فصلنامه پژوهش در علوم، مهندسی و فناوری
دوره ۸، شماره ۳، پائیز ۱۴۰۱
صفحات ۶۱-۷۰
Print ISSN: 2476-5082
www.uctjournals.com

تأثیر برخی کودهای دامی، شیمیایی و زیستی بر رشد و عملکرد ذرت دانه‌ای

حمید نیکویه

کارشناس بازرس شرکت بین المللی بازرسی رهاورد صنعت اترک

چکیده

به منظور بررسی تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای آلی، شیمیایی، زیستی و تلفیقی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت هیبرید سینکل کراس KSC-400 آزمایشی به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. فاکتور اول شامل تیمار کود دامی ۱۰۰٪، کود دامی ۵۰٪، کود شیمیایی ۱۰۰٪، کود شیمیایی ۵۰٪، کود شیمیایی ۵۰٪ + کود دامی ۵۰٪ و بدون کود (شاهد) و فاکتور دوم شامل تلقیح بذور با کود زیستی نیتروژن، کود زیستی فسفر، کود زیستی پتاسیم و فاقد کود زیستی بود. صفات مورد مطالعه شامل شاخص سطح برگ، سرعت رشد گیاه، ارتفاع بوته، طول بلال، قطر بلال، وزن ساقه بلال، وزن پوست بلال، تعداد ردیف بلال، تعداد دانه در ردیف و تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بودند. نتایج نشان داد که سیستم‌های مختلف تغذیه، کود زیستی و اثر متقابل آنها برای حداکثر شاخص سطح برگ، حداکثر سرعت رشدگیاه، حداکثر تجمع ماده خشک، تعداد دانه در ردیف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار بودند. علاوه بر تیمار کود شیمیایی ۱۰۰٪، بیشترین عملکرد دانه از تیمار سیستم تغذیه تلفیقی و کود زیستی نیتروژن بدست آمد همچنین، بیشترین عملکرد بیولوژیک نیز از تیمار مذکور حاصل گردید. بنابراین، استفاده از کودهای تلفیقی و کود زیستی نیتروژن برای کشت ذرت قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: ذرت دانه‌ای، کود دامی، کود شیمیایی، زیست‌کودها.

۱- مقدمه

تحلیل ۵۰ ساله روند تغییرات سطح زیر کشت وضعیت منابع آب، غذای مورد نیاز آتی، نـرخ رشد جمعیت بالا و دشواری افزایش سطح زیر کشت نیاز به تمرکز بر تولید بیشتر در واحد سطح برای تأمین غذای مورد نیاز جمعیت رو به رشد را نشان میدهد این امر موجب فشار بیشتر بر منابع خاک و به مخاطره افتادن دستیابی به تولید پایدار و امنیت غذا بوده و توجه به حاصلخیزی خاک به عنوان کلید پایداری را بیش از پیش آشکار می‌نماید (طهرانی و همکاران، ۱۳۹۹). بنا به گزارش سازمان خواروبار و کشاورزی، جهانی بین ۳۳ تا ۶۰ درصد افزایش تولیدات کشاورزی در جهان در چند دهه گذشته مرهون مصرف کودهای شیمیایی بوده و در کشورهای با مصرف بهینه کود، این افزایش حداکثر بوده است (حمدالله، ۲۰۲۰). اگرچه افزایش مصرف کودهای شیمیایی تولید غله جهان را از سال ۱۹۵۰ تا ۲۰۰۰ به بیش از سه برابر افزایش داد، اما امروزه دیگر از آن به عنوان معجزه تولید یاد نمی شود. این موضوع به آن دلیل است که مصرف بالای کودهای شیمیایی باعث می شود مواد مغذی اضافی به سفره های آب زیرزمینی و یا رودخانه ها و در نهایت به دریاها ریخته می شود.

افت کیفیت محصولات کشاورزی در اثر عدم مصرف بهینه ،کود انباشت فلزات سنگین و نیترات در ماده خشک گیاه از بین رفتن ذخیره ماده آلی خاک، کاهش قدرت نگهداری آب، کمبود سایر عناصر مغذی ضروری رشد، آلودگی منابع آبی و به خطر افتادن سلامت مصرف کنندگان همه از مشکلات ناشی از عدم توجه به مصرف کودهای شیمیایی به لحاظ نوع، مقدار و نوع مصرف آن میباشد. از این رو، مصرف بهینه کود، موثرترین، سهل الوصول ترین و اقتصادی ترین راه تحقق طرح افزایش عملکرد محصولات کشاورزی و پایداری در تولید است. روند مصرف کودهای شیمیایی در کشور نشان از این دارد که سیستم تقاضای این نهاده در کشور نامتعادل است و میزان مصرف آن به دلایلی بیش از نیاز واقعی اراضی زراعی است. ایـــن عـدم تناسب دلایل مختلفی دارد دلیل اصلی این است که زارعین و باغداران به واسطه یارانه پرداختی دولت کودهای شیمیایی را با قیمت خیلی پایین‌تری نسبت به قیمت واقعی دریافت می کنند. علاوه براین با توجه به جانشینی که بین نهاده ها وجود دارد کمبود برخی نهاده ها مانند آب سبب شـده است که کشاورزان از کودهای شیمیایی به عنوان نهاده جایگزین استفاده نمایند. البته این کمبود در برخی موارد جنبه فیزیکی و در موارد دیگر جنبه اقتصادی دارد. عدم آگاهی کشاورزان از جنبه های مخرب زیست محیطی در استفاده بیش از حد کودهای شیمیایی نیز مزید عـلـت شـده است. مصرف غیر اصولی و بلندمدت کودهای شیمیایی سبب تخریب تدریجی کیفیت خاک، کاهش ارزش کیفی محصول، برهم‌زدن تعادل طبیعی اکوسیستم و گسترش آلودگی‌های محیطی می‌گردد. اگرچه مصرف این کودها برای رفع کامل کمبود برخی از عناصر ضرورت دارد، ولی بـه هر صورت بهتر است که در حد مکمل کودهای بیولوژیک مورد استفاده و جایگزین گردند. کشاورزان معمولاً کودهای شیمیایی را بدون توجه به مواد غذایی مورد نیاز خاک و عدم انجام آزمایشات مورد نیاز مصرف میکنند و عناصر مورد نیاز گیاه در اختیار آن قرار داده نمی شود. از سوی دیگر در اغلب موارد این نکته که عناصر غذایی مورد نیاز گیاه در مراحل مختلف رشد متفاوت است، مورد توجه قرار نمی‌گیرد. لذا عناصر موجود در کودهای شیمیایی به دلیـل عـدم استفاده به موقع، در دسترس گیاه قرار نمی گیرد کریم زادگان و همکاران، ۱۳۸۵). مشکلات زیست‌محیطی ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی، انرژی و هزینه های تولید و تأثیر مخربی که بر چرخه زیستی و خود پایداری بوم نظام‌های زراعی دارند از یک سو و تأمین غذای کافی با کیفیت مناسب برای جمعیت روز افزون جهان از سویی دیگر تجدید نظر در روش های افزایش تولید محصولات زراعی را ضروری کرده است. در نظام‌های کشاورزی پایدار، استفاده از کودهای آلی مانند ورمی کمپوست کود حیوانی کودهای زیستی نیتروژن و فسفردار مورد توجه هستند. کشاورزی پایدار یک نظام تلفیقی مبتنی بر اصول اکولوژیک است.

