تأثیر کاربرد کود هیومیک‌اسید، محلول‌پاشی برگی چای‌کمپوست و ورمی‌واش بر شاخص‌های رشد گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.)

آزاده خرم قهفرخی[۱]، اصغر رحیمی [۱*] و بنیامین ترابی[۲]

[۱] گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان، [۲] گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(تاریخ دریافت: ۹٤/۰٤/۰٤، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹٤/۱۰/۱٤)

چکیده:

تجزیه و تحلیل رشد، روش کاربردی و با ارزش در بررسی کمی رشد، نمو و تولید گیاهان زراعی به‌شمار می‌رود. به‌منظور بررسی تأثیر کاربرد کود هیومیک‌اسید گرانول و محلول‌پاشی برگی ورمی‌واش و چای‌کمپوست بر شاخص‌های رشد گلرنگ، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان در سال ۱۳۹۲ انجام شد. تیمارها شامل کاربرد خاکی هیومیک‌اسید (صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) به عنوان عامل اول و محلول‌پاشی (آب مقطر به عنوان شاهد، ورمی‌واش ۱:۱۰، ورمی‌واش ۱:۲۰ و چای‌کمپوست) به عنوان عامل دوم بود. بیش‌ترین میزان شاخص سطح برگ (۱/۹٦)، سرعت رشد محصول (۲٦/۸۵ گرم بر متر مربع بر روز)، وزن خشک کل (۱۲۳۲ گرم بر متر مربع)، سرعت جذب خالص (۱۲/۹٤ گرم بر متر مربع برگ بر روز) و سرعت رشد نسبی (۰/۱۳ گرم بر گرم بر روز) از تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید و کم‌ترین میزان این صفات به‌ترتیب (۱/۲۹، ۱۵/۸۱ گرم بر متر مربع بر روز، ٦۷۱ گرم بر متر مربع، ۸/۹۸ گرم بر متر مربع برگ بر روز و ۰/۱۰۸ گرم بر گرم بر روز) از تیمار شاهد به‌دست آمد. هم‌چنین در بین تیمارهای محلول‌پاشی، محلول‌پاشی چای‌کمپوست باعث افزایش شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، ماده خشک کل، سرعت فتوسنتز خالص و سرعت رشد نسبی شد. در مجموع کاربرد کود زیستی هیومیک‌اسید به میزان ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار و محلول‌پاشی چای‌کمپوست مناسب‌ترین تیمار برای افزایش شاخص‌های رشد و عملکرد گیاه گلرنگ در راستای نیل به کشاورزی پایدار بود.

کلمات کلیدی: سطح برگ، شاخص‌های فیزیولوژیک رشد، عملکرد دانه، ماده خشک

مقدمه:

از آنجا که بخش اعظم روغن مصرفی کشور از خارج وارد می‌شود، کشت دانه‌های روغنی و مدیریت صحیح آن‌ها در جهت افزایش عملکرد، از اهمیت زیادی برخوردار است (احسان‌زاده و زارعیان بغدادآبادی، ۱۳۸۲). گلرنگ با نام علمی *Carthamus tinctorius* گیاهی یک‌ساله و از تیره مرکبان (Asteraceae) است که با توجه به سازگاری بالا و نیاز آبی کم مورد توجه است (امینی و همکاران، ۱۳۸۷). این گیاه بعد از سویا (*Glycine max*)، بادام‌زمینی (*Arachis hypogaea*)، کلزا (*Brassica napus*)، آفتاب‌گردان (*Helianthus annuus*)، کنجد (*Sesamum indicum*)، بزرک (*Linum usitatissimum*) و کرچک (*Ricinus communis*) هشتمین دانه روغنی مهم در دنیا به شمار می‌آید (Damodaram and Hegde, 2002). کشت گلرنگ در ابتدا به‌منظور استخراج رنگ از گلبرگ‌های آن انجام می‌گرفت ولی امروزه این گیاه برای تولید روغن، کنجاله، مواد دارویی، لوازم آرایشی و زینتی نیز کشت می‌شود (یساری و

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: rahimiasg@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.15.2]

همکاران، ۱۳۹۲). کودهای شیمیایی به عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار روی عملکرد گیاهان زراعی مطرح می‌باشند ولی استفاده زیاد آن‌ها به‌ویژه هنگامی که با عملیات مدیریتی نامناسب مثل سوزاندن بقایای گیاهی همراه باشد، ماده آلی خاک را به‌شدت کاهش می‌دهد (پیرانوشه پیرسته و همکاران، ۱۳۸۹). هم‌چنین کاربرد زیاد کودهای شیمیایی در دراز مدت باعث تخریب خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک، کاهش نفوذپذیری، افزایش وزن مخصوص ظاهری و در نهایت باعث کاهش رشد و عملکرد گیاه می‌شود (متقیان و همکاران، ۱۳۸٦). یکی از راه‌های افزایش ماده آلی خاک استفاده از کودهای آلی از قبیل هیومیک‌ها می‌باشد. هیومیک‌اسید اصلی‌ترین بخش مواد هیومیکی و مهم‌ترین جزء ماده آلی خاک (هوموس) را تشکیل می‌دهد. هیومیک‌اسید یک ترکیب پلیمری آلی طبیعی است که در نتیجه پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت، لیگنین و غیره بوجود می‌آید که باعث افزایش عملکرد و کیفیت محصول می‌شود (قربانی و همکاران، ۱۳۸۹). در مطالعه‌ای Ayas و Gulser (۲۰۰۵) گزارش کردند که هیومیک اسید از طریق افزایش در محتوای نیتروژن گیاه سبب افزایش رشد، ارتفاع و به تبع آن عملکرد بیولوژیک می‌شود. هیومیک‌اسید باعث افزایش جذب عناصر غذایی، نفوذپذیری سلولی و سرعت بخشیدن فرایند تنفس در بسیاری از گیاهان عالی می‌شود. هم‌چنین جوانه‌زنی بسیاری از گونه‌های گیاهی به‌وسیله آن تحریک می‌شود (شاهسون مارکده و چمنی، ۱۳۹۲). هیومیک‌اسید می‌تواند به‌طور مستقیم اثرات مثبتی بر رشد گیاه بگذارد. رشد قسمت هوایی و ریشه گیاه توسط هیومیک‌اسید تحریک می‌شود ولی اثر آن روی ریشه برجسته‌تر است. در مطالعه‌ای کاربرد سطوح مختلف هیومیک‌اسید منجر به اختلاف معنی‌داری در وزن ساقه و ارتفاع بوته در گیاه گندم (*Triticum aestivum*) شد (Bulent Asik *et al*., 2009). عصاره هوازی ورمی‌کمپوست که به عنوان چای‌کمپوست شناخته شده است، توجه تولیدکنندگان و پژوهشگران را به خود جلب کرده است. تأثیر مثبت چای‌کمپوست 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 (Pant *et al.*, 2009). دلیل عمده استفاده از چای‌کمپوست، انتقال توده میکروبی، مواد ارگانیک و ترکیبات شیمیایی محلول به خاک و گیاهان است که باعث افزایش رشد گیاه می‌شود (فرمحمدی و نمازی، ۱۳۸۵). ورمی‌واش به‌عنوان 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 به‌صورت اسپری برگی به‌کار می‌رود (نعمتی دربندی و همکاران، ۱۳۹۲). 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 (Sivasubramanian and Ganeshkumar, 2004) و می‌تواند از آسیب‌های وارده به گیاه مانند سوختگی برگ‌ها جلوگیری کند (Quaik *et al.*, 2012). در مطالعه‌ای رحمت‌پور و همکاران (۱۳۹۲) حضور تعدادی از ریز جانداران مفید در رشد گیاه و حمایت از آن در برابر آفات و بیماری‌ها را گزارش کردند، هم‌چنین آن‌ها دریافتند که ورمی‌واش موجب بهبود درصد و قدرت جوانه‌زنی دانه لوبیا (*Phasaeolus vulgaris*) و برنج (*Oryza Sativa*) می‌شود. رشد گیاه مجموعه‌ای از فرآیندهای بیوشیمیایی و فیزیکو شیمیایی است که منجر به افزایش وزن خشک گیاه گردیده و تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۲). تجزیه تحلیل کمی رشد روشی است برای توجیه و تفسیر عکس العمل‌های گیاه نسبت به شرایط محیطی که گیاه در طول دوره رشد خود با آن مواجه می‌گردد. با این روش شناخت بهتری از چگونگی انتقال مواد ساخته شده فتوسنتزی به اندام‌های مختلف و انباشت آن‌ها از طریق اندازه‌گیری ماده خشک تولید شده در طول دوره رشد گیاه به‌دست می‌آمد (Ali *et al.*, 2002). این روش بر مبنای اندازه‌گیری متوالی وزن خشک و سطح برگ گیاه منفرد و یا پوشش‌های گیاهی استوار است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۲).

