مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال هشتم، شماره سی، ۱۳۹۶

دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

تاثیر دور آبیاری، اسید هیومیک و نوع کود گوگردی بر صفات مورفولوژیکی و عملکردی شنبلیله

بی‌بی الهه نخعی‌نژاد[۱]، سیدغلامرضا موسوی[۲]

تاریخ دریافت:۱۳۹٤/۰۳/۲۳ تاریخ پذیرش:۱۳۹٤/۰۸/۲۸

چکیده

به منظور بررسی تاثیر دور آبیاری، اسید هیومیک و نوع کود گوگردی بر صفات مورفولوژیکی و عملکردی شنبلیله آزمایشی به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌هایکامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی بیرجند اجرا گردید. فاکتورهای مورد مطالعه شامل دور آبیاری در ۲ سطح (۵ و ۱۰ روز) به عنوان کرت اصلی و ترکیب ۲ مقدار اسید هیومیک (صفر و ۱۰ لیتر در هکتار) و ٤ نوع کود گوگردی (عدم مصرف کود گوگردی، کودهای گوگردی بنتونیت‌دار، هیومیک‌دار و اوره با پوشش گوگردی) به عنوان کرت فرعی بودند. در این تحقیق صفات ارتفاع بوته، تعداد انشعابات ساقه اصلی، طول غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد با افزایش دور آبیاری از ۵ به ۱۰ روز، ارتفاع بوته، طول غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت به طور معنی‌داری و به ترتیب ۱۹/۹، ۲۰/۹، ۳٤/٦، ۳۷/٤، ۳٤/٤ و ۱٦/۷ درصد کاهش یافت. کاربرد ۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک باعث افزایش معنی‌دار همه صفات مورد مطالعه و به ترتیب ۱۰/۳، ۱۳/۵، ۱۵/۵، ٤۲/۸، ٤۷/۷، ۸۵/۲ و ٤۲ درصد گردید. نوع کود گوگردی تاثیر معنی‌داری بر صفات شنبلیله نداشت. همچنین اثر متقابل آبیاری و هیومیک اسید بر ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت و اثر متقابل آبیاری و کود گوگردی بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود. به طور کلی تیمار دور آبیاری ۵ روز و کاربرد ۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک را برای زراعت شنبلیله در بیرجند می‌توان پیشنهاد کرد.

واژه‌های کلیدی: شنبلیله، کم‌آبی، هیومیک، گوگرد، رشد رویشی

نخعی‌نژاد، ب.ا. و س.غ. موسوی. ۱۳۹٦. تاثیر دور آبیاری، اسید هیومیک و نوع کود گوگردی بر صفات مورفولوژیکی و عملکردی شنبلیله. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۰: ۵۱-٤۰.

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت، واحد بیرجند، **دانشگاه آزاداسلامی**، بیرجند، ایران

۲- دانشیار گروه زراعت، واحدبیرجند، **دانشگاه آزاداسلامی**، بیرجند، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک: s_reza1350@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

رویکرد روزافزون استفاده از گیاهان دارویی و فرآورده‌های حاصله از آن نقش این گیاهان را در چرخه اقتصاد جهانی پررنگ-تر کرده است و مصرف رو به تزاید آن‌ها تنها اختصاص به کشورهای در حال توسعه نداشته، بلکه یکی از فاکتورهای مهم بهداشتی کشورهای پیشرفته نیز به شمار می‌رود. از اینرو شناخت گیاهان دارویی سازگار و مسائل به‌زراعی آنها حائز اهمیت می-باشد. قابلیت دسترسی به رطوبت و عناصر غذایی کافی از مهمترین عوامل تاثیرگذار بر عملکرد اقتصادی این گیاهان محسوب می‌گردد (موسوی‌نیک، ۱۳۹۱).

استفاده بی‌رویه از کودهای شیمیایی و عدم استفاده از کودهای آلی طی سالیان اخیر، عامل کاهش چشمگیر میزان مواد آلی خاک‌های کشور و ایجاد مشکلات زیست محیطی از جمله تخریب فیزیکی خاک و عدم توازن عناصر غذایی خاک بوده است. مواد هیومیکی شامل مخلوطی از ترکیبات آلی مختلف است که از باقیمانده گیاهان و حیوانات حاصل می‌شود و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی و حاصلخیزی خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهد و اثرات مستقیمی بر رشد گیاهان و تولید محصولات کشاورزی دارد (ناسوتی و همکاران، ۱۳۹۰). اسیدهای هیومیک چون در فعال کردن میکروارگانیسم‌های موجود در خاک کمک زیادی می-کنند، برای زمین‌های زراعی بسیار مهم می‌باشند. میکرو هیومات‌ها در مناطق کم‌آب و نسبتاً خشک به گیاهان کمک می‌کنند تا در طول دوره رشد توانایی جذب زیادی را داشته باشند که این مهم از ایجاد تنش‌های خشکی و کاهش عملکرد میوه از طریق تامین رطوبت برای گیاه جلوگیری می‌کند. هیومیک اسید باعث بهبود ساختار خاک، کمک به ریشه‌زایی بهتر، نگهداری بیشتر آب در خاک، کمکبه رشد سریع باکتری‌های مفید در خاک،کمک به انحلال و آزادسازی عناصر ماکرو و میکرو و در نتیجه کاهش نیاز به کودهای شیمیایی به نحو محسوس، افزایش مقاومت به شوری،افزایش مقاومت به کم‌آبی،افزایش مقاومت به سرما و کاهش سمیّت کودها می‌شود (اویسی و قوشچی، ۱۳۹۱؛ صالحی و همکاران، ۱۳۸۹).

گوگرد به عنوان یکی از عناصر غذایی اصلی شناخته شده است (مسیک و دبری، ۲۰۰۲) و به عنوان اصلاح کننده خاک، مصارف مختلفی دارد و اکسیداسیون و تبدیل آن به اسید سولفوریک به ویژه در خاک‌های آهکی برای کاهش pH، تامین سولفات و افزایش فراهمی فسفر و عناصر غذایی کم مصرف و اصلاح خاک مفید است (سامنی و کاسرااین، ۲۰۰۴). با این وجود مصرف بیش از اندازه گوگرد با تبدیل مقدار زیادی از کربنات کلسیم خاک به گچ باعث افزایش شوری خاک شده و از طرفی غلظت بالای یون کلسیم در محلول خاک نیز با تبدیل یون‌های فسفات به صورت فسفات‌های مختلف کلسیم منجر به کاهش غلظت فسفر قابل جذب خاک می‌گردد. بنا بر این تعیین دقیق مقدار گوگرد مورد نیاز به منظور اجتناب از به هم خوردن تعادل عناصر غذایی در خاک امری لازم و ضروری است (بابایی و همکاران، ۱۳۹۱).

