

بررسی تاثیر کاربرد اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر عملکرد و اجزای عملکرد زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.)

Investigation of effect of humic acid and vermicompost application on yield and yield components of cumin (*Cuminum cyminum* L.)

عباس نصیری دهسرخي*^۱، حسن مکاریان^۲، ویدا ورناصری قندعلی^۳، نسرین سالاری^۴

۱. دانشجوی دکتری اگروکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، (نگارنده مسئول)
۲. دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود
۳. دانشجوی دکتری اگروکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل
۴. دانشجوی کارشناسی ارشد اگروکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۱/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۵/۲۳

چکیده

نصیری دهسرخي، ع.، مکاریان، ح.، ورناصری قندعلی، و.، سالاری، ن.، بررسی تاثیر کاربرد اسید هیومیک و ورمی کمپوست بر عملکرد و اجزای عملکرد زیره سبز (*Cuminum cyminum* L.)
نشریه پژوهش های کاربردی زراعی دوره ۳۱ - شماره ۱ - پیاپی ۱۱۸ بهار ۹۷: ۹۳-۱۱۳

به منظور بررسی تاثیر سطوح ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد زیره سبز، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه ای واقع در شهرستان مبارکه انجام شد. عوامل آزمایش شامل ورمی کمپوست در سه سطح (۰، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) و محلول پاشی اسید هیومیک در چهار سطح (صفر، ۲، ۴ و ۶ لیتر در هکتار) بود. صفات مورد مطالعه شامل ارتفاع، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و بیولوژیک، شاخص برداشت و درصد اسانس بود. نتایج نشان داد بیشترین ارتفاع گیاه و وزن هزار دانه با کاربرد ورمی کمپوست به میزان ۱۰ تن در هکتار به دست آمد. کاربرد ۵ و ۱۰ تن ورمی کمپوست در هکتار، باعث افزایش معنی دار تعداد دانه در چتر به ترتیب به میزان ۱۹ و ۲۶ درصد نسبت به شاهد (عدم مصرف) گردید. بیشترین عملکرد دانه و تعداد چتر در بوته نیز در تیمارهای محلول پاشی ۴ و ۶ لیتر در هکتار اسید هیومیک و کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست مشاهده شد. محلول پاشی اسید هیومیک به مقدار ۴ لیتر در هکتار در شرایط کاربرد ۵ و ۱۰ تن ورمی کمپوست، باعث افزایش معنی دار عملکرد بیولوژیک به ترتیب به میزان ۲۸/۵، ۱۴/۲ و ۹/۸ درصد نسبت به شاهد (عدم محلول پاشی) گردید. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، می توان اظهار داشت که با مصرف کودهای آلی به ویژه کاربرد ترکیبی آنها، ضمن افزایش عملکرد و اجزای عملکرد زیره سبز و همچنین کاهش آلودگی های زیست محیطی ناشی از مصرف کودهای شیمیایی می توان به اهداف کشاورزی پایدار دست یافت.

واژه های کلیدی: شاخص برداشت، کشاورزی پایدار، کودهای آلی، گیاهان دارویی

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: abasnasiri110@yahoo.com

مقدمه

گیاهان دارویی، گیاهانی هستند که برخی از اندام های آنها حاوی مواد مؤثره و خواص دارویی است. این گیاهان، از لحاظ پیشگیری بیماری و درمان و هم در تأمین بهداشت و سلامتی جوامع اهمیت خاصی دارند (Fayyaz *et al.*, 2011). زیره سبز با نام علمی *Cuminum cyminum* L. گیاهی یکساله از خانواده چتریان (Apiaceae) می باشد. خواص و مصارف دارویی متعددی برای زیره سبز عنوان شده است که از جمله مدر، معرق، محرک اشتها، تقویت معده، کرمکش، ضد نفخ و ضد اسهال را می توان نام برد (Salami *et al.*, 2006). اهمیت اقتصادی زیره سبز در مناطق خشک و نیمه خشک در شرایط کمبود آب و با حاصلخیزی کم خاک، به دلیل دارا بودن ویژگی هایی از قبیل شکل برگ ها، کوتاه بودن بوته ها، رنگ و پوشش سطح اندام های گیاه، فصل رشد کوتاه، نیاز آبی کم، عدم تداخل فصل رشد آن با سایر محصولات کشاورزی، توجیه اقتصادی آن نسبت به دیگر محصولات زراعی و صادراتی بودن آن می باشد (Rahimian Mashhadi, 1992).

در چند دهه ی اخیر مصرف نهاده های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب بروز مشکلات زیست محیطی فراوانی از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی، کاهش میزان حاصلخیزی خاک ها، مسمومیت انسان، دام و آبزیان، از بین رفتن حشرات مفید و میکروفلور خاک گردیده است (Akbari & Gholami, 2016). یکی

از ارکان اصلی کشاورزی پایدار، استفاده از کودهای آلی در اکوسیستم های زراعی با هدف حذف کاربرد کودهای شیمیایی است، زیرا کودهای آلی سبب تأمین سلامت انسان و محیط زندگی می شوند (Sharma, 2002) و اهمیت کاربرد آنها در مورد گیاهان دارویی که به طور مستقیم با سلامت انسان در ارتباط هستند، محرز می باشد (Khalero & Malekian, 2017).

ورمی کمپوست نوعی کمپوست تولید شده به کمک کرم های خاکی می باشد که در نتیجه هضم بقایای آلی ضمن عبور از دستگاه گوارش کرم ها به وجود می آید (Jahani *et al.*, 2011). ورمی کمپوست منبعی غنی از عناصر ماکرو، میکرو، ویتامین ها، آنزیم ها و هورمون های محرک رشد گیاه است که سبب رشد زیاد و سریع گیاهان از جمله گیاهان دارویی می گردد، همچنین قابلیت دسترسی به نیتروژن و فسفر را با افزایش تثبیت نیتروژن و محلول کردن فسفر افزایش می دهد (Prabha *et al.*, 2007). ورمی کمپوست می تواند با فوایدی همچون پایداری منابع خاک، حفظ تولید درازمدت، جلوگیری از آلودگی محیط زیست و در نهایت عرضه محصول سالم و با کیفیت به بازار به عنوان جایگزینی بوم سازگار برای نهاده های غیر تجدیدشونده در نظام های اکولوژیک مطرح شود (Momeni Fili *et al.*, 2014). در همین راستا، کاربرد شش تن در هکتار کود ورمی کمپوست باعث افزایش معنی دار عملکرد علوفه تر و خشک علف قناری^۱ نسبت به کود شیمیایی و همچنین شاهد گردید (Varnaseri 1-*Phalaris canariensis* L.

هیومیک سبب افزایش محتوای کلروفیل های a و b و کارتنوئید در گیاه دارویی چای ترش گردید (Sanjari *et al.*, 2015). محلول پاشی با اسید هیومیک با غلظت ۶ میلی گرم در لیتر بر ارتفاع، شاخص سطح برگ، وزن خشک، تعداد شاخه فرعی، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول، وزن دانه در بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، میزان و عملکرد اسانس گیاه دارویی سیاهدانه تاثیر معنی داری داشت (Azizi & Safaei, 2017). محققان دیگری نیز گزارش دادند وزن هزار دانه رازیانه در تیمار محلول پاشی اسید هیومیک در مقایسه با تیمار شاهد در حدود ۱۱ درصد افزایش یافت (Gholami *et al.*, 2015). اسید هیومیک از طریق اثرات هورمونی و با تأثیر بر متابولیسم سلول های گیاهی و با قدرت کلات کنندگی و افزایش جذب عناصر غذایی، سبب افزایش رشد و ارتفاع گیاه می شود (Nardi *et al.*, 2002). با توجه به اینکه کودهای آلی هیچ آسیب زیست محیطی و یا تغذیه ای ندارند به نظر می رسد امکان مصرف توأم این کودها یک راه حل مناسب جهت دستیابی به حداکثر عملکرد پایدار باشد (Shahbazi *et al.*, 2015). در پژوهشی که به منظور ارزیابی کاربرد ورمی کمپوست (صفر، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) و اسید هیومیک (صفر، ۵/۰ و ۱ درصد) بر گیاه دارویی زنیان صورت گرفت، نتایج نشان داد کاربرد توأم ورمی کمپوست و اسید هیومیک باعث افزایش تعداد چتر در بوته گردید (Khalesro & Malekian, 2017). محلول پاشی اسید هیومیک همراه با ورمی کمپوست در سطوح بالا به دلیل داشتن اثرات هورمونی

(Ghandali *et al.*, 2016). کاربرد هشت تن ورمی کمپوست در مقایسه با چهار تن ورمی کمپوست و شاهد، باعث افزایش وزن هزار دانه رازیانه گردید (Gholami *et al.*, 2015). افزایش مقادیر ورمی کمپوست از طریق تاثیر بر قدرت جذب، نگهداری و تدارک بالای رطوبت و عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر و پتاس بر روی افزایش اجزاء عملکرد رازیانه نظیر ارتفاع، تعداد چتر، وزن هزار دانه و بیوماس اثر گذاشته و موجب بهبود عملکرد دانه گردید (Darzi *et al.*, 2006).

