دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال یازدهم، شماره سی و نهم، ۱۳۹۸

تاثیر تنش خشکی و محلول‌پاشی آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان در کشت دوم

حامد جوادی[۱]

دریافت: ۹٤/۷/٦ پذیرش: ۹٤/۱۰/۱۵

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش خشکی و محلول‌پاشی آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان در کشت دوم آزمایشی در مزرعه تحقیقاتی مرکز آموزش جهاد کشاورزی بیرجند در سال زراعی ۹۳- ۱۳۹۲ به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای مورد مطالعه شامل تیمار آبیاری (آبیاری کامل تا پایان دوره رشد، مطابق نیاز گیاه و قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه) به عنوان فاکتور اصلی و محلول‌پاشی کود ریزمغذی (شاهد، آهن، روی و آهن+روی) به عنوان فاکتور فرعی بودند. نتایج نشان داد که اثر تنش خشکی بر صفاتی مانند ارتفاع بوته، قطر طبق، تعداد برگ در شروع غنچه دهی و رسیدگی، وزن خشک طبق، شاخص سطح برگ در شروع غنچه دهی و رسیدگی، تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد کاه و کلش، عملکرد بیولوژیک و نسبت دانه به پوست معنی‌دار نبود. عملکرد دانه در تیمارهای آبیاری تا پایان دوره رشد و قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه به ترتیب ۱۷٦۲/۹۲ و ۱٤٦۳/۵۸ کیلوگرم در هکتار بود. تنش خشکی باعث کاهش شاخص برداشت گردید. تنش در مرحله پرشدن دانه ۱۸/۲۹ درصد شاخص برداشت را نسبت به شاهد کاهش داد. اثر محلول‌پاشی کودهای ریز مغذی نیز برتمامی صفات مورد مطالعه (بجز تعداد برگ در مرحله رسیدگی) معنی‌دار نبود. عملکرد دانه در تیمارهای شاهد (بدون محلول‌پاشی)، محلول‌پاشی با آهن، روی و آهن+روی به ترتیب ۱٤۹۲/۹۵، ۱۵۱٤/۸۱، ۱۸۳۰/۳٦ و ۱٦۱٤/۹۰ کیلوگرم در هکتار بود. محلول پاشی با آهن+روی باعث افزایش تعداد برگ در مرحله رسیدگی نسبت به سایر تیمارها گردید. همچنین اثر متقابل تنش خشکی× محلول‌پاشی کود ریزمغذی بر صفات مورد مطالعه معنی‌دار نبود. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه و محلول‌پاشی کود ریزمغذی آهن و روی بر عملکرد دانه در کشت دوم آفتابگردان در منطقه بیرجند تاثیری ندارد.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه و نسبت دانه به پوست

جوادی، ح. ۱۳۹۸. تاثیر تنش خشکی و محلول‌پاشی آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان در کشت دوم. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۹: ۱۱-۱.

۱- استادیار گروه علوم کشاورزی دانشگاه پیام نور، تهران، ایران. h_javadi@pnu.ac.ir

مقدمه

آفتابگردان (*Helianthus annus* L.) یکی از پنج گیاه روغنی مهم ایران بوده که به دلیل مقاوم بودن در برابر تنش خشکی و سازگار بودن با شرایط آب و هوایی مختلف کشور، رشد و نمو در طیف وسیعی از خاک‌ها، بالا بودن کیفیت روغن و کوتاه بودن دوره رشد از اهمیت زیادی برخوردار است (رحیمی زاده و همکاران، ۱۳۸۹).

عناصر ریزمغذی برای رشد طبیعی گیاهان مورد نیاز هستند. این عناصر ضمن شرکت در ساختار برخی از اندامک‌ها، در بسیاری از واکنش‌های بیوشیمیایی گیاه دخالت دارند (راوی و همکاران، ۲۰۰۸). کمبود این عناصر گاهی به عنوان محدود کننده جذب سایر عناصر غذایی و رشد می‌توانند عمل کنند و همین امر لزوم توجه بیشتر به کاربرد آنها را مشخص می‌سازد. کاربرد ریزمغذی‌ها به روش محلول‌پاشی می تواند وضعیت رشد گیاه را بهبود بخشد (ملکوتی و تهرانی، ۲۰۰۹؛ موحدی دهنوی و همکاران، ۲۰۰۹). مصرف برگی عناصر ریزمغذی به دفعات متعدد، ضمن رفع کمبود آنها سبب افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه نیز می‌شوند (واتی و چمبلیس، ۲۰۰۵). مصرف بهینه کود در گیاهان روغنی ضمن افزایش عملکرد دانه موجب افزایش درصد روغن دانه، افزایش مقاومت گیاه به تنش‌های محیطی از قبیل خشکی، شوری و سرمازدگی، بهبود فعالیت‌های زیستی در خاک، زودرسی محصول و افزایش راندمان مصرف آب می‌گردد (ملکوتی و سپهر، ۲۰۰٤). نتایج تحقیقات متعدد حاکی از تاثیر مثبت کاربرد ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد کمی و کیفی و افزایش مقاومت به خشکی در آفتابگردان می‌باشد (باب هالکار وهمکاران، ۲۰۰۰؛ موسوی و همکاران، ۲۰۰۷).

بنی‌عباس شهری و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی اثر تنش خشکی بر گیاه آفتابگردان گزارش کردند که قطع آبیاری در مراحل رشد رویشی و زایشی باعث کاهش صفاتی مانند تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد روغن شد، در حالی که درصد روغن تحت تاثیر قرار نگرفت. بابائیان و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی اثر تنش خشکی در مراحل رشد زایشی و محلول‌پاشی آهن، روی و منگنز گزارش کردند که تنش خشکی باعث کاهش قطر طبق، وزن طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت گردید. هم-چنین اثر محلول‌پاشی بر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار نبود، اما قطر طبق، وزن طبق و وزن هزار دانه را تحت تاثیر قرار داد. عمر سعید و همکاران (۲۰۱۵) در بررسی اثر تنش خشکی در مراحل رشد رویشی و زایشی در گیاه آفتابگردان گزارش کردند که تنش خشکی باعث کاهش عملکرد و اجزای عملکرد دانه گردید. در گزارش ظفر و همکاران (۲۰۱٤)، اسلامی و همکاران (۲۰۱٤) و استیری و همکاران (۱۳۹۳) نیز به کاهش عملکرد دانه در اثر تنش خشکی اشاره شده است.