در ایـن نـظـام بـه جـای استفاده از نهاده های خارجی نظیر کودهای شیمیایی و آفت کش ها از بقایای گیاهی، کودهای دامی، کودهای آلی و بیولوژیک و کنترل بیولوژیک آفات استفاده میشود تا ضمن ذخیره مواد غذایی در خاک، علفهای هرز و آفات کنترل شده و تنوع زیستی در مزارع افزایش یابد. از آنجا که مدیریت خاک از عوامل اصلی در نیل به کشاورزی پایدار محسوب می شود لذا جایگزینی تدریجی کودهای شیمیایی خصوصاً کودهای ازته و فسفره با کودهای بیولوژیک، بشر را در دستیابی به این هدف و تولید پایدار محصولات کشاورزی یاری می نماید (ملرو و همکاران، ۲۰۱۶).

مدیریت کودی به عنوان یک فرایند هدفمند ترکیب مناسب کودی را برای تولید محصولات کشاورزی با کمترین تلفات غذایی تعیین می.کند. گزینش مدیریت کودی به طور عمده به برنامه - های محیط زیست برای ممانعت از آلودگی زمین، آب و هوا بستگی دارد بنابراین، سیستم مدیریت کودی مناسب شایسته گسترش می‌باشد. مدیریت کودی باید بتواند با کاربرد مناسب کودهـا بر اساس توانایی و اهداف کشت کیفیت خاک مواد غذایی مورد نیاز گیاه و مزیت کشت را افزایش دهد (فلاح و همکاران، ۲۰۱۷).

کشاورزی پایدار از طریق جایگزینی کودهای شیمیایی با کودهای آلی و زیستی، در صدد افزایش حاصلخیزی و سلامت خاک حفظ محیط زیست و افزایش کیفیت محصولات می باشد. استفاده از کودهای آلی و دامی از طریق افزایش میزان ماده آلی خاک ایجاد تعادل مناسب بـیـن عناصر موجود در خاک و نیاز گیاه، و نیز بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک باعث افزایش حاصلخیزی و باروری خاک و در نهایت بهبود وضعیت رشدی و عملکرد گیاه می شود. با وجود مواد آلی در خاک مواد معدنی می توانند به صورت قابل حل در آب در آمده و قابل تبادل گشته و یا بخشی از مواد آلی باشند که به آرامی آزاد شده و در اختیار گیاه قرار گیرند، در نتیجه فرسایش و شستشوی خاک به حداقل کاهش می یابد. استفاده از کود دامی در سیستم ارگانیک و مدیریت پایدار خاک از اهمیت بالایی برخوردار است بسیاری از محققین اعتقاد دارند که کاربرد کودهای دامی با افزایش مواد آلی و هوموس خاک موجب افزایش درصد خلل و فرج و اسفنجی شدن بافت خاک و در نهایت کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک می شود. این عوامل نیز به نوبه خود موجب رشد و گسترش بیشتر ریشه گیاهان در خاک شده و متعاقباً جذب آب و عناصر غذایی در گیاه بهبود پیدا میکند (طهرانی و همکاران، ۱۳۹۹).

کود دامی، یکی از منابع آلی نیتروژن است که علاوه بر نقش تغذیه ای، دارای اثرات مفیـد بـر خواص فیزیکی خاک از جمله افزایش نفوذ پذیری خاک کاهش وزن مخصوص خاک، افزایش نگهداری آب در خاک و افزایش فعالیت میکروبی خاک میباشد لیکن باید توجه داشت که نیاز به نیتروژن در گیاهان با استفاده از کودهای دامی کمتر از کودهای شیمیایی در یک سال مصرف این کودها فراهم می گردد از این رو، کاربرد ترکیبی کود دامی و شیمیایی این امکان را فراهم می- سازد که در مراحل ابتدایی رشد گیاهان کود شیمیایی عناصر غذایی لازم را در اختیار گیاه قـرار دهد (اوولا، ۲۰۱۵ ؛ گوش و همکاران، ۲۰۱۴). علاوه بر کودهای آلی مصرف کودهای بیولوژیک نیز جایگاه قابل توجهی در کشاورزی پایدار به منظور جایگزین نمودن نهاده های شیمیایی دارا میباشد. استفاده از کودهای بیولوژیک به عنوان یک روش اکولوژیک برای زنده و فعال نگهداشتن سیستم حیاتی خاک مطرح اسـت. بـه علاوه تأمین عناصر غذایی به صورت کاملاً متناسب با تغذیه طبیعی گیاهان، کمک به تنوع زیستی، تشدید فعالیتهای حیاتی بهبود کیفیت و حفظ بهداشت محیط زیست و در مجموع حمایت از سرمایه های ملی خاک و آب از مهم‌ترین دلایل ضرورت استفاده از کودهای بیولوژیک می‌باشد.

