

تأثیر کاربرد کود هیومیک اسید، محلول پاشی برگ‌گی چای کمپوست 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 ولی عصر (عج) رفسنجان، ^۲ گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(تاریخ دریافت: ۹۴/۰۴/۰۴، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۴/۱۰/۱۴)

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 هیومیک اسید گرانول و محلول پاشی برگ‌گی ورمی‌واش و چای کمپوست بر شاخص‌های رشد گلرنگ، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان در سال ۱۳۹۲ انجام شد. تیمارها شامل کاربرد خاکی هیومیک اسید (صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) به عنوان عامل اول و محلول پاشی (آب مقطر به عنوان شاهد، ورمی‌واش ۱:۱۰، ورمی‌واش ۱:۲۰ و چای کمپوست) به عنوان عامل دوم بود. بیش‌ترین میزان شاخص سطح برگ (۱/۹۶)، سرعت رشد محصول (۲۶/۸۵) گرم بر متر مربع بر روز، وزن خشک کل (۱۲۳۲) گرم بر متر مربع، سرعت جذب خالص (۱۲/۹۴) گرم بر متر مربع برگ بر روز و سرعت رشد نسبی (۰/۱۳) گرم بر گرم بر روز از تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید و کم‌ترین میزان این صفات به ترتیب (۱/۲۹، ۱۵/۸۱) گرم بر متر مربع بر روز، ۶۷۱ 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 محلول پاشی، محلول پاشی چای کمپوست باعث افزایش شاخص سطح برگ، سرعت رشد محصول، ماده خشک کل، سرعت فتوسنتز خالص و سرعت رشد نسبی شد. در مجموع کاربرد کود زیستی هیومیک اسید به میزان ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار و محلول پاشی چای کمپوست 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:

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 به‌شمار 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

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

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

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 چای کمپوست، 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 (*Phaseolus vulgaris*) و برنج (*Oryza Sativa*) می‌شود. رشد گیاه مجموعه‌ای از فرآیندهای بیوشیمیایی و فیزیکی 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 می‌آید (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).

همکاران، (۱۳۹۲). کودهای شیمیایی به‌عنوان 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 فیزیکی شیمیایی خاک، کاهش نفوذپذیری، افزایش وزن مخصوص ظاهری و در نهایت باعث کاهش رشد و عملکرد گیاه می‌شود (متقیان و همکاران، ۱۳۸۶). 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 هیومیک‌اسید 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 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

مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد و این عصاره بر روی برگ‌های گیاه محلول پاشی شد. محلول پاشی از مرحله ۸-۷ برگ‌گی تا مرحله گل‌دهی هر دو هفته یکبار در صبح زود صورت گرفت. قبل از انجام آزمایش از عمق ۳۰-۰ سانتی متری خاک محل آزمایش نمونه برداری صورت گرفت و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن تعیین گردید (جدول ۱). همچنین برخی از خصوصیات چای کمپوست و ورمی‌واش در جدول ۲ ذکر شده است.

برای نمونه برداری نیم متر از بالا و پایین هر کرت به عنوان حاشیه منظور شدند و از سایر قسمت‌های هر کرت برای نمونه برداری در طول فصل رشد استفاده گردید. نمونه برداری‌ها از ۳۰ روز پس از کاشت شروع شد به گونه‌ای که ۱۰ مرحله نمونه برداری 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 نمونه برداری 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 سانتی متر در نظر گرفته شد) با دستگاه سنجش سطح برگ مدل Delta T, WD₃, 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 ۴۸ 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.

به منظور 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

هدف اصلی از روش تجزیه رشد و به‌کارگیری معادلات رشد، توضیح و توصیف چگونگی عکس‌العمل گیاه به شرایط محیطی و نیز تیمارهای به‌کار رفته روی گیاه است (Ali et al., 2002). هدف از این تحقیق بررسی کاربرد کود هیومیک اسید و محلول پاشی 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 ولی عصر (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 ۵۶ درجه با ارتفاع ۱۵۲۰ متر از سطح دریا، دارای آب و هوای گرم و خشک می‌باشد. عامل‌های آزمایشی شامل کاربرد خاکی هیومیک اسید (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 چای کمپوست بود. عملیات آماده سازی زمین شامل شخم، دیسک، کرت‌بندی و اضافه کردن کود زیستی هیومیک اسید بود. فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی متر و تراکم ۴۰ 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 چای کمپوست ترکیب ورمی کمپوست، اسید هیومیک، مخمر، عصاره جلبک دریایی و ملاس چغندر قند 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 محلول پاشی گردید (Bess, 2000). برای تهیه ورمی‌واش ۱:۱۰ و ۱:۲۰، ۱ کیلوگرم ورمی کمپوست در پارچه نازک ریخته شد و به ترتیب در ۱۰ و ۲۰ لیتر آب به

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 %	بافت خاک
۷/۸	۶/۵	۸/۳۵	۰/۵۱۹	۰/۸۲	۱/۴۴۷	۰/۱۰	۱۲	۳۸۱	۰/۹۳	لوم شنی