با توجه به اهمیت آفتابگردان به عنوان یک گیاه روغنی و از طرف دیگر صدمات جبران ناپذیر تنش خشکی به عملکرد آفتابگردان، اتخاذ روش‌هایی که بتواند سبب افزایش تحمل گیاه به تنش خشکی شود بسیار حائز اهمیت است (استیری و همکاران، ۱۳۹۳). در این میان مدیریت مصرف کودهای ریزمغذی با نقش بسیار مثبت آن در کاهش اثرات تنش خشکی بسیار مفید است. از آنجایی که در خصوص نقش این عناصر بر کاهش اثرات تنش خشکی در آفتابگردان تحقیقات اندکی صورت گرفته است، لذا این تحقیق به منظور بررسی تاثیر محلول‌پاشی آهن و روی و بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان تحت شرایط تنش خشکی در کشت دوم و در منطقه بیرجند انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۳- ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی مرکز آموزش جهاد کشاورزی بیرجند با عرض‌جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۸ دقیقه شرقی و با ارتفاع ۱٤۸۰ متر از سطح دریا اجرا شد. به منظور تعیین برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش، نمونه‌برداری از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متر انجام گرفت که نتایج آن در جدول۱ نشان داده شده است.

آزمایش به صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارها شامل دو سطح تنش خشکی شامل (آبیاری کامل تا پایان دوره رشد، مطابق نیاز گیاه و قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه) به عنوان فاکتور اصلی و محلول‌پاشی کودهای ریزمغذی در چهار سطح شامل شاهد، آهن(Fe)، روی(Zn)، منگنز (Mn) ، آهن+روی (Fe+Zn) به عنوان فاکتور فرعی بودند. هر کرت فرعی شامل ۵ خط کاشت به طول ٦ متر و با فاصله ردیف ۰/۵ متر بود که دو ردیف کناری در دو طرف هر کرت به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. مساحت هر کرت ۱۵ متر مربع(٦×۲/۵) و فواصل بین هر دو کرت یک متر و بین دو تکرار سه متر در نظر گرفته شد. بر اساس نتایج آزمون خاک به میزان ۲۳ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (از منبع اوره)، ۵۲/۲ کیلوگرم در هکتار فسفر خالص (از منبع

سوپرفسفات تریپل) و۵۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم خالص (از منبع سولفات پتاسیم) قبل از کاشت با استفاده از کودپاش سانتریفیوژ در داخل زمین پخش شد. سپس توسط فاروئر جوی و پشته ایجاد شد. کاشت بذور در تاریخ اول تیر به روش خشکه‌کاری و با دست انجام گردید. قبل از کاشت، بذور به وسیله قارچ‌کش کاربوکسین تیرام به میزان ۲ در هزار ضدعفونی گردید. اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت انجام شد. آبیاری مزرعه به صورت نشتی و با مدار ۷ روز انجام گردید. در این پژوهش تراکم، ۸۰هزار بوته در هکتار (فاصله بین ردیف ۵۰ سانتی متر و فاصله بین بوته ۲۵ سانتی متر) بود و عملیات تنک در دومرحله (دو برگی و چهار برگی) انجام گرفت. پس از استقرار بوته ها میزان ۲۳ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن خالص (از منبع اوره) در مرحله چهار برگی (تنک نهایی گیاه) و ۲۳ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (از منبع اوره) در مرحله قبل از غنچه‌دهی به صورت سرک به طور یکنواخت در فاصله ردیف‌های کاشت پخش شد. تیمار کودهای ریزمغذی در مراحل شروع غنچه‌دهی و شروع پرشدن دانه به صورت محلول‌پاشی استفاده گردید. این کودها شامل روی از منبع کلات روی ۱۵٪ وآهن از منبع کلات آهن ٦ ٪ بودند که به ترتیب با غلظت‌های ۲/۵ و ۳/۵ درهزار محلول‌پاشی شدند.

جدول۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

نام شاخص	مقدار شاخص	حد مطلوب
بافت خاک	لوم رسی شنی	لومی
اسیدیته	۸/۳۸	٦/۵-۷/۵
هدایت الکتریکی (ms/cm)	۲/۷٤	<٤
نیتروژن (%)	۰/۰۱	۰/۱-۰/۱۵
فسفر (ppm)	۵/٤	۱۵
پتاسیم (ppm)	۲۷۰	۳۰۰
آهن (mg/kg)	۹/۲	۱۱ -۱٦
روی (mg/kg)	۰/۸	۱ -۳
منگنز (mg/kg)	۷/۸	۹ -۱۲

فاکتورهای مورد ارزیابی شامل صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای آن و برخی صفات فیزیولوژیک بودند. به منظور تعیین برخی صفات مورفولوژیکی، تعداد ۵ بوته از هر کرت فرعی به طور تصادفی انتخاب و ارتفاع گیاه، قطر طبق، تعداد برگ در بوته (در دو مرحله شروع غنچه‌دهی و شروع پرشدن دانه) در آنها اندازه‌گیری شد. جهت محاسبه شاخص سطح برگ در دو مرحله (شروع غنچه دهی و شروع پر شدن دانه) از هر کرت فرعی (پس از حذف حاشیه ها)، مساحت ۰/۳ مترمربع نمونه‌برداری و با دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (مدل AM350ساخت انگلستان) میزان سطح برگ مشخص شد. برای محاسبه وزن خشک طبق پس از رسیدگی فیزیولوژیک آفتابگردان (قهوه ای شدن پشت طبق‌ها) سه طبق انتخاب و جهت خشک نمودن در آون به مدت ٤۸ ساعت با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت و سپس توسط ترازوی دیجیتال برحسب گرم محاسبه گردید. به منظور تعیین عملکرد دانه عملیات برداشت نهایی برای تیمارها زمانی انجام گرفت که پشت طبق ها به رنگ قهوه‌ای درآمده بودند. برای این منظور پس از حذف دو ردیف حاشیه و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هر کرت، سطحی معادل ٤/۵ متر مربع جهت تعیین عملکرد دانه اختصاص داده شد. سپس در سطح مذکور کلیه بوته‌ها برداشت شد، تا پس از خرمنکوبی و بوجاری عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار تعیین گردد. به منظور تعیین اجزای عملکرد، ۵ بوته از هر کرت برداشت و اجزای عملکرد شامل تعداد طبق در بوته، تعداد دانه در طبق، وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت محاسبه گردید. جهت تعیین نسبت دانه به پوسته، ۱۰ گرم از دانه هر کرت فرعی به صورت تصادفی جدا و از تقسیم وزن دانه به وزن پوسته این نسبت محاسبه گردید.

