تأثیر محلول‌پاشی مقادیر مختلف سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) در شرایط تنش خشکی

هادی استیری[۱]، محمد آرمین[۲*]، اسماعیل فیله کش [۳]

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت،دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، سبزوار، ایران

[۲] استادیاردانشگاه آزاد اسلامی، واحد سبزوار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، سبزوار، ایران

[۳] کارشناس ارشد پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی سبزوار

پست الکترونیک نویسنده مسئول: Armin@iaus.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۵/۱۳؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۳۱)

چکیده

اثر محلول‌پاشی سولفات روی و دور آبیاری بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان در قالب آزمایشی به صورت کرت‌های یک‌بار خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان سبزوار در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ مورد بررسی قرار گرفت. فاکتورهای مورد بررسی عبارت بودند از: تنش خشکی در ۳ سطح بدون تنش (دور آبیاری ۶ روزه)، تنش متوسط (دور آبیاری ۱۲ روزه) و تنش شدید (دور آبیاری ۱۸ روزه) به عنوان کرت اصلی و محلول‌پاشی عنصر روی (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ در هزار به ترتیب معادل صفر، ۲، ۴ و ۶ کیلوگرم در هکتار) به عنوان کرت فرعی. محلول‌پاشی روی در مرحله ۶-۸ برگی آفتابگردان انجام شد. ارتفاع بوته، دانه در طبق، درصد دانه‌های پوک، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد زیستی به صورت معنی‌داری تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت. تنش خشکی شدید سبب کاهش ارتفاع بوته، دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد زیستی و افزایش درصد دانه‌های پوک گردید. بالاترین عملکرد و اجزای عملکرد در محلول‌پاشی با غلظت ۱۵ در هزار سولفات روی به دست آمد و کمترین آن در تیمار شاهد مشاهده شد. اگرچه در شرایط بدون تنش واکنش عملکرد به محلول‌پاشی سولفات روی بیشتر بود اما محلول‌پاشی با غلظت ۱۵ در هزار اثرات منفی تنش خشکی را کاهش داد. در مجموع بالاترین عملکرد دانه با محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت ۱۵ در هزار و در شرایط بدون تنش به دست آمد.

کلید واژه‌ها: استرس خشکی، دور آبیاری، ریزمغذی، مصرف برگی

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-08]

مقدمه

سازگاری وسیع به شرایط مختلف محیطی و عملکرد روغن بالا در آفتابگردان موجب شده است که این گیاه به عنوان یکی از اصلی‌ترین گیاهان تولید کننده روغن در جهان محسوب شود (کریم زاده اصل و همکاران، ۱۳۸۲). وابستگی بیش از ۸۵ درصد روغن خوراکی مورد نیاز کشور سبب شده است که کشت گیاهان روغنی مورد توجه قرار گیرد (رحیم‌زاده و نجفی میرک، ۱۳۸۸). از میان دانه‌های روغنی گیاه آفتابگردان در مجموع از نظر محصول و تجارت جهانی به عنوان پنجمین منبع تولید روغن خوراکی بعد از سویا، کلزا، پنبه و بادام‌زمینی به حساب می‌آید (فائو[1]، ۲۰۱۴).

در میان تنش‌های محیطی، تنش خشکی به عنوان یکی از اصلی‌ترین عوامل کاهنده عملکرد در گیاهان زراعی محسوب می‌شود. کاهش شدید عملکرد دانه، زیست‌توده و طول دوره رویشی در آفتابگردان در اثر تنش خشکی توسط محققین متعددی گزارش شده است. رحیمی زاده و همکاران (۱۳۸۹) گزارش نمودند که تنش خشکی موجب کاهش عملکرد دانه آفتابگردان گردید و کمترین عملکرد در شرایط تنش خشکی شدید حاصل شد. در شرایط تنش شدید خشکی، گیاه قادر به تحمل تنش نبود و عملکرد به میزان ۳۷ درصد کاهش داشت که این کاهش عملکرد در شرایط تنش شدید متأثر از کاهش تعداد دانه در طبق بوده است. نتایج آزمایش کلهری و همکاران (۱۳۸۱) نشان داد که قطع آبیاری در مرحله دانه‌بندی در آفتابگردان بیشترین تأثیر منفی را روی وزن هزار دانه داشته و کمترین وزن دانه‌ها در اثر تنش طی این مرحله به دست آمد. مظاهری لقب و همکاران (۱۳۸۰) اظهار داشتند که آبیاری درمرحله گلدهی بر باروری گلچه‌ها و افزایش تعداد دانه تأثیر دارد، در حالی‌که در مرحله دانه‌بندی آبیاری بر افزایش اندوخته‌های غذایی و پر شدن دانه و در نتیجه افزایش وزن آن‌ها در طبق تأثیر می‌گذارد. بنی‌عباس شهری و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که تنش خشکی در مرحله رویشی و زایشی باعث کاهش ۲۰ درصدی در عملکرد دانه و کاهش ۳۱ درصدی عملکرد روغن نسبت به شاهد شد. شافی[2] و همکاران (۲۰۱۳) عدم تأثیرپذیری عملکرد دانه، وزن هزار دانه و درصد روغن آفتابگردان را در رژیم‌های مختلف آبیاری گزارش کردند که دلیل این امر، شرایط بارندگی مناسب در طی آزمایش بوده است.

با این وجود بیشترین عملکرد دانه و روغن در سه مرحله آبیاری آفتابگردان در مراحل تشکیل طبق، تشکیل طبق+گلدهی و تشکیل طبق+گلدهی+دانه‌بندی به دست آمد. کریم زاده اصل و همکاران (۱۳۸۲) کاهش تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه در هکتار، درصد روغن، شاخص برداشت، قطر طبق و وزن هزار دانه و افزایش درصد پوکی دانه در آفتابگردان را با افزایش دور آبیاری گزارش کردند و آبیاری با فواصل هر ۱۱ روز یک‌بار را مناسب‌ترین دور آبیاری برای حصول عملکرد مناسب در شرایط آب و هوایی کرج دانستند.