بررسی‌ها نشان می‌دهد که کودهای شیمیایی یا دامی به تنهایی برای تولید پایدار کشاورزی نمی توانند مفید واقع شوند. از این رو، تأمین تلفیقی عناصر غذایی با استفاده از کودهای شیمیایی، آلی و زیستی کمبود مواد غذایی را جبران کرده حاصلخیزی خاک حفظ شده و تولید پایدار محصول را به همراه خواهد داشت (صالح راستین، ۱۳۹۹). در میان غلات، ذرت به دلیل برخورداری از تنوع ژنتیکی بالا ساده تـر بـودن مراحل کاشت، داشت و برداشت، خوش خوراکی در مقایسه با زراعت های دیگر از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. گیاه ذرت مواد قندی و نشاسته زیادی دارد پتانسیل عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک ذرت بسیار بیشتر از گندم، جو و برنج است. به دلیل همین قابلیت زیاد تولید، آن را پادشاه غلات نامیده‌اند.

ذرت یکی از غلات مهم و پر محصول و دارای اهمیت در تغذیه است و ایـن گـیـاه یکی از بهترین گیاهان برای تولید علوفه سبز، سیلو و دانه می‌باشد. ذرت گیاهی یکساله گرمسیری، روز کوتاه، دگر گشن ریشه افشان ساقه آن بسیار محکم، بند بند گره دار و میان تهی و معمولاً بـدون انشعاب و راست می باشد برگهای ذرت متناوب و دراز میباشد. گل آذین نر ذرت به صورت خوشه ای مرکب از سنبله های قرمز روشن می‌باشد گل آذین ماده آن از ۲ تا ۴ گلچه تشکیل شده که در کنار برگهای ذرت قرار دارد غشایی که روی بلال را می پوشاند سبز رنگ و مانند برگ می باشد. دانه های کروی شکل ذرت در اطراف محور مرکزی بلال قرار گرفته اند. این دانـه‌هـا بـه رنگ زرد یا قهوه ای می‌باشند. ارقام مختلف ذرت دارای ویژگی‌های متفاوتی

هستند به نحوی که ارتفاع ساقه ممکن است از ۶۰ سانتی متر تا ۷ متر و تعداد بـرگ در هـر ساقه بین ۸ تا ۴۴ برگ متغییر می باشد. ذرت براساس تاریخ گلدهی به ارقام زودرس متوسط رس و دیررس تقسیم می‌شوند (نورمحمدی و همکاران، ۱۳۹۴).
سالیانه بیش از صد میلیون هکتار از اراضی زراعی دنیا به کشت ذرت اختصاص پیدا می کند و به دلیل قدرت سازگاری به شرایط اقلیمی گوناگونی که دارد خیلی زود در تمام دنیا گسترش یافت و جایگاه دوم را بعد از گندم از نظر سطح زیر کشت به خود اختصاص داده‌است (بریتانیکا، ۲۰۱۶). اهمیت محصول و بالا بودن سطح زیر کشت زیاد این گیاه به علت قدرت تطابق آن با شرایط گوناگون اقلیمی میباشد به همین علت ذرت جزو عمده ترین محصولات مناطق معتدله، معتدلـه گرم، نیمه گرمسیر و مرطوب بشمار می‌رود (نور محمدی و همکاران، ۱۳۹۴).
به دلیل داشتن ریشه ای عمیق و قدرت جذب خوب مواد غذایی، ذرت گیاه کم توقعی میباشد. ذرت را میتوان در زمین‌های متفاوت از نظر حاصلخیزی و بافت خاک کشت کرد. این گیاه نسبت به شوری خاک حساس بوده و باید از کاشت آن در زمینهای شور خودداری کرد. شوری ۵، ۶ و ۷ میلی موس بر سانتی متر به ترتیب موجب کاهش ۱۰ ، ۲۵ و ۵۰ درصدی عملکرد ذرت می شود. بهترین زمین برای ذرت، خاک های عمیق با بافت متوسط، زهکشی خوب و قدرت نگهداری زیاد آب است (نور محمدی و همکاران، ۱۳۹۴).
علی زاده و همکاران (۲۰۱۸) نیز نشان دادند با کاربرد مایکوریزا و آزوسپیریلوم، میزان مصرف کود شیمیایی ازت و فسفر به میزان ۵۰ درصد در گیاه ذرت کاهش یافت. براساس گزارش کوهن و همکاران (۱۹۸۰) وزن خشک اندامهای هوایی ذرت در اثر تلقیح بذرها با باکتری آزوسپیریلیوم افزایش می یابد. نتایج یک پژوهش نشان داد اگرچه کود شیمیایی فسفره، باکتریهای حل کننده فسفات یا قارچ مایکوریزا هر یک به تنهایی بر رشد و عملکرد ذرت مؤثر بوده اند ولی هنگامی که کودهای زیستی همراه با کود شیمیایی فسفره استفاده شدند نتایج مطلوب تری داشتند. در واقع نتایج حاصل از این تحقیقات حاکی از آن است که استفاده از کود زیستی مایکوریزا و باکتری ضمن آن که سبب کاهش مصرف کود شیمیایی فسفره می گردد، از سوی دیگر موجب افزایش عملکرد نیز می‌شود (قاسمی، ۱۳۸۵). تانوار و همکاران (۲۰۱۲) با استفاده از تیمارهای مختلف کود فسفره و کودهای زیستی (ریزوبیوم و باسیلوس) در لوبیا نشان دادند که اثر متقابل بین میزان فسفر و کودهای زیستی معنی دار است. همچنین با هر دو مایه تلقیح به علاوه کاربرد ۶۰ کیلوگرم کود فسفره باعث بالاترین تعداد گره در گیاه و عملکرد دانه شد. قاضی الکارکی و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که مایکوریزا و باکتریهای حل کننده فسفات تأثیر مثبتی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم دارند. نتایج تحقیقی به منظور بهینه سازی مصرف کودهای شیمیایی فسفردار در زراعت ارقام دانه ای ذرت نشان داد که در تیمارهایی که در آنها کود بیولوژیک به همراه مقادیر مطلوب کودهای شیمیایی استفاده شده بود مقادیر درصد روغن درصد فسفر و عملکرد دانه از تیمار شاهد و تیمارهایی که در آنها از کودهای شیمیایی فسفره استفاده شده بود از نظر آماری معنی دار بود. از طرف دیگر نشان داد که در حضور باکتریهای حل کننده فسفات میزان مصرف کودهای شیمیایی فسفردار نیز تا ۵۰ درصد کاهش می یابد (توحیـدی مـقـدم و همکاران ۱۳۸۵). بررسی آماری اطلاعات جمع آوری شده از مزارع مصرف کننده کود بیولوژیکی فسفر بارور ۲ در کشور نشان داد، که مصرف کود بیولوژیکی فسفر بارور ۲ به همراه مقادیر معینی از کودهای شیمیایی فسفره بـــر اساس فسفر قابل دسترس خاک باعث بیشترین افزایش عملکرد محصول می گردد (حسین زاده، ۱۳۹۴).

