

۳۰/۱۱/۱۳۹۳-کد مقاله: ۲۵۸۷

اثرات کودهای نانو و زیستی بر ویژگی های کمی سورگوم علوفه ای (هیبرید اسپیدفید)

صالح میر^۱، علیرضا سیروس مهر^۲، ابراهیم شیرمحمدی^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد آگروکولوژی پردیس خودگردان دانشگاه زابل، ^۲ عضو هیأت علمی دانشگاه زابل

E-mail: saleh_mir۹۰@yahoo.com

چکیده

به منظور بررسی اثر کود دامی، کودهای بیولوژیک (ازتوبارور ۱ و فسفر بارور ۲) و کود نانوکلات های آهن و پتاسیم بر خصوصیات رشدی گیاه سورگوم علوفه ای، آزمایشی بصورت فاکتوریل بر پایه طرح کاملا تصادفی با ۳ تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل: کود دامی در دو سطح (مصرف و عدم مصرف)، کود بیولوژیک در چهار سطح (شاهد، ازتوبارور ۱، فسفر بارور ۲، ازتوبارور ۱+فسفر بارور ۲) و نانوکلات ها در چهار سطح (شاهد، نانوکلات آهن، نانوکلات پتاسیم، نانوکلات آهن+ نانوکلات پتاسیم) بود. نتایج آزمایش نشان داد، تمامی صفات مورد بررسی: ارتفاع بوته، فاصله میان گره ها و تعداد برگ ها در تحت تاثیر تیمار های آزمایشی قرار گرفتند، به طوری که بالاترین مقدار آنها در تیمار تلفیقی از مصرف کود دامی به همراه نانوکلات ترکیبی (نانوکلات آهن+نانوکلات پتاسیم) به دست آمد. وزن تر و وزن خشک ریشه بیشتر تحت تاثیر نانوکلات ها قرار گرفت و بالاترین میزان آن در تیمار نانوکلات ترکیبی به دست آمد. وزن تر و وزن خشک کل، وزن تر اندام هوایی و وزن خشک اندام هوایی در تیمارهای مختلف اختلاف معنی داری نشان داد در صورتی که بالاترین مقدار آنها در تیمار تلفیقی از مصرف کود دامی به همراه کودهای بیولوژیک ترکیبی (ازتوبارور ۱+فسفر بارور ۲) به دست آمد. به طور کلی، میتوان بیان نمود، مدیریت تلفیقی کود دامی و کودهای بیولوژیک و نانوکلات کاهش خطرات زیست محیطی را در پی دارند، استفاده از این تیمار ها ما را به کشاورزی پایدار نزدیکتر می کند.

کلمات کلیدی: کود دامی، سورگوم علوفه ای، نانوکلات ها، کودهای زیستی

مقدمه

مصرف بی رویه کودهای شیمیایی به منظور حصول عملکرد بالا و جبران کمبود مواد غذایی و به دنبال آن افزایش هزینه های تولید و تخریب منابع آب و خاک موجب علاقمندی متخصصان به نظام های زراعی سالم و پایدار از نظر اکولوژیک شده است (Tilak et al., ۱۹۹۲). امروزه علم نانو عرصه های دانش را بطور قابل توجهی تحت تأثیر قرار داده و علم کشاورزی نیز از این قاعده مستثنی نیست. فناوری نانو منجر به تغییرات شگرفی در استفاده از منابع طبیعی، انرژی و آب می شود و پساب ها و آلودگی ها کاهش خواهد یافت (رضایی و همکاران، ۱۳۸۸). پیشرفت در زمینه های تولید محصولات جدید و طراحی روش های نوین برای تولید و نگهداری غذای سالم و حفاظت از محیط زیست، از دیگر تغییرات ایجاد شده به وسیله ی فناوری نانو در کشاورزی می باشد. به همین منوال، پیشرفت های اخیر در زمینه های علم مواد و علم شیمی، امکان تولید ذرات نانویی را فراهم کرده است که می تواند در حوزه های مختلف کشاورزی کاربرد گسترده ای داشته باشند (Johnson et al., ۲۰۰۶). یکی از مهم ترین کاربردهای فناوری نانو در زمینه کشاورزی استفاده از نانو کودها در تغذیه گیاهان می باشد. بنابراین تغذیه مناسب گیاهان با این عناصر می تواند تولید محصولات کشاورزی را بطور جدی تحت تأثیر قرار دهد. همچنین با توجه به مزایای کودهای نانو نسبت به کودهای شیمیایی معمولی، به نظر می رسد که استفاده از کودهای نانو کلات آهن و پتاسیم در کمیت و کیفیت محصولات تولیدی نقش ارزنده تری را ایفا نمایند. یکی دیگر از روش های افزایش کمیت و کیفیت محصولات تولیدی که در سال های اخیر بیشتر مورد توجه محققان قرار گرفته است استفاده از میکروارگانسیم های محرک رشد گیاهان می باشد. باکتری های محرک رشد گیاه (PGPR) به گروه نامتجانس از باکتری های ریزوسفر اطلاق می شود که با استفاده از یک یا چند فرآیند خاص موجب بهبود شاخص های رشد و نمو گیاه می گردند (Kloepper et al., ۱۹۸۹). مزایای تلقیح گیاه با باکتری های محرک رشد شامل افزایش شاخص های متعددی مانند جوانه زنی، رشد ریشه، میزان تولید در واحد سطح، کنترل عوامل بیماری زا، افزایش سطح برگ، افزایش محتوی کلروفیل، مقاومت به خشکی، افزایش وزن ریشه و اندام هوایی، افزایش فعالیت میکروبی خاک (Lucy et al., ۲۰۰۴) و همچنین دسترسی عناصر غذایی برای گیاه می باشند (Dobbelaere et al., ۲۰۰۳). استفاده از فرآورده های بیولوژیک در جهت تغذیه غلات یکی از راه حل های مفید در دستیابی به بخشی از اهداف کشاورزی پایدار به شمار می رود. کودهای زیستی به مواد حاصلخیز کننده های اطلاق می شود که حاوی تعداد کافی از میکروارگانسیم ها شامل باکتری و یا قارچ بوده و به عنوان تامین کننده یک یا چند عنصر غذایی مورد نیاز گیاهان به کار می روند (روستا، ۱۳۷۵). شارما (Sharma, ۲۰۰۲) اظهار می دارد که یکی از ارکان اصلی در کشاورزی پایدار استفاده از کودهای زیستی در اکوسیستم های زراعی با هدف حذف یا کاهش قابل ملاحظه در مصرف نهاده های شیمیایی است. کودهای زیستی در مقایسه با مواد شیمیایی مزیت های قابل توجهی دارند، از آن جمله این که در چرخه غذایی تولید مواد سمی و میکروبی نمی نمایند؛ به طوری که قابلیت تکثیر خودبخودی دارند، باعث اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می شوند و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه و از دیدگاه زیست محیطی قابل پذیرش هستند (کوچکی و همکاران، ۱۳۷۶). با وجود این تحقیقات بررسی تأثیر تلقیح باکتری های محرک