در مطالعه موسوی و همکاران (۲۰۱۲) دور آبیاری از ۵ به ۱۰ روز باعث کاهش ۷/۸ درصدی طول غلاف در گیاه شنبلیله گردید ولی کم‌آبی بر سایر صفات مورفولوژیک تاثیر معنی‌داری نداشت. همچنین برخی محققین اظهار داشتند که تنش کمبود آب باعث کاهش ارتفاع بوته و تعداد شاخه در سویا می‌شود (امینی‌فر و همکاران، ۱۳۹۱؛ شاهمرادی، ۱۳۹۰). تحقیقات انجام شده توسطبرخی محققین (احیایی و همکاران، ۱۳۸۸؛ صادق‌زاده اهری و همکاران، ۲۰۰۹) بیانگر کاهش عملکرد بیولوژیک شنبلیله در اثر تنش کم‌آبی می‌باشد. نتایج تحقیق بزازی و همکاران (۱۳۹۱) در گیاه شنبلیله نشان می‌دهد که بیشترین مقدار عملکرد دانه مربوط به تیمار شاهد (بدون تنش) بوده ا ست و با افزایش شدت تنش، به طور معنی‌داری و به میزان ۴۲/۳ درصد عملکرد شنبلیله کاهش داشته است. هچنین این محققان عنوان نمودند که ارتفاع بوته، وزن هزاردانه و عملکرد بیولوژیک نیز با اعمال تنش کم‌آبی کاهش یافت.

نتایج بررسی قربانی و همکاران (۱۳۸۹) در خصوص اثر کاربرد اسید هیومیک در آب آبیاری بر صفات ذرت نشان داد که کاربرد این ماده، ارتفاع گیاه، عملکرد دانه و بیولوژیک را به طور معنی‌داری افزایش داد. در مطالعه دیگری کاربرد اسید هیومیک به میزان ۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم خاک موجب افزایش قطر ساقه، طول ساقه، وزن خشک و عملکرد گیاه فلفل شد (تورکمن و همکاران، ۲۰۰۵). صالحی و همکاران (۱۳۸۹) نشان دادند که کود آلی اسید هیومیک، عملکرد میوه در بوته گوجه فرنگی را به طور قابل ملاحظه‌ای نسبت به تیمار شاهد افزایش داد. کارکوت و همکاران (۲۰۰۹) اثر اسید هیومیک را در ۵ غلظت بر عملکرد و کیفیت میوه‌های فلفل به صورت تیمار برگی و خاکی بررسی کردند و دریافتند که اسید هیومیک اثر معنی‌داری بر طول و قطر میوه‌ها نداشت اما به طور معنی‌داری وزن میوه و عملکرد بیولوژیک را نسبت به تیمار عدم مصرف اسید هیومیک افزایش داد.

نتایج تحقیقات بابایی و همکارن (۱۳۹۱) نشان دهنده تاثیر معنی دار گوگرد بر وزن هزاردانه و عملکرد دانه سویا در سطح یک درصد است. به طوری که با کاربرد ۳ تن گوگرد در هکتار،

Archive of SID

www.SID.ir

وزن هزاردانه و عملکرد دانه نسبت به تیمار عدم مصرف گوگرد به طور معنی‌داری افزایش یافت. بر اساس گزارش فروغی و عبادی (۱۳۹۱) بالاترین وزن صد دانه و عملکرد دانه در گیاه گلرنگ بهاره از تیمار کودی کاربرد ۲۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار به دست آمد که اختلاف معنی داری با تیمار مصرف ۵۰ کیلوگرم گوگرد در هکتار نداشت. در بررسی موسوی‌نیک (۱۳۹۱) در خصوص تاثیر سطوح مختلف کود گوگردی بر عملکرد و صفات گیاه دارویی اسفرزه مشخص گردید که اثر کود گوگرد بر وزن هزار دانه معنی‌دار نشد اما ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه در این آزمایش تحت تاثیر مصرف ۲۲۵ کیلوگرم گوگرد در هکتار افزایش معنی‌داری را نشان داد. همچنین تحقیقات نشان داده است که در اثر کمبود گوگرد، فتوسنتز شدیدا کاهش می‌یابد و موجب جلوگیری از طویل شدن ریشه‌ها، افزایش قطر ریشه انتهایی و ریشه‌های موئین می‌گردد که نتیجه نهایی آن کاهش رشد رویشی و زایشی و در نهایت کاهش عملکرد اقتصادی و بیولوژیکی گیاه است (پیری و همکاران، ۲۰۱۲).

در این تحقیق اثرات کم آبیاری، مصرف کود گوگردی و به کارگیری اسید هیومیک بر صفات مورفولوژیکی و عملکرد گیاه دارویی شنبلیله مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در بهار سال ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند واقع در ۵ کیلومتری جاده بیرجند- زاهدان به اجرا در آمد. مزرعه مذکور با ارتفاع ۱۴۸۰ متر از سطح دریا در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی واقع می‌باشد.

بافت خاک مزرعه آزمایشی لومی رسی، pH آن برابر ۸/۷، هدایتالکتریکی ۲/۵۴ میلی موس بر سانتیمتر، میزان کربنآلی و نیتروژن کل در عمق ۳۰-۰ سانتیمترخاک به ترتیب ۰/۰۳ و ۰/۰۷ درصد و میزان فسفر و پتاسیم خاک به ترتیب ۴۲/۴ و ۴۹۸ قسمت در میلیون (ppm) بود. میانگین بلند مدت حداقل و حداکثر دما در بیرجند به ترتیب ۴/۶ و ۲۷/۵ درجه سانتی‌گراد، میانگینبارندگی سالیانه ۱۶۹ میلی‌متر و میانگین حداقل و حداکثر رطوبت نسبی به ترتیب ۲۳/۵ و ۵۹/۶ درصد و اقلیم منطقه بیابانی گرم و خشکمی‌باشد.

این تحقیق به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۶ تیمار در ۳ تکرار انجام شد. هر تکرار شامل دو پلات اصلی (دورهای آبیاری) و هر پلات اصلی شامل ۸ پلات فرعی (ترکیب اسید هیومیک و کود گوگردی) بود. فاکتورهای مورد مطالعه شامل دور آبیاری در ۲ سطح (۵ و ۱۰ روز)، اسید هیومیک در ۲ سطح (عدم کاربرد اسید هیومیک و استفاده از اسید هیومیک به میزان ۱۰ لیتر در هکتار) و نوع کود گوگردی در ۴ سطح (عدم مصرف کود گوگردی، کودهای گوگردی بنتونیت‌دار، هیومیک‌دار و اوره با پوشش گوگردی) بود. مقدار مصرف هر کدام از کودهای گوگردی ۱۰۸ کیلوگرم در هکتار بود.

عملیات شخم، تسطیح و آماده سازی زمین در نیمه دوم فروردین ماه انجام پذیرفت. برای کودپاشی اولیه از سولفات پتاسیم و دی فسفات آمونیوم به ترتیب به میزان ۱۰۰ و ۵۰ کیلوگرم در هکتار استفاده گردید. پس از کوددهی، تسطیح زمین با دستگاه لولر انجام شد. سپس با ایجاد فاروهایی با فاصله ۵۰ سانتیمتر توسط فاروئر جوی و پشته‌هایی ایجاد گردید و کودهای گوگردی بنتونیت‌دار و هیومیک‌دار در عمق ۸-۵ سانتی متری در دو طرف پشته‌ها و زیر محل کشت بذور شنبلیله در کرت‌های مربوطه بر حسب تیمار کودی مدفون گردید. هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط کاشت به طول ۴ متر بود. فاصله بین کرت‌های فرعی ۰/۵ متر و فاصله بین کرت‌های اصلی ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. قبل از کاشت، بذور شنبلیله با قارچ کش کاربوکسین تیرام به نسبت ۲ در هزار ضدعفونی شد و سپس بذرها در مورخه ۱۳۹۲/۰۲/۲۴ با دست در درون شیارهایی با عمق ۲ سانتیمتر در دو طرف پشته‌ها با فاصله ردیف ۲۵ سانتیمتر قرار گرفت و روی آن‌ها با خاک پوشانده شد. لازم به ذکر است که کود گوگردی بنتونیت‌دار شامل ۷۰ درصد کوگرد و۳۰ درصدبنتونیت، کود گوگردی هیومیک‌دار شامل ۷۰ درصد کوگرد و۱۵ درصدهیومیک و کود اوره با پوشش گوگردی حاوی ۳۵ درصد نیتروژن و ۲۰ درصد گوگرد بود. همچنین همه کودها به صورت گرانوله بود و از جهاد کشاورزی شهرستان بیرجند تهیه گردید.

