

بررسی اثر توأم کودهای بیولوژیکی و شیمیایی فسفر و نیتروژن بر ویژگی‌های کمی و کیفی آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.)

علیرضا شکوه‌فر^{۱*} و سحر خانی^۲

۱- استادیار گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران
* مسئول مکاتبات؛ پست الکترونیک: alireza_shokuhfar@yahoo.com

(تاریخ دریافت: ۱ شهریور ماه ۱۳۹۷؛ تاریخ پذیرش: ۱ آذر ماه ۱۳۹۷)

چکیده

به منظور بررسی اثر توأم کودهای بیولوژیکی و شیمیایی فسفر و نیتروژن بر ویژگی‌های کمی و کیفی آفتابگردان، این آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه‌ای واقع در شهرستان ایذه در سال زراعی ۱۳۹۶ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کود فسفره در چهار سطح (تماماً کود سوپر فسفات تریپل به صورت پایه، ۷۰ درصد کود سوپر فسفات تریپل به اضافه کود زیستی فسفات بارور-۲، ۴۰ درصد کود سوپر فسفات تریپل به اضافه کود زیستی فسفات بارور-۲، تماماً از طریق کود زیستی فسفات بارور-۲) و کود نیتروژن در سه سطح (تماماً از طریق کود اوره، ۷۰ درصد کود اوره به اضافه ازتوباکتر، ۴۰ درصد کود اوره به اضافه ازتوباکتر) بودند. نتایج نشان داد که اثر کود بیولوژیکی و شیمیایی فسفر و نیتروژن باعث افزایش معنی‌دار وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد روغن شد. بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار کودی ۷۰ درصد سوپر فسفات به اضافه بارور-۲ و کود ۷۰ درصد اوره به اضافه ازتوباکتر به ترتیب با ۳۱۷۰ و ۲۷۳۶ کیلوگرم در هکتار بود. کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار کود زیستی بارور-۲ و ۴۰ درصد اوره به همراه ازتوباکتر به ترتیب با ۲۱۷۳ و ۲۵۰۶ کیلوگرم در هکتار بود. با توجه به این نتایج کاربرد ۷۰ درصد کود سوپر فسفات تریپل به اضافه کود زیستی فسفات بارور-۲ و کود ۷۰ درصد اوره به اضافه ازتوباکتر نسبت به سایر تیمارها باعث افزایش عملکرد کمی و کیفی در آفتابگردان شده و در منطقه نیز قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد روغن، ازتوباکتر

مقدمه

رشد جمعیت، بهبود سطح تغذیه، جایگزین شدن مصرف روغن‌های نباتی به جای روغن‌های حیوانی، همراه با توسعه دامداری‌ها، مرغداری‌ها و افزایش مصرف کنجاله دانه‌های روغنی در تغذیه دام و طیور، نیاز به دانه‌های روغنی را در جهان از جمله کشور ایران به شدت افزایش داده (۲۱). سازگاری وسیع به شرایط مختلف محیطی و عملکرد روغن بالا در آفتابگردان موجب شده است که این گیاه به عنوان یکی از اصلی‌ترین گیاهان تولید کننده روغن در جهان محسوب شود (۱). از میان دانه‌های روغنی گیاه آفتابگردان در مجموع از نظر محصول و تجارت جهانی به عنوان پنجمین منبع تولید روغن خوراکی بعد از سویا، کلزا، پنبه و بادام زمینی به حساب می‌آید (۱۳).

در چند دهه اخیر با توجه به افزایش جمعیت، تقاضای روز افزون برای مواد غذایی، استفاده مناسب از کودهای شیمیایی و بیولوژیکی در نیل به تولید حداکثر عملکرد مورد پیشنهاد قرار گرفته است. همچنین بروز مشکلات اقتصادی و زیست محیطی ناشی از اتلاف کودهای شیمیایی نیتروژنی در نتیجه فرآیندهایی چون تصعید آمونیاک، دنیتریفیکاسیون و آبشویی نترات سبب شده است که به ویژه سیستم‌های بیولوژیکی تثبیت کننده نیتروژن به عنوان بخشی از برنامه‌های کشاورزی پایدار جایگزین کودهای شیمیایی شوند (۴) و به‌طور کلی جایگزینی کود نیتروژن با کودهای زیستی در مدیریت زراعی نقش مهمی را می‌تواند بازی بکند. همچنین با مصرف کود زیستی فسفات بارور ۲ به عنوان یک کود زیستی می‌توان علاوه بر مصرف کود شیمیایی سوپرفسفات تریپل هزینه‌ها و آلودگی‌های زیست محیطی را نیز کاهش داد که حرکتی در راستای نیل به اهداف کشاورزی پایدار می‌باشد. باکتری‌های حل‌کننده فسفات قادرند به کمک تغییر میزان اسیدیته اطراف خود و نیز کمک به فرآیندهای آنزیمی، فسفر نامحلول خاک را به صورت اسیدهای آلی فسفره و فسفر سبک آزاد کرده و تحریک این عنصر را در خاک افزایش دهند (۲۳). مرادی و همکاران (۱۰) با مقایسه کارایی فسفر بیولوژیکی و شیمیایی در زراعت آفتابگردان روغنی اظهار داشتند که با تلفیق فسفر بیولوژیکی و فسفات آمونیوم صفات قطر طبق، وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه در هکتار به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. برهمکنش فسفر و باکتری‌های آزادکننده فسفر بارور ۲ به جز در مورد درصد روغن در سایر صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود. هاشمی و مجدم^۱ (۱۴) با بررسی اثر سوپرفسفات تریپل (صفر، ۴۵ و ۹۰ کیلوگرم در هکتار) و کود فسفات زیستی بارور ۲ (صفر، ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم در هکتار) بر عملکرد و اجزای عملکرد کنگد گزارش نمودند که کود سوپرفسفات تریپل و زیستی بارور ۲ باعث افزایش معنی‌دار تعداد کپسول در مترمربع، تعداد دانه در کپسول، وزن هزار دانه و عملکرد دانه گردید و تنها برهمکنش این دو عامل بر عملکرد دانه تأثیر معنی‌داری داشت. از تورک و همکاران^۲ (۱۹) با بررسی کودهای نیتروژن بر روی آفتابگردان اظهار داشت که بیشترین ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه (۳۲۳۴ کیلوگرم در هکتار)، درصد روغن (۳۶/۸ درصد) و عملکرد روغن (۱۲۱۴ کیلوگرم در هکتار) با کاربرد کود شیمیایی اوره بدست آمد. چوبفروش‌خوئی و همکاران (۳) به منظور کاربرد کودهای زیستی حاوی باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن در آفتابگردان، اعلام نمودند که کاربرد کودهای زیستی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه و افزایش بسیار معنی‌دار صفات زراعی از جمله وزن صدانه و تعداد دانه در طبق شد. در این میان نیتراژین نسبت به تیمار شاهد بیش‌ترین تأثیر را در عملکرد دانه و وزن صدانه، به ترتیب با ۲۵ و ۱۹ درصد افزایش داشته است.

