

تأثیر کاربرد کود هیومیک اسید، محلول پاشی برگ‌گی چای کمپوست و ورمی‌واش بر جذب عناصر و محتوای کلروفیل گلرنگ (*Carthamus tinctorius L.*)

آزاده خرم قهفرخی^{۱*}، اصغر رحیمی^۲، بنیامین ترابی^۳، شهاب مداح حسینی^۴

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

^۲ دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

^۳ استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان

*پست الکترونیک نویسنده مسئول: Azadeh_khoram@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۴/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۱۸

چکیده

تغذیه متعادل عناصر غذایی و مواد آلی از مهم‌ترین فاکتورهای مؤثر بر عملکرد گیاهان زراعی می‌باشد. هیومیک اسید به‌عنوان یک اسید آلی حاصل از هوموس و سایر منابع طبیعی از طریق اثرات هورمونی سبب بهبود جذب عناصر غذایی و عملکرد دانه می‌شود. به‌منظور مطالعه و بررسی اثر کاربرد کود هیومیک اسید گرانول و محلول پاشی برگ‌گی ورمی‌واش و چای کمپوست بر جذب عناصر، محتوای کلروفیل و عملکرد دانه در گیاه گلرنگ، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان انجام شد. تیمارها شامل کاربرد خاکی هیومیک اسید (صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان عامل اول و محلول پاشی (آب مقطر به‌عنوان شاهد، ورمی‌واش ۱:۱۰، ورمی‌واش ۱:۲۰ و چای کمپوست) به‌عنوان عامل دوم بود. نتایج نشان دادند که کاربرد هیومیک اسید تأثیر معنی‌داری بر محتوای عناصر روی، نیتروژن، فسفر اندام هوایی، شاخص کلروفیل و عملکرد دانه داشت. همچنین محلول پاشی چای کمپوست محتوای عناصر روی و مس اندام هوایی، محتوای کلروفیل کل (a+b) و عملکرد دانه را به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر قرار داد. در مجموع، کاربرد کود زیستی هیومیک اسید به میزان ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار و محلول پاشی چای کمپوست مناسب‌ترین تیمار برای افزایش جذب عناصر غذایی، رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی و عملکرد گیاه گلرنگ بود.

واژه‌های کلیدی: رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی، ریزمغذی، شاخص کلروفیل، عملکرد

مقدمه

دانه‌های روغنی پس از غلات دومین ذخایر غذایی جهان را تشکیل می‌دهند. این محصولات علاوه بر ذخایر غنی اسید چرب، حاوی پروتئین نیز می‌باشند (فنائی و نارویی راد، ۱۳۹۳). گلرنگ گیاهی یک‌ساله و از تیره مرکبان^۱ است که با توجه به سازگاری بالا و نیاز آبی کم مورد توجه است (امینی و همکاران، ۱۳۸۷). کشت گلرنگ در ابتدا به منظور 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 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 به شدت کاهش می‌دهد (پیرسته انوشه و همکاران، ۱۳۸۹). همچنین کاربرد زیاد کودهای شیمیایی با وجود نمک‌های مخرب و قوی در دراز مدت باعث تخریب خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و در نهایت باعث کاهش عملکرد می‌شود (کوندرا^۲ و همکاران، ۲۰۰۳). امروزه با توجه به ملاحظات زیست‌محیطی 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 به دلیل وجود ترکیبات هورمونی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارد (سبزواری و همکاران، ۱۳۸۸). اسید هیومیک یک ترکیب پلیمری آلی طبیعی است که در نتیجه پوسیدگی مواد آلی خاک، پیت، لیگنین و... به وجود می‌آید که باعث افزایش عملکرد و کیفیت محصول می‌شود (قربانی و همکاران، ۱۳۸۹). اسید هیومیک 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، ۱۳۹۳).

کاربرد کود آلی هیومیک در محیط ریشه لوبیا چشم‌بلبلی نشان داد که تیمار هیومیک موجب افزایش وزن خشک برگ، ساقه و وزن خشک کل شد (آسترای^۳، ۲۰۰۸). هیومیک اسید با افزایش رشد ریشه و سطح تارهای کشنده باعث افزایش جذب عناصری چون پتاسیم، نیتروژن و آهن می‌شود (حقیقی و کافی، ۱۳۸۸). فرناندز اسکوبار^۴ و همکاران (۱۹۹۶) در یک آزمایش مزرعه‌ای دریافتند که کاربرد مواد هیومیکی انباشتگی پتاسیم، کلسیم، منیزیم و آهن را در برگ‌های زیتون افزایش داد، در حالی که بر محتوای نیتروژن برگ‌ها بی‌تأثیر بود. فتوسنتز فرایند پیچیده‌ای است که انرژی لازم برای رشد و تولیدمثل گیاه را فراهم می‌کند. کلروفیل رنگ‌دانه اصلی جذب نور و فتوسنتز است. موادی نظیر فسفر، نیتروژن، پتاسیم و آهن در تشکیل کلروفیل استفاده می‌شوند که مصرف اسید هیومیک موجب فراهمی بیشتر این عناصر برای گیاه می‌گردد. در مطالعه‌ای یانگ^۵ و همکاران (۲۰۰۴) مشاهده کردند که اسید هیومیک بیش از اسید فولویک و هیومین بر فعالیت کلروفیل b تأثیر می‌گذارد. 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 (پانت^۶ و همکاران، ۲۰۱۲). 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 کرم خاکی همراه با عناصر ریزمغذی عمده و مولکول‌های آلی خاک است که برای رشد گیاه مفید بوده و به‌صورت اسپری برگ‌گی بکار می‌رود (نعمتی دربندی و همکاران، ۱۳۹۲). ورمی‌واش

