



تأثیر کاربرد خاکی هیومیک‌اسید و محلول‌پاشی برگی بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان روغن گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)

آزاده خرم قهفرخی^۱، *اصغر رحیمی^۲، بنیامین ترابی^۳ و شهاب مداح‌حسینی^۲

^۱ دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه زراعت، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، دانشیار گروه زراعت، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان،

^۲ استادیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۹/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۴/۲۰

چکیده

سابقه و هدف: گلرنگ یکی از مهم‌ترین گیاهان روغنی است، که در بسیاری از مناطق نیمه خشک جهان رشد می‌کند. هیومیک‌اسید اصلی‌ترین بخش مواد هیومیکی و مهم‌ترین جزء ماده آلی خاک (هوموس) را تشکیل می‌دهد که باعث افزایش عملکرد و کیفیت محصول می‌شود. چای‌کمپوست هوازی حاوی جمعیت بالایی از میکروارگانیسم‌های زنده نظیر ریزوباکتر، تریکودرما و گونه‌های سودوموناس می‌باشد که باعث افزایش رشد و عملکرد گیاهان می‌شوند. ورمی‌واش به‌عنوان عصاره ورمی‌کمپوست یک کود آلی مایع است که از مواد ترش‌حی و فضولات دفعی کرم‌خاکی به‌دست می‌آید و به‌صورت اسپری برگی به‌کار می‌رود. هدف از این تحقیق بررسی کاربرد کود هیومیک‌اسید و محلول‌پاشی چای‌کمپوست و ورمی‌واش بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان روغن در گیاه گلرنگ رقم گلدشت است.

مواد و روش‌ها: به‌منظور مطالعه اثر هیومیک‌اسید گرانول و محلول‌پاشی چای‌کمپوست و ورمی‌واش بر عملکرد، اجزاء عملکرد و میزان روغن گلرنگ آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان انجام شد. تیمارها شامل کاربرد خاکی هیومیک‌اسید (صفر (شاهد)، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) و چهار سطح محلول‌پاشی آب مقطر به‌عنوان شاهد، ورمی‌واش (۱:۱۰، ورمی‌واش ۱:۲۰ و چای‌کمپوست بود).

یافته‌ها: نتایج نشان داد اثر سطوح مختلف هیومیک‌اسید بر ارتفاع بوته، وزن طبق، تعداد دانه، وزن هزار دانه و درصد روغن معنی‌دار بود اما تیمارهای محلول‌پاشی و اثر متقابل آن‌ها بر این صفات معنی‌دار نبود. افزایش وزن طبق در گلرنگ با کاربرد هیومیک‌اسید می‌تواند به‌دلیل افزایش تعداد دانه و وزن هزار دانه باشد. قطر ساقه، تعداد طبق کل، تعداد طبق بارور، عملکرد روغن و عملکرد دانه تحت تأثیر اثر هیومیک‌اسید و محلول‌پاشی قرار گرفت، اما بر هم‌کنش اثر هیومیک‌اسید در محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر صفات فوق نداشت. به‌نظر می‌رسد افزایش فتوسنتز و متابولیسم گیاهی در اثر مصرف هیومیک‌اسید، موجب افزایش مواد ذخیره شده و کاهش محدودیت منبع شده که موجب سرازیر شدن مواد پرورده به سمت دانه و افزایش وزن هزار دانه در گیاه گلرنگ می‌گردد.

*مسئول مکاتبه: rahimiasg@gmail.com

نتیجه‌گیری: نتایج به‌دست آمده از این آزمایش نشان داد که در بین سطوح مختلف کود هیومیک‌اسید مقدار ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌تواند نقش مؤثری در افزایش ارتفاع بوته، قطر ساقه، وزن طبق، تعداد طبق، تعداد طبق بارور، تعداد دانه، وزن هزار دانه، درصد روغن، عملکرد روغن و عملکرد دانه داشته باشد. محلول‌پاشی چای کمپوست بیش‌ترین تأثیر را در افزایش قطر ساقه، تعداد طبق، تعداد طبق بارور، عملکرد روغن و عملکرد دانه داشت. در مجموع می‌توان گفت در شرایط آب و هوایی مشابه رفسنجان، کاربرد کود زیستی هیومیک‌اسید به میزان ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار و محلول‌پاشی چای کمپوست مناسب‌ترین تیمار برای افزایش عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن در گیاه گلرنگ بود.

واژه‌های کلیدی: چای کمپوست، شاخص برداشت، کود زیستی، ورمی‌واش

مقدمه

از بین دانه‌های روغنی سازگار با شرایط آب و هوایی کشور، گلرنگ به عنوان گیاه مقاوم به شوری و خشکی، با داشتن تیپ‌های پاییزه و بهاره، آینده نوید بخشی دارد (۲۴). امروزه با توجه به ملاحظات زیست محیطی استفاده از اسیدهای آلی برای بهبود کمی و کیفی محصولات زراعی و باغی رواج یافته است و مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی اثرات قابل ملاحظه‌ای در بهبود خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک داشته و به‌دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارد (۳۱). یکی از راه‌های افزایش ماده آلی خاک استفاده از کودهای آلی از قبیل هیومیک‌ها می‌باشد. هیومیک‌ها به‌طور مستقیم در تعیین پتانسیل خاک و افزایش توانایی تولید خاک نقش دارند. هیومیک‌اسید اصلی‌ترین بخش مواد هیومیکی و مهم‌ترین جزء ماده آلی خاک (هوموس) را تشکیل می‌دهد که باعث افزایش عملکرد و کیفیت محصول می‌شود (۱۲). آياس و گالسر (۲۰۰۵) گزارش کردند که هیومیک‌اسید از طریق افزایش در محتوای نیتروژن گیاه سبب افزایش رشد، ارتفاع و به تبع آن عملکرد بیولوژیک در گیاه اسفناج شد (۵).