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.15.2]

هدف اصلی از روش تجزیه رشد و به‌کارگیری معادلات رشد، توضیح و توصیف چگونگی عکس العمل گیاه به شرایط محیطی و نیز تیمارهای به‌کار رفته روی گیاه است (Ali *et al.*, 2002). هدف از این تحقیق بررسی کاربرد کود هیومیک‌اسید و محلول‌پاشی چای کمپوست و ورمی‌واش بر شاخص‌های رشدی گیاه، تجمع ماده خشک و عملکرد دانه در گیاه زراعی گلرنگ در ارتباط با کاهش مصرف کودهای شیمیایی در راستای نیل به کشاورزی پایدار می‌باشد.

مواد و روش‌ها:

این آزمایش در سال ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ولی‌عصر (عج) رفسنجان به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. شهرستان رفسنجان با عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۳ دقیقه و طول جغرافیایی ٥٦ درجه با ارتفاع ۱۵۲۰ متر از سطح دریا، دارای آب و هوای گرم و خشک می‌باشد. عامل‌های آزمایشی شامل کاربرد خاکی هیومیک‌اسید (صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) به عنوان عامل اول و عامل دوم شامل چهار سطح محلول پاشی آب مقطر به عنوان شاهد، ورمی‌واش با نسبت رقیق سازی ۱:۱۰ و ۱:۲۰ و چای‌کمپوست بود. عملیات آماده سازی زمین شامل شخم، دیسک، کرت‌بندی و اضافه کردن کود زیستی هیومیک‌اسید بود. فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و تراکم ٤٠ بوته در متر مربع در نظر گرفته شد. رقم گلرنگ مورد استفاده در این آزمایش گلدشت بود و کشت در اوایل اسفند ماه ۱۳۹۲ صورت گرفت. اولین آبیاری بلافاصله پس از کشت و آبیاری‌های بعدی هر هفت روز یک‌بار انجام گرفت. برای تهیه محلول چای‌کمپوست ترکیب ورمی‌کمپوست، اسید هیومیک، مخمر، عصاره جلبک دریایی و ملاس چغندرقند به مدت ٢٤ ساعت در ۵۰ لیتر آب قرار گرفته و به خوبی هم خورد و با پمپ هوا، هوادهی شد و در نهایت چای‌کمپوست هوازی آماده گردید و با همین غلظت محلول پاشی گردید (Bess, 2000). 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 ٢٤ ساعت قرار داده شد و این عصاره بر روی برگ‌های گیاه محلول‌پاشی شد. محلول‌پاشی از مرحله ۸-۷ برگی تا مرحله گل‌دهی هر دو هفته یک‌بار در صبح زود صورت گرفت. 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). همچنین برخی از خصوصیات چای‌کمپوست و ورمی‌واش در جدول ۲ ذکر شده است.

برای نمونه‌برداری نیم متر از بالا و پایین هر کرت به‌عنوان حاشیه منظور شدند و از سایر قسمت‌های هر کرت برای نمونه‌برداری در طول فصل رشد استفاده گردید. نمونه‌برداری‌ها از ۳۰ روز پس از کاشت شروع شد به‌گونه‌ای که ۱۰ مرحله نمونه‌برداری تخریبی در فواصل زمانی ده روزه برای تعیین روند تجمع وزن خشک کل، روند تغییرات شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، فتوسنتز خالص و سرعت رشد نسبی انجام گرفت. در هر نمونه‌برداری شش بوته از سطح خاک قطع و داخل کیسه‌های پلاستیکی قرار داده شدند و سپس به آزمایشگاه منتقل شدند. برای اندازه‌گیری سطح برگ، سطح تمامی برگ‌های شش بوته مربوط به هر کرت (ابعاد هر کرت ۲/۵*۲ متر و فاصله بین دو بوته ۵ سانتی‌متر در نظر گرفته شد) با دستگاه سنجش سطح برگ مدل Delta T, WD_3, UK اندازه‌گیری شدند. در ادامه به منظور بررسی روند تجمع ماده خشک کل، برگ‌ها از ساقه جدا شد و در پاکت‌های جداگانه درون آون الکتریکی به مدت ٤٨ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد خشک و سپس با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شدند. به منظور تجزیه و تحلیل رشد گیاه از معادلاتی که توسط McDonald (۱۹۹۹) ارائه شد استفاده گردید.

به‌منظور بررسی دقیق‌تر و علمی‌تر شاخص‌های رشد مورد مطالعه از واحد درجه روز رشد به جای فاصله زمانی برای بررسی روند شاخص‌های رشد در طی فصل رشد استفاده شد. این روش نسبت به فاصله زمانی نوسانات فصلی کم‌تری دارد و آن را تعدادی از محققان پیشنهاد کرده‌اند (زمانیان و هاشمی دزفولی، ۱۳۸۰؛ Karimi and Siddique, 1991). درجه

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.15.2]

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

pH	شوری $mS.m^{-1}$	منگنز $mg.kg^{-1}$	روی $mg.kg^{-1}$	مس $mg.kg^{-1}$	آهن $mg.kg^{-1}$	نیتروژن %	فسفر $mg.kg^{-1}$	پتاسیم $mg.kg^{-1}$	ماده آلی %	بافت‌خاک
۷/۸	٦/٥	۸/۳٥	۰/٥۱۹	۰/۸۲	۱/٤٤۷	۰/۱۰	۱۲	۳۸۱	۰/۹۳	لوم شنی

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی چای‌کمپوست و ورمی‌واش

پتاسیم ٪	نیتروژن ٪	فسفر	آهن	مس	روی	منگنز	شوری $mS.m^{-1}$	pH	
				($mg.kg^{-1}$)					
۰/۲۹	۰/۲٥	۲/۰٥	٦۱۸۹	۷۱	۱۳۸	۳۷٦	۱/۹۷	۸/۱	چای‌کمپوست
۰/۳۸	۰/۱٥	۲/۲٥	٦۹۲۱	۹۳	۱٤٥	٤۲۰	۲/٦	۷/۹	ورمی‌واش

روزهای رشد در هر مرحله نمونه‌برداری با توجه به آمارهای هواشناسی منطقه و دماهای پایه و حداکثر و حداقل گیاه و با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$GDD= \sum n[(T_{max}+T_{min})/2]-T_b \quad \text{درجه روز رشد} \quad (۱)$$

که در این رابطه GDD درجه روز رشد، T_{max} حداکثر دمای شبانه روز، T_{min} حداقل دمای شبانه روز، T_b دمای پایه و n تعداد روزهای رشد است. دمای پایه برای گلرنگ ۵ درجه سانتی‌گراد در نظر گرفته شد. هم‌چنین دمای بالاتر از ۳۵ درجه و پایین‌تر از ۵ درجه به‌ترتیب ۳۵ و ۵ درجه سانتی‌گراد منظور شدند (کوچکی و بنایان اول، ۱۳۷۳). در این تحقیق نقاط حداکثر مربوط به شاخص‌های سطح برگ، سرعت رشد محصول و سرعت جذب خالص در ۱۱٤٥ درجه روز رشد و هم‌چنین حداکثر وزن خشک کل در ۱۸٤۷ درجه روز رشد و حداکثر سرعت رشد نسبی در ۲۷۷ درجه روز رشد در تیمارهای مختلف مورد آنالیز واریانس و مقایسه میانگین قرار گرفت. پس از جمع آوری داده‌ها تجزیه‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت و میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث:

نتایج این تحقیق حاکی از این بود که استفاده از کود هیومیک‌اسید و محلول‌پاشی موجب افزایش صفاتی نظیر شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، میزان فتوسنتز خالص، سرعت رشد نسبی و ماده خشک کل در گیاه گلرنگ شد.

شاخص سطح برگ (LAI): نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی هیومیک‌اسید و محلول‌پاشی بر حداکثر شاخص سطح برگ در سطح یک درصد معنی‌دار بود اما اثر متقابل هیومیک‌اسید در محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۳). در این آزمایش با افزایش سطوح کودی میزان شاخص سطح برگ افزایش یافت و کاربرد ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید موجب افزایش ۳٤ درصدی شاخص سطح برگ نسبت به شاهد شد، به طوری که بالاترین میزان شاخص سطح برگ از تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید و کم‌ترین میزان آن از تیمار شاهد در زمان دریافت حدود ۱۱٤٥ درجه روز رشد به‌دست آمد. هم‌چنین بالاترین میزان شاخص سطح برگ از تیمار محلول‌پاشی با چای‌کمپوست و کم‌ترین میزان آن از تیمار شاهد به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت و محلول‌پاشی چای‌کمپوست موجب افزایش ۳۸ درصدی شاخص سطح برگ نسبت به شاهد شد (جدول ٤). در کلیه تیمارهای مورد بررسی، روند کاهش شاخص سطح برگ از حدود ۱۱٤٥ درجه روز رشد (ظهور اولین گل) مشاهده گردید. معمولا قسمت اعظم رشد گونه‌های پربازده در ابتدای فصل رویش در جهت توسعه سطح برگ‌ها صورت می‌گیرد. در نتیجه آن تشعشع خورشیدی نیز با کارایی بیش‌تری مورد استفاده قرار می‌گیرد (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۲). معمولا این ویژگی باعث افزایش

