نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۵، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶، ص. ۵۸۷-۵۷۵

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 15, No. 3, Fall. 2017, p. 575-587

بررسی تأثیر کودهای آلی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)

سید مرتضی عظیم زاده[1*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۵/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۵/۰۲

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر انواع کودهای آلی و زمان‌های مختلف استفاده از کودهای آلی بر عملکرد گلرنگ آزمایشی در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیروان در دو سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. فاکتورهای آزمایش شامل کودهای آلی و تاریخ استفاده از آنها بود. تیمارهای کودی شامل کود ورمی‌کمپوست در سه سطح چهار، هفت و ۱۰ تن در هکتار، کود کمپوست زباله شهری در سه سطح پنج، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار، کود گاوی در سه سطح ۲۰، ۳۳ و ۵۰ تن در هکتار، کود شیمیایی نیتروژن به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره و شاهد بود که به‌طور هم‌زمان و در دو سال اعمال شدند. تاریخ استفاده از کودها اول اسفند و اول اردیبهشت هر سال بود. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. نتایج آزمایش نشان داد که در سال اول آزمایش، کوددهی قبل از کشت (اول اسفند) باعث ۱۲درصد افزایش در عملکرد دانه شد ولی در سال دوم، کوددهی هم‌زمان با کشت (اول اردیبهشت) باعث ۱۲/۸درصد افزایش در عملکرد دانه گردید. در سال اول آزمایش در کوددهی قبل از کشت، به‌جز تیمار ۱۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری بقیه تیمارها عملکرد دانه بیشتری در مقایسه با تیمار کود نیتروژن و شاهد تولید کردند. در سال اول در تیمار کوددهی همزمان با کشت تیمار کود نیتروژن بیشترین عملکرد دانه را در مقایسه با بقیه تیمارها تولید نمود. در سال دوم در کوددهی قبل از کشت به‌جز تیمارهای چهار تن در هکتار ورمی کمپوست و ۱۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری، بقیه تیمارها در مقایسه با شاهد و کود نیتروژن عملکرد دانه بیشتری تولید نمودند اما در کوددهی همزمان با کشت، تیمارهای کود نیتروژن، چهار و هفت تن در هکتار ورمی‌کمپوست بیشترین عملکرد دانه را تولید نمودند. به‌طور کلی به‌نظر می‌رسد کاربرد پنج تن در هکتار کمپوست زباله شهری حدود دو ماه قبل از کشت بهترین تیمار برای تولید گلرنگ در شمال خراسان باشد.

واژه‌های کلیدی: کود گاوی، کمپوست زباله شهری، نیتروژن، ورمی‌کمپوست

مقدمه

ماده‌ی آلی خاک رشد و عملکرد گیاه را به‌طور مستقیم از طریق فراهم نمودن مواد غذایی و غیر مستقیم از راه تعدیل خصوصیات فیزیکی خاک تحت تأثیر قرار می‌دهد. مواد آلی موجب بهبود محیط ریشه و تحریک رشد گیاه می‌گردد. تولید محصول زراعی با استفاده از کودهای آلی گامی در جهت پایداری کشت بوم‌های زراعی می‌باشد. به همین دلیل در سال‌های اخیر کودهای آلی مورد توجه پژوهشگران و تولیدکنندگان محصولات کشاورزی قرار گرفته است (Siadat and Moradi telavat, 2011).

بازگشت دوره‌ای مواد آلی به خاک و تناوب زراعی موجب بهبود ویژگی‌های زیستی و فیزیکی خاک می‌گردد. با این حال تعادل مواد غذایی که در اختیار گیاه قرار می‌گیرد نیز از اهمیت زیادی برخوردار است که باعث نیاز کمتر به کودهای شیمیایی می‌شود. عدم تعادل مواد غذایی را می‌توان با افزودن مواد آلی و عناصر کم مصرف به خاک برطرف کرد. در واقع تعادل مواد غذایی در کودهای آلی اهمیت بسیار زیادی در مقایسه با افزودن کودهای شیمیایی دارد و در نتیجه می‌تواند باعث افزایش کمیت و کیفیت محصولات غذایی شود (Mallakooti and Tehrani, 1999).

استفاده از کودهای شیمیایی تأثیرات زیادی بر تولیدات کشاورزی داشته و در دهه‌های اخیر باعث افزایش چشمگیر درآمد کشاورزان شده است. البته کودهای شیمیایی مشکلات اکولوژیکی و زیست محیطی زیادی نیز به دنبال داشته است (Kaviani *et al*., 2008). در ایران همانند اکثر کشورهای دنیا مصرف افراطی نهاده‌های شیمیایی ازجمله کودها به‌منظور حصول عملکرد بالا و جبران کمبود مواد

۱- دانشیار، گروه زراعت، واحد شیروان، دانشگاه آزاد اسلامی، شیروان، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: mortezaazimzadeh@gmail.com)
DOI: 10.22067/gsc.v15i3.49077

غذایی باعث تخریب منابع آب و خاک شده است. علاوه‌بر آن آبشویی کودهای شیمیایی محلول در آب مخصوصاً کودهای ازته در بعضی مناطق باعث آلودگی آب‌های شرب و همچنین باعث سرشارسازی آب دریاچه‌ها و تالاب‌ها شده است (Ardakani, 2005). به همین دلیل محققین در سال‌های گذشته تلاش‌های زیادی به‌منظور جایگزین نمودن کودهای آلی به‌جای کودهای شیمیایی نموده‌اند. در همین رابطه سعید نژاد و رضوانی مقدم (Saeed Nejad and Rezvani Moghadam, 2010) تأثیر کودهای دامی، کمپوست و ورمی‌کمپوست را بر گیاه زیره (*Cuminum cyminum* L.) بررسی و گزارش نموده‌اند تیمار ورمی‌کمپوست دارای بیشترین عملکرد بیولوژیک و بیشترین عملکرد دانه بود. کود ورمی‌کمپوست نوعی کود آلی بوده که عاری از بذر علف‌های هرز بوده و سبک و فاقد بو و دارای عناصر غذای میکرو می‌باشد (Atiyeh *et al*., 2000; Barker and Bryson, 2006). نتایج بررسی تأثیر کودهای آلی در یک آزمایش بر روی گلرنگ در شرایط آبیاری کامل و کم آبیاری نشان داد که در شرایط آبیاری کامل مصرف پنج تن در هکتار کمپوست زباله شهری در مقایسه با ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار، عملکرد دانه بیشتری تولید نمود و در مقایسه با کود شیمیایی ۱۲/۵درصد عملکرد کمتری داشت ولی در شرایط کم آبیاری مصرف ۱۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری در مقایسه با کود شیمیایی ۲۵درصد محصول بیشتری تولید نمود. در شرایط کم آبیاری مصرف ۵۰ تن در هکتار کود گاوی نیز معادل کود شیمیایی عملکرد دانه تولید نمود (Azimzadeh, 2013). صالح آبادی و همکاران (Salehabadi *et al.*, 2015)، گزارش نمودند که مصرف ۱۴ تن در هکتار ورمی کمپوست و ۵۰ تن در هکتار کود گاوی در مقایسه با کود شیمیایی عملکرد خیار را افزایش داد. در آزمایش دیگری تأثیر کودهای آلی بر عملکرد کلزا مطالعه و گزارش شده است که تیمار استفاده از ۵۰ تن در هکتار کود گاوی در مقایسه با بقیه تیمارها در شرایط کم آبیاری بیشترین عملکرد دانه را تولید نمود (Azimzadeh, 2015). مهرآفرید و همکاران (Mehrafarid *et al.*, 2014) تأثیر کود گاوی، کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست را بر عملکرد گلرنگ بررسی و گزارش نمودند که مصرف پنج تن کمپوست زباله شهری بهترین نتیجه را در مقایسه با بقیه کودها داشته است.