پس از جمع آوری داده‌های مزرعه‌ای و انجام برخی محاسبات لازم، تجزیه آماری با استفاده از نرم افزار MSTATCانجام پذیرفت. جهت مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ ٪ استفاده شد.

نتایج و بحث

صفات مورفولوژیک

اثر تنش خشکی بر ارتفاع بوته، قطر طبق، تعداد برگ در شروع غنچه‌دهی و تعداد برگ در زمان رسیدگی معنی‌دار نبود (جدول ۲). نتایج مطالعات بسیاری از محققان از جمله ابراهیمیان و بای بوردی (۲۰۱۱)، عمان و همکاران (۲۰۰٦)، غفاری و پاشاپور (۲۰۰٦) و رحیمی زاده و همکاران (۱۳۸۹) بیانگر کاهش معنی‌دار صفات مورفولوژیک از جمله ارتفاع بوته، قطر طبق و تعداد برگ در آفتابگردان در اثر تنش خشکی می‌باشد. در این پژوهش با توجه به اینکه قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه و پس از اتمام رشد رویشی اعمال گردیده است لذا تاثیری بر صفات مرفولوژیک مورد مطالعه نداشت.

اثر محلول‌پاشی کود ریزمغذی بر ارتفاع بوته، قطر طبق، تعداد برگ در شروع غنچه‌دهی معنی‌دار نبود اما بر تعداد برگ در مرحله رسیدگی در سطح ۱ ٪ معنی‌دار بود (جدول ۲). نتیجه بدست آمده با نتایج مرندی و همکاران (۱۳۹۱) و ملکوتی و سپهر (۲۰۰٤) در آفتابگردان و جوادی (۱۳۹۲) در ارزن دانه ای که گزارش کردند محلول پاشی عناصر ریزمغذی تاثیری بر ارتفاع بوته ندارد مطابقت داشت.

جدول۲- میانگین مربعات مربوط به اثر تنش خشکی و کودهای ریزمغذی بر برخی خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک آفتابگردان در کشت دوم

منابع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	قطر طبق	تعداد برگ در شروع غنچه‌دهی	تعداد برگ در زمان رسیدگی	وزن خشک طبق	شاخص سطح برگ در شروع غنچه‌دهی	شاخص سطح برگ در زمان رسیدگی
تکرار	۲	۳۰/۵۸ $^{n.s}$	۳/۹۳ $^{n.s}$	۵/۲٦ $^{n.s}$	۰/۰۸ $^{n.s}$	٦/۸۸ $^{n.s}$	۰/۰۰٤ $^{n.s}$	۰/۰۰۰۱ $^{n.s}$
تنش خشکی	۱	۱۳٦/۸۰ $^{n.s}$	۱/۹۲ $^{n.s}$	۰/۵٤ $^{n.s}$	۸/۹۳ $^{n.s}$	٤/٦۷ $^{n.s}$	۰/۰۱ $^{n.s}$	۰/۰۰٤ $^{n.s}$
خطای a	۲	۳۷/۹۸	۵/۰٦	۲/۱۳	۱/۰۰	۳۸/۱۸	۰/۰۰٦	۰/۰۰۱
محلول پاشی ریزمغذی	۳	۲۹/۸۳ $^{n.s}$	۲/۹۸ $^{n.s}$	۰/۸۱ $^{n.s}$	۱/٦٦ $^{n.s}$	۱۸/٤۳ $^{n.s}$	۰/۰۰۱ $^{n.s}$	۰/۰۰۸ **
خشکی × ریزمغذی	۳	۳٤/۷۲ $^{n.s}$	۵/۹۲ $^{n.s}$	۰/٤٤ $^{n.s}$	۱/۱۰ $^{n.s}$	۲۰۷/۱۵ $^{n.s}$	۰/۰۰٤ $^{n.s}$	۰/۰۰۱ $^{n.s}$
خطای b	۱۲	٤۲/۳۰	۲/۷۳	۲/٦۳	۰/۵۵	۵٤/۹۲	۰/۰۰٦	۰/۰۰۱
ضریب تغییرات(درصد)		٦/۰۳	۱۱/۸۵	۸/۷۵	۱۳/۰٦	۱۷/۲۸	۲٦/۹۳	۲۹/۹۹

$^{n.s}$، * و ** به ترتیب به مفهوم غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ و ۱٪ می‌باشد.

در گزارش رحیمی زاده و همکاران (۱۳۸۹)، ابراهیمیان و همکاران (۱۳۸۹) و ابراهیمیان و بای بوردی (۲۰۱۱) به تاثیر مثبت کودهای ریزمغذی بر ارتفاع بوته اشاره شده است. با توجه به اعمال تیمار محلول‌پاشی کودهای ریزمغذی در دو مرحله شروع غنچه‌دهی و پر شدن دانه و محدود رشد بودن گیاه آفتابگردان محلول‌پاشی تاثیری بر ارتفاع گیاه نداشت. رحیمی‌زاده و همکاران (۱۳۸۹) در گزارش خود در خصوص تاثیر محلول‌پاشی کودهای ریزمغذی بر قطر طبق آفتابگردان بیان کردند که محلول پاشی با کودهای ریزمغذی تاثیری بر قطر طبق ندارد. این نتیجه با نتایج بدست آمده در این پژوهش مطابقت داشت اما با نتایج ملکوتی و سپهر (۲۰۰٤)، رحیمی و مظاهری (۱۳۸۳)، برمکی و همکاران (۱۳۸۸)، ابراهیمیان و همکاران (۱۳۸۹)، و مرندی و همکاران (۱۳۹۱) مطابقت نداشت.

محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی در شروع غنچه‌دهی تاثیری بر تعداد برگ در بوته نداشت اما در مرحله رسیدگی محلول‌پاشی با آهن+روی نسبت به سایر تیمارها باعث افزایش تعداد برگ در بوته شد (جدول ۳). ملکوتی و سپهر (۲۰۰٤) گزارش دادند که مصرف عناصر ریزمغذی در زراعت آفتابگردان بر تعداد برگ در بوته تاثیر مثبت دارد. افزایش سن گیاه و پیری برگ‌ها از دلایل ریزش برگ در مرحله پایانی رشد می‌باشند. با توجه به نقش عنصر روی در فعالیت‌های آنزیمی (راوی و همکاران، ۲۰۰۸) و شرکت آهن در تشکیل کلروفیل گیاه (ملکوتی و تهرانی، ۲۰۰۹) محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی باعث افزایش دوام برگ و تاثیر مثبت محلول‌پاشی آهن+روی در کاهش تعداد برگ در بوته آفتابگردان می‌باشد.

