



## مدیریت مصرف کود ورمی کمپوست و نانو کود آهن در بهبود عملکرد ذرت دانه ای

الهام محمد خانی<sup>۱</sup>، آرش روزبهانی<sup>۲</sup>

تاریخ دریافت: ۹۳/۷/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۲/۷

### چکیده

به منظور بررسی تأثیر مدیریت مصرف کود ورمی کمپوست و نانو کود آهن در بهبود عملکرد ذرت دانه ای آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصافی در سه تکرار در شهرستان دماوند در سال ۱۳۹۲ اجرا شد. عامل اول کود ورمی کمپوست در دو سطح شامل شاهد و مصرف پنج تن در هکتار ورمی کمپوست و عامل دوم نانوکود آهن در چهار سطح شاهد، مصرف نانوکود آهن به صورت بذر مال، مصرف نانوکود آهن به صورت محلول پاشی (با غلظت سه در هزار) و مصرف نانوکود آهن به صورت بذر مال و محلول پاشی (با غلظت سه در هزار) بودند. نتایج نشان داد کاربرد ورمی کمپوست موجب افزایش معنی دار در ارتفاع بوته، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه و عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت شد. کاربرد نانو کود آهن سبب افزایش تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، تعداد ردیف در بلال، عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته، عملکرد دانه و شاخص برداشت شد. بنابراین با مصرف ورمی کمپوست و نانو کود آهن به صورت بذر مال به همراه محلول پاشی می توان عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت را افزایش داد.

واژه های کلیدی: اجزای عملکرد، ارتفاع بوته، کودآلی، نانو ذرات

محمد خانی، ا. و آ. روزبهانی. ۱۳۹۴. مدیریت مصرف کود ورمی کمپوست و نانو کود آهن در بهبود عملکرد ذرت دانه ای. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۲۳: ۱۳۱-۱۲۳.

۱- گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران

۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک:

[aroozbahani@gmail.com](mailto:aroozbahani@gmail.com)

## مقدمه

در چند دهه اخیر مصرف کودهای شیمیایی در زمین های کشاورزی موجب بروز مشکلات زیست محیطی، از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و اثر منفی بر خصوصیات بیولوژیک خاکها و سلامتی انسانها گردیده است (دهقان منشادی و همکاران، ۱۳۹۱). در سال های اخیر سازمان کشاورزی و خوار و بار جهانی (FAO) طرح توسعه سیستم های تلفیقی زراعی را پیشنهاد نموده است. استفاده از مواد آلی به همراه استفاده از کود های شیمیایی اهمیت زیادی در بهبود خواص فیزیکی، بیوشیمیایی و حاصلخیزی خاک که در نهایت نتایج مطلوبی در افزایش کارایی محصولات کشاورزی دارد و می تواند راهی به سوی کشاورزی پایدار باشد. از مهمترین کودهای آلی می توان به ورمی کمپوست اشاره کرد. ورمی کمپوست از تجزیه مواد آلی طی یک فرآیند غیرحرارتی، از طریق بر هم کنش کرم های خاکی و میکرو ارگانیسم ها تولید می شود (تهامی زرنندی و همکاران، ۲۰۰۹). الله دادی و همکاران (۲۰۰۰) اعلام کردند که کاربرد مقادیر مختلف کمپوست و ضایعات شهری به میزان صفر، ۱۰ و ۲۰ تن در ماده خشک در هکتار با افزایش کاربرد فاکتورهای یاد شده، میزان عملکرد ماده خشک، ارتفاع گیاه و میزان جذب فسفر در اندام های هوایی گیاه ذرت افزایش می یابد. تهامی زرنندی و همکاران (۲۰۰۹) اعلام کردند تیمارهای کود آلی از لحاظ وزن تر و خشک برگ در بوته ذرت نسبت به تیمار کود شیمیایی برتری داشت، به طوری که تیمار کود گاوی بیشترین تاثیر را داشت، تمام تیمارهای کود آلی ارتفاع را نسبت به شاهد و تیمار کود شیمیایی افزایش دادند به نحوی که تیمار ورمی کمپوست دارای بیشترین و تیمار کود شیمیایی و شاهد کمترین ارتفاع بوته را دارا بودند. همچنین عملکرد تر و خشک کل اندام های هوایی در تیمار ورمی کمپوست بیشترین و در شاهد کمترین مقادیر را داشت. بررسی های چند و همکاران (۲۰۰۷) نیز بیانگر بهبود عملکرد و میزان اسانس گیاه ژرانیوم در اثر مصرف ورمی کمپوست بود. ریگی و رونقی (۲۰۰۳) گزارش کردند که مصرف ۳۰۰ میکروگرم نیتروژن به همراه ۲۰ گرم ورمی کمپوست کود دامی یا ۳۰ گرم ورمی کمپوست حاصل از لجن فاضلاب در کیلوگرم خاک، سبب حداکثر عملکرد ذرت می شود. در مورد اثر مفید ورمی کمپوست می توان به بهتر شدن پایداری خاکدانه های خاک و کاهش خطر فرسایش اشاره کرد همچنین کمپوست می تواند موجب افزایش تخلخل خاک و ظرفیت نگهداری آب خاک شود و از تغییر اسیدیته خاک جلوگیری کرده و موجب رهاسازی