۳۰/۱۱/۱۳۹۳-کد مقاله: ۲۵۸۷

رشد همراه با آب آبیاری با ریشه بعد از سبز شدن گیاهان، همچنین تأثیر متقابل این باکتری‌ها و استفاده از کودهای نانو، بر عملکرد گیاهان زراعی تاکنون مورد توجه قرار نگرفته است.

مواد و روش

به منظور بررسی اثر کود دامی، کودهای بیولوژیک (ازتوبارور ۱ و فسفر بارور ۲) و کود نانوکلات های آهن و پتاسیم بر خصوصیات رشدی گیاه سورگوم علوفه ای، آزمایشی در قالب فاکتوریل بر پایه کاملاً تصادفی با ۳ تکرار در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل: کود دامی در دو سطح (مصرف و عدم مصرف)، کود بیولوژیک در چهار سطح (شاهد، ازتوبارور ۱، فسفر بارور ۲، ازتوبارور ۱+فسفر بارور ۲) و نانوکلات ها در چهار سطح (شاهد، نانوکلات آهن، نانوکلات پتاسیم، نانوکلات آهن+ نانوکلات پتاسیم) بود. بعد از پر کردن گلدان ها قطر دهانه ۲۰* ارتفاع ۳۰ سانتی متر) از خاک (دو قسمت ماسه و یک قسمت رس) شیارهایی به عمق ۳-۲ سانتیمتر در هر گلدان ۴ عدد بذر قرار داده شد. تا جوانه زنی و استقرار گیاه روزی یک مرتبه گلدان ها آبیاری شد، سپس دور آبیاری به روزی ۲ بار (بدلیل تغییر شرایط آب و هوایی) کرد. روش اعمال تیمار ها نیز به شرح ذیل صورت گرفت: طبق توصیه شرکت زیست فناوری سبز برای هر کیلوگرم خاک مقدار ۰/۰۰۲۳۷۵ و ۰/۰۰۴۷۵ گرم به ترتیب از کودهای نانو کلات آهن و پتاسیم مصرف شد. کودهای نانو و حیوانی به صورت مخلوط با خاک و قبل از کاشت اعمال شدند و کودهای زیستی نیز طبق توصیه و دستورالعمل شرکت سازنده بعد از جوانه زنی همراه با آب آبیاری اضافه گردیدند. در پایان آزمایش پس از گذشت هشت هفته، صفات ارتفاع گیاه، تعداد برگ، فاصله میانگره ها وزن تر اندام هوایی، وزن تر ریشه، وزن تر بیوماس، وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه و وزن خشک کل اندازه گیری شد. پس از اطمینان از نرمال بودن داده ها با استفاده از نرم افزار SAS ۹.۱، MSTAT_C مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند و میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵ درصد مقایسه گردیدند. نمودارها نیز با کمک برنامه Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده ها (جدول ۱) نشان داد، تأثیر کود گاوی در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل دوگانه کود گاوی × نانوکلات ها بر ارتفاع بوته در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود. همچنین نتایج جدول تجزیه واریانس نشان می دهد، کود گاوی و نانوکلات ها و نیز اثر متقابل دوگانه کود گاوی × نانوکلات ها اثر معنی داری روی تعداد برگ های بوته های سورگوم علوفه ای و همچنین فاصله میانگره های ساقه سورگوم دارد. (جدول ۱). علاوه بر این نتایج تجزیه واریانس داده ها نشان داد که تأثیر کود گاوی در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل دوگانه کود گاوی × کودهای زیستی در سطح احتمال پنج درصد بر وزن تر و خشک اندام هوایی و همچنین وزن تر و خشک کل یا بیوماس (اندام هوایی+ریشه) معنی دار است. همچنین نتایج جدول ۱ معنی دار بودن اثر نانوکلات ها را در سطح احتمال پنج درصد بر وزن تر و خشک ریشه سورگوم را نشان می دهد.