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.15.2]

جدول ۳- نتایج حاصل از تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر تیمارهای آزمایشی بر شاخص‌های رشد و عملکرد دانه

منابع تغییرات	درجه آزادی	حداکثر شاخص سطح برگ	حداکثر سرعت رشد محصول	حداکثر ماده خشک کل	حداکثر سرعت جذب خالص	حداکثر سرعت رشد نسبی	عملکرد دانه
بلوک	۲	۰/۲٤٦ **	٥٥/٥٦ ^{ns}	۲۰۷۹٥ *	٤/۱۲ ^{ns}	۰/۰۰٤٤ **	٥۰٦۹٥۲۸**
هیومیک‌اسید (A)	۳	۰/۹۳۹ **	۲۸۲/۷۹ **	٦٤٦٥۲۲ **	۳۲/٦۳ **	۰/۰۰۱ *	۱۱۲۸۸۸۳٥**
محلول پاشی(B)	۳	۱/۱٤ **	٥٤٤/۲٦ **	۲۰۸٦۹۰**	٦۰/٤۲ **	۰/۰۰۸۸ **	۱۹۹٤۰۳٤*
A×B	۹	۰/۰٥۱ ^{ns}	۳۳/۳۲ ^{ns}	۱۰۷٤۱ ^{ns}	۲/٥٥ ^{ns}	۰/۰۰۰۳ ^{ns}	^{ns}٤۸٦۸٤۳
خطا	۳۰	۰/۰۳٤	۲٤/۱۱	٦۱٦۰	۳/۱۹	۰/۰۰۰۳	٥٦۰٦٥۱
ضریب تغییرات(٪)		۱۱/٥۲	۲۱/۸۹	۸/۳۸	۱٦/۳٥	۱٥/۳٥	۱٦/٦۲

ns، * و ** به ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

جدول ٤- مقایسه میانگین‌های مربوط به اثرات اصلی هیومیک‌اسید و محلول‌پاشی بر حداکثر مقادیر شاخص‌های رشد و عملکرد دانه

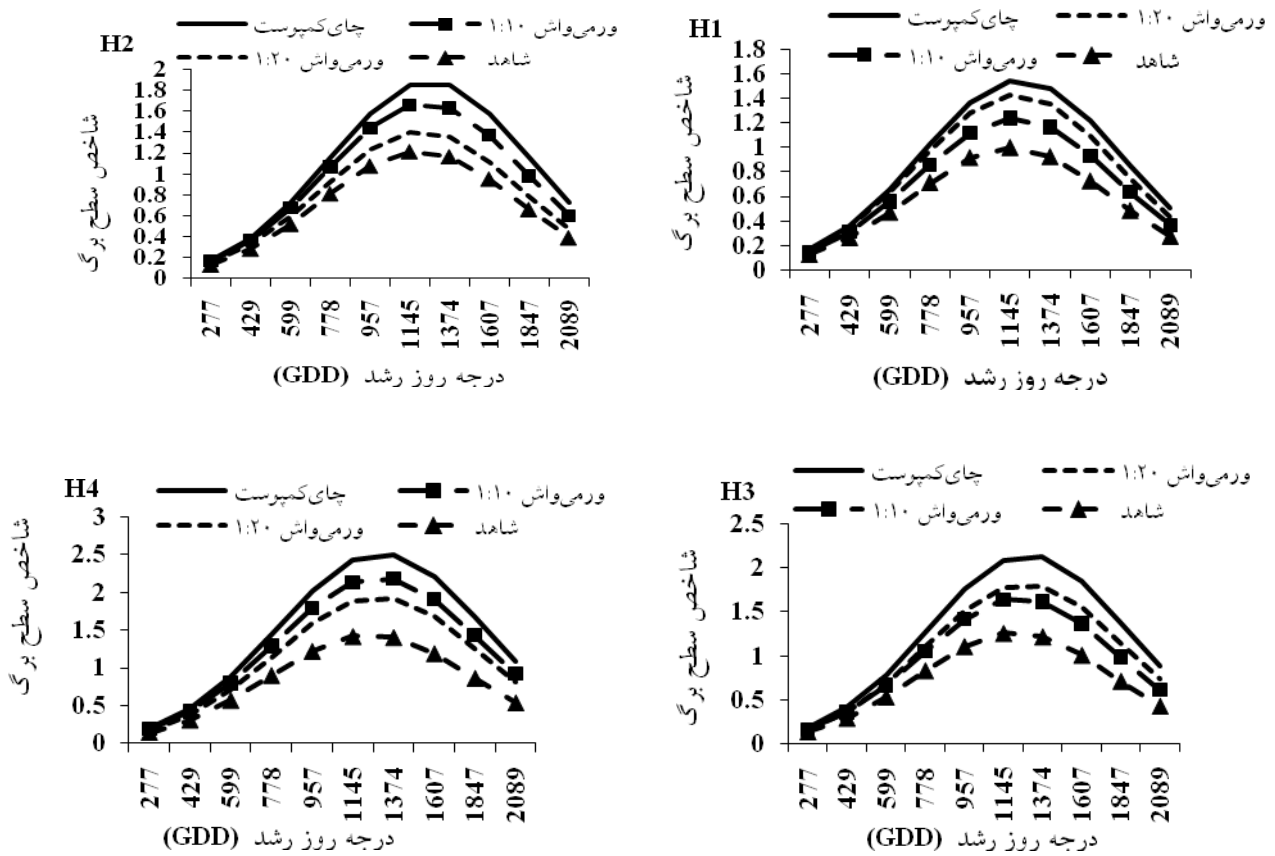
عامل‌های آزمایش	حداکثر شاخص سطح برگ	حداکثر سرعت رشد محصول (گرم بر متر مربع بر روز)	حداکثر ماده خشک کل (گرم بر متر مربع)	حداکثر سرعت جذب خالص (گرم بر متر مربع برگ بر روز)	حداکثر سرعت رشد نسبی (گرم بر گرم بر روز)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
سطوح هیومیک						
شاهد	۱/۲۹^{d}	۱٥/۸۱ ^{c}	٦۷۱ ^{d}	۸/۹۸ ^{c}	۰/۱۰۸ ^{b}	۳۷۷۷ ^{c}
٥۰۰ کیلوگرم در هکتار	۱/٥۲ ^{c}	۲۲/۳ ^{b}	۸۸۱ ^{c}	۱۰/٥۱ ^{b}	۰/۱۲۳ ^{ab}	۳۷۷۱ ^{c}
۱۰۰۰ کیلوگرم درهکتار	۱/٦۸ ^{b}	۲٤/۳٤ ^{ab}	۹٥۹ ^{b}	۱۱/۲۹ ^{b}	/۱۲٤ ^{ab}	٤٦٤٥ ^{b}
۱٥۰۰ کیلوگرم درهکتار	۱/۹٦ ^{a}	۲٦/۸٥ ^{a}	۱۲۳۲ ^{a}	۱۲/۹٤ ^{a}	۰/۱۳ ^{a}	٥۸۲۲ ^{a}
محلول‌پاشی						
آب مقطر	۱/۲۲ ^{c}	۱٤/٦۷ ^{c}	۷۷٦ ^{c}	۸/۱۹ ^{c}	۰/۰۹ ^{c}	۳۹٥۹ ^{b}
ورمی‌واش ۱:۱۰	۱/٦٦ ^{b}	۲۲/۲۷ ^{b}	۹۳۹ ^{b}	۱۰/۹٤ ^{b}	۰/۱۲۲ ^{b}	٤٤۲۹ ^{ab}
ورمی‌واش ۱:۲۰	۱/٦۲ ^{b}	۲۱/٦٥ ^{b}	۹۲۹ ^{b}	۱۰/۹۲ ^{b}	۰/۱۱۸ ^{b}	٤۷٦۹ ^{a}
چای‌کمپوست	۱/۹۷ ^{a}	۳۰/۷۱ ^{a}	۱۰۹۹ ^{a}	۱۳/٦۸ ^{a}	۰/۱٥٦ ^{a}	٤۸٥۸ ^{a}

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری ندارد.