عناصر غذایی مورد نیاز گیاه شود. غفاری و همکاران (۱۳۸۹) اعلام کردند که کاربرد مقادیر مختلف کمپوست میزان عملکرد ماده خشک، ارتفاع گیاه و میزان جذب فسفر در اندام های ذرت افزایش می یابد. به کارگیری ورمی کمپوست همراه با کودهای شیمیایی، قابلیت سودمندی عناصر کم مصرف و میزان جذب شدن آنها در گیاه در مقایسه با حالت مصرف کودهای شیمیایی به تنهایی بهبود می بخشد. تأثیر ورمی کمپوست بر رشد گیاهان چشمگیر بوده و موجب افزایش توان رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گیاهان مختلف می شود (اتی و همکاران، ۲۰۰۰).

آهن نقش مهمی در سوخت و ساز گیاهی به خصوص در سنتز کلروفیل که برای فتوسنتز گیاه ضروری است، بازی می کند. در بسیاری از گیاهان، کمبود آهن موجب تحریک واکنش های مورفولوژیک و فیزیولوژیک متعددی می شود (ژانگ و همکاران، ۲۰۰۸). آهن یکی از عناصر ضروری اما کم مصرف و کم تحرک برای گیاهان است گیاهان در بین همه ریز مغذی ها بیشترین نیاز را به آهن دارند. افزودن آهن به شکل های غیر کلات به خاک به خصوص در خاک های آهکی ایران تاثیر زیادی در فراهم آوردن آهن برای گیاه و میکروارگانیسم های خاک ندارد. چرا که آهن آزاد به سرعت هیدراته شده و به صورت هیدرواکسیدهای آهن رسوب می کند و قابل استفاده نیست (کشاورز و همکاران، ۱۳۹۱). ترکیبات نانو کلاته آهن بهترین راه حل برای برطرف کردن کلروز آهن در همه خاکها و به خصوص خاک های قلیایی بوده و می تواند شدیدترین مشکلات تغذیه ای گیاهان را علاج نمایند. نانو کود کلات آهن دارای کمپلکس منحصر به فردی می باشد و این نانو کمپلکس دارای ۹ درصد آهن محلول در آب در بازه  $\text{pH} > 3$  می باشد مکمل های روی و منگنز در این کود نقش خاص خود را ایفا می کنند (پرداختی و همکاران، ۱۳۸۵). کشاورز و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی های خود اظهار نمودند که اثر معنی دار کاربرد نانو کود آهن را بر عملکرد شلتوک، جذب عناصر پرمصرف (نیتروژن، فسفر و پتاسیم) در برنج سفید نشان داد. نظران و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی اثر زمان محلول پاشی نانو کود آهن در مرحله ساقه دهی بهترین نتیجه را با افزایش ۹۹٪ عملکرد و افزایش ۳۲/۴ درصدی مقدار آهن دانه داشته است و افزایش صفات کمی و کیفی نسبت به شاهد را گزارش کرده اند.

ذرت یکی از مهمترین منابع غذایی برای انسان است و مواد غذایی زیادی از خاک جذب می کند. موضوع مهم در تولید این گیاه، کارایی مواد آلی و عناصر میکرو یا کم مصرف در شرایط متفاوت خاک است. تحت وضعیت نامطلوب خاک های ایران مثل

انجام شد. برای رسیدن به یکنواختی سبز شدن بوته هر ۵ روز یکبار آبیاری صورت گرفت و آبیاری‌های بعد، هر هفته یکبار انجام شد. جهت مبارزه با علف‌های هرز اقدام به وجین دستی گردید. در طول فصل رشد، پس از حذف اثر حاشیه‌ای در هر کرت یک متر مربع به طور تصادفی برداشت و صفات مورد بررسی اندازه‌گیری گردید. داده‌ها به وسیله نرم افزار آماری SAS تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها به وسیله آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. برای رسم شکل‌ها از نرم افزار Excel استفاده شد.

