مقاله پژوهشی

اثر کاربرد ورمی‌کمپوست و اسید هیومیک بر برخی خصوصیات کمی و کیفی گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)

مهتاب صالحی*، عاطفه ملکی‌نیا و محدثه شهبازی

گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشگاه بوعلی‌سینا ـ مجتمع آموزش عالی نهاوند (ویژه دختران)، همدان، ایران

(تاریخ دریافت:۱۴۰۰/۱۲/۰۱، تاریخ پذیرش نهایی:۱۴۰۱/۰۳/۲۴)

چکیده

به‌منظور بررسی اثر ورمی‌کمپوست و اسید هیومیک بر برخی خصوصیات کمی و کیفی گلرنگ، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با هفت تیمار (شاهد، ۱۰۰ گرم ورمی‌کمپوست، ۲۰۰ گرم ورمی‌کمپوست، ۰/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک، ۱ گرم در لیتر اسید هیومیک، ۰/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک + ۱۰۰ گرم ورمی‌کمپوست و ۱ گرم در لیتر اسید هیومیک + ۲۰۰ گرم ورمی‌کمپوست) و سه تکرار، در گلخانه مجتمع آموزش عالی نهاوند در سال ۱۳۹۹ انجام شد. در این مطالعه، تعداد گل در بوته، ارتفاع بوته، قطر ساقه، طول و عرض برگ، درصد روغن، میزان و نوع اسیدهای چرب اندازه‌گیری شد. نتایج آزمایش بیانگر اثر معنی‌دار تیمارهای به‌کار رفته ورمی‌کمپوست و اسید هیومیک بر عرض برگ، تعداد گل، درصد روغن و اسیدهای چربِ تشکیل‌دهنده روغن است، به‌طوری‌که بیشترین میزان روغن (۳۴/۴۰ درصد) در تیمار ۱۰۰ گرم ورمی‌کمپوست و بیشترین تعداد گل (۱۵ عدد) در تیمار ۰/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک به‌دست آمد. همچنین بیشترین میزان اسید لینولئیک (۷۴/۵۰ درصد) در تیمار ۱۰۰ گرم ورمی‌کمپوست تولید شد. بیشترین میزان اسید پالمیتیک (۶/۷۰ درصد) و اسید لینولنیک (۵ درصد) در تیمار ۱ گرم در لیتر اسید هیومیک + ۲۰۰ گرم ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. نتایج آزمایش، بیانگر تأثیر مثبت ورمی‌کمپوست و اسید هیومیک بر درصد روغن و تعداد گل در بوته بود. با توجه به نتایج این مطالعه و به‌منظور کاهش کاربرد کودهای شیمیایی و دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار، پیشنهاد می‌گردد در مطالعات مزرعه‌ای و وسیع، از کودهای ورمی‌کمپوست و اسید هیومیک، به‌عنوان جایگزینِ کودهای شیمیایی استفاده شود و به ویژگی‌های مثبت این کودهای آلی در بهبود خصوصیات کمی و کیفی گیاه گلرنگ توجه بیشتری گردد.

واژه‌های کلیدی: اسید لینولئیک، دانه‌های روغنی، درصد روغن، گلرنگ

مقدمه

گلرنگ با نام علمی *Carthamus tinctorius* L. گیاهی متعلق به تیره آستراسه است که متحمل به خشکی شدید بوده و جایگزین مناسبی برای منابع روغن است (Camas *et al.*, 2007). ضریب حساسیت به تنش رطوبتی (Ky) در گیاه گلرنگ، ۰/۹۳ است که براساس این شاخص، جز گیاهان متحمل به خشکی محسوب می‌شود (Lovelli *et al.*, 2007). گلرنگ در شرایط دیم، شوری را تا میزان ۱۰ دسی‌زیمنس بر متر تحمل می‌کند، بنابراین در زمره گیاهان نسبتاً متحمل به شوری قرار دارد (امیدی و همکاران، ۱۳۹۲). گیاه یک‌ساله گلرنگ، سازگار به شرایط اقلیمی ایران، با عادت رشد نامحدود است. دانه گلرنگ دارای ۲۵ تا ۴۵ درصد روغن و ۱۲ تا ۲۴

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: mahtab.salehi@basu.ac.ir

درصد پروتئین است (زینعلی، ۱۳۷۸؛ خواجه‌پور، ۱۳۹۰؛ Weiss, 2000). روغن گلرنگ از اسیدهای چرب اشباع‌نشده لینولئیک و اولئیک، و اسیدهای چرب اشباع‌شده استئاریک و پالمیتیک تشکیل می‌شود و اسید لینولئیک، فراوان‌ترین اسید چرب موجود در روغن گلرنگ است (Yeilaghi *et al.*, 2012). اسیدهای چرب غیراشباع ضروری (اولئیک و لینولئیک)، بین ۷۸ تا ۹۰ درصد روغن گلرنگ را تشکیل می‌دهند (زینعلی، ۱۳۷۸). با توجه به اهمیت زیادی که اسیدهای چرب غیراشباع در کیفیت تغذیه‌ای روغن دارند، روغن گلرنگ با بیش از ۸۰ درصد اسیدهای چرب غیراشباع، بسیار باارزش است (عرب و همکاران، ۱۳۹۱). روغن دانه گلرنگ، غنی از اسید لینولئیک است که به کاهش کلسترول خون کمک می‌کند و به همین دلیل، در بسیاری از کشورها به عنوان یک گیاه دارویی استفاده می‌شود (Liu *et al.*, 2016). همچنین مقدار زیاد اسید اولئیک در روغن گلرنگ، به‌علت پایداری زیاد و طعم دلپذیرش، آن را به یک روغن سرخ‌کردنی عالی تبدیل کرده است (Smith, 1993). در سال‌های اخیر، نتایج مطالعات تغذیه‌ای با لینولئیک و اولئیک بالا، امیدوارکننده است؛ به‌طوری‌که روغن گلرنگ با داشتن مقدار بالای اسید لینولئیک، می‌تواند با سایر روغن‌های گیاهی، ترکیب شده و ارزش غذایی آنها را ارتقا دهد (Liu *et al.*, 2016). محتوای روغن و سنتز اسیدهای چرب گیاهان، تحت تأثیر عوامل زیادی مانند ژنوتیپ، بوم‌شناسی، مورفولوژی، فیزیولوژی و مدیریت زراعی (به موقع بودن عملیات مزرعه، انواع، تراکم گیاه، کوددهی و غیره) قرار دارد (Baydar, 2000).