توان فتوسنتزی گیاه و در نتیجه باعث افزایش عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی می‌گردد. افزودن کود هیومیک‌اسید به خاک، رشد گیاه و باروری خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد و باعث افزایش سطح نیتروژن در دسترس خاک می‌شود. با توجه به نقش مثبت نیتروژن در افزایش رشد رویشی و با توجه به این نکته که هیومیک‌اسید موجب افزایش انتقال نیتروژن از ریشه به اندام هوایی می‌شود (Nikbakht *et al.*, 2008) می‌توان گفت که هیومیک‌اسید موجب افزایش رشد برگ‌ها و افزایش سطح آن‌ها شده است و در نتیجه سطح برگ نسبت به زمینی که اشغال کرده است خیلی بیش‌تر از تیمارهایی خواهد بود که مقدار هیومیک‌اسید کم‌تری در آن‌ها مصرف شده است. با توجه به شکل (۱) کاربرد ۱٥۰۰ کیلوگرم در هکتار

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.15.2]

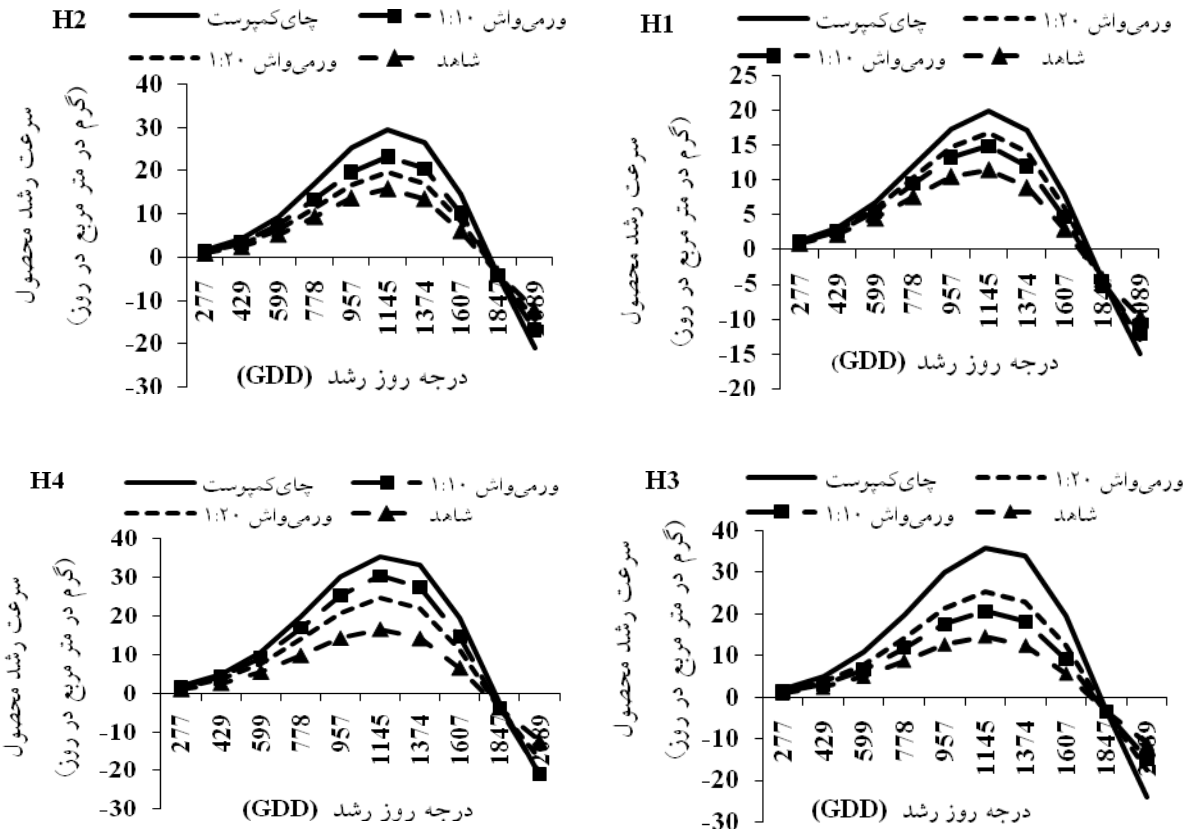


شکل ۱- روند تغییرات شاخص سطح برگ گلرنگ تحت تیمارهای مختلف هیومیک‌اسید و محلول‌پاشی، H1، H2، H3 و H4 به ترتیب مربوط به کود هیومیک‌اسید صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشند.

هیومیک‌اسید و محلول‌پاشی چای‌کمپوست موجب افزایش شاخص سطح برگ در طی زمان‌های مختلف در گیاه گلرنگ شد. در مطالعه‌ای ترکیبات هیومیکی باعث افزایش سطح برگ و در نتیجه افزایش شاخص سطح برگ در گیاه انگور شد (Astaraei and Ivani, 2008) که با نتایج آزمایشات ما مطابقت داشت. چای‌کمپوست غنی از میکروارگانیسم‌هایی است که باعث افزایش معنی‌دار تولید تنظیم‌کننده‌های رشد گیاهی نظیر جیبرلین و سیتوکینین می‌شوند (Pant *et al.*, 2011). از طرفی وجود سیتوکینین باعث افزایش تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلولی شده که در نتیجه آن سطح برگ افزایش می‌یابد (نعمتی دربندی و همکاران، ۱۳۹۱). در مورد اثرات مثبت محلول‌پاشی چای‌کمپوست بر شاخص سطح برگ نیز Siddiqui و همکاران (۲۰۰۸) افزایش سطح برگ را در گیاه دارویی آب بشقابی گزارش کردند. در آزمایشی گزارش شد، چای‌کمپوست استخراج شده به روش‌های مختلف باعث افزایش معنی‌دار سطح برگ گیاه شلغم نسبت به تیمار شاهد شد، درحالی که بیشترین سطح برگ در تیمار چای‌کمپوست هوادهی نشده بود. تیمارهای آزمایش شامل چای‌کمپوست هوادهی نشده، چای‌کمپوست هوادهی شده با جمعیت میکروبی، چای‌کمپوست هوادهی شده و شاهد بود (Pant *et al.*, 2009). با توجه به اینکه در این آزمایش نیز محلول‌پاشی چای‌کمپوست موجب افزایش شاخص سطح برگ شد، می‌توان گفت که نتایج ما با نتایج Pant و همکاران (۲۰۰۹) بر روی شلغم مطابقت داشت.

سرعت رشد محصول (CGR): نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس مربوط به سرعت رشد محصول در زمان دریافت حدود ۱۱۴۵ درجه روز رشد نشان داد که اثر تیمارهای مربوط به اثرات اصلی هیومیک‌اسید و محلول‌پاشی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.15.2]



شکل۲- روند تغییرات سرعت رشد گلرنگ تحت تیمارهای مختلف هیومیک‌اسید و محلول‌پاشی، H1، H2، H3 و H4 به ترتیب مربوط به کود هیومیک‌اسید صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشند.

بر حداکثر سرعت رشد محصول در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). در این آزمایش با افزایش سطوح کودی میزان سرعت رشد محصول افزایش یافت، به‌طوری که بیش‌ترین سرعت رشد محصول از تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم هیومیک‌اسید به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید نداشت و کم‌ترین آن از تیمار شاهد به‌دست آمد. هم‌چنین در تیمارهای محلول‌پاشی بیش‌ترین سرعت رشد محصول از محلول‌پاشی چای‌کمپوست به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت (جدول ٤). همان طور که در شکل (۲) مشاهده می‌شود سرعت رشد محصول در ابتدای فصل رشد به دلیل کامل نبودن پوشش گیاهی و کم بودن سطح دریافت‌کننده تابش (برگ‌ها) کم است اما در اواسط دوره رشد با رشد سریع گیاه و افزایش سطح برگ، جذب تابش و سرعت رشد محصول افزایش می‌یابد و در اواخر فصل رشد روند کاهشی در سرعت رشد محصول مشاهده شد و این زمانی رخ می‌دهد که گیاه به جای تولید مواد فتوسنتزی بیش‌تر به انتقال مواد از اندام‌های مختلف به دانه‌ها می‌پردازد. به همین دلیل CGR در اواخر دوره رشد منفی شده است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۲). شکل (۲) نشان داد که در بین تیمارهای کودی بیش‌ترین سرعت رشد محصول در اثر کاربرد ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید به دست آمد، که دلیل این امر می‌تواند به خاطر افزایش سطح برگ و گسترش زودتر سطح برگ در این تیمار باشد، درمورد تیمارهای مربوط به محلول‌پاشی، تیمار محلول‌پاشی با چای‌کمپوست بیش‌ترین سرعت رشد محصول را در تمامی سطوح کودی دارا بود. با توجه به اینکه هیومیک‌اسید حاوی عناصر پرمصرف و کم‌مصرف می‌باشد، می‌توان گفت که با کلات کردن عناصر ضروری، باعث افزایش جذب عناصر

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.15.2]