نتایج استفاده از کود زیستی فسفات بارور ۲ در مناطق مختلف کشور حاکی از آن است که در اکثر موارد، کاربرد کود زیستی فسفات بارور ۲ موجب افزایش بالای ۱۰ درصدی عملکرد گیاهان زراعی شده است (حسین زاده، ۱۳۹۴). گزارش شده است افزایش میزان کود نیتروژن تا ۴۲۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار وزن خشک کل بوته، عملکرد دانه و شاخص برداشت را افزایش می دهد، محققان اعلام کردنـد کـه نیتروژن روی تعداد ردیف دانه در بلال اثر معنی داری ندارد ولی باعث افزایش تعداد دانه در ردیف به طور معنی دار میگردد (موسچیلر و همکاران، ۲۰۱۸).

جذب عناصر در یونجه یکساله گونه اسکو تالا تا نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد علوفه درصد پروتئین و جذب عناصری مانند فسفر، پتاسیم، کلسیم و نیتروژن در حضور کود بیولوژیک در تلفیق با مقدار مناسبی از کود فسفره حاصل شد افراسیابی (۱۳۹۰) کاربرد کود فسفات زیستی در رازیانه موجب افزایش مقدار اسانس در دانه و مقدار آنتول و لیمونن در اسانس در مقایسه با عدم مصرف شد (درزی، ۱۳۹۷). در مورد نقش کودهای زیستی بر کمیت و کیفیت اسانس گیاه انیسون " نتایج نشان داد که، کاربرد ترکیب سه باکتری از جنس های از توباکتر، آزوسپیریلوم و سودوموناس به شکل تلقیح، بر درصد اسانس، عملکرد اسانس، درصد آنتول، مقدار نیتروژن و فسفر دانه اثر معنی داری داشت (خالص روش، ۱۳۹۰).

هدف این پژوهش بررسی تأثیر کودهای زیستی به تنهایی و به همراه تیمارهای مختلف تغذیه ای (آلی، شیمیایی و تلفیقی بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه ای در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و جایگزینی این کودها با منابع بیولوژیک بود.

۲- روش اجرا

آماده سازی زمین و کوددهی

جهت آماده سازی زمین مورد آزمایش، شخم عمیق و عملیات دوبار دیسک زنی عمود برهم قبل از کاشت انجام شد. سپس زمین توسط شیار ساز به صورت جوی و پشته در آمد. کودهای مورد نیاز براساس نتایج آزمایش خاک توصیه کودی و تیمار مورد نظر به این صورت مصرف گردید: برای کود نیتروژن به میزان ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع ،اوره، کود فسفر به میزان ۴۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپرفسفات تریپل و کود پتاسیم به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم همگی محصول شرکت صنایع پتروشیمی کرمانشاه استفاده شد. کود دامی نیز به میزان ۲۵ تن در هکتار از نوع کود گاوی کاملاً پوسیده شده استفاده شد که در مرحله کاشت بذر و به صورت نواری مصرف گردید. مصرف کود نیتروژنه به صورت نصف اوره در زمان کاشت و مابقی به صورت سرک در مرحله ۶ تا ۸ برگی صورت گرفت. تلقیح بذر با کود زیستی بارور ۱ (کود زیستی نیتروژنه کود زیستی بارور ۲ کود زیستی فسفره و کود زیستی بارور ۳ (کود زیستی پتاسه) محصول شرکت زیست فناور سبز انجام گرفت.

ابعاد و مشخصات آماری طرح

آزمایش به صورت کرتهای خرد شده اسپلیت پلات بر پایه طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار به اجرا در آمد. فاکتور اصلی شامل تیمار (۱) کود دامی (۱۰۰، ۲) کود دامی ۵۰٪، ۳) کود شیمیایی (۱۰۰ (۴) کود شیمیایی (۵۰ (۵ کود شیمیایی ۵۰٪ + کود دامی ۵۰٪ و ۶) بدون کود (شاهد) و فاکتور فرعی شامل تیمارهای تلقیح بذور با (۱) کود زیستی نیتروژن، ۲) کود زیستی فسفر، (۳ کود زیستی پتاسیم و (۴) فاقد کود زیستی بود.

مشخصات کرتهای آزمایش

هر کرت شامل پنج ردیف کاشت به طول شش متر با فاصله ردیف ۷۰ سانتی متر و فاصله بوته - ها روی ردیف ۲۰ سانتی متر بود. به طوری که تراکم ۷۱۴۰۰ بوته در هکتار انجام گرفت. بین بلوک های آزمایش یک و نیم متر فاصله در نظر گرفته شد.