اثر متقابل تنش خشکی و محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر صفات مورفولوژیک مورد مطالعه معنی‌دار نبود (جدول ۲).

جدول۳- مقایسه میانگین مربوط به اثر تنش خشکی و کودهای ریزمغذی بر برخی خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک آفتابگردان در کشت دوم

تیمار	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	قطر طبق (سانتی‌متر)	تعداد برگ در شروع غنچه‌دهی	تعداد برگ در زمان رسیدگی	وزن خشک طبق(گرم)	شاخص سطح برگ در شروع غنچه‌دهی	شاخص سطح برگ در زمان رسیدگی
تنش خشکی							
آبیاری تا پایان دوره رشد	۱۰۵/٤۹ a	۱٤/۲ a	۱۸/۷ a	٦/۳ a	٤۳/۳٤ a	۰/۳۳ a	۰/۰٦ a
قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه	۱۰٤/۵۰a	۱۳/٦ a	۱۸/٤ a	۵/۱ a	٤۲/٤۵ a	۰/۲٦ a	۰/۰۹ a
محلول پاشی کود ریزمغذی							
شاهد	۱۰۸/٦۳ a	۱۳/۷ a	۱۹/۱ a	۵/۰ b	٤۱/۷۸ a	۰/۲۹ a	۰/۰٦ a
آهن	۱۰۵/۳۸ a	۱۳/۷ a	۱۸/۳ a	۵/۲ b	٤۳/۹۱ a	۰/۳۰ a	۰/۰۵ a
روی	۱۱۰/۵٦ a	۱٤/۹ a	۱۸/٤ a	۵/۳ b	٤۱/۰۸ a	۰/۲۸ a	۰/۰٦ a
آهن+روی	۱۰٦/۹۳ a	۱۳/۳ a	۱۸/۳ a	۷/۹ a	٤٤/۸۱a	۰/۲۸ a	۰/۰۹ a

*داخل ستون، حروف نامشابه نشان دهندهٔ وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪و تیمارهای فاقد حروف نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار می‌باشند.

صفات فیزیولوژیک

اثر تنش خشکی بر وزن خشک طبق، شاخص سطح برگ در شروع غنچه‌دهی و شاخص سطح برگ در زمان رسیدگی معنی‌دار نبود (جدول ۲). در مطالعه بابائیان و همکاران (۱۳۸۹) در خصوص تاثیر قطع آبیاری در سه‌مرحله ظهور طبق، گل‌دهی و پر شدن دانه آفتابگردان رقم آلستار در منطقه زابل مشخص شد که وزن خشک طبق تحت تاثیر تنش خشکی قرار گرفت و مرحله پر شدن دانه، نسبت به سایر مراحل بیشترین تاثیر را بر کاهش وزن خشک طبق آفتابگردان داشت. مطالعه ابراهیمیان و بای بوردی (۲۰۱۱) در خصوص سه سطح تنش خشکی (آبیاری پس از ٤۰، ٦۰ و ۷۵ درصد تخلیه بر اساس ظرفیت زراعی) در آفتابگردان بیانگر کاهش سطح برگ در اثر تنش خشکی بود، به طوری که کمترین سطح برگ از تیمار ۷۵ درصد تخلیه بر اساس ظرفیت زراعی حاصل شد. در این پژوهش با توجه به اینکه قطر طبق، تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه تحت تاثیر قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه قرار نگرفته است لذا تغییر معنی‌داری در وزن خشک طبق مشاهده نمی‌شود. از طرفی دیگر با توجه به اینکه تعداد برگ و سطح برگ تحت تاثیر قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه قرار نگرفته است لذا به نظر می رسد اختلالی در انجام فتوسنتز گیاه پیش نیامده و اسمیلات لازم به طبق انتقال یافته باشد. از آنجایی که اثر تنش خشکی در انتهای فصل رشد نتوانست تعداد برگ در بوته را کاهش دهد لذا شاخص سطح برگ در دو مرحله غنچه‌دهی و رسیدگی تحت تاثیر تنش خشکی قرار نگرفت.

اثر محلول‌پاشی کود ریزمغذی بر وزن خشک طبق، شاخص سطح برگ در شروع غنچه‌دهی و شاخص سطح برگ در زمان رسیدگی معنی‌دار نبود (جدول ۲). در این پژوهش با توجه به اینکه محلول‌پاشی با کودریزمغذی نتوانست تعداد دانه‌در طبق، وزن هزار دانه و قطر طبق را تحت تاثیر قرار دهد لذا در وزن خشک طبق تاثیری نداشت. یکی از عوامل موثر در شاخص سطح برگ، تعداد برگ در بوته می‌باشد لذا با توجه به اینکه تعداد برگ در بوته تحت تاثیر محلول‌پاشی قرار نگرفته بنابراین محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی تاثیری بر شاخص سطح برگ نداشت.

اثر متقابل تنش خشکی و محلول پاشی عناصر ریزمغذی بر صفات فیزیولوژیک مورد مطالعه معنی‌دار نبود (جدول ۲).

عملکرد و اجزای عملکرد

اثر تنش خشکی بر تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد کاه و کلش و عملکرد بیولوژیک معنی‌دار