فلاحی و همکاران (Fallahi *et al*., 2008) اثر کودهای آلی را روی اسانس و کامازولین در گیاه دارویی بابونه‌ی آلمانی (*Matricaria Chamomilla* L.) مطالعه کرده و گزارش نمودند که بیشترین اثر بر عملکرد بذر مربوط به تیمار کود گاوی بوده و پس از آن تیمارهای کمپوست، ورمی کمپوست و شاهد قرار داشتند. رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam *et al*., 2010)، تأثیر کودهای شیمیایی و آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه کنجد (*Sesamum indicum* L.) در تراکم‌های مختلف کاشت را بررسی نموده و اظهار داشتند که بین تیمارهای کودهای شیمیایی و کمپوست اختلاف معنی‌داری از نظر ارتفاع بوته وجود نداشت. در تحقیق دیگری رضوانی مقدم و همکاران (Rezvani Moghaddam *et al*., 2009) گزارش نمودند که اثر کود ورمی‌کمپوست بر ارتفاع بوته، درصد برگ و گل آذین و تعداد شاخه‌ی جانبی در گیاه دارویی مرزه معنی‌دار بود و منجر به افزایش معنی‌دار ارتفاع گیاه، درصد برگ و گل آذین و تعداد شاخه‌ی جانبی در مقایسه با شاهد شد. امین غفوری و همکاران (Amin Gafouri *et al*., 2010) مشاهده کردند که در میان تیمارهای کود آلی، ورمی‌کمپوست بیشترین تأثیر را در افزایش عملکرد دانه کرچک (*Ricinus* communis L.) داشت. در گزارش دیگری مصرف سه تن ورمی‌کمپوست در هکتار باعث افزایش مقدار غلاف در بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در نخود (*Cicer arietinum* L.) شده است (Jat and Ahlawat, 2004). نتایج آزمایش دیگر بیانگر این است که ورمی‌کمپوست باعث افزایش عملکرد بیولوژیک در سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) نیز شده است (Cavender *et al*., 2003).

با وجود اینکه نوسانات شدید درجه حرارت و بارندگی بارزترین ویژگی مناطق خشک محسوب می‌شود ولی از نقطه نظر پایداری اکوسیستم‌های زراعی در این مناطق، حفظ منابع خاک و بالا بودن ظرفیت نگهداری آب خاک، عناصر کلیدی محسوب می‌شوند (Stewart and Barnett, 1987). مهمترین فرآیندهای تخریب خاک در مناطق خشک، فرسایش خاک و اتلاف مواد آلی بوده (Pieri, 1995) و استفاده از مواد آلی، رایج‌ترین روش مدیریت در این ارتباط می‌باشد (Robinson *et al*., 1994). وجود مواد آلی به میزان کافی نیز به نوبه خود تحت تأثیر میزان آب قابل استفاده قرار دارد. بنابراین پایداری اکوسیستم‌های زراعی و ثبات تولید در مناطق خشک تحت تأثیر مجموعه‌ای از اثرات متقابل قرار داشته و انتخاب روش مدیریت باید با در نظر گرفتن کلیه موارد فوق انجام گیرد (Pieri, 1995; Robinson *et al*., 1994) هدف از اجرای این آزمایش نیز بررسی تأثیر انواع کودهای آلی و تاریخ استفاده از آنها بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه گلرنگ در راستای نیل به کشاورزی پایدار بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر انواع کودهای آلی و زمان‌های مختلف استفاده از آنها بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ رقم پدیده، آزمایشی در مزرعه پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیروان در سال‌های زراعی ۹۲-۱۳۹۱و ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. تیمارهای کودی شامل کود ورمی‌کمپوست در سه سطح چهار، هفت و ۱۰ تن در هکتار، کود کمپوست زباله شهری در سه سطح پنج، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار، کود گاوی در سه سطح ۲۰، ۳۳ و ۵۰ تن در هکتار، کود

شیمیایی نیتروژن به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار از منبع اوره و شاهد بود که به‌طور هم‌زمان و در دو سال اعمال شدند. تاریخ استفاده از کودها اول اسفند و اول اردیبهشت هر سال بود. تاریخ اول، دو ماه قبل ازکشت (اول اسفند) و تاریخ دوم، هم‌زمان با کشت (اول اردیبهشت) بود. تیمار دوم هریک از کودهای آلی با توجه به مقدار نیتروژن آنها معادل تیمار کود شیمیایی نیتروژنه در نظر گرفته شد چون هدف اصلی جایگزینی کودهای آلی به‌جای نیتروژن بود. مقدار نیتروژن در کودهای کمپوست زباله شهری، ورمی‌کمپوست و کود گاوی به‌ترتیب ۱ درصد، ۱/۴ درصد و ۰/۳ درصد بود (جدول ۱) که با توجه به این مقادیر تیمارهای ۱۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری، هفت تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۳۵ تن در هکتار کود گاوی حدود ۱۰۰ کیلوگرم نیتروزن آزاد خواهند کرد. مقادیر مختلف هریک از کودها به‌صورت مستقل و به‌صورت تصادفی در کرت‌های فرعی قرار گرفتند.

جدول ۱- نتایج تجزیه شیمیایی کودهای آلی

Table 1- Results of chemical analysis of organic fertilizers

نوع کود Kind of fertilizer	سدیم Sodium %	فسفر Phosphorus %	پتاسیم Potassium %	نیتروژن Nitrogen %	کربن Carbon %	رطوبت Moisture%	هدایت الکتریکی EC-ds m^{-1}	اسیدیته PH
کمپوست زباله شهری Solid waste compost	0.72	0.12	1.34	1	32	22.6	3.8	8.3
ورمی‌کمپوست Vermicompost	0.7	1.5	1.1	1.4	20	10	2.3	7.5
کود گاوی Cow manure	-	-	-	0.3	20	-	7	8

۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود فسفره از منبع سوپر فسفات تریپل به‌صورت یکنواخت در همه تیمارها استفاده شد. آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و در سه تکرار اجرا شد. تاریخ استفاده از کودها در کرت‌های اصلی و کودهای مصرفی در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. طول کرت‌های فرعی سه و عرض آنها دو متر بود. به‌منظور آماده‌سازی زمین ابتدا از شخم برگردان‌دار استفاده شد و سپس زمین به تعداد لازم دیسک زده شده و نهایتاً تسطیح و بذر گلرنگ روی ردیف‌هایی به فاصله ۴۵ سانتی‌متر و با عمق تقریبی پنج سانتی‌متر کشت شد. مقادیر مورد نیاز کودهای مختلف در اول اسفند در داخل کرت‌ها با دست پخش شده و با بیل با خاک کاملاً مخلوط شده و به همین حال تا اول اردیبهشت رها شدند. در اول اردیبهشت ماه کرت‌هایی که باید هم‌زمان با کشت کود دریافت می‌کردند به مقدار لازم از هریک از کودها در سطح کرت‌ها پخش شده و با بیل با خاک کاملاً مخلوط شد. کرت‌هایی که که قبلاً کود داده شده بودند و کرت‌هایی که جدیداً کود دریافت نموده بودند به‌طور هم‌زمان کشت شدند. بلافاصله بعد از کشت در تاریخ سوم اردیبهشت آبیاری انجام شد و بعد از آن نیز در مراحل تولید ساقه گل‌دهنده (بیستم خرداد) و گلدهی (بیستم تیر) آبیاری انجام شد. کلیه عملیات مذکور در دو سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱و ۹۳- ۱۳۹۲ به‌طور یکنواخت اجرا شد.

در طول فصل زراعی و بعد از جمع‌آوری محصول از صفات تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک یادداشت‌برداری به عمل آمد. داده‌ها با نرم‌افزار MSTAT-C مورد تجزیه مرکب قرار گرفته و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

با توجه به معنی‌دار شدن اثرات متقابل تاریخ استفاده از کود در نوع کودها در سال بر صفات عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق، فقط این اثرات متقابل در دو سال ۹۲-۱۳۹۱و ۹۳-۱۳۹۲ بر صفات مذکور مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۲).

عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر تاریخ استفاده از کود و نوع کودها در سال ۹۲-۱۳۹۱ (سال اول)

همان‌گونه که در جدول شماره ۲ ملاحظه می‌شود متوسط عملکرد دانه گلرنگ در تیمار کوددهی قبل از کشت و کوددهی همزمان با کشت به‌ترتیب ۱۵۱۸ و ۱۳۳۸ کیلوگرم در هکتار بود. استفاده کودهای آلی دو ماه قبل از کشت، افزایش عملکردی معادل ۱۲ درصد را باعث شد. دلیل این موضوع می‌تواند زمان کافی برای تجزیه کودهای آلی در خاک باشد که در این زمان عملیات معدنی شدن تحت تأثیر موجودات تجزیه‌کننده خاک انجام شده و قابلیت استفاده آنها را برای گیاه فراهم نموده است (Azimzadeh, 2015). دابنی و همکاران (Dabney *et al*., 2001) گزارش نموده‌اند فاصله زمانی مصرف کودهای آلی نباید با کشت گیاهان زراعی زیاد باشد

چون ممکن است باعث هدرروی عناصر غذایی شود و به همین دلیل جهان و همکاران (Jahan *et al.*, 2013) مصرف بهاره کودهای آلی را در مقایسه با مصرف پاییزه آن در کدوی پوست کاغذی توصیه نموده‌اند.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مرکب صفات اندازه‌گیری شده در گلرنگ تحت تأثیر تیمارهای کود آلی و تاریخ استفاده کود در سال‌های ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲

Table 2- The results of combined analysis of variance of recorded traits of Safflower under the effect of organic fertilizer treatments and dates of application in 2013 and 2014 years

منابع تغییرات	درجه آزادی	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	تعداد طبق در بوته	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه	ارتفاع	شاخص برداشت
S. O. V	d. f	Seed yield	Biological yield	Capitol /plant	Seed /capitol	Thousands kernel weight	Height	Harvest index
سال (Year)	1	17633182**	625626260.4**	1134.6**	2617.49**	427.320**	2333.2**	2034.32**
تکرار در سال (Rep* Year)	4	57461.25**	499471.12**	5.877**	21.645ns	12.138ns	161.082**	81226ns
تاریخ استفاده از کود (Date of fertilizing)	1	57333.34*	248386.9ns	13.878*	7.469ns	4.184ns	0.134ns	1.571ns
تاریخ استفاده از کود در سال (Date of fertilizing* Year)	1	627486.3**	505178.4*	1.019ns	15397ns	1.820ns	183.891ns	220.488ns
خطا (Error)	4	6357.06	64498.06	1.559	30.858	27.388	135.810	111.520
کود (Fertilizer)	10	174876.9**	2259405.31**	5.568**	50.537**	6.656ns	55.133ns	45.192ns
کود در سال (Fertilizer* Year)	10	40012.9**	867018.7**	4.695**	27864*	8.387ns	39.173ns	37.847ns
کود در تاریخ استفاده از کود (Fertilizer* Date of fertilizing)	10	197762.4**	2568023.7**	13.578**	41.584**	6.30ns	37ns	38.197ns
کود در تاریخ استفاده از کود در سال Fertilizer* Date of fertilizing* Year	10	89566.12**	1099985.9**	12.619**	25.026*	2.970ns	28ns	38.199ns
خطا (Error)	80	14608.8	152323.92	1.496	13.158	6.888	23.61	45.871
ضریب تغییرات (CV%)		11.37	8.5	16.5	16.5	8	7.4	26.7

**، * و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ و عدم وجود تفاوت معنی‌دار

**, *, ns, significant at 1% and 5% levels of probability and no significant difference respectively

در سال اول وقتی که کوددهی قبل از کشت انجام شد عملکرد دانه در شرایط شاهد و تیمار استفاده از ۱۰۰ کیلوگرم کود شیمیایی نیتروژن به‌ترتیب با تولید ۱۳۴۷ و ۱۳۴۸ کیلوگرم در هکتار تفاوتی نشان ندادند. سه تیمار چهار، هفت و ۱۰ تن در هکتار کود ورمی کمپوست به‌ترتیب ۱۵۰۱، ۱۷۹۱ و ۱۴۰۰ کیلوگرم در هکتار دانه تولید نمودند که بیشترین مقدار متعلق به تیمار استفاده از ۷ تن در هکتار کود ورمی‌کمپوست بود. تیمار هفت تن در هکتار ورمی‌کمپوست در مقایسه با تیمار کود شیمیایی از نظر عملکرد دانه افزایش معنی‌داری نشان داد که این افزایش معادل ۲۴/۷ درصد بود. آرانکون و همکاران (Arancon *et al*., 2005) اظهار داشتند که در ورمی‌کمپوست، مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی نظیر اکسین، سیتوکینین و جیبرلین وجود دارد این مواد به‌تدریج آزاد شده و سبب رشد و نمو گیاه می‌گردد. همچنین آن‌ها دریافتند تأثیری که ورمی‌کمپوست از این‌طریق روی رشد گیاه اعمال می‌کند، می‌تواند به‌مراتب بیشتر از تأثیر عرضه عناصر غذایی برای گیاه باشد.

مصرف ۱۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار عملکرد دانه را در مقایسه با پنج تن در هکتار ۲۱/۸ درصد کاهش داد. این کاهش عملکرد می‌تواند به وجود عناصر سنگین در اثر مصرف زیاد کود نسبت داده شود. مامو و همکاران (Mamo *et al*., 1998) نیز گزارش نمودند که کمپوست‌ها ممکن است به دلیل وجود مواد سمی باعث محدودیت رشد گیاه شوند. در آزمایش دیگری نیز در گلرنگ مصرف هفت تن ورمی‌کمپوست در مقایسه با چهار و ۱۰ تن ورمی‌کمپوست در هکتار عملکرد دانه بیشتری تولید نمود (Azimzadeh, 2013).

در کوددهی قبل از کشت در بین تیمارهای کود گاوی نیز مصرف ۲۰ تن در هکتار در مقایسه با ۳۳ و ۵۰ تن در هکتار عملکرد بیشتری تولید نمود. البته با افزایش مقدار کود گاوی از ۲۰ به ۳۳ و ۵۰ تن در هکتار عملکرد دانه از ۱۷۲۳ به ۱۵۴۱ و ۱۴۶۱ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت. هر سه تیمار کود گاوی در مقایسه با تیمار کود شیمیایی عملکرد بیشتری تولید نمودند. اختلاف عملکرد تیمار ۲۰ تن در هکتار کود گاوی و تیمار کود شیمیایی معادل ۲۱/۷درصد بود. مصرف پنج تن در هکتار کمپوست زباله شهری عملکردی معادل ۱۷۰۹ کیلوگرم در هکتار تولید نمود. با افزایش مصرف کمپوست زباله شهری از پنج به ۱۵ تن در هکتار عملکرد دانه از ۱۷۰۹ به ۱۵۴۱ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت. دلیل این موضوع می‌تواند افزایش هدایت الکتریکی خاک در اثر مصرف زیاد کود باشد (Marcote *et al*., 2001). ریشه‌های عمیق گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) می‌توانند رطوبت را از اعماق پایین‌تر خاک جذب نمایند (Naraki, 2001). علاوه بر آن گلرنگ از آب زیاد آسیب می‌بیند (Khajehpoor, 2004). این موضوع می‌تواند یکی دیگر از دلایل احتمالی کاهش عملکرد گیاه در تیمارهای ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری باشد چون کودهای آلی می‌توانند آب زیادی جذب کرده و به‌دلیل حساسیت گلرنگ به رطوبت زیاد باعث محدودیت رشد و کاهش عملکرد آن شده باشد. گزارشات دیگری نیز حاکی از این است که با افزایش مصرف کودهای آلی هدایت الکتریکی خاک افزایش یافته است (Azimzadeh *et al*., 2014; Singer *et al*., 2004). علاوه برآن مقدار زیاد کودهای آلی می‌تواند باعث رقابت بین ریزموجودات تجزیه‌کننده مواد آلی و گیاه برای مصرف نیتروژن باشد که باعث محدودیت رشد گیاه می‌شود (Lal, 1995). آزمایش دیگری (Azimzadeh, 2013) نیز مبین کاهش عملکرد گلرنگ با افزایش مصرف کمپوست زباله شهری می‌باشد. افزایش عملکرد دانه در تیمار استفاده از پنج تن در هکتار کمپوست زباله شهری در مقایسه با تیمار کود شیمیایی ۲۱درصد بود.