امروزه به‌دلیل استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی، مواد آلی زمین‌های کشاورزی در ایران کاهش یافته و ساختمان خاک، تخریب گردیده است (محسن‌نیا و جلیلیان، ۱۳۹۱)؛ درحالی‌که جایگزینی آنها با کودهای آلی، نقش مهمی را در سلامت محیط ایفا می‌کند (Chandrasekar *et al.*, 2005). مواد آلی به‌علت اثرات سازنده‌ای که بر خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی خاک دارند، به‌عنوان یکی از ارکان تغذیه گیاه و باروری خاک شناخته شده‌اند. کودهای آلی، مهم‌ترین عامل فراهمیِ عناصر غذایی در ریزوسفر گیاه هستند (Tejada *et al.*, 2008). این کودها علاوه بر نقش تغذیه‌ای، تأثیر معنی‌داری در بهبود کیفیت محصولات، خواص فیزیکی و افزایش فعالیت بیولوژیکی خاک دارند (محمدی و همکاران، ۱۳۸۶؛ Courtney and Mullen, 2008). هر چند استفاده از کودهای شیمیایی معدنی، سریع‌ترین راه برای تأمین عناصر غذایی مورد نیاز گیاه است، اما هزینه‌های زیاد مصرف کودهای شیمیایی (از جمله ایجاد آلودگی، تخریب محیط‌زیست و سخت‌شدن خاک) نگران‌کننده است. این در حالی است که توسعهٔ کاربرد منابع گیاهی و دامیِ قابل‌تجدید و منابع بیولوژیکی به جای منابع شیمیایی، می‌تواند نقش مهمی در باروری و حفظ فعالیت‌های بیولوژیکی و مواد آلی خاک، سلامت بوم‌نظام زراعی و افزایش کیفیت محصولات زراعی داشته باشد (Zaidi *et al.*, 2003).

امروزه، کاربرد انواع کمپوست (ورمی‌کمپوست، کمپوست زباله‌های شهری) و کودهای حیوانی را به‌عنوان عاملی برای کاهش مصرف کودهای شیمیایی، افزایش حاصلخیزی خاک (به‌دلیل نمکِ محلولِ کمتر)، ظرفیت تبادل کاتیونیِ بیشتر، تشدید فعالیت ریزموجودات و بهبود کیفیت و حفظ سلامت محیط‌زیست می‌دانند (پیرسته انوشه و همکاران، ۱۳۸۹). ورمی‌کمپوست به‌دلیل سرعت بالای معدنی‌شدن و میزان هوموس فراوان، شرایط مناسب‌تری را برای رشدونمو گیاه فراهم می‌کند و اثرات مثبتی بر محیط‌زیست دارد (Chand *et al.*, 2007; Jeyabal and Kuppuswamy, 2001). کاربرد مستمر ورمی‌کمپوست، موجب افزایش تعداد و میزان مقاومت قارچ‌های میکوریزا و ریزجاندارن حل‌کننده فسفات نامحلول خاک می‌شود. همچنین کاربرد ورمی‌کمپوست می‌تواند فتوسنتز گیاهان را از طریق افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو افزایش دهد که علت آن می‌تواند در ارتباط با افزایش ترکیبات هیومیکی در خاک باشد و این ترکیبات، فعالیت‌های شبه‌هورمونی داشته و بر فتوسنتز و سایر فعالیت‌های آنزیمی تأثیر می‌گذارند و در نهایت می‌توانند تأثیرات مثبتی بر رشد و عملکرد گیاهان داشته باشند (Alizadeh and Alizadeh, 2011).

اسید هیومیک به‌عنوان کود آلیِ دوستدار طبیعت نام برده می‌شود که مقادیر بسیار کمِ آن، به‌دلیل داشتن ترکیبات هورمونی، اثرات مفیدی در افزایش و بهبود تولید محصولات کشاورزی دارد (Albayrak and Camas, 2005). مواد تشکیل‌دهنده اسید هیومیک می‌توانند با ساختارهای فسفولیپیدی غشای سلولی واکنش نشان داده و به‌عنوان یک حمل‌کننده عناصر غذایی در غشا عمل کنند (Khaled and Fawy, 2011). دلیل این امر، فعالیت سطحی مواد تشکیل‌دهنده اسید هیومیک ناشی از حضور مکان‌های آب‌دوست و آب‌گریز است (Chen and Schnitzer, 1978)، با افزایش نفوذپذیری غشای سلولی نسبت به عناصر غذایی از جمله پتاسیم، فشار داخل سلولی و تقسیم سلول، افزایش می‌یابد. از طرف دیگر، افزایش انرژی در داخل سلول، منجر به افزایش تولید کلروفیل و میزان فتوسنتز خواهد شد و به‌دنبال آن، یک عامل مهم در رشد ـ یعنی جذب نیتروژن به درون سلول ـ تشدید می‌گردد و تولید نیترات کاهش می‌یابد که درنهایت، این اثرات منجر به افزایش تولید می‌شود (Giasuddin *et al.*, 2007). کاربرد مواد آلیِ دارای اسید هیومیک، با بهبود وضعیت فیزیکی (زهکشی و تهویه) و حاصلخیزی خاک و افزایش قابلیت دسترسی گیاه به عناصر غذایی، منجر به افزایش رشد و عملکرد محصول می‌شود و درنتیجه نیاز به مصرف کودهای شیمیایی کاهش می‌یابد (Kapoor *et al.*, 2004; Salman *et al.*, 2005). بررسی‌ها نشان داده است که نیتروژن و فسفر، از عناصر ضروری در رشد گلرنگ هستند. بنابراین بهینه‌سازی این مواد می‌تواند تولید دانه و درصد روغنِ آن را تا حد زیادی افزایش دهد (Henke *et al.*, 2007). فسفر موجود در کودهای شیمیایی بعد از ورود به خاک‌های آهکی، به ترکیبات نامحلول کلسیم و منیزیم و در خاک‌های اسیدی به فسفات آهن و آلومینیوم تبدیل شده و از دسترس گیاهان خارج می‌شود. انباشت مقدار زیادی از کود فسفاته در خاک، ضمن تخریب ساختمان آن، مانع از جذب سایر عناصر غذایی مانند مس، روی و افزایش عناصر سمی مانند کادمیوم و بور در گیاهان می‌شود (یزدانی و همکاران، ۱۳۸۹). نیتروژن موجود در کودهای شیمیایی نیز بیشتر در معرض تصعید و آبشویی قرار دارد و امکان اینکه از دسترس گیاه خارج شود، بیشتر است (Kolota *et al.*, 1992). ورمی‌کمپوست، با افزایش تثبیت نیتروژن و افزایش حلالیت فسفر، قابلیت دسترسی به نیتروژن و فسفر را بهبود می‌بخشد (Prabha *et al.*, 2007). براساس نتایج مطالعه Salehi و همکاران (۲۰۱۱)، کاربرد ورمی‌کمپوست به‌عنوان یک سیستم تغذیه‌کننده ارگانیک در تأمین عناصر مورد نیاز گیاه دارویی بابونه، موجب افزایش بیوماس، درصد اسانس و عملکرد اسانس شد. در مطالعه‌ای دیگر، در میان تیمارهای کود آلی، ورمی‌کمپوست بیشترین تأثیر را در افزایش عملکرد دانه کرچک (*Ricinus communis* L.) داشت (امین‌غفوری و همکاران، ۱۳۸۹). براساس گزارش Hajghani و همکاران (۲۰۱۵)، بیشترین محتوا و عملکرد روغن گلرنگ، با استفاده از تیمار ورمی‌کمپوست و اسید هیومیک به‌دست آمد. با توجه به مشاهدات Neware و همکاران (۲۰۱۷)، کاربرد همزمان اسید هیومیک، ورمی‌کمپوست و نفتالین استیک اسید، اثر محرک قابل‌توجهی بر محتوای روغن کتان داشت. کاربرد اسید هیومیک موجب افزایش ارتفاع، تعداد شاخه فرعی، عملکرد دانه و درصد روغن دانه شلغم روغنی شد (Rajpar *et al.*, 2011). نظر به اهمیت تولید دانه‌های روغنی و افزایش مصرف سرانه روغن در ایران و همچنین مزایای کاربرد کودهای آلی نسبت به کودهای شیمیایی، این مطالعه به‌منظور ارزیابی اثر ورمی‌کمپوست و اسید هیومیک بر برخی صفات کمی و کیفی گلرنگ اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر ورمی‌کمپوست و اسید هیومیک بر میزان و اسیدهای چرب تشکیل‌دهنده روغن گلرنگ، این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با هفت تیمار (شاهد، ۱۰۰ گرم ورمی‌کمپوست، ۲۰۰ گرم ورمی‌کمپوست، ۰/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک، ۱ گرم در لیتر اسید هیومیک، ۰/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک + ۱۰۰ گرم ورمی‌کمپوست، ۱ گرم در لیتر اسید هیومیک + ۲۰۰ گرم ورمی‌کمپوست) و سه تکرار، در گلخانه

