مجله ترویجی گیاهان دانه روغنی
جلد سوم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۴۰۰، ص ۵۶ -۶۴
http://jop.areeo.ac.ir

تاثیر کودهای زیستی بر ترکیبات شیمیایی دانه کنجد (*Sesamum indicum* L.) در شرایط مزرعه

سید فاضل فاضلی کاخکی[۱]، مهرنوش اسکندری تربقان*[۲]، جهانفر دانشیان[۳]، صدیقه آناهید[۴]

۱- استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران ۲- محقق بخش خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران، ۳- استاد پژوهشی بخش تحقیقات دانه‌های روغنی، موسسه تحقیقات اصلاح و تیهه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران، ۴- کارشناس فیزیولوژی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

چکیده

به منظور بررسی تغییرات کمی و کیفی دانه کنجد آزمایشی به صورت بلوک های کامل تصادفی در دو سال زراعی در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی طی سال های ۹۶ تا ۹۸ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل نیتروکسین، بیوفسفر، تلفیق نیتروکسین و بیوفسفور و شاهد بودند. نتایج برهمکنش سال در نوع کود نشان داد که تمامی تیمارهای کود زیستی ارتفاع بوته آنها ۲۴ در صد بیشتر از اعمال همین تیمارها نسبت به سال قبل بود. بیشترین ارتفاع بوته در نوع کود ترکیبی نیتروکسین و بیوفسفر (۱۲۲ سانتی‌متر) حاصل شد. افزایش وزن خشک ساقه گیاه در سال دوم و از تاثیر کود بیوفسفر حدود ۳۰ درصد بیشتر از شاهد در همین سال بود. بیشترین درصد افزایش عملکرد دانه (۲۶ در صد) و وزن رو غن دانه (۷۷ در صد) نسبت به شاهد در سال دوم از تاثیر کود نیتروکسین حاصل شد. در سال اول هم کود نیتروکسین و هم ترکیب توام نیتروکسین و بیوفسفر به ترتیب با مقادیر ۱۹/۴ و ۱۹/۰ درصد بیشترین مقدار پروتئین دانه را سبب شدند. بیشترین مقدار نیتروژن دانه (۳/۶۷ درصد) از تاثیر کود نیتروکسین در سال اول به دست آمد. بیشترین مقدار فسفر دانه در سال اول و از کاربرد توام کود نیتروکسین و بیوفسفر به مقدار ۰/۲۷۷ درصد به دست آمد. به نظر می‌رسد استفاده تلفیقی از کود زیستی حاوی ریزجانداران تثبیت کننده ازت و کود زیستی حاوی باکتری های حل‌کننده فسفات از طریق فراهمی عناصر غذایی در شرایط خاک‌های آهکی سبب بهبود عملکرد کمی و کیفی کنجد شده است.

واژه‌های کلیدی: تعداد کپسول در بوته، پروتئین دانه، فسفر دانه، وزن خشک ساقه، کارایی کود زیستی.