زمانی‌که کودها هم‌زمان با کشت استفاده شدند تیمار کود شیمیایی در مقایسه با تمامی تیمارها عملکرد بیشتری تولید نمود (جدول ۲). دلیل این موضوع می‌تواند قابلیت دسترسی بهتر گیاه به نیترات باشد که از کود اوره آزاد می‌شود. آزاد شدن مواد غذایی گیاه از کودهای آلی مدت زمان بیشتری نیاز دارد که در طول این مدت گیاه با محدودیت جذب مواد غذایی روبه‌رو خواهد بود که باعث کاهش رشد گیاه می‌شود (Siadat and Moradi telavat, 2011). علی‌رغم عدم وجود تفاوت معنی‌دار تأثیر تیمارهای مختلف کود ورمی‌کمپوست در کوددهی همزمان با کشت بر عملکرد دانه از همان روندی تبعیت نمود که کوددهی قبل از کشت نشان داده بود ولی اختلاف بین تیمارها کمتر بود. یعنی علی‌رغم عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین مقدار چهار، هفت و ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست، مصرف هفت تن در هکتار در مقایسه با دو سطح دیگر عملکرد دانه بیشتری تولید نمود (۱۵۰۳ کیلوگرم در هکتار). در کوددهی هم‌زمان با کشت، مصرف ۳۳ تن در هکتار کود گاوی در مقایسه با ۲۰ و ۵۰ تن در هکتار عملکرد دانه بشتری تولید نمود (۱۵۰۸ کیلوگرم در هکتار). عملکرد دانه در کوددهی هم‌زمان با کشت در تیمار ۲۰ تن در هکتار کود گاوی ۸۸۱ کیلوگرم در هکتار بود که با افزایش کود به ۳۳ تن در هکتار به ۱۵۰۸ کیلوگرم در هکتار رسید. دلیل افزایش عملکرد دانه در تیمار ۳۳ تن کود گاوی در هکتار در مقایسه با ۲۰ تن کود گاوی در هکتار می‌تواند به دلیل حجم بیشتر کود در این تیمار بوده که توانسته است کاهش زمان لازم برای تجزیه کود را جبران کند. افزایش مصرف کود گاوی به ۵۰ تن در هکتار عملکرد دانه را به ۱۲۷۳ کیلوگرم در هکتار کاهش داد. البته همان‌گونه که ذکر شد کاهش عملکرد دانه با مصرف بیشتر کود می‌تواند به دلیل افزایش هدایت الکتریکی خاک باشد که برای گیاه ایجاد محدودیت می‌نماید (Marcote *et al*., 2001). مصرف پنج، ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری هم‌زمان با کشت نیز همان روند استفاده از این نوع کود قبل از کشت را نشان داد. یعنی

بیشترین عملکرد دانه با مصرف پنج تن در هکتار کمپوست زباله شهری تولید شد (۱۳۷۹ کیلو گرم در هکتار). مهرآفرید و همکاران (Mehrafarid *et al*., 2014) نیز تأکید بر مصرف پنج تن در هکتار کمپوست زباله‌ی شهری برای تولید گلرنگ داشتند.

متوسط عملکرد بیولوژیک در تیمار کوددهی قبل از کشت (۶۷۵۳ کیلوگرم در هکتار) و کوددهی هم‌زمان با کشت (۶۷۱۶ کیلوگرم در هکتار) اختلاف آماری معنی‌داری نداشت. همان‌گونه که در جدول ۲ ملاحظه می‌شود در کوددهی قبل از کشت عملکرد بیولوژیک در تمامی تیمارهای کود آلی بیشتر از شاهد و تیمار کود شیمیایی بود. بین سه سطح مصرف کود ورمی‌کمپوست زمانی‌که کوددهی قبل از کشت انجام شد تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد. نتایج نشان داد که تفاوت بین سه سطح کود گاوی نیز از نظر آماری معنی‌دار نبود ولی افزایش مصرف کود از ۲۰ به ۳۳ و ۵۰ تن در هکتار عملکرد بیولوژیک را از ۷۴۷۶ به ۷۴۱۳ و ۶۵۵۳ کیلوگرم در هکتار کاهش داد. در زمانی‌که کوددهی قبل از کشت بود مصرف ۵ تن در هکتار کود کمپوست زباله شهری در مقایسه با ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار بیشترین عملکرد بیولوژیک (۷۹۸۰ کیلوگرم در هکتار) را تولید نمود.

در زمانی‌که کوددهی هم زمان با کشت انجام شد بیشترین عملکرد بیولوژیکی در تیمار استفاده از کود شیمیایی با ۸۵۲۸ کیلوگرم در هکتار حاصل شد که شاید یکی از دلایل آن دسترسی به‌موقع به نیترات بود. عملکرد بیولوژیک در سه تیمار ورمی‌کمپوست در کوددهی هم‌زمان با کشت، اختلاف معنی‌داری نشان نداد. در کوددهی همزمان با کشت در بین سه سطح کود گاوی بیشترین عملکرد بیولوژیک متعلق مصرف ۳۳ تن در هکتار کود گاوی بود (۸۰۳۳ کیلو گرم در هکتار). مصرف ۳۳ تن در هکتار کود گاوی هم‌زمان با کشت در مقایسه با ۲۰ تن در هکتار ۳۱/۶درصد افزایش عملکرد بیولوژیک نشان داد. کاهش عملکرد بیولوژیک در تیمار مصرف ۲۰ تن در هکتار کود گاوی نیز ممکن است به دلیل زمان بر بودن تجزیه کودی باشد که افزایش مقدار آن به ۳۳ تن در هکتار توانسته است این تأخیر زمانی را جبران کند. علی‌رغم عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین سه سطح کمپوست زباله شهری زمانی‌که هم‌زمان با کشت استفاده شدند مصرف ۵ تن در هکتار، بیشترین عملکرد بیولویک را تولید نمود.

عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر تاریخ استفاده از کود و نوع کودها در سال ۹۳-۱۳۹۲ (سال دوم)

در سال زراعی دوم متوسط عملکرد دانه زمانی‌که کوددهی قبل از کشت انجام شد ۶۴۹ و زمانی‌که کوددهی هم‌زمان با کشت انجام شد ۷۴۵ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۲) در حالی‌که در سال ۹۲-۱۳۹۱ یعنی اولین سال استفاده از کود آلی روند دقیقاً برعکس بود. به‌نظر می‌رسد دلیل این که در سال ۹۳-۱۳۹۲ کوددهی هم‌زمان با کشت عملکرد بیشتری تولید نموده است به ذخیره کود در خاک مربوط می‌شود. کودهای آلی به مرور زمان در خاک تجزیه می‌شوند و در طول دوره رویش می‌توانند مورد استفاده گیاه قرار گیرند و حتی برای سال بعد نیز می‌توانند در خاک ذخیره شده و مورد استفاده واقع شوند. در سال ۹۳-۱۳۹۲ گیاه علاوه بر عناصر غذایی که از کود مورد استفاده در آن سال استفاده نموده است از ذخیره کودی سال قبل نیز بهره‌مند شده و باعث افزایش عملکرد شده است.

با توجه به جدول ۲ ملاحظه می‌شود عملکرد دانه در کوددهی قبل از کشت در تیمار مصرف هفت تن در هکتار ورمی‌کمپوست در مقایسه با تیمار چهار و ۱۰ تن در هکتار بیشتر بود. افزایش عملکرد دانه در تیمار هفت تن در هکتار در مقایسه مصرف چهار تن در هکتار ۵۲/۵درصد و در مقایسه با تیمار مصرف ۱۰ تن در هکتار ۱۰درصد بیشتر بود. در بین سه سطح مصرف کود گاوی نیز سطح دوم کود گاوی یعنی مصرف ۳۳ تن در هکتار کود گاوی در مقایسه با ۲۰ و ۵۰ تن در هکتار عملکرد بیشتری تولید نمود. مصرف ۳۳ تن در هکتار کود گاوی در مقایسه با ۲۰ تن در هکتار ۱۵/۸ درصد و در مقایسه با ۵۰ تن در هکتار ۳۰ درصد افزایش یافت. در بین سه سطح کمپوست زباله شهری مصرف پنج تن در هکتار در مقایسه با ۱۰ تن و ۱۵ تن در هکتار به‌ترتیب ۳۶ درصد و ۶۴ درصد افزایش عملکرد دانه داشت. کلیه تیمارهای مورد بررسی به‌جز تیمار چهار تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۱۵تن در هکتار کمپوست زباله شهری در مقایسه با شاهد و تیمار کود شیمیایی، عملکرد دانه بیشتری تولید نمودند. به نظر می‌رسد همانند سال اول مقادیر بالای کودهای آلی باعث محدودیت رشد گیاه شده که کاهش محصول را به‌دنبال داشت.

