Archive of SID

نشریه علمی ـ پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی، جلد دهم، شماره ۲(۳۸)، تابستان ۱۳۹۵، صفحه ۲۹۶-۲۸۳

اثر محلــول‌پاشی اسید هیــومیک، آهن و روی بر برخی ویژگی‌های گیــاه روغنی دان‌سیاه (*Guizotia abyssinica* L.)

علی تدین[1*] و صدیقه بهشتی[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۱۶ تاریخ بازنگری: ۱۳۹۴/۱۰/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۱۹

چکیده

یکی از نیازهای مهم در برنامه‌ریزی زراعی ارزیابی سیستم‌های مختلف تغذیه‌ای گیاه است. با اعمال روش صحیح تغذیه گیاه می‌توان ضمن حفظ محیط‌زیست، کارایی نهاده‌ها را نیز افــزایش داد. به منظور بررسی اثر محلول‌پاشی کودهای آلی و ریز مغذی بر برخی خصوصیات گیاه روغنی دان‌سیاه، آزمایشی به صورت بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل شاهد (عدم مصرف کود)، سه سطح اسید هیومیک (۱، ۳ و ۶ لیتر در هکتار)، آهن (۴ در هزار) و روی (۴ در هزار) بودند. در این آزمایش صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت و درصد و عملکرد روغن و پروتئین مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد محلول‌پاشی این مواد افزایش معنی‌دار کلیه صفات مورد بررسی را در پی داشت. عملکرد روغن با افزایش ۶۳ و ۵۳ درصدی به‌ترتیب با کاربرد ۶ لیتر اسید هیومیک و روی نسبت به کاربرد ۱ لیتر در هکتار مشاهده شد که برآیند افزایش عملکرد و افزایش درصد روغن می‌باشد. ضمناً بیشترین درصد پروتئین در تیمار ۶ لیتر در هکتار مشاهده گردید. بیشترین پاسخ صفات ابتدا به کاربرد ۶ لیتر در هکتار اسید هیومیک و سپس با محلول‌پاشی روی حاصل شد که بیانگر محدودیت جذب و احتمالاً کمبود این عناصر در خاک مورد آزمایش است.

واژگان کلیدی: دان‌سیاه، شاخص برداشت، عملکرد روغن، عناصر پر و کم مصرف، کود زیستی.

۱- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران. (* نگارنده‌ی مسئول) Tadayyon.sku@gmail.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گیاه روغنی دان‌سیاه (*Guizotia abyssinica* (L. f.) *Cass*) از جنس Guizotia، تیره Asteraceae، قبیله‌ی Heliantheae و رده Coreopsidinae است. این گیاه دیپلوئید (۲n=۳۰)، دولپه، یک‌ساله و نسبتاً پر شاخ و برگ است. ارتفاع آن به طور متوسط ۱/۴ متر است که بسته به شرایط محیطی به ۲ متر نیز می‌رسد. در طول فصل رشد به حرارت ۲۳-۱۵ درجه سلسیوس و حداقل ۵۰۰ میلی‌متر بارش نیاز دارد (Getinet and Sharma, 1996). درصد روغن دانه‌های این گیاه در مکان‌های متعدد ۲۹ تا ۴۴ درصد است که حاوی ۶۶ تا ۷۰ درصد اسید لینولئیک می‌باشد (Getinet and Sharma, 1996).

یکی از نیازهای مهم در برنامه‌ریزی زراعی ارزیابی سیستم‌های مختلف تغذیه گیاه است. عناصر کم‌مصرف (ریزمغذی‌ها) با وجود نیاز کم، جایگاه ویژه‌ای در تولیدات کشاورزی دارند (Kafi *et al*., 2009). خاک‌های زراعی ایران به دلایلی از قبیل آهکی بودن، بی‌کربناته بودن آب آبیاری، پایین بودن مواد آلی و مصرف بی‌رویه کودهای فسفاته دچار کمبود شدید ریزمغذی‌ها به‌ویژه روی و آهن می‌باشند (Kafi *et al*., 2009). آهن به عنوان یکی از عناصر مهم در تغذیه گیاهان مطرح است و به مقدار فراوان در خاک موجود می‌باشد، اما بنابه دلایلی جذب آن بسیار کم و محدود می‌باشد. این عنصر در ساختمان سیتوکروم به عنوان ناقل الکترون در سیستم‌های فتوسنتزی برای تنفس و عملیات اکسیداسیون و احیاء و ساخت کلروفیل دخالت دارد (Kafi *et al*., 2009). روی نیز عنصر مهم در فعالیت آنزیم‌های دهیدرژناز، پروتئیناز، تشکیل RNA و تنظیم کننده‌ی رشد است (Malakouti and Tehrani, 1999).