³ Astaraei⁴ Fernandez-Escobar⁵ Yang⁶ Pant¹ Asteraceae² Cavender

اسفندماه ۱۳۹۲ صورت گرفت. اولین آبیاری بلافاصله پس از کشت و آبیاری‌های بعدی هر هفت روز یکبار انجام گرفت. محلول‌پاشی از مرحله ۸-۷ برگی تا مرحله گل‌دهی هر دو هفته یکبار در صبح زود صورت 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 به‌خوبی هم خورد و با پمپ هوا، هوادهی شد و در نهایت چای کمپوست هوازی آماده گردید و با همین غلظت محلول‌پاشی گردید (بس^۳، ۲۰۰۰). 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 مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد و این عصاره بر روی برگ‌های گیاه محلول‌پاشی شد. قبل از انجام آزمایش از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری خاک محل آزمایش نمونه‌برداری صورت گرفت و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن تعیین گردید (جدول ۱). همچنین برخی از خصوصیات شیمیایی چای کمپوست و ورمی‌واش در جدول ۲ ذکر شده است. برای اندازه‌گیری غلظت عناصر پتاسیم، فسفر، آهن، مس، روی و منگنز در مرحله گل‌دهی، عصاره‌گیری با اسیدکلریدریک دو نرمال انجام شد. از عصاره به دست آمده غلظت پتاسیم اندام هوایی توسط دستگاه شعله‌سنج، فسفر به روش آمونیوم وانادات و آمونیوم مولیبدات توسط دستگاه اسپکتروفتومتر و محتوای آهن، مس، روی و منگنز با استفاده از دستگاه جذب اتمی تعیین شد. برای تعیین میزان نیتروژن اندام هوایی از روش کج‌لدال^۴ استفاده شد (برمنر^۵، ۱۹۶۵). برای اندازه‌گیری کلروفیل و رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی در مرحله گل‌دهی، نمونه‌هایی از برگ‌های جوان تهیه شد. برای اندازه‌گیری شاخص کلروفیل از دستگاه کلروفیل‌متر^۶ و برای اندازه‌گیری محتوای رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی (کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل (a+b) و کاروتنوئید) از روش آرنون^۷ (۱۹۴۹) استفاده گردید. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، بوته‌های یک مترمربع

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 (سیواسبرامانیاند و گنشکومار^۱، ۲۰۰۴) و می‌تواند از آسیب‌های وارده به گیاه مانند سوختگی برگ‌ها جلوگیری کند (کوایک^۲ و همکاران، ۲۰۱۲). 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 و برنج می‌شود. به‌طور کلی آزمایش‌هایی که تأثیر هیومیک اسید و محلول‌پاشی چای کمپوست و ورمی‌واش را به‌تنهایی یا به‌صورت مخلوط با سایر کودها روی گیاهان زراعی بررسی کرده‌اند اندک هستند اما نتایج حاکی از بهبود کمیت و کیفیت محصول تحت تأثیر این کودها می‌باشد. هدف از این تحقیق بررسی کاربرد کود هیومیک و محلول‌پاشی چای کمپوست و ورمی‌واش بر محتوای عناصر غذایی اندام هوایی، رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی 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 به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عامل‌های آزمایشی شامل کاربرد خاکی هیومیک اسید (صفر، ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار) به‌عنوان عامل اول (قربانی و همکاران، ۱۳۸۹) و عامل دوم شامل چهار سطح محلول‌پاشی آب مقطر به‌عنوان شاهد، ورمی‌واش با نسبت رقیق‌سازی ۱:۱۰ و ۱:۲۰ و چای کمپوست بود. عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک، کرت‌بندی و اضافه کردن کود زیستی هیومیک بود. فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر و تراکم بوته ۴۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. رقم گلرنگ مورد استفاده در این آزمایش گلدشت بود و کشت در اوایل

³ Bess

⁴ Kjeldhal

⁵ Bremner

⁶ SPAD-502

⁷ Arnon

¹ Sivasubramaniand and Ganeshkumar

² Quaik

خرم قهفرخی و همکاران: تأثیر کاربرد کود هیومیک اسید، محلول پاشی برگی چای کمپوست...

مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد انجام گرفت.

برداشت و پس از جداسازی دانه از طبق، عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. در پایان داده‌های حاصل با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 تجزیه شد و

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

بافت خاک	ماده آلی (درصد)	فسفر		نیترژن (درصد)	آهن	مس	روی	منگنز	EC mS m ⁻¹	pH
		پتاسیم								
		mg kg ⁻¹		mg kg ⁻¹						
لوم شنی	۰/۹۳	۳۸۱۰	۱۰	۰/۱۰	۱/۴۴۷	۰/۸۲	۰/۵۱۹	۸/۳۵	۶/۵	۷/۸

جدول ۲- ویژگی‌های شیمیایی چای کمپوست و ورمی‌واش

پتاسیم	نیترژن (درصد)	فسفر	آهن	مس	روی	منگنز	EC mS m ⁻¹	pH	
۰/۲۹	۰/۲۵	۲۰/۰۵	۶۱۸۹	۷۱	۱۳۸	۳۷۶	۱/۹۷	۸/۱	چای کمپوست
۰/۳۸	۰/۱۵	۲۶/۲۵	۶۹۲۱	۹۳	۱۴۵	۴۲۰	۲/۶۰	۷/۹۰	ورمی‌واش

نتایج و بحث

تأثیر هیومیک و محلول پاشی بر غلظت عناصر غذایی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که محتوای آهن و منگنز اندام هوایی تحت تأثیر اثر اصلی هیومیک و محلول پاشی و اثر متقابل هیومیک در محلول پاشی قرار نگرفت (جدول ۳). رینولدز^۱ و همکاران (۱۹۹۵) گزارش کردند که کاربرد کود گرانول هیومیک موجب افزایش محتوای آهن در گیاه انگور می‌شود که با نتایج ما در یک راستا نیست. عدم معنی دار شدن محتوای آهن و منگنز تحت تأثیر سطوح هیومیک و محلول پاشی شاید به دلیل نیاز کم گیاه گلرنگ به آهن و منگنز و یا جذب این عناصر به مقدار کافی از خاک، مشابه تیمار شاهد بوده است.