بعد از نیتروژن، کمبود روی در خاک‌ها از شایع‌ترین مشکلات تغذیه‌ای گیاهان می‌باشد و این امر بخصوص در خاک‌های آهکی و یا pH بالا و بافت شنی و شرایط آبشویی فراوان رایج است (ملکوتی و داودی، ۱۳۸۱). نتایج آزمایش‌های مختلف نشان داده محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی در زراعت آفتابگردان تأثیر قابل توجهی بر بهبود خصوصیات رویشی و همچنین عملکرد آفتابگردان دارد. ابراهیمیان[3] و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند محلول‌پاشی سولفات روی در آفتابگردان باعث افزایش قطر طبق و ارتفاع بوته شد. میرزاپور و خوش‌گفتار منش (۱۳۸۷) گزارش کردند که استفاده از سولفات روی به میزان ۰/۵ کیلوگرم در هکتار تأثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه در طی دو سال داشت و باعث افزایش وزن هزار دانه گردید. عبدیلی و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی تأثیر نحوه مصرف سولفات روی بر سویا رقم ویلیامز گزارش نمودند تغذیه برگی با محلول ۴ در هزار همراه با مصرف خاکی ۴۰ کیلوگرم سولفات روی باعث افزایش تعداد دانه در غلاف به میزان ۶ درصد، تعداد دانه در بوته ۳۸ درصد، تعداد غلاف در بوته ۱۰ درصد، عملکرد روغن ۴ درصد، عملکرد دانه ۲۰ درصد، میزان پروتئین دانه ۲ درصد و وزن هزار دانه ۸ درصد نسبت به شاهد

1- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)

2- Shafi

3- Ebrahimian

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-08]

شد. افزایش وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه و درصد روغن در محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت ۱ درصد توسط بنی‌عباس شهری و همکاران (۱۳۹۰) در آفتابگردان گزارش شده است.

با توجه به اهمیت گیاه آفتابگردان به عنوان یک گیاه روغنی و از طرف دیگر صدمات جبران‌ناپذیر تنش خشکی به عملکرد آفتابگردان، اتخاذ روش‌هایی که بتواند سبب افزایش تحمل گیاه به تنش خشکی شود بسیار حائز اهمیت است. در این میان مدیریت مصرف کود روی با نقش بسیار مثبت آن در کاهش اثرات خشکی بسیار مفید است. از آنجایی که درباره نقش این عنصر بر کاهش اثرات تنش خشکی در آفتابگردان مطالعات کمی صورت گرفته است، لذا این بررسی به منظور اثر محلول‌پاشی روی بر عملکرد و اجزاء عملکرد آفتابگردان در شرایط تنش خشکی انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان سبزوار با مختصات عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۱۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۳۹ دقیقه شرقی انجام شد. آزمایش به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار که در آن تنش خشکی در ۳ سطح بدون تنش (دور آبیاری ۶ روزه (کریم زاده اصل و همکاران، ۱۳۸۲)، تنش متوسط (دور آبیاری ۱۲ روزه) و تنش شدید (دور آبیاری ۱۸ روزه) به عنوان کرت اصلی و محلول‌پاشی عنصر روی با غلظت (صفر، ۵، ۱۰ و ۱۵ در هزار به ترتیب معادل صفر، ۲، ۴ و ۶ کیلوگرم در هکتار) به عنوان فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. محلول‌پاشی سولفات روی خشک ($ZnSo_4H_2o$) با ۳۴ درصد روی در مرحله رویشی در زمان ۶ تا ۸ برگی انجام گرفت و برای دقت بیشتر، شاهد نیز بدون سولفات روی با آب خالص بوسیله سم‌پاش پشتی محلول‌پاشی شد. اگرچه توصیه‌های محققان بر این است که محلول‌پاشی روی باید در دو نوبت انجام شود اما در این بررسی جهت تعیین اثر یک‌بار محلول‌پاشی از محلول‌پاشی دوم صرفنظر شد. محلول‌پاشی دوم اغلب بعد از گلدهی انجام می‌شود که در این مرحله ارتفاع گیاه به حداکثر رسیده است و در عمل امکان استفاده از ماشین‌آلات کشاورزی در سطح مزرعه امکان‌پذیر نمی‌باشد.

کشت در خاکی با بافت متوسط، دارای اسیدیته قلیایی، ماده آلی کم، پتاس و فسفر متوسط و آهک متوسط انجام شد (جدول ۱). جهت تهیه بستر کاشت ابتدا زمین با گاوآهن شخم عمیق زده شد. سپس دو بار دیسک ضربدری بوسیله دیسک چرخدار زده شد تا کلوخه‌ها کاملاً خرد شود. بر اساس آزمون تجزیه خاک قبل از کاشت ۵۰ کیلوگرم در هکتاراوره، ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل و ۵۰ کیلوگرم در هکتار کلرور پتاسیم به مزرعه اضافه شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

عمق (cm)	pH	EC ds/m	%N	فسفر mg/kg	پتاس mg/kg	درصد مواد آلی	بافت خاک		
							شن	سیلت	رس
۰-۳۰	۷/۹۳	۳/۸۸	۰/۰۴۳	۶/۸۰	۱۴۶	۰/۵	٪۵۰	٪۳۶	٪۱۴

از بذرکار پنبه با تغییراتی که روی آن انجام گرفت برای کاشت استفاده شد. هر کرت فرعی شامل ۵ خط کاشت به طول ۴ متر و فاصله ردیف ۶۰ سانتی‌متر بود. جهت جلوگیری از نشت آب بین هر کرت اصلی و هر تکرار ۲ متر فاصله در نظر گرفته شد. کشت به وسیله دست در روی خطوط ایجاد شده توسط فاروئر ۲۴ اردیبهشت ماه ۱۳۹۰ انجام شد. رقم مورد استفاده در این آزمایش رقم هایسون-۲۵ بود، که رقمی است دورگ، با عملکرد اقتصادی ۳/۵ تا ۳/۷ تن در هکتار و میزان روغن حدود ۴۶ درصد، ارتفاع گیاه بین ۱۶۵ تا

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-08]

۱۷۵ سانتی‌متر، طول دوره رویش بین ۱۰۰ تا ۱۱۰ روز و وزن هزار دانه آن ۷۰ تا ۸۰ گرم. در مرحله ۳ برگی تنک کردن گیاه با تنظیم فواصل بین بوته‌ای ۲۰ سانتی‌متر انجام شد. آبیاری برای تمام تیمارها بلافاصله بعد از کاشت انجام شد. اعمال تیمارهای آبیاری بعد از سبز شدن و استقرار کامل بوته‌ها در مرحله ۴ برگی به بعد صورت گرفت. در مرحله ۸ تا ۱۰ برگی علف‌های هرز به صورت دستی کنترل و همزمان ۱۰۰ کیلوگرم اوره به صورت سرک به مزرعه اضافه شد. قبل از گلدهی نیز ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره به صورت سرک دوم نیز استفاده شد.