محققین در مطالعات مختلف به اثرات مثبت عناصر ریزمغذی به‌خصوص آهن و روی به صورت محلول‌پاشی در گیاهان روغنی پی بردند. رحیمی و مظاهری (Rahimi and Mazaheri, 2004) مشاهده کردند که مصرف آهن و روی باعث افزایش قطر طبق و سایر شاخص‌های رشدی آفتابگردان نسبت به عدم مصرف این عناصر گردید. کاربرد این عناصر افزایش عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت و عملکرد روغن کلزا (Bahrani, 2015) را در پی داشت. همچنین، محلول‌پاشی روی ارتفاع بوته، قطر ساقه، عملکرد دانه و عملکرد روغن آفتابگردان را افزایش داد (Ebrahimian and Bybordi, 2011). با توجه به آنچه گفته شد با روش صحیح حاصل‌خیزی خاک و تغذیه گیاه می‌توان کارایی نهاده‌ها را افزایش داد. در این راستا مقادیر بسیار کم از اسیدهای آلی به دلیل وجود ترکیبات هوموسی اثرات مفیدی در افزایش تولید و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی دارند.

هیومیک اسید یک محصول تجاری است که حاوی بسیاری از مواد مغذی شامل ۵۸-۴۴ درصد کربن، ۴۶-۴۲ درصد اکسیژن، ۸-۶ درصد هیدروژن و ۴-۰/۵ درصد نیتروژن و همچنین بسیاری از عناصر دیگر جهت بهبودی رشد گیاه است (El-Bassiony *et al*., 2010). رشد قسمت هوایی و ریشه گیاه توسط اسید هیومیک تحریک می‌شود، ولی اثر آن بر روی ریشه برجسته‌تر است، بدین صورت اسید هیومیک حجم ریشه را افزایش داده و باعث اثربخشی بهتر سیستم ریشه می‌گردد و جذب عناصر پر مصرف و کم‌مصرف را توسط گیاه افزایش می‌دهد (Dursun *et al*., 2002). در تحقیقات مختلف کاربرد اسید هیومیک افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک آفتابگردان (Amerioun *et al*., 2013)، ارتفاع، تعداد شاخه فرعی، عملکرد دانه و درصد روغن دانه شلغم

www.SID.ir

Archive of SID

روغنی (Rajpar *et al*., 2011) و عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بادام‌زمینی (Moraditochaee, 2012) را در پی داشت.

با توجه به اهمیت محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی و ترکیبات آلی در نیل به اهداف کشاورزی پایدار و سهم دانه‌های روغنی در مصارف مختلف و اهمیت بالای گیاه روغنی دان‌سیاه به عنوان گیاه جدید، هدف از اجرای این پروژه بررسی اثرات محلول‌پاشی سطوح هیومیک اسید به عنوان یک نوع ماده آلی و آهن و روی به عنوان عناصر ریزمغذی بر عملکرد و اجزای عملکرد دان‌سیاه به‌عنوان یک گونه زراعی جدید در اقلیم شهرکرد بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با ۶ سطح تغذیه برگی شامل شاهد، ۳ سطح اسید هیومیک (۱، ۳ و ۶ لیتر در هکتار)، آهن (۴ در هزار) و روی (۴ در هزار) در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شهرکرد با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۴۹ دقیقه شرقی با ارتفاع ۲۱۱۶ متر از سطح دریا در سال زراعی ۹۳-۱۳۹۲ اجرا شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ ارایه شده است.

بذور مورد نیاز از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. کشت بذور پس از شخم و تسطیح زمین به صورت هیرم‌کاری در تاریخ ۱۰ تیر ۱۳۹۳ پس از رسیدن دمای خاک به بالای ۱۰ درجه سلسیوس، گیاهان به‌صورت ردیفی در دو طرف پشته‌های به فاصله ۶۰ سانتی‌متر، فاصله روی ردیف ۱۰و عمق ۲ سانتی‌متر در کرت‌هایی به ابعاد ۳×۲/۱ متر دارای ۷ خط کاشت، کشت شدند. در طول دوره رشد گیاه مراقبت‌های لازم از قبیل آبیاری، محلول‌پاشی، مصرف اوره به‌صورت سرک بر اساس آزمون خاک و با توجه به نیاز گیاه و کنترل علف‌های هرز به صورت دستی انجام گرفت. اعمال کلیه تیمارهای محلول‌پاشی در زمان رشد رویشی و قبل از گلدهی (زمان پیدایش اولین طبق)، در دو مرحله به فاصله ۱۴ روز (افزایش جذب توسط گیاه و جلوگیری از سوختگی سطحی در غلظت‌های بالای اسید هیومیک) اعمال شد. جهت جذب حداکثری محلول‌ها توسط گیاه، محلول‌پاشی ۱ یا ۲ روز قبل از آبیاری اعمال شد. منبع اسید هیومیک مورد استفاده دارای فاز مایع در بسته‌بندی حاوی بطری ۴ لیتری با نام تجاری هیوم-فرت اولترا با ترکیبی شامل ۱۲ درصد هیومیک اسید، ۳ درصد فولیک اسید و ۳ درصد اکسید پتاسیم و در غلظت‌های ۱ (۱۱۰ ppm هیومیک‌اسید)، ۳ (۳۳۰ ppm هیومیک اسید) و ۶ (۶۶۰ ppm هیومیک اسید) لیتر در هکتار اعمال شد. آهن و روی نیز به‌ترتیب به صورت کلات ۱۳/۲ درصد آهن و کلات ۱۵ درصد روی تهیه و برای هر عنصر با غلظت ۴ در هزار (۴ کیلوگرم در هکتار) با توجه به اینکه تا حدودی کمبود این عناصر در خاک احساس شد (Malakooti and Gheibi, 2000) اعمال گردید.برداشت پس از تکمیل رشد و نمو گیاه هنگامی که برگ‌های پایینی و ساقه، قهوه‌ای شده و طبق‌ها رسیدند با حذف حاشیه‌ها انجام شد. بدین صورت که از هر کرت ۱۵ بوته به طور تصادفی انتخاب و کف‌بر شده و پس از انتقال به آزمایشگاه، صفات ارتفاع بوته با متر نواری بر حسب سانتی‌متر، قطر ساقه به‌وسیله دستگاه کولیس با دقت ۰/۰۱ سانتی‌متر، عمکرد دانه و بیولوژیک با ترازوی ۰/۰۰۱ گرمی توزین و سپس بر حسب کیلوگرم در هکتار معادل گردید و متعاقب آن شاخص برداشت از رابطه زیر محاسبه شد.