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی چای کمپوست و ورمی‌واش

	pH	شوری mS.m ⁻¹	منگنز %	روی %	مس (mg.kg ⁻¹)	آهن %	فسفر %	نیتروژن %	پتاسیم %
چای کمپوست	۸/۱	۱/۹۷	۳۷۶	۱۳۸	۷۱	۶۱۸۹	۲/۰۵	۰/۲۵	۰/۲۹
ورمی‌واش	۷/۹	۲/۶	۴۲۰	۱۴۵	۹۳	۶۹۲۱	۲/۲۵	۰/۱۵	۰/۳۸

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 ۳۴ 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 ۱۱۴۵ درجه روز رشد به‌دست آمد. هم‌چنین بالاترین میزان شاخص سطح برگ از تیمار محلول‌پاشی با چای کمپوست و کم‌ترین میزان آن از تیمار شاهد به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت و محلول‌پاشی چای کمپوست موجب افزایش ۳۸ درصدی شاخص سطح برگ نسبت به شاهد شد (جدول ۴). در کلیه تیمارهای مورد بررسی، روند کاهش شاخص سطح برگ از حدود ۱۱۴۵ درجه روز رشد (ظهور اولین گل) مشاهده گردید. معمولاً 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). معمولاً این ویژگی باعث افزایش

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:

$$GDD = \sum n[(T_{max} + T_{min})/2] - T_b \quad (1)$$

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 به ترتیب 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 ۱۱۴۵ درجه روز رشد و هم‌چنین حداکثر وزن خشک کل در ۱۸۴۷ 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 جمع‌آوری 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

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	۰/۲۴۶ **	۵۵/۵۶ ns	۲۰۷۹۵ *	۴/۱۲ ns	۰/۰۰۴۴ **	۵۰۶۹۵۲۸ **
هیومیک اسید (A)	۳	۰/۹۳۹ **	۲۸۲/۷۹ **	۶۴۶۵۲۲ **	۳۲/۶۳ **	۰/۰۰۱ *	۱۱۲۸۸۸۳۵ **
محلول پاشی (B)	۳	۱/۱۴ **	۵۴۴/۲۶ **	۲۰۸۶۹۰ **	۶۰/۴۲ **	۰/۰۰۸۸ **	۱۹۹۴۰۳۴ *
A×B	۹	۰/۰۵۱ ns	۳۳/۳۲ ns	۱۰۷۴۱ ns	۲/۵۵ ns	۰/۰۰۰۳ ns	ns ۴۸۶۸۴۳
خطا	۳۰	۰/۰۳۴	۲۴/۱۱	۶۱۶۰	۳/۱۹	۰/۰۰۰۳	۵۶۰۶۵۱
ضریب تغییرات (%)		۱۱/۵۲	۲۱/۸۹	۸/۳۸	۱۶/۳۵	۱۵/۳۵	۱۶/۶۲

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

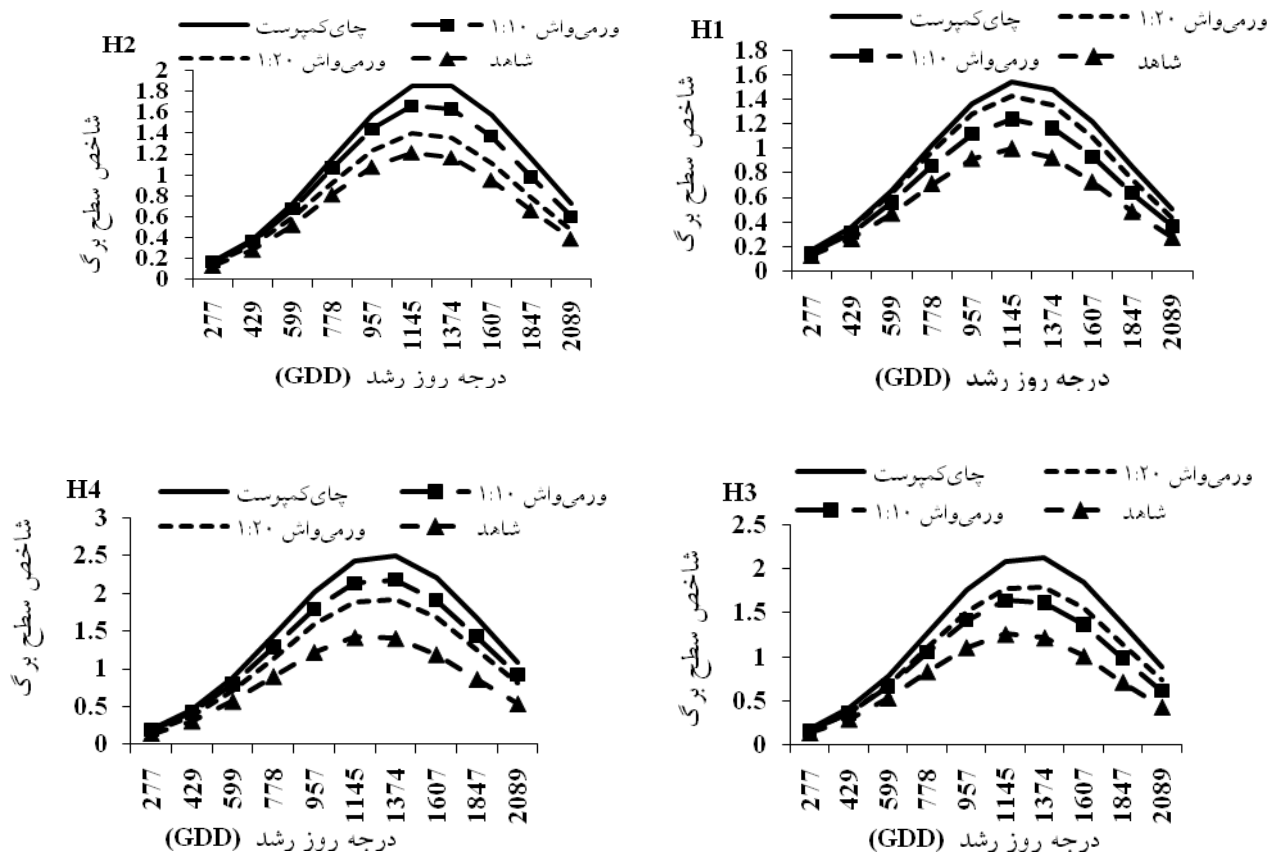
جدول ۴- مقایسه میانگین‌های مربوط به اثرات اصلی هیومیک اسید و محلول پاشی بر حداکثر مقادیر شاخص‌های رشد و عملکرد دانه

