Archive of SID

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵، ص. ۶۹-۵۹

Journal of Agroecology
Vol. 8, No. 1, Spring 2016, p. 59-69

اثر باکتری‌های *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* و سطوح کود دامی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)

مریم شهرکی[۱]، مهدی دهمرده[۲*]، عیسی خمری[۳] و احمد اصغرزاده[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۶/۲۴

شهرکی، م.، دهمرده، م.، خمری، ع.، و اصغرزاده، ا. ۱۳۹۵. اثر باکتری‌های *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* و سطوح کود دامی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.). نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۸(۱): ۶۹-۵۹.

چکیده

به منظور بررسی اثر باکتری‌های *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* و سطوح مختلف کود دامی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی، اصلاح خاک و بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه آموزشی- پژوهشی دانشگاه زابل در سال ۱۳۹۱ به اجرا در آمد. تیمارهای آزمایشی شامل سه سطح مصرف کودهای دامی شامل شاهد (عدم کاربرد کود دامی)، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار و چهار سطح مصرف کود زیستی شامل شاهد (عدم کاربرد کود زیستی)، *آزوسپیریلیوم*، *ازتوباکتر* و ترکیب *آزوسپیریلیوم* به علاوه *ازتوباکتر* بودند. بر پایه نتایج به دست آمده کاربرد سطوح مختلف کود دامی بر ارتفاع بوته، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن دانه در طبق، وزن صد دانه، عملکرد اقتصادی، بیولوژیک و شاخص برداشت در گیاه تأثیر معنی‌داری داشت. اثر تیمارهای کود زیستی بر همه صفات مورد بررسی به جز وزن صد دانه معنی‌دار بود. بررسی اثر متقابل فاکتورهای مورد بررسی نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد اقتصادی به میزان ۸/۴۹ تن در هکتار با مصرف توأم ۳۰ تن در هکتار کود دامی و کود زیستی *آزوسپیریلوم* به دست آمد. همچنین اثر کود دامی بر درصد روغن دانه معنی‌دار بود. نتایج این آزمایش نشان داد که مصرف تلفیقی کودهای دامی و زیستی، نسبت به مصرف جداگانه آن‌ها می‌تواند در افزایش عملکرد کمی و کیفی گلرنگ نقش مؤثری را ایفا کند و توجه به آن‌ها به منظور جایگزینی و یا بخشی از نیازهای غذایی گیاه در راستای کشاورزی پایدار قابل تأمل می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: درصد روغن، کودهای زیستی، کلروفیل برگ

مقدمه

کشاورزی پایدار به عنوان یک نظام زراعی شامل رهیافت‌هایی است که وابستگی کشاورزان به برخی نهاده‌های کشاورزی را کاهش می‌دهد و در نتیجه از تخریب محیط زیست و تعادل بین نسل‌ها می‌کاهد. مشکلات زیست‌محیطی ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی، انرژی و هزینه‌های تولید و مصرف آن‌ها، از مهمترین مسائل جهان امروز است (Alexandratos, 2003). در بوم‌نظام‌های کشاورزی پایدار کاربرد کودهای زیستی از اهمیت ویژه‌ای در افزایش تولید محصول و حفظ حاصلخیزی پایدار خاک برخوردار است به موازات افزایش روز افزون جمعیت روی کره زمین، نیاز به غذا به ویژه محصولات کشاورزی افزایش می‌یابد. افزایش تولیدات کشاورزی جهت رفع نیاز غذایی بشر از طریق افزایش سطح زیر کشت و افزایش تولید در واحد سطح امکان‌پذیر است (Astaraei & Koocheki, 1995). هماهنگ‌سازی نیاز گیاه با عرضه عناصر غذایی بسیار مشکل

۱، ۲، ۳ و ۴- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشیار، گروه اگرواکولوژی، استادیار، گروه فیزیولوژی، دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل و استادیار، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، کرج
(* - نویسنده مسئول: Email: mdahmardeh@uoz.ac.ir)

www.SID.ir

Archive of SID

است، مخصوصاً اگر عناصر غذایی فقط از منابعی تأمین گردند که چرخه آن‌ها نیازمند واسطه‌گری ریزجانداران و مشمول تجزیه طیفی از مواد آلی متنوع باشند. با وجود این به نظر می‌رسد که در نظام‌های کشتی که از هر دو راهکار کوددهی، یعنی کودهای شیمیایی و آلی استفاده می‌شود، دستیابی به کارایی بهینه استفاده از عناصر غذایی امکان‌پذیر باشد (Asadirahmani et al., 2007). امروزه به دلیل استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی، مواد آلی زمین‌های کشاورزی در ایران کاهش یافته است (Naghavi Maremmati et al., 2007). امروزه در نظام‌های کشاورزی پایدار و ارگانیک، کاربرد کودهای زیستی از اهمیت ویژه‌ای در افزایش تولید محصول و حفظ حاصلخیزی پایدار خاک برخوردار است (Sharma, 2003). اصطلاح کودهای زیستی منحصراً به مواد آلی حاصل از کودهای دامی، گیاهی و کود سبز اطلاق نمی‌گردد، بلکه ریزجانداران باکتریایی و قارچی به ویژه باکتری‌های محرک رشد گیاه (PGPR)[1] و مواد حاصل از فعالیت آن‌ها از جمله مهمترین کودهای زیستی محسوب می‌گردند (Manaffee & Klopper, 1994). کودهای زیستی در حقیقت ماده‌ای شامل انواع مختلف ریزموجودات آزادزی بوده که توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی را از فرم غیر قابل دسترس به فرم قابل دسترس طی فرآیندهای بیولوژیکی دارد (Vessy, 2003; Rajendran & Devarj, 2004; Chen et al., 2004).

کادر و همکاران (Kader et al., 2002) اظهار داشتند که مصرف *ازتوباکتر* علاوه بر تأثیر مثبت بر رشد ریشه‌ها و افزایش ۱۸ درصدی در عملکرد گندم، موجب صرفه‌جویی در مصرف نیتروژن به میزان ۲۰ درصد می‌شود. تیمار بذر با *ازتوباکتر* همراه با کود دامی سبب افزایش عملکرد دانه و درصد جذب نیتروژن و فسفر، درصد روی و پروتئین دانه، عملکرد اندام‌های هوایی و ریشه گندم (*Triticum aestivum* L.) می‌شود (Mahmoudi et al., 2004). گزارش کردند که وزن خشک اندام‌های هوایی ذرت (*Zea mays* L.) در اثر تلقیح بذور با باکتری *آزوسپیریلوم* افزایش یافت (Cohen et al., 1980). در تحقیقی معلوم شد که تلقیح بذر گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) بهاره با باکتری آزادزی *ازتوباکتر* و یک قارچ همزیست مولد میکوریزا علاوه بر افزایش عملکرد دانه و روغن، موجب افزایش مقاومت گیاهان در برابر عوامل نامساعد محیطی و بهبود کیفیت محصول میگردد (Mirzakhani et al., 1999). طی آزمایشی دیگر مشخص گردید که تلقیح بذر آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) با *آزوسپیریلوم* طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و وزن تر ریشه، ساقه و گیاهچه را نسبت به عدم شرایط تلقیح افزایش می‌دهد (Babayi et al., 2002).