بعد از کاشت بلافاصله آبیاری صورت گرفت. آبیاری تا سبز شدن بذور هر ۴ روز یک بار و پس از آن تا مرحله ۳ تا ۴ برگه شدن، هر ۷ روز یک بار صورت پذیرفت و سپس آبیاری تا پایان دوره رشد بر حسب تیمارهای آبیاری (۵ و ۱۰ روز) انجام شد. در طی دوره رشد سه نوبت نسبت به وجین علف های هرز اقدام شد. مرحله اول اعمال تیمار اسید هیومیک و کود اوره با پوشش گوگردی پس از اولین وجین علف های هرز و تنک بوته ها همراه با آبیاری صورت پذیرفت و ۱۰ روز پس از اعمال اولین تیمار اسید هیومیک، برای دفعه دوم نیز این ماده همراه با آب آبیاری در کرت‌های مربوطه استفاده شد.

برداشت در هفته اول مرداد ماه یعنی زمانی که بوته ها اغلب زرد شده و حدود ۸۰-۷۰٪ از غلاف ها کاملا رسیده ولی دانه‌ها هنوز شروع به ریزش نکرده بودند، انجام شد. بوته‌های شنبلیله به صورت تخریبی و از سطح ۲ متر مربع با رعایت اثر حاشیه‌ای، از

Archive of SID

www.SID.ir

چهار ردیف وسط کرت‌ها برداشت شده و جهت انجام اندازه‌گیری‌های مورد نظر به آزمایشگاه منتقل گردید.

به منظور بررسی صفات مورفولوژیکی شامل ارتفاع بوته، طول غلاف و تعداد انشعابات ساقه اصلی از دو خط میانی هر کرت آزمایشی با رعایت اثر حاشیه‌ای تعداد ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب و صفات مذکور در هر کرت اندازه گیری شد.

برای تعیین وزن هزار دانه پس از بوجاری کامل بذور، یک نمونه ۱۰۰۰ تایی بذر به صورت تصادفی از توده بذور با دستگاه بذرشمار جدا شد و سپس توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ بر حسب گرم توزین شد.

با توجه به عملکرد دانه و بیولوژیک در ۲ متر مربع برداشت شده برحسب گرم در متر مربع، این عملکردها در سطح هکتار بر حسب کیلوگرم در هکتار به دست آمد و شاخص برداشت دانه در بوته نیز از فرمول زیر بر حسب درصد محاسبه گردید:

۱۰۰× (عملکرد بیولوژیک/ عملکرد دانه) = شاخص برداشت دانه

در پایان داده‌های جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C آنالیز گردید و برای رسم نمودارها نیز از نرم افزار Excel استفاده شد و مقایسه میانگین‌های صفات با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ انجام شد.

نتایج و بحث

صفات مورفولوژیکی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر دور آبیاری بر ارتفاع بوته و طول غلاف در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد اما تعداد انشعابات ساقه اصلی تحت تاثیر آبیاری قرار نگرفت. همچنین کاربرد اسید هیومیک ارتفاع گیاه، تعداد انشعابات ساقه اصلی و طول غلاف را به طور معنی‌داری و در سطح ۱ درصد تحت تاثیر قرار داد اما کاربرد کودهای گوگردی بر صفات مورفولوژیکی شنبلیله تاثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۱).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که افزایش دور آبیاری از ۵ به ۱۰ روز باعث کاهش به ترتیب ۱۹/۹ و ۱۸/۱ درصدی صفات ارتفاع بوته و طول غلاف گردید (جدول ۲). احتمالا علت کاهش ارتفاع بوته در شرایط تنش کم‌آبی، می‌تواند کاهش فشار تورژسانس و متعاقب آن کاهش تقسیم و بزرگ شدن سلولی نسبت به شرایط آبیاری مطلوب باشد. به عبارتی افزایش فواصل آبیاری و تنش ناشی از کمبود آب موجب کاهش پتانسیل آب بافت‌های مریستمی در طول روز شده که موجب نقصان پتانسیل فشاری به حدی کمتر از میزان لازم برای بزرگ شدن سلول‌ها می‌گردد و سبب کاهش ارتفاع گیاه خواهد شد (غلام و همکاران، ۲۰۰۲).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که مصرف اسید هیومیک ارتفاع بوته، تعداد انشعابات ساقه اصلی و طول غلاف را به ترتیب ۱۰/۳۱، ۱۳/۵۵ و ۱۳/۹٤ درصد نسبت به تیمار عدم مصرف اسید هیومیک افزایش داد (جدول ۲) که این امر با نتایج تحقیق سبزواری و خزاعی (۱۳۸۹) در گندم و پادم و آلان (۱۹۹۹) در فلفل و بادمجان در مورد ارتفاع بوته مطابقت دارد.

به نظر می‌رسد اسید هیومیک از طریق اثرات هورمونی (سماوات و ملکوتی، ۱۳۸٤) و با تاثیر بر متابولیسم گیاهی و همچنین با قدرت کلات کنندگی و افزایش جذب عناصر غذایی سبب افزایش شاخه‌دهی و ارتفاع گیاه می‌شود (نردی و همکاران، ۲۰۰۲). برخی محققین گزارش کردند که اسید هیومیک از طریق افزایش محتوای نیتروژن سبب افزایش رشد رویشی گیاه می‌شود (آیاس و کاسلر، ۲۰۰۵ ؛ورونیکا و همکاران، ۲۰۱۰). صالحی و همکاران (۱۳۸۹) معتقدند که عناصری مانند پتاسیم، کلسیم و فسفر در رشد و نمو میوه به عنوان یک اندام زایشی دخالت دارد و از آن جایی که هیومیک اسید خاصیت شبه هورمونی دارد، باعث افزایش حجم ریشه و در نتیجه جذب عناصر غذایی مذکور می‌شود، که این موضوع می‌تواند افزایش معنی‌دار طول غلاف شنبلیله را در شرایط کاربرد اسید هیومیک در تحقیق حاضر توجیه نماید.

اثر متقابل آبیاری و اسید هیومیک در سطح ۵ درصد بر ارتفاع بوته شنبلیله معنی‌دار شد (جدول ۱) و نتایج نشان داد که در دور آبیاری ۵ روز، کاربرد اسید هیومیک منجر به افزایش ۱۵/۰۸ درصدی ارتفاع بوته گردیده اما در شرایط تنش کم‌آبی (دور آبیاری ۱۰ روز) این افزایش در حد ٤/٦ درصد بوده است (شکل ۱). بنابراین می‌توان اظهار نمود که مصرف اسید هیومیک در شرایط آبیاری مطلوب می‌تواند شرایط فیزیولوژیکی گیاه را بهبود بخشیده و منجر به افزایش معنی‌دار ارتفاع بوته گردد، اما با توجه به افزایش ناچیز ارتفاع در شرایط دور آبیاری ۱۰ روز می‌توان گفت که کاربرد اسید هیومیک در شرایط کم‌آبیاری نمی‌تواند تاثیر معنی‌داری بر رشد طولی گیاه شنبلیله داشته است.