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	۱۵/۸۱ ^c	۶۷۱ ^d	۸/۹۸ ^c	۰/۱۰۸ ^b	۳۷۷۷ ^c
۵۰۰ کیلوگرم در هکتار	۱/۵۲ ^c	۲۲/۳ ^b	۸۸۱ ^c	۱۰/۵۱ ^b	۰/۱۲۳ ^{ab}	۳۷۷۱ ^c
۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار	۱/۶۸ ^b	۲۴/۳۴ ^{ab}	۹۵۹ ^b	۱۱/۲۹ ^b	۰/۱۲۴ ^{ab}	۴۶۴۵ ^b
۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار	۱/۹۶ ^a	۲۶/۸۵ ^a	۱۲۳۲ ^a	۱۲/۹۴ ^a	۰/۱۳ ^a	۵۸۲۲ ^a
محلول پاشی						
آب مقطر	۱/۲۲ ^c	۱۴/۶۷ ^c	۷۷۶ ^c	۸/۱۹ ^c	۰/۰۹ ^c	۳۹۵۹ ^b
ورمی‌واش ۱:۱۰	۱/۶۶ ^b	۲۲/۲۷ ^b	۹۳۹ ^b	۱۰/۹۴ ^b	۰/۱۲۲ ^b	۴۴۲۹ ^{ab}
ورمی‌واش ۱:۲۰	۱/۶۲ ^b	۲۱/۶۵ ^b	۹۲۹ ^b	۱۰/۹۲ ^b	۰/۱۱۸ ^b	۴۷۶۹ ^a
چای کمپوست	۱/۹۷ ^a	۳۰/۷۱ ^a	۱۰۹۹ ^a	۱۳/۶۸ ^a	۰/۱۵۶ ^a	۴۸۵۸ ^a

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

ریشه به اندام هوایی می‌شود (Nikbakht *et al.*, 2008) می‌توان گفت که هیومیک اسید 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 هیومیک اسید کم‌تری در آن‌ها مصرف شده است. با توجه به شکل (۱) کاربرد ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار

توان فتوسنتزی گیاه و در نتیجه باعث افزایش عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی می‌گردد. افزودن کود هیومیک اسید 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 هیومیک اسید موجب افزایش انتقال نیتروژن از