مطالعات نشان می‌دهند که مواد هیومیکی از طریق اثرات بیوشیمیایی و شبه هورمونی عامل افزایش جذب ریز مغذی‌ها توسط گیاهان هستند (۱۰). هیومیک‌اسید می‌تواند به‌طور مستقیم اثرات مثبتی بر رشد گیاه بگذارد. رشد قسمت هوایی و ریشه گیاه توسط هیومیک‌اسید تحریک شده ولی اثر آن بر روی ریشه برجسته‌تر است. مواد هیومیکی از طریق افزایش تعداد و انشعابات ریشه ایجاد سیستم ریشه‌ای نموده و به‌طور بالقوه با افزایش سطح ریشه، میزان مصرف مواد غذایی را افزایش می‌دهند (۲۹). در مطالعه‌ای توسط پوگلیسی و همکاران (۲۰۰۹) بر روی ذرت هیومیک‌اسید از طریق بهبود جذب عناصر غذایی و سهولت جذب عناصر کم‌مصرف و پرمصرف منجر به بهبود خصوصیات رشدی در این گیاه گردید (۲۶).

عصاره هوازی ورمی‌کمپوست که به‌عنوان چای کمپوست شناخته شده است، توجه تولیدکنندگان و پژوهشگران را به خود جلب کرده است. تأثیر مثبت چای کمپوست بر رشد گیاه تا حد زیادی به نیتروژن و جیبرلین موجود در چای و جذب مواد مغذی توسط گیاه مرتبط است و مصرف مداوم آن می‌تواند باعث افزایش رشد گیاه و غلظت مواد معدنی در بافت‌های گیاهی شود (۲۳). چای کمپوست حاوی جمعیت

دانه، اجزای عملکرد و میزان روغن در گیاه زراعی گلرنگ در ارتباط با کاهش مصرف کودهای شیمیایی در راستای نیل به کشاورزی پایدار بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۳۹۲ اجرا شد. عامل‌های آزمایشی شامل کاربرد خاکی هیومیک‌اسید در ۴ سطح (صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار به صورت دستی) به عنوان فاکتور اول و فاکتور دوم شامل چهار سطح محلول‌پاشی آب مقطر به عنوان شاهد، ورمی‌واش با نسبت رقیق‌سازی ۱:۱۰ و ۱:۲۰ و چای‌کمپوست بود. قبل از انجام آزمایش از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک محل آزمایش نمونه‌برداری صورت گرفت و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن تعیین گردید (جدول ۱). برخی از خصوصیات چای‌کمپوست، ورمی‌واش و هیومیک‌اسید نیز در جدول ۲ ذکر شده است. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک، کرت‌بندی و اضافه کردن کود زیستی هیومیک‌اسید بود. تیمارهای کودی مورد استفاده بر اساس آنالیز کود هیومیک‌اسید و آزمایش خاک تعیین گردید. فاصله بین ردیف‌ها ۴۵ سانتی‌متر، عمق کاشت بذور ۴ سانتی‌متر و تراکم کاشت ۴۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. رقم گلرنگ مورد استفاده در این آزمایش گلدشت بوده و کشت در اوایل اسفند ماه سال ۱۳۹۲ صورت گرفت (۱). اولین آبیاری بلافاصله پس از کشت و آبیاری‌های بعدی هر هفت روز یک‌بار انجام گرفت. محلول‌پاشی از مرحله ۷-۸ برگی تا مرحله گل‌دهی هر دو هفته یک‌بار در صبح زود صورت گرفت. برای تهیه محلول چای‌کمپوست ترکیب ورمی‌کمپوست، اسید هیومیک، مخمر، عصاره جلبک دریایی و ملاس چغندر قند

بالایی از میکروارگانیزم‌های زنده نظیر ریزوباکتر، تریکودرما و گونه‌های سودوموناس می‌باشد که باعث افزایش رشد و عملکرد گیاهان می‌شوند (۱۷). ورمی‌واش به عنوان عصاره ورمی‌کمپوست، مجموعه‌ای از مواد ترش‌حی و فضولات دفعی کرم‌خاکی همراه با عناصر ریز مغذی عمده و مولکول‌های آلی خاک است که برای رشد گیاه مفید بوده و به صورت اسپری برگی به کار می‌رود (۲۰). ورمی‌واش موجب تحریک رشد و افزایش عملکرد محصولات زراعی شده و محلول‌پاشی با آن موجب مقاومت گیاهان در برابر عوامل مختلف می‌شود. این ماده دارای عناصر غذایی محلول و اسیدهای آلی است و می‌تواند از آسیب‌های وارده به گیاه مانند سوختگی برگ‌ها جلوگیری کند (۳۲). رحمت‌پور و همکاران (۲۰۱۳) حضور تعدادی از ریز جانداران مفید در رشد گیاه را در ورمی‌واش گزارش کردند، همچنین آن‌ها دریافتند که ورمی‌واش موجب بهبود درصد و قدرت جوانه‌زنی دانه لوبیا و برنج می‌شود (۲۷). وجود تنظیم‌کننده‌های رشد مانند سیتوکنین در ورمی‌واش باعث افزایش تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول‌ها می‌گردد که منجر به افزایش رشد رویشی و افزایش عملکرد گیاه می‌گردد (۳۵). کارلوس و همکاران (۲۰۰۸) در نتایج پژوهشی بیان کردند که کاربرد ۵۰۰ میلی‌لیتر بر لیتر چای‌کمپوست و ۱۶۰ گرم بر لیتر کود شیمیایی باعث افزایش ارتفاع ذرت شد (۷). به‌طور کلی آزمایشاتی که تأثیر هیومیک‌اسید و محلول‌پاشی چای‌کمپوست و ورمی‌واش را به‌تنهایی یا به صورت مخلوط با سایر کودها روی گیاهان زراعی بررسی کرده باشد اندک است، اما نتایج آزمایشات انجام شده حاکی از بهبود کمیت و کیفیت محصول تحت تأثیر این کودها می‌باشد. هدف از این تحقیق بررسی کاربرد کود هیومیک‌اسید و محلول‌پاشی چای‌کمپوست و ورمی‌واش بر عملکرد