جدول ۱ـ خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در کاشت گیاه گلرنگ

عمق خاک (سانتی‌متر)	رس	سیلت	شن	کربن آلی	بافت خاک	هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته کل اشباع	کربنات کلسیم معادل	نیتروژن قابل جذب	فسفر قابل‌جذب	پتاسیم قابل‌جذب
	(درصد)							(درصد)		(پی.پی.ام.)	
۱۰	۱۹	۴۸	۳۳	۱/۷	لوم	۰/۷	۷/۴	۳۰/۱	۰/۱۴	۵۵/۸	۲۱۰

جدول ۲ـ خصوصیات و ترکیبات شیمیایی کود ورمی‌کمپوست مورد استفاده در آزمایش

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	اسیدیته کل اشباع	نیتروژن	فسفر قابل‌جذب	پتاسیم	کربن آلی
		(درصد)			
۱/۵	۷/۱	۳/۳	۱/۲	۱/۸	۲۰/۵

مجتمع آموزش عالی نهاوند در اول اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۹ اجرا گردید. میانگین بیشترین دمای گلخانه، ۳۵ درجه سانتی‌گراد و کمترین دما، ۲۰ درجه سانتی‌گراد بود. میزان روشنایی، ۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی بود. رقم گلرنگ مورد استفاده، رقم فرامان بود که از ارقام اصلاح‌شده است. گلرنگ فرامان، رقمی متحمل به تنش کمبود آب، زودرس با تیپ رشد بینابین، بدون خار، دانه‌درشت، دارای گل‌های قرمز و با متوسط ارتفاع بوته ۹۰ سانتی‌متر است. رقم فرامان در مناطق دیم معتدل سرد، عملکرد مناسب دارد و از نظر بیماری زنگ، مقاوم است (پورداد، ۱۳۹۶). لازم به ذکر است که گلرنگ گیاهی روزبلند است، اما بسیاری از ارقام اصلاح‌شده، نسبت به طول روز، بی‌تفاوت هستند. به‌طورکلی در کشت بهاره، طول روز در بهار به اندازه کافی بلند است و بسیاری از ارقام در این شرایط، به طول روز عکس‌العمل نشان نمی‌دهند (خواجه‌پور، ۱۳۹۰). گلدان‌ها با خاک زراعی به وزن ۳ کیلوگرم پر شد. قطر دهانه گلدان‌ها ۳۰ و ارتفاع آنها ۲۲ سانتی‌متر بود. پس از آماده‌سازی گلدان‌ها، ۱۰ عدد بذر در هر گلدان کاشته شد. برای اطلاع از وضعیت فیزیکوشیمیایی خاک، اقدام به نمونه‌برداری از خاک مذکور گردید. نتایج آزمون خاک در جدول ۱ و نتایج حاصل از تجزیه ورمی‌کمپوست در جدول ۲ آمده است. مقادیر مورد نیاز کودهای ورمی‌کمپوست و اسید هیومیک، براساس تیمارهای ذکرشده، اندازه‌گیری و با خاک مخلوط گردید. بدین ترتیب که مقادیر ۱۰۰ و ۲۰۰ گرم ورمی‌کمپوست وزن و به خاک گلدان‌های مورد نظر اضافه گردید. محلول اسید هیومیک ۰/۵ و ۱ گرم در لیتر در آزمایشگاه تهیه و در سه مرحلهٔ فنولوژی رشد گیاه شامل دو برگی، چهار برگی و شش برگی، به خاک گلدان‌ها اضافه شد. در مرحله دو برگی، تعداد گیاهان در هر گلدان، به پنج بوته کاهش یافت. بعد از گلدهی در اوایل تیرماه، طول و عرض برگ و ارتفاع گیاه با استفاده از خط‌کش و قطر ساقه با استفاده از کولیس اندازه‌گیری و تعداد گل‌ها نیز در هر بوته شمارش گردید. گیاهان در آخر تیرماه، به غوزه رفتند و پس از رسیدن دانه‌ها، برداشت در ۱۵ شهریورماه انجام شد. سپس دانه‌ها به‌منظور اندازه‌گیری درصد روغن و تعیین نوع اسیدهای چرب، به آزمایشگاه منتقل شدند.