با توجه به جدول تجزیه واریانس میزان روی در اندام هوایی تحت تأثیر اثر هیومیک و محلول پاشی قرار گرفت، اما برهم کنش اثر محلول پاشی در هیومیک تأثیر معنی داری بر محتوای روی در اندام هوایی نداشت (جدول ۳). به طوری که بیشترین میزان روی در اندام

هوایی (۲۱/۶۳ mg kg⁻¹) از تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم هیومیک و کمترین (۱۶/۹۸ mg kg⁻¹) از تیمار شاهد به دست آمد. با افزایش سطوح هیومیک اسید تا ۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار میزان روی اندام هوایی افزایش یافت اما تفاوتی بین تیمار ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ کیلوگرم هیومیک اسید مشاهده نشد. هم‌چنین در تیمارهای محلول پاشی، بیشترین محتوای روی (۲۱/۸۱ mg kg⁻¹) از تیمار محلول پاشی چای کمپوست به دست آمد که اختلاف معنی داری با ورمی‌واش ۱:۱۰ و ورمی‌واش ۱:۲۰ نداشت و کمترین محتوای روی (۱۶/۳۸ mg kg⁻¹) از تیمار شاهد حاصل گردید (جدول ۴). راتان و شنیتزر^۲ (۱۹۸۱) طی تحقیقات خود گزارش کردند که هیومیک سبب افزایش جذب روی در خیار شد. عطیه^۳ و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند چای کمپوست حاوی اسید هیومیک می‌باشد که باعث بهبود فراهمی عناصر غذایی خاص به ویژه روی و آهن می‌شود. عامل اصلی افزایش قابلیت جذب روی در نتیجه مصرف پسماندهای آلی، تشکیل کمپلکس‌های آلی

^۲ Rauthan and Schnitzer

^۳ Atiyeh

^۱ Reynolds

اسید هیومیک موجب افزایش محتوای نیتروژن در انگور شد. نتایج بررسی پینتون^۳ و همکاران (۱۹۹۹) نشان داد اسید هیومیک جذب نیترات و فعالیت آنزیم ATP از را در غشای پلاسمایی سلول‌های ریشه افزایش داد، هم‌چنین موجب افزایش جذب عناصر غذایی و عملکرد دانه ذرت شد. شریف^۴ و همکاران (۲۰۰۲) نشان دادند که اسید هیومیک موجب افزایش تجمع نیتروژن در ذرت نسبت به شاهد گردید اما بین سطوح مختلف هیومیک تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

محلول‌پاشی و اثر متقابل هیومیک در محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر محتوای پتاسیم اندام هوایی نداشتند اما با کاربرد هیومیک محتوای پتاسیم اندام هوایی به‌طور معنی‌داری تغییر کرد (جدول ۳). به‌طوری که بیشترین محتوای پتاسیم اندام هوایی (۲/۵۸ درصد) از تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم هیومیک که با تیمارهای ۱۰۰۰ و ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری نداشت و کمترین محتوای آن از تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۴). به نظر می‌رسد که اسید هیومیک با اسیدی کردن خاک سبب تسهیل در حل شدن پتاسیم گشته و قابلیت دسترسی به آن را افزایش می‌دهد. در بسیاری از منابع در مورد اثرات مفید مواد هیومیکی بر رشد ریشه و تارهای کشنده اشاره شده است (وگان^۵، ۱۹۷۴؛ لیو^۶ و همکاران، ۱۹۹۶؛ حقیقی و کافی، ۱۳۸۸). افزایش سطح ریشه سبب جذب بهتر برخی عناصر از جمله پتاسیم می‌گردد (پوزشی و همکاران، ۱۳۹۰). با توجه به این مطالب، علت افزایش غلظت پتاسیم در تیمارهای دارای اسید هیومیک را احتمالاً می‌توان ناشی از افزایش قابلیت جذب این عنصر به‌واسطه تحریک مواد هیومیکی دانست. در مطالعه‌ای روی گیاه چای ترش کاربرد هیومیک منجر به افزایش معنی‌داری در محتوای پتاسیم اندام هوایی شد (حیدری و خلیلی، ۱۳۹۳). در مطالعه‌ای روی گیاه ژربرا اسید هیومیک موجب افزایش محتوای پتاسیم برگ شد (نیکبخت و همکاران، ۲۰۰۸). رینولدز و همکاران (۱۹۹۵) مشاهده کردند که کود

گزارش شده است (اشمیدت^۱، ۲۰۰۳)؛ بنابراین احتمالاً در این آزمایش با مصرف هیومیک در خاک، کمپلکس آلی روی تشکیل شده و اسید هیومیک موجود در چای کمپوست نیز باعث افزایش فراهمی محتوای روی قابل جذب شده است.