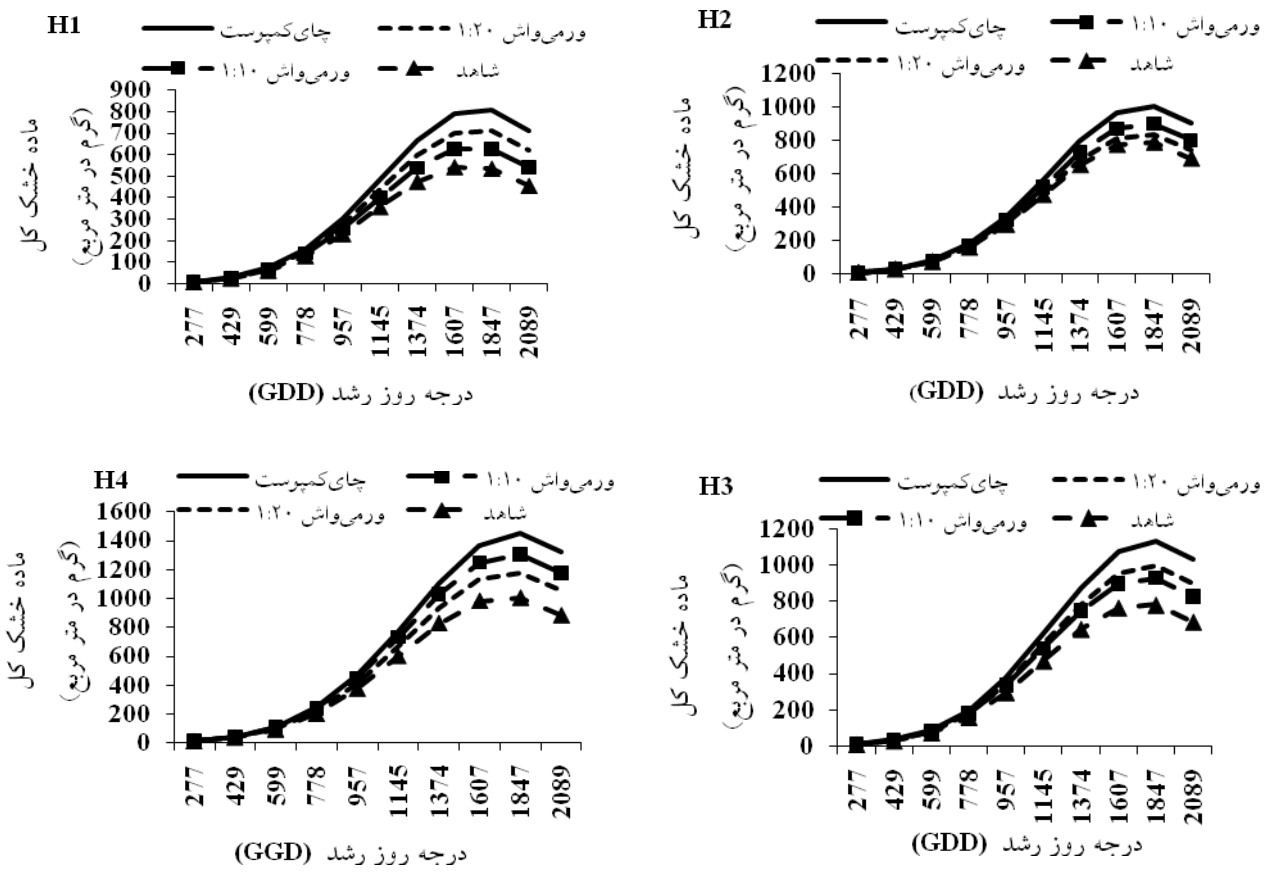
غذایی شده و باروری و تولید را در گیاهان افزایش می‌دهد که این امر می‌تواند در افزایش سرعت رشد محصول مؤثر باشد (سبزواری و همکاران، ۱۳۸۸). در مطالعه‌ای روی ذرت بین فاصله زمانی ۹۰-۷۵ روز پس از کاشت، کاربرد هیومیک‌اسید سرعت رشد گیاه را به میزان ٤/٢٤ درصد نسبت به شاهد افزایش داد (شاه‌حسینی و همکاران، ۱۳۹۱). همانطور که مشاهده شد در این آزمایش سرعت رشد محصول با کاربرد هیومیک‌اسید افزایش یافت و کاربرد ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید موجب افزایش ۱۷ درصدی سرعت رشد محصول نسبت به تیمار شاهد شد که با نتایج شاه‌حسینی و همکاران (۱۳۹۱) بر روی ذرت مطابقت داشت.

ماده خشک کل (TDM): وزن خشک بوته در واحد سطح یکی از متغیرهای مهم در تحقیقات به‌زراعی است، زیرا بیانگر توان تولید گیاه در طول فصل رشد است. نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس مربوط به ماده خشک کل در زمان دریافت حدود ۱۸٤۷ درجه روز رشد نشان داد که اثر تیمارهای مربوط به اثرات اصلی هیومیک‌اسید و محلول‌پاشی بر حداکثر ماده خشک کل در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). با افزایش سطوح کودی میزان وزن خشک کل گیاه گلرنگ افزایش یافت، به طوری که کاربرد ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید موجب افزایش ٤٥ درصدی وزن خشک کل نسبت به تیمار شاهد در گلرنگ شد. با توجه به جدول (٤) بیش‌ترین میزان ماده خشک از تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر سطوح هیومیک‌اسید و شاهد داشت و کم‌ترین آن از تیمار شاهد به‌دست آمد. هم‌چنین در تیمارهای محلول‌پاشی بیش‌ترین وزن خشک کل از تیمار چای‌کمپوست و کم‌ترین میزان آن از تیمار شاهد به‌دست آمد و محلول‌پاشی چای‌کمپوست موجب افزایش ۲۹ درصدی وزن خشک کل در مقایسه با شاهد شد (جدول ٤). شکل (۳) نشان می‌دهد که روند افزایش ماده خشک در تیمارهای مختلف از یک روند معقولی پیروی می‌کند به طوری که دیده می‌شود در ابتدای فصل رشد به‌دلیل پایین بودن دما و کم بودن سطح فتوسنتزی، تجمع ماده خشک روند کندی داشته و این روند در همه تیمارها مشاهده می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزایش کاربرد هیومیک‌اسید روند تجمع ماده خشک نیز در گیاهان بیش‌تر می‌شود و تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید بالاتر از سایر تیمارها قرار گرفته است. علت افزایش تجمع ماده خشک با افزایش کاربرد هیومیک‌اسید، تأثیر مثبت هیومیک‌اسید در افزایش رشد رویشی و در نتیجه بالا رفتن وزن خشک گیاه است. هم‌چنین محلول‌پاشی چای‌کمپوست در همه سطوح کودی، بیش‌ترین میزان ماده خشک کل را به خود اختصاص داد. در مطالعه‌ای تجمع ماده خشک در اوایل دوره رشد ذرت (٤٥ روز اول) تحت تأثیر هیومیک‌اسید قرار نگرفت اما در مراحل بعدی (٦٠ روزگی) رشد باعث افزایش ۸/۸۵ درصدی این صفت نسبت به شاهد گردید و در ۱۲۰ روز پس از کاشت به بالاترین میزان خود (۱۱/۵۱٪) رسید (شاه‌حسینی و همکاران، ۱۳۹۱). Kauser و Azam (۱۹۸۵) طی آزمایشی روی گندم دریافتند که محلول پاشی اسید هیومیک به میزان ٥٤ میلی‌گرم در لیتر، ۵۰ درصد افزایش در طول ریشه و ۲۲ درصد افزایش در ماده خشک را به همراه داشت، احتمالا در این آزمایش افزایش بیشتر در وزن خشک نسبت به آزمایش Kauser و Azam (۱۹۸۵) بر روی گندم به دلیل کاربرد سطوح بالاتر هیومیک‌اسید مصرفی و یا واکنش بیشتر گیاه گلرنگ نسبت به کاربرد این کود بوده است. در مطالعه‌ای در گیاه گاوزبان مصرف چای‌کمپوست باعث افزایش ارتفاع بوته و وزن تر و خشک اندام هوایی شد (El-Din and Hendawy, 2010) که با نتایج ما مطابقت داشت. می‌توان گفت وجود میکروارگانیسم‌ها، عناصر ریز مغذی و درشت مغذی موجود در چای‌کمپوست موجب افزایش وزن خشک گلرنگ شده است. در مطالعه‌ای افزایش طول ساقه، طول ریشه، سطح برگ و وزن خشک در گیاه موز به دلیل وجود عناصر میکرو، اسید هیومیک و اسید فولیک موجود در چای‌کمپوست گزارش شد (Aremu *et al*., 2012).