با توجه به اهمیت گلرنگ به دلیل خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی ویژه نظیر سیستم ریشه‌ای عمیق و مقاومت نسبت به تنش‌های محیطی (Behdani & Moosavifar, 2011; Moosavifar et al., 2010)، هدف از این تحقیق ارزیابی تاثیر باکتری‌های زیستی و سطوح مختلف کود دامی بر ویژگی‌های کمی و کیفی گلرنگ در منطقه سیستان می باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در پژوهشکده کشاورزی دانشگاه زابل واقع در ۳۵ کیلومتری جنوب شرقی شهرستان زابل در سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ اجرا گردید. ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۴۸۱ متر بوده و در ۶۱ درجه و ۴۱ دقیقه طول شرقی و ۳۰ درجه و ۵۴ دقیقه عرض شمالی واقع شده است. بر اساس آمار هواشناسی، این منطقه جزء اقلیم‌های خشک و بسیار گرم با میانگین بارندگی سالیانه ۶۳ میلی‌متر و متوسط دمای در حدود ۲۳ درجه سانتی‌گراد با حداکثر ۴۹ درجه سانتی‌گراد و حداقل ۷- درجه سانتی‌گراد می‌باشد. قبل از کشت جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری به عمل آمد و مشخص شد که بافت خاک لوم- شنی و pH آن ۸/۳ می‌باشد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار، روی گیاه گلرنگ به اجرا درآمد. فاکتور اول شامل کود دامی در سه سطح بدون کود، ۲۰ و ۳۰ تن در هکتار کود دامی و فاکتور دوم شامل چهار سطح کود زیستی شامل شاهد (C)، *آزوسپیریلوم* (Azo)، *ازتوباکتر* (Azt) و مخلوط *آزوسپیریلوم* و *ازتوباکتر* (Azo+Azt) در نظر گرفته شدند. در این تحقیق از کود گاوی عمل‌آوری شده استفاده گردید و باکتری‌ها از مؤسسه آب و خاک کشور واقع در مشکین دشت کرج تهیه شدند. باکتری‌ها با جمعیت 10^8 و ۲۴ ساعت قبل از کاشت بذرها در باکتری خیسانده شدند. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک، ایجاد کرت‌های به طول ۲/۵ و عرض دو متر، افزودن کودهای شیمیایی پایه نیتروژن، فسفر و پتاسیم به نسبت ۵۰:۱۰۰:۱۰۰ و کود دامی در مهرماه انجام گرفت. کاشت بذرها به صورت دستی و پس از تلقیح بذری با کودهای زیستی با تراکم ۴۰ بوته در مترمربع (فاصله بین

www.SID.ir

Archive of SID

بوته‌ها ۱۰ و فاصله بین ردیف‌ها ۴۰ سانتی‌متر) کاشته شد و بلافاصله آبیاری گردید. ویژگی‌های مورد مطالعه در این تحقیق شامل ارتفاع بوته، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن دانه در طبق، وزن صد دانه، عملکرد اقتصادی و عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، کلروفیل برگ، درصد پروتئین و روغن دانه بود. اندازه‌گیری صفات در پایان فصل رشد گیاه گلرنگ در خردادماه هنگامی که بذرها در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی بودند انجام شد. بدین صورت که در هر کرت نمونه‌گیری از دو ردیف وسط و پس از حذف اثرات حاشیه‌ای انجام گرفت. ارتفاع بوته از ناحیه طوقه تا انتهایی‌ترین بخش ساقه با متر سنجیده شد. در ادامه کار بوته‌ها از سطح زمین قطع و کدگذاری شد و سپس به آزمایشگاه منتقل گردید. پس از خشک نمودن در آون در دمای ۷۴ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴۸ ساعت وزن خشک بوته اندازه‌گیری گردید. درصد روغن دانه با استفاده از محلول اتیل اتر با دستگاه سوکسله و درصد پروتئین دانه نیز با استفاده از روش کجلدال اندازه‌گیری شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین‌ها، توسط آزمون دانکن در سطح پنج درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در آزمایش حاضر ارتفاع بوته به طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای کود دامی و کودهای زیستی قرار گرفت (جدول ۱). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که در بین سطوح کود دامی بیشترین ارتفاع بوته (۱۰۷/۰۸ سانتی‌متر) مربوط به تیمار ۳۰ تن در هکتار کود دامی و کمترین ارتفاع (۸۸/۱۶ سانتی‌متر) مربوط به تیمار ۲۰ تن در هکتار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین کاربرد کودهای زیستی بر ارتفاع بوته نیز نشان داد که بیشترین ارتفاع (۱۰۶/۳ سانتی‌متر) در تیمار *آزوسپیریلوم* مشاهده شد. همچنین اثر متقابل بین تیمار کودهای زیستی و کود دامی بر ارتفاع گیاه معنی‌دار شد (جدول ۱). ارتفاع نهایی ساقه که در واقع تعیین‌کننده ارتفاع گیاه می‌باشد، بسته به عواملی مانند رقم، ژنوتیپ و شرایط محیطی بسیار متغیر بوده و بین ۴۵ تا ۱۵۰ سانتی‌متر دیده می‌شود (Mohammadi nikpour & Koocheki, 2008).