*mehrnoosh.eskandary@gmail.com

بیان مسئله

دانه‌های روغنی بعد از غلات مهمترین منبع غذایی انسان است که در سطح دنیا تلاش هایی برای بهبود کمیت و کیفیت آن در حال انجام است (کومار و همکاران، ۲۰۱۶). کنجد (*Sesamum indicum* L.) متعلق به جنس *Sesamum* از خانواده پدالیا سه (*Pedaliaceae*) و یکی از قدیمی ترین دانه های روغنی است. از ویژگی‌های منحصر به فرد آن امکان کشت دوم بعد از گندم در مناطق خشک و نیمه‌خشک است که مورد توجه کشاورزان قرار گرفته است (رضوانی مقدم و همکاران، ۱۳۸۹). ارزش تغذیه‌ای روغن کنجد به واسطه کیفیت اجزای تشکیل دهنده روغن آن است به طوری که ۸۰ درصد آن را اسیدهای چرب غیر اشباع تشکیل می‌دهد. نتایج آنالیز ترکیبات شیمیایی کنجد نشان می‌دهد که مقدار روغن دانه آن ۵۸-۴۴ در صد، پروتئین ۲۵-۱۸ درصد، کربوهیدرات حدود ۱۳/۵ درصد و مقدار خاکستر آن حدود ۵ درصد می‌باشد (شیو و هوانگ، ۲۰۰۲). بررسی ترکیبات شیمیایی ده واریته کنجد نشان داد که مقدار روغن آنها از ۴۵ تا ۵۰ درصد، پروتئین ۳۲ تا ۴۰ درصد، فیبر خام ۳/۵ تا ۴/۶۶ درصد، خاکستر ۷/۵۰ تا ۱۱/۸۳ درصد، کربوهیدرات ۱/۰۳ تا ۱/۹۴ درصد، درصد پتاسیم ۰/۱۰ تا ۰/۲۷ درصد، آهن ۲/۳۰ تا ۳/۷۳ درصد و کلسیم ۰/۴۴ تا ۱/۲۰ درصد بین واریته‌ها متفاوت بود (ال-خیر و همکاران، ۲۰۰۸). تاثیر کود آلی کمپوست بر ترکیبات شیمیایی دانه کنجد نیز نشان داد که مقدار پروتئین دانه بین تیمارهای مختلف کود آلی به صورت مطلق از ۱/۰۱ تا ۳/۳۸ درصد، مقدار کربوهیدرات که از ۰/۲۵ تا ۲/۶۸ درصد و مقدار روغن مطلق دانه در گیاه از ۰/۷۶ تا ۹/۲۸ در صد متفاوت است با این حال در مجموع بین این خصوصیات تاثیر معنی‌داری در اثر مصرف کود های آلی کمپوست مشاهده نشده است (عبدالصبور و ال‌سعود، ۱۹۹۶). هرچند کودهای شیمیایی به منظور افزایش عملکرد در دهه های گذشته مورد استفاده قرار گرفته اما آلودگی و مشکلات محیط زیست را به دنبال داشته است، در نتیجه استفاده از کود های زیستی، آلی و دامی به عنوان مواد بوم سازگار مورد استفاده قرار گرفته است (کوچکی و همکاران، ۱۳۸۷). نیتروکسین (حاوی *آزوتوباکتر*، *آزوسپیریلوم*) و بیوفسفر (گونه های *با سیلوس*، *سودوموناس*) دو کود زیستی هستند که نقش اصلی در رشد گیاه و جذب عناصر غذایی دارند (سجادی نیک و همکاران، ۲۰۱۱). گاب هان و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که استفاده از کودهای زیستی حاوی *ازتوباکتر* به همراه سایر کودهای شیمیایی و نیز ۳/۳ تن کمپوست موجب بیشترین مقدار پروتئین (۲۰/۰۶ درصد) و روغن (۴۸/۲۸ در صد) در دانه کنجد گردید. نتایج دو سال آزمایش تلقیح بذور کنجد با کود های زیستی فسفورین (Phosphorein) و سرالین (Cerealine) سبب افزایش ترکیبات شیمیایی دانه کنجد شد به طوری که بیشترین درصد روغن (۵۰/۶ درصد)، نیتروژن دانه (۳/۳۷ درصد)، فسفر دانه (۰/۵۴۱ درصد) و پتاسیم دانه (۲/۲۷ درصد) از کاربرد کودهای زیستی به دست آمد (رادوان و همکاران، ۲۰۱۶). استفاده از کود زیستی نیتروکسین سبب افزایش معنی‌دار تعداد بذر در

کپسول، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه کنجد شد. در خصوص تاثیر کود نیتروکسین و کودهای آلی بر عملکرد کیفی کنجد نتایج نشان داده شد که این کودها سبب افزایش درصد و عملکرد پروتئین در کنجد شده است (سجادی نیک و همکاران،۱۳۹۰). استفاده از کود نیتروژن به همراه کود سوپر نیتروپلاس سبب افزایش درصد گل‌های بارور و تعداد کپسول در گیاه کنجد رقم ورامین شد (حسن پور و همکاران، ۱۳۹۰). همچنین در این مطالعه کاربرد کود بیولوژیکی تاثیر معنی‌داری بر عملکرد کنجد داشت، به طوری که در مقایسه با شاهد، کاربرد کود بیولوژیک سبب افزایش ده درصدی عملکرد شد.