با توجه به مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی و در نتیجه افزایش هزینه تولید محصول و احتمال آلودگی زیست محیطی، مطالعه حاضر جهت بررسی مدیریت کاربرد کودهای شیمیایی و زیستی بر افزایش عملکرد کمی و کیفی

۱ - Hashemi and Mojaddam

۲ - Ozturk

گیاه آفتابگردان در منطقه ایزده انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۶ در مزرعه‌ای واقع در شهرستان ایزده با طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۵۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۵۵ دقیقه شمالی و ارتفاع ۷۶۷ متری از سطح دریا اجرا گردید. این آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل کود فسفره در چهار سطح (تماماً کود سوپر فسفات تریپل به صورت پایه، ۷۰ درصد کود سوپر فسفات تریپل به اضافه کود زیستی فسفات بارور-۲، ۴۰ درصد کود سوپر فسفات تریپل و به اضافه کود زیستی فسفات بارور-۲، تماماً کود زیستی فسفات بارور-۲) و کود نیتروژن در سه سطح (تماماً از طریق کود اوره، ۷۰ درصد کود اوره به اضافه کود ازتوباکتر، ۴۰ درصد کود اوره به اضافه کود ازتوباکتر) بودند. قبل از اجرای آزمایش از خاک مزرعه در عمق ۰-۳۰ سانتی‌متر نمونه‌برداری شد و ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک تعیین گردید (جدول ۱). عملیات آماده سازی زمین قبل از کشت در نیمه اول آبان ماه آغاز و شامل ماخار، شخم با گاو آهن برگردان‌دار، دو دیسک عمود بر هم و مال‌جهت تسطیح زمین انجام شد. مقدار مصرف کود نیتروژن خالص معادل ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار (۲۶۰ کیلوگرم در هکتار اوره) بود. کود اوره در سه نوبت استفاده شد. مرحله اول ۳۳ درصد کود نیتروژن خالص قبل از کاشت به زمین داده شد و ازتوباکتر هم بصورت بذر مال (به میزان دو لیتر در هکتار)، مرحله دوم در زمان چهار تا شش برگی ۳۳ درصد نیتروژن خالص همراه با آب آبیاری استفاده و مرحله آخر ۳۳ درصد باقی‌مانده در زمان مشاهده طبق داده شد. کود سوپر فسفات تریپل به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص قبل از کاشت به زمین داده شد. همچنین کود فسفات بارور-۲ (۱۰۰ گرم در هکتار) بصورت بذر مال داده شد (۱۲).

جدول ۱- مشخصات خاک محل اجرای آزمایش

عمق نمونه‌برداری (سانتی‌متر)	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	واکنش گل اشباع	کربن آلی (درصد)	فسفر قابل جذب (پی‌پی‌ام)	پتاسیم قابل جذب (پی‌پی‌ام)	نیتروژن قابل جذب (پی‌پی‌ام)
۰-۳۰	۳/۲۴	۷/۸۳	۰/۷۵	۵/۱	۱۱۷	۵/۸