۳۰/۱۱/۱۳۹۳ - کد مقاله: ۲۵۸۷

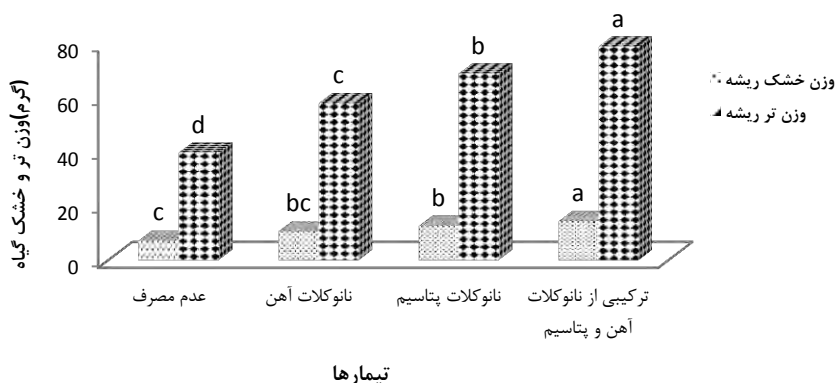
جدول ۴-۱. تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات مورفولوژیکی و صفات مربوط به وزن ها

منبع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع	وزن تر اندام هوایی	وزن تر ریشه	وزن تر بیوماس	تعداد برگ	فاصله میان گره	وزن خشک اندام هوایی	وزن خشک ریشه	وزن خشک کل
a کود گاوی	۱	۵۱۳/۳۷ ^{oo}	۴۶۱۷۸	۸۰۸۵	۹۲۹۰۸	۵/۰۴ ^{oo}	۱/۳۶ ^o	۸۷۲	۲۶۱	۲۰۹۰
b نانو کودها	۳	۱۴۷/۴۵	۳۵۰۶۵۱ ^{oo}	۷۰۵۲ ^o	۴۳۸۰۱۷ ^{oo}	۳/۵۲ ^{oo}	۲/۴۵ ^{oo}	۷۵۳۴ ^{oo}	۲۲۸ ^o	۹۸۵۵ ^{oo}
c کودهای زیستی	۳	۶۰/۹۰	۲۳۰۹۷	۱۵۱/۰۱	۲۶۶۲۲	۰/۳۰	۰/۴۰	۵۰۴	۴/۸۹	۵۹۹
a*b اثر متقابل	۳	۱۹۶/۷۹ ^o	۲۳۹۵۰	۲۴۷۹	۳۱۳۴۰	۱/۹۵ ^o	۱/۳۳ ^o	۵۱۹	۸۰/۳۲	۷۰۵
a*c اثر متقابل	۳	۵۷/۲۹	۱۷۹۶۴۹ ^o	۴۴۹۶	۲۳۹۹۳۲ ^o	۰/۲۳	۰/۱۷	۳۷۹۵ ^o	۱۴۵	۵۳۹۸ ^o
b*c اثر متقابل	۹	۱۸/۱۳	۶۷۸۹۲	۳۳۱۳	۹۲۳۳۶	۰/۷۷	۰/۳۴	۱۴۳۵	۱۰۷	۲۰۷۵
a*b*c اثر متقابل	۹	۶۴/۷۴	۲۴۸۳۶	۶۰۴	۲۹۲۸۸	۰/۵۶	۰/۳۸	۵۴۲	۱۹/۵۹	۶۵۸
خطا		۷/۸۶	۵۹۶۱/۷۵	۱۲۶۳/۲۰	۷۵۴۳/۲۹	۰/۸۴	۰/۳۸	۹۰۵/۸۷	۱۸۰/۱۳۶	۱۱۴۲/۸۴
ضریب تغییرات (%)	-	۱۹/۵۶	۱۸/۱۷	۲۰/۵۷	۱۸/۵۸	۲۰/۲۹	۲۴	۱۹/۱۸	۲۰/۲۴	۱۹/۱۴