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد اقتصادی و شاخص‌های زراعی گلرنگ در تیمارهای کود دامی و زیستی

Table 1- Analysis of variance (mean of squares) for economical yield and agronomy index of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in manure and bio-fertilizers treatments

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته High plant	تعداد طبق در بوته Number of heads in bush	تعداد دانه در طبق Number of seed in heads	وزن صد دانه 100-Seed weight	عملکرد اقتصادی Economical yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest index	کلروفیل برگ Harvest index	درصد روغن Oil content	درصد پروتئین Protein content
تکرار Replication	2	5.08^{ns}	3.52^{ns}	13.52^{ns}	0.09^{ns}	0.091^{ns}	1.47^{ns}	0.001^{ns}	21.64^{ns}	2.88^{ns}	2.87^{ns}
کود زیستی Bio-fertilizers (B)	3	1236.08^{**}	361.44^{**}	545.86^{**}	1.23^{ns}	79.47^{**}	544.3^{**}	0.054^{**}	117.72^{**}	5.54^{**}	6.51^{ns}
کود دامی Manure (A)	2	518.3^{**}	100.32^{**}	1269.87^{**}	6.69^{**}	4.94^{**}	90.51^{**}	0.010^{*}	25.23^{ns}	2.57^{ns}	2.35^{ns}
کود دامی + کود زیستی (A+B)	6	79.6^{**}	44.96^{**}	470.82^{**}	6.21^{**}	2.81^{**}	127.7^{**}	0.041^{**}	12.32^{ns}	3.11^{*}	6.89^{**}
خطا Error	22	12.99	3.89	15.83	0.57	0.171	2.52	0.002	15.90	1.055	1.71
ضریب تغییرات CV (%)	-	3.61	18.54	12.35	13.62	13.79	8.83	22.85	6.32	23.02	8.91

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و غیر معنی‌دار

*, ** and ns: Are significant at %5 and %1 probability levels and non significant, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

اسکینر و همکاران (Skiner et al., 1987) طی گزارشی بیان نمودند که تلقیح بذر با *ازتوباکتر* سبب افزایش توسعه ریشه و جذب بهتر آب و مواد غذایی می‌شود و این امر موجب بهبود رشد رویشی گیاه و افزایش ارتفاع بوته‌ها می‌گردد. مقایسه میانگین اثر متقابل کود دامی و کودهای زیستی نشان داد که تیمار ۳۰ تن در هکتار کود دامی به علاوه *آزوسپیریلوم* بیشترین میزان ارتفاع بوته (۱۱۴/۳ سانتی‌متر) را دارا بود (جدول ۳). در این ارتباط می‌توان به نتایج تحقیق خرم دل و همکاران (Khorramdel et al., 2008) در زمینه اثر مثبت کاربرد کودهای بیولوژیکی بر شاخص ارتفاع بوته در سیاهدانه (*Nigella sativa* L.) اشاره نمود. همچنین افزایش ارتفاع در گیاه آفتابگردان با تیمار کود زیستی باکتریایی نسبت به تیمار شاهد در آزمایشات اکبری و همکاران (Akbary et al., 2002) نیز گزارش گردیده است. افزایش ارتفاع گیاه ارزن بر اثر تلقیح با *آزوسپیریلوم* و *ازتوباکتر* همراه با کاربرد اوره نیز گزارش شده است (Zahir et al., 1998).

تعداد طبق در بوته

تأثیر مصرف کود دامی بر تعداد طبق در بوته معنی‌دار گردید (جدول ۱). بیشترین تعداد طبق (۱۶/۹۱) با تیمار ۳۰ تن در هکتار کود دامی بود (جدول ۲). کودهای زیستی تأثیر معنی‌داری بر تعداد طبق در بوته داشتند (جدول ۱). با مصرف تیمار *آزوسپیریلوم* بیشترین تعداد طبق در بوته (۱۵/۵۵) حاصل شد (جدول ۲). اثر متقابل تیمارهای مختلف کود دامی و کودهای زیستی بر تعداد طبق در بوته معنی‌دار بود (جدول ۱) و بالاترین تعداد طبق در بوته (۲۶/۳) در تیمار ۳۰ تن در هکتار کود دامی به علاوه *آزوسپیریلوم* به دست آمد (جدول ۳).

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد اقتصادی و شاخص‌های زراعی گلرنگ در تیمارهای کود دامی و زیستی

Table 2- Means comparison of economical yield and agronomical index of wheat in manure and bio fertilizers treatments

تیمار Treatment	ارتفاع بوته (سانتی-متر) High plant (cm)	تعداد طبق در بوته Number of heads in bush	تعداد دانه در طبق Number of seed in heads	وزن صد دانه 100-Seed weight	عملکرد اقتصادی (تن در هکتار) Economical yield ($t.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار) Biological yield ($t.ha^{-1}$)	شاخص برداشت Harvest index	کلروفیل برگ Chlorophyll leaf	درصد روغن Oil content	درصد پروتئین Protein content
کود دامی Organic manure										
شاهد Control	104^{b}	8.25^{b}	36^{b}	5.40^{a}	1.79^{b}	9.08^{b}	0.18^{b}	60.94^{b}	4.64^{a}	14.34^{b}
۲۰ تن در هکتار 20 $t.ha^{-1}$	88.16^{c}	6.75^{b}	33.91^{b}	5.35^{a}	1.25^{c}	8.71^{b}	0.20^{a}	61.54^{b}	4.80^{a}	14.15^{b}
۳۰ تن در هکتار 30 $t.ha^{-1}$	107.08^{a}	16.91^{a}	46.5^{a}	5.93^{a}	5.96^{a}	20.55^{a}	0.31^{a}	66.64^{a}	3.93^{a}	15.51^{a}
$LSD_{0.05}$	3.05	1.67	3.36	0.641	0.351	1.34	0.045	3.37	0.869	1.10
کود زیستی Biofertilizer										
شاهد Control	103.44^{ab}	8.66^{b}	48.33^{a}	4.90^{b}	2.93^{b}	12.98^{b}	0.24^{a}	60.62^{b}	5.17^{a}	14.02^{a}
آزوسپیریلیوم Azo	106.3^{a}	15.55^{a}	49.77^{a}	6.47^{a}	4.04^{a}	16.44^{a}	0.27^{a}	64.03^{a}	4.20^{ab}	14.50^{a}
ازتوباکتر Azt	89^{c}	9.88^{b}	29.55^{b}	4.75^{b}	2.72^{bc}	13^{b}	0.20^{b}	64.67^{a}	3.47^{b}	15.16^{a}
آزوسپیریلوم + ازتوباکتر Azo+Azt	100.22^{b}	8.44^{b}	27.55^{b}	6.11^{a}	2.31^{c}	8.69^{c}	0.21^{b}	61.53^{a}	4.99^{a}	14.99^{a}
$LSD_{0.05}$	3.52	1.92	3.89	0.74	0.40	2.32	0.052	3.89	1.00	1.27

* در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

* Means in each column follow by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's multiple range test.