نبود اما بر شاخص برداشت در سطح ۱ ٪ معنی‌دار بود (جدول ٤). نتایج تحقیقات محققان متعددی (ابراهیمیان و همکاران، ۱۳۸۹.، بنی عباس شهری و همکاران،۱۳۹۰.، برمکی و همکاران، ۱۳۸۸.، رحیمی زاده و همکاران، ۱۳۸۹ و مرندی و همکاران،۱۳۹۱) حاکی از تاثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه و اجزای آن می‌باشد. بنی عباس شهری و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی اثر تنش خشکی(شاهد، قطع یک نوبت آبیاری در مرحله رویشی، قطع یک نوبت آبیاری در مرحله زایشی و قطع آبیاری یک نوبت در مرحله رویشی و زایشی) بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان گزارش کردند که قطع آبیاری صفاتی مانند تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه و عملکرد دانه را کاهش داد. در مطالعه بابائیان و همکاران (۱۳۸۹) نیز اثر تنش خشکی (قطع آبیاری در مرحله ظهور طبق، قطع آبیاری در مرحله گل دهی و قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه) بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان در هر سه مرحله رشدی اثر معنی‌داری بر عملکرد و کلیه اجزای عملکرد دانه آفتابگردان داشت. بروز تنش خشکی از طریق کاهش سطح برگ و ریزش آنها منجر به کاهش منبع فتوسنتزی و فعالیت آنزیم‌های موثر بر این فرآیند می‌گردد. همچنین طی مرحله زایشی کمبود آب باعث کاهش قدرت مخزن در جذب مواد فتوسنتزی شده و همین عامل در افت تعداد گلچه‌های بارور سطح طبق و درنتیجه تعداد دانه در طبق موثر می‌باشد (بنی عباس شهری و همکاران،۱۳۹۰). در آزمایشی بر گیاه آفتابگردان افزایش شدت تنش خشکی به طور معنی‌داری موجب کاهش تعداد دانه در طبق گردید که علت اصلی کاهش تعداد دانه در هر طبق، تاثیر منفی تنش خشکی بر قطر طبق بود (قلی نژاد و همکاران، ۲۰۰۹).

جدول٤- میانگین مربعات مربوط به اثر تنش خشکی و کودهای ریزمغذی بر عملکرد، اجزای عملکرد و نسبت دانه به پوسته آفتابگردان در کشت دوم

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد دانه در طبق	وزن هزاردانه	عملکرد دانه	عملکرد کاه و کلش	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	نسبت دانه به پوسته
تکرار	۲	۲۱٦۹۳/٤۲ n.s	۲۲۷/۷٦ n.s	۱۰۳۳۳۹۱/۲۸ n.s	۸۳۸۹/۵۳ n.s	۷٤۵۸۹۰/۵۳ n.s	۲۹۸/۰٤ n.s	۰/۰۵ n.s
تنش خشکی	۱	۱۳۵/۸۳ n.s	۱۵۵/۳٤ n.s	۵۳۷٦۲۹/۷٦ n.s	٦۸۷۳٤۸/۱۰ n.s	۳/۵۱ n.s	۵۰٤/۹۹**	۰/۲٦ n.s
خطای a	۲	۱٤۳۳/۹۹	٤۰/٦۹	۱۷۵۲۳۳/۸۳	۱۲٤٤۱۳/۱۱	۳۷۵۱۵۸/۵۷	۱/۲۹	۰/۰۸
محلول پاشی ریزمغذی	۳	۳۱٤۷/٦٦ n.s	۲۲/۱٤ n.s	۱٤۲٦۰٤/۳۱ n.s	۳۲٦٦۳/۹۱ n.s	۳٤۰۱۰٦/۸۰ n.s	۷/۹۸ n.s	۰/۲۲ n.s
خشکی × ریزمغذی	۳	۳٤۸۸/۹۵ n.s	٦۰/۳۵ n.s	٦۰۹٦۷/۹۱ n.s	۳٦٤۷۹۲/۷٦ n.s	۱۹۳۳۵۵/۲٦ n.s	۸۰/٦۹ n.s	۰/۱۱ n.s
خطای b	۱۲	۵۹۷۸/۱۰	۱٦/۳۷	۹٦٦۷۲/۱٤	۲۱۳۰۵۰/۵۹	۵۰۳۱۹۰/۸۷	۳۱/۷۰	۰/۰۷
ضریب تغییرات(درصد)		۱۰/۸٤	۸/۸۰	۱۹/۲۷	۲۳/۹۰	۲۰/۲۳	۱۲/۳۷	۱۲/۱۳

n.s، * و** به ترتیب به مفهوم غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ ٪ و ۱٪ می‌باشد.

در این پژوهش با توجه به اینکه اعمال تنش خشکی (قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه) پس از تشکیل دانه اتفاق افتاده است و از طرف دیگر قطر طبق، تعداد برگ در بوته و شاخص سطح برگ تحت تاثیر تنش خشکی قرار نگرفته لذا قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه، بر تعداد دانه در طبق تاثیر معنی‌داری نداشت. در مطالعه قلی نژاد و همکاران (۲۰۰۹) علت کاهش وزن هزار دانه در اثر تنش خشکی کمتر بودن کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای قبل از مرحله گرده‌افشانی در اندام‌های رویشی و کاهش دوام سطح برگ در گیاهان تحت تنش از طریق کوتاه نمودن دوره پر شدن دانه ذکر شده است. در این پژوهش با توجه به اینکه تعداد برگ در بوته، شاخص سطح برگ و وزن خشک طبق تحت تاثیر تنش خشکی قرار نگرفته است و از طرف دیگر تنش خشکی پس از رشد رویشی اعمال گردیده، در نتیجه کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای به اندازه کافی در اندام‌های گیاه تجمع یافته است لذا در مرحله بروز تنش کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای از طریق انتقال مجدد به دانه منتقل شده و از کاهش وزن هزار دانه جلوگیری نموده است. همچنین با توجه به اینکه آفتابگردان در این پژوهش به عنوان کشت دوم در نظر گرفته شده است انتظار می‌رود طول مراحل رشد و نمو از جمله مرحله پر شدن دانه کاهش یابد ولی افزایش سرعت پر شدن دانه این کاهش را جبران خواهد نمود. در مطالعات محققان متعددی (بنی عباس شهری و همکاران،۱۳۹۰.، بابائیان و

همکاران، ۱۳۸۹.، رحیمی زاده و همکاران، ۱۳۸۹ و رحیمی و مظاهری، ۱۳۸۳) به نقش منفی تنش خشکی بویژه در مراحل گرده افشانی و پر شدن دانه اشاره شده است. اما در این پژوهش با توجه به عدم تاثیر معنی‌دار قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه بر صفات مورفولوژیک (ارتفاع بوته، قطر طبق و تعداد برگ در بوته)، صفات فیزیولوژیک (وزن خشک طبق و شاخص سطح برگ) و اجزای عملکرد دانه (تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه) می‌توان انتظار داشت که عملکرد دانه تحت تاثیر تنش خشکی واقع نشود. از طرفی دیگر به نظر می‌رسد در نظر گرفتن آفتابگردان به عنوان کشت دوم، از طریق کوتاه نمودن مراحل فنولوژیک از اثرات منفی تنش خشکی بکاهد.