سرعت جذب خالص (NAR): نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی هیومیک‌اسید و محلول‌پاشی بر حداکثر سرعت جذب خالص در ۱۱٤٥ درجه روز رشد در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

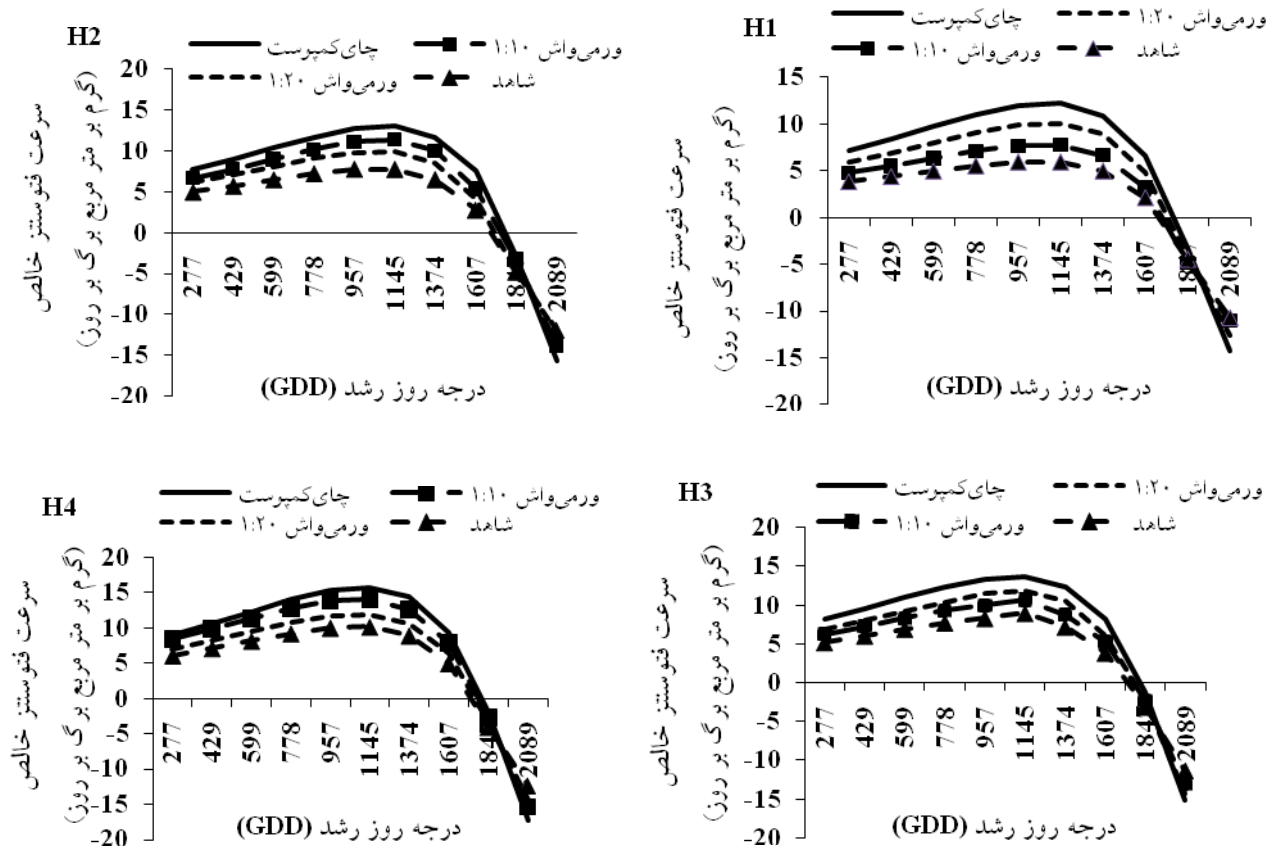
[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.15.2]



شکل۳- روند تغییرات ماده خشک کل گلرنگ تحت تیمارهای مختلف هیومیک‌اسید و محلول‌پاشی، H1، H2، H3 و H4 به ترتیب مربوط به کود هیومیک‌اسید صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشند.

سطح یک درصد معنی‌دار بود اما اثر متقابل هیومیک‌اسید در محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۳). با افزایش مصرف هیومیک‌اسید سرعت جذب خالص افزایش یافت به طوری که مصرف ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید موجب افزایش ۳۰ درصدی سرعت جذب خالص نسبت به شاهد شد، با توجه به جدول (٤) بالاترین میزان سرعت جذب خالص از تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید به‌دست آمد که با سایر سطوح هیومیک اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین میزان سرعت جذب خالص از تیمار شاهد به‌دست آمد. هم‌چنین در تیمارهای محلول‌پاشی بیش‌ترین سرعت جذب خالص از محلول‌پاشی چای‌کمپوست و کمترین آن از تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول ٤). همان طور که در شکل ٤ مشاهده می‌شوده تا ۱۱٤۵ درجه روز رشد سرعت جذب خالص افزایش می‌یابد اما پس از آن با گذشت زمان به سرعت کاهش می‌یابد. در ابتدای فصل رشد چون رشد گلرنگ به صورت رزت است به علت هم‌پوشانی برگ‌ها، شدت فتوسنتز در برگ‌ها و میزان جذب خالص با سرعت کمی افزایش پیدا می‌کند، اما با افزایش رشد، برگ‌ها از هم باز می‌شوند و در معرض تشعشع خورشیدی قرار می‌گیرند و در نتیجه میزان فتوسنتز در آن‌ها بالا می‌رود. در نهایت، با وجود سطح برگ کم چون ماده خشک در آن‌ها نسبت به واحد سطح برگ بیش‌تر می‌شود، بنابراین میزان جذب خالص نیز افزایش پیدا می‌کند، اما دوباره با افزایش رشد بوته‌ها و برگ‌ها، سایه‌اندازی آن‌ها روی یکدیگر بیشتر می‌شود؛ سپس، شدت فتوسنتز و نسبت ماده خشک تولیدی به سطح برگ کاهش می‌یابد و به دنبال آن میزان جذب نیز کم می‌شود و نمودار آن روند نزولی پیدا می‌کند. در مطالعه‌ای روی ارقام گلرنگ مشاهده شد، روند سرعت جذب خالص در ابتدای فصل رشد

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.15.2]

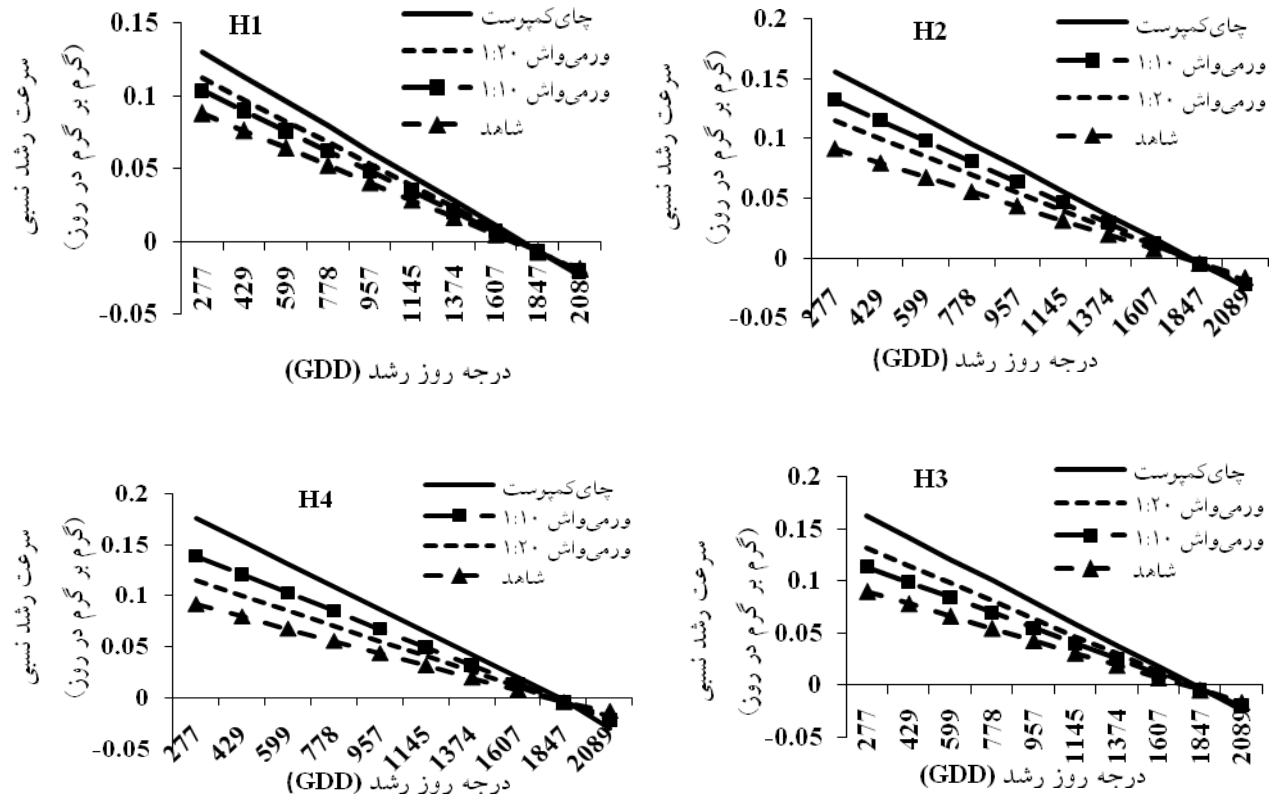


شکل٤- روند تغییرات سرعت فتوسنتز خالص گلرنگ تحت تیمارهای مختلف هیومیک‌اسید و محلول‌پاشی، H1، H2، H3 و H4 به ترتیب مربوط به کود هیومیک‌اسید صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشند.