دانه گلرنگ شامل تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، بوته‌های یک مترمربع برداشت و پس از جداسازی دانه از طبق، عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. اندازه‌گیری روغن پس از آسیاب کردن دانه‌ها و تهیه نمونه‌ها با استفاده از دستگاه سوکسله انجام شد. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 انجام شد و مقایسه میانگین داده‌ها بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

به مدت ۲۴ ساعت در ۵۰ لیتر آب قرار گرفته و به خوبی هم خورد و با پمپ هوا، هوادهی شد و در نهایت چای کمپوست هوازی آماده گردید و با همین غلظت محلول‌پاشی گردید (۶). برای تهیه ورمی‌واش ۱:۱۰ و ۱:۲۰، ۱ کیلوگرم ورمی‌کمپوست در پارچه نازک ریخته شد و به ترتیب در ۱۰ و ۲۰ لیتر آب به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد و این عصاره بر روی برگ‌های گیاه محلول‌پاشی شد. در پایان فصل رشد و پس از رسیدگی کامل، تعداد ۱۰ بوته متوالی از هر کرت انتخاب و صفات ارتفاع ساقه، قطر ساقه، قطر طبق، وزن طبق، تعداد شاخه فرعی و اجزای عملکرد

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک.

Table 1. Physical and chemical characteristics of soil.

بافت Texture	ماده آلی (درصد) Organic matter (%)	pH	شوری EC میلی‌زیمنس بر متر (mS.m ⁻¹)	رومی				فسفر P	پتاسیم K	نیتروژن N (درصد) (%)
				Mn	Zn	Cu	Fe			
لوم شنی Sandy loam	0.93	7.8	6.5	8.35	0.519	0.82	1.44	12	3810	0.1

جدول ۲- خصوصیات شیمیایی چای کمپوست، ورمی‌واش و هیومیک‌اسید

Table 2. Chemical characteristics of compost tea, vermiwash and humic acid.

	pH	شوری EC میلی‌زیمنس بر متر mS.m ⁻¹	رومی		مس Cu	آهن Fe	فسفر P	پتاسیم K	نیتروژن N درصد (%)
			Mn	Zn					
چای کمپوست (Compost tea)	8.1	1.97	376	138	71	6189	2.05	0.25	0.29
ورمی‌واش (Vermiwash)	7.9	2.6	420	145	93	6921	2.25	0.15	0.38
هیومیک‌اسید (Humic acid)	7.3	1.63	395	105	45	5281	3.65	1.35	.63

نتایج و بحث

افزایش سطوح هیومیک‌اسید ارتفاع بوته افزایش یافت اما بین سطوح مختلف تفاوت معنی‌داری از نظر ارتفاع بوته مشاهده نشد و همه سطوح هیومیک‌اسید اختلاف معنی‌داری را با شاهد نشان دادند. با این وجود بیش‌ترین ارتفاع بوته (۸۰/۹ سانتی‌متر) از تیمار ۱۵۰۰

ارتفاع بوته: نتایج تجزیه واریانس نشان داد با کاربرد هیومیک‌اسید ارتفاع بوته به‌طور معنی‌داری تغییر کرد اما محلول‌پاشی و اثر متقابل هیومیک‌اسید در محلول‌پاشی بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۳). با

شدن دانه، فراهم می‌گردد (۲۴). پاپ و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند افزایش صفت ارتفاع بوته در گیاه گل جعفری را می‌توان این‌گونه توجیه کرد که با مصرف کود هیومیک‌اسید، گیاهان آسان‌تر به عناصر غذایی دسترسی پیدا می‌کنند و بهتر استقرار می‌یابند، از این‌رو نیاز ندارند حجم ریشه خود را افزایش دهند و در نتیجه انرژی بیشتری برای توسعه بخش‌های هوایی خود صرف می‌کنند (۲۵). خان و همکاران (۲۰۱۲) گزارش کردند که مصرف هیومیک‌اسید سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته نخود نسبت به شاهد شد (۱۵). احتمالاً هیومیک‌اسید با تأثیر بر رشد سلول و افزایش طول سلول‌ها با تأثیر بر غشای ممبران و سلول، بر افزایش ارتفاع گیاه مؤثر بوده است.

کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید به‌دست آمد که در مقایسه با شاهد ارتفاع بوته به میزان ۸ درصد افزایش یافت و کمترین ارتفاع بوته مربوط به شاهد (۷۳/۶ سانتی‌متر) بود (جدول ۴). نتایج محققین نشان داد هیومیک‌اسید از طریق اثرات هورمونی و با تأثیر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و همچنین با قدرت کلات‌کنندگی و افزایش جذب عناصر غذایی سبب افزایش رشد و ارتفاع گیاه شد (۱۹). بالا بودن ارتفاع بوته‌ها در گلرنگ، راندمان برداشت با کمباین را بالا برده و تعداد طبق‌هایی که زیر چرخ فلک کمباین برداشت نشده می‌مانند را کاهش می‌دهد. همچنین با بالاتر بودن طول ساقه به‌عنوان مخزن موقت ذخیره مواد کربوهیدراتی غیر ساختاری، امکان انتقال مقدار بیشتری از کربوهیدرات‌ها به دانه‌ها در طول دوره پر

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) خصوصیات رشدی گلرنگ.

Table 3. Analysis of variance (Mean-square) of growth characteristics of safflower.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	قطر ساقه Stem diameter	وزن طبق Head weight	قطر طبق Head diameter	تعداد شاخه فرعی Branch number
بلوک Block	2	645.8**	4.6**	219.5**	0.075 ^{ns}	15.7**
هیومیک‌اسید Hmic acid	3	112.3**	1.5*	323.3**	1.55 ^{ns}	0.39 ^{ns}
محلول پاشی Foliar application	3	21.2 ^{ns}	1.52*	50.8 ^{ns}	0.42 ^{ns}	0.56 ^{ns}
هیومیک‌اسید×محلول پاشی Humic acid×Foliar application	9	38.2 ^{ns}	0.56 ^{ns}	22.1 ^{ns}	0.41 ^{ns}	1.95 ^{ns}
خطا Error	30	19.7	0.41	21.7	0.59	1.12
ضریب تغییرات (درصد) (%) C.V		5.7	11.8	19.1	22.7	14.9

** معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد، * معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد، ^{ns} عدم معنی‌داری.