HI= (عملکرد بیولوژیک/عملکرد دانه)×۱۰۰

برای اندازه‌گیری درصد نیتروژن و روغن به ترتیب از کجلدال و سوکسله استفاده شد. داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS آنالیز و میانگین‌های معنی‌دار

www.SID.ir

Archive of SID

شده توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

براساس نتایج تجزیه واریانس، محلول‌پاشی اسید هیومیک و عناصر ریزمغذی آهن و روی تاثیر معنی‌داری (P<۰/۰۱) بر ارتفاع بوته داشت (جدول ۲). طبق نتایج مقایسه میانگین‌ها، بیشترین ارتفاع بوته (۱۳/۶ درصد افزایش نسبت به شاهد) با کاربرد ۶ لیتر در هکتاراسید هیومیک مشاهده شد که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با کاربرد روی (با ۱۱/۷ درصد افزایش نسبت به شاهد) نداشت. کمترین میزان این صفت نیز در تیمار شاهد مشاهده شد. در این بین کاربرد ۱ و ۳ لیتر در هکتار اسید هیومیک و آهن به ترتیب با ۶/۸، ۷/۸ و ۷/۲۹ درصد افزایش، تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۳).

راجپار و همکاران (Rajpar *et al*., 2011) افزایش ارتفاع بوته شلغم روغنی با محلول‌پاشی اسید هیومیک را گزارش کردند. اسید هیومیک از طریق اثرات هورمونی و با تأثیر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی سبب افزایش رشد و ارتفاع گیاهان می‌شود (Nardi *et al*., 2002). به نظر می‌رسد افزایش ارتفاع بوته در اثر مصرف روی به دلیل تاثیر این عنصر در سنتز اکسین باشد که محلول‌پاشی سبب افزایش اکسین شده و این امر افزایش ارتفاع گیاه را به همراه داشته است (Estiri *et al*., 2014). افزایش ارتفاع بوته گلرنگ با محلول‌پاشی آهن و روی مشاهده شد (Ravi *et al*., 2008). ابراهیمیان و بایبوردی (Ebrahimian and Bybordi, 2011) و استیری و همکاران (Estiri *et al*., 2014) افزایش ارتفاع آفتابگردان با محلول‌پاشی روی را گزارش کردند.

قطر ساقه

قطر ساقه به طور معنی‌داری (P<۰/۰۱) تحت تاثیر محلول‌پاشی اسید هیومیک و عناصر ریزمغذی قرار گرفت (جدول ۲). کاربرد ۶ لیتر در هکتار اسید هیومیک بیشترین افزایش (۱۱/۹ درصد نسبت به شاهد) در قطر ساقه را ایجاد کرد. این سطح تفاوت معنی‌داری با کاربرد ۳ لیتر از این ماده آلی و روی نداشت. تیمار شاهد نیز اگرچه کمترین قطر را به خود اختصاص داد اما با کاربرد آهن و ۱ لیتر در هکتار اسید هیومیک، تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). مواد هیومیک با مکانیسم‌های مختلف سبب تسریع رشد در گیاهان می‌شوند. یکی از این مکانیسم‌ها به اثر مستقیم این ترکیبات و وجود ترکیبات شبه هورمونی، از جمله ترکیبات اکسینی و شبه اکسینی، مربوط می‌باشد که می‌توانند رشد سلول‌ها را تحت تأثیر قرار دهند (Nardi *et al*., 2002). بهبود شرایط تغذیه‌ای و نقش مثبت روی می‌تواند در فتوسنتز و عملکرد فتوسیستم‌های نوری در افزایش شاخص‌های رشد از قبیل قطر ساقه مؤثر باشد. افزایش قطر ساقه در آفتابگردان با محلول‌پاشی آهن و روی (Rahimi and Mazaheri, 2004) و محلول‌پاشی سولفات روی (Ebrahimian and Bybordi, 2011) مشاهده شد.