(مرحله رشد سریع ساقه)، به صورت افزایشی و پس از آن، یعنی در مرحله انتهای گلدهی به صورت کاهشی است (کشیری و همکاران، ۱۳۸۲). همان‌طور که در روند سرعت جذب خالص (شکل ٤) مشاهده می‌شود تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید به دلیل دارا بودن تعداد برگ بیش‌تر نسبت به سایر تیمارها در انتهای مراحل رشدی کاهش بیش‌تری داشته که به نظر می‌رسد این امر به دلیل سایه‌اندازی و ریزش برگ‌ها در مراحل انتهایی رشد باشد و تیمار شاهد نیز به دلیل تولید تعداد برگ کم‌تر در مراحل انتهایی کاهش کم‌تری داشته است. در مورد تیمارهای محلول‌پاشی بالاترین سرعت جذب خالص در تمامی تیمارهای کودی از محلول‌پاشی چای‌کمپوست به‌دست آمد. به نظر می‌رسد که محلول‌پاشی چای‌کمپوست با افزایش شاخص سطح برگ باعث کاهش کم‌تر در در سرعت فتوسنتز می‌گردد که این امر می‌تواند به دلیل گسترش و بسته شدن سریع‌تر پوشش گیاهی باشد.

سرعت رشد نسبی (RGR): روند تغییرات سرعت رشد نسبی در همه تیمارها تقریبا شبیه هم بود. حداکثر سرعت رشد نسبی در ابتدای فصل رشد و با دریافت ۲۷۷ درجه روز رشد حاصل شد و پس از آن، کاهش یافت. با توجه به جدول تجزیه واریانس اثر اصلی هیومیک‌اسید و محلول‌پاشی بر حداکثر سرعت رشد نسبی در زمان دریافت ۲۷۷ درجه روز رشد به ترتیب در سطح پنج درصد و یک درصد معنی‌دار بود اما اثر متقابل هیومیک‌اسید در محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۳). بیش‌ترین میزان سرعت رشد نسبی از تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر سطوح هیومیک‌اسید نداشت و کم‌ترین میزان آن از تیمار شاهد به‌دست آمد. هم‌چنین در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.15.2]



شکل۵- روند تغییرات سرعت رشد نسبی گلرنگ تحت تیمارهای مختلف هیومیک‌اسید و محلول‌پاشی، H1، H2، H3 و H4 به ترتیب مربوط به کود هیومیک‌اسید صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشند.

تیمارهای محلول‌پاشی بیش‌ترین سرعت رشد نسبی از تیمار محلول‌پاشی چای‌کمپوست و کم‌ترین آن از تیمار شاهد به‌دست آمد (جدول ٤). تغییرات سرعت رشد نسبی بر مبنای درجه روز رشد در ترکیبات تیماری مختلف نشان می‌دهد که در تمام ترکیبات تیماری، سرعت رشد گیاه با افزایش سن گیاه کاهش یافته است، تغییرات سرعت رشد نسبی (شکل ۵) نشان می‌دهد که در تمام ترکیبات تیماری، سرعت رشد نسبی با افزایش سن گیاه کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد که در تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید رقابت بر سر آب و مواد غذایی در دوره کم‌تری از فصل رشد بوده است و در نتیجه میزان فتوسنتز خالص و سرعت رشد نسبی افزایش بیش‌تری نسبت به سایر سطوح کودی داشته است. در تیمارهای محلول‌پاشی، محلول‌پاشی چای‌کمپوست بیش‌ترین مقدار سرعت رشد نسبی را در همه زمان‌ها و همه سطوح کودی داشت.

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد دانه تحت تأثیر اثرات اصلی کاربرد هیومیک و محلول‌پاشی قرار گرفت، ولی اثر متقابل هیومیک و محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشت (جدول ۳). به طوری که بیشترین عملکرد دانه از تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید و کمترین آن از تیمار ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید به‌دست آمد. با افزایش مقدار هیومیک‌اسید عملکرد دانه افزایش یافت اما بین تیمار شاهد و ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. هم‌چنین در صورت محلول‌پاشی بیشترین عملکرد دانه از تیمار محلول‌پاشی با چای‌کمپوست و کمترین از تیمار شاهد به‌دست آمد. (جدول ٤). می‌توان گفت مصرف هیومیک‌اسید باعث افزایش دوام سطح برگ شده که این امر مواد فتوسنتزی بیشتری را جهت پر شدن دانه‌ها فراهم می‌کند که می‌تواند عملکرد را از طریق افزایش وزن هزار دانه افزایش دهد (Khan *et al.*, 2012). می‌توان علت افزایش عملکرد دانه را در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.15.2]

اثر کاربرد هیومیک‌اسید و محلول‌پاشی چای‌کمپوست به بالا بودن شاخص سطح برگ و وزن خشک گیاه نسبت داد. با افزایش شاخص سطح برگ، نور بیش‌تری توسط گیاه دریافت می‌کند و در نتیجه به‌علت فتوسنتز بیش‌تر، سرعت رشد محصول و تجمع ماده خشک نیز افزایش می‌یابد و افزایش شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول منجر به افزایش عملکرد دانه می‌شود. در مطالعه‌ای بر روی گیاه لوبیا، کاربرد هیومیک‌اسید به طور معنی‌داری بر عملکرد دانه تأثیر داشت و موجب افزایش ۱۶ درصدی آن نسبت به شاهد گردید (جهان و همکاران، ۱۳۹۲). در این آزمایش مصرف ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید موجب افزایش ۳۵ درصدی عملکرد دانه نسبت به تیمار ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید شد، که با نتایج جهان و همکاران (۱۳۹۲) مطابقت داشت. همچنین در مطالعه‌ای بر روی گیاه چای‌ترش مصرف ۱۵۰۰ گرم اسید هیومیک در هزار لیتر آب تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت (حیدری و خلیلی، ۱۳۹۳). ورمی‌واش به عنوان عصاره ورمی‌کمپوست حاوی عناصر غذایی و میکروارگانیسم‌های مفید برای رشد گیاهان است و محلول‌پاشی با آن موجب افزایش عملکرد می‌شود (رحمت‌پور و همکاران، ۱۳۹۲). در مطالعه‌ای رشد بهتر و عملکرد بالاتر گیاهان در اثر کاربرد چای‌کمپوست و ورمی‌واش را به آزادسازی آهسته عناصر غذایی به همراه اکسین و جیبرلین ناشی از کاربرد این کودها نسبت دادند (Ansari, 2008). در مطالعه ای بر روی کلزا مصرف چای‌کمپوست باعث افزایش عملکرد دانه در این گیاه شد (Pant *et al*., 2009) که با نتایج آزمایش ما مطابقت داشت.

نتیجه‌گیری کلی:

از نتایج این مطالعه چنین استنباط می‌شود که کاربرد ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید و محلول‌پاشی چای‌کمپوست موجب افزایش شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، ماده خشک کل، سرعت جذب خالص و سرعت رشد نسبی نسبت به تیمار شاهد شد، همچنین عملکرد دانه با مصرف ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید و محلول‌پاشی چای‌کمپوست افزایش یافت. در این بررسی می‌توان دلیل افزایش عملکرد دانه را افزایش کلیه شاخص‌های رشدی با کاربرد هیومیک‌اسید و چای‌کمپوست ذکر کرد. در مجموع می‌توان گفت در شرایط آب و هوایی مشابه رفسنجان (گرم و خشک)، از لحاظ اقتصادی کاربرد کود زیستی هیومیک‌اسید به میزان ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار و در مورد محلول‌پاشی، محلول‌پاشی چای کمپوست مناسب‌ترین تیمار برای افزایش شاخص‌های رشدی و عملکرد گیاه گلرنگ است.

منابع:

احسان‌زاده، پ. و زارعیان بغدادآبادی، ع. (۱۳۸۲) اثر تراکم بوته بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی ویژگی‌های رشد دو رقم گلرنگ در شرایط آب و هوایی اصفهان، مجله علوم آب و خاک ۷: ۱۴۰-۱۲۹.

امینی، ف.، سعیدی، ق. ا. و ارزانی، ا. (۱۳۸۷) روابط بین عملکرد دانه و اجزای آن در ژنوتیپ‌های گلرنگ، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۲: ۵۳۵-۵۲۵.

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 annus*) در سطوح مختلف تنش خشکی، نشریه بوم شناسی کشاورزی ۲: ۵۰۱- ۴۹۲.

جهان، م.، سهرابی، ر.، دعایی، ف. و امیری، م. ب. (۱۳۹۲) اثر هیدروژل سوپر جاذب رطوبت در خاک و محلول‌پاشی اسید هیومیک بر برخی ویژگی‌های اگرواکولوژیکی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در شرایط مشهد، مجله کشاورزی بوم شناختی ۲: ۹۰-۷۱.

حیدری، م. و خلیلی، س. (۱۳۹۳). تأثیر اسید هیومیک و کود فسفر بر عملکرد دانه و گل، رنگدانه‌های فتوسنتزی و مقادیر عناصر معدنی در گیاه چای ترش (*Hisbiscus sabdariffa*)، نشریه علوم گیاهان زراعی ایران ۴۵: ۱۹۹-۱۹۱.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.15.2]

رحمت‌پور، س.، علیخانی، ح. ع. و میر سید حسینی، ح. (۱۳۹۲) تأثیر برگ‌پاشی ورمی‌واش بر شاخص‌های رشد و عملکرد گندم و جذب روی، آهن و فسفر در دانه گندم، مجله تحقیقات آب و خاک ایران ٤٤ : ۲۱۱-۲۰۳.