مصرف هیومیک و اثر متقابل هیومیک و محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر محتوای مس اندام هوایی نداشت، اما محلول‌پاشی تأثیر معنی‌داری بر محتوای مس اندام هوایی گذاشت (جدول ۳). بیشترین محتوای مس اندام هوایی ($11/89 \text{ mg kg}^{-1}$) از تیمار محلول‌پاشی ورمی‌واش ۱:۱۰ به دست آمد که اختلاف معنی‌داری با محلول‌پاشی چای کمپوست نداشت و کمترین آن ($10/54 \text{ mg kg}^{-1}$) از تیمار شاهد حاصل شد که اختلاف معنی‌داری با ورمی‌واش ۱:۲۰ نداشت (جدول ۴). احتمالاً میکرو ارگانسیم‌های مفید موجود در ورمی‌واش و چای کمپوست با افزایش ظرفیت نگهداری عناصر غذایی از جمله مس موجب افزایش جذب این عنصر توسط گیاه شده است.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد با کاربرد هیومیک، میزان نیتروژن اندام هوایی به‌طور معنی‌داری تغییر کرد اما محلول‌پاشی و اثر متقابل هیومیک در محلول‌پاشی بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۳). نتایج نشان داد با افزایش سطح مصرف هیومیک در خاک محتوای این عنصر در اندام هوایی افزایش یافت، به‌طوری که بیشترین محتوای نیتروژن اندام هوایی (۱/۹۲ درصد) در تیمار ۱۵۰۰ کیلوگرم هیومیک به دست آمد که اختلاف معنی‌دار با تیمار ۱۰۰۰ کیلوگرم هیومیک نداشت و کمترین محتوای آن (۱/۴۸ درصد) در تیمار شاهد به دست آمد که اختلاف معنی‌دار با تیمار ۵۰۰ کیلوگرم هیومیک نداشت (جدول ۴). افزودن مواد آلی به خاک، رشد گیاه و باروری خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد و باعث افزایش سطح نیتروژن در دسترس خاک می‌شود. هم‌چنین گزارش شده که کودهای آلی موجب تحریک تثبیت نیتروژن در خاک و انتقال آن از ریشه به اندام هوایی می‌شود (نیکبخت^۲ و همکاران، ۲۰۰۸). در مطالعه‌ای توسط پوزشی و همکاران (۱۳۹۰) کاربرد

³ Pinton

⁴ Sharif

⁵ Vaughan

⁶ Liu

¹ Schmidt

² Nikbakht

خرم قهفرخی و همکاران: تأثیر کاربرد کود هیومیک اسید، محلول پاشی برگی چای کمپوست...

را می‌توان به علت وجود اثرات متقابل و آنتاگونیستی بین جذب فسفر و اسید هیومیک دانست. در مطالعه‌ای که روی کاهو انجام شد، مشخص شد که کاربرد سطوح مختلف هیومیک تأثیری بر محتوای فسفر برگ نداشت اما جذب نیتروژن را افزایش داد که دلیل احتمالی آن نوع هیومیک مصرفی در آزمایش مذکور و درصد تبدیل هیومیک اسید به فولویک اسید آن می‌باشد، از طرفی چون کاهو رشد سریع و کوتاه مدتی دارد نیاز به جذب نیتروژن بیشتری نسبت به فسفر دارد (حقیقی و کافی، ۱۳۸۸).

گرانول هیومیک موجب افزایش فسفر و پتاس در گیاه انگور می‌شود. با توجه به نتایج تجزیه واریانس، محتوای فسفر اندام هوایی تحت تأثیر کاربرد هیومیک، محلول پاشی و اثر متقابل هیومیک در محلول پاشی قرار نگرفت (جدول ۳). در مطالعه‌ای توسط دانشور حکیمی میبیدی و همکاران (۱۳۹۰) کاربرد سطوح مختلف هیومیک تأثیر معنی‌داری بر محتوای فسفر اندام هوایی نداشت. همچنین کاربرد سطوح هیومیک تأثیر معنی‌داری بر محتوای فسفر ساقه در گل ژبررا نداشته است (نیکبخت و همکاران، ۲۰۰۸). مهم‌ترین دلیل کاهش انباشت فسفر

جدول ۳- نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایش بر جذب عناصر غذایی در گیاه گلرنگ

میانگین مربعات							درجه آزادی	منابع تغییرات
فسفر	پتاسیم	نیتروژن	مس	روی	منگنز	آهن		
۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۸ ^{ns}	۰/۱۶ ^{ns}	۸/۵۳ ^{**}	۲۰/۵۴ ^{ns}	۲۸۵/۴۴ [*]	۲۹۶۳/۳۶ ^{**}	۲	بلوک
۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۱۷ ^{**}	۰/۴۰ ^{**}	۰/۳۹ ^{ns}	۵۶/۶۶ [*]	۲۱/۵۹ ^{ns}	۴۱۸/۴۹ ^{ns}	۳	هیومیک
۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۱۲ ^{ns}	۵/۲۲ ^{**}	۷۷/۹۵ ^{**}	۶۲/۱۵ ^{ns}	۳۴۸/۵۰ ^{ns}	۳	محلول پاشی
۰/۰۰۰۵ ^{ns}	۰/۰۱ ^{ns}	۰/۰۷ ^{ns}	۱/۶۹ ^{ns}	۱۹/۱۹ ^{ns}	۱۱۷/۴۵ ^{ns}	۲۱۰/۷۸ ^{ns}	۹	هیومیک×محلول پاشی
۰/۰۰۱	۰/۰۳	۰/۰۹	۱/۰۷	۱۸/۸۶	۷۹/۱۵	۴۲۵/۰۷	۳۰	خطا
۱۵/۳۱	۷/۷۱	۱۷/۶۶	۹/۳۱	۲۲/۲۹	۱۷/۸۲	۲۳/۴۴		ضریب تغییرات

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

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر اصلی هیومیک و محلول پاشی بر جذب عناصر غذایی در گیاه گلرنگ

عامل‌های آزمایش	روی (mg kg ⁻¹)	مس (mg kg ⁻¹)	نیتروژن (درصد)	پتاسیم (درصد)
هیومیک اسید				
شاهد	۱۶/۹۸ b	۱۱/۳۱ a	۱/۴۸ c	۲/۳۰ b
۵۰۰ کیلوگرم در هکتار	۱۸/۵۱ ab	۱۰/۸۹ a	۱/۶۴ bc	۲/۴۴ ab
۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار	۲۱/۰۲ a	۱۱/۱۸ a	۱/۷۵ ab	۲/۵۲ a
۱۵۰۰ کیلوگرم در هکتار	۲۱/۶۳ a	۱۱/۱۹ a	۱/۹۲ a	۲/۵۸ a
محلول پاشی				
آب مقطر	۱۶/۳۸ b	۱۰/۵۴ b	۱/۶۳ a	۲/۵۰ a
ورمی‌واش ۱:۱۰	۲۱/۳۸ a	۱۱/۸۹ a	۱/۶۱ a	۲/۴۲ a
ورمی‌واش ۱:۲۰	۱۸/۵۷ ab	۱۰/۶۴ b	۱/۸۳ a	۲/۴۶ a
چای کمپوست	۲۱/۸۱ a	۱۱/۵۰ a	۱/۷۲ a	۲/۴۶ a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