**** * به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.**

نتایج مقایسه میانگین اثرات ساده وزن تر و خشک ریشه های سورگوم نشان می دهد، بالاترین وزن تر (۷۹ گرم) و وزن خشک (۱۴/۳۲ گرم) ریشه ها مربوط به کاربرد کودهای نانوکلات ها به صورت ترکیبی و توام است به طوری که کمترین وزن تر و وزن خشک ریشه ها مربوط به تیمارهای شاهد است. بنابراین بنظر می رسد، کاربرد توام نانوکلات آهن و نانوکلات پتاسیم نسبت به کاربرد انفرادی آنها موجب توسعه و رشد ریشه گیاه می شود که این می تواند در جذب کارآمد آب، سایر عناصر غذایی، استقرار بهتر ریشه گیاه و... سودمند واقع شود. با توجه به نوظهور بودن فناوری نانو و روند رو به رشد تحقیقات در زمینه نانو کودها گزارش های کمی درباره ی اثر نانوکودها در افزایش کمی و کیفی رشد گیاهان موجود می باشد (شکل ۱). در آزمایشی اثر مصرف اکسید آهن نانو و معمولی بر غلظت آهن و رشد گیاه گندم رقم آتیلا مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که کاربرد حاکی اکسید آهن نانو در مقایسه با اکسید آهن معمولی، سبب افزایش معنی دار غلظت آهن گیاه، ارتفاع گیاه، طول سنبله، وزن هزار دانه، وزن خشک کاه و کلش گیاه و عملکرد گیاه گردید (مظاهری نیا و همکاران، ۱۳۸۹). قاسم زاده و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی اثرات نانو کود کلات پتاسیم بر تولید مینی تیوبر سیب زمینی، گزارش کردند که استفاده از نانو کود پتاسیم در مرحله رویشی و نیز رویشی + غده بندی، موجب افزایش تعداد مینی تیوبرها، مینی تیوبرهای بزرگتر از ۵ گرم و عملکرد گیاه سیب زمینی شد و با تیمار شاهد و کوددهی در مرحله غده بندی تفاوت معنی داری داشت.

۳۰/۱۱/۱۳۹۳- کد مقاله: ۲۵۸۷

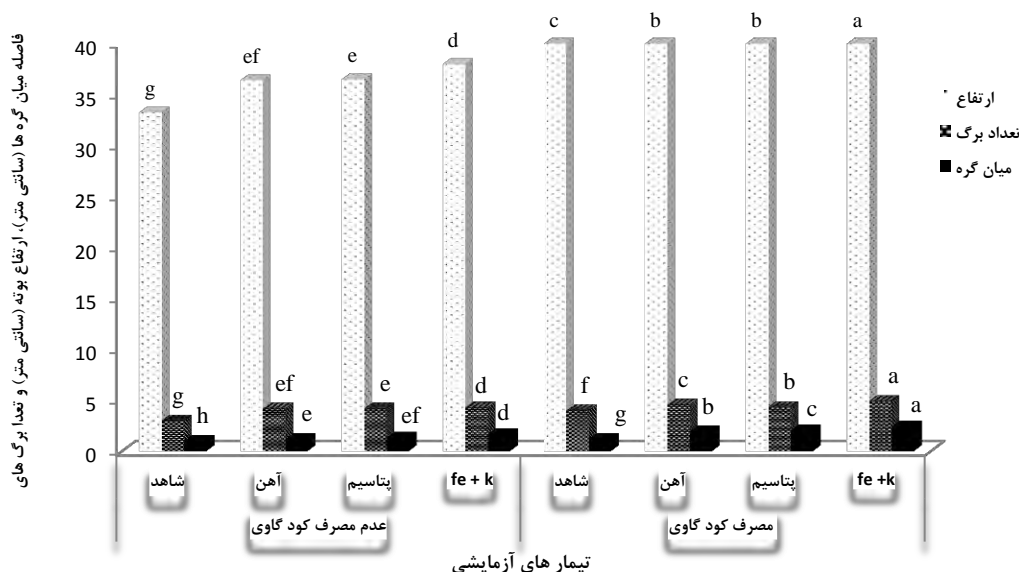


شکل ۱- مقایسه میانگین اثرات ساده وزن تر و خشک (گرم) ریشه تحت تاثیر کودهای نانوکلات ها