### نتایج و بحث

#### ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود ورمی کمپوست و نانو کود آهن بر ارتفاع بوته در سطح یک درصد و اثر متقابل آنها در سطح پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مصرف ورمی کمپوست ارتفاع بوته را تا ۲۴۸/۵ سانتی متر افزایش داد در حالی که در عدم مصرف ورمی کمپوست ارتفاع بوته ۲۰۰ سانتی متر بود (جدول ۲). الله دادی و همکاران (۲۰۰۰) اعلام کردند که کاربرد مقادیر مختلف ورمی کمپوست و ضایعات شهری به میزان ۱۰۰ و ۲۰ تن در هکتار، میزان عملکرد ماده خشک، ارتفاع گیاه و میزان جذب فسفر در اندام‌های هوایی گیاه ذرت افزایش می‌یابد. بذرمال کردن به همراه محلول پاشی ارتفاع بوته را ۲۵۳ سانتی متر افزایش داد و کمترین مقدار ۱۷۶/۲۰ سانتی متر برای شاهد بود (جدول ۳). عدم مصرف نانوکود آهن در سطوح ورمی کمپوست و همچنین نانوکود آهن به صورت برای بذرمال همراه با محلول پاشی در سطوح ورمی کمپوست در سطح یک درصد معنی‌دار گردید. به طوری که مصرف ورمی کمپوست در عدم مصرف نانو کود بیولوژیک ۱۳۵/۰۳ سانتی متر ارتفاع داشت. مصرف ورمی کمپوست و عدم مصرف ورمی کمپوست در سطح بذرمال همراه با محلول پاشی نانو کود بیولوژیک ارتفاع بوته به ترتیب ۲۹۰/۳۳ و ۲۱۶/۴۱ سانتی متر بود. با توجه به اینکه وجود آهن در خاک برای رشد گیاهان ضروری است. بنابراین مصرف نانو کود آهن بر افزایش ارتفاع گیاه ذرت موثر بود. با توجه به اثرات متقابل دو تیمار، مصرف ورمی کمپوست به همراه کود آهن به صورت بذرمال و محلول پاشی، بهترین نتیجه را داد. قنبری و همکاران (۱۳۹۲) در آزمایشی بر روی گیاه جو نشان دادند که بیشترین ارتفاع گیاه مربوط به مصرف مخلوط کود دامی و شیمیایی بود.

pH بالا، کمبود ماده آلی، کربنات کلسیم نسبتاً زیاد و مصرف بیش از حد کودهای فسفوره، قابلیت جذب عناصر میکرو کاهش می‌یابد (صفیان و همکاران، ۱۳۹۰). در این رابطه می‌توان به کاربرد کود-های آلی مثل ورمی کمپوست و نانوکود آهن اشاره کرد. این کودها موجب رهاسازی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه شده و بر رشد و نمو و عملکرد آن تاثیر مثبتی دارند. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی تاثیر ورمی کمپوست و نانوکود آهن بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت و کاهش مصرف کودهای شیمیایی می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تاثیر مدیریت مصرف کود ورمی کمپوست و نانو کود آهن در بهبود عملکرد ذرت دانه ای آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در شهرستان دماوند با موقعیت جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۴ دقیقه طول شمالی و ۳۵ درجه و ۴۱ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۲۳۰۰ متر از سطح دریا با بارندگی سالانه ۳۱۲ میلی‌متر در سال زراعی ۱۳۹۲ اجرا شد. در این آزمایش عامل اول کود ورمی کمپوست در دو سطح شامل شاهد و مصرف پنج تن در هکتار ورمی کمپوست و عامل دوم نانوکود آهن شامل سطوح شاهد، مصرف کود به صورت بذرمال، به صورت محلول پاشی (با غلظت سه در هزار) و کاربرد به صورت بذرمال و محلول پاشی (با غلظت سه در هزار) بودند. رقم ذرت مورد استفاده، سینگل کراس ۳۰۱ بود. طول هر کرت ۸ متر و هر کرت شامل ۴ ردیف کاشت بود. همچنین دو ردیف در طرفین و یک ردیف بین کرت‌ها به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. عملیات تهیه زمین شامل شخم با گاو آهن برگردان که در پاییز سال قبل به همراه کاربرد کودهای فسفات و پتاس با توجه به میزان تیمار کودی انجام شد. در بهار ضمن اعمال تیمارهای کود نانو آهن و ورمی کمپوست بر حسب سطوح کودی اعمال گردید. سپس عملیات دیسک و مال زنی انجام شد. قبل از کاشت نیز بر اساس آزمون خاکی که قبلاً از زمین تهیه شد بر اساس آزمون خاک و بعد از شخم کودهای مورد نیاز را به صورت یکنواخت در سطح منطقه پخش و به کمک عملیات تهیه فاروها با خاک مخلوط گردید. کاشت به صورت دستی و به عمق ۵ سانتی‌متر انجام شد. به منظور سبز شدن یکنواخت بذور آبیاری اول بلافاصله پس از کاشت انجام شد. عملیات داشت شامل آبیاری به صورت هفته‌ای یک بار و سه شکنی و خاک دهی پای بوته‌ها دو بار به وسیله کولتیواتور انجام شد. برای مبارزه با آفات مکنده و جونده از سم سیستمیک کنفیدور استفاده شد همچنین بیماری گیاهی مشاهده نشد. در مرحله ۲ تا ۴ برگی تنک بوته‌ها

## تعداد ردیف در بلال

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود ورمی کمپوست و اثر متقابل کود ورمی کمپوست و نانو کود آهن بر تعداد ردیف در بلال ذرت از نظر آماری معنی دار نبود ولی اثر نانو کود آهن بر این صفت در سطح پنج درصد معنی دار شد (جدول ۱). بطور کلی تعداد ردیف در بلال ذرت بیشتر تحت عوامل ژنتیکی کنترل می شود و از عوامل محیطی و مدیریتی کمتر تاثیر پذیر است. نتایج

مقایسه میانگین ها نشان داد که با مصرف نانو کود آهن به صورت بذرمال به همراه محلول پاشی تعداد ردیف در بلال به میزان ۱۵/۶۷ ردیف بود و کمترین میزان آن مربوط به شاهد تعداد ۱۳/۸۳ ردیف بود (جدول ۲). نتایج ریحیمی و مظاهری (۱۳۸۷) نشان داد که واکنش مورفولوژیکی و عملکرد ذرت نسبت به ترکیبات شیمیایی آهن در خصوص تعداد ردیف در بلال مناسب بوده است و این صفت را افزایش داده است.