آزوسپیریلیوم :Azo، *ازتوباکتر* :Azt و *آزوسپیریلیوم +ازتوباکتر* :Azo+Azt

Azo: *Azospirillium*, Azt: *Azotobacter* and Azo+Azt: *Azospirillium+Azotobacter*

www.SID.ir

Archive of SID

تعداد دانه در طبق

نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که مصرف کود دامی، کودهای زیستی و اثر متقابل آن‌ها بر تعداد دانه در طبق تأثیر معنی‌داری داشته‌اند (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در بین سطوح کودهای دامی، بیشترین تعداد دانه در طبق (۴۶/۵) مربوط به تیمار ۳۰ تن در هکتار کود دامی بود (جدول ۲). مقایسه میانگین کودهای زیستی بر تعداد دانه در طبق نیز نشان داد که بیشترین تعداد (۴۹/۷۷) در تیمار *آزوسپیریلوم* به دست آمد (جدول ۲). محققین طی آزمایشی دریافتند که تلقیح بذر آفتابگردان با *آزوسپیریلوم* طول ریشه-چه، ساقه‌چه و وزن تر ریشه، ساقه و گیاهچه را نسبت به عدم شرایط تلقیح افزایش می‌دهد (Babayi et al., 2002). باکتری‌های موجود در کود بیولوژیک علاوه بر تثبیت نیتروژن هوا و متعادل کردن جذب عناصر پرمصرف و ریز مغذی مورد نیاز گیاه، ترشح اسیدهای آمینه و انواع آنتی بیوتیک را نیز بر عهده دارد و موجب رشد و توسعه ریشه و قسمت‌های هوایی گیاهان می‌شود، محافظت از ریشه‌ها در برابر عوامل بیماری‌زای خاکزی موجب افزایش محصول می‌گردد (Gilik et al., 2001). مقایسه میانگین اثر کود دامی و کودهای زیستی بر تعداد دانه در طبق نشان داد که بالاترین میزان دانه در طبق (۶۵/۳) با کاربرد ۳۰ تن در هکتار کود دامی به علاوه *آزوسپیریلوم* می‌باشد (جدول ۳).

وزن صد دانه

وزن دانه‌های گلرنگ به عنوان یکی از اجزای مهم عملکرد دانه است که وضعیت نهایی آن طی مرحله پر شدن دانه‌ها تعیین می‌گردد. نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که مصرف کود دامی و اثر متقابل کود زیستی و کود دامی آن‌ها بر وزن صد دانه تأثیر معنی‌دار داشته اما کود زیستی اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در بین سطوح کودهای دامی بیشترین مقدار (۵/۹۳ گرم) مربوط به تیمار ۳۰ تن در هکتار کود دامی بود که با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین کاربرد کودهای زیستی بر وزن صد دانه نیز نشان داد که بیشترین مقدار (۶/۴۷ گرم) در تیمار *آزوسپیریلوم* به دست آمد (جدول ۲).

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد اقتصادی و شاخص‌های زراعی گلرنگ در اثر مقابل تیمارهای کود دامی و زیستی

Table 3- Means comparison of economical yield and agronomical index of safflower in interaction effects of manure and biofertilizers treatments

کود دامی (تن در هکتار) Manure ($t.ha^{-1}$)	کود زیستی Biofretilizer	ارتفاع بوته High plant	تعداد طبق در بوته Number of heads in bush	تعداد دانه در طبق Number of seed in heads	وزن صد دانه (گرم) 100-seed weight (g)	عملکرد اقتصادی (تن در هکتار) Economical yield ($t.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار) Biological yield ($t.ha^{-1}$)	شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	کلروفیل برگ Chlorophyll leaf	درصد روغن دانه Oil content (%)	درصد پروتئین دانه Protein content (%)
0	0	112.3^{a}	5.6^{de}	58^{b}	3.99^{f}	1.89^{c}	9.85^{d}	0.18^{def}	58.9^{c}	6.46^{a}	15.03^{ab}
	Azo	108.3^{a}	9^{cd}	45.3^{c}	4.04^{f}	2.48^{c}	10.37^{d}	0.23^{bc}	61.4^{abc}	4.02^{b}	11.64^{c}
	Azt	93.3^{bc}	13^{b}	19.3^{f}	7.50^{ab}	1.96^{c}	9.74^{d}	0.19^{cde}	65.3^{abc}	3.66^{b}	15.65^{ab}
	Azo+Azt	113^{bc}	5.3^{e}	21.3^{f}	6.07^{cd}	0.86^{d}	6.36^{e}	0.13^{def}	5.81^{c}	4.42^{b}	15.05^{ab}
20	0	98.3^{b}	6.3^{de}	31^{de}	3.61^{bed}	1.92^{c}	18.04^{c}	0.10^{f}	60.7^{bc}	4.37^{b}	13.12^{bc}
	Azo	89^{cd}	11.3^{bc}	34.3^{d}	5.64^{cde}	1.17^{d}	9.41^{d}	0.12^{ef}	61.0^{abc}	5.22^{ab}	15.32^{ab}
	Azt	84.3^{e}	4.3^{e}	34^{d}	4.93^{def}	1.01^{d}	5.07^{e}	0.19^{cde}	61.4^{abc}	3.13^{b}	14.0^{abc}
	Azo+Azt	84^{de}	5^{e}	36.3^{d}	4.52^{ef}	0.92^{d}	2.30^{f}	0.29^{b}	61.9^{abc}	6.50^{a}	14.1^{abc}
30	0	108.3^{a}	14^{b}	60.3^{ab}	4.41^{ef}	4.99^{b}	11.06^{d}	0.40^{a}	63.1^{abc}	4.69^{ab}	13.93^{abc}
	Azo	114.3^{a}	26.3^{a}	65.3^{a}	7.74^{a}	8.49^{a}	29.53^{a}	0.45^{a}	68.6^{a}	3.36^{b}	16.54^{a}
	Azt	92.3^{bc}	12.3^{bc}	35.3^{d}	6.99^{abc}	5.19^{b}	24.21^{b}	0.21^{bcd}	67.2^{ab}	3.61^{b}	15.77^{a}
	Azo+Azt	102.3^{bc}	15^{b}	$25e^{f}$	4.57^{ef}	5.16^{b}	17.42^{c}	0.29^{b}	67.5^{ab}	4.06^{b}	15.813^{a}
LSD %5	-	6.08	3.34	6.73	1.27	0.69	2.68	0.075	6.75	1.85	2.26

* در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

* Means in each column follow by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's multiple range test.

www.SID.ir

Archive of SID

آزوسپیریلیوم :Azo، *ازتوباکتر* :Azt و *آزوسپیریلیوم +ازتوباکتر* :Azo+Azt
Azo: *Azospirillium*, Azt: *Azotobacter* and Azo+Azt: *Azospirillium+Azotobacter*

مقایسه میانگین اثر متقابل کود دامی و کودهای زیستی نیز نشان داد که بالاترین مقدار وزن صد دانه (۷/۷۴ گرم) با مصرف ۳۰ تن در هکتار کود دامی به علاوه *آزوسپریلیوم* می‌باشد (جدول ۳).