شکل (۲) نتایج مقایسه میانگین برای ارتفاع بوته، فاصله میان گره ساقه و تعداد برگ ها نشان می دهد، بالاترین ارتفاع (۴۶/۵ سانتی متر)، فاصله میان گره (۲/۴ سانتی متر) و تعداد برگ (۴/۹۱) در نتیجه مصرف کود گاوی به همراه نانوکلات ها به دست آمده است. بنابراین مصرف توام این کودها توانسته است ارتفاع، فاصله میان گره ساقه و تعداد برگ را در سورگوم بهبود بخشد که این می تواند در کارایی بهتر جذب نور توسط گیاه، رقابت با علف های هرز در شرایط مزرعه ایی و... سودمند واقع شود. نقش پتاسیم در حفظ پتانسیل آب سلول و کمک به جذب آب توسط گیاه، از دلایل افزایش ارتفاع بوته های سورگوم در واکنش به مصرف کودهای نانو حاوی پتاسیم به همراه مصرف کود گاوی می باشد. رشد گیاه نه تنها به تجمع مواد خام از طریق فتوسنتز و جذب عناصر بستگی دارد، بلکه به حفظ پتانسیل فشاری آب در گیاه جهت طویل شدن سلول ها نیز وابسته است (حیدری و اصغری پور، ۱۳۹۱). شایان ذکر است که افزایش ارتفاع، فاصله میان گره ها و تعداد برگ ها در تیمارهای کود تلفیقی احتمالاً به دلیل نیتروژن آزاد شده بیشتر در این تیمارها نسبت به سایر تیمارها بوده است. نتایج حاضر با نتایج حاصل از پژوهش های احمد و همکاران، (۲۰۰۷) همخوانی دارد. آنها گزارش کردند که کاربرد تلفیقی کود گاوی با سایر کودها نسبت به کاربرد جداگانه هر کدام از کودها باعث افزایش ارتفاع و فاصله میان گره در ذرت و گندم در شرایط مزرعه ای می شود. به نظر می رسد تلفیق از طریق هم افزایی دو منبع کودی موجب دسترسی به پتانسیل رشدی بهتر ساقه، برگ شده است. بنابراین، این نوع کوددهی علاوه بر صرفه جویی در زمان و هزینه می تواند با تامین نیاز گیاه از مصرف کودهای شیمیایی که مخاطرات زیست محیطی دارند، جلوگیری کرده و می تواند در استقرار کشاورزی پایدار نیز موثر واقع شود. به طور کلی بالا بودن فراهمی عناصر غذایی از طریق افزایش طول میانگرهها باعث افزایش ارتفاع گیاه میشود و در بین تیمارهای مورد بررسی نیز، تیمار تلفیقی دارای ارتفاع بالاتری بود که به دلیل بیشتر بودن قابلیت دسترسی ریشه های گیاه به عناصر غذایی نسبت به سایر تیمارها است. Hameeda و همکاران، (۲۰۰۶) نیز کاربرد تلفیقی باکتریهای محرک رشد با کمپوست را در ارزن مرواریدی مورد بررسی قرار داده و گزارش کردند که ارتفاع گیاه در این تیمارها افزایش معنی داری نسبت به شاهد داشته است. اردکانی و همکاران، (۱۳۷۹) نیز افزایش ارتفاع گیاه ناشی از کاربرد باکتریهای محرک رشد در گندم را

۳۰/۱۱/۱۳۹۳-کد مقاله: ۲۵۸۷

گزارش کردند. نتایج مطالعات داورینژاد و همکاران، (۲۰۰۲) نشان داد که کاربرد کمپوست شهری غنی شده به همراه دو بار کود سرک موجب افزایش معنی دار ارتفاع درگندم شد.

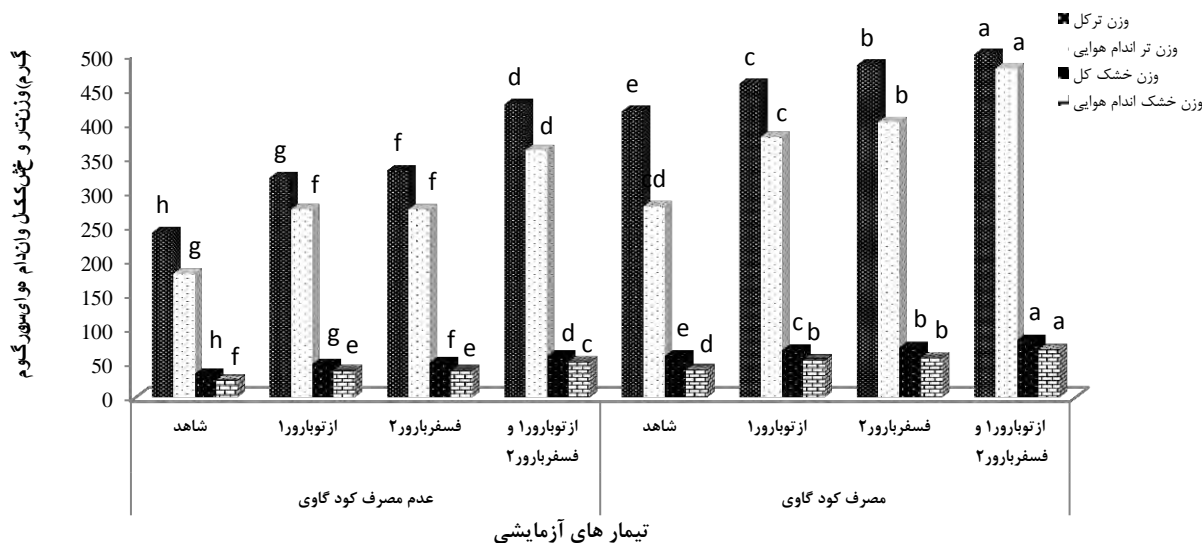


شکل ۲ - مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه کود گاوی × نانوکلات ها بر فاصله میان گره ها (سانتی متر)، ارتفاع بوته (سانتی متر) و تعداد برگ های ساقه