تعداد شاخه فرعی

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد تعداد شاخه فرعی در بوته دان‌سیاه به‌طور معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ تحت تأثیر تیمارهای عناصر ریزمغذی و اسید هیومیک قرار گرفت (جدول ۲). کاربرد ۶ لیتر اسید در هکتار هیومیک با افزایش شاخص‌های رشد رویشی (ارتفاع، قطر و ...) با ۲۲/۷ درصد افزایش بیشترین تعداد و عدم کاربرد تیمارهای آزمایشی (شاهد) کمترین تعداد شاخه فرعی را تولید کرد (جدول ۳). راجپار و همکاران (Rajpar *et al*., 2011) به افزایش تعداد شاخه فرعی در بوته شلغم روغنی با

www.SID.ir

Archive of SID

محلول‌پاشی اسید هیومیک اذعان داشتند. آیاس و گولسر (Ayas and Gulser, 2005) نیز معتقدند که اسید هیومیک از طریق افزایش محتوای نیتروژن برگ‌ها و حفظ ماندگاری برگ‌ها سبب بهبود رشد، افزایش زیست توده تولیدی می‌شود. افزایش تعداد شاخه فرعی در بوته گلرنگ (Ravi *et al*., 2008) با محلول‌پاشی آهن و روی مشاهده شد.

عملکرد بیولوژیک (اندام هوایی)

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) حاکی از معنی‌دار بودن تیمارهای آزمایشی بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۱ درصد بود. بر اساس مقایسه میانگین‌ها در جدول ۳، بیش‌ترین وزن ماده خشک اندام هوایی در تیمار کاربرد ۶ لیتر در هکتار اسید هیومیک مشاهده شد که با کاربرد روی و ۳ لیتر اسید هیومیک به‌ترتیب با ۳۶، ۲۸ و ۲۶ درصد افزایش در یک گروه آماری قرار گرفتند و کمترین آن در تیمار شاهد (عدم محلول‌پاشی) مشاهده کردید که با تیمار ۱ لیتر در هکتار اسید هیومیک اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. روند تغییرات در تیمار کاربرد ۳ لیتر اسید هیومیک و آهن یکسان بود.

بر اساس نظر ناردی و همکاران (Nardi *et al*., 2002)، اسید هیومیک از طریق اثرات مثبت فیزیولوژیکی از جمله افزایش متابولیسم درون سلول‌ها و همچنین بالا بردن میزان کلروفیل در برگ‌ها، سبب ماندگاری بیشتر برگ‌ها شده، در نتیجه بر میزان عملکرد تولیدی و زیست توده تولیدی در گیاهان آلی افزوده می‌شود. در آزمایش مشابه، اسید هیومیک عملکرد بیولوژیک بادام زمینی (Moraditochaee, 2012) را افزایش داد. آهن در ساخته شدن کلروفیل در گیاهان سبز لازم است و افزایش کلروفیل باعث افزایش شاخص سطح برگ و در نتیجه افزایش وزن خشک می‌شود. کمبود آهن، وزن خشک برگ، سطح برگ، غلظت آهن و کلروفیل را کاهش می‌دهد (Mariotti *et al*., 1996). عنصر روی نیز با افزایش هورمون اکسین باعث افزایش رشد سلولی و افزایش سطح برگ و در نهایت افزایش رشد رویشی می‌گردد که این خود می‌تواند باعث افزایش عملکرد بیولوژیک گردد (Estiri *et al*., 2014). افزایش عملکرد زیستی با مصرف عناصر ریزمغذی علل مختلفی می‌تواند داشته باشد که از آن جمله می‌توان به افزایش فعالیت فتوسنتزی، افزایش تعداد شاخه فرعی، افزایش تعداد دانه در بوته و در کل افزایش ماده خشک در بوته اشاره نمود. افزایش عملکرد بیولوژیک در کلزا (Bahrani, 2015) و آفتابگردان (Rahimi and Mazaheri, 2004) با محلول‌پاشی آهن و روی گزارش شد

با توجه به آنچه گفته شد کاربرد اسید هیومیک، آهن و روی باعث بهبود عملکرد بیولوژیک می‌گردد. این صفت برآیند مؤلفه‌های مختلفی از جمله ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، عملکرد و ... می‌باشد. لذا، با توجه به اینکه صفات مذکور در حضور تیمارهای مورد آزمایش کم و بیش افزایش یافتند، بنابراین برآیند این صفات افزایش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک را در پی داشت.

شاخص برداشت

نتایج آنالیز واریانس بیانگر تاثیر معنی‌دار آهن، روی و اسید هیومیک بر شاخص برداشت می‌باشد (جدول ۲). محلول‌پاشی اسید هیومیک سبب افزایش شاخص برداشت گردید، بدان معنی که اسید هیومیک با افزایش عملکرد دانه در تمامی سطوح خود باعث افزایش شاخص برداشت شد. چنان‌که، نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد، بالاترین شاخص برداشت با کاربرد ۶ لیتر در هکتار اسید هیومیک و کاربرد روی به‌ترتیب با ۸۴ و ۸۳ درصد افزایش نسبت به شاهد مشاهده گردید. سایر سطوح اسید هیومیک به همراه تیمار آهن در یک گروه آماری قرار گرفتند. کمترین

www.SID.ir

Archive of SID

میزان شاخص برداشت نیز در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۳). عملکرد دانه و عملکرد زیستی نیازمند موازنه صحیح بین اندازه دستگاه فتوسنتزی و تداوم آن، سرعت فتوسنتز، سرعت انتقال و توزیع مواد فتوسنتزی به اندام‌ها، تعداد و اندازه دانه و ظرفیت آنها از نظر تجمع مواد فتوسنتزی می‌باشد. ناردی و همکاران (Nardi *et al*., 2002) گزارش کردند که اسید هیومیک از طریق اثرات هورمونی و با تأثیر بر متابولیسم سلول‌های گیاهی و همچنین با قدرت کلات‌کنندگی و افزایش جذب عناصر غذایی سبب افزایش رشد در گیاهان می‌شوند. در آزمایشی مشابه، محلول‌پاشی اسید هیومیک شاخص برداشت بادام زمینی (Moraditochaee, 2012) را افزایش داد.