**Indicates significant at 1% level, *indicates significant at 5% and ns indicates not significant at p 0.05.

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر هیومیک اسید و محلول پاشی بر عملکرد، اجزای عملکرد و میزان روغن در گیاه گلرنگ.

Table 4. Mean comparison of the effects of humic acid and foliar application on yield, yield components and oil content of safflower.

عوامل آزمایش Experiment factors	ارتفاع بوته (سانتی متر) Plant height (cm)	قطر ساقه (میلی متر) Stem diameter (mm)	وزن طبق (گرم) Head weight (g)	تعداد طبق Head number	تعداد طبق بارور Fertile head number	تعداد دانه Seed number	وزن هزار دانه (گرم) thousand seed weight (g)	درصد روغن Oil Percent	عملکرد روغن (کیلوگرم بر هکتار) Oil yield (kg.ha ⁻¹)	عملکرد دانه (کیلوگرم بر هکتار) Seed yield (kg.ha ⁻¹)
سطوح هیومیک Humic level										
۵۰۰ کیلوگرم در هکتار 500 kg.ha ⁻¹	77.6 a	5.2 b	21.2 c	12.6 b	10.6 bc	31.8 c	28.1 b	23.4 b	872 c	3771 c
۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار 1000 kg.ha ⁻¹	78.9 a	5.6 ab	26.1 b	14.6 a	12.1 ab	34.1 bc	28.4 b	27.8 a	1300 b	4645 b
۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار 1500 kg.ha ⁻¹	80.9 a	5.8 a	31.1 a	15.9 a	13.2 a	37.6 a	29.7 a	29.6 a	1711 a	5822 a
شاهد Control محلول پاشی	73.6 b	5.1 b	19.6 c	11.1 b	9.6 c	35.4 ab	28.2 b	21.1 b	795 c	3777 c
محلول پاشی Foliar application										
آب مقطر Distilled water	77.9 a	5.2 b	22.7 a	12.1 b	10.1 b	34.8 ab	28.1 a	24.3 a	992 b	3959 b
ورمی واش ۱:۱۰ Vermiwash 1:10	77.7 a	5.1 b	22.7 a	13.2ab	10.6 ab	36.7 a	28.7 a	25.1a	1119 ab	4429 ab
ورمی واش ۱:۲۰ Vermiwash 1:20	79.3 a	5.7 a	25.9 a	14.3 a	12.3 a	33.1 b	29.1 a	26.6 a	1281 a	4769 a
چای کمپوست Compost tea	76.1 a	5.8 a	26.6 a	14.6 a	12.4 a	34.2 ab	28.6 a	25.8 a	1286 a	4858 a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری ندارد. Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at %5 probability level, using LSD test.

در هکتار هیومیک اسید نداشت (جدول ۴). همچنین در تیمارهای محلول پاشی، بیشترین قطر ساقه (۵/۸ میلی متر) از تیمار محلول پاشی چای کمپوست به دست آمد که تفاوت معنی داری با ورمی واش ۱:۲۰ نداشت و کمترین قطر ساقه (۵/۱ میلی متر) از تیمار ورمی واش ۱:۱۰ حاصل گردید که اختلاف معنی داری با شاهد نداشت (جدول ۴). نتایج سایر محققین نیز نشان می‌دهد که افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها در شرایط مصرف هیومیک اسید باعث افزایش معنی دار تولید تنظیم کننده‌های رشد گیاهی نظیر اکسین،

قطر ساقه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که سطوح مختلف هیومیک اسید و محلول پاشی اثر معنی داری بر قطر ساقه در سطح احتمال ۵ درصد داشت اما اثر متقابل هیومیک اسید در محلول پاشی بر این صفت معنی داری نبود (جدول ۳). به طوری که بیشترین قطر ساقه (۵/۸ میلی متر) از تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید به دست آمد که تفاوت معنی داری با تیمار ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید نداشت و کمترین قطر ساقه (۵/۱ میلی متر) از شاهد به دست آمد که تفاوت معنی داری با تیمار ۵۰۰ و ۱۰۰۰ کیلوگرم

حصول بالاترین وزن غوزه و وزن هزار دانه در این گیاه بود (۲۱).

قطر طبق و تعداد شاخه فرعی: نتایج تجزیه واریانس همچنین نشان داد که قطر طبق و تعداد شاخه فرعی تحت تأثیر هیومیکاسید، محلول پاشی و اثر متقابل هیومیکاسید در محلول پاشی قرار نگرفت (جدول ۳). در مطالعه‌ای کاربرد هیومیکاسید بر قطر بلال در گیاه ذرت تأثیر معنی داری نداشت (۱۲). در مطالعه‌ای بر روی گیاه نخود کاربرد هیومیکاسید به میزان ۶ لیتر در هکتار سبب افزایش تعداد شاخه فرعی نسبت به شاهد و تیمار ۲ لیتر در هکتار شد، اما تفاوت معنی داری با تیمار ۴ لیتر در هکتار نداشت (۴) که با نتایج ما مطابقت نداشت.

تعداد طبق در گیاه: با توجه به جدول تجزیه واریانس تعداد طبق کل و تعداد طبق بارور تحت تأثیر اثر هیومیکاسید و محلول پاشی قرار گرفت، اما اثر متقابل هیومیکاسید در محلول پاشی تأثیر معنی داری از لحاظ آماری بر تعداد طبق کل و تعداد طبق بارور نداشت (جدول ۵). به طوری که بیشترین تعداد طبق کل (۱۵/۹) و طبق بارور (۱۳/۲) از تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیکاسید به دست آمد که اختلاف معنی داری با تیمار ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیکاسید نداشت و کمترین تعداد طبق کل (۱۱/۱) و طبق بارور (۹/۶) از تیمار شاهد به دست آمد که اختلاف معنی داری با تیمار ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیکاسید نداشتند (جدول ۴). نتایج نشان داد با کاربرد سطوح ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیکاسید تعداد طبق کل و بارور به ترتیب ۳۰ و ۲۸ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش یافت. همچنین در تیمارهای محلول پاشی، بیشترین تعداد طبق کل (۱۴/۶) و طبق بارور (۱۲/۴) از محلول پاشی چای کمپوست به دست آمد و کمترین تعداد طبق کل