در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی (مشاهده رنگ زرد مایل به قهوه‌ای پشت طبق در ۹۰ درصد بوته‌ها) از هر کرت و با در نظر گرفتن ردیف‌های کناری به عنوان حاشیه آزمایش، ۱۰ بوته به طور تصادفی برداشت شده و ارتفاع بوته گیاه، تعداد دانه در طبق، درصد دانه‌های پوک در طبق اندازه‌گیری و میانگین آن به عنوان عدد برای هر صفت منظور شد. برای اندازه‌گیری دانه‌های پوک، ۱۰۰ دانه از هر طبق انتخاب گردید، تعداد دانه‌های دارای مغز جدا و همچنین تعداد دانه‌های پوک نیز جدا شده و نسبت آن‌ها به عنوان درصد پوکی در نظر گرفته شد (عباسی سیه جانی و همکاران، ۱۳۸۹).

وزن هزار دانه از شمارش ۵ نمونه تصادفی در هر کرت اندازه‌گیری شد. جهت تعیین عملکرد دانه و عملکرد زیستی ۲ خط از طرفین و نیم متر از بالا و پایین هر کرت به عنوان اثر حاشیه‌ای حذف و در مساحت باقیمانده، کل بوته‌ها برداشت و بعد از تعیین عملکرد زیستی طبق‌های هر بوته جدا و به مدت یک هفته جهت رسیدن به رطوبت ۱۴ درصد در انبار سرپوشیده نگهداری و بعد از جدا کردن دانه‌ها از هر طبق عملکرد اقتصادی تعیین شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها توسط نرم‌افزار SAS انجام شده، رسم نمودارها توسط نرم‌افزار اکسل انجام گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون محافظت‌شده LSD در سطح ۵ درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش خشکی و مقدار مصرف سولفات روی بر ارتفاع بوته اثر معنی‌داری داشت، در حالی که اثر متقابل تنش و مقدار مصرف سولفات روی بر ارتفاع بوته معنی‌دار نشد (جدول ۲).

جدول ۲- منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس ارتفاع بوته، دانه در طبق، درصد پوکی، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد زیستی و شاخص برداشت

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		ارتفاع بوته	تعداد دانه در طبق	درصد پوکی	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد زیستی	شاخص برداشت
تکرار	۲	۱۱/۳۱^{ns}	۴۸۵۰۰/۳۷^{ns}	۴۳/۷۵^{ns}	۰/۰۷۳۱^{ns}	۲۴/۶۹^{ns}	۱۳۱۵۴/۱۹^{ns}	۱۹/۴۴ ^{ns}
تنش	۲	۱۸۸۵/۱۶**	۱۴۹۱۴۷۰۷/۸**	۱۵۷۰/۷۵**	۹/۴۷۴**	۲۰۴۱۴۳*	۶۰۰۱۲۰/۸*	۴۹/۶۳ ^{ns}
خطای a	۴	۳۶/۴۸	۹۴۶۹/۰۲	۲۱/۶۲	۰/۲۷۰	۲۸/۱۹۴	۳۴۰۵۲/۱۱	۶۳/۰۱
محلول‌پاشی	۳	۹۱۷/۸۴**	۸۶۳۵۳۶/۴۷**	۶۳۷/۹۶**	۳/۹۳۷**	۱۸۴۸۵۲۷**	۱۳۵۲۰۲/۱۱۱**	۸۹/۹۱*
برهمکنش محلول‌پاشی×تنش	۶	۱۷/۶۸^{ns}	۱۳۲۲۲۵/۹۴**	۱۷/۹۳*	۰/۰۵۳۱۰^{ns}	۵۹۵۶/۸۷**	۲۷۵۹۵/۳^{ns}	۵۷/۷۰ ^{ns}
خطای b	۱۸	۱۰/۴۱	۴۸۹۷/۹۱	۴/۷۷	۰/۰۲۸۴۵	۵۱/۵۰	۱۳۴۲۶/۳۲۴	۳۰/۱۷
ضریب تغییرات (CV)	۲	۳/۵۲	۴/۴۲	۵/۵۳	۴/۲۲	۱۰/۴۲	۱۰/۲۴	۸/۹۲

**، * و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱٪، ۵٪ و غیر معنی‌دار

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-08]

بالاترین ارتفاع بوته مربوط به شرایط بدون تنش و کم‌ترین آن مربوط به تنش شدید بود. تنش شدید نسبت به شرایط بدون تنش سبب کاهش ۲۳/۸۸٪ ارتفاع بوته شد (جدول ۳). تنش خشکی باعث کاهش ارتفاع آفتابگردان به علت کاهش رشد سلول و تقسیم سلولی می‌شود، که این امر باعث کاهش رشد رویشی گیاه شده و از ارتفاع گیاه کاسته می‌شود. در شرایط تنش ملایم خشکی، گیاهان با کمک مکانیسم‌های مختلف قادر به جلوگیری و یا تحمل پسابیدگی و ممانعت از کاهش شدید رشد می‌باشند، ولی شرایط تنش شدید به دلیل کاهش شدید آماس سلولی، رشد و تقسیم سلول‌ها کاهش یافته و این منجر به کاهش رشد رویشی گیاه می‌شود (گکسوی[1] وهمکاران، ۲۰۰۴). دامدار[2] و همکاران (۲۰۰۳) نیز گزارش کردند که با افزایش فواصل آبیاری ارتفاع آفتابگردان کاهش پیدا می‌کند. تاهاکوریا[3] و همکاران (۲۰۰۴) نیز معتقدند بیشترین ارتفاع بوته در آفتابگردان زمانی مشاهده می‌شود که حداقل ۴ مرحله آبیاری در مراحل گیاهچه‌ای، ساقه رفتن، گلدهی و مرحله رشد دانه‌ها انجام شود. نتایج مشابهی توسط رحیمی زاده و همکاران (۱۳۸۹) گزارش شده است. افزایش مقدار مصرف روی به صورت خطی سبب افزایش ارتفاع در گیاه شد. بالاترین ارتفاع بوته (۱۰۴/۳۴ سانتی‌متر) در محلول‌پاشی روی با غلظت ۱۵ در هزار و کمترین ارتفاع بوته (۸۰/۸۲ سانتی‌متر) در تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۴). به نظر می‌رسد افزایش ارتفاع بوته در اثر مصرف روی به دلیل تأثیر این عنصر در سنتز اکسین باشد که محلول‌پاشی سبب افزایش سنتز اکسین شده و این امر افزایش ارتفاع در گیاه را به همراه داشته است. بنی‌عباس شهری و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند محلول‌پاشی سولفات روی باعث افزایش ارتفاع آفتابگردان گردیده است.