بر اساس نتایج ذکر شده، تلفیق کودهای آلی (کود دامی) با کودهای زیستی در مقایسه با کاربرد انفرادی هر کدام از کودها به طور معنی داری از کارایی کود بالاتری برخوردار بودند. شایان ذکر است از آن جایی که آزاد سازی عناصر غذایی در کودهای بیولوژیک تلفیقی، هماهنگ با نیاز گیاه است با بکارگیری ترکیبی از کودهای بیولوژیک می توان نیاز غذایی گیاه را بر طرف نمود. وزن تر و خشک کل و همچنین وزن تر و خشک اندام هوایی با کاربرد کود گاوی و ترکیبی از کودهای زیستی (از توبرور + فسفر بارور ۲) در مقایسه با کاربرد به تنهایی کود گاوی و کودهای زیستی برتری معنی داری داشت (شکل ۳). بالا بودن این صفات در تیمارهای ترکیبی از کود گاوی و کودهای زیستی به احتمال زیاد می تواند به دلیل بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک خاک در نتیجه کاربرد کود گاوی باشد که می تواند محیطی مطلوب را برای باکتری های موجود در کودهای زیستی فراهم کند و نتیجتاً موجب می شود گیاه آب و املاح غذایی را براحتی از خاک جذب کرده و به مصرف فرایندهای حیاتی خود برساند. اگر چه ممکن است که میزان نیتروژن و فسفر کل در خاک بالا باشد، اما اغلب به صورتی وجود دارد که یا برای گیاه غیر قابل استفاده هست و یا تنها در محیط ریزوسفر قابل استفاده می باشد (Zare et al., ۲۰۰۹). گاش و همکاران، (۲۰۰۴) نشان دادند که با کاربرد کودهای آلی و دامی، مخصوصاً در خاک های سنگین، فشردگی و تراکم خاک، در نتیجه افزایش خلل و فرج خاک، پائین می آید. کاهش فشردگی خاک و افزایش خلل و فرج آن موجب بهبود ساختار خاک و تهویه مناسب آن می شود. از طرفی محتوای آب قابل دسترس خاک نیز افزایش می یابد. مجموع عوامل مذکور باعث می شود تا رشد و گسترش ریشه و جذب عناصر غذایی افزایش یافته و در کل رشد عمومی گیاه بهبود یابد. کودهای آلی در صورتی که به صورت تلفیقی مورد استفاده قرار گیرند می توانند تأثیر جبرانی و مکمل را در برداشته باشند. ترکیب کودهای دامی و زیستی این امکان را فراهم می

۱۳۹۳/۱۱/۳۰ - کد مقاله: ۲۵۸۷

آورد که در دوره ابتدایی رشد گیاهان، کود زیستی مواد غذایی قابل جذب را برای آنها تأمین نموده و در دوره های بعدی رشد، کود دامی مواد غذایی پرمصرف و کم مصرف لازم را در اختیار گیاه قرار دهد. به نظر می رسد، کود گاوی با قدرت بالای جذب و نگهداری آب و نیز دارا بودن عناصر غذایی کم مصرف و پر مصرف و در نتیجه افزایش میزان فراهمی آب و این عناصر برای گیاه، باعث افزایش بیوماس تولیدی شده است. در مجموع اضافه کردن کودهای آلی ضمن تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه با بهبود شرایط فیزیکی و فرایندهای حیاتی در خاک و ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه باعث افزایش رشد اندام هوایی و میزان بیوماس تولیدی شده است. از طرف دیگر باکتریهای ازتوباکتر، آزوسپریلیوم باکتری های حل کننده فسفات با تولید ترکیبات تنظیم کننده رشد گیاه و افزایش فراهمی عناصر برای گیاه باعث افزایش فتوسنتز و میزان تولید ماده خشک در گیاه می شوند. اثرات هم افزایی متقابل باکتریها بر روی یکدیگر نیز عامل دیگری برای افزایش میزان تولید ماده خشک در گیاه است. نتایج تحقیق Kumar و همکاران، (۲۰۰۵) نیز نشان می دهد که در گیاه سورگوم استفاده از منابع کودهای آلی برای تأمین عناصر مورد نیاز گیاه باعث افزایش میزان عملکرد علوفه تولیدی می شود. همچنین با دارادین و رینادلز (۱۹۹۹) در مطالعه اثر عوامل محیطی روی عملکرد گندم مشاهده کردند که تیمار کود آلی بیشترین عملکرد را تولید نمود. در خصوص تفسیر اثر متقابل دو عامل بر میزان کلروفیل ها و کارتنوئید می توان اظهار داشت که بین مصرف کود گاوی و استفاده توأم با ازتوبارور ۱ و فسفر بارور ۲ یک رابطه هم افزایی و تشدید کننده وجود داشته که موجب بهبود بیوماس میکروبی و افزایش فعالیت آنها در جهت افزایش جذب عناصر معدنی از خاک شده و سپس از طریق رشد بهینه گیاه، موجب بهبود خصوصیات مرفولوژیکی و وزن تر و خشک اندام هوایی و کل در بوته گردد. یافته های بسیاری از محققان مؤید بهبود روابط میکروارگانیزم ها و اثرهای مثبت و هم افزایی آنها در خاک در اثر کاربرد مناسب کودهای آلی و زیستی می باشد (Sing et al, ۲۰۰۹). به نظر می رسد که برتری تیمارهای حاوی کود دامی و باکتریهای محرک رشد نسبت به شاهد می تواند حاصل بهبود شرایط خاک و دستیابی به عناصر غذایی که در نهایت به افزایش وزن خشک و تر و سایر خصوصیات مرفولوژیکی می انجامد، باشد. بنابراین مدیریت کود یک عامل مهم در موفقیت کشت گیاهان زراعی است و کودهای زیستی ازتوبارور ۱ و فسفر بارور ۲ سازگار با طبیعت و مناسب برای گیاه توانست اثرهای مطلوبی بر شاخص های مورفولوژیک گیاه داشته باشد، که بیانگر اثر متقابل خوب در این تیمار نسبت به شاهد و سایر تیمارها می باشد. به طور کلی بهتر است به جای استفاده از کودهای شیمیایی از کودهای آلی به همراه کودهای زیستی استفاده شود. کودهای شیمیایی علیرغم اینکه عملکرد را بهبود میبخشد، منجر به افزایش شوری و آلودگی خاک و آب میگردد. همچنین به سبب استفاده از مواد شیمیایی خارج مزرعه، از پایداری سیستم زراعی میکاهد. استفاده از کود آلی همراه با میکروارگانیسرها به خصوص در صورت تکرار در سالهای متوالی، به دلیل تاثیر مثبت بر افزایش ماده آلی خاک و به دنبال آن بهبود ساختمان خاک، همچنین به دلیل جلوگیری از آلودگی آب و خاک، منجر به افزایش پایداری سیستم می شود. تنها مشکل موجود در مورد استفاده از کودهای آلی، سرعت پایین تجزیه این مواد میباشد، که با استفاده از میکروارگانیسرها موثر و افزایش جمعیت میکروبی تجزیه کننده خاک، مشکل این مواد را حل کرد.