جهت روغن‌گیری از دانه، ۱۰ گرم دانه با حلال پترولیوم اتر و با دستگاه سوکسله به‌مدت چهار ساعت عصاره‌گیری شد (عمادزاده و همکاران، ۱۳۹۹). تغلیظ عصاره مذکور در داخل بالن توزین شده (t_1) با دستگاه دوار تقطیر در خلاء انجام گرفت و سپس بالن حاوی روغن استخراج‌شده (t_2) توزین گردید. تفاوت میان t_1 و t_2 بیانگر وزن روغن استخراج‌شده از ۱۰ گرم دانه است که به‌صورت درصد بیان گردید. تعیین صفات کیفی روغن نظیر پروفایل درصد اسید اولئیک، لینولئیک و لینولنیک، با استریفیکاسیون (متیل‌استر) اسیدهای چرب صورت گرفت (Omidi *et al.*, 2010). تجزیه واریانس داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون

جدول ۳ـ تجزیه واریانس صفات کمی و کیفی گلرنگ

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	قطر ساقه	طول برگ	عرض برگ	تعداد گل	درصد روغن	اسید لینولئیک	اسید اولئیک	اسید پالمیتیک	اسید استئاریک	اسید لینولنیک
تیمار	۶	۱۵۸/۵۶^{ns}	۱/۸۷^{ns}	۱/۱۵^{ns}	۲/۰۸**	۳۶/۸۲*	۹۷/۰۹**	۲۱۴/۷۶**	۱۴/۴۴**	۲/۸۱**	۲/۴۹**	۰/۰۴**
خطا	۱۴	۱۵۷/۲۶	۱/۴۹	۱/۵۰	۰/۲۳	۱۱/۲۳	۰/۰۳	۰/۰۰۷	۰/۰۳	۰/۱۴	۰/۰۱	۰/۰۰۹
ضریب تغییرات		۱۵/۷۵	۲۸/۵۹	۲۴/۲۵	۲۱/۰۶	۲۷/۲۸	۰/۶۹	۰/۱۲	۱/۰۰۳	۱/۸۷	۳/۳۸	۴۰/۷

ns، * و ** به‌ترتیب نشان‌دهنده عدم معنی‌دار بودن، معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد است.

آماری کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای کودی به‌کاررفته در آزمایش، بر روی عرض برگ، درصد روغن دانه، درصد اسید لینولئیک، اسید اولئیک، اسید پالمیتیک، اسید استئاریک و اسید لینولنیک، دارای اثر بسیار معنی‌دار (در سطح ۱٪) و بر روی تعداد گل دارای اثر معنی‌دار (در سطح ۵٪) شد (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین نشان داد که بیشترین تعداد گل در بوته (۱۵ عدد)، در تیمار ۰/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک به‌دست آمد که از نظر آماری با تیمارهای شاهد، ۱۰۰ گرم ورمی‌کمپوست، ۱ گرم در لیتر اسید هیومیک، مخلوط ۰/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک + ۱۰۰ گرم ورمی‌کمپوست و ۱ گرم در لیتر اسید هیومیک + ۲۰۰ گرم ورمی‌کمپوست، تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴). این موضوع می‌تواند به‌دلیل تأثیر اسید هیومیک بر تحریک جذب نیتروژن توسط گیاه باشد که در مطالعه Nardi و همکاران (۲۰۰۰) مورد تأیید قرار گرفته است. در مطالعه حاضر، افزایش تعداد گل در تیمار ۰/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک در مقایسه با تیمار ۱ گرم در لیتر اسید هیومیک، بیانگرِ اثربخشیِ بیشترِ مقادیر پایین‌ترِ اسید هیومیک نسبت به مقادیر بالاترِ آن است. افزایش میزان برخی صفات در مقادیرِ پایین‌ترِ اسید هیومیک نسبت به مقادیرِ بالاترِ آن، در برخی مطالعات مورد تأیید قرار گرفته است. براساس مشاهدات حسینیان و همکاران (۱۳۹۸)، بیشترین میزان طول برگ، کلروفیل *a* و *b* و کاروتنوئید در گیاه مرزه، در محلول‌پاشی ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک در مقایسه با ۴۵۰ میلی‌گرم در لیتر اسید هیومیک به‌دست آمد. بررسی تأثیر مقادیر مختلف اسید هیومیک (صفر، ۷۵، ۱۵۰ و ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار) و مطالعه روند منحنی‌های پاسخ در گونه مرتعی *Dactylis glomerata* نشان داد که بیشترین میزان صفاتِ مختلفی مانند وزن تر و خشک برگ، ریشه و ساقه، سطح برگ و تعداد برگ، در تیمار ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اسید هیومیک به‌دست آمد (رهی و همکاران، ۱۳۹۱). در مطالعه حاضر، بیشترین عرض برگ (۳/۸۵ سانتی‌متر) با کاربرد ۲۰۰ گرم ورمی‌کمپوست به‌دست آمد که از نظر آماری با کاربرد ۰/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک، تفاوت معنی‌داری نداشت. Arancon و همکاران (۲۰۰۵) اظهار داشتند که در ورمی‌کمپوست، مواد تنظیم‌کننده رشد گیاهی نظیر اکسین، سیتوکینین و جیبرلین وجود دارد. این مواد، به‌تدریج آزاد شده و سبب رشدونمو گیاه می‌گردد. همچنین آنها دریافتند تأثیری که ورمی‌کمپوست از این طریق روی رشد گیاه اعمال می‌کند، می‌تواند به‌مراتب بیشتر از تأثیر عرضه عناصر غذایی برای گیاه باشد.