تأثیر هیومیک و محلول پاشی بر مقادیر کلروفیل

a، کلروفیل **b**، کلروفیل کل **(a+b)** و کاروتنوئید

نتایج نشان داد سطوح هیومیک، محلول پاشی و برهم کنش هیومیک در محلول پاشی بر محتوای کلروفیل **a** و کلروفیل **b** تأثیر معنی داری نداشت (جدول ۵). محتوای کلروفیل کل **(a+b)** تحت تأثیر محلول پاشی قرار گرفت، اما کاربرد هیومیک و اثر متقابل هیومیک در محلول پاشی تأثیر معنی داری بر محتوای کلروفیل کل نداشت (جدول ۵). در تیمار محلول پاشی بیشترین محتوای کلروفیل کل **(a+b)** (۱/۵۵ میلی گرم در گرم وزن تر) از تیمار محلول پاشی چای کمپوست به دست آمد که اختلاف معنی داری با محلول پاشی ورمی واش ۱:۱۰ نداشت و کمترین محتوای آن (۱/۲۴ میلی گرم در گرم وزن تر) از تیمار شاهد به دست آمد که اختلاف معنی داری با محلول پاشی ورمی واش ۱:۲۰ نداشت (شکل ۲).

کلروفیل رنگ دانه اصلی جذب نور و فتوسنتز است. با این حال فتوسنتز یک فرایند پیچیده است که به فاکتورهای محیطی حساس است. نیاز گیاه محتوای کاروتنوئید افزایش می یابد و در نهایت منجر به افزایش جذب نور و بهبود رشد رویشی و زایشی در گیاه می گردد.

تأثیر هیومیک و محلول پاشی بر شاخص کلروفیل

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که مقدار مصرف هیومیک شاخص کلروفیل را در سطح احتمال پنج درصد تحت تأثیر قرار داد اما محلول پاشی و اثر متقابل هیومیک در محلول پاشی بر این صفت تأثیر معنی داری نداشت (جدول ۵). به طوری که بیشترین میزان شاخص کلروفیل (۵۸/۸۷) از تیمار ۱۰۰۰ کیلوگرم هیومیک به دست آمد که اختلاف معنی داری با سایر سطوح هیومیک نداشت و کمترین آن (۵۳/۰۲) از تیمار شاهد حاصل گردید (شکل ۱). با افزایش سطوح هیومیک اسید تا ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار شاخص کلروفیل افزایش یافت اما با کاربرد بیشتر از این مقدار افزایشی مشاهده نشد. به نظر می رسد کاربرد مقادیر بیش تر از ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک اسید علاوه بر اینکه تأثیری بر شاخص کلروفیل ندارد، از نظر اقتصادی هم مقرون به صرفه نیست. احتمالاً افزایش در میزان شاخص کلروفیل با مصرف ۱۰۰۰ کیلوگرم هیومیک اسید می تواند به دلیل افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاه و در نتیجه افزایش رشد رویشی و غلظت کلروفیل در گیاه در مقایسه با گیاهان شاهد باشد. سبزواری و خزاعی (۱۳۸۸) اثر هیومیک را در پنج غلظت، بر عملکرد و کیفیت میوه های فلفل به صورت تیمار برگی و خاکی بررسی کردند و دریافتند اسید هیومیک اثر معنی داری بر محتوای کلروفیل برگ ها داشت و مقادیر ۲۰ میلی لیتر در لیتر اسید هیومیک چه به صورت محلول پاشی و چه اعمال خاکی بیشترین کلروفیل برگ را سبب شد. اسلادکی و تیچی^۱ (۱۹۵۹) در بررسی مواد هیومیکی بر محتوای کلروفیل برگ های گیاه گوجه فرنگی کشت شده در محلول غذایی دریافتند که اسید هیومیک به میزان ۶۳ درصد غلظت کلروفیل برگ ها را افزایش داد. در مطالعه ای که توسط سبزواری و خزاعی (۱۳۸۸) صورت گرفت، کاربرد سطوح مختلف هیومیک تأثیر معنی داری بر شاخص کلروفیل در گیاه گندم داشت.

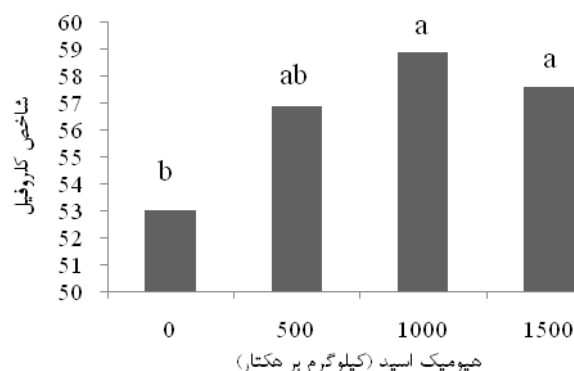
¹ Sladky and Tichy

خرم قهفرخی و همکاران: تأثیر کاربرد کود هیومیک اسید، محلول پاشی برگ‌های کامپوست...