عملکرد اقتصادی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای مختلف کود دامی و زیستی و اثر متقابل کود دامی و زیستی بر عملکرد اقتصادی تأثیر معنی‌داری در سطح یک درصد داشته است (جدول ۱). بیشترین مقدار عملکرد اقتصادی (۵/۹۶ تن در هکتار) از تیمار ۳۰ تن در هکتار کود دامی به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها نشان داده است (جدول ۲). کود دامی محتوی اکثر عناصر مورد نیاز برای رشد گیاهان می‌باشد و پس از متلاشی شدن به تأمین عناصر غذایی خاک کمک کرده و به عنوان منبع انرژی برای موجودات زنده عمل می‌کند، به این ترتیب پویایی جمعیت و تنوع میکروارگانیسم‌های خاک را افزایش می‌دهد. همچنین ساختمان خاک را بهبود بخشیده و سرعت نفوذ آب را افزایش می‌دهد و از نوسانات pH خاک نیز جلوگیری می‌کند (Koocheki et al., 2000). نتایج احمدزاده و همکاران (Ahmadzadeh et al., 2007) نیز نشان داد که صفت ارتفاع بوته به همراه سه صفت زیست‌توده بوته، وزن صد دانه و وزن هکتولیتر تأثیر چشمگیری بر عملکرد اقتصادی دارند. بین سطوح تیمار کودهای زیستی نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و مقایسه میانگین کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد اقتصادی نیز نشان داد که بیشترین عملکرد اقتصادی (۴/۰۴ تن در هکتار) در تیمار *آزوسپریلیوم* می‌باشد (جدول ۲). *آزوسپریلیوم* و *ازتوباکتر* با توان تثبیت زیستی نیتروژن، گسترش سطح ریشه، کمک به جذب بهینه آب و عناصر غذایی و تولید هورمون‌های رشد و برخی ویتامین‌ها، رشد کمی و کیفی گیاه را تقویت می‌کند که نتیجه آن به صورت افزایش عملکرد اقتصادی نمایان می‌گردد. مقایسه میانگین اثر متقابل کود دامی و کودهای زیستی بر عملکرد اقتصادی نشان داد که بالاترین میزان عملکرد اقتصادی (۸/۴۹ تن در هکتار) با کاربرد ۳۰ تن در هکتار کود دامی به علاوه *آزوسپیریلوم* می‌باشد (جدول ۳). رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2015) با بررسی اثر کاربرد همزمان میکوریزا و کودهای آلی و گوگرد بر کنجد (*Sesamum indicum* L.) گزارش نمودند که تلقیح جداگانه با میکوریزا و در ترکیب با کودهای آلی گرانوله گوگردی و ورمی‌کمپوست باعث افزایش عملکرد دانه نسبت به شاهد شد.

عملکرد بیولوژیک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان‌دهنده اثر معنی‌دار تیمارهای کود زیستی و دامی و اثر متقابل کود دامی و زیستی بر عملکرد بیولوژیک بود (جدول ۱). مقایسه میانگین نشان داد که بین سطوح کودهای دامی بیشترین مقدار (۲۰/۵۵ تن در هکتار) مربوط به تیمار ۳۰ تن در هکتار کود دامی بوده که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد (جدول ۲) و همچنین مقایسه میانگین کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد بیولوژیک نیز نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد (۱۶/۴۴ تن در هکتار) در تیمار *آزوسپریلیوم* به دست آمد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل کود دامی و زیستی نیز دارای اختلاف معنی‌داری بودند به طوری‌که عملکرد بیولوژیک در تیمار ۳۰ تن در هکتار کود دامی به علاوه *آزوسپیریلوم* (۲۹/۵۳ تن در هکتار) به طور قابل ملاحظه‌ای افزوده شد (جدول ۳). بررسی مقایسه میانگین داده‌های اکبری و همکاران (Akbary et al., 2002) نیز بیانگر افزایش هشت درصدی عملکرد بیولوژیک بذر تلقیح شده با باکتری‌های افزاینده رشد نسبت به بذور شاهد در آفتابگردان می‌باشد. چرا که این باکتری‌ها با تخصیص ماده خشک بیشتر به بوته سبب افزایش رشد رویشی و در نتیجه فراهم‌سازی امکان بهره‌برداری بهتر از نور و فتوسنتز بیشتر و در نهایت افزایش رشد و نمو شده‌اند.

شاخص برداشت

یکی از معیارهای مورد ارزیابی در سرمایه‌گذاری گیاهان زراعی در اندام‌های اقتصادی، شاخص برداشت می‌باشد این شاخص عبارت است از نسبت عملکرد اقتصادی دانه به عملکرد بیولوژیک. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای کود زیستی و کود دامی از نظر شاخص برداشت بود (جدول ۱). بیشترین میزان شاخص برداشت (۳۱ درصد) در تیمار ۳۰ تن در هکتار کود دامی مشاهده شد. همچنین بیشترین میزان شاخص برداشت در کاربرد کودهای زیستی از تیمار *آزوسپیریلوم* (۲۷ درصد)

www.SID.ir

Archive of SID

حاصل شد (جدول ۲ مقایسه میانگین اثر متقابل کود دامی و کودهای زیستی نیز نشان داد که بیشترین شاخص برداشت (۴۵ درصد) مربوط به تیمار ۳۰ تن در هکتار کود دامی و کود زیستی *آزوسپیریلوم* می‌باشد (جدول ۳).

شاخص کلروفیل برگ

با توجه به جدول تجزیه واریانس مشخص گردید که کلروفیل برگ به طور معنی‌داری تحت تأثیر کود زیستی قرار گرفت (جدول ۱) و تیمارهای کود دامی و اثر متقابل کود دامی و کود زیستی معنی‌دار نشده است (جدول ۱). در بررسی داده‌های مقایسه میانگین بیشترین میزان شاخص کلروفیل برگ (۶۶/۶۴) در تیمار ۳۰ تن در هکتار کود دامی و بیشترین میزان کلروفیل در کاربرد کودهای زیستی از تیمار *ازتوباکتر* (۶۴/۶۷) می‌باشد (جدول ۲). از سویی در تحقیقی توسط حاجی بلند و همکاران (Haji Boland et al., 2003) نیز مشخص شد که تیمار تلقیح با باکتری به تنهایی و همچنین به صورت توأم با کود ازت باعث افزایش معنی‌داری در غلظت کلروفیل برگ‌ها در گندم گردید و بین این دو تیمار تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. مقایسه میانگین اثر متقابل کود دامی و کودهای زیستی نیز نشان داد که بیشترین شاخص کلروفیل (۶۸/۶) مربوط به ۳۰ تن در هکتار و *آزوسپیریلوم* می‌باشد (جدول ۳). نتایج تجزیه واریانس در آزمایشی بر روی ذرت حاکی از معنی‌دار بودن اثر متقابل کود زیستی و کود نیتروژن در سطح احتمال پنج درصد بر روی شاخص کلروفیل برگ بوده است (Mirshekari et al., 2008).