معرفی دستاورد (راهکار)

با توجه به نقش اجزای کیفی دانه کنجد در تغذیه و این که مطالعات اندکی در این خصوص وجود دارد لذا این تحقیق با هدف بررسی پاسخ‌های خصوصیات کیفی و کمی دانه کنجد به کودهای زیستی در شرایط مزرعه و طی دو سال، طراحی و اجرا شد. در این آزمایش از کودهای زیستی شامل ۱) نیتروکسین (*ازتوباکتر* (*Azotobacter* sp.)، *آزوسپیریلوم* (*Azospirillum* sp.))، ۲) بیوفسفر (PSB) (حاوی باکتری های حل‌کننده فسفات جنس *باسیلیوس‌ها* و *سودوموناس*) ، ۳) ترکیب کودهای زیستی نیتروکسین و بیوفسفر (به نسبت مساوی) و ۴) شاهد (بدون اضافه کردن هیچ نوع کود) استفاده شد. این بررسی نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته (۱۱۷/۸ سامتی‌متر) در سال دوم حاصل شد که نسبت به سال اول حدود ۲۷ درصد افزایش داشت. کاربرد کودهای زیستی سبب افزایش ارتفاع بوته به مقدار ۱۱ تا ۱۹/۹ سانتی‌متر نسبت به تیمار عدم مصرف کود (۸۹/۱ سانتی‌متر) شد و بیشترین مقدار ارتفاع از تیمار کود ترکیبی نیتروکسین و بیوفسفر (۱۰۹ سانتی‌متر) حاصل شد. در سال دوم بیشترین ارتفاع در نوع کود ترکیبی نیتروکسین و بیوفسفر (۱۲۲ سانتی‌متر) حاصل شد. این نتایج با نتایج ساهو و همکاران (۲۰۱۰) در کنجد مطابقت داشت. در مطالعه ایشان ارتفاع گیاه در تلقیح بذور کنجد با *آزوسپریلوم* و *ازتوباکتر* ۱۳۱ و ۱۲۷ سانتی‌متر بود که نسبت به شاهد بترتیب ۱۶ و ۱۳ در صد افزایش داشت. به نظر می‌رسد ریزموجودات آزادزی در کودهای زیستی نیتروکسین (*ازتوباکتر*) کارایی موثری در تثبیت بیولوژیکی ازت دارند. از طرفی دیگر باکتری‌های موجود در کود بیوفسفر (*باسیلوس* و *سودوموناس*) به طور موثری ترکیبات پیچیده و غیر فراهم فسفات را به شکل یون‌های محلول قابل دسترس در اختیار گیاه قرار می‌دهند. لذا معدنی شدن ترکیبات فسفاتی در خاک توسط آنزیم های مانند فسفاتاز، فیتاز، فسفات استات هیدرولاز صورت می‌گیرد و این آنزیم‌ها در محیط رایزوسفر همگام با ترشحات ریشه در حضور باکتری‌هایی مانند *سودوموناس*، *باسیلوس* فعال شده و به علت فراهمی عناصر غذایی سبب افزایش مواد فتوسنتزی و گسیل آنها به مکان‌های رشد و ضمن تثبیت فشار آماس سلول موجب ساخت دیوار های سلولی؛ و افزایش ارتفاع در گیاه می‌گردد (کومارجها و سارف، ۲۰۱۵). به نظر می‌رسد تثبیت نیتروژن، افزایش حلالیت فسفات، پتاسیم، آهن و سایر عناصر ریز مغذی دیگر در اثر فعالیت باکتری‌های محرک رشد همانند *ازتوباکتر*، *آزوسپیریلیوم*، *باسیلوس ها*