جیبرلین و سیتوکینین می‌شود. از طرفی افزایش سیتوکینین باعث افزایش سطح تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلولی و نهایتاً باعث افزایش قطر ساقه گیاه می‌گردد (۹). در مطالعه‌ای کاربرد غلظت‌های مختلف هیومیکاسید منجر به افزایش قطر ساقه و وزن خشک گوجه‌فرنگی شد (۳۴). می‌توان گفت هیومیکاسید با تأثیر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و با قدرت کلات‌کنندگی و افزایش جذب عناصر سبب افزایش رشد و قطر ساقه در گیاه گوجه‌فرنگی شده است. همچنین در مطالعه‌ای بر روی گیاه منداب کاربرد هیومیکاسید منجر به افزایش قطر ساقه در این گیاه شد (۲).

وزن طبق در بوته: محلول پاشی و اثر متقابل هیومیکاسید در محلول پاشی تأثیر معنی داری بر وزن طبق در بوته نداشت، اما با کاربرد هیومیکاسید وزن طبق افزایش معنی داری را نشان داد (جدول ۳). نتایج نشان داد با افزایش مقدار مصرف هیومیکاسید، وزن طبق در بوته گیاه گلرنگ افزایش یافت. بطوری که بیش‌ترین وزن طبق (۳۱/۱ گرم) از مصرف ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیکاسید و کم‌ترین آن (۱۹/۶ گرم) از شاهد به دست آمد که بین شاهد با تیمار ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیکاسید تفاوت معنی داری دیده نشد (جدول ۴). افزایش وزن طبق گلرنگ با کاربرد هیومیکاسید می‌تواند به دلیل افزایش وزن هزار دانه و افزایش تعداد دانه در طبق باشد. در مطالعه‌ای توسط سبزواری و خزاعی (۲۰۰۹) نشان داده شد، کاربرد غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر هیومیکاسید در زمان پنجه‌زنی موجب افزایش سنبله‌هایی با وزن نهایی بیشتر در گیاه گندم رقم پیشناز شد. سطوح هیومیکاسید مورد استفاده در این آزمایش سطوح صفر، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود (۳۰). در مطالعه‌ای بر روی پنبه مشاهده شد مصرف ۲ کیلوگرم در هکتار هیومیکاسید مناسب‌ترین تیمار جهت

بود (۲۸). در مطالعه‌ای کاربرد هیومیک‌اسید به‌طور معنی‌داری بر تعداد غلاف در بوته لوبیا تأثیر داشت به‌طوری‌که کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید افزایش ۱۳ درصدی تعداد غلاف در بوته را در مقایسه با تیمار شاهد به‌همراه داشت (۱۴). همچنین در آزمایشی که اثر محلول‌پاشی هیومیک‌اسید و نیتروژن بر گندم دوروم مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که تعداد سنبله، باروری سنبله و محتوی پروتئین دانه در اثر کاربرد هر دو تیمار افزایش یافت و این افزایش، در محلول‌پاشی نیتروژن با هیومیک‌اسید به‌صورت همزمان بسیار بیشتر بود (۸).

(۱۲/۱) و طبق بارور (۱۰/۱) مربوط به شاهد بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار ورمی‌واش ۱:۱۰ نداشت (جدول ۴). در طول دوره تشکیل طبق و پر شدن دانه، محلول‌پاشی عناصر غذایی ممکن است سبب افزایش باروری تعداد گل‌ها و فعالیت برگ‌ها شود و لذا نقل و انتقال مواد فتوسنتزی سبب بهبود تعداد شاخه گل‌دهنده، تعداد طبق و وزن طبق نسبت به تیمار شاهد شود. در مطالعه‌ای تأثیر ۳ نوع کود شیمیایی، کود گاوی و کود هیومیک‌اسید بر گیاه گلرنگ بررسی شد و گزارش شد که بیش‌ترین تعداد طبق از کاربرد کود شیمیایی و کمترین تعداد طبق مربوط به شاهد

جدول ۵- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ.

Table 5. Analysis of variance (Mean-square) of yield and yield components of safflower.

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	تعداد طبق در بوته Head number per plant	تعداد طبق بارور در بوته Fertile head number per plant	تعداد دانه در طبق Seed number of head	وزن هزاردانه thousand seed weight	درصد روغن Oil Percent	عملکرد روغن Oil yield	عملکرد دانه Seed yield
Block بلوک	2	62.2**	48.1**	25.6 ^{ns}	2.1 ^{ns}	10.8 ^{ns}	153309 ^{ns}	5069528**
هیومیک‌اسید Hmic acid	3	53.8**	30.9**	72.1**	6.8**	234.8**	2156109**	11288835**
محلول‌پاشی Foliar application	3	14.7*	15.8*	28.1 ^{ns}	2.3 ^{ns}	18.5 ^{ns}	240773**	1994034*
هیومیک‌اسید×محلول‌پاشی Humic acid×Foliar application	9	3.2 ^{ns}	2.7 ^{ns}	20.2 ^{ns}	2.5 ^{ns}	18.1 ^{ns}	35536 ^{ns}	486843 ^{ns}
خطا Error		5.2	4.5	16.1	1.4	8.7	48399	560651
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)		16.9	18.7	11.5	4.2	11.4	18.8	16.6

** معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد، * معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد، ^{ns} عدم معنی‌داری.