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در استفاده از ورمی کمپوست و نانو کود آهن بر ذرت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)					
		ارتفاع ساقه	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد شاخص برداشت
تکرار	۲	۷۱۷/۱۳ ns	۳/۲۹ ns	۱۲/۱۲ ns	۲۲۸۳/۳۱ ns	۲/۲۹ ns	۰/۱/۰۰۷ ns
ورمی کمپوست	۱	۱۳۵۹۸**	۱/۰۴ ns	۷۸۲/۰۴**	۱۷۳۴۹/۴**	۲۹/۰۸**	۰/۰۳*
نانو کود آهن (B)	۳	۶۸۷۵**	۶/۱۵*	۱۱۶/۱۵*	۴۲۷۶*	۱۳/۳۴**	۰/۰۲۸**
اثر متقابل (A×B)	۳	۲۱۴۷*	۰/۰۴ ns	۱۸/۸۱ ns	۴۸۴/۵۱ ns	۶/۵*	۰/۰۰۶ ns
خطا	۱۴	۶۱۰/۶۹	۱/۴۸	۴۱/۰۳	۱۰۳۴/۴	۱/۱۸	۰/۰۰۵
ضریب تغییرات (درصد)		۱۱/۰۸	۱۷/۶	۱۳/۰۳	۲۶/۶	۲۵/۰۲	۲۸/۰۲

ns، \* و \*\* به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪.

## تعداد دانه در ردیف

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ورمی کمپوست و اثر نانو کود آهن بر تعداد دانه در ردیف در سطح یک درصد و اثر متقابل آنها در سطح پنج درصد معنی دار شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که با مصرف ورمی کمپوست تعداد دانه در ردیف ۴۲/۰۸ دانه و در عدم مصرف ورمی کمپوست ۳۰/۶۷ دانه بود (جدول ۲). تحقیقاتی که بر روی اثر ورمی کمپوست ها روی رشد گیاه صورت گرفته همگی نشان دهنده این مطلب بوده اند که ورمی کمپوست ها به طور معنی داری موجب افزایش توان رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گیاه می گردد (اتیه و همکاران، ۲۰۰۰). در این خصوص رضوان طلب و همکاران (۱۳۸۷) گزارش نمودند کاربرد کود ورمی کمپوست می تواند تاثیر مثبتی بر تعداد دانه در بلال داشته باشد و سبب افزایش آنها

گردد. همچنین فلاح و همکاران (۱۳۸۴) نشان دادند استفاده از کود آلی باعث افزایش معنی دار تعداد دانه در ردیف می شود. نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که تعداد دانه در ردیف با مصرف نانو کود آهن به صورت بذرمال به همراه محلول پاشی ۳۹/۵۰ دانه بود و کمترین میزان آن مربوط به شاهد ۳۰/۵۰ دانه بود (جدول ۳). ریحیمی و مظاهری (۱۳۸۷) گزارش کردند فراهم آوری عنصر آهن موجب افزایش تعداد دانه در ردیف ذرت می شود. خلیلی محله و رشدی (۱۳۸۶) در اثرات محلول پاشی عناصر کم مصرف بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای گزارش کردند در بین کودهای مصرفی نیز تیمار محلول پاشی آهن به همراه روی و منگنز بیشترین عملکرد (وزن خشک دانه) به دست آمد.

جدول ۲-مقایسه میانگین های سطوح ورمی کمپوست برای صفات مورد مطالعه

سطوح ورمی کمپوست	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد ردیف در بلال	تعداد دانه در ردیف	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد (تن در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)	شاخص برداشت کمپوست
شاهد	۲۰۰b	۱۳/۸ a	۳۰/۶b	۲۱۹/۱ b	۲/۹ b	۱۴/۶ b	۱۵/۲ b
مصرف ورمی کمپوست	۲۴۸/۵a	۱۵/۶ a	۴۲/۱a	۲۷۲/۸a	۷/۵ a	۱۹/۱ a	۳۹ a

حروف مشابه نشاندهنده عدم تفاوت معنی دار بین میانگین ها است

### وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ورمی کمپوست و اثر نانو کود آهن بر وزن هزار دانه در سطح یک درصد معنی دار شد. ولی اثر متقابل آنها در سطح پنج درصد معنی دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که با مصرف ورمی کمپوست وزن هزار دانه ۲۷۲/۸۹ گرم و در شرایط عدم مصرف آن ۲۱۹/۱۱ گرم بود (جدول ۲). اثرات مفید ورمی کمپوست می تواند موجب افزایش تخلخل خاک و ظرفیت نگهداری آب خاک شود و از تغییر اسیدیته خاک جلوگیری کرده و موجب رهاسازی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه شود که این امر سبب افزایش جذب عناصر غذایی بوسیله گیاه و افزایش توان تولیدی آن و در نهایت اجزای عملکرد بخصوص وزن هزاردانه می شود. در این رابطه کریمی و همکاران (۱۳۹۰) و حسن زاده و همکاران (۱۳۸۷) گزارش نمودند کاربرد کودآلی می تواند وزن دانه را در ذرت دانه ای رقم سینگل کراس ۷۰۴ افزایش دهد.

نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که مصرف نانو کود آهن به صورت بذرمال به همراه محلول پاشی وزن هزار دانه به مقدار ۲۷۲/۲۸ گرم بود و کمترین میزان آن مربوط به شاهد که ۲۱۳۳/۴۸ گرم بود (جدول ۳). مطالعات دیگر نشان می دهد که محتوای کل کربوهیدرات، نشاسته، ایندول استیک اسید، کلروفیل و پروتئین دانه به طور معنی داری با مصرف آهن افزایش می یابد که این عوامل در افزایش وزن دانه بلال موثر است (رجایی و ضیائی، ۲۰۰۹). صفیان و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی تغذیه برگی عناصر میکرو بر رشد و عملکرد ذرت دانه ای رقم سینگل کراس ۳۰۲ در منطقه اصفهان اعلام کردند بیشترین میزان وزن دانه مربوط به محلول پاشی با تیمار آهن به همراه روی بود. رحیمی و مظاهری (۱۳۸۶) و خلیلی محله و رشدی (۱۳۸۶) گزارش کردند محلول پاشی عنصر آهن موجب افزایش وزن هزار دانه ذرت می شود.

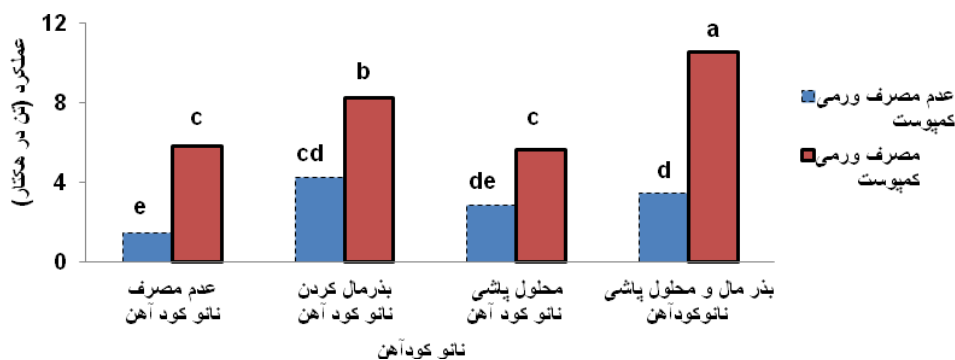
### عملکرد دانه

تاثیر مصرف کود ورمی کمپوست و نانو کود آهن بر عملکرد دانه در سطح یک درصد و اثر متقابل آنها در سطح پنج درصد معنی دار شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که با مصرف کود ورمی کمپوست عملکرد دانه ۵/۲۰ تن در هکتار و عدم مصرف آن ۳ تن در هکتار بود (جدول ۱). مصرف کود نانو آهن به صورت بذرمال به همراه محلول پاشی مقدار عملکرد دانه ۵/۹۸ تن در هکتار بود و کمترین میزان آن مربوط به شاهد ۲/۶۱ تن در هکتار بود (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که سطوح ورمی کمپوست در عدم مصرف و مصرف نانو کود آهن به صورت بذرمال به همراه محلول پاشی به ترتیب در سطح پنج درصد و یک درصد معنی دار شد. عملکرد دانه با مصرف و عدم مصرف ورمی کمپوست در سطح عدم مصرف نانو کود آهن به ترتیب ۳/۷ و ۱/۴ تن در هکتار، همچنین مصرف و عدم مصرف ورمی کمپوست در سطح مصرف نانو کود آهن به صورت بذرمال به همراه محلول پاشی به ترتیب ۸/۵ و ۳/۴ تن در هکتار وزن دارد (شکل ۱).

ورمی کمپوست دارای عناصر ضروری برای رشد گیاه مثل نیتروژن، فسفر، پتاسیم و کلسیم، همچنین حاوی آهن، منگنز، مس، روی و بر می باشند. مهمتر از همه اینکه عناصر غذایی به فرم قابل استفاده برای گیاه و محلول در آب هستند. از طرفی آهن از عناصر کم مصرف و ضروری در گیاهان است. این عنصر در ساختمان ناقلائی که در انتقال الکترون نقش دارند (مانند سیتوکروم ها و پروتئین های دخیل در فتوسنتز، تنفس و تثبیت بیولوژیک ازت) موجود است. نقش این عنصر در تثبیت ازت و فعالیت برخی آنزیم ها، نظیر کاتالاز، پراکسیداز و سیتوکروم اکسیداز به خوبی مورد بررسی قرار گرفته است. کریمی و همکاران (۱۳۹۰) در آزمایشی که روی گیاه ذرت انجام شد دریافتند که با افزایش مصرف کود دامی میزان عملکرد دانه

محلول پاشی نانو کود آهن در مرحله ساقه دهی بهترین نتیجه را با افزایش ۹۹ درصدی عملکرد و افزایش ۳۲/۴ درصدی مقدار آهن دانه داشته است و افزایش صفات کمی و کیفی نسبت به شاهد را گزارش کردند.