و *سودوموناس‌ها* در محیط ریشه؛ شرایط را برای جذب بهتر عناصر غذایی فراهم نموده و همچنین تر شح مواد تنظیم‌کننده رشد توسط این ریزموجودات در محیط ریشه (جیبرلین، سیتوکنین و اکسین) (ظهیر و همکاران، ۲۰۰۴) سبب افزایش فعالیت جوانه‌های راسی ساقه شده که در نهایت موجب افزایش ارتفاع و تعداد گره در گیاه گردیده است. کاهش در مقادیر نیتروژن و فسفر خاک طی سال‌های اجرای آزمایش نشان دهنده فراهمی و برداشت بیشتر این عناصر از خاک توسط گیاه، به دلیل آزادسازی بیشتر آنها ناشی از افزایش جمعیت و در نتیجه فعالیت بیشتر این ریزجانداران با خصوصیات افزایش دهندگی رشد گیاه بوده است. کاهشی که در مقدار کربن خاک مشاهده گردید، می‌تواند از تاثیر فعالیت بیشتر این ریزجانداران در خاک به عنوان منبع کربن مورد استفاده آنها؛ و در نتیجه فراهمی بیشتر عناصر غذایی ضروری برای رشد گیاه بوده باشد که به صورت افزایش ارتفاع در سال دوم نمود پیدا کرده است. یکی از دلایل تاثیر این باکتری‌ها، فراهمی بیشتر نیتروژن برای گیاه بوده که این عنصر علاوه بر نقشی مستقیمی که در تامین اسیدهای آمینه، بازهای ازته و در نتیجه پروتئین ها و اسید نوکلئیک در گیاه دارد به طور غیر مستقیم از طریق راه اندازی بسیاری از آنزیم‌های موثر در شکستن رکود جوانه‌ها (تحریک پروتئین فسفاتاز که روی باقی مانده‌های دی فسفوریلازهای متعدد در پروتئین نیترات ریدکتاز وجود دارد) سبب تحریک آنزیم‌ها می‌شود (تایز و زایگر،۲۰۰۲).

در سال اول، تعداد و طول شاخه جانبی در بوته بیشتری نسبت به سال دوم حاصل شد. کمترین تعداد شاخه جانبی از شاهد و بیشترین تعداد شاخه جانبی از تیمار کود نیتروکسین (۱/۶۴) و سپس از تیمار کود تلفیقی نیتروکسین و بیوفسفر (۱/۶۱) بدست آمد. بیشترین طول شاخه جانبی از تیمار کود تلفیقی نیتروکسین و بیوفسفر (۲۶/۹ سانتی‌متر) حاصل شد و کمترین آن در شاهد مشاهده گردید. بیشترین طول شاخه جانبی در سال اول از تاثیر کود تلفیقی نیتروکسین و بیوفسفر با مقدار ۳۲/۲ سانتی‌متر حاصل شد که نسبت به سال دوم از همین تیمار حدود ۱۱ سانتی‌متر طول شاخه جانبی بیشتری داشت. شاکری و همکاران (۱۳۹۱) نشان دادند استفاده از کودهای زیستی به ویژه نیتروکسین سبب افزایش معنی‌دار تعداد شاخه جانبی در بوته گیاه کنجد شد. در مطالعه حاضر اعمال کودهای زیستی سبب افزایش تعداد شاخه و طول شاخه جانبی در گیاه شد. به نظر می‌رسد کود نیتروکسین که حاوی باکتری‌های *ازتوباکتر* و گونه های متعدد *آزوسپیریلیوم* هستند مقدار نیتروژن تثبیت شده به وسیله آنها تا ۴۰ کیلوگرم در هکتار در سال می‌رسد (ملکی و همکاران، ۱۳۸۹). از طرفی دیگر باکتری‌های موجود در بیوفسفر می‌توانند از طریق تولید آنزیم فسفاتاز در فراهم نمودن فسفات‌های محلول کمک نموده و از طریق ایجاد شرایط رشدی مناسب تعداد شاخه و طول آنها در گیاه را افزایش دهند.

بیشترین وزن خشک ساقه گیاه در سال دوم و از تاثیر کود بیوفسفر با مقدار ۱۲/۱ گرم در بوته حاصل شد و کمترین مقدار آن از تیمار شاهد و در سال اول (۷/۳۴ گرم در بوته) به دست آمد. وزن خشک ساقه طی دو سال در شاهد حداقل بود. به نظر می‌رسد کودهای زیستی یا به صورت مستقیم از طریق فراهمی منابع غذایی

(نیتروژن، پتاسیم، فسفر و عناصر ریز مغذی ضروری) و یا به صورت غیر مستقیم از طریق کاهش اثرات منفی پاتوژن‌های متعدد موثر بر رشد گیاه سبب افزایش مکان‌های رشد در گیاه شده و افزایش زیست توده را به دنبال داشته است (بهارداوج و همکاران، ۲۰۱۴).