هر کرت آزمایشی شامل پنج خط کاشت به طول شش متر و به فاصله ۷۵ سانتی‌متر و فاصله هر بوته روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر و تراکم هفت بوته در مترمربع بود. فاصله بین کرت‌ها دو خط نکاشت و فاصله بین بلوک‌ها ۱/۵ متر بود. در تاریخ ۱۵ تیر ماه بذور آفتابگردان از رقم آذر گل کشت شدند. کاشت به صورت جوی و پشته کشت انجام شد. تراکم نهایی ۸۰۰۰۰ بوته در هکتار بود. اولین آبیاری بلافاصله بعد از کاشت انجام گردید. آبیاری‌های بعدی براساس عرف منطقه و وضعیت ظاهری گیاه به صورت هفتگی انجام گرفت. عملیات برداشت نهایی در تاریخ ۱۰ آبان ماه و زمانی که ۹۰ درصد بوته‌ها دارای ساقه زرد و برگ‌ها قهوه‌ای رنگ و پشت طبق‌ها زرد مایل به قهوه‌ای بود انجام شد. برای تعیین تعداد دانه در طبق، به طور تصادفی ده طبق از کل طبق‌های برداشت شده در کرت جدا و دانه‌های آن‌ها شمارش و میانگین آن‌ها به عنوان تعداد دانه در طبق در نظر گرفته شد. به منظور محاسبه وزن هزار دانه، دو نمونه ۵۰۰ تایی بصورت تصادفی از توده‌های هر تیمار توسط دستگاه شمارش‌گر تعیین و بر حسب گرم وزن شدند در صورتی که اختلاف دو نمونه کمتر از شش درصد باشد مجموع بصورت وزن هزار دانه محاسبه شد (۲۰). به منظور تعیین عملکرد دانه، از مساحتی معادل دو متر مربع گیاهان برداشت و پس از جداسازی دانه‌ها، محصول دانه بدست آمده توزین شد. برای اندازه‌گیری درصد روغن ابتدا نمونه‌های با وزن ۴۰ گرم از دانه مربوط به هر تیمار انتخاب کرده و در آزمایشگاه با

دستگاه سوکسله (۹) در آزمایشگاه انجام شد. به منظور بدست آوردن عملکرد روغن، درصد روغن بدست آمده در عملکرد دانه آن تیمار ضرب و عملکرد روغن حاصل شد (۸). تجزیه واریانس داده‌ها توسط نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱) انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده گردید.

نتایج و بحث

تعداد دانه در طبق

نتایج بدست آمده نشان داد که اثر تیمارهای کود فسفره و نیتروژنه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود ولی برهمکنش کود فسفره و نیتروژنه بر تعداد دانه در طبق تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر تیمارهای کود فسفره بر تعداد دانه در طبق نشان داد که بیشترین تعداد دانه در طبق به تیمار ۷۰ درصد سوپرفسفات-تریپل و مابقی بارور-۲ با ۶۰۷/۵۶ عدد و کمترین آن به تیمار تماماً کود زیستی بارور-۲ با ۵۲۸/۳۳ عدد در طبق تعلق گرفت (جدول ۳). بین تعداد دانه در طبق با وزن هزار دانه و عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت (جدول ۴). معمولاً با افزایش مقدار فسفر در گیاه توانایی تلقیح موفق و باروری گل‌ها در طبق افزایش می‌یابد. در نتیجه تعداد دانه‌های تشکیل شده در طبق‌ها نیز بیشتر خواهد شد. در این رابطه یوسف‌پور و یدوی (۱۲) گزارش دادند که کاربرد فسفات بارور-۲ باعث افزایش ۱/۲ درصدی تعداد دانه‌ی پر در طبق آفتابگردان نسبت به عدم کاربرد آن شده است که با نتایج فوق مطابقت داشت. کاربرد ریزجانداران حل‌کننده‌ی فسفر در زراعت آفتابگردان می‌تواند مسیر انتشار و جذب فسفر را کوتاه نموده و موجب سهولت دسترسی عنصر فسفر برای گیاه گردد و همچنین از طریق بهبود تغذیه‌ی سایر عناصر، می‌تواند روی تعداد دانه در طبق مؤثر باشد (۱۰). نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که بیشترین تعداد دانه در طبق در کاربرد ۷۰ درصد و ۴۰ درصد کود اوره به اضافه ازتوباکتر و کمترین تعداد دانه در طبق در مصرف ۱۰۰ درصد کود اوره حاصل شد (جدول ۳). در این پژوهش استفاده از کود شیمیایی و زیستی نیتروژن با افزایش انتقال مواد پرورده به اندام زایشی از غیربارور شدن اندام زایشی ممانعت نموده و سبب افزایش تعداد دانه در طبق شده است. بر طبق اظهارات سلیمان‌زاده و همکاران^۱ (۲۶) نقش باکتری‌های محرک رشد را در گیاه آفتابگردان در آزمایش‌های خود مثبت ارزیابی کردند به طوری که استفاده از باکتری‌های محرک رشد سبب افزایش ۷ درصدی تعداد دانه در طبق نسبت به تیمار عدم تلقیح شد. از طرفی امیدی‌اردالی و بحرانی (۳) نشان دادند که اثر تیمار مصرف کود نیتروژنه بر صفت تعداد دانه در طبق در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین و کمترین تعداد دانه در طبق به ترتیب مربوط به تیمار مصرف ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار و تیمار عدم مصرف کود بود. مصرف مطلوب کودهای شیمیایی همراه با تلقیح کودهای زیستی می‌تواند اثر مناسبی بر تعداد دانه در طبق آفتابگردان داشته باشد (۵).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات مورد مطالعه در آفتابگردان

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	درصد روغن	عملکرد روغن
بلوک	۲	۶۱/۱*	۶/۲۱ n.s	۶۹/۳ n.s	۱/۲۱۱ n.s	۲۹/۳۰ n.s
کود فسفر	۳	۱۰۲۶۵/۷**	۴۵۱/۳۵**	۱۷۹۱۶/۶**	۰/۷۳۹ n.s	۲۶۶۶/۱۴**
کود نیتروژن	۲	۱۰۷۷/۶**	۳۷/۲۰**	۱۵۹۴/۰**	۶۳/۳۶۱**	۱۹۰/۵۵**
کود نیتروژن × فسفر	۶	۱۸/۹ n.s	۰/۳۵ n.s	۲/۷ n.s	۰/۴۵۳ n.s	۲/۹۹ n.s
خطای آزمایش	۲۲	۱۶/۷	۲/۵۱	۳۹/۹	۰/۸۶۸	۱۵/۶۵
درصد ضریب تغییرات	-	۰/۸	۲/۴	۲/۴	۲/۵	۴

n.s, * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد می‌باشد.

