مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی
جلد چهارم، شماره دوم، نیمه دوم ۹۰
۱۶۵-۱۷۲

تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences

اثر تنش خشکی و محلول پاشی سولفات روی بر عملکرد و اجزای عملکرد آفتابگردان (*Helianthus.annuus L.*)

زهره بنی عباس شهری[1*]، غلامرضا زمانی [2]، محمد حسن سیاری زهان[2]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند؛
۲. اعضاء هیات علمی گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه بیرجند.

تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۲۷؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۳/۲۴

چکیده

ایران جزء مناطق خشک و نیمه خشک به شمار می‌رود و از نظر آب و هوایی تنوع زیادی دارد، شناخت ویژگی‌های مربوط به رشد و عملکرد و نیز سازگاری آفتابگردان، به خصوص در رابطه با تنش خشکی می‌تواند در گسترش سطح زیر کشت و نیز افزایش عملکرد آن تأثیر مهمی داشته باشد. به منظور بررسی اثرات تنش خشکی و محلول پاشی سولفات روی بر عملکرد و برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی آفتابگردان، آزمایشی در سال ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد بیرجند به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. فاکتور اصلی شامل تیمار آبیاری (انجام آبیاری کامل، مطابق نیاز آبی گیاه)، یک نوبت قطع آبیاری در دوره رویشی، یک نوبت قطع آبیاری در دوره زایشی، یک نوبت قطع آبیاری در دوره رویشی و زایشی) و فاکتور فرعی دارای سه سطح محلول پاشی روی (بدون محلول پاشی، محلول پاشی سولفات روی با غلظت ۰/۵ درصد (۲ کیلوگرم سولفات روی در هکتار و یا معادل ۶۵۹ گرم عنصر روی در هکتار)، و محلول پاشی سولفات روی با غلظت ۱ درصد (۴ کیلوگرم سولفات روی در هکتار و یا معادل ۱۳۱۹ گرم عنصر روی در هکتار) بودند. نتایج نشان داد که بر اثر قطع آبیاری صفات تعداد دانه در طبق، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد روغن کاهش معنی‌داری یافت، در حالی که درصد روغن تحت تأثیر قرار نگرفت. طبق نتایج، تنش خشکی در مرحله رویشی و زایشی باعث کاهش ۲۰ درصدی در عملکرد دانه و کاهش ۳۱ درصدی عملکرد روغن نسبت به شاهد شد. همچنین محلول‌پاشی سولفات روی با غلظت ۱ درصد باعث افزایش وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق، عملکرد دانه و درصد روغن نسبت به سایر تیمارها شد. در این مطالعه عملکرد دانه تحت تأثیر تنش خشکی کاهش معنی‌داری یافت. تیمار آبیاری کامل (مطابق نیاز آبی گیاه) بیشترین عملکرد را نسبت به سایر تیمارها از خود نشان داد. بالاترین عملکرد دانه نیز از محلول پاشی با غلظت ۱ درصد بدست آمد. همچنین کمترین عملکرد روغن از تیمار یک نوبت قطع آبیاری در دوره رویشی و زایشی حاصل شد. به طور کلی بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش می‌توان گفت در شرایط کمبود آب، استفاده از سولفات روی یک راهکار مناسب برای کاهش اثرات نامطلوب تنش خشکی بر خصوصیات رشد و عملکرد آفتابگردان است.