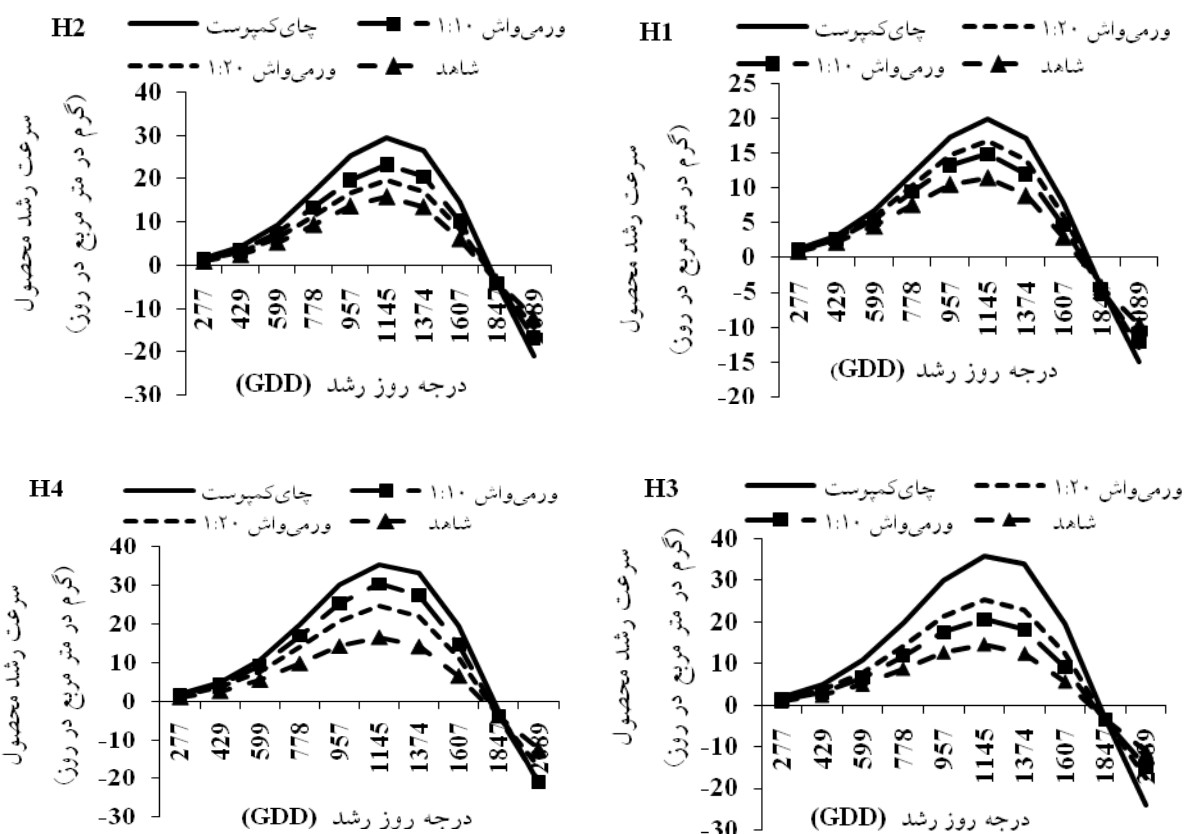


شکل ۱- روند تغییرات شاخص سطح برگ گلرنگ تحت تیمارهای مختلف هیومیک اسید و محلول پاشی، H1، H2، H3 و H4 به ترتیب مربوط به کود هیومیک اسید صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار می باشند.

استخراج شده به روش های مختلف باعث افزایش معنی دار سطح برگ گیاه شلغم نسبت به تیمار شاهد شد، درحالی که بیشترین سطح برگ در تیمار چای کمپوست هوادهی نشده بود. تیمارهای آزمایش شامل چای کمپوست هوادهی نشده، چای کمپوست هوادهی شده با جمعیت میکروبی، چای کمپوست هوادهی شده و شاهد بود (Pant et al., 2009). با توجه به اینکه در این آزمایش نیز محلول پاشی چای کمپوست موجب افزایش شاخص سطح برگ شد، می توان 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 هیومیک اسید و محلول پاشی

هیومیک اسید و محلول پاشی چای کمپوست موجب افزایش شاخص سطح برگ در طی زمان های مختلف در گیاه گلرنگ شد. در مطالعه ای ترکیبات هیومیکی باعث افزایش سطح برگ و در نتیجه افزایش شاخص سطح برگ در گیاه انگور شد (Astarai and Ivani, 2008) که با نتایج آزمایشات ما مطابقت داشت. چای کمپوست غنی از میکروارگانیزم هایی است که باعث افزایش معنی دار تولید تنظیم کننده های رشد گیاهی نظیر جیبرلین و سیتوکینین می شوند (Pant et al., 2011). از طرفی وجود سیتوکینین باعث افزایش تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلولی شده که در نتیجه آن سطح برگ افزایش می یابد (نعمتی دربندی و همکاران، ۱۳۹۱). در مورد اثرات مثبت محلول پاشی چای کمپوست بر شاخص سطح برگ نیز Siddiqui و همکاران (۲۰۰۸) افزایش سطح برگ را در گیاه دارویی آب بشقابی گزارش کردند. در آزمایشی گزارش شد، چای کمپوست



شکل ۲- روند تغییرات سرعت رشد گلرنگ تحت تیمارهای مختلف هیومیک اسید و محلول پاشی، H1، H2، H3 و H4 به ترتیب مربوط به کود هیومیک اسید صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشند.

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 هیومیک اسید 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 محلول پاشی، تیمار محلول پاشی با چای کمپوست بیش‌ترین سرعت رشد محصول را در تمامی سطوح کودی دارا بود. با توجه به اینکه هیومیک اسید حاوی عناصر پرمصرف و کم‌مصرف می‌باشد، می‌توان گفت که با کلات کردن عناصر ضروری، باعث افزایش جذب عناصر