تعداد دانه در طبق

تعداد دانه در طبق تحت تأثیر تنش و غلظت محلول‌پاشی روی و برهم‌کنش محلول‌پاشی و تنش قرار گرفت (جدول ۲). بررسی واکنش دانه در طبق به مقادیر مختلف سولفات روی در شدت‌های مختلف تنش نشان داد که رابطه‌ی خطی بین محلول‌پاشی سولفات روی و تعداد دانه در طبق در سطوح مختلف تنش وجود داشت (شکل ۱). بیشترین واکنش دانه در طبق به محلول‌پاشی سولفات روی در شرایط بدون تنش و کمترین آن در شرایط تنش شدید مشاهده شد. در شرایط عدم تنش به ازای افزایش هر هزار واحد محلول‌پاشی سولفات روی تعداد دانه در طبق ۳۴۲/۶۹ عدد افزایش یافت، در حالی‌که در شرایط تنش شدید این مقدار افزایش، برابر ۵۶/۳۰ عدد بود. تنش خشکی باعث خشک شدن دانه گرده و کلاله و مادگی شده و از تعداد گیاهچه‌های بارور در سطح طبق می‌کاهد و این امر خسارت وارده در کاهش تعداد دانه در طبق را تشدید می‌کند. در این شرایط محلول‌پاشی سولفات روی باعث افزایش ذخیره هیدروکربن دانه گرده شده و باعث افزایش طول عمر دانه گرده می‌شود، در نتیجه منجر به افزایش تلقیح و تشکیل تعداد بیشتری دانه در طبق می‌شود. علاوه بر این عنصر روی در سنتز پروتئین لوله گرده، شرکت کرده و سبب ذخیره پروتئین می‌گردد که این امر منجر به افزایش تلقیح و تشکیل میوه و دانه بیشتری می‌شود (وانگ و جین[4]، ۲۰۰۷). گزارش شده است تنش خشکی خصوصاً در مرحله زایشی باعث کاهش قدرت مخزن در جذب مواد فتوسنتزی شده و همین عامل در افت تعداد گلچه‌های بارور سطح طبق و در نتیجه تعداد دانه در طبق مؤثر می‌باشد. (بنی‌عباس شهری و همکاران، ۱۳۹۰). کاماک[5] (۲۰۰۸) گزارش نمود، عنصر روی در سنتز پروتئین لوله گرده شرکت کرده و سبب ذخیره پروتئین می‌گردد که این امر منجر به افزایش تلقیح و تشکیل میوه و دانه بیشتر و درصد پر شدن دانه‌های بیشتر می‌گردد.

1- Göksoy
2- Damdar
3-Thakuria
4- Wang and Jin
5- Cakmak

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-08]

تورون[1] و همکاران (۲۰۰۱) نیز گزارش کردند روی از طریق بهبود فعالیت کاتالیزورها در بساک گندم و فزایش دانه در خوشه می‌شود.

درصد پوکی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تنش، محلول‌پاشی سولفات روی و اثر متقابل تنش و غلظت محلول‌پاشی اثر معنی‌داری بر درصد پوکی دانه داشتند (جدول ۲). برهم‌کنش دور آبیاری و غلظت محلول‌پاشی روی نشان داد که در شرایط مصرف روی حتی در شرایط تنش شدید از میزان دانه‌های پوک کاسته می‌شود. با افزایش مصرف روی درصد دانه‌های پوک کاهش پیدا کرد که این کاهش در شرایط بدون تنش، تنش متوسط و تنش شدید با محلول‌پاشی روی با غلظت ۱۵ در هزار نسبت به عدم مصرف روی به ترتیب برابر ۵۱/۳۲، ۴۱/۶۰ و ۳۳/۸۴ درصد بود (شکل ۲) که بیانگر این مطلب است که در شرایط تنش خشکی عنصر روی می‌تواند در تنظیم اسمزی نیز نقش داشته باشد. از طرف دیگر مصرف روی سبب افزایش دوام سطح برگ و

تولید مواد فتوسنتزی بیشتری می‌شود که این امر نیز در کاهش درصد پوکی دانه‌ها می‌تواند مؤثر واقع شود. بیرانوند و همکاران (۱۳۸۹) نیز گزارش کردند که روی در تنظیم آب گیاه مؤثر است و یکی از دلایل پوکی، کاهش میزان آب است. طبق نظر بنی‌عباس شهری و همکاران (۱۳۹۰) در هنگام تنش خشکی از بین رفتن دانه گرده و عدم تلقیح یکی از عوامل ایجاد پوکی می‌باشد که استفاده از محلول‌پاشی سولفات روی از خسارت وارده می‌کاهد. کریم زاده اصل و همکاران (۱۳۸۲) گزارش کردند که دور آبیاری هر ۱۹ روز یک‌بار در آفتابگردان باعث پوک شدن ۴۸/۲۱ درصد دانه در هر طبق شد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. این محققان بیان کردند که صفت درصد پوکی دانه نسبتاً بیش از سایر صفات تحت تأثیر کمبود آب قرار می‌گیرد.

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تنش خشکی و محلول‌پاشی سولفات روی اثر معنی‌داری بر وزن هزار دانه داشتند، ولی اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی سولفات روی معنی‌دار نبود (جدول ۲). نتایج نشان داد که بیشترین وزن هزار دانه در شرایط بدون تنش و کمترین آن در شرایط تنش شدید به دست آمد. وزن هزار دانه تابعی از سرعت و طول دوره پر شدن دانه است و از دو منبع فتوسنتز جاری و انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای در گیاه تأمین می‌شود. در شرایط تنش خشکی قبل از مرحله گرده‌افشانی به دلیل کوتاه شدن دوره رویشی کربوهیدرات‌های کمتری در گیاه ذخیره می‌شود. کم بودن کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای و کاهش دوام سطح برگ در مرحله پر شدن دانه‌ها سبب کاهش وزن هزار دانه در اثر تنش خشکی می‌شود (قلی نژاد[2] و همکاران، ۲۰۰۹). گکسوی و همکاران (۲۰۰۴) نیز تحت تأثیر قرار گرفتن وزن هزار دانه آفتابگردان نسبت به دور آبیاری را گزارش نمودند.