از اسید هیومیک نیز به عنوان کود آلی دوست دار طبیعت نام برده می شود که مقادیر بسیار کم آن به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش و بهبود تولید محصولات کشاورزی دارد (Samavat & Malakooti, 2006). اسید هیومیک از منابع مختلف نظیر خاک، هوموس، پیت، لیگنیت اکسید شده، زغال سنگ و غیره استخراج می شود (Sebahattin & Necdet, 2005). اسید هیومیک نفوذپذیری غشای سلولی را افزایش داده و بدین طریق ورود پتاسیم را تسهیل می کند که نتیجه آن افزایش فشار داخل سلولی و تقسیم سلول است. از طرف دیگر افزایش انرژی در داخل سلول منجر به افزایش تولید کلروفیل و میزان فتوسنتز خواهد شد و به دنبال آن یک فاکتور مهم در رشد یعنی جذب نیتروژن به درون سلول تشدید می گردد و تولید نترات کاهش می یابد که در نهایت این اثرات منجر به افزایش تولید می شود (Giasuddin *et al.*, 2007). نتایج پژوهشی نشان داد کاربرد اسید

توجه جهانی به مفاهیم کشاورزی پایدار، مواد آلی و کودهای آلی می توانند به عنوان یک جایگزین مناسب برای کودهای شیمیایی در بوم نظامهای زراعی مورد توجه و استفاده قرار گیرند (Varnaseri Ghandali *et al.*, 2016). بنابراین در همین راستا، پژوهش حاضر به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف کودهای آلی ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر عملکرد و اجزای عملکرد زیره سبز در شرایط آب و هوایی اصفهان انجام گردید.

مواد و روش ها

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه ای واقع در شهرستان مبارکه (با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۷ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۶۹۰ متر از سطح دریا) استان اصفهان اجرا گردید. بر اساس طبقه بندی اقلیمی آمبرژه، شهرستان مبارکه دارای اقلیم خشک سرد می باشد. برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ آمده است.

محرك رشد باعث بهبود شاخص های رشد و تحریک رشد سیستم ریشه ای گیاه شد و به عنوان مکمل اثرات ورمی کمپوست، منجر به افزایش عملکرد دانه و اجزای عملکرد گردید (Hajghani *et al.*, 2017). نتایج پژوهش دیگری نشان داد بیشترین تعداد دانه در چتر زنیان در تیمار ورمی کمپوست + اسید هیومیک مشاهده گردید که اختلاف معنی داری با تیمار شاهد داشت (Saydi *et al.*, 2017). ورمی کمپوست و اسید هیومیک می توانند از طریق بهبود میزان فتوسنتز و تولید زیست توده گیاهی، وزن هزار دانه را افزایش دهند (Gholami *et al.*, 2015). ورمی کمپوست به دلیل داشتن مواد غنی از قبیل ویتامین های گروه B و پروویتامین های گروه D سبب افزایش رشد گیاه می گردد و با ایجاد بستری مطلوب، سبب بروز هر چه بیشتر اثرات مثبت اسید هیومیک بر روی گیاه می شود (Khalesro & Malekian, 2017; Ansari, 2008). با فراهم شدن چنین شرایطی افزایش رشد و عملکرد گیاه به دور از انتظار نمی باشد.

با توجه به افزایش روزافزون کاربرد کودهای شیمیایی و خسارات جبران ناپذیری که استفاده بی رویه از این ترکیبات به محیط زیست و سلامت انسان وارد می کند و همچنین

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

Table 1. Soil physical and chemical characteristics at the experimental site

عمق	هدایت الکتریکی	پتاسیم قابل استفاده	فسفر قابل استفاده	اسیدیته	ماده آلی	نیترژن کل	سیلت	شن	رس	بافت
Depth	Electrical conductivity	Available K	Available P	pH	Organic matter	Total nitrogen	Silt	Sand	Clay	Texture
cm	ds.m ⁻¹	ppm	ppm		%	%	%	%		
0-30	2.4	77	8	7.4	0.89	0.026	26	59	15	لوم شنی
										Sandy loam

و انتهای هر کرت به عنوان حاشیه حذف شدند. سپس پنج بوته به طور تصادفی انتخاب و صفات ارتفاع، تعداد چتر در بوته، تعداد دانه در چتر و وزن هزار دانه اندازه گیری شد. همچنین به منظور محاسبه عملکرد دانه و بیولوژیک مساحت نیم مترمربع از وسط هر کرت با حذف اثر حاشیه ای برداشت و مقادیر آن برآورد گردید. شاخص برداشت نیز از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک به دست آمد. در نهایت، برای تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار آماری MSTATC و برای مقایسه میانگین تیمارها از آزمون LSD (حداقل اختلاف معنی دار) در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. برآورد ضرایب همبستگی بین صفات نیز با استفاده از نرم افزار SPSS (نسخه ۱۶) صورت گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج نشان داد کاربرد ورمی کمپوست به طور معنی داری در سطح یک درصد ارتفاع گیاه را تحت تاثیر قرار داد (جدول ۲).

نتایج مقایسه میانگین ها حاکی از آن بود که بین سطوح ورمی کمپوست، اختلاف معنی داری از نظر ارتفاع گیاه وجود داشت، به طوریکه در تیمار ۱۰ تن ورمی کمپوست، در مقایسه با تیمارهای ۵ تن ورمی کمپوست و شاهد به ترتیب به میزان ۸/۳ و ۳۶/۵ درصد افزایش ارتفاع گیاه مشاهده گردید. کمترین ارتفاع بوته (۲۰/۷۹ سانتی متر) در شرایط عدم مصرف ورمی کمپوست مشاهده گردید (جدول ۳).

عوامل آزمایش شامل ورمی کمپوست در سه سطح: عدم مصرف، مصرف ۵ و ۱۰ تن در هکتار و محلول پاشی اسید هیومیک در چهار سطح: صفر، ۲، ۴ و ۶ لیتر در هکتار بود. ترکیب به کار رفته جهت محلول پاشی حاوی ۱۲ درصد اسید هیومیک، ۳/۵ درصد اسید فولویک و ۴ درصد پتاسیم (K_2O) و ساخت کشور مالزی بود. غلظت های مورد نیاز (۲، ۴ و ۶ لیتر در هکتار) برای هر کرت محاسبه و طی دو مرحله رشد رویشی و گلدهی، به صورت محلول پاشی در کرت های مربوطه اعمال شد. به دلیل احتمال اثر گذاری بیشتر و موثرتر محلول پاشی به واسطه تبخیر کمتر آب به کار رفته جهت انحلال اسید هیومیک و ماندگاری بیشتر آن (پرهیز از خشک شدن سریع و از دست دادن رطوبت)، در ساعات پایانی روز و نزدیک به غروب آفتاب، توسط محلول پاش دستی انجام شد (Karimi et al., 2016). همچنین در شاهد (عدم مصرف اسید هیومیک)، محلول پاشی با آب معمولی صورت گرفت. هر کرت آزمایشی از چهار خط کاشت به طول چهار متر تشکیل شده بود. فاصله بین و روی ردیف کاشت، به ترتیب ۲۰ و شش سانتی متر در نظر گرفته شد. در طول فصل رشد عملیات وجین علف های هرز بر حسب نیاز و به صورت دستی انجام گرفت. اندازه گیری عملکرد و اجزای عملکرد بر اساس ظهور علائم رسیدگی گیاه که زرد شدن برگ ها و قهوه ای شدن بذور بود، صورت گرفت (Afshari et al., 2008). نحوه نمونه برداری برای ارزیابی صفات به این صورت بود که از چهار ردیف کاشت در هر کرت، دو ردیف کناری و نیم متر ابتدا

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر سطوح ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد اسانس زیره سبز

Table 2. Analysis of variance for the effect of vermicompost and humic acid on yield, yield components and essential oil percentage of cumin

منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares							
		درصد اسانس Essential oil percentage	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Seed yield	وزن هزار دانه 1000- seed weight	تعداد دانه در چتر Seed number per umbel	تعداد بوته در ارتفاع بوته Plant height	خطا
تکرار Replication	2	0.491**	13.74**	670256.4**	6320.8**	0.06 ^{ns}	817.4**	2.87**	22.32**
ورمی کمپوست Vermicompost	2	0.595**	41.06**	2095619.5**	319493.3**	3.26**	1674**	45.99**	183.3**
اسید هیومیک Humic acid	3	0.161**	5.25 ^{ns}	349944.9**	9666**	0.28**	2124**	8.55**	40.25**
ورمی کمپوست×اسید هیومیک vermicompost×humic acid	6	0.029*	9.01**	49027.9*	1939.4*	0.01 ^{ns}	115.4 ^{ns}	0.614*	4.13 ^{ns}
خطا Error	22	0.01	2.001	18659.7	689.8	0.02	106.9	0.23	2.53
ضریب تغییرات C.V (%)	-	4.69	5.67	4.31	3.32	6.03	10.28	3.37	6.34

^{ns}, * و ** به ترتیب بیانگر عدم معنی داری و معنی داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می باشد.

^{ns}, * and ** are not significant, significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر ساده ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر ارتفاع بوته، تعداد دانه در چتر و وزن هزار دانه زیره سبز

Table 3. Mean comparison of the simple effect of vermicompost and humic acid on plant height, seed number per umbel and 1000-seed weight of cumin

تیمارها Treatments	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد دانه در چتر Seed number per umbel	وزن هزار دانه 1000-seed weight (g)
سطوح ورمی کمپوست Levels of vermicompost (t.ha ⁻¹)			
0	20.79 ^c	87.4 ^b	2.48 ^b
5	26.20 ^b	104.2 ^a	2.56 ^b
10	28.38 ^a	110.2 ^a	3.42 ^a
سطوح اسید هیومیک Levels of humic acid (l.ha ⁻¹)			
0	22.56 ^c	83.2 ^d	2.63 ^c
2	25.03 ^b	94.3 ^c	2.75 ^{bc}
4	27.73 ^a	119.1 ^a	3.05 ^a
6	25.18 ^b	105.7 ^b	2.85 ^b

میانگین هایی که در هر ستون دارای حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری ندارند. Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at the 5 % probability level (LSD test).