مشخصات خاک محل آزمایش

قبل از کشت از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری خاک نمونه گیری صورت گرفت و مقادیر کود مورد نیاز با توجه به نیتروژن فسفر و پتاسیم موجود خاک و تیمار مورد نظر محاسبه شد (ویژگی- های فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱۲ نشان داده شده است).

نمونه برداری طی فصل رشد

نمونه برداری از گیاهان ۲۵ روز پس از کاشت آغاز و به طور منظم به فواصل ۱۴ روز یکبار انجام گرفت. در هر بار نمونه برداری از هر کرت تعداد ۳ بوته به صورت تصادفی و با رعایت اثـر حاشیه از ناحیه طوقه برداشت و پس از انتقال به آزمایشگاه سطح برگ گیاه و وزن خشک اندام - های هوایی گیاه اندازه گیری شد. اندازه گیری توسط ترازو با دقت ۱/۰ گرم انجام گردید. برای اندازه گیری وزن خشک گیاه اندامهای مختلف گیاه در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی گراد بـه مدت ۷۲ ساعت قرار گرفتند.

اندازه گیری عملکرد و اجزای عملکرد

در پایان فصل رشد برداشت در سطحی معادل ۳ متر مربع و از سه ردیف میانی هر کرت پس از حذف اثر حاشیه انجام گرفت. اجزای عملکرد شامل تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در ردیف، تعداد دانه در بلال وزن هزار دانه برای ده بوته تصادفی از ردیفهای کاشت غیر حاشیه ای تعیین شد. عملکرد دانه بر اساس ۱۴ درصد رطوبت محاسبه شد.

تجزیه آماری با استفاده از نرم افزار SAS و برای ترسیم شکلها از نرم افزار Excel استفاده گردید. مقایسه میانگین تیمارها با آزمون LSD و در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

۳- یافته‌ها

ارتفاع بوته

تجزیه واریانس ارائه شده در جدول ۱ نشان می‌دهد که ارتفاع بوته به طور معنی‌دار تحت تأثیر سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای و تلقیح بذور با کود زیستی و اثر متقابل آنها قرار نگرفته‌است. این در حالی است که مقصودی و همکاران (۱۳۹۳) و همچنین چیما و همکاران (۲۰۱۰) استفاده از سیستم تغذیه تلفیقی را باعث افزایش ارتفاع گیاه ذرت دانستند. آنها فراهم بودن عناصر غذایی به خصوص نیتروژن در مرحله رویشی را دلیل این امر ذکر کرده‌اند. دسترسی بیشتر به نیتروژن خاک افزایش ارتفاع در سیستم تغذیه تلفیقی نسبت به سایر سیستم های تغذیه ای بدنبال دارد ولی در ایـــن آزمایش تأثیر مذکور مشاهده نشد که می‌تواند بدلیل تأثیر بیشتر ژنوتیپ (رقم) مورد استفاده یا عوامل دیگر باشد.

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر سیستمهای مختلف تغذیه و کود زیستی بر شاخص‌های رشد ذرت دانه

منابع تغییرات	میانگین مربعات			
	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
بلوک	۸۸۳۶/۲۴ **	۰/۹۷**	۲۷/۳۹*	۶۶۱۸۹/۶۲**
سیستم تغذیه (F)	۹۲/۳۴Ns	۱/۸۷**	۱۱۱/۴۹**	۱۶۰۰۲/۳۲**
خطای الف	۹۳/۳۴	۰/۰۴	۶/۱۱	۲۰۸۵/۶۲
کود زیستی(B)	۹/۸۳ ns	۰/۳۶**	۶/۹۱/**	۱۵۶۷۶/۸۲**
F*B	۲۲۲/۴۶	۰/۰۱۸*	۰/۱۹*	۲۲۸۶/۸۵**
خطای ب	۱۲۵/۸۳	۰/۰۱	۰/۰۸	۶۱۰/۸۵
ضریب تغییرات ٪	۵/۶۳	۲/۷۰	۰/۷۸	۱/۴۸

Ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

شاخص سطح برگ(LAI)

کاربرد پارامترهای رشدی به ویژه شاخص سطح برگ ابزار مناسبی برای تجزیه و تحلیل رشد و نمو گیاه و قابلیت استفاده از منابع محیطی خصوصاً نور است. سطح برگ از طریق تأثیر در جذب تابش خورشیدی، در تولید ماده خشک گیاهی اثر تعیین کننده ای دارد به طوری که در بسیاری از گیاهان با به حداکثر رسیدن سطح برگ سایه انداز جذب تابش و به دنبال آن ساخت ماده خشک به حداکثر خواهد رسید (کلارک و سیمپسون، ۲۰۱۸)