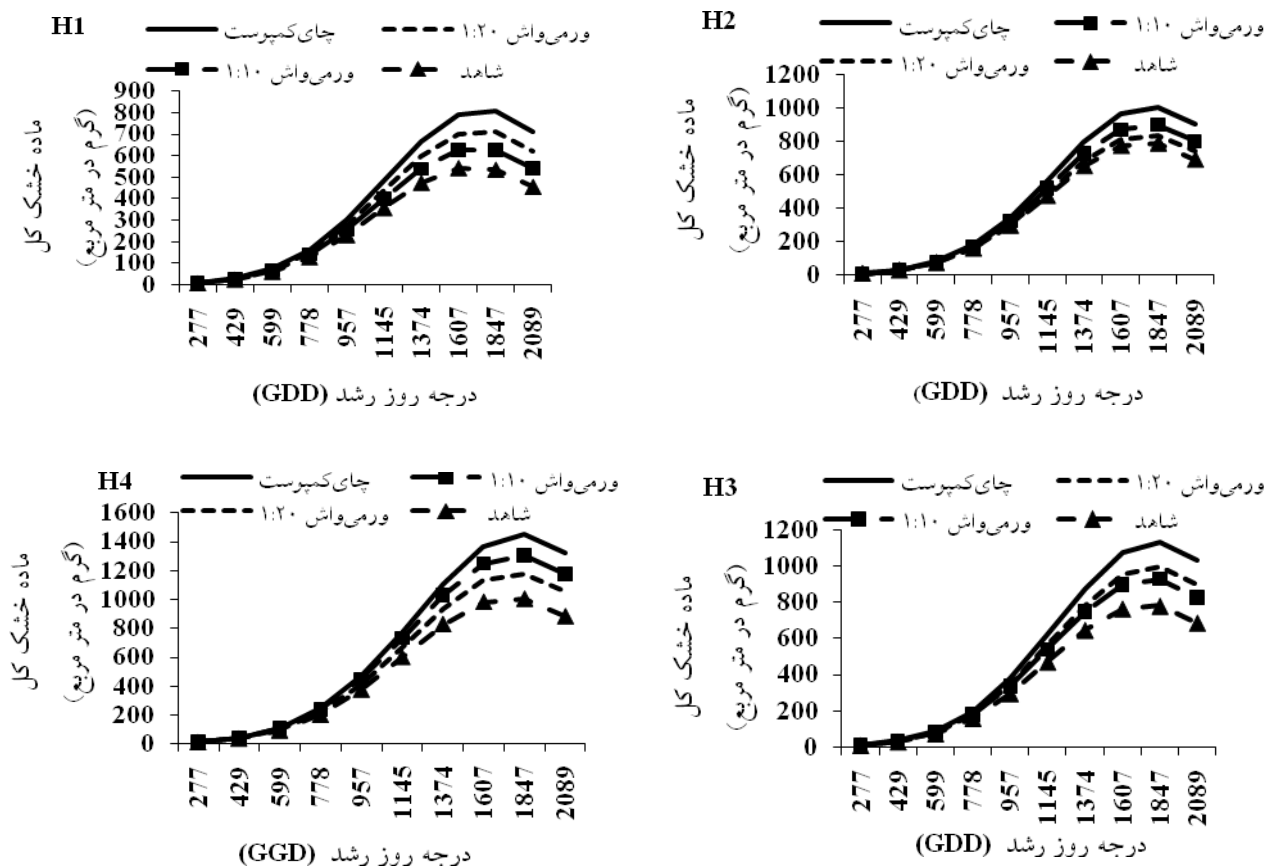
بر حداکثر سرعت رشد محصول در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). در این آزمایش با افزایش سطوح کودی میزان سرعت رشد محصول افزایش یافت، به طوری که بیش‌ترین سرعت رشد محصول از تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم هیومیک اسید به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمار ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید نداشت و کم‌ترین آن از تیمار شاهد به دست آمد. هم‌چنین در تیمارهای محلول پاشی بیش‌ترین سرعت رشد محصول از محلول پاشی چای کمپوست به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت (جدول ۴). همان‌طور 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

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 ۴/۲۴ 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 ۱۸۴۷ 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 ۴۵ درصدی وزن خشک کل نسبت به تیمار شاهد در گلرنگ شد. با توجه به جدول (۴) بیش‌ترین میزان ماده خشک از تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک‌اسید به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با سایر سطوح هیومیک‌اسید و شاهد داشت و کم‌ترین آن از تیمار شاهد به دست آمد. هم‌چنین در تیمارهای محلول‌پاشی بیش‌ترین وزن خشک کل از تیمار چای‌کمپوست و کم‌ترین میزان آن از تیمار شاهد به دست آمد و محلول‌پاشی چای‌کمپوست موجب افزایش ۲۹ درصدی وزن خشک کل در مقایسه با شاهد شد (جدول ۴). 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 به دلیل 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 (۴۵ روز اول) تحت تأثیر هیومیک‌اسید قرار نگرفت اما در مراحل بعدی (۶۰ 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 ۵۴ میلی‌گرم در لیتر، ۵۰ درصد افزایش در طول ریشه و ۲۲ درصد افزایش در ماده خشک را به همراه داشت، احتمالاً در این آزمایش افزایش بیشتر در وزن خشک نسبت به آزمایش *Kauser* و *Azam* (۱۹۸۵) بر روی گندم به دلیل کاربرد 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 میکروارگانسیم‌ها، 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).