در سال دوم نسبت به سال اول تعداد یازده کپسول در بوته بیشتر تولید شد. استفاده از تیمار کود تلفیقی نیتروکسین و بیوفسفر با تولید ۵۷/۸ عدد، بیشترین تعداد کپسول در بوته را داشت و کم‌ترین مقدار، از تیمار شاهد (۴۳/۱) به دست آمد. نتایج نشان داد، کود تلفیقی در سال اول بیشترین تعداد کپسول در بوته را داشت که نسبت به تیمار بدون کود در سال اول ۲۶ درصد بیشتر بود و در سال دوم کود نیتروکسین بیشترین تعداد کپسول را در بوته داشت. حسن‌پور و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی واکنش عملکرد کنجد به کاربرد نیتروژن و کود زیستی سوپرنیتروپلاس نتیجه گرفتند که با مصرف کود بیولوژیک درصد باروری گل و تعداد کپسول در رقم ورامین افزایش یافت. به نظر می‌رسد کودهای زیستی از طریق تولید هورمون‌های محرک رشد سبب افزایش سطح فتوسنتز کننده در گیاه شده و در نتیجه موجب افزایش آسیمیلات لازم برای باروری گل ها، فراهم شده است. جهان و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند که کاربرد کودهای زیستی بیو سولفور و نیتروکسین در کنجد سبب افزایش کارایی مصرف نور حدود ۴۶ درصد بیشتر از کاربرد بیوفسفر و تیمار شاهد بود و این می‌توانند به عنوان یکی از دلایل افزایش مواد فتوسنتزی مورد توجه قرار گیرد.

بیشترین وزن دانه در بوته در تیمارکود نیتروکسین و به مقدار ۸/۸۱ گرم در سال دوم به دست آمد و کمترین مقدار در تیمار شاهد و در سال دوم تعیین شد. در سال دوم با استفاده از کودهای زیستی وزن دانه به بیشتر از ۶ گرم در بوته رسید و در دو تیمار بیوفسفر و تلفیق نیتروکسین و بیوفسفر مقدار وزن دانه در بوته مشابه بود.

نسبت وزن دانه به وزن کپسول در سال دوم حدود ۲۳ درصد نسبت به سال اول افزایش نشان داد. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار این نسبت (۱/۱۲) در سال دوم و از اعمال کود زیستی نیتروکسین به دست آمد که می‌تواند ناشی از افزایش وزن هزار دانه و یا افزایش تعداد دانه در کپسول باشد. دو تیمار بیوفسفر و تلفیق نیتروکسین و بیوفسفر در سال اول بیشترین مقدار را داشتند.

عملکرد دانه در سال دوم نسبت به سال اول حدود ۵۰ درصد افزایش داشت. دامنه تاثیر کود زیستی بر عملکرد از ۲۰۹ تا ۲۴۹ گرم در متر مربع متفاوت بود. در سال اول بیشترین عملکرد دانه از تاثیر کود تلفیقی نیتروکسین و بیوفسفر به دست آمد و در سال دوم تاثیر کودهای زیستی بر وزن دانه در متر مربع مشهودتر بود به طوری که بیشترین عملکرد دانه در متر مربع از تاثیر کود نیتروکسین (۲۶۰ گرم در متر مربع) حاصل شد که نسبت به اعمال همین تیمار در سال اول حدود ۲۰ درصد افزایش داشت. کمترین عملکرد دانه در هر دو سال از شاهد به ترتیب به مقدار ۱۸۱ و ۱۹۰ گرم در متر مربع حاصل شد. نتایج مطالعه سجادی نیک و همکاران (۱۳۹۰) نشان داد که کاربرد کود نیتروکسین سبب افزایش تعداد بذر در کپسول، وزن هزار دانه، عملکرد

بیولوژیک و عملکرد دانه کنجد شده است با این حال زمانی که بذور تلقیح شده با نیتروک سین در ب ستر حاوی ۱۰ تن ورمی‌کمپوست استفاده شد تعداد کپسول در بوته کنجد بیشترین م قدار را دا شت. شاکری و هم کاران (۱۳۹۱) گزارش کردندکه کاربرد کود شیمیایی نیتروژن و کود زیستی نیتروکسین برتمامی صفات به جز در صد روغن و شاخص برداشت در کنجد تاثیر معنی‌داری داشت. نتایج مطالعه پائول و ساویتری (۲۰۰۳) نیز ن شان داد که عملکرد دانه کنجد تحت تاثیر کود زیستی حاوی *آزوسپیریلیوم* به همراه ۵۰ درصد مقدار تو صیه شده کود شیمیایی نیتروژنه، ۷۱۲ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به شاهد ۵۱/۵ کیلوگرم در هکتار، دانه بیشتری تول ید کرد. این بررسی‌ها نشان می‌دهد که کودهای زیستی می‌توانند بخشی از ن یاز تغذ یه‌ای گ یاه را تامین کن ند و زمانی که با سایر منابع تغذیه‌ای تلفیق می‌شوند تاثیر آنها بر رشد و عمل کرد بی شتر نما یان می شود. به ن ظر می‌رسد کودهای زیستی با تاثیر مثبت خود بر جذب عناصر پرمصرف و کم مصرف (کندیل و هم کاران، ۲۰۰۴)، بهبود توزیع آب در گیاه، افزایش فعالیت نیترات ردوکتاز و تولید هورمون‌های گیاهی موجب افزایش عملکرد گیاه شده است (کندیل و همکاران، ۲۰۰۴).