روی نیز نقش اصلی در فرآیند گرده‌افشانی، تشکیل اندام‌های زایشی نر و ماده و فرآیند تشکیل دانه دارد (Rajaie and Ziaeyan, 2009). این عنصر در اندام‌های فعال گیاه باعث انتقال بهتر مواد غذایی از اندام‌های هوایی به بخش زایشی و افزایش عملکرد دانه، منجر به افزایش شاخص برداشت شده به عبارت دیگر، گیاه ماده خشک اضافی تولید نمی‌کند بلکه بخش اعظم مواد فتوسنتزی را با توجه به حفظ بیشتر دانه در طبق به دانه منتقل کرده است (Estiri *et al*., 2014). افزایش شاخص برداشت کلزا با محلول‌پاشی آهن و روی (Bahrani and Pourreza, 2014) و در آفتابگردان با محلول‌پاشی روی (Estiri *et al*., 2014) گزارش شد.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) در این آزمایش نشان داد محلول‌پاشی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در سطح احتمال ۱٪ گردید. بر اساس مقایسه میانگین‌های این صفت، بیشترین میزان عملکرد (۱۰۱۹ کیلوگرم در هکتار) با اعمال تیمار محلول‌پاشی ۶ لیتر در هکتار اسید هیومیک مشاهده شد که با کاربرد روی (۹۵۵ کیلوگرم در هکتار) تفاوت معنی‌داری نداشت. این در حالی است که محلول‌پاشی آهن با ۸۷ درصد افزایش نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری با کاربرد ۱ و ۳ لیتر در هکتار اسید هیومیک نداشت. کمترین میزان عملکرد نیز در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۳).

در پژوهش مشابه اسید هیومیک عملکرد دانه بادام زمینی را افزایش داد (Moraditochaee, 2012). هیومیک اسید، نفوذ پذیری غشاهای سلولی را افزایش داده و بدین طریق ورود پتاسیم را تسهیل می‌کند که نتیجه آن افزایش فشار داخل سلولی و تقسیم سلول است. از طرف دیگر افزایش انرژی در داخل سلول منجر به افزایش تولید کلروفیل و میزان فتوسنتز خواهد شد. به دنبال آن یک عامل مهم در رشد یعنی جذب نیتروژن به درون سلول تشدید می‌گردد و تولید نیترات کاهش می‌یابد که در نهایت این اثرات منجر به افزایش تولید می‌شود (Giasuddin *et al*., 2007). همچنین، افزایش بیوسنتز اکسین، غلظت کلروفیل، فسفو انول پیروات کربوکسیلاز، کاهش تجمع سدیم در بافت‌های گیاهی و افزایش کارایی جذب نیتروژن و فسفر در حضور عنصر روی از عوامل اصلی افزایش عملکرد دانه می‌باشد (Wang and Jin, 2007). عنصر آهن نیز با تولید بیشتر کلروفیل و IAA می‌تواند باعث تأخیر در پیری و فرسودگی گیاه شده و طول دوره فتوسنتز را افزایش دهد که این عمل باعث بهبود تولید کربوهیدرات و انتقال آن برای رشد دانه‌ها و افزایش عملکرد می‌شود (Rajaie and Ziaeyan, 2009). در این رابطه افزایش عملکرد دانه گلرنگ (Ravi *et al*., 2008) و کلزا (Bahrani and Pourreza, 2014) با محلول‌پاشی آهن و روی مشاهده شد.

www.SID.ir

Archive of SID

درصد پروتئین

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) در این آزمایش نشان داد محلول‌پاشی باعث افزایش معنی‌دار درصد پروتئین دانه در سطح احتمال ۱٪ گردید. بر اساس مقایسه میانگین‌های این صفت (جدول ۳) بیشترین میزان پروتئین در تیمار کاربرد ۶ لیتر در هکتار اسید هیومیک با ۳۱ درصد افزایش نسبت به شاهد مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با کاربرد روی ۱ و ۳ لیتر اسید هیومیک به‌ترتیب با ۳۰، ۲۴ و ۲۱ درصد افزایش نسبت به شاهد نداشت. کاربرد آهن نیز با ۱۹/۸ درصد افزایش نسبت به شاهد تفاوت معنی‌داری با کاربرد روی ۱ و ۳ لیتر در هکتار اسید هیومیک نداشت. هیومیک اسید نیز از طریق بهبود جذب عناصر غذایی و سهولت جذب عناصر ماکرو و میکرو (Eneji *et al*., 2013) منجر به افزایش درصد پروتئین دانه می‌شود. در آزمایش‌های مزرعه‌ای روی کنجد نیز مشاهده شد که کاربرد اسید هیومیک به صورت محلول‌پاشی میزان پروتئین را افزایش داد (Salwa, 2011). محلول‌پاشی آهن نیز میزان آهن فعال درون گیاه و فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز که برای چرخه اسیدهای آمینه ضروری است و در نتیجه میزان پروتئین را افزایش می‌دهد. افزایش پروتئین دانه با کاربرد آهن توسط پورغلام و همکاران (Pourgholam *et al*., 2013) در کلزا و افزایش این صفت توسط رآوی و همکاران (Ravi *et al*., 2008) در گلرنگ با محلول‌پاشی آهن و روی مشاهده شد.