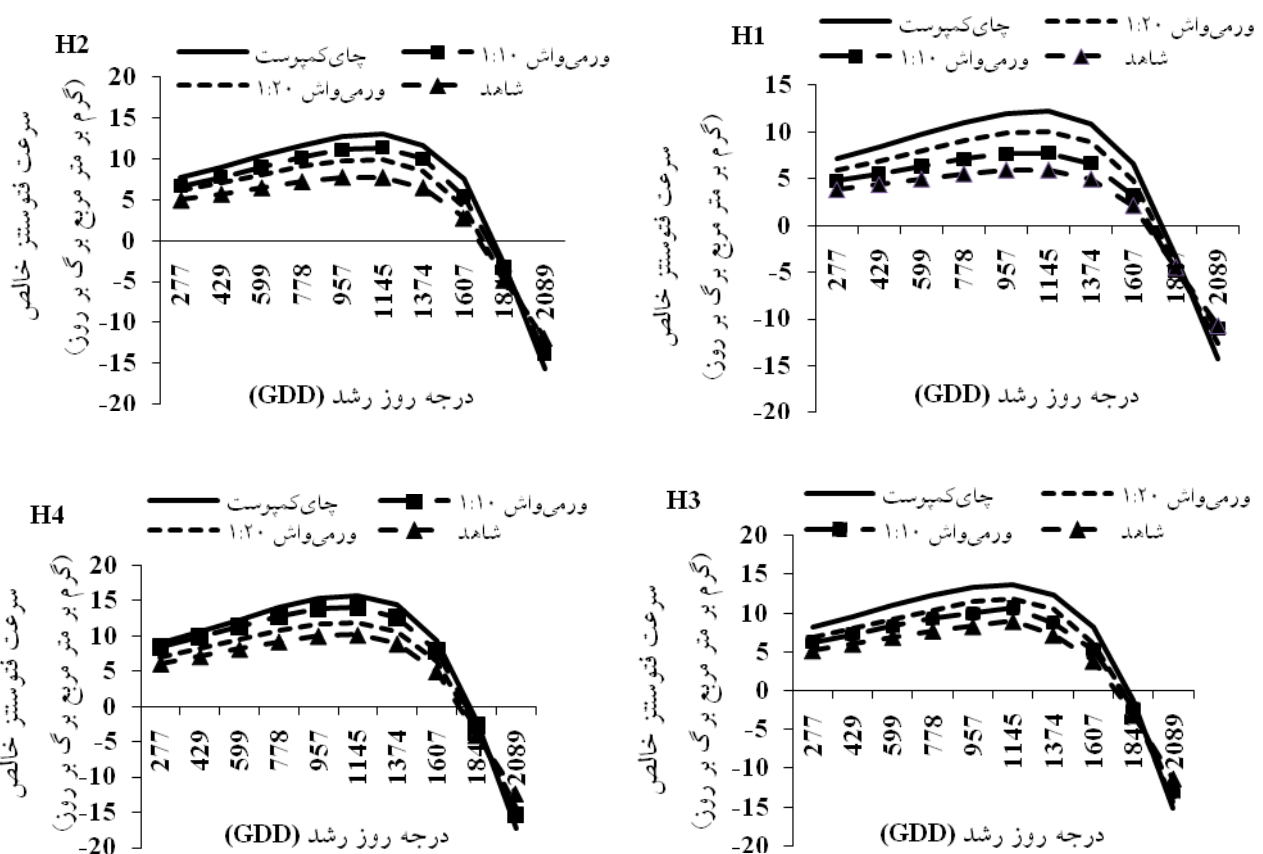
سرعت جذب خالص (NAR): نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که اثرات اصلی هیومیک‌اسید و محلول‌پاشی بر حداکثر سرعت جذب خالص در ۱۱۴۵ درجه روز رشد در



شکل ۳- روند تغییرات ماده خشک کل گلرنگ تحت تیمارهای مختلف هیومیک اسید و محلول پاشی، H1، H2، H3 و H4 به ترتیب مربوط به کود هیومیک اسید صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشند.

زمان به سرعت کاهش می‌یابد. در ابتدای فصل رشد چون رشد گلرنگ به صورت رزت است به علت هم پوشانی برگ‌ها، شدت فتوستنز 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 فتوستنز 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 فتوستنز 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

سطح یک درصد معنی‌دار بود اما اثر متقابل هیومیک اسید در محلول پاشی تأثیر معنی‌داری بر این صفت نداشت (جدول ۳). با افزایش مصرف هیومیک اسید سرعت جذب خالص افزایش یافت به طوری که مصرف ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید موجب افزایش ۳۰ درصدی سرعت جذب خالص نسبت به شاهد شد، با توجه به جدول (۴) بالاترین میزان سرعت جذب خالص از تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید به دست آمد که با سایر سطوح هیومیک اسید اختلاف معنی‌داری داشت و کمترین میزان سرعت جذب خالص از تیمار شاهد به دست آمد. همچنین در تیمارهای محلول پاشی بیشترین سرعت جذب خالص از محلول پاشی چای کمپوست و کمترین آن از تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۴). همان طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود تا ۱۱۴۵ درجه روز رشد سرعت جذب خالص افزایش می‌یابد اما پس از آن با گذشت