اثر متقابل آبیاری و کود گوگردی نیز بر ارتفاع بوته در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). هر چند در دور آبیاری ۵ روز تغییر در نوع کود گوگردی مصرفی نتوانست تفاوت معنی‌داری در ارتفاع بوته شنبلیله ایجاد کند اما در دور آبیاری ۱۰ روز، ارتفاع بوته با مصرف کود گوگردی بنتونیت‌دار به طور معنی‌داری نسبت به تیمار کاربرد کود اوره با پوشش گوگرد افزایش یافت (شکل ۲). همچنین مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و نوع کود گوگردی نشان داد که بیشترین و کمترین ارتفاع بوته با میانگین‌های ۲۰/۹ و ۱٤/۷ سانتیمتر به ترتیب مربوط تیمارهای دور آبیاری ۱۰ روز و کاربرد کود اوره با پوشش گوگرد و دور

Archive of SID

www.SID.ir

آبیاری ۱۰ روز و کاربرد کود اوره با پوشش گوگرد است (شکل ۲). احتمالا اثرگذاری بیشتر کود اوره با پوشش گوگرد در شرایط وجود رطوبت مطلوب در خاک (دور آبیاری ۵ روز) را می‌توان به جذب سریع نیتروژن این کود و اثر آن بر رشد طولی بوته نسبت داد.

جدول ۱- میانگین مربعات مربوط به اثر آبیاری، اسید هیومیک و کود گوگردی بر صفات شنبلیله

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعدادانشعابات بوته	طول غلاف	وزن هزاردانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
تکرار	۲	۵/۷۲۳^{ns}	۱/٤٥٨^{ns}	۰/۳۲۹^{ns}	۱/۱٦۳^{ns}	۲۳٦۹۰/۳۱۷^{ns}	۱٤۰۱٥۸٥/۰۷۷^{ns}	۹۲/۰۳۹^{ns}
دور آبیاری (A)	۱	۱۸۸/۰٦۰*	۳۰/۹۲۸^{ns}	۳۲/٥٥٥*	۱۰۲۲/۲۲**	۲۸۷۲۷۷/۸۸۸*	۹۸٤۲٤۲۳/۱۰۳*	۲۲٦/٤٦۱*
خطای a	۲	۵/۰۲۱	۲/۰٤۸	۱/۲۳٥	۲/۱۹۳	۱۰٤٥٤/۹۹۱	۱۸۸٤۳۲/۹۸۸	۸٤/۰۸۳
اسید هیومیک (B)	۱	۳۷/۱۸۸**	۱۲/٥۱٥**	۱۷/٦۳۰**	۷٦۰/۱۰۰**	۲٤۳۲٤۷/٦۷٤**	٤۳٥٤٦۲۸/۸٤۸**	۸۲۳/٥۲۹**
A× B	۱	۱۲/۸۲٤*	۰/۷۰۸^{ns}	۰/٦۱۰^{ns}	۸۱/٦٦۷**	۱۰۷۷/۳۰٦^{ns}	۱٥۷۸۱۷۹/۹۷۳**	۲٥/۷۲٥*
کود گوگردی (C)	۳	۰/۸٦٥^{ns}	۰/۸٦۷^{ns}	۰/٤۳۱^{ns}	۰/۲٤۷^{ns}	۳٦۸۰/۷۳۹^{ns}	۲۲۰٦۱۸/٦۱٥^{ns}	۸/۳۰۳^{ns}
A × C	۳	۷/۸۳۰*	۰/۲٦٤^{ns}	۰/٦۰٤^{ns}	۰/۸۳۸^{ns}	٥۲۸٤/۹۱۳^{ns}	۱۸٤٦٦۸/۹۲٥^{ns}	۲/٦۰۹^{ns}
B× C	۳	۲/۰۲٦^{ns}	۰/۲۲۳^{ns}	۰/٤۲۱^{ns}	۱/٤۸۹^{ns}	۸۰۳٤/٥۹۱^{ns}	٤۷۲٥/۱۲۲^{ns}	۲۰/٤۹۱^{ns}
A × B × C	۳	۷/٤۱۰^{ns}	۰/٥۹۷^{ns}	۰/۱۸۲^{ns}	۱/۱۸٦^{ns}	۳۳٤۹/۹۹٤^{ns}	۲۹۳۳۱/۱٥۲^{ns}	۷/۰۲٦^{ns}
خطای b	۲۸	۲/۰۸۱	۰/٦٦۳	۰/۳۹۲	۰/٤٦۷	۲۸۹۲/۲۸۹	۱٤٦٦۱۲/٥۰٥	۱۱/۳۷۳
ضریب تغییرات	(٪)	۸/۰٥	۱۰/۲	۸/۸٦	۳/۰۳	۱٥/٤	۱۷/٥٥	۱٤/۱٤

*، ** و ns به ترتیب نشان دهنده معنی‌دار بودن در سطح ۵٪، ۱٪ و عدم معنی‌دار بودن می‌باشند

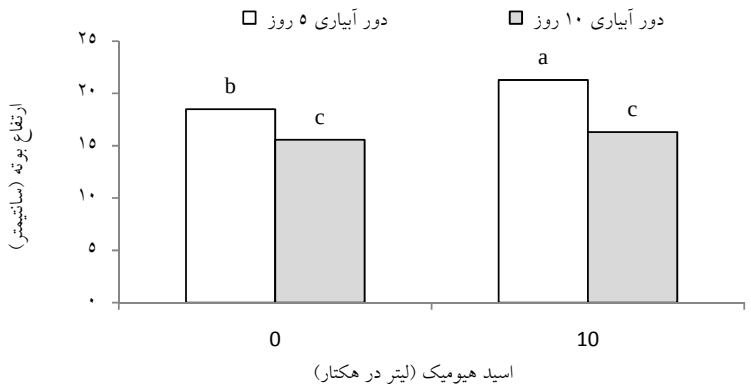
جدول ۲- مقایسه میانگین‌های صفات شنبلیله در سطوح آبیاری، اسید هیومیک و کود گوگردی