**indicates significant at 1% level, *indicates significant at 5% and ns indicates not significant at p 0.05.

اما محلول‌پاشی و اثر متقابل هیومیک‌اسید در محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۵). به‌طوری‌که بیشترین تعداد دانه (۳۷/۶) از

تعداد دانه در طبق: نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که کاربرد هیومیک‌اسید تأثیر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر تعداد دانه در طبق داشت

تیمار ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید حاصل گردید که اختلاف معنی داری با شاهد و تیمار ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید نداشت (جدول ۴). به نظر می رسد افزایش فتوسنتز و متابولیسم گیاهی در اثر مصرف هیومیک اسید، موجب افزایش مواد ذخیره شده و کاهش محدودیت منبع شده که موجب سرازیر شدن مواد پرورده به سمت دانه و افزایش وزن هزار دانه در گیاه گلرنگ می گردد. در یک بررسی مصرف ۳۰۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید موجب افزایش وزن هزار دانه در گیاه گندم شد (۳۰). همچنین جهان و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید منجر به افزایش ۱۵ درصدی وزن دانه در بوته نسبت به شاهد شد (۱۴). در مطالعه ای بر روی گیاه چای ترش کاربرد ۲۲۵۰ گرم هیومیک اسید در هزار لیتر آب موجب افزایش وزن هزار دانه در این گیاه شد (۱۳).

درصد روغن دانه و عملکرد روغن دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کاربرد هیومیک اسید تأثیر معنی داری بر درصد روغن دانه در سطح احتمال یک درصد داشت، اما محلول پاشی و اثر متقابل هیومیک اسید در محلول پاشی بر این صفت معنی دار نبود (جدول ۵). با افزایش سطوح هیومیک اسید درصد روغن به طور معنی داری افزایش یافت، به طوری که بیشترین روغن دانه (۳۰/۹ درصد) از تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید به دست آمد که اختلاف معنی داری با سایر سطوح هیومیک اسید داشت. همچنین کمترین روغن دانه (۲۱/۱ درصد) از شاهد به دست آمد که اختلاف معنی داری با تیمار ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید نداشت (جدول ۴). نتایج مربوط به عملکرد روغن نشان داد، کاربرد هیومیک اسید و محلول پاشی تأثیر معنی داری بر این صفت داشت، اما اثر متقابل هیومیک اسید در محلول پاشی بر این صفت

تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید و کمترین تعداد دانه از تیمار ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید به دست آمد (جدول ۴). به نظر می رسد در میزان بذر پایین تر مواد غذایی بیش تری به طبق ها رسیده و در سطوح بالاتر بذر نیز کاهش تعداد طبق، باعث حفظ دانه های طبق های باقی مانده می گردد. در مطالعه ای بر روی نخود مشخص شد، مصرف خاکی هیومیک اسید نسبت به محلول پاشی آن اثر معنی داری بر عملکرد و اجزای عملکرد داشت. به نحوی که مصرف خاکی ۱۵ یا ۳۰ پی پی ام هیومیک اسید، اثرات مشابهی مانند مصرف ۴۵ پی پی ام این کود به صورت محلول پاشی داشت که در این حالت مصرف هیومیک اسید سبب تولید حداکثر عملکرد اقتصادی و افزایش تعداد دانه در ردیف و تعداد دانه در بوته گیاه نخود شده است (۱۵). در مطالعه ای بر روی گندم نشان داده شد بیشترین تعداد دانه بدون اختلاف معنی دار از غلظت های ۲۰۰ و ۳۰۰ میلی گرم در لیتر هیومیک اسید به دست آمد و کمترین آن مربوط به شاهد بود (۳۰). همچنین در مطالعه ای کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید نسبت به شاهد موجب افزایش ۱۵ درصدی تعداد دانه در غلاف در گیاه لوبیا شد (۱۴). قربانی و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که هیومیک اسید سبب افزایش تعداد دانه در ردیف در گیاه ذرت می شود (۱۲).

وزن هزار دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که مقدار مصرف هیومیک اسید وزن هزار دانه را در سطح احتمال یک درصد افزایش داد، این در حالی بود که محلول پاشی و اثر متقابل هیومیک اسید در محلول پاشی بر این صفت تأثیر معنی داری نداشت (جدول ۵). به طوری که بیشترین وزن هزار دانه (۲۹/۷ گرم) از تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید به دست آمد که اختلاف معنی داری با سایر سطوح هیومیک اسید داشت و کمترین آن (۲۸/۱ گرم) از

معنی دار نبود (جدول ۵). با افزایش سطوح هیومیک اسید عملکرد روغن افزایش یافت به طوری که بیشترین عملکرد روغن از تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید به دست آمد که اختلاف معنی داری با سایر سطوح هیومیک اسید و شاهد داشت. همچنین در تیمارهای محلول پاشی بیشترین عملکرد روغن از تیمار محلول پاشی چای کمپوست به دست آمد که با شاهد اختلاف معنی دار داشت و با سایر تیمارهای محلول پاشی تفاوت معنی دار نداشت (جدول ۴). خاروارا و بیندرا (۱۹۹۲) گزارش نمودند که عملکرد روغن با عملکرد دانه رابطه مثبت دارد و با افزایش عملکرد دانه، عملکرد روغن نیز افزایش می یابد (۱۶). در مطالعه ای کاربرد کود هیومیک اسید و کمپوست موجب افزایش معنی دار درصد روغن در گیاه گلرنگ شد به طوری که مصرف همزمان هیومیک اسید و کمپوست نسبت به کاربرد این دو کود به تنهایی موجب دسترسی به بیشترین درصد روغن شد (۳۶). اسماعیلیان و همکاران (۲۰۱۴) نیز با مقایسه اثر نسبت های مختلف کود آلی و شیمیایی بر عملکرد روغن آفتابگردان به نتایج مشابهی دست یافتند و بیان کردند کاربرد ۵ تن در هکتار کود مرغی + نصف کود شیمیایی توصیه شده موجب دستیابی به بیشترین درصد روغن شد (۱۱). در مطالعه ای توسط مرادی و همکاران (۲۰۱۴) کاربرد ۳ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید تأثیر معنی داری بر میزان روغن دانه کرچک داشت (۱۸).