وزن هزار دانه

در این تحقیق اثر تیمارهای کود فسفره و نیتروژنه بر وزن هزار دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود اما برهمکنش این تیمارها بر وزن هزار دانه تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر تیمارهای کود فسفره بر وزن هزار دانه نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه به تیمار ۷۰ درصد سوپرفسفات تریپل و مابقی بارور-۲ با ۷۲/۴۶ گرم و کمترین وزن هزار دانه به تیمار تماماً کود زیستی بارور-۲ با ۵۷/۱۹ گرم تعلق گرفت (جدول ۳). نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه از کاربرد ۷۰ درصد کود اوره و مابقی ازتوباکتر با ۶۵/۷۵ گرم و کمترین وزن هزار دانه از کاربرد ۴۰ درصد کود اوره و مابقی ازتوباکتر با ۶۲/۲۳ گرم به‌دست آمد (جدول ۳). به نظر می‌رسد با افزایش کود شیمیایی نیتروژن و فسفر در اثرات ساده، وزن هزار دانه در آفتابگردان افزایش یافت. در این تحقیق فراهمی کود نیتروژن در مراحل رشد زایشی و عدم تنش کمبود مواد غذایی منجر به افزایش وزن هزار دانه می‌شود که نتایج میرزاخانی و ساجدی (۱۱)، آن‌را تأیید می‌کند. براساس نتایج این آزمایش احتمالاً کاربرد ۷۰ درصد کود شیمیایی نیتروژنه و فسفره شرایط تغذیه‌ای مناسب را برای تکثیر و فعالیت باکتری‌های ازتوباکتر و آزوسپیریلیوم فراهم نموده است، زیرا این باکتری‌ها جهت رشد و نمو و تثبیت نیتروژن و فسفر نیازمند وجود این عناصر در محیط غذایی هستند. در نتیجه کاربرد تلفیقی کود زیستی به همراه کود شیمیایی با درصد بیشتر در مقایسه با سایر تیمارها به مراتب شرایط مناسب‌تری را برای بهبود فعالیت‌های زیستی داخل خاک مهیا کرده و از طریق جذب مواد غذایی توسط ریشه موجب افزایش وزن هزار دانه گردید. در این رابطه از تورک و همکاران^۱ (۱۹) با بررسی کودهای نیتروژن بر روی آفتابگردان اظهار داشت که بیشترین وزن هزار دانه، عملکرد دانه (۳۲۳۴ کیلوگرم در هکتار) با کاربرد کود شیمیایی اوره بدست آمد. در این رابطه یوسف‌پور و یدوی (۱۲) بیان نمودند که افزایش میزان مواد غذایی قابل دسترس بوسیله کاربرد کودهای شیمیایی و کودهای زیستی توانسته است تا حد زیادی به افزایش وزن هزار دانه منجر شود. تلقیح بذر با نیتروکسین نیز سبب افزایش معنی‌داری در وزن هزاردانه‌ی آفتابگردان گردید، به‌طوری که با تلقیح نیتروکسین، ۱/۷۲ درصد در وزن هزاردانه افزایش ایجاد شده است.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در آفتابگردان تحت اثر کودهای بیولوژیکی و شیمیایی نیتروژن و فسفر

تیمارها		میانگین صفات			
کود فسفره	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	درصد روغن (روغن)	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار)
۱۰۰ درصد سوپرفسفات تریپل	۵۷۸/۷ ^b	۶۷/۰ ^b	۲۷۹۵/۰ ^b	۳۷/۲ ^a	۱۰۳۸/۶ ^b
۷۰ درصد سوپرفسفات تریپل و مابقی کود زیستی بارور ۲	۶۰۷/۵ ^a	۷۲/۴ ^a	۳۱۷۰/۵ ^a	۳۷/۸ ^a	۱۱۹۹/۹ ^a
۴۰ درصد سوپرفسفات تریپل و مابقی کود زیستی بارور ۲	۵۵۵/۰ ^c	۵۹/۱ ^c	۲۳۶۶/۳ ^c	۳۷/۴ ^a	۸۸۴/۳ ^c
۱۰۰ درصد کود زیستی بارور ۲	۵۲۸/۳ ^d	۵۷/۱ ^c	۲۱۷۳/۶ ^d	۳۷/۴ ^a	۸۱۲/۸ ^d
کود نیتروژنه					
۱۰۰ درصد کود اوره	۵۷۰/۰ ^a	۶۳/۹ ^b	۲۶۳۶/۸ ^b	۳۵/۵ ^b	۹۳۸/۰ ^b

۱۰۰۹/۸ ^a	۳۶/۸ ^b	۲۷۳۶/۰ ^a	۶۵/۷ ^a	۵۷۵/۳ ^a	۷۰ درصد کود اوره و مابقی ازتوباکتر
۱۰۰۳/۸ ^a	۴۰/۰ ^a	۲۵۰۶/۲ ^c	۶۲/۲ ^c	۵۵۶/۹ ^b	۴۰ درصد کود اوره و مابقی ازتوباکتر

میانگین تیمارهایی که دارای حروف مشابهی هستند؛ براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری با همدیگر ندارند.