صفت	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد انشعابات ساقه اصلی	طول غلاف (سانتی متر)	وزن هزار دانه(گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (٪)
دور آبیاری (روز)							
۵	۱۹/۹۰ ^{a}	۸/۸٥ ^{a}	۷/۸۹^{a}	۲۷/۱۹^{a}	٤٦٦/۷۹^{a}	۲٦۳٥/۱۸^{a}	۲٦/۰۲ ^{a}
۱۰	۱٥/۹٤ ^{b}	۷/۲٤ ^{a}	٦/۲٤ ^{b}	۱۷/۹۷ ^{b}	۲۹۲/۰۷^{b}	۱۷۲۹/٥۳^{b}	۲۱/٦۸^{b}
اسید هیومیک (لیتر در هکتار)							
۰	۱۷/۰٤^{b}	۷/٥۳ ^{b}	٦/٦٤ ^{b}	۱۸/٦۰^{b}	۲۹۸/۲٤^{b}	۱۸۸۱/۱٥^{b}	۱۹/۷۱^{b}
۱۰	۱۸/۸۰ ^{a}	۸/٥٥ ^{a}	۷/٦۷^{a}	۲٦/٥٦ ^{a}	٤٤۰/٦۲^{a}	۳٤۸۳/٥٥^{a}	۲۷/۹۹^{a}
نوع کود گوگردی							
شاهد	۱۷/٦۷^{a}	۸/۳٦^{a}	۷/۰۸^{a}	۲۲/٤٦^{a}	۳٦٤/۸^{a}	۲۲/۸٤^{a}	۲۲/۹۹^{a}
گوگرد بنتونیت دار	۱۸/۳۰^{a}	۸/۰۱^{a}	۷/۳۱^{a}	۲۲/۷٦^{a}	۳٥۹/٦^{a}	۲۰٦٥^{a}	۲٤/۲٦^{a}
گوگرد هیومیک	۱۷/۸٦^{a}	۷/۷۲^{a}	٦/۸٦^{a}	۲۲.٤۷^{a}	۳٥۷/۹^{a}	۲۰٦٦^{a}	۲٤/۸۱^{a}
اوره با پوشش گوگردی	۱۷/۸۳^{a}	۸/۱۰^{a}	۷/۰۲^{a}	۲۷/۱۹^{a}	٤٦٦/۸^{a}	۲٦۳٥/۲^{a}	۲٦/۰۲ ^{a}

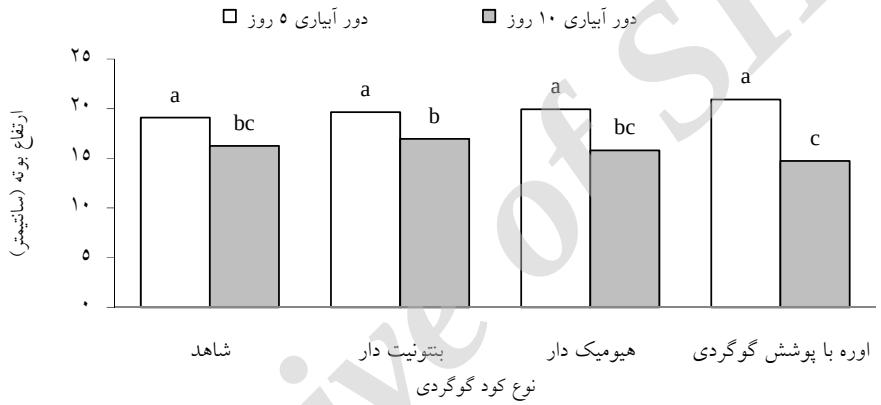
در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱- اثر متقابل دور آبیاری و اسید هیومیک بر ارتفاع بوته شنبلیله



شکل ۲- اثر متقابل آبیاری و کود گوگردی بر ارتفاع بوته شنبلیله

وزن هزار دانه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس اثرات ساده دور آبیاری و اسید هیومیک و اثر متقابل آبیاری و اسید هیومیک بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود اما اثر ساده کود گوگردی و سایر اثرات متقابل این صفت را تحت تاثیر قرار نداد (جدول ۱).

افزایش دور آبیاری از ۵ به ۱۰ روز کاهش معنی‌دار ۳۳/۹۳ درصدی وزن هزار دانه را به دنبال داشت (جدول ۲). به نظر می‌رسد که تاثیر منفی تنش خشکی بر میزان فتوسنتز جاری و تولید ناکافی مواد لازم برای پرشدن دانه‌ها، کاهش وزن هزار دانه در شنبلیله را باعث شده است. همچنین تنش خشکی منجر به کاهش سرعت و دوره پر شدن دانه و در نتیجه کاهش وزن هزار دانه می‌گردد. نتایج منتشر شده توسط بزازی و همکاران (۱۳۹۱) در شنبلیله، کوچکی و همکاران (۱۳۸۵) در رازیانه و خزاعی و همکاران (۱۳۸۶) در اسفرزه نیز حاکی از کاهش وزن هزار دانه در اثر افزایش فاصله آبیاری و اعمال تنش کم‌آبی است.

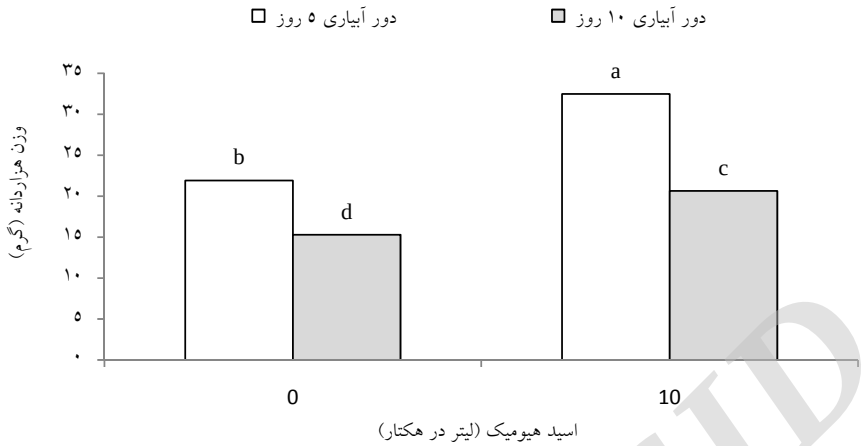
نتایج مقایسه میانگین‌ها بیانگر افزایش ۴۲/۷۸ درصدی وزن هزاردانه در نتیجه مصرف اسید هیومیک است (جدول ۲). این امر با قابلیت دسترسی بیشتر گیاه به عناصر ضروری در صورت استفاده از اسید هیومیک و افزایش توان پر شدن دانه در گیاه منطقی به نظر می رسد. سعادتی و باغی (۲۰۱۴) نیز گزارش کردند که با افزایش مصرف هیومیک اسید از صفر به ۴/۵ لیتر در هکتار، وزن هزار دانه نخود به طور معنی‌دار و ۱۶/۱ درصد افزایش یافت.

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و اسید هیومیک بیانگر آن است که هر چند در هر دو دور آبیاری مصرف اسید هیومیک بهبود انتقال مواد فتوسنتزی و افزایشمعنی‌دار وزن هزار دانه را به دنبال داشته است اما در شرایط دسترسی گیاه به آب بیشتر (دور آبیاری ۵ روز)، تاثیر اسید هیومیک به مراتب بیشتر بود به طوری که در دورهای آبیاری ۱۰ و ۵ روز میزان افزایش وزن هزار د انه با کاربرد اسید هیومیک به ترتیب ۳۵ و ۴۸/۲ درصد بود (شکل ۳). به عبارتی در شرایط مطلوب

Archive of SID

www.SID.ir

رطوبتی، اسید هیومیک به نحو موثرتری باعث بهبود رشد گیاه و توان منبع (برگ‌ها) برای پر کردن مخازن فیزیولوژیکی (دانه‌ها) شده است.