ورمی‌کمپوست، حاوی بیشتر عناصر غذایی فراهم مانند نیترات‌ها و فسفات‌ها، کلسیم قابل‌تبادل و پتاسیم محلول است (Atiyeh *et al.*, 2002; Arancon *et al.*, 2005). بعلاوه، به دلیل محتوای نسبتاً بالای مواد معدنی در ورمی‌کمپوست‌ها، بخشی از فعالیت تقویت‌کننده رشد گیاهان به‌واسطه ورمی‌کمپوست و عصاره‌های ورمی‌کمپوست، می‌تواند ناشی از اثر مثبت مواد مغذی فراوان آن بر رشد گیاه باشد (Karlsons *et al.*, 2016). سایر محققان نیز به نقش عناصر مغذی و

جدول ۴ـ مقایسه میانگین اثر تیمارهای اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست بر ویژگی‌های کمی و کیفی گلرنگ

ردیف	صفت / تیمار	تعداد گل	عرض برگ (سانتی‌متر)	درصد روغن	اسید لینولئیک (درصد)
۱	شاهد	۱۴/۰۰^{a}	۱/۶۴^{c}	۲۳/۵۰^{f}	۷۳/۰۰^{c}
۲	۱۰۰ گرم ورمی‌کمپوست	۱۱/۰۰^{a}	۱/۶۹^{c}	۳۴/۴۰^{a}	۷۴/۵۰^{a}
۳	۲۰۰ گرم ورمی‌کمپوست	۵/۰۰^{b}	۳/۸۵^{a}	۳۳/۲۰^{b}	۵۰/۸۰^{g}
۴	۰/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک	۱۵/۰۰^{a}	۳/۰۵^{ab}	۲۵/۶۰^{e}	۷۲/۰۰^{d}
۵	۱ گرم در لیتر اسید هیومیک	۱۲/۳۳^{a}	۱/۸۸^{c}	۲۸/۵۰^{c}	۷۱/۸۴^{e}
۶	۰/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک + ۱۰۰ گرم ورمی‌کمپوست	۱۴/۰۰^{a}	۲/۲۷^{bc}	۲۷/۴۰^{d}	۷۴/۱۶^{b}
۷	۱ گرم در لیتر اسید هیومیک + ۲۰۰ گرم ورمی‌کمپوست	۱۴/۶۶^{a}	۱/۸۳^{c}	۱۷/۸۰^{g}	۶۶/۱۰^{f}
۸	مقادیر LSD	۵/۸۷	۰/۸۵	۰/۳۳	۰/۱۴

در هر ردیف، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

ادامه جدول ۴ـ

ردیف	صفت / تیمار	اسید اولئیک (درصد)	اسید پالمیتیک (درصد)	اسید استئاریک (درصد)	اسید لینولنیک (درصد)
۱	شاهد	۱۷/۳۰^{d}	۵/۰۰^{c}	۲/۷۰^{c}	۰/۲۰^{b}
۲	۱۰۰ گرم ورمی‌کمپوست	۱۶/۱۰^{e}	۵/۰۰^{c}	۲/۶۰^{cd}	۰/۲۰^{b}
۳	۲۰۰ گرم ورمی‌کمپوست	۲۲/۶۰^{a}	۵/۴۰^{b}	۵/۰۰^{a}	۰/۱۳^{b}
۴	۰/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک	۱۷/۵۰^{d}	۶/۶۰^{a}	۲/۵۰^{d}	۰/۲۰^{b}
۵	۱ گرم در لیتر اسید هیومیک	۱۸/۱۴^{c}	۴/۴۰^{d}	۲/۹۰^{b}	۰/۲۰^{b}
۶	۰/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک + ۱۰۰ گرم ورمی‌کمپوست	۱۷/۴۰^{d}	۴/۳۰^{d}	۲/۵۰^{d}	۰/۲۰^{b}
۷	۱ گرم در لیتر اسید هیومیک + ۲۰۰ گرم ورمی‌کمپوست	۲۰/۱۰^{b}	۶/۷۰^{a}	۲/۵۰^{d}	۰/۵۰^{a}
۸	مقادیر LSD	۰/۳۲	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۶

در هر ردیف، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، تفاوت آماری معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

محرک رشد، در افزایش عملکرد دانه و درصد روغن اشاره کرده‌اند؛ از جمله، Tuncturk و Yildirim (۲۰۰۴) گزارش کردند که با افزایش مصرف نیتروژن، تعداد طبق و عملکرد دانه در گلرنگ، افزایش یافت. همچنین به گزارش Abbadi و همکاران (۲۰۰۸)، با مصرف نیتروژن، زیست‌توده و عملکرد دانه گلرنگ و آفتابگردان افزایش یافت. آنها علت افزایش عملکرد را افزایش تعداد طبق در بوته و وزن توده طبق اعلام کردند.

در مطالعه حاضر، بیشترین میزان روغن (۳۴/۴۰ درصد) از تیمار ۱۰۰ گرم ورمی‌کمپوست به‌دست آمد (جدول ۴). اما با افزایش ورمی‌کمپوست به ۲۰۰ گرم، درصد روغن کاهش یافت. این موضوع در مطالعات دیگر نیز تأیید شده است (عزیزی و همکاران، ۱۳۹۲). با افزایش مقدار نیتروژن در سطوح بالاتر ورمی‌کمپوست، تشکیل پیش‌زمینه‌های پروتئینی نیتروژن‌دار بیشتر شده و بنابراین، تشکیل پروتئین در تهیه مواد فتوسنتزی بیشتر می‌گردد و درنتیجه مقدار مواد در دسترس

برای سنتز اسیدهای چرب، کاهش می‌یابد (Ghasemnezhad, 2007). بیشتر گزارش‌ها مؤید کاهش درصد روغن در اثر افزایش نیتروژن قابل‌دسترس گیاه است و این موضوع را مربوط به وجود رابطه منفی بین درصد روغن و پروتئین دانه دانسته‌اند (مجیری و ارزانی، ۱۳۸۲).