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایشی بر شاخص کلروفیل، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل (a+b)، کاروتنوئید و عملکرد گلرنگ

میانگین مربعات							منابع تغییرات
عملکرد دانه	کاروتنوئید	کلروفیل کل (a+b)	کلروفیل b	کلروفیل a	شاخص کلروفیل	درجه آزادی	
۵۰۶۹۵۲۸**	۰/۰۳۸**	۰/۳۶**	۰/۰۸**	۰/۱۲**	۱۰/۵۶ ^{ns}	۲	بلوک
۱۱۲۸۸۸۳۵**	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۲ ^{ns}	۰/۰۰۷ ^{ns}	۰/۰۰۲ ^{ns}	۷۶/۰۶*	۳	هیومیک
۱۹۹۴۰۳۴*	۰/۰۰۲ ^{ns}	۰/۱۹**	۰/۰۰۳ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۳۵/۵۱ ^{ns}	۳	محلول پاشی
۲۸۶۸۴۳ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۴۷ ^{ns}	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۲۳ ^{ns}	۱۲/۶۸ ^{ns}	۹	هیومیک×محلول پاشی
۵۶۰۶۵۱	۰/۰۰۶	۰/۰۳۳	۰/۰۰۹	۰/۰۱۲	۲۲/۳۳	۳۰	خطا
۱۶/۶۲	۲۴/۴۹	۱۳/۱۲	۲۳/۵۴	۱۱/۷۰	۸/۳۵		ضریب تغییرات (درصد)

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



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر هیومیک اسید بر شاخص کلروفیل در گیاه گلرنگ (در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند).

افزایش کلروفیل کل گیاه بامیه شد (صدیقی^۱ و همکاران، ۲۰۰۸). کوایک و همکاران (۲۰۱۲) در آزمایشی بیان نمودند، محلول پاشی چای کامپوست و ورمی‌واش باعث افزایش محتوای کلروفیل کل در برگ گاو زبان شد. در مطالعه‌ای روی گیاه چای ترش کاربرد سطوح مختلف اسید هیومیک بر محتوای کلروفیل a و کلروفیل b معنی‌دار بود (حیدری و خلیلی، ۱۳۹۳) که با نتایج این آزمایش مطابقت نداشت. کاروتنوئیدها دسته‌ای از رنگیزه‌های گیاهی هستند که در جذب نور در گیاهان نقش مهمی دارند که با وضعیت تغذیه گیاه میزان آن‌ها تغییر می‌کند در صورت تأمین عناصر مورد.

موادی نظیر نیتروژن، فسفر، پتاسیم، منیزیم، آهن و مس در تشکیل کلروفیل استفاده می‌شوند که مصرف اسید هیومیک و چای کامپوست باعث فراهمی بیشتر این عناصر برای گیاه می‌شود. چای کامپوست غنی از عناصر مغذی میکرو نظیر آهن و روی می‌باشد، این عناصر پیش‌ماده سنتز S-amino levulinic acid می‌باشند و این ماده نیز پیش‌ماده سنتز کلروفیل است؛ بنابراین با مصرف چای کامپوست ممکن است سنتز کلروفیل کل افزایش یافته باشد و در شرایط محلول پاشی با آب مقطر در تیمار شاهد به دلیل کمبود عناصری نظیر نیتروژن، آهن و روی، کمترین محتوای کلروفیل کل به دست آمد. در آزمایشی محلول پاشی چای کامپوست غنی شده با *Trichoderma* باعث

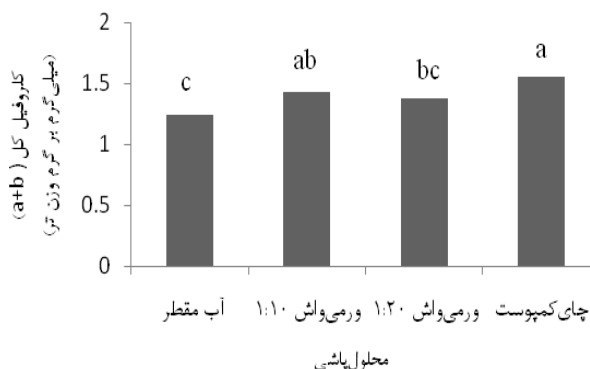
¹ Siddiqui

با توجه به نتایج تجزیه واریانس سطوح هیومیک و محلول پاشی و اثر متقابل هیومیک در محلول پاشی تأثیر معنی داری بر محتوای کاروتنوئید نداشت (جدول ۵). پانت و همکاران (۲۰۰۹) بیان کردند که محلول پاشی چای کمپوست باعث افزایش محتوای کاروتنوئید برگ شلغم روغنی گردید که با نتایج ما مطابقت نداشت.

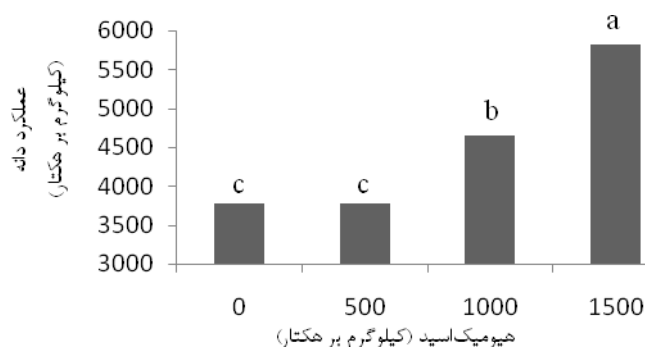
عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عملکرد دانه تحت تأثیر اثر اصلی کاربرد هیومیک و محلول پاشی قرار گرفت، ولی اثر متقابل هیومیک و محلول پاشی تأثیر معنی داری بر عملکرد دانه نداشت (جدول ۵). به طوری که بیشترین عملکرد دانه (5822 kg ha^{-1}) در تیمار 1500 کیلوگرم هیومیک به دست آمد و کمترین آن (3771 kg ha^{-1}) در تیمار شاهد به دست آمد (شکل ۳). هم چنین در اثر محلول پاشی بیشترین عملکرد دانه