کاهش فتوسنتز به دلیل کاهش سطح برگ و پیر شدن برگ‌ها و کمبود مواد فتوسنتزی لازم جهت انتقال به اندام‌های گیاه، دلیل عمده کاهش عملکرد کاه و کلش و عملکرد بیولوژیک می‌باشد (بنی عباس شهری و همکاران،۱۳۹۰ و رحیمی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۹). در این پژوهش با توجه به عدم تاثیر معنی‌دار تنش خشکی بر تعداد برگ در بوته و شاخص سطح برگ، مواد فتوسنتزی لازم فراهم گشته لذا تنش تاثیری بر این دو صفت نداشته داشت. شاخص برداشت در تیمار آبیاری کامل (شاهد)، ۲۲/۳۹ ٪ بیشتر از قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه بود (جدول ۵). نتیجه بدست آمده با گزارشات عمان و همکاران (۲۰۰۶) و غفاری و پاشاپور (۲۰۰۶) که بیان داشتند تنش خشکی باعث کاهش شاخص برداشت می‌گردد مطابقت داشت. با توجه به ثابت بودن عملکرد بیولوژیک و کاهش عملکرد دانه در تیمار قطع آبیاری (جدول ٤) نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک و در نتیجه شاخص برداشت در تیمار قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه کاهش یافت.

جدول۵- مقایسه میانگین مربوط به اثر تنش خشکی و کودهای ریزمغذی بر عملکرد، اجزای عملکرد و نسبت دانه به پوسته آفتابگردان در کشت دوم

تیمار	تعداد دانه در طبق	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد کاه و کلش (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	نسبت دانه به پوسته
تنش خشکی							
آبیاری تا پایان دوره رشد	۷۱۵/۵٤a	٤۸/۵۳a	۱۷٦۲/۹۲a	۲۱۰۰/۱٦a	۳۵۰٦/۱۸a	۵۰/۱۱a	۲/۰۷a
قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه	۷۱۰/۷۸a	٤۳/٤٤a	۱٤٦۳/۵۸a	۱۷٦۱/۷۰a	۳۵۰۵/٤۲a	٤۰/۹٤b	۲/۲۸a
محلول پاشی کود ریزمغذی							
شاهد	۷۰۳/۵۰a	٤۷/۵۲a	۱٤۹۲/۹۵a	۱۹٤۹/۵۹a	۳۳۲۵/۸۹a	٤٤/٤۲a	۱/۹۳a
آهن	۷۱٤/۷۰a	٤۵/٤۹a	۱۵۱٤/۸۱a	۱۸۳۳/٦۵a	۳۳٤۸/٤٦a	٤۵/۳۹a	۲/۱۲a
روی	۷٤٤/۰۷a	٤۳/٤۷a	۱۸۳۰/۳٦a	۲۰۱۱/٦۵a	۳۸٤۱/۸٤a	٤۷/۱٤a	۲/۳٦a
آهن+روی	٦۹۰/۳۰a	٤۷/٤٤a	۱٦۱٤/۹۰a	۱۹۲۸/۸٤a	۳۵۰۷/ ۰۲a	٤۵/۱۵a	۲/۳۱a

*داخل ستون، حروف نامشابه نشان دهندهٔ وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪و تیمارهای فاقد حروف نشان دهنده عدم تفاوت معنی دار می‌باشند.

اثر محلول پاشی با کود ریزمغذی بر تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد کاه و کلش، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار نبود (جدول٤). نتایج مرندی و همکاران (۱۳۹۱) و سعیدی (۱۳۸٦) در آفتابگردان و جوادی (۱۳۹۲) در ارزن دانه‌ای نشان داد که محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی تاثیری بر تعداد دانه ندارد. در حالی که نتایج محققان دیگری از جمله برمکی و همکاران (۱۳۸۸)، بنی عباس شهری و همکاران (۱۳۹۰)، میرزاپور و خوش گفتار منش (۱۳۸۷) و ملکوتی و سپهر (۲۰۰٤) بیانگر تاثیر مثبت و معنی‌دار محلول‌پاشی کودهای ریزمغذی بر تعداد دانه در طبق آفتابگردان می‌باشد. نتایج مطالعات رحیمی‌زاده و همکاران (۱۳۸۹)، سعیدی (۱۳۸٦) در آفتابگردان و جوادی (۱۳۹۲) در ارزن دانه‌ای بیانگر عدم تاثیر معنی‌دار محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر وزن هزار دانه است. این در حالی است که محققان متعددی (ابراهیمیان و همکاران، ۱۳۸۹.، بنی عباس شهری و همکاران،۱۳۹۰.، برمکی و همکاران، ۱۳۸۸.، رحیمی و مظاهری،

۱۳۸۳ و ابراهیمیان و بای بوردی، ۲۰۱۱) به تاثیر مثبت محلول‌پاشی بر وزن هزار دانه اشاره کرده‌اند. وزن هزار دانه صفتی است که کمتر تحت تاثیر محیط قرار می‌گیرد (۲۲). در مطالعات محققان متعددی (ابراهیمیان و همکاران، ۱۳۸۹.، بنی عباس شهری و همکاران،۱۳۹۰.، رحیمی و مظاهری، ۱۳۸۳.، سعیدی، ۱۳۸٦) به تاثیر مثبت محلول‌پاشی کود ریزمغذی بر عملکرد دانه اشاره شده است. ابراهیمیان و همکاران (۱۳۸۹) در ارزیابی کارایی روش‌های مصرف ریزمغذی‌های آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان روغنی گزارش کردند که مصرف ریزمغذی‌ها باعث افزایش عملکرد دانه شد. همچنین رحیمی و مظاهری (۱۳۸۳) در بررسی تاثیر عناصر ریزمغذی آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان در کشت دوم گزارش نمودند که اثر کودهای ریزمغذی بر عملکرد دانه معنی‌دار بود.