افزایش می یابد. ساجدی و اردکانی (۱۳۸۷) در پژوهشی بر روی ذرت علوفه ای در استان مرکزی اعلام کردند که کودهای عناصر کم مصرف از جمله آهن بیشتر در فعالیت های متابولیکی تاثیر گذار بوده و به طور غیر مستقیم با افزایش سرعت رشد و عملکرد گیاه شد. نظران و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی اثر زمان



شکل ۱- اثر متقابل مصرف کود ورمی کمپوست و نانو کود آهن بر عملکرد دانه .

جدول ۳- مقایسه میانگین های سطوح نانو کود آهن برای صفات مورد مطالعه

شاخص برداشت (درصد)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار)	عملکرد (تن در هکتار)	وزن هزار دانه (گرم)	تعداد دانه در ردیف	تعداد ردیف در بلال	ارتفاع بوته (سانتی متر)	سطوح نانو کود آهن
۲۱c	۱۲/۲۷c	۳/۶c	۲۱۳/۴۸c	۳۰/۵c	۱۲/۱b	۱۷۶/۲c	شاهد
۳۸a	۱۷/۲۰b	۶/۲ab	۲۶۲/۳۳ab	۳۹/۳۳a	۱۵/۵a	۲۴۵b	بذر مال
۲۸b	۱۸/۲۷b	۴/۲b	۲۳۵/۵۲b	۳۶/۱۷b	۱۳/۸۳ab	۲۴۰b	محلول پاشی
۳۶a	۱۹/۶۷a	۶/۹a	۲۷۲/۲۸a	۳۹/۵a	۱۵/۶۷a	۲۵۳a	بذر مال و محلول پاشی

حروف مشابه نشاندهنده عدم تفاوت معنی دار بین میانگین ها است

خاک نفوذپذیری هر چه بیشتر ریشه گیاه را در خاک موجب شده و از این طریق رشد و عملکرد گیاه را افزایش می دهند. در آزمایشی که توسط کریمی و همکاران (۱۳۹۰) انجام شد مشخص گردید که استفاده از ورمی کمپوست موجب افزایش عملکرد بیولوژیک در ذرت می شود. مقایسه رشد گیاه ذرت رشد یافته در خاک حاوی مقادیر مختلف کمپوست نشان داد که گیاهانی که مقدار بیشتری از کمپوست در خاک آن ها وجود داشت بیوماس بیشتری در مقایسه با شاهد تولید کردند. مصرف نانو کود آهن به صورت محلول پاشی ۱۹/۶۷ تن در هکتار بود و کمترین میزان آن مربوط به شاهد ۱۲/۲۷ تن در هکتار بود (جدول ۳). کمبود آهن، وزن خشک برگ، سطح برگ، غلظت آهن و کلروفیل را کاهش می دهد (ماریناری و همکاران، ۲۰۰۰).

### عملکرد بیولوژیک

نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد که اثر ورمی کمپوست و اثر نانو کود آهن بر عملکرد بیولوژیک در سطح پنج درصد معنی دار شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که عملکرد بیولوژیک با مصرف ورمی کمپوست ۱۹/۱ تن در هکتار و در عدم مصرف آن ۱۴/۶ تن در هکتار بود (جدول ۲). کود ورمی کمپوست می تواند بر رشد رویشی و عملکرد گیاه موثر باشد در خاک هایی که فعالیت کرم خاکی مشهود باشد خلل و فرج پر شده از هوا ۸ الی ۳۰ درصد بیش از خاک های فاقد این جانوران است. همچنین سرعت نفوذ آب در بین خاک بین ۲ تا ۱۰ برابر بیشتر شده و ظرفیت نگهداری آب در خاک افزایش می یابد. در نهایت کرم های خاکی با پوک نمودن

## شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ورمی کمپوست در سطح پنج درصد و اثر نانو کود آهن در سطح یک درصد بر شاخص برداشت معنی دار بود (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که شاخص برداشت با مصرف ورمی کمپوست ۳۹ درصد و در عدم مصرف آن ۱۵/۲ درصد بود (جدول ۲). نتایج آزمایشی نشان داد که استفاده از ورمی کمپوست در ذرت موجب افزایش شاخص برداشت شد (مجاب قصرالدشتی و همکاران، ۱۳۹۰). شاخص برداشت در مصرف نانو کود آهن به صورت بذرمال همراه با محلول پاشی ۳۶ درصد و در شاهد ۲۱ درصد بود. (جدول ۳). ژانگ و همکاران (۲۰۰۸) گزارش نمودند کاربرد کود آهن می تواند اثر مثبتی بر شاخص برداشت برنج داشته باشد.