در مطالعه حاضر، درخصوص درصد اسیدهای چرب تشکیل‌دهنده روغن، بیشترین اسید چرب موجود در روغن دانه گلرنگ، اسید لینولئیک بود که مقدار آن از ۵۰/۸۰ تا ۷۴/۵۰ درصد متغیر بود و سپس به‌ترتیب اسید اولئیک از ۱۶/۱۰ تا ۲۲/۶۰، اسید پالمیتیک از ۴/۳۰ تا ۶/۷۰، اسید استئاریک از ۲/۵۰ تا ۵/۰۰ و اسید لینولنیک از ۰/۱۳ تا ۰/۵۰ درصد متغیر بودند (جدول ۴). بیشترین میزان اسید لینولئیک (۷۴/۵۰ درصد) در تیمار ۱۰۰ گرم ورمی‌کمپوست ایجاد گردید. بالاتر بودن میزان برخی اسیدهای چرب در مقدارِ پایین‌ترِ ورمی‌کمپوست (۱۰۰ گرم) نسبت به مقدارِ بالاترِ آن (۲۰۰ گرم)، در مطالعات دیگر نیز تأیید شده است. براساس مشاهدات عزیزی و همکاران (۱۳۹۲)، اثر ورمی‌کمپوست بر مجموع اسیدهای چرب اشباع و تک غیراشباع، تا سطح ۳ کیلوگرم در مترمربع، افزایشی و در سطح ۵ کیلوگرم در مترمربع ورمی‌کمپوست، کاهشی است. بیشترین میزان اسید پالمیتیک (۶/۷۰ درصد) و اسید لینولنیک (۰/۵ درصد)، در تیمار ۱ گرم در لیتر اسید هیومیک + ۲۰۰ گرم ورمی‌کمپوست و تیمار ۰/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک به‌دست آمد. بیشترین میزان اسید استئاریک (۵ درصد) و بیشترین میزان اسید اولئیک (۲۲/۶۰ درصد)، در تیمار ۲۰۰ گرم ورمی‌کمپوست حاصل شد (جدول ۴). نتایج مطالعه حاضر نشان داد که تأثیر تیمارهای اسید هیومیک و ورمی‌کمپوست بر اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع از الگوی مشخصی پیروی نکرده است؛ به‌طوری‌که بیشترین میزان اسید استئاریک (اسید چرب اشباع) و بیشترین میزان اسید اولئیک (اسید چرب غیراشباع)، در تیمار ۲۰۰ گرم ورمی‌کمپوست به‌دست آمد. این موضوع در برخی مطالعات دیگر نیز مورد تأیید قرار گرفته است. کاربرد ورمی‌کمپوست در کلزا، میزان اسید پالمیتیک و اسید لینولئیک را افزایش، و محتوای اسید لینولنیک را کاهش داد (Feizabadi *et al.*, 2021). در مطالعه Nasiri و همکاران (۲۰۱۷)، کاربرد اسید هیومیک در برخی از واریته‌های کلزا مانند Ahmadi، اسید لینولئیک و اسید پالمیتیک را افزایش داد، اما در واریته‌های Okapi، Opera و Karaj1 موجب افزایش اسید لینولنیک شد. بررسی کاربرد کود دامی و کمپوست بر کلزا نشان داد که بیشترین درصد اسیدهای چرب لینولئیک و اولئیک در کاربرد همزمان کود دامی و کمپوست تولید شد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۰). همچنین در مطالعه مذکور، کاربرد همزمان کود دامی، کمپوست، کود شیمیایی و زیستی، به‌عنوان تیمار برتر شناخته شد.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج این آزمایش، بیشترین درصد روغن و بیشترین مقدار اسید لینولئیک در تیمار ۱۰۰ گرم ورمی‌کمپوست و بیشترین تعداد گل در تیمار ۰/۵ گرم در لیتر اسید هیومیک به دست آمد. بررسی‌ها نشان داده است که درصدها و مقادیر مشخصی از ورمی‌کمپوست و اسید هیومیک، موجب افزایش درصد روغن در گیاهان دانه روغنی شده است، البته افزایش بیشتر این مواد آلی در برخی مطالعات، از جمله مطالعه حاضر، موجب کاهش درصد روغن شده است، بنابراین پیشنهاد می‌گردد برای تعیین بهترین مقادیر ورمی‌کمپوست و اسید هیومیک در مورد هر گیاه، ابتدا آزمایشات گلخانه‌ای و سپس مطالعات مزرعه‌ای انجام شود. همچنین کاربرد ترکیبی این کودهای آلی با کودهای شیمیایی و یافتن بهترین تیمار، می‌تواند نقش مهمی در کاهش یا عدم‌مصرف کودهای شیمیایی داشته باشد. به دین ترتیب، به‌نظر می‌رسد در راستای کاهش مصرف کودهای شیمیایی و نیل به اهداف کشاورزی پایدار، بتوان از ورمی‌کمپوست و اسید هیومیک، به‌عنوان مکمل کودهای شیمیایی یا به‌عنوان جایگزین این کودها در آزمایشات مزرعه‌ای و وسیع بهره برد. همچنین کاربرد این کودهای آلی، به‌علت پتانسیل بالایی که در بهبود ویژگی‌های خاک و ایجاد دسترسی به عناصر غذایی برای گیاهان دارند، توصیه می‌گردند.

منابع

امیدی، ا.، اکبرلو، ح. و صمدی فیروزآبادی، ب. (۱۳۹۲) گلرنگ: خواص، انواع، ارقام، تولید و فراوری. انتشارات دانش‌نگار، تهران.

امین‌غفوری، ا.، رضوانی‌مقدم، پ. و نصیری محلاتی، م. (۱۳۸۹) بررسی تأثیر کودهای آلی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی کرچک (*Ricinus communis*). اولین همایش ملی کشاورزی پایدار و تولید محصول سالم، اصفهان، ایران.

پورداد، س. س. (۱۳۹۶) گلرنگ رقم فرامان، مناسب کشت در مناطق دیم معتدل سرد کشور. نشریه ترویجی، مراغه: مؤسسه تحقیقات دیم کشور.

پیرسته انوشه، ه.، امام، ی. و جمالی رامین، ف. (۱۳۸۹) مقایسه اثر کودهای زیستی با کودهای شیمیایی بر رشد، عملکرد و درصد روغن آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) در سطوح مختلف تنش خشکی. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی ۳: ۵۰۱-۴۹۲.

حسینیان، س. ح.، ابراهیمی پاک، ن. ع.، یوسفی، ا. و اگدرنژاد، ا. (۱۳۹۸) تأثیر تنش رطوبتی و محلول‌پاشی هیومیک اسید بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیک گیاه مرزه. نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک ۲۶: ۲۳۲-۲۱۹.

خواجه‌پور، م. ر. (۱۳۹۰) گیاهان صنعتی. چاپ چهارم، انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه صنعتی اصفهان.

رهی، ع.، داودی‌فرد، م.، عزیزی، ف. و حبیبی، د. (۱۳۹۱) بررسی تأثیرات مقادیر مختلف هیومیک اسید و مطالعه روند منحنی‌های پاسخ در گونه *Dactylis glomerata*. مجله زراعت و اصلاح نباتات ۸: ۲۸-۱۵.

زینعلی، ا. (۱۳۷۸) گلرنگ (شناخت، تولید و مصرف). چاپ اول، انتشارات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان.

عرب، ص.، برادران فیروزآبادی، م.، اصغری، ح. ر. و غلامی، ا. (۱۳۹۱) بررسی اثرات تنش خشکی بر برخی صفات گلرنگ بهاره تحت تأثیر محلول‌پاشی سدیم نیتروپروساید و اسید اسکوربیک. همایش ملی محیط‌زیست و تولیدات گیاهی، سمنان، دانشگاه آزاد اسلامی سمنان.