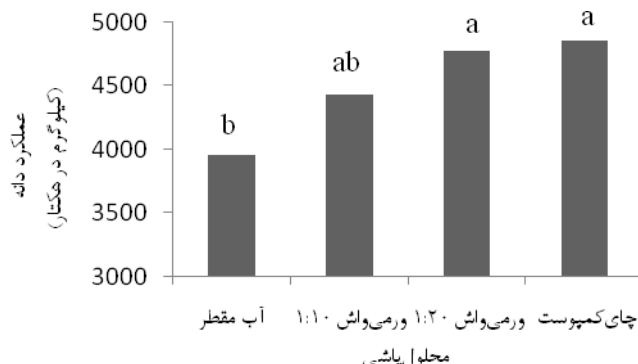
احتمالاً اسید هیومیک سبب دوام بافت های فتوسنتز کننده شده و از این طریق عملکرد دانه را افزایش می دهد. می توان گفت اسید هیومیک با قرار دادن آب و مواد غذایی بیشتر و مناسب تر در اختیار گیاه توانسته است، میزان ساخت رنگیزه ها را افزایش دهد و انتقال مواد فتوسنتزی را در گیاه راحت تر نماید و موجب افزایش عملکرد دانه شود.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر محلول پاشی چای کمپوست و ورمی واش بر میزان کلروفیل کل (a+b) در گیاه گلرنگ (در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری ندارند).



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر هیومیک اسید بر عملکرد دانه در گیاه گلرنگ (در هر ستون میانگین هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی داری ندارند).



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر محلول پاشی چای کمپوست و ورمی‌واش بر عملکرد دانه در گیاه گلرنگ (در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند).

شاخص کلروفیل و عملکرد دانه داشته باشد. همچنین محلول پاشی چای کمپوست بیش‌ترین تأثیر را در افزایش محتوای عناصر روی و مس اندام هوایی، کلروفیل کل (a+b) و عملکرد دانه داشت. در مجموع می‌توان گفت در شرایط آب و هوایی مشابه رفسنجان، از لحاظ اقتصادی کاربرد کود زیستی هیومیک به میزان ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار و در مورد محلول پاشی، محلول پاشی چای کمپوست مناسب‌ترین تیمار برای افزایش جذب عناصر غذایی، رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی و عملکرد گیاه گلرنگ بود.

اسید هیومیک از طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله اثر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و افزایش غلظت کلروفیل برگ باعث افزایش عملکرد گیاهان می‌شود (نردی^۱ و همکاران، ۲۰۰۲). کاربرد اسید هیومیک در گیاهان گندم، برنج و تربچه به ترتیب باعث ۲۰، ۱۴ و ۴۴ درصد افزایش عملکرد شد (قربانی و همکاران، ۱۳۸۹). سبزواری و خزاعی (۱۳۸۸) گزارش کردند که اسید هیومیک، دسترسی گیاه به فسفر و سایر عناصر غذایی را افزایش می‌دهد که این امر سبب افزایش عملکرد گندم بهاره شده است. در مطالعه‌ای که توسط جهان و همکاران (۱۳۹۲) بر روی گیاه لوبیا صورت گرفت، کاربرد اسید هیومیک به‌طور معنی‌داری بر عملکرد دانه تأثیر داشت و موجب افزایش ۱۶ درصدی آن نسبت به شاهد گردید. انصاری^۲ (۲۰۰۸) رشد بهتر و عملکرد بالاتر گیاهان در اثر کاربرد چای کمپوست و ورمی‌واش را به آزادسازی آهسته عناصر غذایی به همراه اکسین و جیبرلین ناشی از کاربرد این کودها نسبت داد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج به دست آمده از این آزمایش نشان داد که در بین سطوح مختلف کود هیومیک مقدار ۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار هیومیک می‌تواند نقش مؤثری در افزایش محتوای عناصر روی، نیتروژن و فسفر اندام هوایی،

¹ Nardi

² Ansari

منابع

- امینی، ف.، سعیدی، ق.آ. و ارزانی، آ. ۱۳۸۷. روابط بین عملکرد دانه و اجزای آن در ژنوتیپ‌های گلرنگ. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۲(۴۵): ۵۳۵-۵۲۵.
- پوزشی، ر.، ذبیحی، ح.ر.، رضانی مقدم، م.ر.، رجبزاده، م. و مختاری، آ. ۱۳۹۰. اثر محلول پاشی روی، اسید هیومیک و اسید استیک بر عملکرد، اجزا عملکرد و غلظت عناصر در انگور رقم پیکانی. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۵(۳): ۳۶۰-۳۵۱.
- 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 بوم‌شناسی کشاورزی، ۲(۳): 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 ویژگی‌های اگرواکولوژیکی لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) در شرایط مشهد. مجله کشاورزی بوم‌شناختی، ۲: ۹۰-۷۱.
- حقیقی، م. و کافی، م. ۱۳۸۸. اثر هیومیک اسید بر تجمع کادمیوم، نیترات و تغییرات فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز در کاهو. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۴(۱): ۵۸-۵۳.
- 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 (*Hibiscus sabdariffa* L.). نشریه علوم گیاهان زراعی ایران، ۴۵(۲): ۱۹۹-۱۹۱.
- دانشور حکیمی مبینی، ن.، کافی، م.، نیکبخت، ع. و رجالی، ف. ۱۳۹۰. اثر هیومیک اسید بر برخی از خصوصیات کمی و کیفی چمن اسپیدی‌گرین. مجله علوم باغبانی ایران، ۴۲(۴): ۴۱۲-۴۰۳.
- 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، ۴۴(۲): ۲۱۱-۲۰۳.
- سبزواری، س. و خزاعی، ح.ر. ۱۳۸۸. اثر محلول پاشی سطوح مختلف اسید هیومیک بر خصوصیات رشدی، عملکرد و اجزا عملکرد گندم (*Triticum aestivum* L.) رقم پیش‌تاز. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی، ۱(۲): ۶۳-۵۳.
- سبزواری، س.، خزاعی، ح.ر. و کافی، م. ۱۳۸۸. اثر اسید هیومیک بر رشد ریشه و بخش هوایی ارقام سایونز و سیلان گندم (*Triticum aestivum* L.). مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۳(۲): ۹۴-۸۷.
- شاهسون مارکده، م. و چمنی، آ. ۱۳۹۳. تأثیر غلظت و زمان‌های مختلف کاربرد اسید هیومیک بر ویژگی‌های کمی و کیفی گل بریده شنبو رقم Hanza. علوم و فنون کشت‌های گلخانه‌ای، ۱۹(۵): ۱۷۰-۱۵۷.
- فرمحمدی، س. و نمازی، م. ۱۳۸۵. استفاده از چای کمپوست و اثرات آن بر محیط‌زیست پایدار. اولین همایش تخصصی مهندسی محیط‌زیست. تهران. ۲۱۳-۲۱۱.
- فنائی، ح.ر. و ناروئی‌راد، م.ر. ۱۳۹۳. بررسی عملکرد، اجزای عملکرد و تحمل به تنش خشکی در گیاه گلرنگ. نشریه تولید گیاهان زراعی، ۷(۳): ۵۱-۳۳.
- 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(۱): ۱۱۸-۱۱۱.