تجزیه کیفی

در سال دوم عملکرد روغن دانه نسبت به سال اول حدود ۸۵ درصد افزایش ن شان داد. وزن رو غن دا نه در سال دوم ۰/۰۴۰ گرم در دانه بود. بیشترین مقدار عملکرد روغن در سال اول و از تیمار کود تلفیقی نیتروک سین و بیوفسفر به دست آمد. در سال دوم اعمال تیمارهای کود زیستی سبب افزایش مقدار رو غن در دا نه شد که بیشترین مقدار روغن دانه از اعمال تیمار نیتروکسین به دست آمد. نتایج نشان داد که در سال دوم عملکرد دا نه نسبت به سال اول حدود ۵۰ درصد افزایش داشت که این بر روی مقدار رو غن استح صالی در ا ین سال تاثیر مثبتی داشت. همچنین بررسی‌ها نشان می‌دهد که در دانه‌های روغنی با کاهش مقدار پروتئین دانه مقدار رو غن دانه افزایش یافته است (بین مصطفی و همکاران، ۲۰۱۵). در مطالعه حاضر نیز در سال دوم مقدار پروتئین دا نه حدود ۱۵ درصد نسبت به سال اول کاهش نشان داد که این نیز می‌تواند یکی دیگر از دلا یل ا فزایش رو غن در دانه در سال دوم باشد. ال-حبشا و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که بیشترین عملکرد روغن در کنجد ز مانی حاصل شد که کودهای زیستی در تلفیق با کود شیمیایی و کود آلی استفاده شد. به نظر می‌رسد تثبیت نیتروژن از طریق افزایش فعالیت آنزیم نیترات ردکتاز، و فراهمی عناصر ریز مغذی در اثر فعالیت باکتری‌های محرک رشد همانند *ازتوباکتر*، *آزوسپیریلیوم*، *باسیلوس*‌ها و *سودوموناس*‌ها در محیط ریشه؛ شرایط را برای دسترسی و جذب بهتر عناصر غذایی از خاک فراهم نموده است. در سال اول هم کود نیتروکسین و هم ترکیب توام نیتروک سین و بیوفسفر به ترتیب با مقادیر ۱۹/۴ و ۱۹/۰ درصد بیشترین مقدار پروتئین دانه را دا شتند. فعال یت باکتری های تثبیت کننده ازت در خاک‌های خشک و نسبتا آه کی و جود دارد (کوچکی و عل یزاده، ۱۳۶۸) لیکن فعال یت

باکتری‌های حل کننده فسفات‌های معدنی و آنزیم فسفاتاز به شدت با میزان پوشش گیاهی، روش مدیریت، رطوبت و دمای خاک ارتباط دارد (شیخلو و رسولی صدقانی، ۱۳۹۵).

استفاده از کود زیستی نیتروکسین بیشترین مقدار نیتروژن دانه (۳/۳۰ درصد) را داشت. در خصوص مقدار فسفر دانه، سال اول حدود ۱۱ درصد بیشتر از سال دوم (۰/۲۳۷ در صد) بود. وزن دانه در سال دوم افزایش داشت، لیکن مقادیر نیتروژن و فسفر دانه کاهشی بود اما این کاهش نسبت به افزایش وزن دانه سال دوم نسبت به سال اول، کمتر بود که احتمالاً متأثر از اثر رقت بود. بیشترین مقدار فسفر دانه در سال اول و از کاربرد توام کود نیتروکسین و بیوفسفر به مقدار ۰/۲۷۷ درصد به دست آمد. به نظر می رسد نقش باکتری‌های حل کننده فسفات در تحریک افزایش هورمون‌های گیاهی (IAA, GA, CKs) و در نتیجه افزایش رشد ریشه‌ها و دسترسی بیشتر به عناصر غذایی با توجه به جذب فسفر از طریق فرآیندهای انتشار و تبادل تماسی درخاک باشد.

