycled Organics Products. Information sheet 6-5. *Recycled organics product categories and standards. Recycled Organic Unite*, internet publication: www.recycledorganics.com

Rezaei, H. and Malakouti M. J. (2001). Critical Levels of Iron, Zinc and Boron for Cotton in Varamin Rigion. *Journal Agriculture Science Technology*. 3: 147-153.

Ryan, M. (2003). compost tea production ,appLcation, and Benefits.the Rodale Institue. Retrieved june, 2010, from .

Shivsubramanian, K. and Ganeshkumar, M. (2004). Influence of vermiwash on biological productivity of Marigold. *Madras Agricultural Journal*. 91: 221-225.

Sinclair, T.R. (1998). Historical changes in harvest index and crop nitrogen accumulation. *Crop Sci*nce. 38:638-643.

Thangavel, P., Balagurunathan, R., Divakaran, J. and Prabakaran, J. (2009). Effect of vermiwash and vermicast extract on soil nutrient status, growth and yiel of paddy, *Advances Plant Science*., 16: 187-190.

Todkari, A. A. and Talashilkar, S. C. (2001). Effect of vermiwash prepared by two methods on growth characteristics, yield and nutrition of three flowering plants. Souvenir and abstracts. A paper presented in Silver Jubilee celebrations of the *Indian Society of Soil Biology and Ecology and VII National symposium on Soil Biology and ecology held at U. A. S.,* Bangalore during Nov. 7-9: pp.97.

Wittwer, S. H., Bukovac, J. M. and tukey, H. B. (1963). Advances in foLar feeding of plant nutrient. In: Mc Vickar, M. H. (Ed). *FertiLzer Technology and Use. Soil Science Society. American*. Madison, Wisconsin. 429-455.

Yasmeen, Y., Meon., S., Ismail. R. and Rahmani, M. (2009). Bio-potential of compost tea from agro-waste to suppress Choanephora cucurbitarum L. the causal pathogen of wet rot of okra. *Biological Control* 49: 38–44.

Zambare, V. P., Padul, M. V., Yadav, A. A. and Shete, T. B. (2008). Vermiwash: Biochemical and Microbiological Approach as Ecofriendly Soil Conditioner. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*. 3(4), 1-5.

Archive of SID

www.SID.ir