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد دانه تحت تأثیر کاربرد هیومیک اسید و محلول پاشی قرار گرفت، ولی اثر متقابل هیومیک اسید و محلول پاشی تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه نداشت (جدول ۵). به طوری که بیشترین عملکرد دانه (۵۸۲۲ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار

هیومیک اسید و کمترین آن (۳۷۷۱ کیلوگرم در هکتار) از تیمار ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید به دست آمد. با افزایش مقدار هیومیک اسید عملکرد دانه افزایش یافت اما بین تیمار شاهد و ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید اختلاف معنی داری وجود نداشت. همچنین در صورت محلول پاشی بیشترین عملکرد دانه (۴۸۵۸ کیلوگرم در هکتار) از تیمار محلول پاشی با چای کمپوست و کمترین (۳۹۵۹ کیلوگرم در هکتار) از شاهد به دست آمد. (جدول ۴). هیومیک اسید از طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله اثر بر متابولیسم سلول های گیاهی (۱۹) و از طریق بهبود عناصر غذایی خاک به ویژه آهن و روی (۳۶) باعث افزایش رشد و عملکرد گیاهان می شود. مصرف هیومیک اسید باعث افزایش دوام سطح برگ شده که این امر مواد فتوسنتزی بیشتری را جهت پر شدن دانه ها فراهم می کند که می تواند عملکرد را از طریق افزایش وزن هزار دانه افزایش دهد (۱۵). کاربرد هیومیک اسید در گیاهان گندم، برنج و تریچه به ترتیب باعث افزایش ۲۰، ۱۴ و ۴۴ درصدی عملکرد نسبت به شاهد شد (۱۲). در مطالعه ای که توسط جهان و همکاران (۲۰۱۳) بر روی گیاه لوبیا صورت گرفت، کاربرد هیومیک اسید به طور معنی داری بر عملکرد دانه تأثیر داشت و موجب افزایش ۱۶ درصدی آن نسبت به شاهد گردید (۱۴). انصاری (۲۰۰۸) رشد بهتر و عملکرد بالاتر گیاهان در اثر کاربرد چای کمپوست و ورمی واش را به آزادسازی آهسته عناصر غذایی به همراه اکسین و جیبرلین ناشی از کاربرد این کودها نسبت داد (۳). در مطالعه ای بر روی کلزا مصرف چای کمپوست باعث افزایش محتوای کارتنوئید، عملکرد و نیتروژن در این گیاه شد (۲۲). در مطالعه ای مصرف چای کمپوست موجب افزایش عناصری مثل

می‌توان بیان نمود در رفسنجان و سایر مناطق با شرایط آب و هوایی مشابه رفسنجان (گرم و خشک)، کاربرد کود زیستی هیومیک‌اسید به میزان ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار و در مورد محلول‌پاشی، محلول‌پاشی چای‌کمپوست مناسب‌ترین تیمار برای افزایش عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن در گیاه گلرنگ می‌باشد. در نهایت می‌توان گفت که استفاده از هیومیک‌اسید و محلول‌پاشی چای‌کمپوست علاوه بر افزایش در عملکرد گلرنگ، می‌تواند نقش به‌سزایی را در جهت نیل به اهداف کشاورزی پایدار ایفا کند.

پتاسیم، نیتروژن و فسفر در برگ و عملکرد و کیفیت میوه در گوجه‌فرنگی شد (۳۳).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج به‌دست آمده از این آزمایش نشان داد که در بین سطوح مختلف کود هیومیک‌اسید مقدار ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌تواند نقش مؤثری در افزایش ارتفاع ساقه، قطر ساقه، وزن طبق، تعداد طبق، تعداد طبق بارور، تعداد دانه، وزن هزار دانه، درصد روغن، عملکرد روغن و عملکرد دانه داشته باشد. همچنین محلول‌پاشی چای‌کمپوست بیش‌ترین تأثیر را در افزایش قطر ساقه، تعداد طبق، تعداد طبق بارور، عملکرد روغن و عملکرد دانه داشت. به‌طور کلی

منابع

1. Adibnia, A., Torabi, B., Rahimi, A., and Azari, A. 2015. Quantifying response of safflower Seedling Emergence to Temperature. *Elect. J. Crop Plant.*, 8: 161-177. (in Persian with English Abstract)
2. Albayrak, S., and Camas, N. 2005. Effect of different levels and application times of humic acid on root and leaf yield and yield component of forage turpin. *Agro. J.* 42: 130-133.
3. Ansari, A.A. 2008. Effect of vermicompost and vermiwash on the productivity of spinach (*Spinacia oleracea*), onion (*Allium cepa*) and potato (*Solanum tuberosum*). *World J. Agri. Sci.*, 4: 554-557.
4. Armin, M., and Moslehi, J. 2012. Reaction of yield and component yield on chickpea in time and amount of humic acid. *Modern Sci. Sustain. Agri. J.*, 8: 1-10. (In Persian)
5. Ayas, H., and Gulser, F. 2005. The effect of sulfur and humic acid on yield components and macro nutrient contents of spinach. *J. Biol. Sci.*, 5: 801- 804.
6. Bess, V.H. 2000. Understanding compost tea. *Biocycle.*, 41: 71-72.
7. Carlos, G.G.R., Dendooven, L., and Antonio, G.M.F. 2008. Vermicomposting leachate (worm tea) as liquid fertilizer for maize (*Zea mays* L.) forage production. *Asia. J. Plant Sci.*, 35: 1152-1163.
8. Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E., and Alvino, A. 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. *Agron. Sustain. Dev.*, 25: 183-191.
9. De Sanfilippo, E.C., Argüello, J., Abdala, G., and Orioli, G. 1990. Content of auxin-inhibitor- and gibberellin-like substances in humic acids. *Biol. Plantarum.*, 32: 346-351.
10. Dursun, A., Guvenc, I., and Turan, M. 2002. Effect of different levels of humic acid on seedling growth and macro and micronutrient contents of tomato and eggplant. *Acta. Agrobot.*, 55: 81-88.
11. Esmaeilian, Y., Galavi, M., Amiri, E., and Heidari, M. 2014. Effect of organic and chemical fertilizers on yield, yield components and seed quality of sunflower under drought stress conditions. *Water Soil Sci.*, 24: 175-189. (in Persian with English Abstract)
12. Ghorbani, S., Khazaie, H.R., Kafi, M., and Bannayan Aval, M. 2010. Effects of humic acid application in irrigation water on yield and yield components of maize (*Zea mays* L.). *J. Agroecol.*, 2: 123-131. (in Persian with English Abstract)