افزایش غلظت محلول‌پاشی از صفر به ۱۵ در هزار سبب افزایش ۲۲/۹۹ درصدی وزن هزار دانه در آفتابگردان شد. اختلاف آماری معنی‌داری بین محلول‌پاشی با غلظت ۱۰ و ۱۵ در هزار وجود نداشت اما محلول‌پاشی با غلظت ۵ در هزار نتوانست وزن هزار دانه مناسبی را تولید کند. به نظر می‌رسد نبود تفاوت بین غلظت‌های ۱۰ و ۱۵ در هزار به دلیل کمتر بودن تعداد دانه در طبق در محلول‌پاشی با غلظت ۱۰ در هزار بوده است که سبب شده است مواد فتوسنتزی بیشتری برای هر دانه فراهم شود و سبب افزایش وزن هزار دانه مشابه وزن هزار دانه در محلول‌پاشی در غلظت ۱۵ در هزار شده باشد. سولفات روی، از طریق افزایش قندهای محلول و حفظ پتانسیل اسمزی باعث ذخیره کربوهیدرات‌ها برای متابولیسم پایه سلولی و افزایش وزن هزار دانه می‌گردد (کاماک، ۲۰۰۸). میرزاپور و خوش‌گفتار منش (۱۳۸۷) گزارش کردند که استفاده از سولفات روی به میزان ۰/۵ کیلوگرم باعث افزایش وزن هزار دانه در طی دو سال شد. بنی‌عباس شهری و

1- Torun

2- Gholinezhad

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-08]

همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند بیشترین وزن هزار دانه در محلول‌پاشی با غلظت یک درصد سولفات روی بود که این گزارش با نتیجه این تحقیق مطابقت دارد. وگا[1] و همکاران (۲۰۰۱) در مطالعه خود به منظور بررسی اثرات محیط بر دانه‌بندی آفتابگردان روغنی بیان داشتند که در آفتابگردان حالت جبرانی بین اجزای عملکرد وجود دارد و کاهش تعداد دانه در طبق ممکن است افزایش وزن دانه را به دنبال داشته باشد. ابوالحسنی و سعیدی (۱۳۸۵) گزارش کردند بین وزن دانه‌ها و تعداد دانه در طبق رابطه معکوس وجود دارد و وزن دانه‌ها نسبت به تعداد دانه در طبق نقش کمتری در عملکرد داشته و کمتر تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرد.

عملکرد دانه

عملکرد دانه تحت تأثیر تنش خشکی، غلظت محلول‌پاشی سولفات روی و اثر متقابل تنش خشکی و غلظت محلول‌پاشی قرار گرفت (جدول ۲). بیشترین عملکرد دانه در شرایط بدون تنش و کم‌ترین آن در تنش شدید به دست آمد (جدول ۳). تنش خشکی کلیه فرآیندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان را تحت تأثیر قرار می‌دهد و باعث کاهش تقسیم سلولی می‌گردد و از سطح برگ کاسته می‌شود و منبع فتوسنتز کاهش می‌یابد و در نهایت باعث کاهش عملکرد گیاه می‌گردد. رحیمی زاده و همکاران (۱۳۸۹) گزارش نمودند که میزان عملکرد با افزایش دور آبیاری به میزان ۳۷ درصد کاهش پیدا کرد. اثرات منفی تنش خشکی بر عملکرد آفتابگردان توسط سایر محققان نیز گزارش شده است (بنی‌عباس شهری و همکاران، ۱۳۹۰؛ گکسوی و همکاران، ۲۰۰۴؛ قلی نژاد و همکاران، ۲۰۰۹). تنش خشکی از طریق پیری زودرس برگ‌ها، کاهش تعداد برگ، قطر طبق، سطح برگ، وزن هزار دانه سبب کاهش عملکرد دانه در آفتابگردان می‌شود.

بالاترین عملکرد دانه مربوط به محلول‌پاشی با غلظت ۱۵ در هزار و کم‌ترین آن مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۴). محلول‌پاشی سولفات روی از طریق افزایش اکسین و تنظیم آب گیاه باعث بهبود رشد رویشی گیاه شده، از این راه کمک به افزایش فتوسنتز و افزایش عملکرد گیاه می‌گردد (بیرانوند و همکاران، ۲۰۱۱). میرزاپور و خوش‌گفتار منش (۱۳۸۷) گزارش کردند که استفاده از سولفات روی به میزان ۰/۵ کیلوگرم در هکتار باعث افزایش عملکرد دانه گردید. ابراهیمیان و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند مصرف خاکی سولفات روی باعث افزایش عملکرد دانه آفتابگردان گردید. تورون و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند روی از طریق بهبود فعالیت کاتالیزورها در بساک گندم و افزایش دانه در خوشه باعث افزایش عملکرد می‌شود.

بررسی اثر متقابل تنش خشکی و غلظت محلول‌پاشی روی نشان داد که با افزایش شدت تنش واکنش عملکرد دانه به محلول‌پاشی روی کاهش پیدا می‌کند. برازش تابع رگرسیونی نشان داد بیشترین واکنش عملکرد دانه به محلول‌پاشی سولفات روی در شرایط بدون تنش و کمترین آن در شرایط تنش شدید بود. در شرایط بدون تنش به ازای افزایش هر واحد محلول‌پاشی سولفات روی عملکرد دانه ۱۴۴ کیلوگرم افزایش در حالی‌که در شرایط تنش شدید این مقدار افزایش برابر ۴۷/۹۳ کیلوگرم بوده است (شکل ۳). گزارش شده است در شرایط رطوبتی مناسب جذب و انتقال ریزمغذی‌هایی نظیر سولفات روی در گیاهان با سهولت بیشتری صورت می‌گیرد و عملکرد بالاتر می‌باشد. افزایش بیوسنتز اکسین در حضور عنصر روی، افزایش غلظت کلروفیل، افزایش فسفو اینول پیرووات کربوکسیلاز و ریبولوز بی‌فسفات 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 (وانگ و جین، ۲۰۰۷).