شکل ۳- اثر متقابل دور آبیاری و اسید هیومیک بر وزن هزار دانه شنبلیله

عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده دور آبیاری و اسید هیومیک به طور معنی‌داری عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک را تحت تاثیر قرار داد. اثر ساده کود گوگردی و هیچ یک از اثرات متقابل بر عملکرد دانه معنی‌دار نبود اما عملکرد بیولوژیک به طور معنی‌دار و در سطح ۱ درصد تحت تاثیر اثر متقابل آبیاری و اسید هیومیک قرار گرفت (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک مربوط به دور آبیاری ۵ روز بوده و افزایش دور آبیاری از ۵ به ۱۰ روز منجر به کاهش معنی‌دار ۳۷/٤ و ۳٤/٤ درصدی را به ترتیب عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک باعث گردید (جدول ۲). کوتاه شدن طول دوره پر شدن دانه و رسیدگی زودتر که منجر به کاهش دوره رشد رویشی و تعداد انشعابات ساقه اصلی می‌گردد را می‌توان به عنوان دلایل کاهش عملکرد دانه و بیولوژیک تحت شرایط تنش کم‌آبی مطرح کرد. به عبارتی عملکرد بیشتر دانه در تیمار آبیاری مطلوب در شرایط تحقیق حاضر را می‌توان به بیشتر بودن تعداد انشعابات ساقه اصلی، طول غلاف و وزن هزار دانه نسبت داد. کافی و مهدوی دامغانی (۱۳۸۱) نیز کاهش عملکرد دانه در شرایط کم آبیاری را نتیجه تسریع پیری گیاه و کاهش طول دوره پر شدن دانه دانسته‌اند. همچنین احتمالا افزایش تولید آبسیزیک اسید و ارسال آن از ریشه به برگ در شرایط تنش کم‌آبی و القای بسته شدن روزنه‌ها و در نتیجه آن کاهش فتوسنتز خالص نیز در کاهش عملکرد دانه و بیولوژیک موثر است. موسوی و همکاران (۲۰۱۲) در شنبلیله، رضوان بیدختی و همکاران (۱۳۹۱) و حیدری و جهان تیغی (۱۳۹۱) در سیاهدانه نیز کاهش معنی‌دار عملکرد دانه و بیولوژیک را در شرایط تنش کم‌آبی گزارش کردند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

دلیل کاهش عملکرد بیولوژیک در شرایط کم آبیاری را می‌توان به رشد رویشی کمتر و به تبع آن، سطح فتوسنتز کننده محدودتر و تولید ماده خشک کمتر در گیاه در این شرایط نسبت داد. در بررسی انجام شده در گیاه شنبلیله توسط احمد الهادی و همکاران (۱۹۹۹) کاهش سطح برگ گیاه در نتیجه کاهش در تعداد و اندازه سلول‌ها و همچنین کاهش پیگمان های فتوسنتزی (کلروفیل a و b و کاروتنوئیدها) برگ در اثر تنش کم آبی گزارش گردید که می‌تواند بر توان فتوسنتزی گیاه و تجمع ماده خشک اثر منفی داشته و کاهش معنی‌دار عملکرد بیولوژیک در گیاه را به دنبال داشته باشد. در بررسی دو گیاه دارویی ریحان و شنبلیله تحت تنش خشکی، نشان داده شد که در انتهای دوره رشد، ارتفاع گیاه، تعداد برگ، وزن شاخ و برگ، وزن دانه در بوته و در نتیجه عملکرد بیولوژیک در اثر تنش کم‌آبی نسبت به شرایط بدون تنش کاهش یافت (احیایی و همکاران، ۱۳۸۸).

بیشترین مقدار عملکرد دانه و بیولوژیک شنبلیله در شرایط استفاده از اسید هیومیک به دست آمد و کاربرد ۱۰ لیتر در هکتار از این ماده، عملکرد دانه و بیولوژیک را به ترتیب ٤۳/۷ و ۳۲ درصد و به طور معنی‌داری نسبت به شرایط عدم کاربرد این ماده افزایش داد (جدول ۲). با توجه به اثرات مثبت اسید هیومیک بر افزایش رشد رویشی گیاه و وزن هزار دانه، افزایش عملکرد در شرایط مصرف این کود منطقی به نظر می‌رسد. احتمالا مصرف اسید هیومیک با افزایش عناصر غذایی قابل دسترس از جمله فسفر، پتانسیل شاخه دهی گیاه را افزایش داده و توانسته است با تولید انشعابات بیشتر، امکان افزایش تعداد غلاف و به

Archive of SID

www.SID.ir

تبع آن افزایش تعداد دانه در متر مربع را فراهم نماید و از این طریق به بهبود عملکرد کمک نماید.

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و اسید هیومیک نشان داد که کاربرد اسید هیومیک در دور آبیاری ۵ روز به طور معنی‌دار و به میزان ٤٤/٨ درصد عملکرد بیولوژیک شنبلیله را نسبت به شرایط عدم مصرف اسید هیومیک افزایش داده است، در حالی که این افزایش در دور آبیاری ۱۰ روز تنها ١٤/٨ درصد و غیر معنی‌داری بود (شکل ٤). همچنین عملکرد بیولوژیک در تیمارهای دور آبیاری ۵ روز و عدم کاربرد اسید هیومیک و دور آبیاری ۱۰ روز و کاربرد اسید هیومیک در یک گروه آماری قرار گرفت (شکل ٤) و این به آن معناست که هر چند کاربرد اسید هیومیک در شرایط تنش کم‌آبی تا حدی می‌تواند اثرات منفی ناشی از کمبود آب را بر عملکرد بیوماس گیاه کاهش دهد اما تاثیر مثبت آن زمانی که رطوبت کافی در خاک باشد به مراتب بیشتر خواهد بود.

شکل ٤- اثر متقابل دور آبیاری و اسید هیومیک بر عملکرد بیولوژیک شنبلیله

طبق نظر بابایی و همکاران (۱۳۹۱) مصرف بهینه گوگرد می‌تواند در خاک‌های آهکی منجر به افزایش میزان فسفر قابل جذب خاک و جذب آن توسط گیاه گردد، ولی مصرف بیش از اندازه گوگرد با تبدیل مقدار زیادی از کربنات کلسیم خاک به گچ باعث افزایش شوری خاک و غلظت بالای یون کلسیم در محلول خاک می‌گردد. با در نظر گرفتن بافت رسی خاک منطقه، غلظت کلسیم بالا و شور بودن آن، تعیین دقیق مقدار گوگرد مورد نیاز به منظور اجتناب از به هم خوردن تعادل عناصر غذایی، امری لازم و ضروری به نظر می رسد. لذا می توان عنوان نمود که احتمالا عدم تاثیر کودهای گوگردی بر ارتفاع بوته و سایر صفات رشدی و عملکرد شنبلیله ناشی از به هم خوردن تعادل عناصر غذایی، افزایش غلظت یون کلسیم و کاهش جذب فسفر، رقابت و رابطه آنتاگونیسم بین عناصر به هنگام جذب، انتقال و توزیع در بافت گیاهی باشد. لذا بهتر است مقدار مصرفی کودهای گوگردی در شرایط مشابه خاک مزرعه آزمایشی کاهش یابد (کمتر از ۱۰۸ کیلوگرم در هکتار). به عبارت دیگر می‌توان گفت در خاک‌هایی با شوری بالا و غلظت کلسیم زیاد، کاربرد کودهای گوگردی در حد ۱۰۰ کیلوگرم به بالا مطلوب نیست و تاثیر مثبتی بر صفات زراعی گیاه ندارد.