نتایج پژوهش حاضر حاکی از تاثیر معنی دار (سطح احتمال یک درصد) محلول پاشی اسید هیومیک بر ارتفاع گیاه بود (جدول ۲). مقایسه میانگین ها نشان داد بیشترین و کمترین ارتفاع گیاه به ترتیب در تیمارهای ۴ لیتر در هکتار اسید هیومیک و شاهد (عدم محلول پاشی) مشاهده گردید؛ به طوریکه محلول پاشی ۴ لیتر در هکتار اسید هیومیک، باعث افزایش معنی دار ارتفاع گیاه به میزان ۲۳ درصد نسبت به شاهد گردید (جدول ۳). ارتفاع بوته رازیانه در تیمار محلول پاشی اسید هیومیک حدود چهار درصد بیشتر از تیمار عدم محلول پاشی بود (Gholami *et al.*, 2015). اسید هیومیک از طریق اثرات هورمونی و با تاثیر بر متابولیسم سلول های گیاهی و با قدرت کلات کنندگی و افزایش جذب عناصر غذایی، سبب افزایش رشد و ارتفاع گیاه می شود (Nardi *et al.*, 2002). مطالعه همبستگی صفات (جدول ۴) نشان داد

در همین راستا، محققان گزارش دادند کاربرد شش تن در هکتار ورمی کمپوست باعث افزایش معنی دار ارتفاع گیاه علف قناری در مقایسه با شاهد گردید (Varnasari Ghandali *et al.*, 2016). کمترین ارتفاع بوته زنیان مربوط به تیمار عدم کاربرد ورمی کمپوست و بیشترین ارتفاع مربوط به کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست در هکتار بود (Khalesro & Malekian, 2017). با توجه به بالاتر بودن میزان عناصر غذایی به خصوص نیتروژن در ورمی کمپوست نسبت به سایر ترکیبات مورد استفاده و در نتیجه تحریک رشد رویشی گیاه، ارتفاع بوته ها در این تیمار افزایش یافت (Saeidnejad & Rezvani Moghaddam, 2010). به نظر می رسد ورمی کمپوست از طریق قدرت زیاد جذب آب و فراهمی مطلوب عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف بر روی میزان فتوسنتز و تولید زیست توده تاثیر مثبت گذاشته و موجب بهبود ارتفاع بوته شده است (Tasdighi *et al.*, 2015).

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین صفات مورد بررسی در زیره سبز

Table 4. Correlation coefficients for the investigated traits of cumin

شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	وزن هزار دانه	تعداد دانه در چتر	تعداد چتر در بوته	ارتفاع بوته
Harvest index	Biological yield	Seed yield	1000-seed weight	Seed number per umbel	Umbel number per plant	Plant height
						0.85**
				0.66**		0.69**
			0.52**			0.61**
		0.76**				0.87**
	0.84**					0.85**
				0.07 ^{ns}	0.31 ^{ns}	0.3 ^{ns}
				0.64**	0.78**	0.73**
			0.45**			0.65**
		0.73**				0.07 ^{ns}

** و * به ترتیب بیانگر معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و ^{ns} عدم معنی داری می باشد.

** and * respectively indicate that correlation coefficients are significant at the 5% and 1% probability levels and ^{ns} is non-significant.

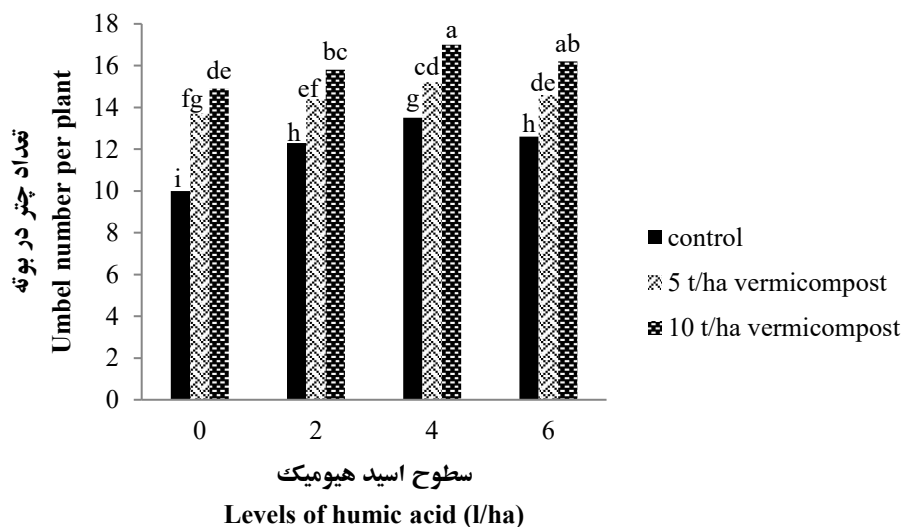
تن در هکتار ورمی کمپوست باعث افزایش تعداد چتر در بوته به ترتیب به میزان ۱۳/۵ و ۸/۲ درصد نسبت به شاهد (عدم محلول پاشی) گردید (شکل ۱).

کاربرد توأم ورمی کمپوست و اسید هیومیک باعث افزایش تعداد چتر در بوته گیاه زنیان گردید (Khalesro & Malekian, 2017). در پژوهشی، اثر متقابل ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر میانگین تعداد غوزه در بوته گلرنگ نشان داد که با افزایش مقدار ورمی کمپوست (صفر تا نه تن در هکتار) در مقادیر مختلف محلول پاشی، میانگین تعداد غوزه در بوته به طور معنی دار افزایش یافت به طوریکه بالاترین مقادیر در تیمار نه تن به دست آمد. این محققین اظهار داشتند بیشترین تعداد غوزه در بوته در تیمار نه تن ورمی کمپوست + ۳۰۰۰ پی پی ام اسید هیومیک به دست آمد (Hajghani *et al.*, 2017). تعداد چتر در بوته رازیانه در تیمار محلول پاشی اسید هیومیک در مقایسه با شاهد

ارتفاع بوته رابطه مثبت و معنی داری با عملکرد دانه داشت؛ به طوریکه بالاترین همبستگی (۸۷ درصد) مربوط به ارتفاع بوته و عملکرد دانه بود. با توجه به فراهمی عناصر غذایی در کودهای آلی و همچنین آزادسازی تدریجی این عناصر، افزایش ارتفاع بوته و دسترسی بهتر به نور و در نهایت افزایش عملکرد گیاه به دور از انتظار نمی باشد.

تعداد چتر در بوته

مطابق با نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول ۲)، اثرات اصلی ورمی کمپوست و اسید هیومیک در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش آنها در سطح احتمال پنج درصد بر تعداد چتر در بوته معنی دار گردید. نتایج نشان داد بیشترین تعداد چتر در بوته از محلول پاشی ۴ و ۶ لیتر در هکتار اسید هیومیک در شرایط کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست به دست آمد، به طوریکه محلول پاشی ۴ و ۶ لیتر در هکتار اسید هیومیک در شرایط کاربرد ۱۰



شکل ۱- برهمکنش ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر تعداد چتر در بوته زیره سبز
 Fig 1. Interaction effects of vermicompost and humic acid on umbel number per plant of cumin

حدود ۶/۴ درصد افزایش یافت. اسید هیومیک با قدرت کلات کنندگی که دارد سبب افزایش فتوسنتز و در نتیجه افزایش تعداد چتر در بوته می شود (Gholami *et al.*, 2015).

همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان داد کمترین تعداد چتر در بوته در عدم محلول پاشی اسید هیومیک و عدم مصرف ورمی کمپوست به دست آمد (شکل ۱). مصرف کودهای آلی و دامی با آزادسازی عناصر غذایی به صورت تدریجی باعث بهبود رشد رویشی و اجزای عملکرد گیاه شده و تعداد چتر در بوته زیره سبز را افزایش داد (Saeidnejad & Rezvani Moghaddam, 2010). کاربرد ورمی کمپوست به میزان هشت تن در هکتار باعث افزایش معنی دار تعداد چتر در بوته رازیانه گردید (Gholami *et al.*, 2015). افزودن ورمی کمپوست به خاک احتمالا نه تنها فراهمی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده است بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و تحریک فعالیت های بیولوژیکی خاک، ضمن ایجاد محیطی مناسب برای رشد ریشه، از طریق بهبود فرآیند جذب عناصر غذایی توسط گیاه موجبات افزایش رشد اندام های هوایی نظیر تعداد چتر در بوته را نیز فراهم آورده است. به عبارت دیگر مصرف مقادیر مناسب ورمی کمپوست، احتمالا از طریق بهبود فعالیت های میکروبی خاک و تولید تنظیم کننده های رشد گیاه توسط این موجودات و نیز فراهمی جذب بیشتر عناصر غذایی سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گیاهی گردیده که این مسئله در نهایت منجر به افزایش گلدهی و به تبع

آن افزایش تعداد چتر در بوته می شود (Saydi *et al.*, 2017). بررسی همبستگی صفات (جدول ۴) نشان داد که تعداد چتر در بوته رابطه مثبت و معنی داری (۸۵ درصد) با عملکرد دانه داشت، لذا به نظر می رسد با کاربرد کودهای آلی به ویژه ترکیبی از آنها می توان تعداد چتر در بوته و در نهایت عملکرد دانه را افزایش داد.