عزیزی، م.، نعمتی، ه. و آرویی، ح. (۱۳۹۲) بررسی تأثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست و تراکم کاشت بر میزان و اجزای روغن گیاه دارویی گل مغربی (*Oenothera biennis* L.). نشریه پژوهش‌های زراعی ایران ۱۱: ۶۱۷-۶۰۸.

عمادزاده، م. ک.، اعرابی، ا.، اعرابی ناژوانی، ف.، چیانی، م. و مهرابی، م. ر. (۱۳۹۹) بررسی اثر حلال و روش استخراج بر مقدار ترکیب‌های فنولی و اثر آنتی‌اکسیدانی روغن دانه کتان (*Linum usitatissimum* L.). مجله تازه‌های بیوتکنولوژی سلولی مولکولی ۱۰: ۲۷-۱۹.

مجیری، ع. و ارزانی، ا. (۱۳۸۲) اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و تراکم بوته بر عملکرد و اجزای آن در آفتاب‌گردان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۷: ۱۲۴-۱۱۵.

محسن‌نیا، ا. و جلیلیان، ج. (۱۳۹۱) اثر تنش خشکی و منابع کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.). مجله بوم‌شناسی کشاورزی ۴: ۲۴۵-۲۳۴.

محمدی، خ.، پاساری، ب.، رخزادی، ا.، قلاوند، ا.، آقاعلیخانی، م. و اسکندری، م. (۱۳۹۰) واکنش عملکرد و کیفیت دانه کلزا به منابع مختلف کود دامی، کمپوست و بیولوژیک در منطقه کردستان. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی ۴: ۱۰۱-۸۱.

محمدی، خ.، کلامیان، س. و نوری، ف. (۱۳۸۶) استفاده از ضایعات محصولات کشاورزی به‌عنوان کمپوست و تأثیر آن بر عملکرد دانه ارقام گندم. مجموعه مقالات همایش ملی بررسی ضایعات محصولات کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

یزدانی، م.، پیردشتی، ه.، اسماعیلی، م. ع. و بهمنیار، م. ع. (۱۳۸۹) اثر تلقیح باکتری‌های حل‌کننده فسفر و محرک رشد بر کارایی مصرف کودهای ازته و فسفره در کشت ذرت سینگل‌کراس ۶۰۴. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی ۳: ۸۰-۶۵.

Abbadi, J., Gerendas, J. and Sattelmacher, B. (2008) Effects of nitrogen supply on growth, yield and yield components of safflower and sunflower. Plant and Soil 306: 167-180.

Albayrak, S. and Camas, N. (2005) Effects of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield and yield components of forage Turnip (*Brassica rapa* L.). Journal of Agronomy 4: 130-133.

Alizadeh, O. and Alizadeh, A. (2011) Consideration use of mycorrhiza and vermicompost to optimizing of chemical fertilizer application in corn cultivation. Advances in Environmental Biology 5: 1279-1284.

Arancon, N. Q., 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. Pedobiologi (Journal of Soil Ecology) 49: 297-306.

Atiyeh, R. M., Arancon, N. Q., Edwards, C. A. and Metzger, J. D. (2002) The influence of earthworm- processed pig manure on the growth and productivity of marigolds. Bioresource Technology 81: 103-108.

Baydar, H. (2000) Lipid synthesis in plants, quality and the importance of improvement methods for increasing of quality. Ekin (Journal of Crop Breeding and Genetics) 11: 50-57.

Camas, N., Cirak, C. and Esendal, E. (2007) Seed yield, oil content and fatty acids composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown in northern turkey conditions. Ondokuz Mayıs Universitesi Ziraat Fakultesi Dergisi (Journal of Faculty of Agriculture of Ondokuz Mayıs University) 22: 98-104.

Chand, S., Pande, P., Prasad, A., Anwar, M. and Patra, D. D. (2007) Influence of integrated supply of vermicompost and zinc-enriched compost with two graded levels of iron and zinc on the productivity of Geranium. Communications in Soil Science and Plant Analysis 38: 2581-2599.

Chandrasekar, B. R., Ambrose, G. and Jayabalan, N. (2005) Influence of biofertilizers and nitrogen source level on the growth and yield of *Echinochloa frumentacea* (Roxb) Link. Journal of Agricultural Technology 1: 223-234.

Chen, Y. and Schnitzer, M. (1978) Water surface tension of aqueous solutions of soil humic substances. Soil Science 125: 7-15.

Courtney, R. G. and Mullen, G. J. (2008) Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types. Bioresource Technology 99: 2913-2918.

Feizabadi, A., Noormohammadi, G. and Fatehi, F. (2021) Changes in growth, physiology, and fatty acid profile of rapeseed cultivars treated with vermicompost under drought stress. Journal of Soil Science and Plant Nutrition 21: 200-208.

Ghasemnezhad, A. (2007) Investigations on the effects of harvest methods and storage conditions on yield, quality and germination of evening primrose (*Oenothera biennis* L.) seeds. Ph.D Thesis, Justus Liebig University Giessen 114: 1-12.

Giasuddin, A. B. M., Kanel, S. R. and Choi, H. (2007) Adsorption of humic acid onto nanoscale zerovalent iron and its effect on arsenic removal. Environmental Science and Technology 41: 2022-2027.

Hajghani, M., Ghalavand, A., Modarres-Sanavy, S. A. M. and Asadipour, A. (2015) The response of safflower seed quality characteristics to organic and chemical fertilisation. Biological Agriculture and Horticulture 32: 139-147.

Henke, J., Breustedt, G., Sieling, K. and Kage, H. (2007) Impact of uncertainty on the optimum nitrogen fertilization rate and agronomic, ecological and economic factors in an oilseed rape based crop rotation. Journal of Agricultural Science 145: 455-468.

Jeyabal, A. and Kuppuswamy, G. (2001) Recycling of organic wastes for the production of vermicompost and its response in rice-legume cropping system and soil fertility. European Journal of Agronomy 15: 153-170.

Kapoor, R., Giri, B. and Mukerji, K. G. (2004) Improved growth and essential oil yield and quality in *Foeniculum vulgare* Mill. on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technology 93: 307-311.

Karlsons, A., Osvalde, A., Andersone-Ozola, U. and Ievinsh, G. (2016) Vermicompost from municipal sewage sludge affects growth and mineral nutrition of winter rye (*Secale cereale*) plants. Journal of Plant Nutrition 39: 765-780.