13. Heidari, M., and Khalili, S. 2014. Effects of humic acid and phosphorus fertilizer on seed and flower yield, photosynthetic pigments and amounts of mineral elements in *Hisbiscus sabdariffa*. Iran. J. Field Crop Sci., 45: 191-199. (In Persian)
14. Jahan, M., Sohrabi, R., Doaee, F., and Amiri, M.B. 2013. Effect of hydrogel in soil and foliar application of acid humic on some agro ecological characteristic of bean in mashhad. J. Agroecol., 2: 71-90. (In Persian)
15. Khan, A., Guramni, A.R., Khan, M.Z., Hussain, F., Akhtar, M.E., and Khan, S. 2012. Effect of humic acid on growth, yield, nutrient composition, photosynthetic pigment and total sugar contents of peas (*Pisum sativum* L). J. Chem. Soc. Pakistan., 6: 56-63.
16. Kharwara, P.C., and Bindra, A.D. 1992. Effect of nitrogen and plant population on growth, uptake of nutrients and oil yield of spring sunflower (*Helianthus annus*). India. J. Agro. 37: 390-398.
17. Loveland, P., and Webb, J. 2003. Is there a critical level of organic matter in the agricultural soils of temperate regions: a review. Soil Tillage Res., 70: 1-18.
18. Moradi, R., Afshari, H., Masoud Sinaki, J., and Zadeh Bagheri, M. 2014. Investigation effect of cultivar, planting date and humic acid on protein content, oil seed and chlorophyll content in (*Ricinus communis* L.). J. Plant Ecophysiol. 6: 80-90. (in Persian with English Abstract)
19. Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo A., and Vianello, A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Bio. Bioch., 34: 1527-1536.
20. Nemati Darbandi, H., Azizi, M., Mohammadi, S., and KarimPour, S. 2013. Reviewing the effect of vermiwash foliar application on morphological characteristics, percentage and yield of lemon balm essence (*Melissa officinalis* L.). J. Hort. Sci., 27: 411-417. (In Persian)
21. Oren, Y., and Basal, H. 2006. The effect of humic acid and zinc (Zn) application on yield, yield components and fiber quality parameters in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). J. Tecirdag Agri. Faculty., 3: 77-83.
22. Pant, A.P., Radovich, T.J., Hue, N.V., Talcott, S.T., and Krenek, K.A. 2009. Vermicompost extracts influence growth, mineral nutrients, phytonutrients and antioxidant activity in pak choi (*Brassica rapa* cv. Bonsai, Chinensis group) grown under vermicompost and chemical fertiliser. J. Sci. Food Agri., 89: 2383-2392.
23. Pant, A.P., Radovich, T.J., Hue, N.V., and Paull, R.E. 2012. Biochemical properties of compost tea associated with compost quality and effects on pak choi growth. Sci. Hort., 148: 138-146.
24. Pasban Eslam, B. 2013. Effect of planting arrangement on seed yield and its components of fall safflower. Agri. Sci. Sustain. Product., 23: 169-177. (In Persian)
25. Pop, G., Pirsan, P., Mateoc-Sirb, N., and Mateoc, T. 2007. Influence of technological elements on yield quantity and quality in marigold cultural conditions of Timisoara. p. 20-23. 1st International scientific conference on medicinal, aromatic and spice plants. Slovak University of Agriculture in Nitra.
26. Puglisi, E., Fragoulis, G., Ricciuti, P., Cappa, F., Spaccini, R., Piccolo, A., Trevisan, M., and Crecchio, C. 2009. Effects of a humic acid and its size-fractions on the bacterial community of soil rhizosphere under maize (*Zea mays* L.). Chemosphere., 77: 829-837.
27. Rahmatpour, S., Alikhani, H.A., and Mir Sayyed Hosseini, H. 2013. Effect of leaf foliar application of vermiwash on growth indexes, yield and Fe, Zn and P absorption of wheat. Iranian J. Soil Water Res., 44: 203-211. (In Persian)
28. Rasti, E., Saffari, M., and Maghsoudi Moud, A.A. 2015. The effects of organic and chemical fertilizers on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under water stress conditions. Irrig. Water Eng., 5: 69-80. (in Persian with English Abstract)
29. Rauthan, B.S., and Schnitzer, M. 1981. Effects of a soil fulvic acid on the growth and nutrient content of cucumber (*Cucumis sativus*) plants. Plant Soil., 63: 491-495.

30. Sabzevari, S., and Khazaei, H.R. 2009. The Effect of foliar application with humic acid on growth, yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L.). J. Agroecol., 1: 53-63. (in Persian with English Abstract)
31. Sabzevari, S., Khazaie, H.R., and Kafi, M. 2009. Effect of humic acid on root and shoot growth of two wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). J. Water Soil., 23: 87-94. (in Persian with English Abstract)
32. Sivasubramanian, K., and Ganeshkumar, M. 2004. Influence of vermiwash on the biological productivity of Marigold. Madras Agri. J., 91: 221-225.
33. Tejada, M., Gonzalez, J., Hernandez, M., and Garcia, C. 2008. Agricultural use of leachates obtained from two different vermicomposting processes. Biores. Tech., 99: 6228-6232.
34. Turkmen, O., Dursun, A., Turan, M., and Erdinc, C. 2004. Calcium and humic acid affect seed germination, growth, and nutrient content of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) seedling under saline soil conditions. Soil Plant Sci., 54: 168- 174.
35. Valdrighi, M.M., Pera, A., Agnolucci, M., Frassinetti, S., Lunardi, D., and Vallini, G. 1996. Effects of compost-derived humic acids on vegetable biomass production and microbial growth within a plant (*Cichorium intybus*)-soil system: a comparative study. Agri. Ecosys. Environ., 58: 133-144.
36. Yadollahi, P., Asgharipour, M.R., Kheiri, N., and Ghaderi, A. 2015. Effects of drought stress and different types of organic fertilizers on the yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). J. Oil Plant Product. 1: 29-40. (in Persian with English Abstract)