تعداد دانه در چتر

نتایج نشان داد کاربرد ورمی کمپوست به طور معنی داری (سطح احتمال یک درصد)، تعداد دانه در چتر را تحت تاثیر قرار داد (جدول ۲). مقایسه میانگین ها نشان داد کاربرد ورمی کمپوست باعث افزایش معنی دار تعداد دانه در چتر نسبت به شاهد گردید. اما بین سطوح ورمی کمپوست اختلاف معنی داری از نظر صفت مذکور مشاهده نگردید. کاربرد ۵ و ۱۰ تن ورمی کمپوست در هکتار، باعث افزایش تعداد دانه در چتر به ترتیب به میزان ۱۹ و ۲۶ درصد نسبت به شاهد (عدم مصرف) گردید (جدول ۳). در همین راستا، محققان اظهار داشتند کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست بیشترین تعداد دانه در سنبله و وزن سنبله گندم را نشان داد (Shahbazi *et al.*, 2015). بیشترین میانگین تعداد دانه در غوزه گلرنگ در تیمار نه تن ورمی کمپوست به دست آمد که در مقایسه با تیمار شاهد ۲۹/۸ درصد افزایش داشت. در حالی که بین سطوح شش و نه تن ورمی کمپوست اختلاف معنی دار وجود نداشت (Hajghani *et al.*, 2017). در پژوهش دیگری نیز، بین شاهد و کاربرد چهار تن در هکتار تفاوت معنی داری از نظر تعداد دانه در چتر رازیانه وجود نداشت، ولی

با افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گیاهی باعث افزایش تعداد گل در بوته گردد (Saydi *et al.*, 2017). از طرفی هیومیک اسید نیز با تأثیر بر هورمون های رشد گیاهی و نیز تأثیر بر فتوسنتز و با توجه به اینکه این کود در مرحله گلدهی مورد استفاده گیاه قرار گرفته است لذا همانند ورمی کمپوست باعث تولید تعداد دانه در چتر بیشتری گردید (Saydi *et al.*, 2017). برآورد ضرایب همبستگی بین صفات (جدول ۴) نشان داد تعداد دانه در چتر، همبستگی مثبت و معنی داری (0.61^{**}) با عملکرد دانه دارد. در همین راستا، سلامتی و زینلی (Salamati & Zeinali, 2013) با بررسی ضرایب همبستگی در زیره سبز اظهار داشتند اجزای مهم عملکرد دانه به ترتیب اهمیت شامل صفات تعداد دانه در چتر، تعداد چتر در بوته، عملکرد بیولوژیک و ارتفاع بوته می باشند. بنابراین با بهبود این اجزای عملکرد، امکان افزایش عملکرد وجود دارد.

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد (جدول ۲)، اثر ورمی کمپوست بر وزن هزار دانه معنی دار ($p \leq 0.01$) شد. مقایسه میانگین تیمارها بیانگر آن بود که بالاترین سطح ورمی کمپوست موجب تولید بیشترین وزن هزار دانه گردید. وزن هزار دانه در تیمار ۱۰ تن ورمی کمپوست، در مقایسه با کاربرد ۵ تن ورمی کمپوست و شاهد به ترتیب به میزان ۳۳/۵ و ۳۷/۹ درصد افزایش نشان داد (جدول ۳). در همین راستا، محققان اظهار داشتند کاربرد هشت تن ورمی کمپوست در مقایسه با چهار تن ورمی کمپوست و شاهد، باعث افزایش وزن هزار دانه گیاه رازیانه گردید (Gholami *et al.*

مصرف هشت تن در هکتار ورمی کمپوست تأثیر معنی داری بر صفت مذکور به همراه داشت (Gholami *et al.*, 2015).

همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان داد تأثیر محلول پاشی اسید هیومیک بر تعداد دانه در چتر در سطح احتمال یک درصد معنی دار گردید (جدول ۲). مقایسه میانگین ها نشان داد کاربرد کلیه سطوح اسید هیومیک باعث افزایش معنی دار تعداد دانه در چتر نسبت به شاهد (عدم محلول پاشی) گردید. در بین سطوح اسید هیومیک، محلول پاشی ۴ لیتر در هکتار موثرتر واقع گردید و بیشترین میانگین تعداد دانه در چتر را به خود اختصاص داد، به طوریکه محلول پاشی اسید هیومیک به میزان ۴ لیتر در هکتار باعث افزایش ۴۳/۱ درصدی تعداد دانه در چتر نسبت به شاهد (عدم محلول پاشی) گردید (جدول ۳). محلول پاشی برگی گندم با هیومیک اسید به ترتیب ۸ و ۱۸ درصد صفات تعداد دانه در سنبله و وزن سنبله را بهبود می بخشد (Shahbazi *et al.*, 2015). بیشترین تعداد دانه در چتر زنیان در تیمار ورمی کمپوست + اسید هیومیک مشاهده گردید که اختلاف معنی داری با تیمار شاهد داشت (Saydi *et al.*, 2017). به طور کلی، تعداد دانه در چتر تابعی از تراکم بوته و تعداد چتر در بوته است و به شرایط محیطی زمان گرده افشانی نیز بستگی دارد، عنصر فسفر عنصری مهم در فرآیند گلدهی به حساب می آید. به نظر می رسد به دلیل بالا بودن میزان عناصر غذایی از قبیل نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، و منیزیم در ورمی کمپوست، این کود با تأمین تدریجی و مداوم عناصر غذایی توانسته است

هزار دانه را افزایش دهند (Gholami *et al.*, 2015). به نظر می رسد کاربرد کودهای آلی با توسعه اندام فتوستتز کننده (افزایش عملکرد بیولوژیک) منجر به افزایش تولید و ذخیره مواد پرورده شده در نتیجه با افزایش فتوستتز جاری و حجم مواد در انتقال مجدد، موجب حصول دانه هایی با اندوخته آندوسپرمی بالاتر شده است (Shahbazi *et al.*, 2015).

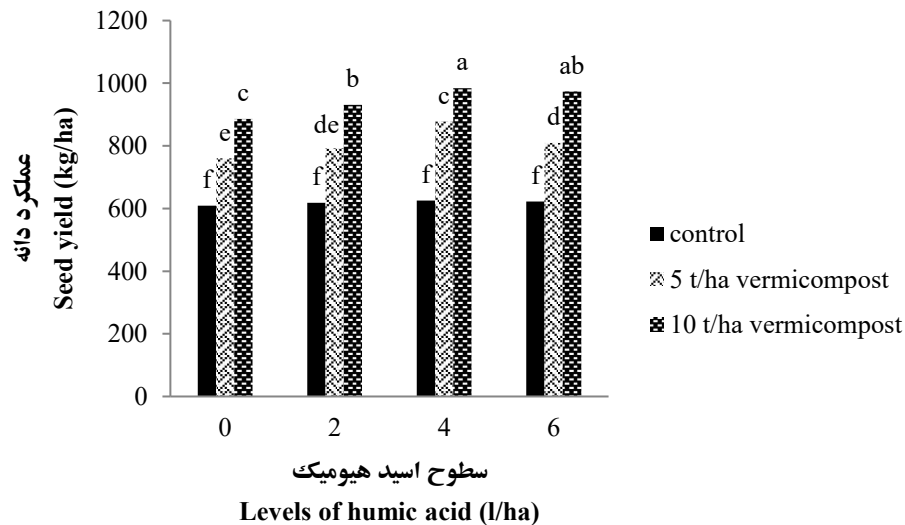
عملکرد دانه

بر اساس نتایج، اثرات اصلی فاکتورهای مورد بررسی در سطح احتمال یک درصد و برهمکنش آنها در سطح احتمال پنج درصد بر عملکرد دانه تاثیر معنی داری را داشت (جدول ۲). نتایج نشان داد به موازات افزایش سطوح تیمارها، عملکرد دانه نیز افزایش یافت، به طوریکه بیشترین عملکرد دانه در تیمارهای ۴ و ۶ لیتر در هکتار اسید هیومیک و کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست مشاهده گردید. محلول پاشی ۴ و ۶ لیتر در هکتار اسید هیومیک در شرایط مصرف ۱۰ تن ورمی کمپوست، موجب افزایش عملکرد دانه به ترتیب به میزان ۱۱/۱ و ۹/۹ درصد نسبت به شاهد (عدم محلول پاشی) گردید (شکل ۲).