توصیه ترویجی

استفاده از کودهای بیولوژیک موجب بهبود رشد تمامی خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی و نیز مقدار نیتروژن و فسفر دانه کنجد گردید. تنها دو پارامتر وزن خشک ساقه در بوته و نسبت وزن دانه به وزن پوسته در نتیجه کاربرد کود بیوفسفر بالاتر بود که احتمالاً به دلیل تاثیر بسیار زیاد شرایط محیطی (آهک خاک) بر فعالیت آنزیم فسفاتاز خارج سلولی برای پایین‌تر بودن کارایی مصرف این کود نسبت به کود نیتروکسین می‌باشد. مقدار عناصر اولیه پرمصرف نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک نیز به ترتیب یک دوم، یک‌سوم و یک دوم کاهش یافت که نشان دهنده فراهمی و برداشت بیشتر این عناصر از خاک توسط گیاه، به دلیل فراهمی و جذب بیشتر این عناصر از خاک در نتیجه‌ی افزایش جمعیت ریزجانداران مفید خاکزی ناشی از مصرف کودهای زیستی (بالا بودن کارایی مصرف کودهای زیستی) بود. کاربرد کودهای بیولوژیک در سال دوم عملکرد دانه و وزن روغن در یک گرم دانه را افزایش داد؛ لیکن محتوای کیفی دانه شامل مقدار پروتئین، نیتروژن و فسفر دانه در سال اول بالاتر بود. به طور کلی مصرف کودهای زیستی حاوی باکتری‌های تثبیت کننده ازت (نیتروکسین) بر مصرف کود های زیستی حاوی باکتری‌های حل‌کننده فسفرهای معدنی (بیوفسفر) و مصرف توام هر دو کود با توجه به شرایط خاک، در کنجد طی دو سال آزمایشی و در خاک با آهک متوسط (۱۰ -۲۰ در صد) برتری نشان داد و قابل توصیه می‌باشد. ضمن آنکه لزومی به مصرف سالانه کودهای زیستی نیست و عملکرد اقتصادی و شاخص‌های کیفی بهتر در دانه کنجد از مصرف یکسال در میان کود نیتروکسین به تنهایی قابل حصول است.

منابع

جهان، م.، امیری، م.ب.، و احیایی، ح.ر. ۱۳۹۱. کارآیی جذب و مصرف نور کنجد تحت تأثیر کود های بیولوژیک در یک نظام زراعی کم نهاده. مجله پژوهش های زراعی ایران، ۱۰(۲): ۴۳۵- ۴۴۷.

حسن پور، ر.، پیردشتی، ه.، اسماعیلی، م.ج.، و عباسیان، ا. (۱۳۹۰). واکنش عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم کنجد به کاربرد تلفیقی نیتروژن و کود بیولوژیک سوپرنیتروپلاس. مجله *بوم شناسی کشاورزی*، ۳(۱): ۱۶-۸.

رضوانی مقدم، پ.، ع. ا. محمد ابادی، و ر. مرادی.۱۳۸۹. بررسی تاثیر کود های شیمیایی و آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کنجد (*Sesamumindicum* L.). در تراکم های مختلف کاشت. مجله بوم شناسی کشاورزی، ۲(۳): ۲۶۵-۲۵۶.

سجادی نیک، ر.، یدوی،ع.، بلوچی، ح. و فرجی، ه. ۱۳۹۰. مقایسه کود های شیمیایی(اوره)، آلی(ورمی کمپوست) و کودزیستی(نیتروکسین) بر عملکرد کمی وکیفی کنجد. مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۱(۲): ۱۰۱-۸۷.

شاکری، ا.، امینی دهقی، م.، طباطبایی، س.ع.، و مدرس ثانوی، س.ع. ۱۳۹۱. تاثیر کود شیمیایی و بیولوژیک بر عملکرد، اجزای عملکرد، درصد روغن و پروتئین ارقام کنجد. *مجله دانش کشاورزی و تولید پایدار*، ۲۲(۱): ۷۲-۸۲.