تنش خشکی از طریق پیری زودرس برگ‌ها، کاهش تعداد برگ، قطر طبق، سطح برگ، وزن هزار دانه سبب کاهش عملکرد دانه در آفتابگردان می‌شود. محلول‌پاشی با روی سبب کاهش اثرات تنش خشکی از طریق حفظ آماس سلولی و افزایش دوام سطح برگ، افزایش تعداد دانه در طبق و وزن هزار دانه سبب افزایش عملکرد اقتصادی می‌شود.

1- Vega

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-08]

عملکرد زیستی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد تنش خشکی و غلظت محلول‌پاشی سولفات روی اثر معنی‌داری بر عملکرد زیستی داشتند ولی اثر متقابل تنش خشکی و غلظت محلول‌پاشی سولفات روی معنی‌دار نبود (جدول ۲). بیشترین عملکرد زیستی در شرایط بدون تنش و کمترین آن در تنش شدید مشاهده شد (جدول ۳). اختلاف آماری معنی‌داری از نظر عملکرد زیستی بین شرایط بدون تنش و تنش متوسط مشاهده نشد. قلی نژاد و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمودند که عملکرد زیستی با افزایش تنش خشکی در گیاه آفتابگردان کاهش می‌یابد. دلیل افزایش تولید ماده خشک در گیاهان تحت تیمار آبیاری مطلوب گسترش بیشتر و دوام بهتر سطح برگ بود که موجب ایجاد منبع فیزیولوژیکی کافی جهت استفاده هرچه بیشتر از نور دریافتی و تولید ماده خشک گردید که نتیجه این گزارش با این تحقیق مطابقت دارد.

بیشترین عملکرد زیستی در محلول‌پاشی با غلظت ۱۵ در هزار و کمترین آن در تیمار شاهد به دست آمد. اختلاف آماری معنی‌داری از نظر عملکرد زیستی بین محلول‌پاشی با غلظت ۵ و ۱۰ در هزار مشاهده نشد (جدول ۴). سولفات روی با افزایش هورمون اکسین (بیرانوند و همکاران، ۱۳۸۹) باعث افزایش رشد سلولی و افزایش سطح برگ و در نهایت باعث افزایش رشد رویشی می‌گردد که این خود باعث افزایش عملکرد زیستی در آفتابگردان می‌گردد.

شاخص برداشت

نتایج تجزیه واریانس نشان داد غلظت محلول‌پاشی سولفات روی اثر معنی‌داری بر شاخص برداشت داشت ولی اثر تنش خشکی و اثر متقابل تنش خشکی و غلظت محلول‌پاشی سولفات روی معنی‌دار نبود (جدول ۲).

بیشترین شاخص برداشت در محلول‌پاشی با غلظت ۵ در هزار سولفات روی و کمترین آن در محلول‌پاشی ۱۵ در هزار سولفات روی مشاهده گردید. افزایش شاخص برداشت در محلول‌پاشی با غلظت ۵ در هزار روی را می‌توان به تعادل مواد غذایی نسبت داد. تجمع این عنصر در اندام‌های فعال گیاه و مساعد بودن شرایط رشد گیاه باعث انتقال بهتر مواد غذایی از اندام‌های هوایی به بخش زایشی و افزایش عملکرد دانه، منجر به افزاش شاخص برداشت شده به عبارت دیگر گیاه ماده خشک اضافی تولید نکرده بلکه بخش اعظم مواد فتوسنتزی را با توجه به حفظ بیشتر دانه در طبق به دانه منتقل کرده است. ولی محلول‌پاشی با غلظت ۱۵ در هزار به خاطر افزایش اکسین سبب رشد رویشی بیشتر شده، که این امر افزایش قسمت‌های هوایی را در پی داشته است و در نتیجه شاخص برداشت کاهش پیدا کرده است. بنی عباس شهری و همکاران (۱۳۹۰) گزارش کردند که بیشترین شاخص برداشت در قطع آبیاری در دوره رویشی گلدهی و غلظت ۵ در هزار سولفات روی بدست آمد.

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع نتایج آزمایش نشان داد که افزایش شدت تنش خشکی سبب کاهش عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان شد. تنش خشکی بیشترین اثر را بر تعداد دانه در طبق داشت، و افزایش شدت تنش سبب کاهش بسیار شدید این جزء عملکرد شد. کاهش این جزء از عملکرد به همراه افزایش درصد دانه‌های پوک سبب کاهش عملکرد دانه شد. محلول‌پاشی با غلظت ۱۵ در هزار نسبت به سایر غلظت‌های مورد استفاده در این بررسی تاثیر بیشتری بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان داشت. با افزایش تنش واکنش عملکرد دانه به مصرف سولفات روی نیز کاهش پیدا کرد؛ اگرچه در شرایط تنش ایجاد شده در اثر افزایش دور آبیاری مصرف غلظت ۱۵ در هزار سولفات روی سبب بهبود عملکرد دانه گردید ولی در شرایط بدون تنش عملکرد دانه واکنش مناسب‌تری به مصرف کود روی نشان داد. بر این اساس می‌توان گفت در شرایط آب و هوایی مشابه سبزوار، شرایط بدون تنش با محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت ۱۵ در هزار مناسب‌ترین تیمار می‌باشد.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-08]

جدول ۳- مقایسه میانگین دور آبیاری بر ارتفاع بوته، وزن هزار دانه و عملکرد زیستی آفتابگردان

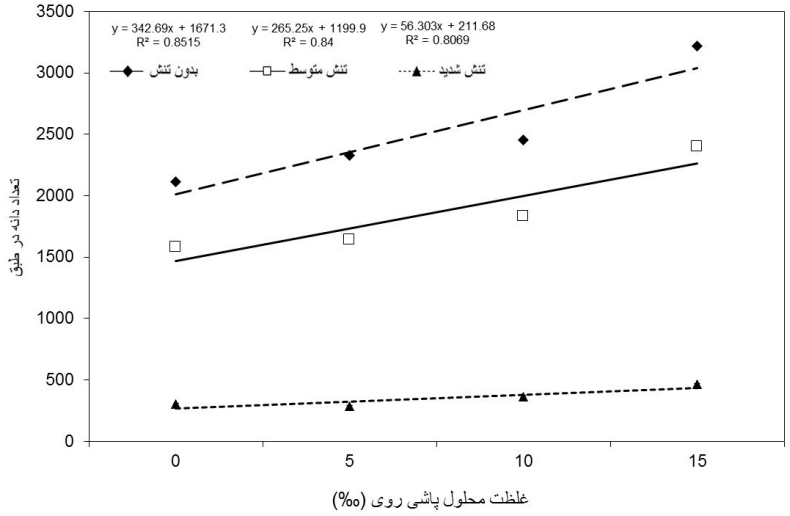
سطح تنش	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار)
بدون تنش	۱۰۲/۶۶ a	۴۰/۵۲ a	۲۶۵۲/۳ a
تنش متوسط	۹۴/۰۹ b	۳۴/ ۶۰b	۲۳۵۷/۲ a
تنش شدید	۷۸/۲۷ c	۲۷/ ۴۲c	۱۷۷۳/۷ b