شاخص برداشت دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثرات ساده دور آبیاری و اسید هیومیک و اثر متقابل آبیاری و اسید هیومیک بر شاخص برداشت معنی‌دار بود اما اثر ساده کود گوگردی و سایر اثرات متقابل این صفت را تحت تاثیر قرار نداد (جدول ۱).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که افزایش دور آبیاری از ۵ به ۱۰ روز منجر به کاهش ١٦/٦٩ درصدی شاخص برداشت دانه شده است (جدول ۲). کمتر بودن شاخص برداشت در دور آبیاری ۱۰ روز نسبت به دور آبیاری ۵ روز را می‌توان مربوط به کاهش بیشتر عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک در شرایط کمبود آب دانست. رضایی سوخت آبندانی و رمضانی (۱۳۸۹) اظهار داشتند که کمبود آب از جمله عوامل محدودکننده رشد و نمو گیاه می‌باشد که علاوه بر کاهش ماده خشک تولیدی، موجب اختلال در تسهیم کربوهیدرات‌ها به دانه و در نتیجه کاهش شاخص برداشت می‌شود.

همچنین کاربرد اسید هیومیک باعث افزایش ٤٢/٠٣ درصدی شاخص برداشت دانه در بوته گردید (جدول ۲). برتری معنی‌دار این شاخص در شرایط کاربرد اسید هیومیک نسبت به عدم کاربرد

Archive of SID

www.SID.ir

این اسید را می‌توان به اثر بخشی بیشتر اسید هیومیک بر افزایش عملکرد دانه نسبت به عملکرد بیولوژیک مربوط دانست. به عبارتی کاربرد اسید هیومیک باعث شده است تا احتمالا مقدار و سرعت انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها و در واقع سهم دانه‌ها از کل مواد فتوسنتزی تولید شده در گیاه افزایش یافته و به همین دلیل شاخص برداشت دانه شنبلیله در بوته به طور معنی‌داری افزایش یافته است.

بر اساس مقایسه میانگین‌های اثر متقابل آبیاری و اسید هیومیک، هر چند شاخص برداشت در هر دو دور آبیاری ۵ و ۱۰ روز با کاربرد اسید هیومیک به طور معنی‌داری افزایش یافت اما در شرایط دسترسی بیشتر گیاه به آب و اعمال دور آبیاری ۵ روز، احتمالا به علت افزایش مقدار و سرعت انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها و اثر بخشی بیشتر اسید هیومیک، سهم دانه‌ها از کل مواد فتوسنتزی تولید شده در گیاه افزایش یافته و به همین دلیل این شاخص در دور آبیاری ۵ روز و کاربرد اسید هیومیک ٤٦ درصد ولی در دور آبیاری ۱۰ روز و کاربرد اسید هیومیک ۳۷/۳ درصد نسبت به شرایط عدم کاربرد اسید هیومیک افزایش یافته است (شکل ۵).

شکل ۵- اثر متقابل دور آبیاری و اسید هیومیک بر شاخص برداشت شنبلیله

نتیجه‌گیری

به طور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که کم آبیاری عملکرد دانه شنبلیله را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهد و کاربرد اسید هیومیک می‌تواند افزایش معنی‌دار عملکرد و سایر صفات را به دنبال داشته باشد اما مصرف کودهای گوگردی مختلف بهبود معنی‌دار رشد رویشی و عملکرد دانه شنبلیله را باعث نشد. با توجه به مطالب فوق در شرایط این تحقیق می‌توان تیمار دور آبیاری ۵ روز به همراه کاربرد ۱۰ لیتر در هکتار اسید هیومیک و عدم کاربرد کردهای گوگردی مورد مطالعه را برای زراعت شنبلیله در بیرجند پیشنهاد کرد.

منابع

احیایی، ح.ر.، پ. رضوانی‌مقدم و م.ب. امیری. ۱۳۸۸. تاثیر تنش خشکی بر برخی شاخص‌های مورفولوژیک شنبلیله در شرایط گلخانه‌ای. اولین کنفرانس تنشهای محیطی در علوم کشاورزی، دانشگاه بیرجند، ١٤ و ١٥ بهمن. ص ١٣٦.

امینی‌فر، ت.، غ. محسن‌آبادی، م.ح. بیگلویی و ح. سمیع‌زاده. ۱۳۹۲. تاثیر کم‌آبیاری بر عملکرد، اجزای عملکرد و بهره‌وری آب رقم T.215 سویا. مجله مهندسی آبیاری وآب. جلد ۳، شماره ۱۱: ٣٤-٢٤.

اویسی، م. و ف. قوشچی. ۱۳۹۱. بررسی اجمالی نقش اسید هیومیک در تخفیف اثرات تنش کمبود آب در گیاهان زراعی. دو ماهنامه کشاورزی و توسعه پایدار. شماره ٤٣: ٢١-١٦.

بابایی، پ.، ا. گلچین، ح. بشارتی و م. افضلی. ۱۳۹۱. تأثیر کود میکروبی گوگردی بر جذب عناصر غذایی و عملکرد سویا در مزرعه. مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب). جلد ۲، شماره ٢٦: ١٥٠-١٤٥.

بزازی، ن.، م. خدامباشی و ش. محمدی. ۱۳۹۱. تأثیر تنش خشکی بر خصوصیات مورفولوژیک و اجزای عملکرد گیاه دارویی شنبلیله. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی. جلد ۳، شماره ۸: ۲۰-۱۲.

حیدری، م. و ح. جهان تیغی. ۱۳۹۱. تأثیر تنش خشکی و مقادیر کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه، درصد اسانس و میزان تیموکینون گیاه دارویی سیاهدانه (*Nigella sativa* L.). مجله تنشهای محیطی در علوم زراعی. جلد ۵، شماره ۱: ٤٠-٣٣.

Archive of SID

www.SID.ir

خزاعی، ح.ر.، م. ثابت تیموری و ف. نجفی. ۱۳۸٦. بررسی اثر رژیم‌های مختلف آبیاری و میزان کشت بذر بر عملکرد و اجزاء عملکرد و کیفیت گیاه دارویی اسفرزه. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۵، شماره ۱: ۸۳-۷۷.

رضایی سوخت آبندانی، ر. و ر. رمضانی. ۱۳۸۹. مطالعه اثر آبیاری و کود نیتروژن بر شاخصهای رشد فیزیولوژیک و عملکرد ذرت (سینکل گراس ۷۰٤) در شرایط آب و هوایی مازندران. مجله فیزیولوژی گیاهان زراعی. جلد ۲، شماره ۳: ٤٤-۱۹.

رضوان‌بیدختی، ش.، س. سنجانی.، ع. ر. دشتبان.، و ا. ح. عارفی. ۱۳۹۱. ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دارویی سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.) در تراکم‌های مختلف بوته در شرایط کم‌آبیاری. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۱۰، شماره ۲: ۳۹۱-۳۸۲.

سبزواری، س.، و ح. ر. خزاعی. ۱۳۸۸. اثر محلول‌پاشی سطوح مختلف اسید هیومیک بر خصوصیات رشدی، عملکرد و اجزاء عملکرد گندم (*Triticum aestivum*L.) رقم پیشتاز. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. جلد ۱، شماره ۲: ٦۳-۵۳.

سماوات، س. و م. ملکوتی. ۱۳۸٤. ضرورت تولید و مصرف اسیدهای ارگانیک برای افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی. انتشارات سنا، تهران.

شاهمرادی، س. ه.، ه. زینلی خانقاه، ج. دانشیان، ن. خدابنده و ع. احمدی. ۱۳۸۸. بررسی تاثیر تنش خشکی بر لاین‌ها و کولتیوارهای سویا بر اساس شاخص‌های حساسیت و تحمل. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۳: ۲۳-۹.