## نتیجه گیری

استفاده از کود ورمی کمپوست و مصرف نانو کود آهن در مقایسه با شاهد تاثیر مثبت و چشمگیری بر بیشتر صفات مورد مطالعه داشت. به خصوص سبب افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گیاه ذرت شد. به طوری که استفاده از کود ورمی کمپوست نسبت به شاهد و کاربرد نانو کود آهن به صورت بذر مال و محلول پاشی نسبت به شاهد و سایر سطوح بهتر بود، بهترین پاسخ در خصوص صفات مورد مطالعه، زمانی بدست آمد که از کود ورمی کمپوست به میزان پنج تن در هکتار و مصرف نانو کود آهن به صورت بذر مال و محلول پاشی (با غلظت سه در هزار) به صورت تلفیقی استفاده شد.

## منابع

- الله دادی، الف، غ، اکبری و ز. قهرمانی. ۱۳۸۶. تولید ورمی کمپوست و فرآورده های جانبی. چاپ اول. انتشارات دانشگاه تهران. ۱۸۵ صفحه. پرداختی، ع. ر.، م. ح. نظران، ح. حکم آبادی و م. آشتیانی. ۱۳۸۵. نقش فضای سبز در کاهش آلودگی هوا و اثر کود جدید کلات آهن خضراء در افزایش کارایی گیاهان و تلطیف هوا. اولین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست.
- حسن زاده، ر.، س. چاوشی، ح. مدنی، و ع. عسگری. ۱۳۸۷. بررسی مدیریت آبیاری و مصرف کود دامی در راستای افزایش کارایی مصرف آب در ذرت دانه ای رقم سینگل کراس ۷۰۴. یافته های نوین کشاورزی. ۲ (۳): ۲۳۷-۲۲۵.
- تحلیلی محله، ج. و م. رشدی. ۱۳۸۶. اثرات محلول پاشی عناصر کم مصرف بر عملکرد و اجزا عملکرد ذرت دانه ای ۴۰۷، علوم کشاورزی. ۱۳: ۴۶۵-۴۵۳.
- دهقان منشادی، ح.، م. بهمنیار، س. سالک گیلانی و الف. لکزیان. ۱۳۹۱. تأثیر کاربرد کمپوست و ورمی کمپوست غنی شده با کود شیمیایی و کود شیمیایی بر برخی شاخص های بیولوژیک کیفیت خاک در ریزوسفر ریحان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. ۱۶ (۶۰): ۱۹۷-۱۸۷.
- رحیمی، م. و د. مظاهری. ۱۳۸۷. واکنش مورفولوژیکی و عملکرد ذرت نسبت به ترکیبات شیمیایی آهن و مس، پژوهش و سازندگی. ۷۸: ۹۶-۱۰۰.
- رضوان طلب، ن.، ه. پیردشتی، م. بهمن یار. و الف. عباسیان. ۱۳۸۷. مطالعه عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در واکنش به کاربرد انواع کود شیمیایی و آلی. علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۵ (۵): ۲۷-۱۶.
- ریگی، م. و ع. رونقی. ۱۳۸۲. ارزیابی گلخانه ای تاثیر دو نوع ورمی کمپوست با یا بدون نیتروژن بر رشد و ترکیب شیمیایی برنج، مجموعه مقالات هشتمین کنگره علوم خاک ایران. رشت.
- ساجدی ن. ع.، اردکانی م. ر. و م. جعفر زاده. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر سطوح مختلف نیتروژن، آهن و روی بر رشد و جذب عناصر غذایی و درصد پروتئین توسط ذرت علوفه ای رقم سینگل کراس ۷۰۴ در استان مرکزی. نهمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه تهران.
- صفیان، ن.، م. نادری، م. شمس. و ه. دارخال. ۱۳۹۰. بررسی تغذیه برگی عناصر میکرو بر رشد و عملکرد ذرت دانه ای رقم سینگل کراس ۳۰۲ در منطقه اصفهان. اولین همایش مباحث نوین در کشاورزی.
- فلاح، س.، الف. قلاوند. و م. خواجه پور. ۱۳۸۴. بررسی امکان به کارگیری کود مرغی در تغذیه ذرت دانه ای در منطقه لرستان. پژوهش و سازندگی. ۴ (۶۹): ۱۰۳-۹۶.

قنبری، ا.ی.، اسماعیلیان و.م. بابائیان. ۱۳۹۲. اثر کودهای دامی و شیمیایی بر عملکرد علوفه، دانه و غلظت برخی از عناصر غذایی در دانه جو. نشریه پژوهشهای اکوفیزیولوژی گیاهی ایران. ۳۱ (۳): ۲۳-۳۶.