شیخلو، ف. و رسولی صدقیانی، ح. ۱۳۹۵. تأثیر کاربریهای زراعی و جنگلی بر فعالیت برخی آنزیم های خاک. تحقیقات آب و خاک ایران. ۴۷ (۱):۲۱۶-۲۰۵.

کوچکی، ع. و علیزاده، ا. ۱۳۶۸. اصول زراعت در مناطق خشک. (جلد اول). موسسه چاپ و انتشارات آستان قدس رضوی. مشهد. ۲۶۰ صفحه.

کوچکی، ع.ر.، تبریزی، ل.، و قربانی، ر. ۱۳۸۷. ارزیابی اثر کودهای بیولوژیکی بر ویژگی های رشد، عملکرد و خصوصیات کیفی گیاه دارویی زوفا (*Hyssoupus officinalis* L.) مجله پژوهش های زراعی ایران، ۶(۱): ۱۲۷-۱۳۷.

Abdel-Sabour, M.F., and El-Seoud, M.A. 1996. Effects of organic-waste compost addition on sesame growth, yield and chemical composition. Agriculture, Ecosystems and Enviroment, 60: 157-164.

Bhardwaj, D., Ansari, M.W., Sahoo, R.K., and Tuteja, N. 2014. Biofertilizers function as key player in sustainable agriculture by improving soil fertility, plant tolerance and crop productivity. Microb Cell Fact, 13: 66.

Bin Mustafa, H.S., Batool, N., Iqbal, Z., Hasan, E., and Mahmood, T. 2015. Effect of Fruit Position and Variable Temperature on Chemical Composition of Seeds in Brassica, Cotton,Sunflower and Maize Crops. Researcher, 7(11): 51-67.

El-Habbasha, S.F., Abd El Salam, M.S. and Kabesh, M.O. 2007. Response of Two Sesame Varieties (*Sesamum indicum* L.) to Partial Replacement of Chemical Fertilizers by Bio-organic Fertilizers. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 3(6): 563-571

El Khier, M.K.S., Ahmed Ishag, Kh.E., and Ahmed Yagoub, A.E. 2008. Chemical Composition and Oil Characteristics of Sesame Seed Cultivars Grown in Sudan. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 4(6): 761-766

Gabhane, A.R., Gite, P.A., Khadse, V.A., and Patle, P.N. 2019. Production potential of organic summer sesame as influenced by compost, foliar nutrients and biofertilizers. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 47-50

Kandil, A.A., Badawi, M.A., EL-Moursy, S.A., and Abdou, M.A. 2004. Effect of planting dates, nitrogen levels and bio-fertilization treatments on 1: Growth attributes of sugar beet (*Beta Vulgaris* L.). Basic and Applied Sciences, 5(2), 227-237.

Kumar Jha, C., and Saraf, M. 2015. Plant growth promoting Rhizobacteria (PGPR): a review. Journal of Agricultural Research and Development, 5(2), 0108-0119.

Kumar, A., Sharma, A., Upadhyaya, K.C. 2016. Vegetable Oil: nutritional and industrial perspective. Current Genomics, 17: 230-240.

Paul, K., Savithri, E. 2003. Effect of biofertilizers as perfected chemical fertilization for sesame (*Sesamum indicum* L.) grown summer rice fallow. *Journal of Tropical Agriculture*, 41, 47-49.

Radwan, F.I., Gomaa, M. A., Rehab, I. F. and Emhamed, M. S. 2016. Response of Sesame Plants Productivity and Seed Quality to Different Fertilization Methods. Journal Advance Agriculture Research, 21(2): 226-235.

Sahoo, S.K., Dwibedi, S.k., Sethi, D., and Kar, P.C. 2010. Effect of biofertilizers and levels of Nitrogen on growth, yield attributes and yield of sesame (*Sesamum indicum* L.). *Enviroment and Ecology*, 28 (1): 132-135.

Shyu, Y.-S., & Hwang, S. L. 2002. Antioxidative activity of the crude extract of lignan glycosides from unfrosted Bruma black sesame meal. Food Research International, 35: 357–365.

Taiz, L. and E. Zeiger. 2002. Plant physiology. Sinauer Associates Publisher, Sunderland, MA. 705.

Zahir, A.Z., Arshad, M., and W.F. Frankenberger (Jr). 2004. Plant growth promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. Advances in Agronomy, 81:97-168.