جدول ۴- نتایج ضرایب همبستگی دو به دو میان صفات مورد بررسی

درصد روغن	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد دانه در طبق	
			۰/۹۳۵ ^{**}	وزن هزار دانه
		۰/۹۹۲ ^{**}	۰/۹۷۱ ^{**}	عملکرد دانه
	-۰/۰۷۶ ^{n.s}	-۰/۰۵۵ ^{n.s}	-۰/۱۲۲ ^{n.s}	درصد روغن
۰/۲۶۶ ^{n.s}	۰/۹۴۰ ^{**}	۰/۹۴۰ ^{**}	۰/۸۹۶ ^{**}	عملکرد روغن

^{n.s}، ^{**} و ^{*}: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک و پنج درصد می‌باشد.

عملکرد دانه

اثر تیمارهای کود فسفره و نیتروژنه بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اما اثر برهمکنش این تیمارها تفاوت معنی‌داری را بر عملکرد دانه نشان نداد (جدول ۲). بیش‌ترین میزان عملکرد دانه از تیمار ۷۰ درصد سوپرفسفات‌تریپل به اضافه بارور-۲ با ۳۱۷۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن از تیمار تماماً کود زیستی بارور-۲ با ۲۱۷۳ کیلوگرم در هکتار حاصل شد (جدول ۳). همچنین بیشترین عملکرد دانه در کاربرد ۷۰ درصد کود اوره به اضافه ازتوباکتر با ۲۷۳۶ کیلوگرم در هکتار و کمترین عملکرد دانه در مصرف کود ۴۰ درصد کود اوره به اضافه ازتوباکتر با ۲۵۰۶ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (جدول ۳). با توجه به نتایج می‌توان بیان نمود که تلفیق کود زیستی با کود شیمیایی، باعث افزایش رشد رویشی گیاه شد که نتیجه آن افزایش جذب تابش و اسیملات‌سازی و در نهایت افزایش کربوهیدرات تولیدی و اجزای عملکرد از جمله (تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه) شد که این امر باعث افزایش عملکرد دانه در مقایسه با تیمارهای عدم مصرف کود و یا درصد کمتری از کود شیمیایی بود (جدول ۴). در این رابطه یوسف‌پور و یدوی (۱۲) گزارش دادند که اگر چه سطح ۱۰۰ درصد کود شیمیایی مورد نیاز، با کود زیستی نیتروژنه از لحاظ این صفت تفاوت معنی‌داری ایجاد نکرد اما کاربرد کود زیستی (نیتروکسین) در این سطح نیز افزایش ۳/۹۷ درصدی در عملکرد دانه ایجاد کرد که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت. همچنین سالم‌اریف و همکاران^۱ (۲۲) در گیاه آفتابگردان گزارش کردند که کاربرد تلفیقی کودهای کود معدنی نیتروژن به همراه ازتوباکتر تأثیر معناداری بر افزایش عملکرد دانه و اجزای عملکرد داشتند. نتایج تحقیقات مولکی و همکاران^۲ (۱۶) مؤید آن است که افزایش عملکرد در سیستم‌های تلفیقی ناشی از مطابقت بیشتر بین نیتروژن قابل دسترس خاک با نیازهای گیاه است، به طوری که در اوایل رشد که نیاز غذایی کم است، میزان نیتروژن معدنی آن‌ها کمتر از کود شیمیایی است ولی در مراحل رشد زایشی به علت تداوم فرایند معدنی شدن، جذب تا مدت زمان طولانی‌تری ادامه پیدا می‌کند. با مصرف کود شیمیایی و زیستی به صورت تلفیقی شرایط مناسب و ایده‌آل برای رشد گیاه فراهم می‌شود، به طوری که نه تنها هیچ گونه اثر سازش‌ناپذیری بین آن‌ها وجود ندارد بلکه مکمل همدیگر می‌باشند (۱۲). کودهای زیستی با افزایش فعالیت باکتری‌های افزایش دهنده‌ی رشد گیاه، تأثیر کودهای آلی و شیمیایی را در تولیدات کشاورزی افزایش می‌دهند (۲۴).

۱ - Saleem Arif

۲ - Mooleki

درصد روغن

افزایش درصد روغن از اهداف اصلی تولید دانه‌های روغنی است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که درصد روغن تحت تأثیر تیمارهای کود نیتروژنه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد اما اثر تیمارهای کود فسفره و نیتروژنه و برهمکنش آن‌ها بر درصد روغن تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). بیشترین درصد روغن در کاربرد ۴۰ درصد کود اوره و مابقی ازتوباکتر با میانگین ۴۰ درصد و کمترین درصد روغن در کاربرد کود ۱۰۰ درصد اوره با ۳۵/۵ درصد مشاهده شد هر چند که با تیمار ۷۰ درصد کود اوره و مابقی ازتوباکتر اختلاف آماری معنی‌داری نداشت (جدول ۳). به نظر می‌رسد در این تحقیق اثرات مثبت کودهای بیولوژیک نیتروژنه از طریق افزایش جذب آب و عناصر غذایی سبب افزایش فتوسنتز شده و این امر موجب تولید آسیمیلات بیشتر و بهبود رشد شده است که در نهایت موجب افزایش درصد روغن دانه آفتابگردان در مقایسه با تیمار عدم تلقیح شده است. در این رابطه نصراله‌زاده‌اصل^۱ (۱۷) اظهار داشت که کاربرد نیتروکسین به همراه ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره سبب افزایش درصد روغن شد و کود شیمیایی اوره با استفاده از نیتروکسین به میزان ۲۵٪ کاهش یافت. نتایج این آزمایش با یافته‌های یوسف‌پور و یدوی (۱۲) که اعلام نمودند کود زیستی نیتروکسین نیز اثر معنی‌داری بر درصد روغن دانه داشته است مطابقت دارد، به طوری که میزان روغن دانه ی گیاهان تلقیح شده نسبت به گیاهان تلقیح نشده بیشتر بود و تلقیح با نیتروکسین باعث افزایش ۲/۹۱ درصدی در درصد روغن شده است مطابقت داشت. شهاتا و الخواز^۲ (۲۵) نیز افزایش معنی‌دار میزان روغن آفتابگردان را با مصرف کود زیستی گزارش کردند. در آزمایش اکبری و همکاران (۲) بیان داشتند که کود زیستی تأثیر مثبت و معنی‌داری در افزایش درصد روغن آفتابگردان داشته است. در مطالعات صورت گرفته به طور معمول بیان شده است که کودهای شیمیایی بر کیفیت دانه اثر معنی‌دار نداشته و یا اثر منفی داشته‌اند (۱۵).