زمانیان، م.و هاشمی دزفولی، ا. ح. (۱۳۸۰) بررسی شاخص‌های فیزیولوژیک رشد موثر برعملکرد علوفه هفت رقم یونجه، مجله علوم زراعی ایران ۱: ۲۸-۱۳.

سبزواری، س.، خزاعی، ح. ر. و کافی، م. (۱۳۸۸) اثراسید هیومیک بر رشد ریشه و بخش هوایی ارقام سایونز و سبلان گندم (*Triticum aestivum* L.)، مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) ۲۳: ۹٤-۸۷.

سرمدنیا، غ. م. و کوچکی، ع. (۱۳۷۲) فیزیولوژی گیاهان زراعی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

شاه‌حسینی، ز.، غلامی، ا. و اصغری، ح. (۱۳۹۱) تأثیر همزیستی میکوریزایی و کاربرد اسید هیومیک بر کارآیی مصرف آب و شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد ذرت در شرایط کم آبیاری، دو فصلنامه علمی - پژوهشی خشک بوم ۲: ٥٦-۳۹.

شاهسون مارکده، م. و چمنی، ا. (۱۳۹۲) تأثیر غلظت و زمان‌های مختلف کاربرد اسید هیومیک بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل بریده شب‌بو رقم Hanza، علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای ٥ (۱۹): ۱۷۰-۱٥۷.

فرمحمدی، س. و نمازی، م. (۱۳۸٥) استفاده از چای‌کمپوست و اثرات آن بر محیط زیست پایدار. اولین همایش تخصصی مهندسی محیط زیست، تهران، ایران.

قربانی، ص.، خزاعی، ح. ر.، کافی، م. و بنایان اول، م. (۱۳۸۹) اثر کاربرد اسید هیومیک در آب آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت (*Zea mays* L.)، نشریه بوم شناسی کشاورزی ۲ : ۱۱۸-۱۱۱.

کشیری، م.، لطیفی، ن. و قاسمی، م. (۱۳۸۲) تجزیه و تحلیل رشد ارقام گندم با آرایش‌های مختلف کاشت در شرایط دیم، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی ۱۰: ۹٦-۸٥.

کوچکی، ع، و بنایان اول، م. (۱۳۷۳) فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

متقیان، ا.، پیردشتی، ه. ا.، بهمنیار، م. ع. و عباسیان، ا. (۱۳۸٦) مطالعه تأثیر کمپوست، ورمی‌کمپوست، لجن فاضلاب و کود شیمیایی بر خصوصیات مورفولوژیکی، عملکرد پروتئین و دانه ارقام مختلف سویا، مجموعه مقالات دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی، گرگان ، ایران.

نعمتی دربندی، ه.، عزیزی، م.، محمدی، س. و کریم‌پور، س. (۱۳۹۲) بررسی اثر محلول‌پاشی با غلظت‌های مختلف عصاره ورمی‌کمپوست (ورمی‌واش) بر صفات مورفولوژیک، درصد و عملکرد اسانس گیاه دارویی بادرنجبویه، نشریه علوم باغبانی ۲۷: ٤۱۷-٤۱۱.

یساری، ط.، خوشحال، ج. و شهسواری، م. ر. (۱۳۹۲) پهنه‌بندی تاریخ‌های کاشت ارقام گلرنگ بهاره در استان اصفهان، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی ۲٤: ۱۸۲-۱۷۱.

Ali, S., Khan, A. R., Miraj, G., Arif, M., Fida, M. and Bibi, S. (2002) Assessment of different crop nutrient management practices for yield improvement. Australian Journal of Crop Science 2: 150-157.

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 Sciences 4: 554-557.

Aremu, A. O., Kulkarni, M. G., Bairu, M. W., Finnie, J. F. and Van Staden, J. (2012) Growth stimulation effects of smoke-water and vermicompost leachate on greenhouse grown-tissue-cultured 'Williams' bananas. Plant Growth Regulation 66: 111-118.

Astaraei, A. R. and Ivani, R. (2008) Effect of organic sources as foliar spray and root madia on nutrition in cowpea plant. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences 3: 352-356.

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: 801- 804.

Bess, V. H. 2000. Understanding compost tea. Biocycle 41: 71-72 .

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.15.2]

Bulent Asik, B., Turan A., Celik H. and Vahap Katkat, A. (2009) Effects of humic substances on plant growth and mineral nutrients uptake of wheat (*Triticum durum*) under conditions of salinity. Asian Journal of Crop Science 1: 87-95.

Damodaram, T. and Hegde, D.M. (2002) Oil seeds situation: a statistical compendium. Directorate of Oil Seeds Research, Rajendranagar, Hyderabad, India.

El-Din, A. A. E. and Hendawy, S. (2010) Effect of dry yeast and compost tea on growth and oil content of *Borago officinalis* plant. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences 6: 424-430.

Karimi, M. M. and Siddique, H. M. (1991) Crop growth and relative growth rate of old and modern wheat cultivars. Australian Journal of Agriculture Research 42: 13-20.

Kauser, A. and Azam, F. (1985) Effect of humic acid on wheat seeding growth. Environmental and Experimental Botany 25: 245 – 252.

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). Journal of Chemical Society of Pakistan 6: 56-63.

McDonald, M. B. (1999) Seed deterioration: physiology, repair and assessment. Seed Science and technology 27: 177-237.

Nikbakht, A., Kafi, M., Babalar, M., Xia, Y. P., Luo, A. and Etemadi, N. A. 2008. Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake, and post harvest life of Gerbera. Journal of Plant Nutrition 31: 2155-2167.

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. Journal of the Science of Food and Agriculture 89: 2383-2392.

Pant, A., Radovich, T., Hue, N. and Arancon, N. (2011) Effects of vermicompost tea (aqueous extract) on pak choi yield, quality, and on soil biological properties. Compost Science and Utilization 19: 279-292.

Quaik, S., Embrandiri, A., Rupani, P. F., Singh, R. P. and Ibrahim, M. H. (2012) Effect of vermiwash and vermicomposting leachate in hydroponics culture of indian borage (*Plectranthus ambionicus*) plantlets. UMT 11th International Annual Symposium on Sustainability Science and Management, Terengganu, Malaysia.

Siddiqui, Y., Meon, S., Ismail, R., Rahmani, M. and Ali, A. (2008) Bio-efficiency of compost extracts on the wet rot incidence, morphological and physiological growth of okra (*Abelmoschus esculentus* L.). Scientia Horticulturae 117: 9-14.

Sivasubramanian, K. and Ganeshkumar, M. (2004) Influence of vermiwash on the biological productivity of Marigold. Madras Agriculture Journal 91: 221-225.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.15.2]

Effect of humic acid fertilizer application and foliar spraying of compost tea and vermiwash on growth indices of safflower (*Carthamus tinctorius* L.)

Azadeh Khoram Ghahfarokhi[1], Asghar Rahimi[1*] and Benjamin Torabi[2]

[1]Department of Agronomy, Agriculture College, Vali-e-Asr University of Rafsanjan,
[2]Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
(Received: 25 June 2015, Accepted: 4 Jauary 2016)

Abstract:

Growth analysis is a valuable and practical method on quantitative growth, development and crop production evaluation. In order to study the effects of granular humic acid and foliar application of compost tea and vermiwash on growth indices of safflower *(carthamus tinctorius),* an experiment was conducted as a factorial based on randomized complete block design with three replications in agricultural research farm at Vali-e-Asr University of Rafsanjan in 2014. Treatments included soil application of humic acid (0, 500, 1000 and 1500 $kg.ha^{-1}$) and foliar spraying of vermiwash 1:10, vermiwash 1:20, compost tea and distilled water as control. The highest values for LAI were (1.96), CGR (26.85 $gr.m^{-2}.day^{-1}$), TDW (1232 $gr.m^{-2}$), NAR (12.94 $gr.m^{-2}.day^{-1}$) and RGR (0.13 $gr.gr^{-1}.day^{-1}$) obtained by using 1500 $kg.ha^{-1}$ humic acid and the lowest of them (1.29, 15.81 $gr.m^{-2}.day^{-1}$, 671 $gr.m^{-2}$, 8.98 $gr.m^{-2}.day^{-1}$ and 0.108 $gr.gr^{-1}.day^{-1}$) observed in control. It was also concluded that compost tea foliar application increased LAI, CGR, TDW, NAR and RGR. Totally, humic acid application (1500 $kg.ha^{-1}$) in soil along with compost tea foliar application was the best treatment for getting higher growth indices and seed yield of safflower in order to achieve sustainable agriculture.

Keywords: Dry matter, Leaf area, Physiological growth indices, Seed yield.

*corresponding author, Email: rahimiasg@gmail.com

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2024-04-20]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1395.5.17.15.2]