در کوددهی هم‌زمان با کشت مصرف ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در مقایسه با چهار و هفت تن در هکتار، کمترین عملکرد دانه را دارا بود. در بین تیمارهای کود گاوی تیمار ۵۰ تن در هکتار در مقایسه با ۲۰ و ۳۳ تن در هکتار بیشترین عملکرد دانه را تولید نمود. در بین سه تیمار کمپوست زباله شهری نیز بیشترین عملکرد دانه در مصرف پنج تن در هکتار کمپوست زباله شهری تولید شد (جدول ۲). تولید بیشتر دانه‌ی گلرنگ با مصرف ۵۰ تن کود گاوی در هکتار در مقایسه با مقادیر کمتر آن توسط عظیم زاده (Azimzadeh, 2013) نیز گزارش شده است.

متوسط عملکرد بیولوژیک در کوددهی قبل از کشت ۲۲۷۵ کیلوگرم در هکتار و در کوددهی هم‌زمان با کشت ۲۴۸۵ کیلوگرم در هکتار بود که در کوددهی همزمان با کشت ۸/۵ درصد افزایش عملکرد نشان داد (جدول ۲). عملکرد بیولوژیک در تیمارهای مختلف کوددهی قبل از کشت از روند مشابه با عملکرد دانه تبعیت نمود (جدول ۲).

در کوددهی قبل از کشت در بین تیمارهای ورمی کمپوست، مصرف هفت تن در هکتار، بین تیمارهای کود گاوی مصرف ۳۳ تن

در هکتار و بین تیمارهای کمپوست زباله شهری تیمار پنج تن در هکتار در مقایسه با بقیه تیمارها عملکرد بیولوژیک بیشتری تولید نمود.

جدول ۲- اثرات متقابل تاریخ استفاده از کودهای آلی و کودهای آلی بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک گلرنگ دو فصل رشد ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲

Table 2- Interaction effect of organic fertilizers and dates of application on seed and biological yield of safflower in 2013 and 2014 growing season

تیمارهای آزمایش- Treatments	عملکرد دانه-کیلوگرم در هکتار Seed yield kg ha^{-1}		عملکرد بیولوژیک- کیلوگرم در هکتار Biological yield kg ha^{-1}	
	کوددهی قبل از کشت Fertilizing before planting	کوددهی هم‌زمان با کشت Fertilizing at planting time	کوددهی قبل از کشت Fertilizing before planting	کوددهی هم‌زمان با کشت Fertilizing at planting time
		۱۳۹۱-۹۲ (2013)		
شاهد Control	1347c-f*	1098fg	5540e-g	5286g
۱۰۰کیلوگرم در هکتار نیتروژن 100 kg.h^{-1} nitrogen	1348c-f	1825a	6166c-g	8526a
۴ تن در هکتار ورمی‌کمپوست 4 ton.ha^{-1} vermicompost	1501a-d	1457a-f	6746b-f	6873b-e
۷تن در هکتار ورمی‌کمپوست 7 ton.ha^{-1} vermicompost	1791ab	1503a-e	6800b-f	6653c-f
۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست 10 ton.ha^{-1} vermicompost	1400b-f	1403b-f	6266c-g	6840b-e
۲۰ تن در هکتار کود گاوی 20 ton.ha^{-1} cow manure	1723a-c	881g	7476a-c	5496fg
۳۳ تن در هکتار کود گاوی 33 ton.ha^{-1} cow manure	1541a-d	1508a-e	7413a-c	8033ab
۵۰ تن در هکتار کود گاوی 50 ton.ha^{-1} cow manure	1461a-f	1273d-f	6553c-g	7413a-c
۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری 5 ton.ha^{-1} solid waste compost	1709a-c	1379c-f	7980ab	6513c-g
۱۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری 10 ton.ha^{-1} solid waste compost	1338c-f	1133e-g	6260fc-g	5766d-g
۱۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری 15 ton.ha^{-1} solid waste compos	1541a-d	1266e-g	7080b-d	6473c-g
متوسط Average	1518	1338	6753	6716
		۱۳۹۲-۹۳ (2014)		
شاهد Control	404j-l	590g-i	1751h-j	1913hi
۱۰۰کیلوگرم در هکتار نیتروژن 100 kg.h^{-1} nitrogen	576l-i	885bc	1984gh	276cl
۴ تن در هکتار ورمی‌کمپوست 4 ton.ha^{-1} vermicompost	355l	906b	1196k	3082b
۷تن در هکتار ورمی‌کمپوست 7 ton.ha^{-1} vermicompost	746c-f	896b	2538c-e	2645cd
۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست 10ton.ha^{-1} vermicompost	672e-i	714ef-h	2442d-f	2570c-e
۲۰ تن در هکتار کود گاوی 20 ton.ha^{-1} cow manure	736d-g	525i-k	2784c	1685ij
۳۳ تن در هکتار کود گاوی 33 ton.ha^{-1} cow manure	874b-d	538ij	3157b	1600j
۵۰ تن در هکتار کود گاوی 50 ton.ha^{-1} cow manure	608f-i	1045a	2240fg	3733a
۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری 5 ton.ha^{-1} solid waste compost	1088a	778b-e	3103b	2592c-e
۱۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری 10 ton.ha^{-1} solid waste compost	693e-h	597f-i	2240fg	2314ef
۱۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری 15 ton.ha^{-1}solid waste compos	394kl	725e-h	1622j	2442d-f
متوسط Average	649	745	2275	2485

* در هر سال زراعی میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک باشند در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند

* In each growing season means with the similar letters are not significantly different at P≤0.05

در کوددهی هم‌زمان با کشت عملکرد بیولوژیک از همان روندی تبعیت نمود که عملکرد دانه نشان داده بود. مصرف چهار تن ورمی‌کمپوست در هکتار از بقیه تیمارهای ورمی‌کمپوست محصول بیشتری تولید نمود. عملکرد بیولوژیک در ۳ تیمار ۲۰ و ۳۳ و ۵۰ تن در هکتار کود گاوی به‌ترتیب ۱۶۸۵، ۱۶۰۰ و ۳۷۳۳ کیلوگرم در هکتار بود. پنج تن کمپوست زباله شهری در هکتار نیز در مقایسه با ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار ۱۱ درصد و شش درصد محصول بیشتری تولید نمود.

به‌طور کلی با توجه به جدول ۲ ملاحظه می‌شود که به‌جز یک مورد (مصرف ۵۰ تن در هکتار کود گاوی در کوددهی هم‌زمان با کشت در سال دوم) سطح سوم هریک از کودها در هر دو تاریخ کشت و در هر دو سال باعث کاهش عملکرد دانه شده است. گرچه در بعضی موارد این اختلاف‌ها معنی‌دار نیست ولی تأثیر بازدارندگی کودهای آلی را با افزایش مصرف این کودها نشان می‌دهد. به‌عنوان مثال مصرف پنج تن در هکتار کمپوست زباله شهری در مقایسه با ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار در هر دو سال و هر دو تاریخ مصرف کود بیشترین عملکرد دانه را تولید نموده است. دلیل این موضوع می‌تواند تغییر خصوصیات شیمیایی خاک باشد. مامو و همکاران (Mamo *et al*., 1998) گزارش نمودند که کمپوست‌ها ممکن است به‌دلیل وجود مواد سمی باعث محدودیت رشد گیاه شوند. سومنر (Sumner, 2000) نیز وجود برخی عناصر سنگین در کمپوست‌ها را یک محدودیت برای استفاده از آن‌ها می‌داند. نتایج مشابهی توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (Azimzadeh, 2013; Merafarid *et al*., 2014).

تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق تحت تأثیر تاریخ استفاده از کود و نوع کودها در سال ۹۲-۱۳۹۱

همان‌گونه که در جدول ۳ ملاحظه می‌شود زمانی‌که کوددهی قبل از کشت انجام شد بین تیمارهای کودی و شاهد در رابطه با تعداد طبق در بوته اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. در کوددهی هم‌زمان با کشت بیشترین تعداد طبق در بوته در تیمار چهار تن در هکتار ورمی‌کمپوست و ۳۳ تن در هکتار کود گاوی مشاهده شد.

در بین سه سطح ورمی‌کمپوست بیشترین تعداد دانه در طبق در کوددهی قبل از کشت در تیمار مصرف هفت تن در هکتار مشاهده شد (۲۳/۶) که افزایش عملکرد دانه در تیمار مصرف هفت تن در هکتار ورمی‌کمپوست می‌تواند به همین موضوع نسبت داده شود. بین تعداد دانه در طبق در سه سطح کود گاوی و سه سطح کمپوست زباله شهری در کوددهی قبل از کشت اختلاف معنی‌داری دیده نشد (جدول ۳).

زمانی‌که کوددهی هم‌زمان با کشت انجام شد تفاوت معنی‌داری بین سه سطح کود ورمی‌کمپوست در رابطه با تعداد دانه در طبق مشاهده نشد. تعداد دانه در طبق در تیمارهای ۳۳ و ۵۰ تن کود گاوی بیشتر از تیمار ۲۰ تن کودگاوی بود که عملکرد دانه بیشتر در این دو تیمار می‌تواند به همین موضوع نسبت داده شود. بین سه سطح کمپوست زباله شهری هم در کوددهی هم‌زمان با کشت اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ولی در عین حال تعداد دانه در طبق در تیمار پنج تن در هکتار کمپوست زباله شهری بیشتر بود (جدول ۳).

تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق تحت تأثیر تاریخ استفاده از کود و نوع کودها در سال ۹۳-۱۳۹۲

تعداد طبق در بوته در کوددهی قبل از کشت در تیمار مصرف چهار تن در هکتار ورمی‌کمپوست در مقایسه با هفت و ۱۰ تن در هکتار به‌صورت معنی‌داری کمتر بود. این صفت تیمار مصرف هفت تن در هکتار ورمی‌کمپوست در هکتار در مقایسه با مصرف چهار و ۱۱ تن در هکتار به‌ترتیب ۵۰ و ۶ درصد بیشتر بود (جدول ۳). در کوددهی قبل از کشت با افزایش مصرف کود گاوی از ۲۰ به ۳۳ تن در هکتار تعداد طبق در بوته از ۱۲/۵ به ۱۴ طبق در بوته افزایش و با افزایش کود گاوی به ۵۰ تن در هکتار به ۱۰/۵ عدد کاهش یافت که بیانگر اثر منفی مصرف زیاد کود گاوی بر تعداد طبق در بوته می‌باشد. مصرف پنج تن در هکتار کمپوست زباله شهری در کوددهی قبل از کشت ۱۱/۶ طبق در بوته تولید نمود که با افزایش مصرف کود به ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار، تعداد طبق در بوته به‌ترتیب ۱۹/۸ درصد و ۳۱/۸ درصد کاهش یافت. تعداد طبق در بوته در شاهد در کوددهی قبل از کشت و کوددهی هم‌زمان با کشت به‌ترتیب ۸/۸ و ۸/۲ عدد بود. تعداد طبق در بوته در تیمار کود شیمیایی در کوددهی هم‌زمان با کشت در مقایسه با کوددهی قبل از کشت ۲۰/۷ درصد بیشتر بود که دلیل آن قابلیت دسترسی بهتر گیاه به کود در تیمار کوددهی هم‌زمان با کشت بوده است. تعداد طبق در بوته در تیمار مصرف چهار تن در هکتار ورمی‌کمپوست در کوددهی هم‌زمان با کشت ۱۲/۹ عدد بود که با افزایش کود تا هفت و ۱۱ تن در هکتار به‌ترتیب به ۱۰/۹ و ۱۰/۱ عدد کاهش یافت. تعداد طبق در بوته در تیمار مصرف ۴ تن در هکتار ورمی‌کمپوست در کوددهی هم‌زمان با کشت در مقایسه با همین تیمار در کوددهی قبل از کشت ۵۶/۵ درصد بیشتر بود که دلیل آن قابلیت دسترسی بهتر گیاه به عناصر غذایی در تیمار کوددهی هم‌زمان با کشت بوده است. کودهای مورد استفاده در سال ۹۲-۱۳۹۱ باعث افزایش ذخیره مواد آلی خاک و قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی شده است و مصرف مجدد کودهای آلی در سال ۹۳-۱۳۹۲ نیز باعث تشدید عناصر غذایی در خاک شده است. مصرف بیشتر ورمی‌کمپوست به دلیل ایجاد محدودیت در محیط رشد تعداد طبق در گیاه را کاهش داده است.

جدول۳- اثرات متقابل تاریخ استفاده از کودهای آلی و کودهای آلی بر تعداد طبق در بوته و تعداد دانه در طبق در دو سال زراعی ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲

Table 3- Interaction effect of organic fertilizers and dates of application on number of head per plant and number of seed per plant and biological yield of safflower in 2013 and 2014 growing season

تیمارهای آزمایش Treatments	تعداد طبق در بوته Head per plant		تعداد دانه در طبق Seeds per head	
	کوددهی قبل از کشت Fertilizing before planting	کوددهی هم‌زمان با کشت Fertilizing at planting time	کوددهی قبل از کشت Fertilizing before planting	کوددهی هم‌زمان با کشت Fertilizing at planting time
			۹۲-۱۳۹۱ (2013)	
شاهد Control	3.7kl*	3.5l	18.6d-h	15.7h-k
۱۰۰کیلوگرم در هکتار نیتروژن 100 kg.h^{-1} nitrogen	4.3kl	4.7kl	16.9d-g	17.4d-i
۴ تن در هکتار ورمی‌کمپوست 4 ton.ha^{-1} vermicompost	4kl	6h-l	17.7d-h	18.9d-i
۷تن در هکتار ورمی‌کمپوست 7 ton.ha^{-1} vermicompost	4.3kl	4.3kl	23.6b-f	18.7d-i
۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست 10ton.ha^{-1} vermicompost	4.8kl	4.9kl	18.3d-i	18.4d-i
۲۰ تن در هکتار کود گاوی 20 ton.ha^{-1} cow manure	3.6l	4.5kl	18.7d-i	11.3k
۳۳ تن در هکتار کود گاوی 33 ton.ha^{-1} cow manure	3.9kl	6.1-l	16.8d-i	14.6ik
۵۰ تن در هکتار کود گاوی 50 ton.ha^{-1} cow manure	3.7kl	5kl	19.7c-h	16g-k
۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری 5 ton.ha^{-1} solid waste compost	4.3kl	4.5kl	17.9d-i	17.3d-i
۱۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری 10 ton.ha^{-1} solid waste compost	4kl	5.1j-l	18de-i	16.5f-j
۱۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری 15 ton.ha^{-1} solid waste compos	3.7kl	4.6kl	16.7e-h	16.6fg-k
متوسط Average	4	4.8	18.4	16.5
			سال ۹۳-۱۳۹۲ (2014)	
شاهد Control	8.8d-h*	8.2e-i	13.2jk	25a-f
۱۰۰کیلوگرم در هکتار نیتروژن 100 kg.h^{-1} nitrogen	8.8d-h	11.1b-e	25.5a-e	32.7a
۴ تن در هکتار ورمی‌کمپوست 4 ton.ha^{-1} vermicompost	5.6i-l	12.9bc	26.3a-e	32.4a
۷ تن در هکتار ورمی‌کمپوست 7 ton.ha^{-1} vermicompost	11.2b-e	10.9c-f	30ab	30.5ab
۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست 10ton.ha^{-1} vermicompost	10.5c-f	10.1c-f	25.8a-f	29a-c
۲۰ تن در هکتار کود گاوی 20 ton.ha^{-1} cow manure	12.5bc	8.2e-i	26.4a-d	25.7a-f
۳۳ تن در هکتار کود گاوی 33 ton.ha^{-1} cow manure	14ab	6.7g-k	31.2ab	22.4b-g
۵۰ تن در هکتار کود گاوی 50 ton.ha^{-1} cow manure	10.5c-f	15.9a	25.6a-f	24.5a-f
۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری 5 ton.ha^{-1} solid waste compost	11.6b-d	10.5c-f	28.8a-c	25.9a-f
۱۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری 10 ton.ha^{-1} solid waste compost	9.3d-g	11b-e	18.9d-i	25.7a-f
۱۵ تن در هکتار کمپوست زباله شهری 15 ton.ha^{-1} solid waste compos	7.9f-j	10.2c-f	22.3b-g	32.3a
متوسط Average	10	10.5	25	27.8