براساس نتایج جدول۱، اثر سیستم‌های مختلف تغذیه و کود زیستی بر حداکثر شاخص سطح برگ در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد و اثر متقابل این دو نیز در سطح احتمال پنج درصد بر حداکثر شاخص سطح برگ معنی دار است. بیشترین شاخص سطح برگ از تیمار تلفیقی کود شیمیایی ٪۵۰ + کود دامی ٪۵۰) به همراه کود زیستی نیتروژن بوده که بطور معنی داری بیشتر از سایر تیمارها می باشد. حداکثر شاخص سطح برگ حاصل از تیمار تلفیقی و سایر کودهای زیستی (فسفر و پتاسیم) نیز در جایگاه بعدی قرار دارد که اختلاف معنی داری را با حداکثر شاخص سطح برگ حاصل از تیمار کود شیمیایی ٪۱۰۰ و کودهای زیستی نیتروژن و فسفر نشان نداد. کمترین شاخص سطح برگ نیز حاصل تیمار شاهد عدم مصرف هرگونه کودی بوده است. بنابراین، استفاده از کود تلفیقی به همراه کود زیستی نیتروژن باعث افزایش حدود ۵/۵۰ درصدی در حداکثر سطح برگ نسبت به تیمار شاهد شده است. همچنین می توان گفت که استفاده از کود تلفیقی و کود شیمیایی کامل به ترتیب باعث افزایش حدود ۲۹ و ۲۵ درصدی در حداکثر سطح برگ نسبت به تیمار شاهد شده، ضمن اینکه تلقیح بذور با کود زیستی نیتروژن، فسفر و پتاسیم نیز به ترتیب باعث افزایش حدود ۱۰، ۶ و ۵ درصدی در حداکثر شاخص سطح برگ نسبت به عدم مصرف کود زیستی گردید. احتمالاً تأمین تلفیقی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه منجر به افزایش آماس سلولی، تقسیم و بزرگ شدن سلولی و همچنین توسعه بیشتر سیستم ریشه ای گیاه جهت جذب عناصر غذایی شده که این امر افزایش شاخص سطح برگ در سطوح کودی تلفیقی نسبت به سطوح کودی آلی و شیمیایی را به دنبال داشته است. از جمله دلایل افزایش سطح برگ در تیمار تلقیح شده با باکتری های محرک رشد می توان به تولید انواع ترکیبات مؤثر در رشد گیاه مانند ویتامینها، هورمونهای محرک رشد و اسیدهای آمینه به عنوان عوامل محرک رشد گیاه، تثبیت زیستی نیتروژن یا فراهمی فسفر، گوگرد و سایر عناصر غذایی به ویژه ریز مغذی ها در خاک و گسترش سطح ریشه در اثر فعالیت باکتریها و به دنبال آن افزایش جذب عناصر غذایی توسط ریشه گیاه از نقاط دورتر و عمیق تر از سطح ریشه اشاره کرد (غلامی و همکاران، ۲۰۱۹).

مقصودی و همکاران (۱۳۹۳) گزارش کردند که سطح برگ حاصل تیمار سطوح کودی تلفیقی بیشتر از سطوح کودی آلی و شیمیایی بوده است. همچنین شاخص سطح برگ در تیمار تلقیح یافته با کود زیستی نسبت به تیمار شاهد عدم تلقیح به میزان ۵۲ درصد افزایش یافت. گزارشات بسیاری همچون عزیز و همکاران (۲۰۱۰) آموجویگبی و همکاران (۲۰۰۷) مبنی بر افزایش تعداد برگ و سطح برگ ذرت در اثر کاربرد تلفیقی کودها، وجود دارد که با یافته های حاصل از این آزمایش مطابقت دارد. این پژوهشگران دلیل این امر را به بهبود وضعیت جذب عناصر در خاک نسبت دادند. نادری و قدیری (۲۰۱۰) طی آزمایشی با بررسی دو سطح کود شیمیایی ۲۰۰ و صفر کیلوگرم در هکتار و سه سطح کود دامی ۵۰، ۲۵ و صفر تن در هکتار و سه سطح کمپوست ۵۰، ۲۵ و صفر تن در هکتار گزارش کردند که با افزایش کود دامی و کمپوست و کود شیمیایی تجمع ماده خشک، تعداد و سطح برگ ذرت افزایش پیدا کرد.

در تحقیق ابراهیم قوچی و همکاران (۱۳۹۲) شاخص سطح برگ ذرت حاصل از تیمار کود شیمیایی، بیشتر از تیمارهای کود شیمیایی + زیستی و تلفیق کود شیمیایی و دامی بود به نظر ایشان در تیمار مذکور به دلیل جذب سریع تر و بیشتر نیتروژن از خاک نسبت به منابع آلی و زیستی و همچنین افزایش بازده جذب مواد غذایی در گیاه و به دنبال آن گسترش بیشتر و تداوم سطح برگ، دارای شاخص سطح برگ بالاتر میشوند که منجر به ایجاد منبع فیزیولوژیکی کافی جهت استفاده هر چه بیشتر نور دریافتی و تولید ماده خشک و عملکرد علوفه بیشتر می‌شود.

جدول ۲- تجزیه‌ی واریانس تاثیر سیستم‌های مختلف تغذیه و کود زیستی بر وزن هزاردانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت ذرت دانه‌ای

منابع تغییرات	میانگین مربعات			
	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
بلوک	۴۵/۳۴ns	۲۵۰۴۶۶/۰ ns	۲۲۷۶۵۱۶/۷ ns	۱۶/۸۵ ns
سیستم تغذیه (F)	۹۸۱/۶۵**	۹۸۲۴۹۷۷/۷۷**	۵۰۶۰۰۹۵۷/۱**	۱۲/۸۷ ns
خطای الف	۲۵/۵۹	۱۷۴۵۰۲/۹۹	۸۹۵۱۲۳۸/۴	۵/۸۲
کود زیستی(B)	۲۲۰/۹۲**	۲۴۴۰۳۵۷/۳۷**	۷۲۴۹۳۵/۲**	۸/۸۹*
F*B	۶۱/۸۸**	۸۵۵۹۴/۲۸*	۵۷۲۱۶۴/۹*	۶/۰۶*
خطای ب	۱۸/۰۴	۳۹۰۵۴/۲۱	۲۹۲۳۹۵/۰	۲/۶۵
ضریب تغییرات ٪	۱/۹۲	۲/۵۳	۲/۸۸	۳/۹۰

Ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس ارائه شده در جدول ۲ نشان‌دهنده تأثیر معنی دار سیستم های مختلف تغذیه ای و کود زیستی در سطح احتمال یک درصد بر عملکرد بیولوژیک می باشد. همچنین، اثر متقابل آنها نیز با سطح احتمال پنج درصد معنی دار شد. بیشترین میزان ماده خشک تولید شده به میزان ۲۲۱۸۴ کیلوگرم در هکتار مربوط به سیستم تغذیه تلفیقی کود دامی ۵۰٪ + کود شیمیایی ۵) و کود زیستی نیتروژن بوده که اختلاف معنی دار با سایر کودهای زیستی در همین تیمار و سیستم کود شیمیایی ۱۰۰ نداشت. کمترین میزان تولید عملکرد بیولوژیک به میزان ۱۵۱۷۷ کیلوگرم در هکتار نیز از تیمار بدون مصرف کود (شاهد) بدست آمده که حدود ۴۶ درصد کمتر از سیستم تغذیه تلفیقی و کود نیتروژن میباشد. نتایج (جدول) (۱۲۳) نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک در هنگام تلقیح بذور با کود زیستی نیتروژن (۱۹۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) حاصل شده که البته اختلاف معنی داری را با بذور تلقیح شده با کود زیستی فسفر (با عملکرد ۱۹۱۴۴ کیلوگرم در هکتار) نشان نمی‌دهد. تیمار شاهد عدم تلقیح) با تولید ۱۷۸۲۹ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد بیولوژیک را به خود اختصاص داده است. تلقیح بذور با کود زیستی نیتروژن، فسفر و پتاسیم به ترتیب باعث افزایش حدود ۸ ۷ و ۵ درصدی در عملکرد بیولوژیک شده است.

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس در جدول ۳ نشان میدهد که اثر کودهای زیستی بر شاخص برداشت در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار است ولی انواع سیستم تغذیه ای بر این شاخص تأثیر معنی داری نداشت ضمن این که تأثیر متقابل کود زیستی و سیستم های تغذیه ای بر شاخص برداشت نیز در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار میباشد. بیشترین شاخص برداشت از تیمار کود شیمیایی ۵۰٪ و کود زیستی نیتروژن حاصل شده و کمترین میزان شاخص برداشت نیز از تیمار کود دامی ۵۰٪ بدون مصرف کود زیستی ناشی شده است. گیاهان تحت تیمار تلقیح با کود زیستی پتاسیم بیشترین میانگین شاخص برداشت (۲/۴۲ درصد) را داشته اند که اختلاف معنی داری را با مصرف کودهای زیستی نیتروژن و فسفر نشان نمی دهد. کمترین شاخص برداشت نیز متعلق به تیمار شاهد عدم مصرف کود زیستی بود. تیمار کود شیمیایی ۵۰٪ و تلفیقی (کود شیمیایی ۵۰٪ + کود دامی (۵۰٪ و کود دامی ۱۰۰٪ بیشترین میانگین شاخص برداشت را تولید کرده و تیمار کود دامی ۵۰٪ با ۷/۴۰ درصد کمترین شاخص برداشت را به خود اختصاص داده است.

حمزه‌ای و سرمدی نایبی (۱۳۸۹) گزارش کردند که تأثیر سطوح مختلف نیتروژن و کود زیستی بر شاخص برداشت معنی دار بوده است. مقصودی و همکاران (۱۳۹۳) افزایش شاخص برداشت تحت تأثیر کاربرد کود زیستی را با توجه به اثر افزاینده آنها بر رشد رویشی و زایشی توجیه پذیر دانسته و گزارش کردند که در تیمار تلقیح شده بذر با کود زیستی در مقایسه با تیمار شاهد به میزان ۴/۵ درصد افزایش شاخص برداشت مشاهده گردید. بنابراین، می توان بیان داشت که باکتریها با تأثیر بر تسهیم وزن خشک بوته و تخصیص ماده خشک بیشتر به دانه سبب افزایش شاخص برداشت شده اند. ثانی و همکاران (۲۰۰۷) گزارش دادند که با باکتری های از توباکتر و آزوسپیریلیوم شاخص برداشت به ۱/۵۱ درصد نسبت به تیمار شاهد (عدم تلقیح) افزایش یافته است. در تحقیق دیگر بالاترین میزان شاخص برداشت در تیمار کود شیمیایی کامل با مقدار ۹۱/۵۳ درصد و کمترین شاخص برداشت در تیمار کاربرد کود بیولوژیک به تنهایی با مقدار ۳۴/۴۵ درصد بدست آمد ابراهیم پور و همکاران (۱۳۹۱) عیدی زاده و همکاران (۱۳۹۰) نیز گزارش کردند که بالاترین شاخص برداشت در تیمار کود شیمیایی و کمترین شاخص برداشت در تیمار کاربرد کود زیستی مشاهده شد.

۴- نتیجه‌گیری نهایی

به طور کلی، می توان نتیجه گرفت که گرچه استفاده از کود شیمیایی برای تولید ذرت مقرون به صرفه میباشد ولی چنانچه کاربرد این نوع کودها در مقادیر کمتر از مقادیر توصیه شده به صورت تلفیقی با انواع دیگر کودها صورت گیرد می تواند عملکرد بیشتری نسبت به کاربرد هر یک از آنها به تنهایی داشته باشد در این پژوهش بیشترین عملکرد ناشی از استفاده کودهای تلفیقی (کود شیمیایی ٪۵۰ + کود دامی (٪۵۰ بوده که با کاربرد کود شیمیایی ٪۱۰۰ (توصیه شده با توجه به شرایط خاک تفاوتی نداشت. نتایج این پژوهش نشان داد کاربرد کودهای زیستی می‌تواند علاوه بر مزیتهای کاهش مصرف کودهای شیمیایی عملکرد مطلوبی را نیز ایجاد کند. در این صورت می توان از پیامدهای منفی مصرف مفرط نهاده‌های شیمیایی کاست. همچنین، نتایج این آزمایش نشان داد ذرت گیاهی است که برای تولید عملکرد مطلوب، نیاز غذایی بالایی داشته که کودهای زیستی موجود به تنهایی نمی توانند جایگزین کودهای شیمیایی شوند، بلکه باید از آنها به شکل مکمل در کنار کودهای شیمیایی استفاده کرد. در ضمن باید توجه داشت که اثرات افزودن کود دامی پوسیده به خاک در بلند مدت بسیار مطلوب تر از آثار کوتاه مدت آن می باشد لذا توصیه به استفاده از کود دامی نیز همچنان وجود خواهد داشت.