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه در مورد هر صفت اختلاف آماری معنی‌داری با هم ندارند (آزمون محافظت شده LSD % ۰/۰۵=α)

جدول ۴- مقایسه میانگین مقادیر مصرف روی بر ارتفاع بوته، وزن هزار دانه، عملکرد زیستی و شاخص برداشت آفتابگردان

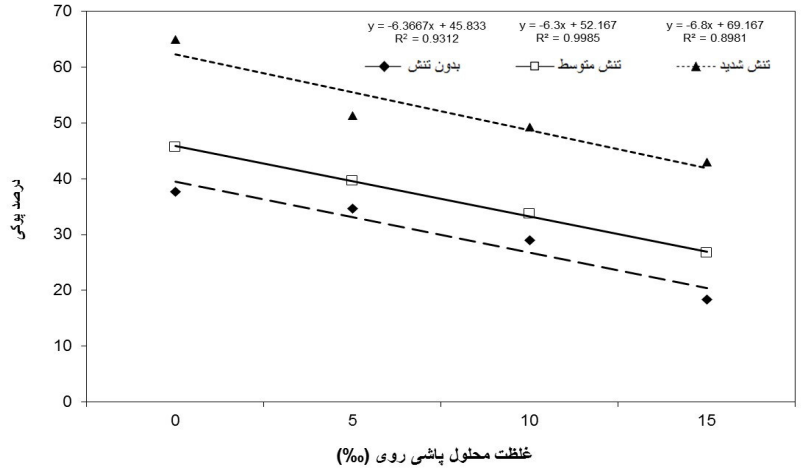
غلظت سولفات روی (٪)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد زیستی (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (٪)
صفر	۸۰/۸۲ d	۲۹/۲۲ b	۲۰۳۲/۰۲ b	۶۰/۲۲ b
۵	۸۸/۱۳ c	۳۰/۳۳ b	۲۱۹۸/۴ b	۶۶/۲ a
۱۰	۹۳/۶۳ b	۳۳/۳۴ a	۲۲۰۵/ ۱۰b	۶۰/۰۶ b
۱۵	۱۰۴/۳۴ a	۳۵/۹۴ a	۲۶۰۸/۲ a	۵۹/۵۹ b

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشابه در مورد هر صفت اختلاف آماری معنی‌داری با هم ندارند (آزمون محافظت شده LSD ۰/۰۵=α)

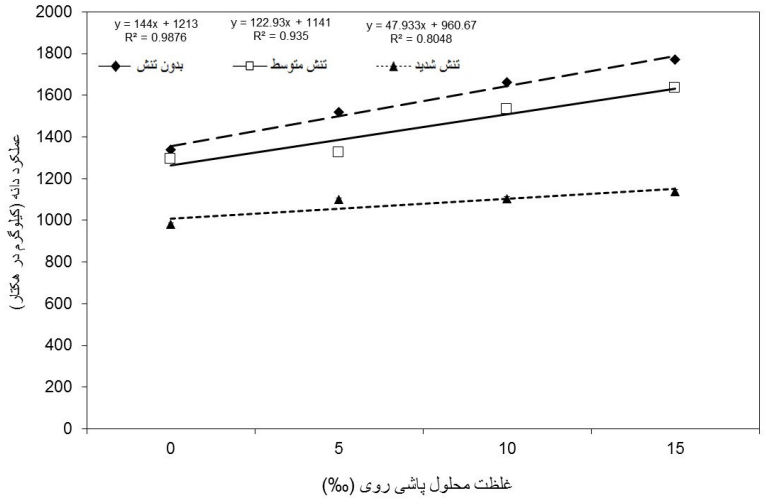


شکل ۱- برهم‌کنش تنش خشکی و غلظت محلول‌پاشی روی بر تعداد دانه در طبق

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-08]



شکل ۲- برهم‌کنش تنش خشکی و غلظت محلول‌پاشی روی بر درصد دانه‌های پوک



شکل ۳- برهمکنش تنش خشکی و غلظت محلول‌پاشی روی بر عملکرد دانه

منابع

ابوالحسنی، خ. و سعیدی، ق. ۱۳۸۵. ارزیابی تحمل به خشکی لاین‌های گلرنگ بر اساس شاخص‌های تحمل و حساسیت به تنش رطوبتی. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، ۱۰(۳): ۴۱۸-۴۰۷.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-08]

بنی‌عباس شهری، ز.، زمانی، غ.ر. و سیاری زهان، م.ح. ۱۳۹۰. اثر تنش خشکی و محلول‌پاشی سولفات روی بر عملکرد و برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی آفتابگردان. تنش‌های محیطی در علوم زراعی، ۴(۲): ۱۷۲-۱۶۵.

بیرانوند، ف.، رفیعی، م.، خورگامی، ع.، دارائی مفرد، ع.ر. و زیدی طولابی، ن. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر تراکم و کاربرد مقادیر مختلف کود سولفات روی بر عملکرد کمی تریتیکاله در شرایط دیم. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، ۲(۸): ۹۵-۸۳

رحیم‌زاده، ر. و نجفی میرک، ت. ۱۳۸۸. اثر روش کاشت و تراکم بوته بر عملکرد و صفات زراعی آفتابگردان در شرایط دیم. مجله علوم زراعی ایران، ۱۱(۲): ۱۳۵-۱۲۳.

رحیمی زاده، م.، کاشانی، ع.، زارع فیض‌آبادی، ا.، مدنی، ح. و سلطانی، ا. ۱۳۸۹. تأثیر کودهای ریزمغذی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان تحت شرایط تنش خشکی. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۳(۱): ۷۲-۵۷.