درصد روغن

صفت درصد روغن دانه تحت تاثیر محلول‌پاشی اسید هیومیک، آهن و روی معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد کاربرد روی و ۶ لیتر در هکتار اسید هیومیک به‌ترتیب با ۱۶/۹ و ۱۶/۲ درصد افزایش نسبت به شاهد بیشترین درصد روغن دانه را تولید کردند. کمترین میزان روغن در تیمار شاهد مشاهده شد و سایر تیمارها (۱ و ۳ لیتر در هکتار و آهن) نیز تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند (جدول ۳). از مزایای مهم اسید هیومیک می‌توان به کلات‌کنندگی عناصر غذایی مختلف مانند سدیم، پتاسیم، منیزیم، روی، کلسیم، آهن، مس و سایر عناصر در جهت غلبه بر کمبود عناصر غذایی اشاره کرد که سبب افزایش باروی و تولید در گیاهان می‌شود (Verlinden *et al*., 2009). محققین نیز به افزایش درصد روغن دانه در حضور اسید هیومیک و آهن و روی اذعان داشتند. راجپار و همکاران (Rajpar *et al*., 2011) افزایش درصد روغن با کاربرد اسید هیومیک در منداب را مشاهده کردند و بهرانی (Bahrani, 2015) نیز شاهد افزایش این صفت با محلول‌پاشی آهن و روی در گیاه کلزا بودند.

عملکرد روغن

صفت عملکرد روغن دانه به‌عنوان یکی از صفات مهم بذر تحت تاثیر محلول‌پاشی اسید هیومیک، آهن و روی معنی‌دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد کاربرد روی و ۶ لیتر در هکتار اسید هیومیک (به‌ترتیب ۴۳۵ و ۴۰۹ کیلوگرم در هکتار) بیشترین میزان روغن دانه را تولید کردند. ضمناً کمترین میزان روغن در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۳). عملکرد روغن برآیند افزایش درصد روغن و افزایش عملکرد دانه می‌باشد. از مزایای مهم اسید هیومیک می‌توان به کلات‌کنندگی عناصر غذایی مختلف مانند سدیم، پتاسیم، منیزیم، روی، کلسیم، آهن، مس و سایر عناصر در جهت غلبه بر کمبود عناصر غذایی اشاره کرد که سبب افزایش باروری و تولید درگیاهان می‌شود (Verlinden *et al*., 2009). محققین نیز به افزایش درصد روغن دانه در حضور

www.SID.ir

Archive of SID

اسید هیومیک و آهن و روی اذعان داشتند، در این رابطه رایپار و همکاران (Rajpar *et al.*, 2011) افزایش عملکرد دانه و درصد روغن دانه در شلغم روغنی با محلول‌پاشی اسید هیومیک را گزارش کردند. افزایش عملکرد روغن در کلزا با محلول‌پاشی آهن و روی (Bahrani, 2015) و محلول‌پاشی سولفات روی (Ebrahimian and Bybordi, 2011) مشاهده شد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد محلول‌پاشی اسید هیومیک و عناصر ریزمغذی، صفات مورفولوژیک، عملکرد، شاخص برداشت و عملکرد روغن دانه دان سیاه را افزایش داد. در این بین ابتدا کاربرد ۶ لیتر در هکتار اسید هیومیک و سپس عنصر روی به‌ترتیب بیشترین اثر را بر این صفات داشتند. به نظر می‌رسد به دلیل پایین بودن روی و آهن خاک و اسیدیته بالای خاک، کارایی جذب روی و آهن خاک کاهش یافته و محلول‌پاشی این عناصر پاسخ گیاه را در پی داشته است. اسید هیومیک نیز با افزایش کارایی جذب این عناصر و سایر عناصر میکرو و ماکرو تاثیر محسوسی بر گیاه داشت. لذا استفاده از اسید هیومیک و محلول‌پاشی عناصر در خاک‌هایی با شرایط مشابه و در راستای اهداف کشاورزی پایدار می‌تواند مناسب باشد.

سپاس‌گزاری

این مقاله از طرح پژوهشی مصوب دانشگاه شهرکرد استخراج شده است. هزینه اجرای این طرح تحقیقاتی توسط دانشگاه شهرکرد تأمین شده که موجب کمال تشکر و سپاسگزای است.