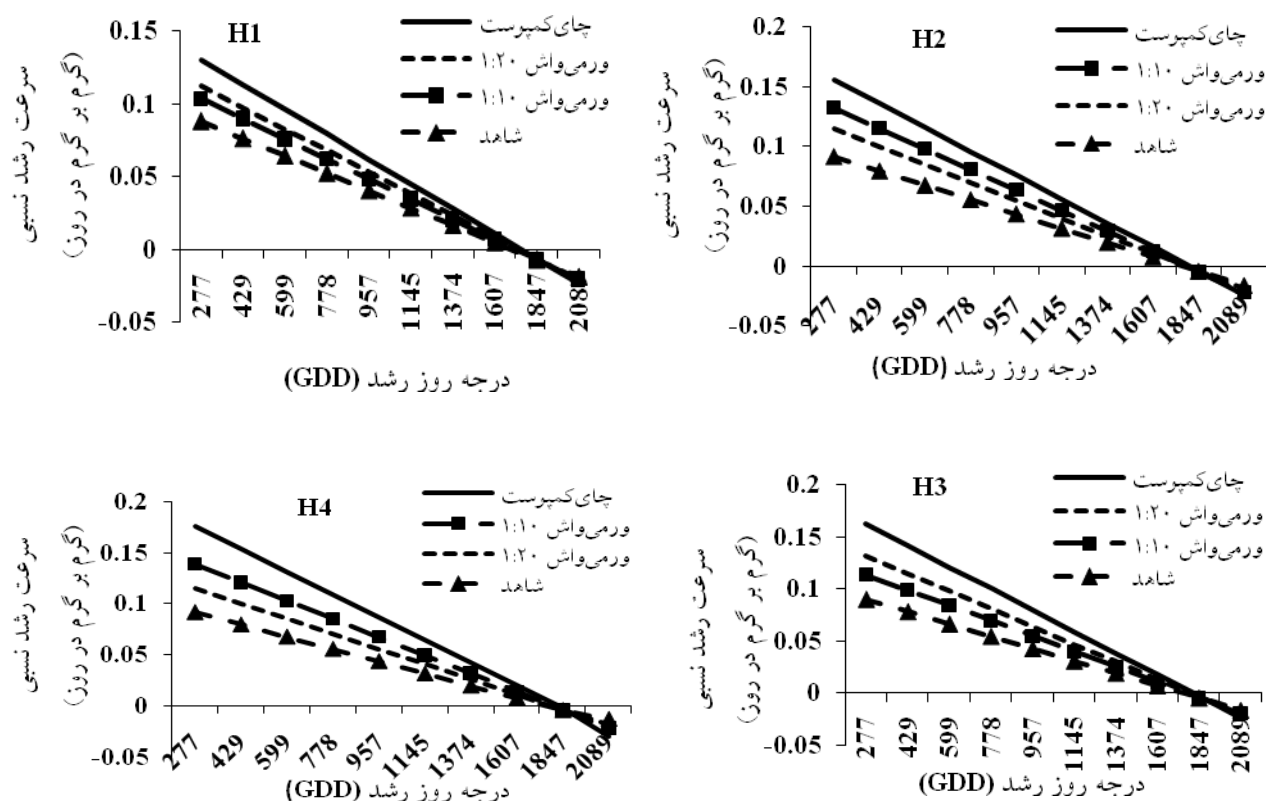


شکل ۴- روند تغییرات سرعت فتوسنتز خالص گلرنگ تحت تیمارهای مختلف هیومیک اسید و محلول پاشی، H1، H2، H3 و H4 به ترتیب مربوط به کود هیومیک اسید صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار می باشد.

می تواند به دلیل گسترش و بسته شدن سریع تر پوشش گیاهی باشد.

سرعت رشد نسبی (RGR): روند تغییرات سرعت رشد نسبی در همه تیمارها تقریباً 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 هیومیک اسید و محلول پاشی بر حداکثر سرعت رشد نسبی در زمان دریافت ۲۷۷ درجه روز رشد به ترتیب در سطح پنج درصد و یک درصد معنی دار بود اما اثر متقابل هیومیک اسید در محلول پاشی تأثیر معنی داری بر این صفت نداشت (جدول ۳). بیشترین میزان سرعت رشد نسبی از تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید به دست آمد که اختلاف معنی داری با سایر سطوح هیومیک اسید نداشت و کمترین میزان آن از تیمار شاهد به دست آمد. همچنین در

(مرحله رشد سریع ساقه)، به صورت افزایشی و پس از آن، یعنی در مرحله انتهای گلدهی به صورت کاهش است (کشیری و همکاران، ۱۳۸۲). همان طور که در روند سرعت جذب خالص (شکل ۴) مشاهده می شود تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید به دلیل دارا بودن تعداد برگ بیشتر نسبت به سایر تیمارها در انتهای مراحل رشدی کاهش بیش تری داشته که به نظر می رسد این امر به دلیل سایه اندازی و ریزش برگ ها در مراحل انتهایی رشد باشد و تیمار شاهد نیز به دلیل تولید تعداد برگ کم تر در مراحل انتهایی کاهش کم تری داشته است. در مورد تیمارهای محلول پاشی بالاترین سرعت جذب خالص در تمامی تیمارهای کودی از محلول پاشی چای کمپوست به دست آمد. به نظر می رسد که محلول پاشی چای کمپوست با افزایش شاخص سطح برگ باعث کاهش کم تر در در سرعت فتوسنتز می گردد که این امر



شکل ۵- روند تغییرات سرعت رشد نسبی گلرنگ تحت تیمارهای مختلف هیومیک اسید و محلول پاشی، H1، H2، H3 و H4 به ترتیب مربوط به کود هیومیک اسید صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشند.

دانه تحت تأثیر اثرات اصلی کاربرد هیومیک و محلول پاشی قرار گرفت، ولی اثر متقابل هیومیک و محلول پاشی تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه نداشت (جدول ۳). به طوری که بیشترین عملکرد دانه از تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید و کمترین آن 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 دار وجود نداشت. هم چنین در صورت محلول پاشی بیشترین عملکرد دانه از تیمار محلول پاشی با چای کمپوست و کمترین از تیمار شاهد به دست آمد. (جدول ۴). می‌توان گفت مصرف هیومیک اسید 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

تیمارهای محلول پاشی بیشترین سرعت رشد نسبی از تیمار محلول پاشی چای کمپوست و کمترین آن از تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۴). 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 هیومیک اسید 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 محلول پاشی، محلول پاشی چای کمپوست بیشترین مقدار سرعت رشد نسبی را در همه زمان‌ها و همه سطوح کودی داشت.