عباسی سیه جانی، ا.، فرح وش، ف.، خورشیدی بنام، م.ب. و صادقی، آ. ۱۳۸۹. بررسی اثر تنش خشکی بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد سه رقم آفتابگردان. تنش‌های محیطی در علوم زراعی، ۳(۱): ۱ ۶۸-۵۹.

عبدیلی، ج.، رشدی، م.، مجیدی، ع.، حسن‌زاده قورت تپه، ع. و هناره، م. ۱۳۸۸. تأثیر نحوه مصرف سولفات روی بر سویا رقم ویلیامز. مجله پژوهش در علوم زراعی، ۱(۴): ۵۰-۳۹.

کلهری، ج.، مظاهری، د. و حسین زاده، ع. ۱۳۸۱. بررسی قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام آفتابگردان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه تهران. ۱۱۸ ص.

کریم زاده اصل، خ.، مظاهری، د. و پیغمبری، س.ع. ۱۳۸۲. اثر چهار دور آبیاری بر عملکرد و صفات کمی سه رقم آفتابگردان. علوم کشاورزی ایران، ۳۴ (۲): ۳۰۱-۲۹۳.

مظاهری لقب، ح.، نوری، ف.، زارع ابیانه، ح. و وفایی، م.ح. ۱۳۸۰. اثر آبیاری تکمیلی بر صفات مهم زراعی سه رقم آفتابگردان در زراعت دیم. پژوهش کشاورزی، ۳(۱): ۴۳-۳۳.

ملکوتی، م.ج. و داوودی، م. ح. ۱۳۸۱. روی در کشاورزی «عنصری فراموش شده در چرخه حیات گیاه، دام و انسان». وزارت جهاد کشاورزی، معاونت باغبانی، تهران، ایران. ۲۲۰ ص.

میرزاپور، م.ه. و خوش‌گفتار منش ا.ح. ۱۳۸۷. تأثیر کوددهی آهن بر رشد، عملکرد و مقدار روغن دانه آفتابگردان در یک خاک آهکی شور-سدیمی. پژوهش کشاورزی: آب، خاک و گیاه در کشاورزی. ۸(۴): ۷۴-۶۱.

Cakmak, I. 2008. Enrichment of cereal grains with zinc: agronomic or genetic biofortification? Plant and Soil, 302(1-2): 1-17.

Damdar, N.N., Abdul, H., Karunakar, A.P., Mohammed, S., and Jiotode, D. J. 2003. Effect of land configurations and irrigation levels on growth, yield and irrigation water economy in hybrid sunflower. Industrial Crops and Products, 4 (2): 182-185.

Ebrahimian, E., Bybordi, A., and Eslam, B.P. 2010. Efficiency of zinc and iron application methods on sunflower. Journal of Food, Agriculture & Environment, 8 (3): 783-789.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2014. Available in: http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E. (accessed august 2014).

Gholinezhad, E., Aynaband, A., Ghorthapeh, A.H., Noormohamadi, G., and Bernousi, I. 2009. Study of the effect of drought stress on yield, yield components and harvest index of sunflower hybrid Iroflor at different levels of nitrogen and plant population. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 37(2): 85-94.

Göksoy, A.T., Demir, A.O., Turan, Z.M., and Dağüstü, N. 2004. Responses of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to full and limited irrigation at different growth stages. Field Crops Research, 87(2): 167-178.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-08]

Shafi, M., Bakht, J., Yousaf, M. and Khan, M.A. 2013. Effects of irrigation regime on growth and seed yield of sunflower (*Helianthus annuus* L.). Pakistan Journal of Botany, 45: 1995-2000.

Thakuria, R.K., Harbir, S., and Tej, S. 2004. Effect of irrigation and anti-transpirants on growth and yield of spring sunflower (*Helianthus annuus* L.). Annals of Agricultural Research, 25: 433-438.

Torun, A., Gültekin, I., Kalayci, M., Yilmaz, A., Eker, S., and Cakmak, I. 2001. Effects of zinc fertilization on grain yield and shoot concentrations of zinc, boron, and phosphorus of 25 wheat cultivars grown on a zinc-deficient and boron-toxic soil. Journal of Plant Nutrition, 24(11): 1817-1829.

Vega, C.R., Andrade, F.H., Sadras, V.O., Uhart, S.A., and Valentinuz, O.R. 2001. Seed number as a function of growth. A comparative study in soybean, sunflower, and maize. Crop Science, 41(3): 748-754.

Wang, H. and Jin, J. Y. 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.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-08]

The effect of zinc sulfate foliar application on yield and yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under drought stress

Hadi istiri[1], Mohammad Armin[2*], Esmaeil Filekesh[3]
[1]Former M. Sc. student of Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran
[2*]Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Sabzevar Branch, Islamic Azad University, Sabzevar, Iran
[3]Senior Research Expert, Research Center for Agriculture & Natural Resources, Sabzevar, Iran
Corresponding author: E-mail: Armin@iaus.ac.ir
(Received: 2014/08/04 - Accepted: 2014/09/22)

Abstract

A field experiments was conducted at Sabzevar Agriculture & Natural Resources A field experiments was conducted to study the effect of zinc sulfate foliar application on yield and yield components of sunflower, Haysun-25 cultivar (*Helianthus annuus* L.) under drought stress at Sabzevar Agriculture & Natural Resources research center. This experiment was carried out (conducted, deleted) as split plot based on randomized complete block (RCB) design that main and subplot factors were drought stress levels [Non-stress, Moderate and High drought stress (6, 12 and 18 day's irrigation interval, respectively] and foliar zinc applications (0, 5, 10 and 15‰), respectively. Foliar application of zinc was performed in 6 to 8 leaf stage of sunflower. Plant height, seeds per head, hollowness percentage seeds, 1000 seed weight, grain yield and biological yield were significantly affected by drought stress. Severe drought stress decreased plant height, seeds per head, 1000 seed weight and economic yield and increased percentage of empty seeds. The highest yield and yield components were related to foliar application with 15‰ concentration of zinc sulfate and the lowest one was related to the control. However, yield response to zinc sulfate foliar application was more in non-stress condition, but zinc sulfate with 15‰ led to decrease of negative effects of drought stress. Overall, the highest yield was obtained by spraying with concentration of 15‰ zinc sulfate and non-stress condition.

Key words: Drought stress, Folia application, Irrigation interval, Micronutrient,

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-10-08]