Khaled, H. and Fawy, H. A. (2011) Effect of different levels of humic acids on the nutrient content, plant growth, and soil properties under conditions of salinity. Soil and Water Research 6: 21-29.

Kolota, E., Beresniewicz, A., Krezel, J. and Nowosielski, O. (1992) Slow release fertilizers on organic carriers as the source of N for vegetable crops production in the open field. ISHS Acta Horticulturae 241-250. Workshop on Ecological Aspects of Vegetable Fertilization in Integrated Crop Production in the Field.

Lovelli, S., Perniola, M. Ferrara, A. and Di Tommaso, T. (2007) Yield response factor to water (Ky) and water use efficiency of *Carthamus tinctorius* L. and *Solanum melongena* L. Agricultural Water Management 92: 73-80.

Liu, L., Guan, L. L., Wu, W. and Wang, L. (2016) A review of fatty acids and genetic characterization of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) seed oil. Organic Chemistry: Current Research 5: 1-4.

Nardi, S., Pizzeghello, D., Gessa, C., Ferrarese, L., Trainotti, L. and Casadoro, G. (2000) A low molecular weight humic fraction on nitrate uptake and protein synthesis in maize seedlings. Soil Biology and Biochemistry 32: 415-419.

Nasiri, A., Samdaliri, M., Shirani-Rad, A., Mosavi Mirkale, A. and Jabbari, H. (2017) Influence of humic acid, plant density on yield and fatty acid composition of some rapeseeds cultivars during two years. Academia Journal of Agricultural Research 5: 103-109.

Neware, M. R., Deotale, R. D. and Manapure, P. R. (2017) Influence of humic acid and NAAA on oil content and yield

parameters of linseed. International Journal of Recent Scientific Research 8: 20433-20436.
Omidi, H., Tahmasebi, Z., Naghdi Badi, H. A., Torabi, H. and Miransari, M. (2010) Fatty acid composition of canola (*Brassica napus* L.), as affected by agronomical, genotypic and environmental parameters. Comptes Rendus Biologies 333: 248-254.
Prabha, M. L., Jayraaj, I. A., Jayaraj, R. and Rao, D. S. (2007) Effect of vermicompost and composton growth parameters of selected vegetable and medicinal plants. Asian Journal of Microbiology, Biotechnology and Environmental Sciences 9: 321-326.
Rajpar, I., Bhatti, M. B., Hiassan, Z., Shah, A. N. and Tunio, S. D. (2011) Humic acid improves growth, yield and oil content of *Brassica compestris* L. Pakistan Journal of Agriculture, Agricultural Engineering and Veterinary Sciences 27: 125-133.
Salehi, A., Ghalavand, A., Sefidkon, F. and Asgharzade, A. (2011) The effect of zeolite, PGPR and vermicompost application on N, P, K concentration, essential oil content and yield in organic cultivation of German Chamomile (*Matricaria chamomilla* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 27: 188-201.
Salman, S. R., Abou-hussein, S. D., Abdel-Mawgoud, A. M. R. and El-Nemr, M. A. (2005) Fruit yield and quality of watermelon as affected by hybrids and humic acid application. Journal of Applied Sciences Research 1: 51-58.
Li, D. and Han, Y. (1993) More than four decades of safflower development. In: Third International Safflower Conference. (ed. Smith, J. R.) Pp. 861-967, Beijing, China.
Tejada, M., Gonzalez, J. L., Garcia-Martinez, A. M. and Parrado, J. (2008) Effects of different green manures on soil biological properties and maize yield. Bioresource Technology 99: 1758-1767.
Tuncturk, M. and Yildirim, B. (2004) Effects of different forms and doses of nitrogen fertilizers on safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences 7: 1385-1389.
Weiss, E. A. (2000) Oilseed Crops. 2nd Ed. Blackwell Science, London, UK.
Yeilaghi, H., Arzani, A., Ghaderian, M., Fotovat, R., Feizi, M. and Pourdad, S. S. (2012) Effect of salinity on seed oil content and fatty acid composition of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes. Food Chemistry 130: 618-625.
Zaidi, A., Saghir Khan, M. D. and Amil, M. D. (2003) Interactive effect of rhizotrophic microorganisms on yield and nutrient uptake of chickpea (*Cicer arietinum* L.). European Journal of Agronomy 19: 15-21.

The effect of vermicompost and humic acid application on some quantitative and qualitative characteristics of safflower (*Carthamus tinctorius* L.)

Mahtab Salehi*, Atefeh Maleki Nia and Mohadeseh Shahbazi

Horticultural Sciences and Engineering Department, Nahavand Higher Education Complex, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

(Received: 20/02/2022, Accepted: 14/06/2022)

Abstract

In order to investigate the effect of vermicompost and humic acid on the quantitative and qualitative characteristics of safflower (*Carthamus tinctorius* L.), an experiment was conducted in a completely randomized design with seven treatments (control, 100 g vermicompost, 200 g vermicompost, 0.5 g.lit humic acid, 1 g.lit humic acid, 0.5 g.lit humic acid + 100 g vermicompost, 1 g.lit humic acid + 200 g vermicompost) and 3 replications in the greenhouse of Nahavand Higher Education Complex in 2020. In this study, flower number, plant height, stem diameter, leaf length and width, oil percentage, amount and also type of fatty acids were measured. The results of the experiment showed a significant effect of vermicompost and humic acid treatments on leaf width, number of flowers, oil percentage and oil components. The highest percentage of oil (34.40%) was obtained in the treatment of 100 g of vermicompost and the highest number of flowers (15) was gained in the treatment of 0.5 g humic acid. Also, the highest amount of linoleic acid (74.50%) was produced in the treatment of 100 g of vermicompost. The highest amount of palmitic acid (6.70%) and linolenic acid (5%) was found in the treatment of 1 g.lit humic acid + 200 g vermicompost. The results of the study showed a positive effect of vermicompost and humic acid on oil content and number of flowers. According to the results of this study and in order to reduce the use of the chemical fertilizers and achieving the sustainable agricultural goals, it is recommended to use vermicompost and humic acid fertilizers as an alternative to chemical fertilizers in large field studies and pay more attention to the positive properties of these organic fertilizers in improving the quantitative and qualitative characteristics of safflower plant.

Keywords: Linoleic acid, Oil percentage, Oilseeds, Safflower

Corresponding author, Email: mahtab.salehi@basu.ac.ir