شکل 3- مقایسه میانگین اثر متقابل دوگانه کود گاوی × کودهای زیستی بر وزن تر و خشک کل (گرم)، وزن تر و خشک اندام هوایی (گرم).

نتیجه گیری کلی

مصرف پروتئین به عنوان یک نیاز ضروری برای انسان مطرح بوده، از آنجا که منابع حیوانی در حال حاضر به عنوان بزرگ ترین منبع تامین پروتئین مطرح هستند، نیاز به کشت گیاهان علوفه ای در مناطق مستعد که ممکن است قطب دامپروری نیز باشند، کاملاً مشهود است. استفاده از کودهای زیستی، آلی و عناصر که با فناوری نانو تهیه شده اند لازم و ملزوم یک دیگر می باشند. همانطور که در این تحقیق مشاهده شد، بهترین تیمار در بین تیمارهای اعمال شده، تیمار تلفیقی از مصرف کود دامی به همراه نانوکلات ترکیبی (نانوکلات آهن+نانوکلات پتاسیم) بر روی صفات کمی (ارتفاع بوته، فاصله میان گره ها و تعداد برگ ها) بود. اما در صفات وزن تر و وزن خشک کل، وزن تر اندام هوایی و وزن خشک اندام هوایی بالاترین مقدار آنها در تیمار تلفیقی از مصرف کود دامی به همراه کودهای بیولوژیک ترکیبی (ازتوبارور۱+فسفر بارور۲) به دست آمد. به طور کلی، میتوان بیان نمود، مدیریت تلفیقی کود دامی و کودهای بیولوژیک و نانوکلات کاهش خطرات زیست محیطی را در پی دارند، استفاده از این تیمارها ما را به کشاورزی پایدار نزدیکتر می کند.