عملکرد روغن

در این تحقیق اثر تیمارهای کود فسفره و نیتروژنه بر عملکرد روغن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اما اثر برهمکنش این تیمارها تفاوت معنی‌داری را بر عملکرد روغن نشان نداد (جدول ۲). بیشترین عملکرد روغن به تیمار ۷۰ درصد سوپرفسفات‌تریپل و مابقی بارور-۲ با ۱۱۹۹ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن به تیمار تماماً کود زیستی بارور-۲ با ۸۱۲ کیلوگرم در هکتار تعلق گرفت (جدول ۳). همچنین بیشترین عملکرد روغن در کاربرد ۷۰ درصد و ۴۰ درصد کود اوره و مابقی ازتوباکتر بترتیب با ۱۰۰۹ و ۱۰۰۳ کیلوگرم در هکتار و کمترین در کاربرد ۱۰۰ درصد کود اوره با میانگین ۹۳۸ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (جدول ۳). عملکرد روغن با عملکرد دانه هم دارای رابطه مثبت و معنی‌داری بود (جدول ۴). به نظر می‌رسد در این تحقیق در مقادیر بالای کود شیمیایی نیتروژن و فسفر، نیاز گیاه فراهم شده و به همین دلیل در سطوح بالاتر کود شیمیایی، کودهای زیستی تأثیر زیادی بر افزایش عملکرد روغن نداشته‌اند. نتایج این آزمایش با یافته‌های یوسف‌پور و یدوی (۱۲) که اظهار داشتند با افزایش کود شیمیایی، عملکرد روغن افزایش نشان داد، مطابقت داشت، به طوری که در سطوح صفر، ۳۳ و ۱۰۰ درصد کود شیمیایی به ترتیب، با کاربرد نیتروکسین افزایش ۳۵، ۱۷، ۷ درصدی در عملکرد روغن نسبت به عدم کاربرد آن ایجاد شد. در این رابطه ازتورک و همکاران^۳ (۱۹) با بررسی کودهای نیتروژن بر روی آفتابگردان اظهار داشت که بیشترین عملکرد دانه (۳۲۳۴ کیلوگرم در هکتار)، درصد روغن (۳۶/۸ درصد) و عملکرد روغن (۱۲۱۴ کیلوگرم در هکتار) با کاربرد کود شیمیایی اوره بدست آمد. در تحقیق دو ساله‌ی رشدی و همکاران (۵) روی آفتابگردان، نیز

۱ - Nasrollahzadeh Asl

۲ - Shehata

۳ - Ozturk

مصرف کامل سولفات پتاسیم و اوره‌ی قابل توصیه طبق آزمون خاک و تلقیح بذور آفتابگردان با کودهای زیستی از جمله ازتوباکتر و نیتروکسین، سبب تولید بیشترین عملکرد روغن دانه شد، زیرا که تأمین عناصر غذایی ضروری برای آفتابگردان از جمله پتاسیم و نیتروژن و تلقیح با کودهای زیستی، سبب افزایش ارسال مواد پرورده به سمت بخش اقتصادی گیاه (دانه) می‌باشد. با توجه به نتایج این آزمایش می‌توان اظهار داشت که تأثیر کم کودهای زیستی بر عملکرد روغن، در حضور مقادیر بالای کود شیمیایی است. بر طبق اظهارات اکبری و همکاران (۲) کاربرد کود زیستی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد روغن آفتابگردان نسبت به تیمار شاهد شد که نتایج این تحقیق را تأیید نمود.

نتیجه‌گیری نهایی

در مجموع کودهای بیولوژیکی می‌توانند علاوه بر تولید محصول کافی، مصرف کودهای شیمیایی را کاهش دهند، که این امر کمک قابل توجهی به سالم‌سازی محیط زیست می‌کند و راهبرد مهمی در جهت حرکت به سمت کشاورزی پایدار می‌باشد. نتایج این آزمایش نشان داد که بیشترین عملکرد دانه و اجزای عملکرد از جمله تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه در آفتابگردان مربوط به تیمار کودی ۷۰ درصد سوپرفسفات‌تریپل و مابقی بارور-۲ و کود ۷۰ درصد اوره به همراه ازتوباکتر بود. به این دلیل که باکتری‌های موجود در کودهای بیولوژیکی با مقادیر بیشتری از کودهای شیمیایی واکنش بهتری داشته‌اند و با کمک در افزایش جذب نیتروژن و فسفر که از عناصر اصلی برای گیاه محسوب می‌شوند باعث افزایش روند رشد و بهبود اسیمیلات‌سازی در آفتابگردان شده‌اند ولی با افزایش نیتروژن (اوره)، درصد و عملکرد روغن کاهش پیدا کرد که نشان‌دهنده یک کورولاسیون منفی بین مقدار نیتروژن و روغن دانه می‌باشد. براین اساس می‌توان گفت که برای رسیدن به حداکثر عملکرد کمی و کیفی در آفتابگردان، کود شیمیایی و کود زیستی به تنهایی کافی نمی‌باشد و کاربرد توأم کود زیستی و کود شیمیایی به نسبت مناسب حداکثر تولید را حاصل می‌کنند.