جدول ۱- برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک

Table 1- Some physical and chemical properties of the experimental soil from zero to 30 cm soil depth

Cu	Fe	Mn	Zn	Pava	Kava	N	T.N.V	OC	pH	Ec	Texture
mg.kg^{-1}						%				ds.m^{-1}	
0.72	2.96	7.34	0.57	31.4	569	0.093	29.5	0.819	7.64	0.549	Loan silt

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت و درصد وعملکرد روغن دان سیاه تحت تاثیر محلول‌پاشی اسید هیومیک، آهن و روی

Table 2- Analysis of variance (mean square) characteristics of plant height, stem diameter, stem branch number, biological yield, grain yield, harvest index, and oil yield and precent of nigro under foliar application of humic acid, Fe, and Zn

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	قطر ساقه Stem dimeter	تعداد شاخه فرعی Stem branch no.	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield	شاخص برداشت Harvest index	درصد پروتیین Protein precent	درصد روغن Oil precent	عملکرد روغن Oil yield
بلوک (Block)	2	1.6	0.09	0.07	52285	6981	2.2	5.81	0.46	1377
محلول‌پاشی Foliar application)	5	34.8**	0.19*	0.9**	392636**	148465**	74.02**	18.37**	15.53**	32732**
خطا (Error)	10	3.46	0.03	0.09	23895	3352	2.1	1.8	1.04	652.4
ضریب تغییرات C.V. (%)		4.3	3.1	3.5	5.1	7.46	5.7	5.13	2.53	8.04

**, * معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

** and * significant at the 1 and 5% probability levels, respectively

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت، درصد و عملکرد روغن دان سیاه تحت تاثیر محلول‌پاشی اسید هیومیک، آهن و روی

Table 3- Means comparison traits of plant height, stem diameter, stem branch number, biological yield, grain yield, harvest index, and oil yield and precent of Nigro under foliar application of humic acid, Fe, and Zn

تیمارها Treatments	ارتفاع بوته Plant height (cm)	قطر ساقه Stem diameter (mm)	تعداد شاخه فرعی Stem branch no.	عملکرد بیولوژیک Biological yield (kg/ha)	عملکرد دانه Grain yield (kg/ha)	شاخص برداشت Harvest index (%)	درصد پروتیین Protein Percent (%)	درصد روغن Oil (%)	عملکرد روغن Oil yield (kg/ha)
شاهد (Control)	72.28	5.81	7.65	2525	404.8	16.03	21.56c	36.6	148.6
اسید هیومیک (۱ لیتر در هکتار) Humic acid (1 L/ha)	77.22	6.08	8.28	2637	666.9	25.29	26.13ab	39.9	266.5
اسید هیومیک (۳ لیتر در هکتاز) Humic acid (3 L/ha)	77.93	6.37	8.54	3200	852	26.63	26.77ab	40.4	344.8
اسید هیومیک (۶ لیتر در هکتار) Humic acid (1 L/ha)	82.13	6.5	9.33	3442	1019.9	29.64	28.43a	42.6	435.1
آهن (Fe)	77.55	6.11	8.26	2962	756d	25.53	25.85b	38.67	299.6
روی (Zn)	80.75	6.39	8,23	3244	955	29.4	28.12ab	42.8	409.8
LSD	3.218	0.402	0.564	267.67	88.078	2.469	2.44	1.936	42.216

www.SID.ir

Archive of SID

References منابع مورد استفاده

- Amerioun, F., M. Amerian, H. Asghari, and M. Rahimi. 2013. Effect of humic acid and urea on two varieties of sunflower (*Helianthus annus*) yield. First National Conference Planning, Environmental Protection and Sustainable Development. February, Hamedan, Community Environmental Assessment Hegmataneh. (In Persian).
- Ayas, H., and F. Gulser. 2005. The effect of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach. *Journal Biology Science*. 5(6):801-804.
- Bahrani, A. 2015. Effect of some micro and macro nutrients on seed yield and oil content of rapeseed (*Brassica napus* L.). *International Journal of Chemical Environmental and Biological Sciences*. 3(1): 71-74.
- Bahrani, A.M., and A. Pourreza. 2014. Effects of micronutrients on seed yield and oil content of *Brassica napus* L. c.v. Talaeh. *Botany*. 43(2): 231-233.
- Dursun A., I. Guvenc, and M. Turan. 2002. Effects of different levels of humic acid on seedling growth and macro and micronutrient contents of tomato and eggplant. *Acta Agrobotanica*. 56: 81-88.
- Ebrahimian, E., and A. Bybordi. 2001. Effect of iron foliar fertilization on growth, seed and oil yield of sunflower grown under different irrigation regimes. *Middle-East Journal of Scientific Research*. 9(5): 621-627.
- El-Bassiony, A.M., Z.F. Fawzy; M.M.H. Abd El-Baky, and A.R. Mahmoud. 2010. Response of snap bean plants to mineral fertilizers and humic acid application. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*. 6(2): 169-175.
- EneJi, A.E., R. An, P. Islam, and U.C. Amalu. 2013. Nitrate retention and physiological adjustment of maize to soil amendment with superabsorbent polymers. *Cleaner Production.* 18: 1-7.
- Estiri, H., M. Armin, and A. Filehkesh. 2014. Effect of foliar application of different levels of zinc sulfate on the yield and components yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under drought stress. *Journal of Oilseed Plants*. 1(1): 65-76. (In Persian).
- Getinet, A., and S.M. Sharma. 1996. *Niger Guizotia* abyssinica (L. f.) cass. International Plant Genetic Resources Institute. 59 p.
- Giasuddin, A.B.M., S. Kanel, and H. Choi. 2007. Adsorption of humic acid onto nanoscale zerovalent iron and its effect on arsenic removal. *Environment Science Technology*. 41(6): 2022–2027
- Kafi, M., A. Borzooei, M. Salehi, A. Kamandi, A. Maassoumi, and M. Nabati. 2009. Plant environmental stress physiology. Mashhad University Jihad Press. 502 p. (In Persian).
- Malakooti, M.J., and M.N. Gheibi. 2000. Determining critical levels of effective nutrients in soil. Plant and Fruits. Publication of Amoozesh-e-Keshavarzi. Pp: 92. (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