منابع

- [۱] اردکانی، م.ر.، د. مظاهری، ف. مجد، و ق. نورمحمدی. ۱۳۷۹. بررسی کارایی مایکوریزا و استرپتومایسس در سطوح مختلف فسفر و تاثیر کاربرد آنها بر عملکرد و برخی صفات گندم. مجله علوم زراعی ایران (۲): ۱۷:۲-۲۸.
- [۲] حیدری، م. و م. ر. اصغری پور. ۱۳۹۱. اثر مقادیر مختلف سولفات پتاسیم بر عملکرد و اجزای عملکرد سورگوم دانه ای تحت تنش خشکی. نشریه پژوهش های زراعی ایران. ۱۰: ۳۸۱-۳۷۴
- [۳] رضایی، ر.، حسینی، س. م.، شعبانعلی فمی، ح. و صفا، ل. ۱۳۸۸. شناسایی و تحلیل موانع توسعه ی فناوری نانو در بخش کشاورزی ایران از دیدگاه محققان. فصلنامه علمی پژوهشی سیاست علم و فناوری، ۲(۱): ۲۶-۱۷.
- [۴] روستا، م. ج. ۱۳۷۵. بررسی فراوانی و فعالیت آروسپیریولوم در برخی از خاک های ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، ۲۰۱ صفحه.
- [۵] قاسم زاده، ن.، ع. الف. قلی پوری، د. حسن پناه، و د. جماعتی. ۱۳۹۱. مطالعه اثرات نانو کود کلات پتاسیم و تراکم کاشت ریز غده بر تولید غده چه (مینی تیوبر) و برخی از صفات کمی و کیفی مینی تیوبر در سیب زمینی. اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار در بخش های کشاورزی، منابع طبیعی و محیط زیست، تهران.
- [۶] کوچکی، ع.، نخ فروش، ع. و ظریف کتابی، ح.، ۱۳۷۶. کشاورزی ارگانیک (ترجمه). انتشارات دانشگاه فردوسی، مشهد، ۲۰۶ صفحه.
- [۷] مظاهری نیا، س.، ع. ر. آستارایی، ا. فتوت و ا. منشی، ۱۳۸۹. بررسی اثر مصرف اکسید آهن (نانو و معمولی) همراه با کمپوست گرانوله گوگردی بر غلظت آهن و رشد گیاه گندم رقم آتیلا. نشریه پژوهش های زراعی ایران، ۸: ۸۵۵-۸۶۱.
- [۸] Ahmad, R., S. M. Shahzad, A. Khalid, M. Arshad and M. H. Muhammad. ۲۰۰۷. Growth and yield response of wheat (*Triticum aestivum* L.). Pakistan Journal of Botany ۳۹: ۵۴۱-۵۴۹.
- [۹] Badaruddin, M., and M.P. Reynolds. ۱۹۹۹. Wheat management in warm environment: Effect of organic and inorganic fertilizer, irrigation frequency and mulching. American Society of Agronomy. Agronomy Journal. ۹۱: ۹۷۵-۹۸۳
- [۱۰] Davarynezhad, Gh., Gh. Haghnia, H. Shahbazi, and R. Mohammadian. ۲۰۰۲. The effect of compost and animal manure in production of Sugarbeet. Agricultural Science and Industry Journal. ۱۶ (۲): ۸۴-۸۵.
- [۱۱] Dobbelaere, S., Vanderleyden, J. & Okon, Y. ۲۰۰۳. Plant growth-promoting effects of diazotrophs in the rhizosphere. *Critical Review in Plant Sciences*, ۲۲, ۱۰۷-۱۴۹.
- [۱۲] Ghosh, P.K., Ramesh, P., Bandyopadhyay, K.K., Tripathi, A.K., Hati, K.M., and Misra, A.K. ۲۰۰۴. Comparative effectiveness of cattle manure, poultry manure, phosphocompost and fertilizer-NPK on three cropping systems in vertisols of semi-arid tropics. I. Crop yields and systems in performance. *Biores. Technol.* ۹۵: ۷۷-۸۳
- [۱۳] Hameeda, B., O.P. Rupela, G. Reddy and K. Satyavani. ۲۰۰۶. Application of plant growth-promoting rhizobacteria associated with composts and macrofauna for growth promotion of Pearl Millet (*Pennisetum glaucum* L.). *Biology and Fertility of Soils* ۴۳(۲): ۲۲۱-۲۲۷.
- [۱۴] Johnson, A. ۲۰۰۶. Agriculture and nanotechnology. Retrieved June ۲ ۲۰۰۶, from <http://www.tahan.com/Charlie/nano-society>.
- [۱۵] Kloepper, J. W., Lifshitz, R. & Zablutowicz, R. M. ۱۹۸۹. Free living bacteria inocula for enhancing crop productivity. *Trends Biotechnol*, ۷, ۳۹-۴۴.

۱۳۹۳/۱۱/۳۰ - کد مقاله: ۲۵۸۷

- [۱۶] Kumar, S., C.R. Rawat, S. Dhar, and S.K. Rai. ۲۰۰۵. Dry matter accumulation, nutrient uptake and changes in soil fertility status as influenced by different organic sources of nutrients to forage Sorghum (*Sorghum bicolor*). Indian Journal of Agricultural Sciences. ۷۵ (۶): ۳۴۰-۳۴۲.
- [۱۷] Lucy, M., Reed, E. & Glick, B. R. ۲۰۰۴. Applications of free living plant growth promoting rhizobacteria. *Antonie van Leeuwenhoek*, ۸۶, ۱-۲۵
- [۱۸] Sharma, A.K., ۲۰۰۲. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. *Agrobios, India*, ۴۰۷p.
- [۱۹] Singh, M., Kahlon. C. S. and K. Kaur. ۲۰۰۹. Effect of phosphate solubilizing bacteria, farmyard manure, and phosphorus on growth and yield of lentil *Lens culinaris* Medik. Department of Agronomy, G. B. Pant University of Agriculture & Technology, Pantnagar.
- [۲۰] Tilak, K. V. B. R., Singh, C. S., Roy, N. K. and Subba Rao, N. S. ۱۹۹۲. *Azospirillum brasilense* and *Azotobacter chroococcum* inoculum effect on maize and sorghum. *Soil Biol. Biochem.* ۱۴: ۴۱۷-۴۱۸.
- [۲۱] Zarea, M.J., Ghalavand, A., Mohammadi Goltapeh, E., Rejali, F., and Zamaniyan, M. ۲۰۰۹. Effects of mixed cropping, earthworms (*Pheretima* sp.), and arbuscular mycorrhizal fungi (*Glomus mosseae*) on plant yield, mycorrhizal colonization rate, soil microbial biomass, and nitrogenase activity of free-living rhizosphere bacteria. *Pedobiol.* ۵۲: ۲۲۳-۲۳۵.