در همین راستا، نتایج پژوهشی نشان داد کاربرد ورمی کمپوست و اسید هیومیک باعث افزایش عملکرد دانه زنیان گردید، به طوریکه با افزایش سطوح تیمارها میزان این صفت نیز افزایش یافت (Khalesro & Malekian, 2017). محلول پاشی اسید هیومیک همراه با ورمی کمپوست در سطوح بالا به دلیل داشتن اثرات هورمونی محرک رشد باعث بهبود شاخص

افزایش مقادیر ورمی کمپوست از طریق تاثیر بر قدرت جذب، نگهداری و تدارک بالای رطوبت و عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر و پتاس بر روی افزایش اجزاء عملکرد رازیانه نظیر ارتفاع، تعداد چتر، وزن هزار دانه و بیوماس اثر گذاشته و موجب بهبود عملکرد دانه گردید (Darzi *et al.*, 2006). اثرات مفید ورمی کمپوست می تواند موجب افزایش تخلخل خاک و ظرفیت نگهداری آب خاک شود و از تغییر اسیدیته خاک جلوگیری کرده و موجب رهاسازی عناصر غذایی مورد نیاز گیاه شود که این امر سبب افزایش جذب عناصر غذایی به وسیله گیاه و افزایش توان تولیدی آن و در نهایت اجزای عملکرد به خصوص وزن هزاردانه می شود (Mohammad Khani & Roozbahani, 2015).

وزن هزار دانه به طور معنی داری (سطح احتمال یک درصد) تحت تاثیر محلول پاشی اسید هیومیک قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین وزن هزار دانه از محلول پاشی ۴ لیتر در هکتار اسید هیومیک به دست آمد که افزایش ۱۶ درصدی نسبت به شاهد (عدم محلول پاشی) را به همراه داشت (جدول ۳). محلول پاشی اسید هیومیک با مقادیر ۱، ۳ و ۶ لیتر در هکتار به ترتیب باعث افزایش ۲، ۴ و ۶ درصدی وزن هزار دانه گلرنگ نسبت به تیمار شاهد گردید و بین تیمارهای محلول پاشی یک لیتر در هکتار با تیمار شاهد، اختلاف معنی داری مشاهده نشد (Karimi *et al.*, 2016). ورمی کمپوست و اسید هیومیک می توانند از طریق بهبود میزان فتوستتز و تولید زیست توده گیاهی، وزن



شکل ۲- برهمکنش ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر عملکرد دانه زیره سبز
 Fig 2. Interaction effects of vermicompost and humic acid on seed yield of cumin

مشاهده گردید که در آنها ورمی کمپوست به کار برده نشده بود (شکل ۲). در همین راستا، نتایج پژوهشی نشان داد که با افزایش سطوح ورمی کمپوست عملکرد گل خشک بابونه افزایش یافت به طوریکه بیشترین عملکرد گل در تیمار ۱۰ تن ورمی کمپوست و کمترین عملکرد گل در تیمار عدم کاربرد ورمی کمپوست به دست آمد (Tasdighi *et al.*, 2015). عملکرد دانه رازیانه با کاربرد ۸ تن ورمی کمپوست نسبت به مصرف ۴ تن ورمی کمپوست و شاهد به ترتیب ۱۷ و ۲۹/۵ درصد افزایش نشان داد (Akbari & Gholami, 2016). در بررسی اثر کمپوست، ورمی کمپوست و کودهای دامی بر گیاه زیره سبز، بیشترین عملکرد دانه گیاه در تیمار ورمی کمپوست مشاهده گردید که اختلاف معنی داری با سایر تیمارها نشان داد (& Saeidnejad & Rezvani Moghaddam, 2010). مصرف مقادیر مناسب ورمی کمپوست از طریق بهبود فعالیت های میکروبی خاک و تولید تنظیم کننده های

های رشد و تحریک رشد سیستم ریشه ای گیاه شد و به عنوان مکمل اثرات ورمی کمپوست منجر به افزایش عملکرد دانه و اجزای عملکرد گردید (Hajghani *et al.*, 2017). در پژوهشی نتایج نشان داد اسید هیومیک جذب نترات و فعالیت آنزیم ATP آز را در غشاء پلاسمایی سلول های ریشه افزایش داد، همچنین به سبب افزایش فتوسنتز و جذب عناصر غذایی بر میزان عملکرد دانه در ذرت افزوده شد (Pinton *et al.*, 1999). محققان دیگری اظهار داشتند استفاده از اسید هیومیک علاوه بر افزایش عملکرد ذرت، می تواند در جهت کاهش مصرف کودهای شیمیایی و کاهش آلودگی محیط زیست نقش مثبتی را ایفا کند و به عنوان ماده ای با منبع طبیعی در جهت پایداری و افزایش تولید محصولات زراعی مورد استفاده قرار گیرد (Mojaddam *et al.*, 2016).

همچنین نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن بود که کمترین مقادیر عملکرد دانه در تیمارهایی

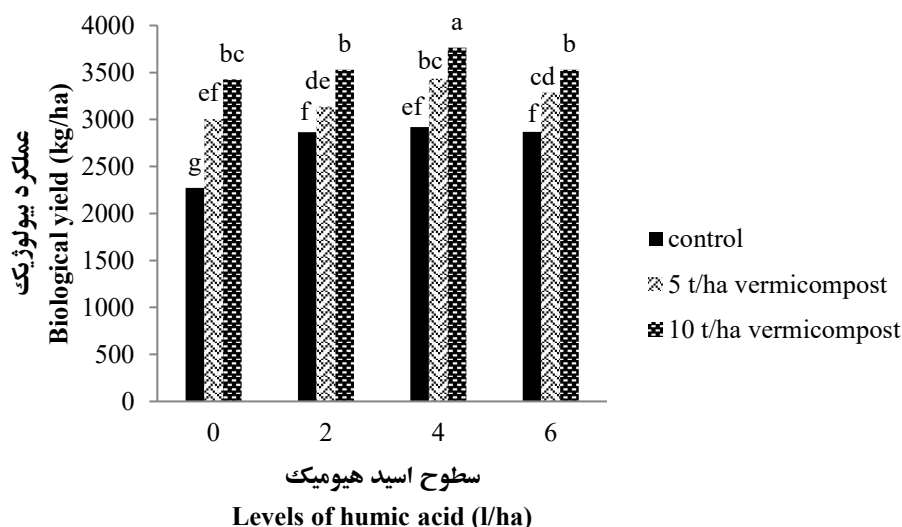
بیولوژیک در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود. بالاترین میانگین عملکرد بیولوژیک در کاربرد توأم اسید هیومیک به میزان ۴ لیتر در هکتار و ۱۰ تن ورمی کمپوست مشاهده گردید که اختلاف معنی داری با کلیه تیمارها نشان داد. محلول پاشی اسید هیومیک به مقدار ۴ لیتر در هکتار در شرایط کاربرد ۰، ۵ و ۱۰ تن ورمی کمپوست، باعث افزایش معنی دار عملکرد بیولوژیک به ترتیب به میزان ۲۸/۵، ۱۴/۲ و ۹/۸ درصد نسبت به شاهد (عدم محلول پاشی) گردید (شکل ۳).

محلول پاشی اسید هیومیک نسبت به شاهد سبب افزایش ۲۰ درصدی در عملکرد بیولوژیک رازیانه گردید (Gholami *et al.*, 2015). اسید هیومیک از طریق افزایش محتوای نیتروژن برگ ها و حفظ ماندگاری برگ ها سبب بهبود رشد، افزایش زیست توده تولیدی و ارتفاع بوته می شود (Ayas & Gulser, 2005). اسید هیومیک به علت خواص سایتو کینینی موجب به تاخیر انداختن تجزیه

رشد گیاه توسط این موجودات و نیز تدارک جذب بیشتر عناصر غذایی، سبب افزایش میزان فتوسنتز و ماده خشک گردیده که این مسئله در نهایت به افزایش گلدهی می انجامد (Darzi *et al.*, 2006). اسید هیومیک نفوذپذیری غشای سلولی را افزایش داده و بدین طریق ورود پتاسیم را تسهیل می کند که نتیجه آن افزایش فشار داخل سلولی و تقسیم سلول است. از طرف دیگر افزایش انرژی در داخل سلول منجر به افزایش تولید کلروفیل و میزان فتوسنتز خواهد شد. به دنبال آن یک فاکتور مهم در رشد یعنی جذب نیتروژن به درون سلول تشدید می گردد و تولید نترات کاهش می یابد که در نهایت این اثرات منجر به افزایش تولید می شود (Giasuddin *et al.*, 2007).

عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول ۲) نشان داد علاوه بر اثر ساده ورمی کمپوست و اسید هیومیک ($p \leq 0.01$)، تاثیر برهمکنش ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر عملکرد



شکل ۳- برهمکنش ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر عملکرد بیولوژیک زیره سبز

Fig 3. Interaction effects of vermicompost and humic acid on biological yield of cumin

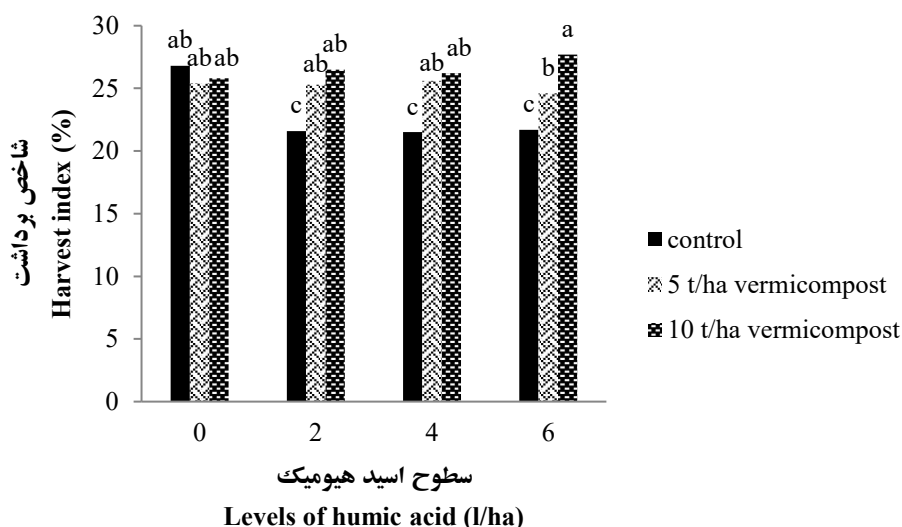
پژوهش دیگری نشان داد کاربرد ۵ و ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست باعث افزایش معنی دار عملکرد بیولوژیک در گیاه زنیان گردید (Khalesro & Malekian, 2017). کاربرد هشت تن ورمی کمپوست نسبت به کاربرد چهار تن و تیمار شاهد به ترتیب افزایش ۷/۵ و ۲۶ درصدی در عملکرد بیولوژیک در گیاه رازیانه را نشان داد (Gholami *et al.*, 2015). استفاده از ورمی کمپوست به دلیل توانایی زیاد در نگهداری آب، باعث بهبود شرایط فیزیکی خاک می گردد و به طور غیر مستقیم در عملکرد گیاه نقش دارد. با توجه به اینکه شاخه، برگ و اندام های هوایی در گیاه تحت تاثیر فعالیت جذب ریشه و میزان انتقال آب و مواد غذایی از ریشه قرار دارد، می توان چنین استدلال کرد که کودهای آلی همچون ورمی کمپوست با افزایش میزان عناصر غذایی در دسترس گیاه و آزادسازی تدریجی آنها باعث افزایش رشد گیاه شده و میزان زیست توده تولیدی را افزایش می دهند (Tasdighi *et al.*, 2015).

شاخص برداشت

نتایج نشان داد (جدول ۲)، برهمکنش ورمی کمپوست و اسید هیومیک تاثیر معنی داری (در سطح احتمال یک درصد) بر شاخص برداشت داشت. نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که در شرایط محلول پاشی اسید هیومیک، عدم کاربرد ورمی کمپوست کمترین شاخص برداشت را به همراه داشت اما کاربرد ورمی کمپوست در سطوح مختلف اسید هیومیک سبب افزایش معنی دار شاخص برداشت گردید (شکل ۴).

کلروفیل و پروتئین ها در برگ و پیری در گل ها می شود و این ترکیبات نیز در متابولیسم کربوهیدرات ها و انتقال آنها به جوانه های در حال رشد نقش اساسی دارند و از این طریق موجب افزایش میزان ماده خشک در گل ها و افزایش طول عمر آنها می شوند (Arteca, 1996). همچنین اسید هیومیک با افزایش جذب عناصر پر مصرف و ریزمغذی ها منجر به تحریک رشد گیاه، تحریک یا ممانعت از فعالیت های آنزیمی، تغییر در نفوذپذیری غشای سلولی و در نتیجه افزایش تولید بیوماس می شود (El-Ghamry *et al.*, 2009).

همچنین نتایج برهمکنش ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر عملکرد بیولوژیک نشان داد که با افزایش مقدار ورمی کمپوست در سطوح مختلف محلول پاشی، میانگین عملکرد بیولوژیک به طور معنی داری افزایش یافت به طوریکه کمترین مقادیر صفت مذکور در تیمارهای عدم مصرف ورمی کمپوست مشاهده گردید (شکل ۳). احتمالا افزودن ورمی کمپوست به خاک نه تنها تدارک عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را افزایش داده است بلکه با بهبود شرایط فیزیکی و فرآیندهای حیاتی خاک، ضمن ایجاد یک محیط مناسب برای رشد ریشه، موجبات رشد اندام هوایی و تولید ماده خشک را نیز فراهم کرده است (Darzi *et al.*, 2006). نتایج پژوهشی نشان داد کاربرد شش تن در هکتار کود ورمی کمپوست باعث افزایش معنی دار عملکرد علوفه تر و خشک علف قناری نسبت به کود شیمیایی و همچنین شاهد گردید (Varnaseri Ghandali *et al.*, 2016). نتایج



شکل ۴- برهمکنش ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر شاخص برداشت زیره سبز
 Fig 4. Interaction effects of vermicompost and humic acid on harvest index of cumin

محققان اظهار داشتند با افزایش سطوح ورمی کمپوست شاخص برداشت خشک بابونه افزایش یافت به طوریکه بیشترین شاخص برداشت در تیمار ۱۰ تن ورمی کمپوست و کمترین شاخص برداشت در تیمار عدم کاربرد ورمی کمپوست به دست آمد (Tasdighi et al., 2015). اگر چه بین سطوح کاربردی ورمی کمپوست اختلاف معنی داری برای شاخص برداشت گندم وجود نداشت ولی به طور کلی بیشترین شاخص برداشت از کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست به دست آمد (Shahbazi et al., 2015). مصرف ۱۵ و ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست باعث افزایش معنی دار شاخص برداشت سویا گردید (Momeni Fili et al., 2014). محلول پاشی با اسید هیومیک سبب افزایش شاخص برداشت لویا لیما در شرایط تنش خشکی گردید، بدان معنی که اسید هیومیک با افزایش عملکرد دانه در تمامی سطوح تنش خشکی باعث افزایش شاخص برداشت گردید (Beheshti et al., 2016). محلول پاشی اسید هیومیک به میزان ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی پی ام، باعث افزایش معنی دار شاخص برداشت ذرت گردید (Mojaddam et al., 2016). به نظر می رسد محلول پاشی هیومیک اسید در مراحل حساس رشدی همچون گل دهی و آزاد سازی تدریجی عناصر غذایی توسط ورمی کمپوست منجر به افزایش توان تولید آسیمیلات در گیاه شده و از آنجا که در مراحل نهایی رشد دانه ها اصلی ترین مخزن در گیاه هستند افزایش نسبت دانه به مجموع بیوماس دور از انتظار نیست (Shahbazi et al., 2015).

درصد اسانس

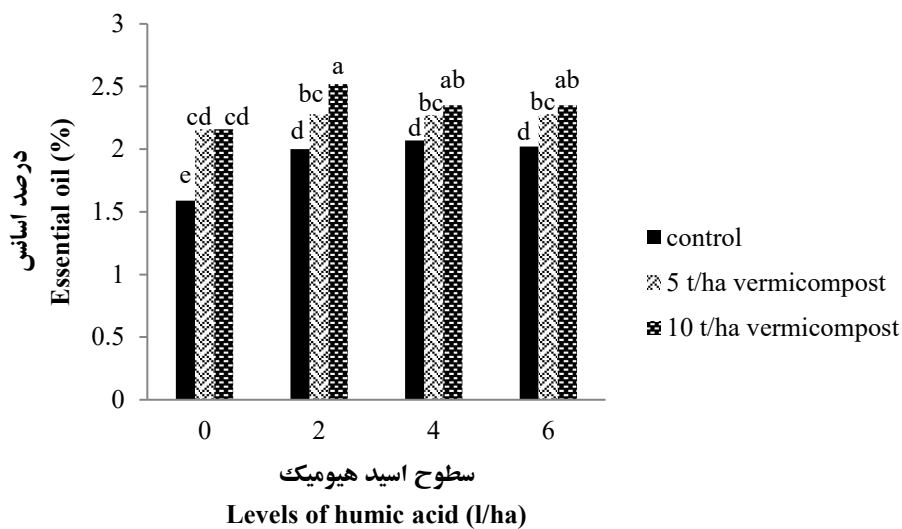
نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان داد علاوه بر اثر ساده ورمی کمپوست و اسید هیومیک (سطح احتمال یک درصد)، تاثیر برهمکنش ورمی کمپوست و اسید هیومیک نیز بر درصد اسانس معنی دار بود (سطح احتمال پنج درصد). نتایج برهمکنش عوامل مورد بررسی

محققان اظهار داشتند با افزایش سطوح ورمی کمپوست شاخص برداشت خشک بابونه افزایش یافت به طوریکه بیشترین شاخص برداشت در تیمار ۱۰ تن ورمی کمپوست و کمترین شاخص برداشت در تیمار عدم کاربرد ورمی کمپوست به دست آمد (Tasdighi et al., 2015). اگر چه بین سطوح کاربردی ورمی کمپوست اختلاف معنی داری برای شاخص برداشت گندم وجود نداشت ولی به طور کلی بیشترین شاخص برداشت از کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست به دست آمد (Shahbazi et al., 2015). مصرف ۱۵ و ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست باعث افزایش معنی دار شاخص برداشت سویا گردید (Momeni Fili et al., 2014). محلول پاشی با اسید هیومیک سبب افزایش شاخص برداشت لویا لیما در شرایط تنش خشکی گردید، بدان معنی که اسید هیومیک با افزایش عملکرد دانه در تمامی سطوح تنش خشکی باعث افزایش شاخص برداشت گردید (Beheshti et al., 2016). محلول پاشی اسید هیومیک به میزان ۵۰۰ و ۱۰۰۰ پی پی ام، باعث افزایش معنی دار شاخص برداشت ذرت گردید (Mojaddam et al., 2016). به نظر می رسد محلول پاشی هیومیک اسید در مراحل حساس رشدی همچون گل دهی و آزاد سازی تدریجی عناصر غذایی توسط ورمی کمپوست منجر به افزایش توان تولید آسیمیلات در گیاه شده و از آنجا که در مراحل نهایی رشد دانه ها اصلی ترین مخزن در گیاه هستند افزایش نسبت دانه به مجموع بیوماس دور از انتظار نیست (Shahbazi et al., 2015).