در این پژوهش محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی آهن و روی تاثیری بر عملکرد دانه نداشت که نتیجه بدست آمده با نتایج بابائیان و همکاران (۱۳۸۹)، میرزاپور و خوش گفتارمنش (۱۳۸۷) در آفتابگردان و جوادی (۱۳۹۲) در ارزن دانه‌ای مطابقت داشت. با توجه به اینکه عملکرد از مجموع اجزای عملکرد حاصل می‌گردد و هیچکدام از این اجزا از جمله تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه تحت تاثیر محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی قرار نگرفتند لذا انتظار می‌رود محلول‌پاشی عملکرد دانه را نیز تحت تاثیر قرار ندهد. غفران مقصود و همکاران (۲۰۱٤) در بررسی اثر محلول‌پاشی آهن، روی و منگنز در آفتابگردان گزارش دادند که اثر محلول‌پاشی بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار نبود. در گزارش سعیدی (۱۳۸٦) و میرزاپور و خوش گفتارمنش (۱۳۸۷) نیز به عدم تاثیر کودهای ریزمغذی بر عملکرد کاه و کلش و عملکرد بیولوژیک اشاره شده است. این در حالی است که نتایج ابراهیمیان و بای بوردی (۲۰۱۱) و رحیمی و مظاهری (۱۳۸۳) بیانگر اثر مثبت کاربرد کودهای ریزمغذی بر عملکرد بیولوژیک است. عدم تاثیر معنی‌دار کودهای ریزمغذی بر تعداد برگ در بوته، شاخص سطح برگ و عملکرد دانه از دلایل بی تاثیر بودن محلول‌پاشی کودهای ریزمغذی بر عملکرد بیولوژیک می‌باشد. در مطالعات محققانی از جمله رحیمی و مظاهری (۱۳۸۳)، غفران مقصود و همکاران (۲۰۱٤) و سعیدی (۱۳۸٦) به عدم تاثیر معنی‌دار محلول‌پاشی کود ریزمغذی بر شاخص برداشت آفتابگردان اشاره شده است. این در حالی است که برمکی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش دادند که محلول‌پاشی کود ریزمغذی بر شاخص برداشت تاثیر معنی‌داری دارد. شاخص برداشت از صفاتی است که تحت تاثیر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک قرار می‌گیرد. لذا با توجه به عدم تاثیر معنی‌دار محلول‌پاشی بر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک انتظار می‌رود شاخص برداشت نیز تحت تاثیر محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی قرار نگیرد.

اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد و اجزای آن معنی‌دار نبود (جدول ٤).

نسبت دانه به پوسته

اثر تنش خشکی، محلول‌پاشی کود ریزمغذی و اثر متقابل آن بر نسبت دانه به پوسته معنی‌دار نبود (جدول ٤). برمکی و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی تاثیر عناصر کم مصرف روی، آهن و بور بر آفتابگردان گزارش کردند که محلول‌پاشی عناصر کم مصرف باعث افزایش نسبت مغز به کل دانه گردید. نتیجه بدست آمده در این تحقیق با نتیجه برمکی و همکاران (۱۳۸۸) مطابقت نداشت. در این پژوهش با توجه به عدم تاثیر تنش خشکی و محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی بر وزن هزار دانه و عملکرد دانه، نسبت دانه به پوسته تحت تاثیر محلول پاشی با کودهای ریزمغذی قرار نگرفت.

نتیجه گیری

در این پژوهش با توجه به عدم تاثیر تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه بر قطر طبق، تعداد برگ در بوته، وزن خشک طبق، شاخص سطح برگ و اجزای عملکرد از جمله تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه، عملکرد دانه تحت تاثیر قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه قرار نگرفت. همچنین با توجه به اینکه میزان عناصر کم مصرف در خاک کمتر از حد بحرانی بود، انتظار می‌رفت محلول‌پاشی با کودهای ریزمغذی مربوطه بتواند اثر مثبت معنی‌داری در عملکرد دانه داشته باشد. عدم بروز این تاثیر معنی‌دار می‌تواند نشان دهنده عدم توانایی آفتابگردان در کشت دوم در استفاده از این عناصر باشد، که این امر را می‌توان به کوتاه بودن فصل رشد آن نسبت داد. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که قطع آبیاری در مرحله پر شدن دانه و محلول‌پاشی کود ریزمغذی آهن و روی بر عملکرد دانه در کشت دوم آفتابگردان در منطقه بیرجند تاثیری ندارد.

منابع

استیری، ه.، م. آرمین و ا. فیله کش. ۱۳۹۳. تاثیر محلول پاشی مقادیر مختلف سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان در شرایط تنش خشکی. نشریه تولید گیاهان روغنی، سال ۱، شماره ۱: ۷۷-۶۵.

ابراهیمیان، ا.، م. رشدی.، ب. پاسبان اسلام.، ج. خلیلی محله و ا. بای بوردی. ۱۳۸۹. ارزیابی کارایی روش های مصرف ریزمغذی های آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان روغنی. مجله پژوهش در علوم زراعی، جلد ۲، شماره ۷: ۲۷- ۱۵.

بنی عباس شهری، ز.، غ. ر. زمانی و م. ح. سیاری زهان. ۱۳۹۰. اثر تنش خشکی و محلول پاشی سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان. مجله تنش های محیطی در علوم زراعی، جلد ٤، شماره ۲: ۱۷۲- ۱٦۵.

بابائیان، م.، م. حیدری و ا. قنبری. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی و محلول پاشی عناصر کم مصرف بر ویژگی های فیزیولوژیک و جذب عناصر غذایی در آفتابگردان. مجله علوم زراعی ایران، جلد ۱۲، شماره ٤: ۳۹۱- ۳۷۷.

برمکی، ی.، ف. جلیلی.، ع. ر. عیوضی و ا. رضایی. ۱۳۸۸. اثر محلول پاشی روی، آهن و بور بر عملکرد و کیفیت دو رقم آفتابگردان روغنی. مجله پژوهش در علوم زراعی، جلد ۲، شماره ٦: ۲٦-۱۳.

جوادی، ح. ۱۳۹۲. بررسی اثر محلول پاشی آهن، روی و منگنز بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد پروتئین دو رقم ارزن دانه ای. گزارش نهایی طرح پژوهشی، دانشگاه پیام نور خراسان جنوبی، ٤۹ صفحه.

رحیمی زاده، م.، ع. کاشانی.، ا. زارع فیض آبادی.، ح. مدنی و ا. سلطانی. ۱۳۸۹. تاثیر کودهای ریزمغذی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان تحت شرایط تنش خشکی. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، جلد ۳، شماره ۱: ۷۲- ۵۷.

رحیمی، م. م.، و د. مظاهری. ۱۳۸۳. تاثیر عناصر ریزمغذی آهن و روی بر عملکرد و اجزای عملکرد کشت دوم دو رقم آفتابگردان در منطقه ارسنجان. مجله پژوهش و سازندگی، شماره ٦٤: ۲۰- ۱٦.

سعیدی، ق. ا. ۱۳۸٦. تأثیر برخی عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف بر اجزای عملکرد و دیگر صفات زراعی آفتابگردان در یک خاک آهکی اصفهان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، جلد ۱۱، شماره ۱: ۳٦۵- ۳۵۵.