منابع

- ۱- استیری، ه.، آرمین، م.، فیله کش، ا. ۱۳۹۳. تأثیر محلول‌پاشی مقادیر مختلف سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان در شرایط تنش خشکی. نشریه تولید گیاهان روغنی. (۱۱): ۶۵-۷۷.
- ۲- اکبری، پ.، قلاوند، ا.، مدرس ثانوی، س.، ع. م. ۱۳۸۸. اثرات سیستم‌های مختلف تغذیه و باکتری‌های افزاینده رشد (PGPR) بر فنولوژی، عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. (۳): ۱۱۹-۱۳۴.
- ۳- امیداردلی غ.، و بحرانی م. ج. ۱۳۹۰. تأثیر تنش خشکی، مقادیر و زمان‌های کاربرد نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان در مراحل مختلف رشد. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. ۱۵(۵۵): ۱۹۹-۲۰۷.
- ۳- چوبفروش خوئی، ب.، رشدی، م.، جلیلی، ف.، و غفاری، م. ۱۳۹۳. تأثیر کودهای زیستی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان آجیلی (*Helianthus annuus L.*) در منطقه خوی. نشریه پژوهش‌های کاربردی زراعی. ۲۷(۱۰۳): ۱۳۹-۱۳۲.

- ۴- راعی، ی.، سر درود، س.، ی.، پیروز، ا. ۱۳۹۲. تأثیر کودهای شیمیایی و زیستی بر عملکرد سورگوم علوفه‌ای (*Sorghum bicolor L.*) رقم اسپیدفید در چین‌های مختلف. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. ۵(۳): ۲۴۲-۲۳۱.
- ۵- رشدی، م.، رضادوست، س.، خلیلی‌محلّه، ج. و ابدالی، ر. ۱۳۸۸. تأثیر کودهای بیولوژیک و شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی سه رقم آفتابگردان روغنی. فصلنامه علمی- پژوهشی گیاه و زیست بوم، ۶(۲۱): ۱۴۳-۱۲۹.
- ۶- سجادی‌نیک، ر.، یدوی، ع. ر.، بلوچی، ح. ر.، و فرجی، ه. ۱۳۹۰. مقایسه تأثیر کودهای شیمیایی (اوره)، آلی (ورمی کمپوست) و زیستی (نیتروکسین) بر عملکرد کمی و کیفی کنجد (*Sesamum indicum L.*). نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۱(۲): ۱۰۱-۸۷.
- ۷- سلیمانی، ف.، احمدوند، گ.، و صفری‌سنجانی، ع. ا. ۱۳۹۵. تأثیر سیستم‌های تغذیه‌ای گوناگون شیمیایی، زیستی و آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان تحت شرایط تنش رطوبتی. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. ۸(۱): ۱۱۹-۱۰۷.
- ۸- قلی‌نژاد، ا.، آینه‌بند، ا.، حسن‌زاده‌قورت‌تپه، ع.، نورمحمدی، ق.، و برنوسی، ا. ۱۳۹۱. بررسی تأثیر تنش خشکی بر عملکرد، سرعت و دوره موثر پر شدن دانه در آفتابگردان رقم ایروفلور در مقادیر متفاوت نیتروژن و تراکم بوته در ارومیه. نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. ۲۲(۱): ۱۴۳-۱۳۰.
- ۹- کریمی‌کاخکی، م.، سپهری، ع.، همتی‌متین، ح. ر. ۱۳۸۹. تغییرات محتوای پروتئین، روغن و ترکیب اسیدهای چرب دانه چهار رقم آفتابگردان در شرایط مختلف آبیاری. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ۳(۳): ۸۰-۶۳.
- ۱۰- مرادی، م.، مدنی، ح.، ملبوبی، م.، ع.، و پيله‌وری‌خامی، ر. ۱۳۸۷. مقایسه کارایی فسفر بیولوژیک و شیمیایی در زراعت آفتابگردان روغنی در شرایط آب و هوایی اراک. یافته‌های نوین کشاورزی. ۳(۲): ۱۷۸-۱۶۸.
- ۱۱- میرزاخانی، م.، و ساجدی، ن. ع. ۱۳۹۴. ارزیابی کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی بر کارایی مصرف کود، عملکرد و اجزای عملکرد دانه آفتابگردان. ویژه‌نامه نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار. صفحات ۱۵۲-۱۴۰.
- ۱۲- یوسف‌پور، ز.، یدوی، ع. ر.، بلوچی، ح. ر.، فرجی، ه. ۱۳۹۳. بررسی عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیک، مورفولوژیک و فنولوژیک آفتابگردان (*Helianthus annuus L.*) تحت تأثیر کودهای زیستی و شیمیایی نیتروژن و فسفر. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. ۶(۳): ۵۱۹-۵۰۸.
- 13-Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2016.** Available in: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>. (accessed august 2016).
- 14-Hashemi, S M., and Mojaddam, M. 2015.** The Effects of triple superphosphate fertilizer and biological phosphate fertilizer (fertile 2) on yield and yield components of sesame in hamidiyeh weather conditions. *Indian Journal of Fundamental and Applied Life Sciences*. 5(1): 2231- 6345.
- 15-Khan, M. M., and Azam, Z. M. 1999.** Change in the essential oil constituents of *Foeniculum vulgare* in relation of basal and foliar application of nitrogen and phosphorus. *Journal of Plant Science*: 11: 2205-2515.