صالحی، ب.، ع. باقرزاده و م. قاسمی. ۱۳۸۹. تاثیر ماده آلی هیومیک اسید بر ویژگی‌های رشد، عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* L.). نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. جلد ۲، شماره ٤: ٦٤٧-٦٤٠.

فروغی، ل.، و ع. عبادی. ۱۳۹۱. تاثیر نیتروژن و گوگرد بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک گلرنگ بهاره. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. جلد ۵، شماره ۲: ٥٦-۳۷.

قربانی، ص.، ح. ر. خزاعی.، م. کافی و م. بنایان اول. ۱۳۸۹. اثر کاربرد اسید هیومیک در آب آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد ذرت (*Zea mays* L.). نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. جلد ۲، شماره ۱: ۱۱۸-۱۱۱.

کافی، م. و ا. مهدوی‌دامغانی. ۱۳۸۱. مکانیسم‌های مقاومت به تنشهای محیطی در گیاهان، تألیف: آمارجیت، اس. و کا. رانجیت، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ٤٦۵ صفحه.

کوچکی، ع.، م. نصیری محلاتی و گ. عزیزی. ۱۳۸۵. اثر فواصل مختلف آبیاری و تراکم بر عملکرد و اجزای عملکرد دو توده بومی رازیانه (*Foeniculum vulgar*). پژوهش‌های زراعی ایران. ٤(۱): ۱٤۰-۱۳۱.

موسوی نیک، م. ۱۳۹۱. بررسی اثر سطوح مختلف کود گوگرد بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* L.) در شرایط تنش خشکی در منطقه بلوچستان. نشریه بوم شناسی کشاورزی. ٤(۲): ۱۸۲-۱۷۰.

ناسوتی میاندوآب، ر.، س. سماوات.، و م. م. تهرانی. ۱۳۹۰. خواص کود اسیدهیومیک بر گیاه و خاک. ماهنامه کشاورزی و غذا. ۱۰۱: ۵۵-۵۳.

Ahmad Alhadi, F., B. TahaYasseen and M. Jabr. 1999. Water stress and gibberellic acid effects on growth of fenugreek plants. Irri. Sci. 18: 185-190.

Ayas, H. and F. Gulser. 2005. The effect of sulfur and humic acid on yield components and macronutrient contents of spinach. J. Biol. Sci. 5(6): 801- 804.

Ghoulam, C., A. Foursy and K. Fares. 2002. Effects of salt stress on growth, inorganic ions and proline accumulation in relation to osmotic adjustment in five sugar beets cultivars. Environ. Exp. Bot. 47: 39-50.

Karakurt, Y., H. Huvnlu, H. Unla and P. Padem. 2009. The influence of foliar and soil fertilization of humic acid on yield and quality of pepper. Acta Agric. Scand. 59: 233-237.

Messick, D. L. and C. DeBrey. 2002. Sulfur fertilizer new products add to conventional sources to offer a wide range of options. Int.Ferti. Indust.Association. 1: 202-293.

Moosavi, G., M. J. Seghatoleslami, M. Khosravi and Z. Joyban. 2012. Effect of irrigation interval, n fertilizer rate and plant density on yield and chemical composition of fenugreek (*Trigonella foenum-gracum* L.). J. Medi. Plants By-products. 2: 91-99.

Nardi, S., D. Pizzeghello, A. Muscolo and A. Vianello. 2002. Physiological effects of humic substances on higherplants. Soil Biol. Biochem. 34: 1527–1536.

Padem, H. A. and R. Alan. 1999. Effect of humic acid added to foliar fertilizer on quality and nutrient content of eggplant and pepper seedlings. Acta Horti. 491: 241-246.

Piri, I., M. MoussaviNik, A. Tavassoli and F. Rastegaripour. 2011. Effect of irrigation intervals and sulphur fertilizer on growth analyses and yield of *Brassica juncea*. Afr. J. Microbiol. Res. 5(22): 3640-3646.

Saadati, J. and M. Baghi. 2014. Evaluation of the effect of various amounts of humic acid on yield, yield components and protein of chickpea cultivars (*Cicer arietinum* L.). Int. J. Adv. Biol. Biomedi. Res.2(7): 2306-2313.

Archive of SID

www.SID.ir

Sadeghzadeh-Ahari, D., A. K. Kashi, M. R. Hassandokht, A. Amri and K. H.Alizadeh. 2009. Assessment of drought tolerance in Iranian fenugreek landraces. J. Food Agric. Environ. 7: 414-419.

Sameni, M. and A. Kasraian. 2004. Effect of agricultural sulfur on characteristics of different calcareous soils from dry regions of Iran. I. Disintegration rate of agricultural sulfur and its effects on chemical properties of the soils. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 35: 1219-1234.

Turkmen, O., S. Demir, S. Sensoy and A. Dursun. 2005. Effect of arbuscular mycorrhizal fungus and humic acidon the seedling development and nutrient content of pepper grown under saline soil conditions. J. Biol. Sci. 5(5): 565-574.

Veronica, M., B. Eva, Z. Angel-Maria, A. Elena, G. Maria, F. Marta and G. M. Jose Maria. 2010. Action of humic acid on promotion of cucumber shoot growth involves nitrate-related changes associated with the root-to-shoot distribution of cytokines, polyamines and mineral nutrients. Plant Physiol. 167: 633-642.

Archive of SID

www.SID.ir

Effect of irrigation interval, humic acid and sulfur fertilizer on morphological and yield traits of fenugreek (*Trigonella foenum-gracum* L.)

B. Nakhyeinejad[1], S. G.R. Moosavi[2]

Received: 2015-6-13 Accepted: 2015-11-18

Abstract

In order to study the effect of irrigation interval, humic acid and sulfur fertilizer on some morphological and yield traits of fenugreek, a split-plot factorial experiment based on randomized complete blocks design with three replications was conducted at research field of Islamic Azad University, Birjand branch in 2013. The main plots were 5 and 10 day irrigation intervals. The sub-plots were combination of two rates of humic acid (0 and 10 $L.ha^{-1}$) and four types of sulfur fertilizer (control or no application, bentonit containing, humic containing and urea with sulfur cover). In this study plant height, branch number of main stem, pod length, 1000–seed weight, seed yield, biological yield and harvest index of seed were evaluated. The results showed that increasing irrigation interval from 5 to 10 day significantly reduced plant height, pod length, 1000–seed weight, seed yield, biological yield and harvest index of seed by 19.9, 20.9, 34.6, 37.4, 34.4 and 16.7%, respectively. Also humic acid application (10 $L.ha^{-1}$) significantly increased all measured traits by 10.3, 13.5, 15.5, 42.8, 47.7, 85.2 and 42%, respectively. The effect of sulfur fertilizer on the measured traits was not significant. Also, interaction of irrigation and humic acid was significant on plant height, 1000–seed weight, biological yield and harvest index. In general, 5 day irrigation intervals and acid humic application (10 $L.ha^{-1}$) is recommended for fenugreek cultivation in Birjand.

Keywords: Low irrigation, humic, sulfur, *Trigonella foenum-gracum* L., vegetative growth

1-Previous M.Sc.Student, Department of Agronomy, Birjand Branch, **IslamicAzad University**, Birjand, Iran
2-Associate Professors, Department of Agronomy, Birjand Branch, **Islamic Azad University**, Birjand, Iran

Archive of SID

www.SID.ir