۵- پیشنهادات

۱. همانطور که اشاره شد اثرات کود دامی در دراز مدت بیشتر بوده لذا تکرار چنین آزمایشاتی طی چندین سال قابل توصیه می‌باشد.
۲. درک جزئیات تأثیر کاربرد تلفیقی کودهای آلی و شیمیایی و شناسایی سطوح مناسب اختلاط این منابع غذایی با هدف افزایش کارایی مصرف آنها و بهبود عملکرد، نیازمند پژوهش‌های تکمیلی است.
۳. جدا سازی سویه های بومی باکتریها و مقایسه آنها با کودهای زیستی تجاری. بررسی واکنش ارقام دیگر ذرت و یا ارقام سایر گیاهان زراعی به کودهای زیستی.
۴. مطالعه اثر کودهای زیستی بر رشد و نمو و عملکرد ذرت و سایر گیاهان زراعی در خاک های برخوردار از مقادیر متفاوت ماده آلی.
۵. تأثیر کاربرد کودهای مختلف بر نتیجه رقابت گیاهان زراعی به علف های هرز موجود در مزرعه.

منابع

۱. ابراهیم قوچی، ز. محسن آبادی، غ. احتشامی، س م و فرقانی، ا. ۱۳۹۲. "کاربرد تلفیقی کودهای شیمیایی، زیستی و دامی بر خصوصیات رشدی ذرت علوفه‌ای در منطقه رشت". تحقیقات غلات. ۳ (۲): ۱۴۳-۱۵۴.

۲. افراسیابی، م. امینی دهقی، م و مدرس ثانوی، ع. ۱۳۹۰. "تأثیر کود بیولوژیک فسفر بارور۲ و سوپرفسفات تریپل بر عملکرد، کیفیت و جذب عناصر در یونجه یکساله گونه اسکوتالاتا (Robinson Medicago scutellata. cv)". دانش زراعت. ۴ (۴): ۵۴-۴۳.

۳. حسین زاده، ح. ۱۳۹۴. "گزارش تأثیر کود زیستی فسفات بارور۲ بر عملکرد گیاهان زراعی شرکت زیست فناور سبز". انتشارات جهاد دانشگاهی، ۴۵.

۴. حمزه‌یی، ج و سرمدی نایبی، ح. ۱۳۹۹. "تأثیر کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی بر عملکرد، اجزای عملکرد، کارایی زراعی و جذب نیتروژن در ذرت". فن‌آوری تولیدات گیاهی، ۱۰ (۲): ۶۴-۵۳.

۵. خالص روش، ن. قلاوند، ا. سفیدکن، ف و اصغرزاده، ا. ۱۳۹۰. "تأثیر نهاده‌های زیستی و آلی بر کمیت و کیفیت اسانس و میزان جذب برخی عناصر در گیاه دارویی انیسون (L. Pimpinella anisum)" گیاهان دارویی و معطر ایران، ۲۷(۴): ۵۶۰-۵۵۱.

۶. درزی، م. قلاوند، ا و رجالی، ف. ۱۳۹۷. "بررسی اثر کاربرد میکوریزا، ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر گلدهی، عملکرد بیولوژیک و همزیستی ریشه در گیاه دارویی رازیانه". مجله علوم زراعی ایران، ۱۰ (۱): ۸۸-۸۰.

۷. صالح‌راستین، ن.۱۳۹۰. "کودهای بیولوژیک و نقش آنها در راستای نیل به کشاورزی پایدار ونقش آن در راستای نیل به کشاورزی پایدار، مجموعه مقالات ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور" نشر آموزش کشاورزی، ۵۴-۱.

۸. طهرانی، م. بلالی، م. مشیری، ف. و دریاشناس،ع. ۱۳۹۹. "توصیه وبرآورد کود در ایران: چالشها وراهکارها". مجموعه مقالات اولین کنگره چالش‌های کود در ایران: نیم قرن مصرف کود، ۱۲-۱۰ اسفند ۱۳۸۹، هتل المپیک تهران، ۲۵-۲.

۹. غلامی، ا. و بیاری، آ. ۱۳۹۶. "بررسی تاثیر پرایمینگ بذر توسط سویه‌های ازتوباکتر و آزوسپریلیوم به خصوصیات رشد، عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت". دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران. ۲۵-۲۶ مهرماه. گرگان. دانشگاه گرگان. ۳۴۹-۳۳۸.

۱۰. قاسمی، ث. ۱۳۹۵. "تأثیر کودهای زیستی مایکوریزایی و باکتریایی بر شاخص‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم گندم آبی پاییزه در شرایط آب و هوایی خرم آباد". پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان.

۱۱. مقصودی، ع. قلاوند، ا. و آقاعلیخانی، م. ۱۳۹۳. "تأثیر راهبردهای مدیریتی نیتروژن و کود زیستی بر صفات مورفولوژیک، عملکرد دانه و صفات کیفی ذرت هیبرید سینگل کراس ۷۰۴". نشریه پژوهش‌های زراعی ایران، ۱۲ (۲): ۲۸۲-۲۷۳.

۱۲. نورمحمدی، ق. سیادت، ع و کاشانی، ع. ۱۳۹۴. "زراعت غلات". جلد اول، دانشگاه شهید چمران اهواز، ۳۹۴.

13. Clarke, J. M. and Simpson, G. M. 2018. Growth analysis of Brassica napus. Canadian Journal of Plant Science 58.

14. Mooleki, S. P. J. J. Schoenau, J. L. Charles.and, G. Gwen. 2014. Effect of rat, frequency and incorporation of feedlot cattele manure on soil nitrogen availability crop performance and nitrogen use efficiency in east-central Saskachwan. Canadian Journal of Soil Science 84.

15. Moscheler, W.W. Shear, G.M. and Martens, D.C. 2018.Comparative yield and fertilizer efficiency of no tillage and conventionally tillrd corn. Agron J. 64.