اثر کاربرد تلفیقی سطح سوم ورمی کمپوست و سطح سوم اسید هیومیک بدست آمد و کمترین میزان آن نیز از عدم مصرف ورمی کمپوست و عدم مصرف اسید هیومیک حاصل شد (Khalero & Malekian, 2017). کودهای آلی از طریق فراهم نمودن عناصر غذایی به خصوص ریزمغذی ها از یک طرف باعث بهبود خصوصیات رشدی گیاه و از طرف دیگر، موجب سنتز بیشتر اسانس می شود (Alizadeh *et al.*, 2018). همچنین نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن بود که کمترین میزان اسانس (۱/۵۹ درصد) در تیمار عدم مصرف ورمی کمپوست و عدم مصرف اسید هیومیک مشاهده گردید که اختلاف معنی داری را با کلیه تیمارها نشان داد (شکل ۵). حضور اسید هیومیک در بستر کشت حاوی ورمی کمپوست، می تواند سبب بهبود فعالیت میکروارگانیسم ها شود و شرایط لازم را برای حلالیت فسفر از منبع ورمی کمپوست

نشان داد بیشترین درصد اسانس در تیمارهای ۲، ۴ و ۶ لیتر در هکتار اسید هیومیک در شرایط کاربرد ۱۰ تن ورمی کمپوست مشاهده گردید (شکل ۵). به نظر می رسد کاربرد اسید هیومیک و ورمی کمپوست از طریق فراهمی جذب بیشتر عناصر فسفر و نیتروژن که از اجزای تشکیل دهنده اسانس گیاه هستند، موجب افزایش میزان اسانس گردیده اند.

افزایش درصد اسانس در اثر مصرف کودهای آلی توسط محققین مختلفی گزارش شده است. بیشترین درصد اسانس مرزه در تیمار ۱/۵ لیتر در هکتار اسید هیومیک و غلظت ۲۰ درصد عصاره ورمی کمپوست مشاهده گردید (Alizadeh *et al.*, 2018). در پژوهشی که به منظور ارزیابی کاربرد ورمی کمپوست (صفر، ۵ و ۱۰ تن در هکتار) و اسید هیومیک (صفر، ۰/۵ و ۱ درصد) در گیاه دارویی زنیان صورت گرفت، نتایج نشان داد بیشترین درصد اسانس در



شکل ۵- برهمکنش ورمی کمپوست و اسید هیومیک بر درصد اسانس زیره سبز
 Fig 5. Interaction effects of vermicompost and humic acid on essential oil percentage of cumin

افزایش عملکرد و اجزای عملکرد در گیاه می گردد. با توجه به اهمیت استفاده از نهاده های آلی در سیستم های کشاورزی پایدار، جهت بهبود رشد و حصول حداکثر عملکرد، کاربرد ۱۰ تن در هکتار ورمی کمپوست به همراه ۴ لیتر در هکتار اسید هیومیک در خصوص این گیاه در شرایط آب و هوایی منطقه مورد مطالعه توصیه می گردد.

فراهم آورد و متعاقب آن دسترسی گیاه به فسفر را افزایش دهد و از آنجا که فسفر یکی از اجزاء اصلی تشکیل دهنده اسانس می باشد، بنابراین مشارکت این دو کود می تواند منجر به بهبود بیشتر میزان اسانس نیز شود (Khalesro & Malekian, 2017).

نتیجه گیری کلی

به طور کلی نتایج نشان داد محلول پاشی اسید هیومیک بر گیاهان رشد کرده در بستر حاوی ورمی کمپوست، نتیجه هم افزایی معنی داری داشت و عملکرد و اجزای عملکرد زیره سبز را افزایش داد. در بین سطوح اسید هیومیک، محلول پاشی ۴ لیتر در هکتار، کارآمدتر واقع شد و به نسبت بیشتری صفات مورد مطالعه را افزایش داد. به نظر می رسد کاربرد مقادیر مناسب از کودهای آلی اسید هیومیک و ورمی کمپوست، از طریق بهبود فعالیت میکروارگانیسم های مفید خاک، بهبود حاصل خیزی و ساختار خاک، فراهمی عناصر غذایی به خصوص ریزمغذی ها و همچنین آزادسازی تدریجی این عناصر، موجب افزایش تولید مواد پرورده در منابع می شوند و در نهایت عملکرد گیاه افزایش می یابد. مطالعه همبستگی صفات نشان داد رابطه مثبت و معنی داری بین اجزای عملکرد با عملکرد دانه زیره سبز وجود داشت، به طوریکه بالاترین همبستگی به ترتیب در صفات ارتفاع، تعداد چتر در بوته و عملکرد بیولوژیک مشاهده گردید. در مجموع می توان چنین بیان کرد که کاربرد کودهای آلی به ویژه تلفیقی از آنها، علاوه بر سازگاری بالا با محیط زیست و افزایش حاصلخیزی خاک، موجب

References

- Afshari, M. A., Valadabadi, M., Daneshian, J., and Akbarinia, A. 2008. Study of agronomical properties of local population of *cuminum cyminum* L. in different nitrogen fertilizing levels. *New Finding in Agriculture*, 2(3): 213-223. (In Persian).
- Akbari, I., and Gholami, A. 2016. Evaluation of mycorrhizal fungi, vermicompost and humic acid on essence yield and root colonization of fennel. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 13(4): 840-853. (In Persian with English Summary).
- Alizadeh, A., Najafi, F., Hadian, J., and Salehi, P. 2018. Effect of different levels of humic-acid and vermicompost extract on growth, yield, morphological and phytochemical properties of satureja khuzistanica JAMZAD. *Journal of Agroecology*, 10(1): 69-80. (In Persian with English Summary).
- Ansari, A.A. 2008. Effect of vermicompost and vermiwash on the productivity of spinach (*Spinacia oleracea*), onion (*Allium cepa*) and potato (*Solanum tuberosum*). *World Journal of Agricultural Science*, 4(5): 554-557.
- Arteca, R.N. 1996. Plant Growth Substances: Principle and Applications. Chapman and Hall. New Yourk.
- Ayas, H., and Gulser, F. 2005. The effect of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach. *Journal of Biological Sciences*, 5(6): 801-804.
- Azizi, M., and Safaei, Z. 2017. The effect of foliar application of humic acid and nano fertilizer (Pharmks®) on morphological traits, yield, essential oil content and yield of Black Cumin (*Nigella sativa* L.). *Journal of Horticulture Science*, 30(4): 671-680. (In Persian).
- Beheshti, S., Tadayyon, A., and Falah, S. 2016. Effect of humic acid on the yield and yield components of Lima Bean (*Phaseolus lunatus* L.) under drought stress conditions. *Iranian Journal Pulses Research*, 7(2): 175-187. (In Persian).
- Darzi, M.T., Ghalavand, A., Rejali, F., Sefidkon, F. 2006. Effects of biofertilizers application on yield and yield components in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 22(4): 276-292. (In Persian with English Summary).
- El-Ghamry, A.M., Abd El-Hai, K.M., and Ghoneem, K.M. 2009. Amino and humic acids promote growth, yield and disease resistance of faba bean cultivated in clayed soil. *Australian Journal Basic and Applied Science*, 3(2): 731-739.
- Fayyaz, M., Zare, S., and Ashori, P. 2011. Identification and distribution of pharmaceutical and industrial crops of Chaharmahal-va-Bakhtiari province, Institute of Forests and Rangelands Research. (In Persian).

- Gholami, A., Akbari, I., and Abbas Dokht, H. 2015. Study the effects of bio and organic fertilizers on growth characteristics and yield of Fennel (*Foeniculum vulgar*). *Journal of Agroecology*, 7(2): 215-224. (In Persian).
- Giasuddin, A.B.M., Kanel, S., and Choi, H. 2007 Adsorption of humic acid onto nanoscale zerovalent iron and its effect on arsenic removal. *Journal Environment Science Technology*. 41(6): 2022-2027.
- Hajghani, M., Ghalavand, A., and Modarres Sanavy, S.A.M. 2017. Evaluation of yield, yield components and growth indices of safflower (*carthamus tinctorius* L.) in conventional and organic farming systems. *Journal of Agroecology*, 9(1): 15-30. (In Persian).
- Jahani, M., Besharati, H., and Golchin, A. 2011. Effect of iron and zinc enriched vermicompost on plant dry weight and seedling emergence of corn single crass 704. *Iranian Journal of Soil Research*, 25(1): 33-38. (In Persian).
- Karimi, E., Tadayyon, A., and Tadayon, M.R. 2016. The effect of humic acid on some yield characteristics and leaf proline content of safflower under different irrigation regimes. *Journal of Crops Improvement*, 18(3): 609-623. (In Persian).
- Khalesro, S., and Malekian, M. 2017. Effects of vermicompost and humic acid on morphological traits, yield, essential oil content and component in organic farming of Ajwan (*Trachyspermum ammi* L.). *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 32(6): 968-980. (In Persian with English Summary).
- Mohammad Khani, E., and Roozbahani, A. 2015. Application of vermicompost and nano iron fertilizer on yield improvement of grain corn (*Zea mays* L.). *Journal of Plant Ecophysiology*, 7(23): 123-131. (In Persian with English Summary).
- Mojaddam, M., Dashti, M., Derogar, N. 2016. Effect of humic acid and nitrogen fertilizer application on quantitative and qualitative characteristics and nitrogen use efficiency of spring corn. *Journal of Crop Production Research*, 8(1): 43-50. (In Persian with English Summary).
- Momeni Fili, P., Khoorgami, A., and Sayyah Far, M. 2014. Effect of vermicompost biofertilizer and plant density on the yield and yield components soybean in Khorramabad. *Crop Physiology Journal*, 6(23): 113-127. (In Persian).
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., and Vianello, A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 34: 1527-1536.
- Pinton, R., Cesco, S., Lacoletig, G., Astolfi, S., and Varanini, Z. 1999. Modulation of NO₃-uptake by water-extractable humic substances: involvement of root plasma membrane H⁺Atpase. *Plant Soil*, 215: 155-161.