غفاری، م.، م. اکبری. و الف. اله دادی. ۱۳۸۹. تاثیر مقادیر مختلف کمپوست ضایعات شهری، نیتروژن و فسفر بر روی برخی از شاخص های رشدی ذرت، پنجمین همایش ملی ایده های نو در کشاورزی.

کشاورز، ن. ن. بقایی. ح. شکری واحد. و م. نظریان. ۱۳۹۱. بررسی کارایی جذب عناصر غذایی پرمصرف و عملکرد تحت تاثیر نانو کود کلات آهن در برنج، دوازدهمین کنگره علوم و زراعت اصلاح نباتات ایران.

کریمی، ه.، د. مظاهری. ع. پیغمبری و م. میرآزاده اردکانی. ۱۳۹۰. اثر مصرف کودهای آلی و معدنی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای سینگل کراس ۷۰۴، مجله علوم زراعی ایران. ۱۳: ۶۱۱-۶۲۷.

موجب قصرالدشتی، ع. ح. بلوچی. و ع. یدوی. ۱۳۹۰. تاثیر کمپوست زباله شهری و نیتروژن بر عملکرد دانه، تولید علوفه و برخی صفات مورفولوژیک ذرت شیرین، مجله تولید گیاهان زراعی. ۱: ۱۱۵-۱۳۰.

نظران، م. ح. ح. خلج. م. ر. لبافی حسین آبادی. م. شمس آبادی. و ع. رزازی. ۱۳۸۸. بررسی اثر زمان محلول پاشی نانو کود آلی کلات آهن بر خصوصیات کمی و کیفی گندم دیم، چکیده مقالات دومین همایش ملی کاربرد نانو تکنولوژی در کشاورزی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه ی نهال و بذر، کرج.

- Akbari, K., E. Ghalavand, Z. Tahmasebi Sarvestani, E. Sharifi Ashour Abadi, and S. Banj Shafiei. 2003. Effect of different methods increase productivity of soil in soil properties, observation and element density by (*Trachyspermum ammi* (Linn). Sprague). J. Res. Develop. 62:11-19.
- Allah dadi, A., R. Alidoust, G. Akbari, and E. Ghasemi Pirbalouti. 2000. Effect of different levels of vermin compost, N and P on yield and observation of P in corn. 3th National Congress about Development of Application Biological Matter and Efficiency of Fertilizer and Poison in Agriculture. 276 page.
- Arancon, N. Q., C. A. Edwards, P. Bierman, J. D. Metzger, S. Lee and C. Welch .2002. Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field grown tomatoes, peppers and strawberries. Pedobiologia. 44: 579-590.
- Atiyeh, R.M., N.Q. Arancon, C.A. Edwards and J.D. Metzger. 2000. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. Biores. Techno. 75: 175-180.
- Chand, S., P. Pande, A. Prasad, M. Anwar, and D.D. Patra. 2007. Influence of Integrated supply of Vermicompost and Zinc- enriched compost with two grad levels of iron and zinc on the productivity of Geranium. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 38:2581-2599.
- Marinari, S., G. Mascinadaro, B. Ceccanti and S. Grego. 2000. Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. Biores. Technol. 72: 9-17.
- Rajaie, M. and A.H. Ziaeyan. 2009. Combined effect of zinc and boron on yield and nutrients accumulation in corn. Int. J. Plant Produc. 3: 35-44.
- Tahami Zarandi, S., P. Rezvani Moghadam and M. Jahan. 2009. Effects of organic and chemical fertilizers on yield and essential oil percentage of basil herbs. J. Agroecol. 1: 82-70.
- Zhang, J., M. Wang, L. Wu, J. Wu and C. Shi .2008. Impacts of combination of foliar iron and boron application on iron bio fortification and nutritional quality of rice grain. J. Plant Nutr. 31: 1599- 1611.



## Application of vermicompost and nano iron fertilizer on yield improvement of grain corn (*Zea mays* L.)

E. Mohammad Khani<sup>1</sup>, A. Roozbahani<sup>1</sup>

Received: 2014-10-19 Accepted: 2015-2-26

### Abstract

In order to investigate the effect of vermicompost and nano iron fertilizer on maximizing yield of grain corn (*Zea mays* L.), a farm experiment was conducted in a factorial based on completely randomized blocks design in three repetitions in 2013, in Damavand. The first factor of vermicompost in two levels including control and applying 5 t.ha<sup>-1</sup> vermicompost and the second factor of nano fertilizer of iron levels including control, applying of fertilizer as seed covered, foliar application and seed covered and foliar application. The result showed that except number of row per silk, all traits significantly affected by applying vermicompost and iron nano fertilizer. Means comparison showed that traits such as height of stem, number of row per silk, number of seed per row, 1000 seed weight, grain yield, biological yield and harvest index significantly increased by applying vermicompost and iron nano-fertilizer. Interaction effects of vermicompost and iron nano fertilizer were significant for stem height and grain yield. In general, application of vermicompost with iron nano fertilizer as seed covered and foliar application caused to the best result for investigated traits.

**Key words:** Yield components, plant height, organic fertilizers, nano particles

---

1 - Department of Agronomy and Crop Breeding, Roudehen Branch, Roudehen, Iran