درصد روغن

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمارهای مختلف کود زیستی و اثر متقابل کود دامی و زیستی بر درصد روغن دانه گلرنگ معنی‌دار شده است ولی تیمار کود دامی بر روغن دانه تأثیر معنی‌داری نداشته است (جدول ۱). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که در بین سطوح کود دامی بیشترین مقدار درصد روغن دانه (۴/۸۰) مربوط به تیمار ۲۰ تن در هکتار کود دامی به دست آمد و مقایسه میانگین کاربرد کودهای زیستی نیز نشان داد که بیشترین عملکرد روغن (۴/۹۹) از تیمار ترکیب *آزوسپیریلوم* به علاوه *ازتوباکتر* می‌باشد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل کود دامی و کودهای زیستی بر عملکرد روغن دانه نشان داد که بالاترین میزان روغن دانه (۶/۵۰) با کاربرد ۲۰ تن در هکتار کود دامی به علاوه ترکیب *آزوسپیریلوم* با *ازتوباکتر* می‌باشد (جدول ۳). نتایج مطالعه رضوانی‌مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam et al., 2015) روی بررسی اثر کاربرد همزمان میکوریزا و کودهای آلی و گوگرد بر کنجد (*Sesamum indicum* L.) نشان داد که استفاده از کودهای آلی همراه با میکوریزا باعث افزایش درصد روغن کنجد شد، به طوری‌که در کاربرد همزمان میکوریزا و هر یک از کودهای کمپوست، ورمی‌کمپوست و گرانوله‌ی گوگردی روغن دانه به‌ترتیب ۱۲، ۱۳ و ۱۰ درصد نسبت به کاربرد جداگانه میکوریزا افزایش یافت.

درصد پروتئین دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل کودهای زیستی و کود دامی بر درصد پروتئین دانه تأثیر معنی‌داری داشته است (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بین سطوح مختلف کودهای دامی بیشترین مقدار (۱۵/۵۱ درصد) مربوط به تیمار ۳۰ تن در هکتار کود دامی بوده و همچنین مقایسه میانگین کاربرد کودهای زیستی بر عملکرد درصد پروتئین دانه نیز نشان داد که بیشترین مقدار (۱۵/۱۶ درصد) در تیمار *ازتوباکتر* به دست آمد (جدول ۲). مقایسه میانگین اثر متقابل کود دامی و کود زیستی نیز بر درصد پروتئین دانه نشان داد که بالاترین میزان پروتئین در دانه (۱۶/۵۴ درصد) با کاربرد ۳۰ تن در هکتار کود دامی به علاوه *آزوسپیریلوم* می‌باشد (جدول ۳).

نتیجه‌گیری

مدیریت حاصلخیزی خاک با استفاده از کودهای آلی مانند کودهای زیستی و کود دامی می‌تواند در پیش برد هدف رسیدن به حداکثر عملکرد و حاصلخیزی پایدار خاک، بسیار دارای اهمیت باشد از سوی دیگر کاربرد تیمار بذر با *ازتوباکتر* و *آزوسپیریلوم* به مقدار زیاد و به تنهایی در کوتاه مدت به علت رهاسازی تدریجی عناصر غذایی نمی‌توانند به طور کامل تأمین‌کننده نیاز کودی گلرنگ باشند. از این‌رو تأمین تلفیقی عناصر غذایی با استفاده از کودهای زیستی و دامی، ضمن آن که کمبود عناصر غذایی را جبران کرده باعث حفظ حاصلخیزی خاک شده و تولید پایدار محصول را به همراه دارد.

با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش به نظر می‌رسد که تلقیح بذر با *آزوسپیریلوم* به همراه مصرف سطوح بهینه کود دامی با افزایش جذب عناصر غذایی سبب بهبود شاخص‌های رشد و مراحل

www.SID.ir

Archive of SID

نموی گیاه شده که در نهایت افزایش عملکرد دانه گلرنگ را به همراه دارد. در این مطالعه روی گیاه گلرنگ مشاهده گردید که در بیشتر صفات مورد بررسی، کاربرد اثر متقابل کودهای زیستی با کود دامی برای صفاتی نظیر، تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن دانه در طبق، وزن صد دانه، عملکرد اقتصادی، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار بوده است. عملکرد اقتصادی گلرنگ در تلفیق کودهای زیستی با کود دامی بیشتر از کاربرد جداگانه هر یک از آن‌ها بود. کود دامی ضمن افزودن و در دسترس قرار دادن بسیاری از عناصر غذایی، با بهبود ساختمان خاک و همچنین با افزایش ظرفیت نگهداری رطوبت باعث ایجاد بستر مناسب برای رشد بهتر ریشه و به دنبال آن افزایش رشد سبزینگی گیاهان می‌شود (Ahmadian et al., 2004). بنا بر گزارشات محققین مختلف، استفاده از کودهای دامی باعث افزایش ماده آلی، فسفر قابل استفاده گیاه (Antoun et al., 1998)، ازت نیتراتی (Graham & Vance, 2000)، و سایر عناصر غذایی و همچنین بهبود ساختمان خاک (Sharpley et al., 2004)، می‌گردد که نهایتاً افزایش کمی و کیفی محصول را به دنبال خواهد داشت. در سال‌های اخیر گزارش‌های متعدد و متناقضی مبنی بر اثر معنی‌دار این باکتری‌ها در تحریک رشد گیاهان ارائه شده است. دلایل متعددی میتوان برای این امر ذکر نمود. از جمله عدم غلظت مناسب مایه تلقیح به کار رفته برای گیاه گلرنگ چرا که از طرف شرکت تولید کننده کود زیستی غلظت مناسب و مجزایی برای این گیاه پیشنهاد نشده است. بنابراین، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که غلظت بهینه برای آغشته‌سازی گیاهان زراعی هر منطقه باید با مطالعات اختصاصی تعیین شود و اطلاق یک غلظت کلی برای همه محصولات و یا حتی همه ارقام زراعی یک گونه گیاهی کاری نادرست است.