- Prabha, M.L., Jayraaj, I.A., Jayaraj, S., and Rao, D.S. 2007. Effect of vermicompost on growth parameters of selected vegetable and medicinal plants. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology Jayraaj, Research and Environmental Sciences*, 9: 321-326.
- Rahimian Mashhadi, H. 1992. Effect of Planting date and irrigation on growth and yield of cumin. *Journal of Agricultural Science*, 3(4-3): 46-61. (In Persian).
- Saeidnejad, A.H., and Rezvani Moghaddam, P. 2010. Investigation the effect of compost, vermicompost, cow and sheep manures on yield, yield components and essence percentage of Cumin (*Cuminum cyminum*). *Journal of Horticultural Science*, 24(2): 142-148. (In Persian).
- Salamati, M.S., and Zeinali, H. 2013. Evaluation of genetic variation in different populations of *Cuminum cyminum* L. using morphological traits. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 29(1): 51-62. (In Persian with English Summary).
- Salami, M. R., Safarnejad, A., and Hamidi, H. 2006. Effect of salinity stress on morphological characters of *Cuminum cyminum* and *Valeriana officinalis*. *Pajouhesh & Sazandegi*, 72: 77-83. (In Persian with English Summary).
- Samavat, S., and Malakooti, M. 2006. Important use of organic acid (humic and fulvic) for increase quantity and quality agriculture productions. *Water and Soil Researchers, Technical Issue*, 463: 1-13.
- Sanjari, M., Siroosmehr, A., and Fakheri, B. 2015. The effects of drought stress and humic acid on some physiological characteristics of roselle. *Journal of Crops Improvement*, 17(2): 403-414. (In Persian).
- Saydi, Z., Fateh, E., and Aynehband, A. 2017. Effect of different sources of nitrogen and organic fertilizers on yield and yield components of Ajowan (*Trachyspermum ammi* L.). *Journal of Agroecology*, 9(1): 115-128. (In Persian with English Summary).
- Sebahattin, A., and Necdet, C. 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.). *Agronomy Journal*, 4: 130-133.
- Shahbazi, Sh., Fateh, E., and Aynehband, A. 2015. Evaluation of the effect of humic acid and vermicompost on yield and yield components of three wheat cultivars in tropical regions. *Journal of Plant Production*, 38(2): 99-110. (In Persian).
- Sharma, A.K. 2002. Biofertilizers for Sustainable Agriculture. Agrobios, India, 407p.
- Tasdighi, H., Salehi, A., Movahhedi Dehnavi, M., and Behzadi, Y. 2015. Survey of yield, yield components and essential oil of *Matricaria chamomilla* L.

- with application of vermicompost and different irrigation levels. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, 25(3): 61-78. (In Persian with English Summary).
- Varnaseri Ghandali, V., Rezvani Moghaddam, P., and Khoramdel, S. 2016. Investigation of yield and yield components of canary seed forage (*Phalaris canariensis* L.) in response to different levels of irrigation, organic and chemical fertilizers and their integration. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 14(3): 526-538. (In Persian with English Summary).

Investigation of effect of humic acid and vermicompost application on yield and yield components of cumin (*Cuminum cyminum* L.)

A. Nasiri Dehsorkhi^{1*}, H. Makarian², V. Varnaseri Ghandali³, N. Salari⁴

1. PhD. Student of Agroecology, Faculty of Agriculture, University of Zabol. (Corresponding author)
2. Associate Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Shahrood University.
3. PhD. Student of Agroecology, Faculty of Agriculture, University of Zabol.
4. M.Sc. student of Agroecology, Faculty of Agriculture, University of Zabol

Received: April 2018 Accepted: August 2018

Extended Abstract

Nasiri Dehsorkhi, A., Makarian, H., Varnaseri Ghandali, V., Salari, N., Investigation of effect of humic acid and vermicompost application on yield and yield components of cumin (*Cuminum cyminum* L.) *Applied Research in Field Crops* Vol 31, No. 1, 2018 16-18: 93-113(in Persian)

Introduction: The primary aims of sustainable agriculture are to decrease the off-farm inputs such as chemical fertilizers and to increase farm nutrient cycle through reduced tillage and utilization of biological and organic fertilizers (Akbari and Gholami, 2016). Vermicompost and humic acid are examples of organic fertilizers that can be used to decrease the application of chemical fertilizers in order to achieve goals of sustainable agriculture. Vermicompost is considered to be a rich source of macro/micro elements, vitamins, enzymes and growth stimulating hormones, which can contribute to growth acceleration in medicinal plants. It also increases the availability of nitrogen and phosphorus by increasing the nitrogen fixation rate and solubilizing phosphorus (Prabha *et al.*, 2007). The humic acid, which is known as an environmentally friendly organic matter with low levels of hormonal-like compounds, is useful in improving agricultural production (Samavat and Malakuti 2006). The research on the combined use of organic fertilizers on cumin has been scant. Thus, this study was conducted to investigate the effects of humic acid and vermicompost application on yield and yield components of cumin as a medicinal plant under Isfahan climatic conditions.

Materials and Methods: In order to evaluate the effect of different levels of vermicompost and humic acid on yield and yield components of cumin, an

Email address of the corresponding author: abasnasiri110@yahoo.com

experiment was conducted in a field located in Mobarakeh city as factorial based on a randomized complete block design with three replications during the growing season of 2016-2017. The treatments consisted of three levels of vermicompost (0, 5 and 10 t.ha⁻¹) and four levels of humic acid (0, 2, 4 and 6 l.ha⁻¹). At the end of the season, plant height, number of umbels, number of seeds per umbel, 1000-seed weight, seed and biological yield and harvest index were measured. MSTAT-C software was used to perform data analysis and means were compared using the least significant difference (LSD) test at the probability level of 5%. Simple correlation of traits was obtained using SPSS version 16 software.

Results and Discussion: The results showed that vermicompost led to a significant increase in the investigated traits. The application of 10 t.ha⁻¹ vermicompost produced the maximum height and 1000-seed weight. The use of 5 and 10 t.ha⁻¹ vermicompost increased the number of seed per umbel by 19 and 26 % in comparison to control treatment, respectively. Likewise, the results indicated that the simple effect of humic acid was significant on all the studied traits except harvest index. So that, the highest plant height, number of seed per umbel and 1000-seed weight were obtained from 4 l.ha⁻¹ humic acid treatment. Interaction effect of vermicompost and humic acid significantly influenced number of umbels, harvest index, seed and biological yield. The maximum seed yield and number of umbel were observed with the application of 4 and 6 l.ha⁻¹ humic acid and 10 t.ha⁻¹ vermicompost. In this regard, Akbari and Gholami (2016) reported that the greatest and lowest seed yield of Fennel were obtained from 8 t.ha⁻¹ vermicompost and control plots, respectively. Also their results suggested that with foliar application of humic acid, seed yield of Fennel increased by about 18 percent. Foliar spraying of humic acid at 4 l.ha⁻¹ along with 0, 5 and 10 t.ha⁻¹ vermicompost significantly increased cumin biological yield by 28.5, 14.2 and 9.8 % as compared to control (no foliar spraying), respectively. The correlation results suggested that the highest correlation for seed yield was with plant height (0.87**), number of umbels per plant (0.85**) and biological yield (0.84**), respectively.

Conclusion: Positive and significant correlation was found between yield and yield components, showing that an increase in one yield component by the use of organic fertilizers, could have a significant increasing effect on cumin yield. Overall, based on the results of the present study, the application of organic fertilizers, especially their combined use, can lead to increased yield and yield components of the plant. This can also alleviate environmental pollutions caused by use of chemical fertilizers and ultimately can aid in attaining goals of sustainable agriculture.

Key words: Harvest index, Medicinal plants, Organic fertilizers, Sustainable agriculture

References:

- Akbari, I., and Gholami, A. 2016. Evaluation of mycorrhizal fungi, vermicompost and humic acid on essence yield and root colonization of fennel. *Iranian Journal of Field Crops Research*, 13(4): 840-853. (In Persian with English Summary).
- Prabha, M.L., Jayraaj, I.A., Jayaraj, S., and Rao, D.S. 2007. Effect of vermicompost on growth parameters of selected vegetable and medicinal plants. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology Jayraaj, Research and Environmental Sciences*, 9: 321-326.
- Samavat, S., and Malakooti, M. 2006. Important use of organic acid (humic and fulvic) for increase quantity and quality agriculture productions. *Water and Soil Researchers, Technical Issue*, 463: 1-13.