* در هر سال زراعی میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک باشند در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌داری ندارند

* In each growing season means with the similar letters are not significantly different at P≤0.05

مصرف ۵۰ تن در هکتار کود گاوی در کوددهی هم‌زمان با کشت با تولید ۱۵/۹ عدد طبق در بوته بیشترین تعداد طبق در بوته را تولید نمود. افزایش عملکرد دانه گلرنگ در تیمار مصرف ۵۰ تن در هکتار کود گاوی در کوددهی همزمان با کشت می‌تواند به همین دلیل باشد. تعداد طبق در بوته در سه سطح کود کمپوست زباله شهری در کوددهی هم‌زمان با کشت اختلاف زیادی نشان ندادند.

تعداد دانه در طبق در کوددهی قبل از کشت در تیمار هفت تن در هکتار ورمی‌کمپوست در مقایسه با مصرف چهار و ۱۰ تن در هکتار ورمی‌کمپوست به‌ترتیب ۱۲/۳ درصد و ۱۴ درصد بیشتر بود. مصرف ۳۳ تن در هکتار کود گاوی در کوددهی قبل از کشت نیز در مقایسه با تیمار ۲۰ و ۵۰ تن در هکتار به‌ترتیب ۱۵/۴ درصد و ۱۷/۹ درصد طبق در بوته بیشتری تولید نمود. در سه سطح مصرف کمپوست زباله شهری مصرف پنج تن در هکتار در مقایسه با ۱۰ و ۱۵ تن در هکتار ۳۴ درصد و ۲۲/۵ درصد طبق در بوته بیشتری داشت. تعداد دانه در طبق در کوددهی هم‌زمان با کشت در تیمار چهار تن ورمی‌کمپوست در مقایسه با هفت و ۱۰ تن بیشتر بود. در سه مقدار کود گاوی نیز علی‌رغم عدم وجود تفاوت معنی‌دار بیشترین تعداد دانه در طبق در تیمار ۲۰ تن در هکتار کود گاوی مشاهده شد. در بین مقادیر مختلف کود کمپوست زباله شهری بیشترین تعداد دانه در طبق در کوددهی هم‌زمان با کشت در تیمار مصرف ۱۵ تن در هکتار مشاهده شد که در مقایسه با مصرف پنج و ۱۰ تن در هکتار کمپوست زباله شهری حدود ۲۰ درصد بیشتر بود.

نتیجه‌گیری

به‌طورکلی با توجه به نتایج این آزمایش بهتر است اگر کودهای آلی همانند کود گاوی، کمپوست زباله شهری و ورمی‌کمپوست برای اولین بار در زمین استفاده می‌شوند دو یا سه ماه زودتر از زمان کشت استفاده شوند ولی اگر برای سال دوم استفاده می‌شود استفاده همزمان با کشت مناسب تر است. نتایج این آزمایش بیانگر این است که مصرف زیاد کودهای آلی تأثیر منفی بر عملکرد محصول دارند بنابراین برای هر محصول زراعی، حد مطلوبی از هریک از کودها وجود دارد که باید مشخص شود. علی‌رغم تأثیر مثبت کودهای گاوی و ورمی‌کمپوست بر عملکرد گلرنک به نظر می‌رسد مصرف پنج تن در هکتار کمپوست زباله شهری دو ماه قبل از کشت بهترین تیمار برای تولید گلرنگ در شرایط آب و هوایی شمال خراسان باشد.

سپاسگزاری

هزینه اجرای این آزمایش توسط دانشگاه آزاد اسلامی واحد شیروان تأمین شده است که بدین‌وسیله تشکر و قدردانی می‌شود.

References

1. Amin Gafouri, A., Rezvani Moghddam, P., and Nasiri Mehallati, M. 2010. Effect of organic manure on yield and yield components of *Ricinus sativus*. First national congress of sustainable agriculture and development and safe crop production. Isfahan. https://www.civilica.com/Paper-SACP01-SACP01_244.html. (in Persian).
2. Ardakani, M. R. 2005. Ecology. Tehran University. 340 pp (in Persian).
3. Arancon, N., Edwards, C. A., Bierman, P., Metzger, J. D., and Lucht, C. 2005. Effects of vermicomposts produced from cattle manure, food waste and paper waste on the growth and yield of peppers in the field. Pedobiologia 49 (4): 297-306.
1. Atiyeh, R. M., Subler, S., Edwards, C. A., Bachman, G., Metzger, J. D., and Shuster, W. 2000. Effects of vermicompost and compost on plant growth horticultural container media and soil. Pedobiologia 44: 579-590.
2. Azimzadeh, S. M. 2013. Study on replacement probability of composted organic manure with chemical fertilizer in Safflower organic farming. International Journal of Agricultural Research and Crop Science 6 (18): 1304-1311.
3. Azimzadeh, S. M. 2015. Soil physical properties after two years application of organic fertilizers in Safflower (*Carthamus tinctorius* L) planting. nternational Journal of Farming and Allied Sciences 4 (4): 341-351.
4. Azimzadeh, S. J., Koocheki, A. R., and Nasiri Mehallati, M. 2014. Study on replacement probability of organic with chemical fertilizers in Canola (*Brassica napus*) under two deficit and full irrigation conditions. International Journal of Agricultural Research and Crop Science 7 (3): 115-122.
5. Barker, A. V., and Bryson, G. M. 2006. Comparisons of compost with low or high nutrient status for growth of plants in containers communication. Soil Science and plant Analyses 37 (9): 1303-1319.
6. Cavender, N. D., Atiye, R. M., and Knee, M. 2003. Vermicompost stimulates mycorrhizal colonization of roots of Sorghum bicolor at the expense of plant growth. Pedobiologia 47: 85-89.
7. Dabney, S. M., Delgado, J. A., and Eeves, D. W. 2001. Using winter cover crops to improve soil and water quality. Communications in Soil Science and Plant Analysis 32 (7): 1221-1250.
8. Fallahi, F., Koucheki, A. R., and Rezvani Moghadam, P. 2008. Evaluation of the effect of organic manure on quantitative indices, essence and Kamazoline in medicinal plant of German matricaria. Agricultural researches: water, soil and plant in agriculture 8 (1): 157-168. (in Persian).