- نعمتی دربندی، ه.، عزیزی، م.، محمدی، س. و کریم‌پور، س. ۱۳۹۲. بررسی اثر محلول پاشی با غلظت‌های مختلف عصاره ورمی کمپوست (ورمی‌واش) بر صفات مورفولوژیک، درصد و عملکرد اسانس گیاه دارویی بادرنجبویه. نشریه علوم باغبانی، ۲۷(۴): 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(۱): ۱۸۲-۱۷۱.
- 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(5): 554-557.
- Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenol oxidase *Beta vulgaris*. Journal of Plant Physiology, 24: 1-150.
- Astaraei, A.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.
- Atiyeh, R.M., Lee, S., Edwards, C.A., Arancon, N.Q., and Metzger, J.D. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. Bioresource Technology, 84: 7-14.
- Bess, V.H. 2000. Understanding compost tea. Biocycle, 41: 71-72.
- Bremner, J. 1965. Total nitrogen. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and Microbiological Properties, 1149-1178.
- Cavender, N.D., Atiyeh, R.M., and Knee, M. 2003. Vermicompost stimulates mycorrhizal colonization of roots of *Sorghum bicolor* L. at the expense of plant growth. Pedobiologia, 47: 85-89.
- Fernandez-Escobar, R., Benlloch, M., Barranco, D., Duenas, A., and Guterrez Ganán, J.A. 1996. Response of olive trees to foliar application of humic substance extracted from leonardite. Scientia Horticulturae, 66: 191-200.
- Liu, C., Cooper, R.J., and Bowman, D.C. 1996. Humic acid application affects photosynthesis, root development and nutrient content of creeping bentgrass. Hort Sciences, 33(6): 1023-1025.
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., and Vianello, A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry, 34: 1527-1536.
- 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(2): 2155-2167.
- 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. Scientia Horticulturae, 148: 138-146.
- 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 fertilizer. Journal of the Science of Food and Agriculture, 89: 2383-2392.
- Pinton, R., Cesco, S., Lacoletig, G., Astolfi, S., and Varanini, Z. 1999. Modulation of NO₃-uptake by water-extractable humic substances: involvement of root plasma membrane H⁺Atpase. Plant and Soil, 215: 155-161.

- 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 ambonicus*) plantlets. UMT 11th International Annual Symposium on Sustainability Science and Management. 210-214.
- 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 and Soil, 63(3): 491-495.
- Reynolds, A.G., Wardle, D.A., Drought, B., and Cantwell, R. 1995. Gro-mate soil amendment improves growth of greenhouse-grown 'Chardonnay' grapevines. Hort Science, 30: 539-554.
- Schmidt, U. 2003. Enhancing phytoextraction. Journal of Environmental Quality, 32: 1939-1954.
- Sharif, M., Khattak, R.A., and Sarir, M.S. 2002. Effect of different levels of lignitic coal derived humic acid on growth of maize plants. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 33: 3567-3580.
- 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(4-6): 221-225.
- Sladky, Z., and Tichy, V. 1959. Applications of humus substances to overground organs of plants. Biology Plant, 1: 9-15.
- Vaughan, D. 1974. A possible mechanism for humic acid action on cell elongation in root segments of *Pisum Sativum* aseptic condition. Soil Biology and Biochemistry, 6: 24-247.
- Yang, C.M., Wang, M.C., Lu, Y.F., Chang, F., and Chou, C.H. 2004. Humic substances affect the activity of chlorophylls. Journal of Chemical Ecology, 30: 1057-1065.

Effect of humic acid application and foliar spraying of compost tea and vermiwash on nutrient absorption and chlorophyll content of safflower (*Carthamus tinctorius* L.)**Azadeh Khoram Ghahfarokhi^{1,*}, Asghar Rahimi², Benjamin Torabi³, Shahab Maddah Hosseini³**¹ M.Sc. Student of Agronomy, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran² Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Agriculture College, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran³ Assistant of Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Agriculture College, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran*Corresponding author E-mail address: Azadeh_khoram@yahoo.com

Received: 2015.03.09

Accepted: 2015.07.11

Abstract

Humic acid as an organic acid produced by humus and other natural resources can improve nutrients absorption and seed yield. In order to study the effect of granular humic acid and foliar application of compost tea and vermiwash on nutrient absorption, chlorophyll content and seed yield of safflower (*Carthamus tinctorius* L.), an experiment was conducted as a factorial experiment based on randomized complete block design with three replications in agricultural research farm at Vali-e-Asr University of Rafsanjan. Treatments included of 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. Results indicated that humic acid application had significant effect on the zinc, nitrogen and phosphorus content of shoot, chlorophyll index and seed yield. On the other hand, compost tea foliar application significantly influenced zinc and copper content of shoot, chlorophyll content and seed yield of safflower. It seems humic acid application (1500 kg.ha⁻¹) in soil along with compost tea foliar application was the best treatment for producing of seed yield and higher nutrition absorption, chlorophyll content in safflower.

Keywords: *Chlorophyll index, Micronutrient, Photosynthetic pigments, Yield*