منابع

1- Ahmadian, A., Ghanbari, A., and Galavi, M. 2004. The effect of consume manure on yield, yield index and quality of cumin. Abstract Article 2th Drug Plant. Shahed University of Tehran, Iran. (In Persian)

2- Ahmadzadeh, M., Samiezadeh, H., and Ahmadi, A. 2007. Evaluation of grain and oil yield, quality of oil and some important agronomic traits of rapeseed (*Brassica napus* L.) in Karaj. The 2nd Scientific Applicable Seminar of Iranian Oil Seeds and Vegetable Oils. 10 August 2007, Tehran, Iran p. 24-34. (In Persian)

3- Akbary, P., Ghalavand, A., and Modares Sanavi, S.A.M. 2002. Effects of different feeding systems and enhancing the growth of bacteria on yield and yield components of sunflower. Electronic Journal of Crop Production 3(2): 119-33. (In Persian with English Summary)

4- Alexandratos, N. 2003. World agriculture: towards 2015-30. Congress on Global Food Security and Role of Sustainable Fertilization. 26-28 March. Rome. Italy.

5- Antoun, H., Beauchamp, C.J., Goussard, N., Ghabot, R., and Lalande, R. 1998. Potential of *rhizobium* and bradry *rhizobium* speciesas plant growth promoting rhizobacteria on non-legumes: Effect on radish (*Raphanus sativus* L.). Plant and Soil 204: 57-67.

6- Asadi Rahmani, H., Asgharzadeh, A., Ghawasi, K., Rajaei, F., and Sawaghebi, G.R. 2007. Fertilizer Application as a Key to Sustainable Usage of Arable. Jihad Daneshgahi of Tehran Publication, Tehran, Iran p. 328. (In Persian)

7- Astaaraei, A.R., and Koocheki, A. 1995. First edition, Jihad Daneshgahi Mashhad Publication, Mashhad, Iran p. 168. (In Persian)

8- Babayi, N.J., Daneshian, A., Hamidy, M.H., Arzanesh, H., and Asgary Darmanki, H. 2002. Effect of increasing bacterial growth on seed characteristics of sunflower plants from water deficit figure. In: Crop Science Congress of Iran, 30-22 August, Seed and Plant Breeding Research Institute, Karaj p. 22. (In Persian)

9- Behdani, M.A., and Moosavifar, B.E. 2011. Effect of insufficient irrigation on plant dry mater and remobilization in three spring safflower genotypes (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Agroecology 3(3): 277-289. (In Persian with English Summary)

10- Chen, Y., De-Nobili, M., and Aviad, M. 2004. Stimulatory effects of humic substances on plant growth. Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture. CRC Press, Boca Raton, Florida p. 103-129.

11- Clapperton, M.I., Jansen, H.S., and Jahnston, A.M. 1997. Suppression of WAM fungi and micronutrient uptake by low P fertilization in long-term wheat rotation. American Journal of Alternative Agriculture 12: 59-63.

12- Cohen, E., Okon, Y., Kigel, J., Nur, I., and Henis, Y. 1980. Increase in dry weight and total nitrogen content in *Zea mays* and *setaria italica* associated with nitrogen-fixing *Azospirillum*. Plant Physiology 66: 746-749.

www.SID.ir

Archive of SID

13- Gilik, B.R., Penrose, D., and Wenbo, M. 2001. Bacterial promotion of plant growth biotechnology advances 19: 135-138.
14- Graham, P.H., and Vance, C.P. 2000. Nitrogen fixation in perspective: an overview of research and extension needs. Field Crops Research 65: 93-106.
15- Haghighatnia, H. 1998. Surveying effects of potassium (K), sulphur (S), zinc (Zn), magnesium (Mg), bohrium (Bh) and manganese (Mn) on qualitative and quantitative properties of cotton. Surveying Report. Soil and Water Department of Fars Center of Agricultural Research. (In Persian)
16- Haji Boland, R., Aliasgharzadeh, N., and Mehrfar, Z. 2013. Ecological study of *Azotobacter* in two Zrbayhan Highland region and its effect on growth and mineral nutrition of plants inoculated wheat. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 2(8): 75-89. (In Persian with English Summary)
17- Kader, M.K., Mmian, H., and Hoyue, M.S. 2002. Effects of *Aztobacter* inoculants on the yield and nitrogen uptake by wheat. Journal of Biological Sciences 2(4): 250-261.
18- Khorramdel, S., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., and Ghorbani, R. 2008. Effect of Bio-fertilizers application on growing indicatores of *Nigella sativa*. Iranian Journal of Field Crops Research 6(2): 285-293. (In Persian with English Summary)
19- Koocheki, A., Hosseini, M., and Hashemidezfouli, A. 2000. Sustainable Agriculture. 3th Edition. Jihad Daneshgahi Mashhad Publication, Mashhad, Iran p. 164. (In Persian)
20- Mahmoudi, H., Khosrawi, H., and Asgharzadeh, A. 2004. Role of *Azotobacter* Bio-fertilizer on Yield of Rainfed Wheat. Essay Collections of 8th Congress of Agriculture Science and Plants Breeding. Agriculture Science Faculty of Gilan University. 25-27 August 2004 p. 429. (In Persian)
21- Manaffee, W.F., and Klopper, J.W. 1994. Applications of plant growth promoting rhizobacteria in sustainable agriculture. In: soil biota management in sustainable farming systems, Pankburst, C.E., Double, B.M.,Gupta, V.V.S.R., and Grace, P.R., Eds. p. 23-31 CSIRO, Publication. East Melbourne, Australia.
22- Mirshekari, B., Baser, S., and Jawanshi, A. 2008. Effect of nitrogen biofertilizer and various levels of urea fertilizer on physiological characteristics and biological yield of hybrid corn 704 in cold semi-arid territories. Journal of Agriculture New Findings 4(3): 404-410. (In Persian)
23- Mirzakhani, M.R., Ayene band, A., Shirni rad, A.H., and Rajaei, F. 2008. Effect of mycorrhizal inoculation with *Azotobacter* and nitrogen and phosphorus levels on yield and yield components in safflower. Abstracts of Iranian Crop Science Congress Application of Biofertilizers in Sustainable Agriculture 28-30 Agust Seed and Plant Improvement Institute p. 413.
24- Mohammadi Nikpour, A., and Koocheki, A. 2008. Study of planting date on growth indicators, yield and yield component of *Carthamus tinctorius*. Journal of Agriculture Science and Technology 1(13): 7-15. (In Persian)
25- Moosavifar, B.E., Behdani, M.A., Jami Alahmadi, M., and Hosaini Bojd, M.S. 2010. The effect of irrigation disruption in different reproductive growth stages on yield, yield components and oil content in three spring safflower cultivars. Journal of Agroecology 2(4): 627-639. (In Persian with English Summary)
26- Naghavi Maremmati, A.T., Bahmaniar, M.A., Pirdashti, H., and Salekgilani, S. 2007. Effect of fenerin and various types of organic and chemical fertilizers on yield and yield component of rice varieties. 10th Congress of Soil Sciense, Tehran, Iran p. 766-767. (In Persian)
27- Rajendran, K., and Devarj, P. 2004. Biomass and nutrient disribution and their return of Casuarina equiseti folia inoculated with biofertilizers in farm land. Biomass and Bioenergy 26: 235-249.
28- Rezvani Moghaddam, P., Amiri, M.B., and Ehyaee, H.R. 2015. Effect of simultaneous application of mycorrhiza with compost, vermicompost and sulfural geranole on some quantitative and qualitative characteristics of sesame (*Sesamum indicum* L.) in a low input cropping system. Journal of Agroecology 7(4): 563-577. (In Persian with English Summary)
29- Sharma, A.K. 2003. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios India.
30- Sharpley, A.N., McDowell, R., and Kleinman, P.J.A. 2004. Amounts, forms, and solubility of phosphorus in soils receiving manure. Soil Science Society of America Journal 68: 2048-2057.
31- Skiner, F.A., Boddey, R.M., and Ferninik, F. 1987. Nitrogen fixation with non legumes. Kluwer Academic Publishers, Netherlands.
32- Vessy, J.K. 2003. Plant growth promoting rhizobacteria as bio-fertilizer. Plant and Soil 3: 255-258.
33- Zahir, A.Z., Arshad, M., and Khahid, A. 1998. Improving maize yield by inoculation with plant growth promoting