- 16- Mooleki, S.P., Schoenau, J.J., Charles, J.L., and Wen, G. 2004.** Effect of rat, frequency and incorporation of feedlot cattle manure on soil nitrogen availability crop performance and nitrogen use efficiency in east-central Saskatchewan. *Canadian Journal of Soil Science*: 84: 199-210.
- 17-Nasrollahzadeh Asl, A. 2017.** Effects of Nitrogen and Phosphate Biofertilizers on Morphological and Agronomic Characteristics of Sesame (*Sesamum indicum* L.). *Open Journal of Ecology*. 7(2): 101-111.
- 18-Nezarat, S., and Gholami, A. 2009.** The effects of co-inoculation of *Azospirillum* and *Pseudomonas* rhizobacteria on nutrient uptake of maize (*Zea mays* L.). *Journal of Agroecology*. 1 (1): 25-32.
- 19-Ozturk, E., Polat, T., Sezek, M. 2017.** The effect of sowing date and nitrogen fertilizer from on growth, yield and yield components in Sunflower. *Turkish Journal Field Crops*. 22(1): 143-151.
- 20-Perez, E.E., Crapiste, G.H.,Carelli, A.A. 2007.** Some physical and morphological properties of Wild Sunflower Seeds. *Biosystems Engineering*. 96(1): 41-45.
- 21-Roshdi, M., Heidari Sharifabad, H., Karimi, M., Nourmohammadi, G.H., and Darvish, F. 2006.** A Survey on the impact of water deficiency over the yield of sunflower seed cultivar and its components. *Journal of Agriculture Science*. 12(1): 109-121.
- 22-Saleem Arif, M., Riaz, M., Shahzad, S, M., Yasmeen, T., Akhtar, M, J., Riaz, M, A. and Vincent E.J. 2016.** Associative interplay of plant growth promoting rhizobacteria (*Pseudomonas aeruginosa* QS40) with nitrogen fertilizers improves sunflower (*Helianthus annuus* L.) productivity and fertility of aridisol. *Applied Soil Ecology*. Volume 108. Pages 238-247.
- 23-Saleh Rastin, N. 2001.** Biological fertilizers and their role in order to achieve sustainable agriculture. *Journal Soil and Water. Special Biological Fertilizers* 23: 19-23.
- 24-Shata, SM., Safaa, AM., and Siam, HS. 2007.** Improving calcareous soil productivity by integrated effect of intercropping and fertilizer. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*: 3 (6): 733-739.
- 25-Shehata, M.M., and El-khawas, SA. 2003.** Effect of two biofertilizers on growth parameters, yield characters, nitrogenous components, nucleic acids content, Yield. *Pakistan Journal of Biological Sciences*: 6 (14): 1257- 1268.
- 26-Soleimanzadeh, H., Habibi, D., Ardakani, M.R., Paknejad, F., and Rejali, F. 2010.** Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to inoculation with *Azotobacter* under different nitrogen levels. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*. 7 (3): 265-268.

**Investigation of combined effect of biological and chemical fertilizers
of phosphorus and nitrogen on quantitative and
qualitative characteristics of sunflower (*Helianthus annuus* L.)**

Alireza Shokouhfar^{1*} and Sahar Khani²

1- Assistant Professor of Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

1- Graduated MSc, Department of Agronomy, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.

*Corresponding Author: Alireza_shokouhfar@yahoo.com

(Received: 23 August 2018; Accepted: 22 November 2018)

Abstract

In order to study the combined effect of biological and chemical fertilizers of phosphorus and nitrogen on quantitative and qualitative characteristics of sunflower, this experiment was conducted as a factorial based on a randomized complete block design with three replications in a field in Izeh County during 2017 cropping season. The experiment treatments included phosphorous fertilizer in 4 levels (totally, triple superphosphate fertilizer as base, 70% triple superphosphate fertilizer and the remaining through fertile-2 phosphate biological fertilizer, 40% triple superphosphate fertilizer and the remaining through fertile-2 phosphate biological fertilizer, entirely through fertile-2 phosphate biological fertilizer) and nitrogen fertilizer in 3 levels (entirely through the urea fertilizer, 70% urea fertilizer and the remaining through azotobacter, 40% urea fertilizer and the remaining through azotobacter). The results showed that the effects of biological and chemical fertilizer phosphorus and nitrogen significantly increased grain weight, seed yield and oil yield. The highest seed yield was for 70% superphosphate fertilizer treatment and the remaining for fertile-2 and 70% urea fertilizer and the rest for azotobacter respectively 3170 and 2736 kilogram in hectare and the lowest one was in the treatment of fertile-2 entirely biological fertilizer and 40% urea along with azotobacter respectively with 2173 and 2506 kilogram in hectare. With regard to these results, application of 70% superphosphate fertilizer and the remaining through fertile-2 phosphorous biological fertilizer and 70% urea fertilizer and the rest through azotobacter relative to other treatments caused qualitative and quantitative yield increase in sunflower and is recommended in the region.

Keywords: 1000-seed weight, seed yield, oil performance, azotobacter