عمان، ع. ر.، د. حبیبی.، ن. خدابنده.، و م. مشهدی اکبربوجار. ۱۳۸۵. اثر تنش خشکی بر روی عملکرد و اجزای عملکرد و آنزیم‌های آنتی اکسیدانت ژنوتیپ‌های مختلف آفتابگردان آجیلی. نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات، ایران، صفحه ۱۰۳.

میرزاپور، م. ه.، و ا. ح. خوش گفتارمنش. ۱۳۸۷. تأثیر کوددهی آهن بر رشد، عملکرد و مقدار روغن دانه آفتابگردان در یک خاک آهکی شور- سدیمی. مجله پژوهش کشاورزی آب، خاک و گیاه در کشاورزی، جلد ۸، شماره ٤: ۷٤- ٦۱.

مرندی، ج.، ف. جلیلی.، و ا. ولیزادگان. ۱۳۹۱. تاثیر روش ها و منابع تامین نیتروژن و عناصر کم مصرف بر برخی خصوصیات زراعی و عملکرد دانه آفتابگردان روغنی. مجله پژوهش در علوم زراعی، جلد ۵، شماره ۱۷: ۸۳- ۷۱.

ملکوتی، م. ج و م. م. طهرانی. نقش ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی (عناصر خرد با تاثیر کلان). انتشارات دانشگاه تربیت مدرس تهران، ۳۸٤ صفحه.

Babhulkar, P.S., K. Dinesk., W. P. Badole., S. S. Balpande and D. Kar. 2000. Effect of sulfur and zinc on yield, quality and nutrient uptake by safflower in vertisols. J. Indian Soc. Soil Sci, 48: 541-543.

Ebrahimian, E., and A. Bybordi. 2011. Effect of iron foliar fertilization on growth, seed and oil yield of sunflower grown under different irrigation regimes. Middle-East J. Sci. Res, 9 (5): 621-627.

Eslamia, M., H. Dehghanzadeh., M. Jafarzade., and R. Aminian. 2014. The effect of zinc on yield and yield components of sunflower (*Helianthus.annuus* L.) under drought stress. Sci. J. Crop Sci, 3(6): 61-65.

Ghofran Maghsud, S., H. R. Mobasser and H. R. Fanaei. 2014. Effect of foliar application and time foliar application microelements (Zn, Fe, Mn) on safflower. J. Nov. Appl Sci, 3 (4): 396-399.

Gholinejad, E., A. Aeeneh band., A. Hasanzade ghortappe., I. Barnoosi and H. Rezaei. 2009. Evalution of effective drought stress on yield, yield components and harvest index of sunflower hybrid Iroflor and different levelsof nitrogen and plant population in Uromieh climate conditions. J. Plant Product, 16 (3): 29-34.

Ghafari, M. and H. Pashapur. 2006. Evaluation of variety and inbreed lines of sunflower for drought tolerance. Scientific and Applications of oil plant industrial Congress, Tehran, Iran.

Movahhedy-dehnavy, M., S. A. M. Modarres-Sanavy, and A. Mokhtassi-Bidgoli. 2009. Foliar application of zinc and manganese improves seed yield and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown under water deficit stress. Ind. Crops. Products, 30: 82-92.

Mosavi, S.R., M. Galavi and G. Ahmadvand. 2007. Effect of zinc and manganese foliar application on yield, quality and enrichment on potato (*Solanum tuberosum* L.). Asian J. Plant Sci, 6: 1256-1260.

Malakouti, M. J and A. Sepehr. 2004. Optimize onushment for oil seeds (effective step to attained oil independence in country). Khaniran press, Tehran. 464 p.

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 tinctorius* L). Karnataka J. Agri. Sci, 32: 382-385.

Sabagh Nekonam, M., and K. H. Razmjoo. 2007. Effect of plant density on yield, yield components and effective medicine ingredients of blond psyllium (*Plantago ovata* Forsk) Accession. Int. J. Agri. Biology, 9(4): 606-609.

Umer, S., A. Sher., S. Hussain., A. Khan., A. Ameen., L. Jincai and A. Shakoor. 2015. Impact of foliar application of boron on growth and yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under different irrigation conditions. Academia J. Agri. Res, 3(9): 219-225.

Whitty, E.N., and C. Chambliss. 2005. Fertilization of field and forage crops. Nevada State University Publication, 21 pp.

Zafar, S., M. Nasri., H. R. Tohidi Moghadam., and H. Zahedi. 2014. Effect of zinc and sulfur foliar applications on physiological characteristics of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under water deficit stress. Int. J. Biosci, 5(12): 87-96.

Effect of water stress and foliar application of iron and zinc on yield and yield components of sunflower for second cropping system

H. Javadi[1]

Received: 2015-9-28 Accepted: 2016-1-5

Abstract

In order to study the effect of water stress and foliar application of iron and zinc on yield and yield components of sunflower for second cropping system, a field experiment in split plot design with three replications was conducted at the Agriculture Education Center of Birjand, in 2014 growing season. Water stress at two levels (control and irrigation cut off at grain filling stages) were assigned as main plots and four micronutrient treatments; Control, Fe, Zn, and Fe +Zn, were randomized in sub-plots. The results showed that plant height, head diameter, leaf number in the flowering and grain filling stages, head dry weight, leaf area index (LAI) in the flowering and grain filling stages, number of grain per head, 1000-grain weight, grain yield, biological yield and seed/husk were not affected by water stress. In control and irrigation cut off at grain filling stages, grain yield was 1762.92 kg/ha and 1463.58 kg/ha, respectively. Water stress at the grain filling stage reduced harvest index (18.29 %) compared to the control. Foliar application with micronutrient fertilizer (Fe and Zn) were not significantly different on all traits (With the exception of the number of leaves maturity). To the control, foliar application with Fe, Zn and (Fe+Zn) grain yield was 1492.95, 1514.81, 1830.36 and 1614.90 kg/ha, respectively. Foliar application with (Fe +Zn) increased number of leaves compared to the other treatments. Also, interaction between water stress and foliar application on traits were not significant. According to the results of this experiment, irrigation cut off at grain filling stages and Foliar application with micronutrient fertilizer (Fe and Zn) were not significantly different for grain yield of sunflower for second cropping system in Birjand.

Key words: Sunflower, irrigation cut off at grain filling stages, Seed/husk

1- Assistant Professor, Department of Agricultural Sciences, Payame Noor University (PNU), Tehran, Iran