9. Jahan, M., Behzad Amiri, M., Aghavani Shajari, M., and Tahami, M. K. 2013. Study on quantitative and qualitative production of Pumpkin paper skin (*Cucurbita pepo* L.) under the effect of winter cover crop of lathyrus (*Lathyrus sativus*) and Iranian trifilium (*Trifolium resopinatum*) inoculation with rhyzobacter and a application of organic fertilizer. Iranian Journal of Field Crop Research 11 (2): 337-356. (in Persian).
10. Jat, R. S., and Ahlawat, I. P. S. 2004. Effect of vermicompost, biofertilizer and phosphorus on growth, yield and nutrient uptake by gram (*Cicer arietinum*) and their residual effect on fodder maize (*Zea mays*). Indian Journal of Agricultural sciences 74 (7): 359-361.
11. Kaviani, A., Liaghat, A., Sohrabi, T., and Afshar Asl, M. 2008. Evaluation of Nitrate leaching trend to the under rhizosphere region in Karaj fields with application of geographical information system. Agriculture journal, course 10 (7): 150-113. (in Persian).
12. Khajehpoor, L. V. 2004. Industrial plants (Second edition). Jihad of Mashhad University Press. Iran. (in Persian).
13. Lal, R. 1995. The role of residues management in sustainable agricultural systems. Journal of Sustainable Agricultural 5 (4): 51-76.
14. Mamo, M., Rosen, C. J., Halbach, T. R., and Moncrief, J. F. 1998. Corn yield and nitrogen uptake in sandy soils amended with municipal solid waste compost. Journal of production Agriculture 11 (4): 469-475.
15. Mallakooti, M. J., and Tehrani, M. 1999. Micronutrient effect on increasing of Yield and quality of agricultural production. Tarbiat Moddarres University Publication. Tehran. 292PP. (in Persian).
16. Marcote, L., Hernandez, T., Garcia, C., and Polo, A. 2001. Influence one or two successive annual application of organic fertilizers on the enzyme activity of a soil under barley cultivation. Bioresource Technology 79 (2): 147-154.
17. Mehrafrid, S., Azimzadeh, S. M., and Kourosh, E. 2014. Effects of municipal waste compost and irrigation regimes on yield and yield components of Safflower (*Carthamus tinctorius* L). International Journal of Agriculture and Crop Sciences 8 (3): 373-379.
18. Naraki, F. 2001. Safflower. Agricultural Research, Education and Extension Organization. Extension department. (in Persian).
19. Pieri, C. 1995. Long term soil management experiments in semiarid Francophone Africa. In: Lal, R. and Stewart, B.A. (eds). Soil Management: experimental basis for sustainability and environmental quality 225-266.
20. Rezvani Moghadam, P., Bakhshayi, S., Ghafouri, A., and Khorramdel, S. 2009. Effect of Biological and vermicompost fertilizers on quantitative features of medicinal plant of sweet fennel. Scientific congress of development of Industry of Iran medicinal plant. Tehran. (in Persian).
21. Rezvani Moghadam, P., Mohamad Abadi, A. A., and Moradi, R. A. 2010. Evaluation of the effect of manure and chemical fertilizers on yield and yield components of Sesame plant in different plant densities. Agricultural ecology journal 2 (2): 256-265. (in Persian).
22. Robinson, C. A., Cruse, R. M., and Kohler, K. A. 1994. Soil management. In: Hatfield. J.L. and Karlen, D.L. (eds). Sustainable agriculture systems 109-134.
23. Salehabadi, G., Azimzadeh, S. M., and Tatari, M. 2015. Effect of organic fertilizers on cucumber yield. International Journal of Agricultural Research and Crop Science 7 (11) 808-814.
24. Saeed Nejad, A. H., and Rezvani Moghadam, P. 2010. Evaluation of consumption of compost, vermicompost and manure fertilizers on yield, yield components of Cumin and essence percentage. Horticulture sciences journal. 24 (2): 142-148. (in Persian).
25. Siadat, S. A., and Moradi telavat, M. R. 2011. Practical aspects of organic farming. Agricultural Extension and Education publication. Tehran. (in Persian).
26. Singer, J. W., Kohler, K. A., Liebman, M., Richard, T. L., Cambardella, C. A., and Buhler, D. D. 2004. Tillage and compost affect yield of corn, soybean, and wheat and soil fertility. Agronomy Journal 96 (2): 531-537.
27. Stewart, B. A., and Burnett, E. 1987. Water conservation technology in rain fed and dry land agriculture. In: Jordan, W.R. (Ed.). Water and Water policy in World food supplies. Texas. AQM Univ., College Station. Pp: 355-359.
28. Sumner, M. E. 2000. Beneficial use of effluents, wastes, and biosolids. Communication in Soil and Plant Analyses 31: 1701-1715.

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 15, No. 3, Fall. 2017, p. 575-587

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۱۵، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶، ص. ۵۸۷-۵۷۵

Effect of Organic Fertilizers on Yield and Yield Components of Safflower (*Carthamus tinctorious* L.)

S. M. Azimzadeh[1*]

Received: 12-08-2015
Accepted: 23-07-2016

Introduction

Soil organic matters impose direct and indirect effect on crop production through providing of nutrients and also improvement of soil physical condition and stimulation of plant growth. It also seems that plant production based on application of organic fertilizers is more stable than application of chemical fertilizers. So, there has been lots of attention from agronomists, ecologists and consumers toward organic fertilizers. In organic farming, agricultural ecosystem is considered as a living thing and integrated totality, so in this system, soil, crop, microorganisms and micro-climate affect on each other and also are under the effect of each other. For better performance of this system, each component should be in its appropriate condition. Periodical reverse of organic matter to soil and crop rotation will improve biological and physical characteristics of soil. However, balance of nutrients in organic matter which is available for plant is important because causes less dependence to chemical fertilizers. Indeed, nutrients balance is more important than application of chemical fertilizers that can lead to water pollution and decreasing quality of food products. Application of chemical fertilizers caused considerable increasing of farmer's income in last decade. These fertilizers also imposed ecological and environmental problems. In Iran like most of the countries, overusing of chemical inputs like fertilizers has caused destruction of water and soil resources. In addition, leaching of soluble chemical fertilizers specially nitrogen fertilizers has caused pollution of drinking water and overfilling of the water of lakes and ponds in some regions. So researchers have done a lot of effort to replace organic and biological fertilizers with chemical one. The aim of this experiment was to study the effect of organic fertilizers on safflower production.

Materials and Methods

In order to evaluate the effect of organic fertilizers and two different application dates of them on safflower an experiment was conducted at Islamic Azad University of Shirvan, Iran, in growing season of 2012-2013 and 2013-2014. Date of first application was two month prior of planting and date of second application was simultaneous with planting. Amounts of vermicompost included 4, 7 and 10 ton ha^{-1}, municipal solid waste compost included 5, 10 and 15 ton ha^{-1}, cow manure included 20, 33 and 50 ton ha^{-1}, nitrogen chemical fertilizer included 100 kg ha^{-1} and control. Experiment was conducted as split plot based on randomized complete block design with three replications. Application time of organic fertilizers located in main plots and each one of organic fertilizers levels with nitrogen fertilizer and control as a independent treatment located in subplots. Required rates of different fertilizers were scattered by hand into the plots on 20th Feb then no operation was done until April 21th. On April 21th, main plots which should have been applied fertilization simultaneous with planting were received fertilizers. At this time, all of the plot which have been received fertilizers on Feb 20th plus plots which received fertilizers recently were planted simultaneously. Data were combined analyzed by MSTAT-C software and means were compared with Duncan's test at the 5% level of probability.

Results and Discussion

The results showed that in first growing season, fertilizer application before planting caused 12% yield increment of safflower compared with fertilizer application at planting time but in second growing season,

1- Associated Professor, Department of Agronomy, Shirvan Branch, Islamic Azad University, Shirvan, Iran
(*- Corresponding Author Email: mortezaazimzadeh@gmail.com)

fertilizer application at the time of planting caused 12.8% yield increment of safflower compared with fertilizer application before planting. Enough time for manure decomposition can be the reason for this difference. In first year in fertilizer application before planting, all treatments except 10 ton h^{-1} municipal solid waste compost produced more seed yield than control and chemical fertilizer treatments. In fertilizer application at planting time, chemical fertilizer treatment produced the highest seed yield compared with other treatments. The faster availability of nitrogen chemical fertilizer is the reason for more seed yield in this treatment compared with organic fertilizers. In second year in fertilizer application before planting all treatments except 4 ton h^{-1} vermicompost and 15 ton h^{-1} municipal solid waste compost produced more seed yield compared with control and chemical fertilizer treatments but in fertilizer application at planting time chemical fertilizer, 4 and 7 ton h^{-1} vermicompost showed higher seed yield.

Conclusions

According to the results of this experiment, using 5 ton h^{-1} municipal solid waste compost before planting is the best treatment to use in safflower production in northern Khorasan.

Keywords: Cow manure, Municipal solid waste compost, Nitrogen, Vermicompost