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد

غذایی به همراه اکسین و جیبرلین ناشی از کاربرد این کودها نسبت دادند (Ansari, 2008). در مطالعه ای بر روی کلزا مصرف چای کمپوست باعث افزایش عملکرد دانه در این گیاه شد (Pant et al., 2009) که با نتایج آزمایش ما مطابقت داشت.

نتیجه گیری کلی:

از نتایج این مطالعه چنین استنباط می شود که کاربرد ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید و محلول پاشی چای کمپوست 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 هیومیک اسید و محلول پاشی چای کمپوست افزایش یافت. در این بررسی می توان دلیل افزایش عملکرد دانه را افزایش کلیه شاخص های رشدی با کاربرد هیومیک اسید و چای کمپوست ذکر کرد. در مجموع می توان گفت در شرایط آب و هوایی مشابه رفسنجان (گرم و خشک)، از لحاظ اقتصادی کاربرد کود زیستی هیومیک اسید به میزان ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار و در مورد محلول پاشی، محلول پاشی چای کمپوست مناسب ترین تیمار برای افزایش شاخص های رشدی و عملکرد گیاه گلرنگ است.

اثر کاربرد هیومیک اسید و محلول پاشی چای کمپوست به بالا بودن شاخص سطح برگ و وزن خشک گیاه نسبت داد. با افزایش شاخص سطح برگ، نور بیش تری توسط گیاه دریافت می کند و در نتیجه به علت فتوسنتز بیش تر، سرعت رشد محصول و تجمع ماده خشک نیز افزایش می یابد و افزایش شاخص سطح برگ و سرعت رشد محصول منجر به افزایش عملکرد دانه می شود. در مطالعه ای بر روی گیاه لوبیا، کاربرد هیومیک اسید به طور معنی داری 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 هیومیک اسید موجب افزایش ۳۵ درصدی عملکرد دانه نسبت به تیمار ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید شد، که با نتایج جهان و همکاران (۱۳۹۲) مطابقت داشت. همچنین در مطالعه ای بر روی گیاه چای ترش مصرف ۱۵۰۰ گرم اسید هیومیک در هزار لیتر آب تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه داشت (حیدری و خلیلی، ۱۳۹۳). ورمی واش به عنوان عصاره ورمی کمپوست حاوی عناصر غذایی و میکروارگانیسم های مفید برای رشد گیاهان است و محلول پاشی با آن موجب افزایش عملکرد می شود (رحمت پور و همکاران، ۱۳۹۲). در مطالعه ای رشد بهتر و عملکرد بالاتر گیاهان در اثر کاربرد چای کمپوست و ورمی واش را به آزادسازی آهسته عناصر

منابع:

- احسان زاده، پ. و زارعیان بغدادآبادی، ع. (۱۳۸۲) اثر تراکم بوته بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی ویژگی های 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 ژنوتیپ های 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 annuus*) 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 محلول پاشی اسید هیومیک بر برخی ویژگی های اگر واکولوژیکی 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، رنگدانه های فتوسنتزی و مقادیر عناصر معدنی در گیاه چای ترش (*Hisbiscus sabdariffa*)، نشریه علوم گیاهان زراعی ایران ۴۵: ۱۹۹-۱۹۱.

- رحمت پور، 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 ۴۴: ۲۱۱-۲۰۳.
- زمانیان، م. و هاشمی دزفولی، ا. ح. (۱۳۸۰) بررسی شاخص‌های فیزیولوژیک رشد موثر بر عملکرد علوفه هفت رقم یونجه، مجله علوم زراعی ایران ۱: ۲۸-۱۳.
- سبزواری، س.، خزاعی، ح. ر. و کافی، م. (۱۳۸۸) اثر اسید هیومیک بر رشد ریشه و بخش هوایی ارقام سایونز و سبلان گندم (*Triticum aestivum* L.)، مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) ۲۳: ۹۴-۸۷.
- سرم‌دنی، 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 کارایی مصرف آب و شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد ذرت در شرایط کم آبیاری، دو فصلنامه علمی - پژوهشی خشک بوم ۲: ۵۶-۳۹.
- 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 ۵ (۱۹): ۱۷۰-۱۵۷.
- فرمحمدی، س. و نمازی، م. (۱۳۸۵) استفاده از چای کمپوست 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 بوم‌شناسی کشاورزی ۲: ۱۱۱-۱۱۱.
- 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: ۹۶-۸۵.
- کوچکی، ع. و بنایان اول، م. (۱۳۷۳) فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- متقیان، ا.، پیردشتی، ه. ا.، بهمینار، م. ع. و عباسیان، ا. (۱۳۸۶) 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 بوم‌شناختی، 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: ۴۱۷-۴۱۱.
- یساری، ط.، خوشحال، ج. و شهسواری، م. ر. (۱۳۹۲) پهنه‌بندی تاریخ‌های کاشت ارقام گلرنگ بهاره در استان اصفهان، مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی ۲۴: 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 media 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.

- 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.
- Kausar, 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 Krennek, 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 amboinicus*) 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.

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

Azadeh Khoram Ghahfarokhi¹, Asghar Rahimi^{1*} and Benjamin Torabi²

¹Department of Agronomy, Agriculture College, Vali-e-Asr University of Rafsanjan,

²Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

(Received: 25 June 2015, Accepted: 4 January 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