- Malakooti, M.J., and M.H. Tehrani. 1998. The role of micronutrients in enhancing the performance and improve the quality of agricultural products. Publication of Tarbiat Modarres. (In Persian).
- Mariotti, M., L. Ercoli, and A. Masoni. 1996. Spectral properties of iron deficient corn and sunflower leaves. *Remote Sensing of Environment*. 58(3): 282-288.
- Moraditochaee, M. 2012. Effects of humic acid foliar spraying and nitrogen fertilizer management on yield of peanut (*Arachis hypogaea* L.) in Iran. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science.* 7(4): 289-293.
- Nardi, S., D. Pizzeghello, A. Muscolo, and A.Vianello. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biological and Biochemistry*. 34:1527–1536.
- Pourgholam, M., N. Nemati, and M. Oveysi. 2013. Effect of zinc and iron under the influence of drought on prolin, protein and nitrogen leaf of rapeseed (*Brassica napus*). *Annals of Biological Research*. 4(7): 200-203. (In Persian).
- Rahimi, M.M., and D. Mazaheri. 2004. Effects of micronutrient of iron and zinc on the yield and components yield second cultivation at two different varieties of sunflower in Arsanjan region. *Journal of Pajouhesh and Sazandegi in Agronomy and Horticulture*. 64: 16-21. (In Persian).
- Rajaie, M., and A.H. Ziaeyan. 2009. Combined effect of zinc and boron on yield and nutrients accumulation in corn. *International Journal of Plant Production*. 3(3): 35-440.
- Rajpar, I., M.B. Bhatti, Z. Ul-hassan, A.N. Shah, and S.D. Tunio. 2011. Humic acid improves growth, yield and oil content of *Brassica compestris* L. *Journal of Agriculture, Agricultural Engineering and Veterinary Science*. 27(2): 125-133.
- Ravi, S., H.T. Channal, N.S. Hebsur, B.N. Patil, and P.R. Dharmatti. 2008. Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tincturious*). Application of humic substances results in consistent increases in crop yield and nutrient uptake. *Journal of Plant Nutrition*. 32: 1407-1426.
- Salwa A. 2011. Effect of amendments humic and amino acids on increases soils fertility yields and seeds quality of peanut and sesame on sandy sandy soils. *Agriculture and Biological Science*. 7(1): 115-125.
- Samavat, S., and M. Malakoti. 2005. The necessity of using organic acids (humic and folic) to increase the quantity and quality of agricultural products. *Journal of Soil and Water Research*. 463: 1-13.
- Verlinden, G., B. Pycke, J. Mertens, F. Debersaques, K. Verheyen, G. Baert, J. Bries, and G. Haesaert. 2009. Application of humic substances results in consistent increases in crop yield and nutrient uptake. *Journal of Plant Nutrition*. 32: 1407-1426.
- Wang, H., and J.Y. Jin. 2007. Effects of zinc deficiency and drought on plant growth and metabolism of reactive oxygen species in maize (*Zea mays* L.). *Agricultural Sciences in China*. 6(8): 988-995.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Foliar Applications of Humic Acid, Iron and Zinc on some Characteristics of Negro (*Guizotia abyssinica* L.)

Ali Tadayyon[1*], and Sedigheh Beheshti[2]

Received: November 2015, Revised: 10 January 2016, Accepted: 9 March 2016

Abstract

One of the most important needs in farm planning is the evaluation of different systems of plant nutrition. By supplying the correct way of plant nutrition you can preserve the environment and increase efficiency of agricultural inputs. In order to investigate the effect of foliar application of organic fertilizers and micronutrients on some characteristics of neger, a field experiment was conducted in a complete randomized block design with three replications at Agricultural Research Station of Shahrekord University in 2013-2014. Treatments consisted of control, three levels of humic acid (1, 3, and 6 liters/ha of humic acid, iron (4 per thousand), and zinc (4 per thousand). In this experiment traits like plant height, stem diameter, stem branch number, biological yield, seed yield, harvest index, and percent and oil yield were evaluated. The results showed that foliar application of these materials resulted in significant increase in the traits under study. Oil yield increased by 63 and 53 percent with the use of 6 liters humic acid and zinc respectively, as compared to the use of 1 liter per hectare. This may be the outcome of increased in oil yield and protein content. Meanwhile, the highest percentage of protein observed for tratment of 6 liters per hectare. The highest response of traits firstly obtained by use of 6 liters per hectare humic acid and then from spraying plants with the zinc which shows its limited absorption and/or probably the lack of this element in the soil where the experiment was conducted.

Key words: Bio-fertilizer, Harvest index, Microelement, Oil yield.

1- Associate Professor, Faculty of Agriculture, Shahrkord University, Shahrkord, Iran.
2- Msc. Student of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahrkord University, Shahrkord, Iran.
** Corresponding Author: Tadayyon.sku@gmail.com*

www.SID.ir