www.SID.ir

Archive of SID

rhizobacteria. Pakistan Journal of Soil Science 15: 7-11.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Agroecology
Vol. 8, No. 1, Spring 2016, p. 59-69

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵، ص. ۶۹-۵۹

Effects of *Azotobacter* and *Azospirillum* and Levels of Manure on Quantitative and Qualitative Traits of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.)

M. Shahraki[1], M. Dahmardeh[2*], E. Khamari[3] and A. Asgharzadeh[4]

Submitted: 25-02-2014
Accepted: 15-09-2015

Shahraki, M., Dahmardeh, M., Khamari, E., and Asgharzadeh, A. 2016. Effect of *Azotobacter* and *Azospirillum* and levels of manure on quantitative and qualitative traits of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Agroecology 8(1): 59-69.

Introduction

The demand for food and agricultural products are increasing in a line of population increasing in the world (Alexandratos, 2003). It is possible to increase the quality and quantity of agricultural products via extending the farms and producing more products (Astaaraei and Koocheki, 1995). Environmental problems caused by synthetic fertilizers and the high levels of producing and introducing such chemicals, have been encouraged the researchers to apply bio-fertilizers for increasing the production in a frame of sustainable agriculture (Rajendran and Devarj, 2004). In this study, the economical yield and agronomy index of Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) in manure and bio fertilizers treatments was studied.

Materials and method

This study was conducted in Agricultural Research Institute, University of Zabol during winter season, 2013. Safflower seeds were planted in sandy loam with pH 8.2. The experimental design was factorial in a frame on randomized completely blocks with three replications. The manure as a first factor had three levels, including no treatment (control), 20 and 30 $t.ha^{-1}$, while second factor was bio-fertilizer treatment with 4 levels, including no treatment (control), *Azosprilium* (Azo), *Azotobacter* (Azt) and combined treatment of Azo+Azt. The processed manure and bacteria obtained from local farmers were used in this study.

Populations of 108 bacteria were prepared and 24 hours before sowing, seeds were soaked in bacteria. After land preparation, experimental plots were (2.5×2 m^2) created and treated seeds were planted (40 $plants.m^{-2}$) manually and plantation was watered immediately.

In this study plant height, number of heads in bush, number of seeds per head, seed weight per head, seed weight, grain and biological yield, harvest index, leaf chlorophyll, protein and oil percent were studied. Economical yield and agronomy indices of Safflower were calculated at the end of the season and data were analyzed using SAS software (2000) and the mean values were separated using Duncan test (P= 5%).

Results and discussion

The results showed the maximum weight of 100- seeds were treated with the manure (30 $t.ha^{-1}$). In the treated plants with 30 ton/acre of manure and Azo, the high values of some parameters such as plant height, the numbers of spikes in the plants, the number of seeds in the spike, economic, yield, biological yield, harvesting index, the amount of leaf chlorophyll and percentage of seed protein were observed. In a combined treatment of manure, Azo and Azt, the highest amount of seed oil was detected. High levels of seed treatment with Azo and Azt in short period could not provide all needs of safflower because of the slow release of nutrient. Hence, combined treatment of bio-fertilizers and manure could compensate the nutrient deficiency as well as causing soil fertility and sustainable production of crops such as safflower.

Results confirmed that seed inoculation with Azo and optimal levels of manure may increase safflower yield by increasing nutrient uptake, which improve plant growth and its developmental stages. It was also observed that the traits such as number of spikes per plant, number of seeds per spike, seed weight per spike, seed weight, economic and biologic yield and harvest index were significant.

Conclusion

1, 2, 3 and 4- Msc Student in Agroecology, Department of Agronomy, Associated Professor in Agroecology, Assistant Professor in Physiology, Department of Agriculture, University of Zabol and Assistance professors of Soil and Water Research Institute, Karj, Meshkin Dasht, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: mdahmardeh@uoz.ac.ir)

www.SID.ir

Archive of SID

It was concluded that the manure treatment, increasing the soil organic component, usable phosphorus, nitrate and other nutrients as well as improving soil texture, increase the quality and quantity of agricultural products. According to the results of this study, it seems that the inoculation with bacteria with optimal levels of manure by increasing nutrient uptake, which were associated, increase seed yield. In most characteristics, the use of bio-fertilizers with manure interaction for traits such as number of heads per plant, number of seeds per head, seed weight per head, seed weight, economic performance, biological yield and harvest index was significant.

Keywords: Height plant, Number of seed in spike, Number of spike, Number of tiller

References

1. Alexandratos, N. 2003. World agriculture: Towards 2015-30. Congress on Global Food Security and Role of Sustainable Fertilization. 26-28 March. 2003. Rome, Italy.

2. Astaaraei, A.R., and Koocheki, A. 1995. first edition, Jihad Daneshgahi Mashhad Publication, Mashhad, Iran p.168. (In Persian)

3. Rajendran, K., and Devarj, P. 2004. Biomass and nutrient distribution and their return of *Casuarina equiseti* folia inoculated with bio-fertilizers in farmland. Biomass and Bioenergy 26: 235-249.

www.SID.ir