***واژه‌های کلیدی*: تعداد دانه در طبق، درصد روغن، عملکرد دانه، وزن هزار دانه**

مقدمه

آفتابگردان به عنوان یک گیاه زراعی مطمئن در دامنه وسیعی از شرایط محیطی عملکرد قابل توجهی دارد و همچنین نیاز کشور به روغن‌های گیاهی خوراکی یک نیاز اساسی است. ایران با قرار گرفتن در عرض جغرافیایی ۲۵ تا ۳۸ درجه جزو مناطق خشک و نیمه خشک به حساب می‌آید. عملکرد گیاهان زراعی در نتیجه کمبود نزولات جوی و عدم تأمین نیاز آبی آن‌ها در طول فصل رشد به شدت کاهش یافته و از این رو نیاز به آبیاری افزایش می‌یابد. این در حالی است که آب آبیاری هم که بیشتر از منابع زیرزمینی تأمین می‌شود، در اکثر نقاط کشور محدود است و از منابع آبی قابل دسترس در سفره های آب زیرزمینی نیز بیش از حد ظرفیت جایگزینی، برداشت می-گردد، که خود باعث می‌شود سطح آب این سفره‌ها در اغلب دشت‌ها پایین‌تر برود و ضمن این که کیفیت آب کاهش می‌یابد، استحصال آن مستلزم صرف هزینه و انرژی بیشتر از اعماق پایین‌تر بوده و محصول با قیمت گران‌تری تولید خواهد شد. البته در صورت بقای منابع آب این شیوه

نگارنده پاسخگو: زهره بنی عباس شهری. آدرس: بیرجند- دانشگاه آزاد اسلامی- دانشکده کشاورزی.
پست الکترونیک: zohreh_baniabbass@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

تولید گران محصولات کشاورزی را همواره باید با آب و خاک با کیفیت پایین‌تر ادامه داد.

با توجه به نیاز کشور به روغن و نیز کمبود آب برای آبیاری، شناخت و بررسی ویژگی‌های مربوط به رشد و عملکرد و نیز سازگاری آفتابگردان به خصوص در رابطه با شرایط کم آبی می‌تواند در گسترش سطح زیر کشت و افزایش عملکرد آن تأثیر مهمی داشته باشد.(Jafarzade Kenarsari et al., 1997). کل آب مصرفی آفتابگردان در طول رویش ۴۵۰ میلی‌متر است، البته این مقدار با شرایط آب و هوایی منطقه فرق می‌کند. میزان آب مصرفی آفتابگردان در ماه های اول رویشی کمتر از زمانی است که گیاه رشد کامل کرده باشد و از مرحله تشکیل گل به بعد به علت بالا بودن دمای محیط، ارتفاع گیاه و پوشش گیاهی کامل، مقدار آب مصرفی بالا می‌رود (Ariyd, 1987). مراحل گل‌دهی و پر شدن دانه در آفتابگردان بیشترین حساسیت به تنش خشکی را نشان می‌دهند. در این مراحل تعداد دانه، وزن هزار دانه و کیفیت روغن تا حد زیادی تحت تأثیر خشکی قرار می‌گیرند (Felagella, 2002). در آزمایشی به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی بر عملکرد آفتابگردان، مشخص شد اثر دور آبیاری بر عملکرد دانه آفتابگردان معنی‌دار بود و تنش خشکی موجب کاهش عملکرد دانه و تعداد دانه در طبق آفتابگردان گردید (Rahimizade et al., 2010). در آزمایش دیگری بر اثر تنش خشکی، عملکرد و اجزای آن در گیاه آفتابگردان به طور معنی‌دار کاهش یافت، اما میزان روغن دانه تحت تأثیر تنش قرار نگرفت (Felagella, 2002). اعمال تنش خشکی در سه مرحله رشدی گیاه (ظهور طبق، گل‌دهی و پر شدن دانه‌ها) تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه آفتابگردان داشته است (Babaeian et al., 2010). از دلایل کاهش بیشتر عملکرد در مرحله پر شدن دانه نسبت به ظهور طبق می‌توان به کاهش طول دوره پر شدن دانه‌ها و پیری زودرس برگ‌ها در این دوره اشاره کرد (Felent at al., 1996). همچنین در تحقیق دیگری با افزایش فواصل بین آبیاری وزن هزار دانه کاهش یافت که علت این کاهش تولید کمتر مواد فتوسنتزی تحت تأثیر تنش رطوبتی و نیمه پر ماندن دانه‌ها به علت کامل نشدن فرایند باروری گزارش شده است (Karam et al., 2007).

مصرف بهینه کود در گیاهان روغنی ضمن افزایش عملکرد دانه موجب افزایش مقاومت گیاه در مقابل تنش‌های محیطی از قبیل خشکی، شوری و سرمازدگی، بهبود فعالیت‌های زیستی در خاک، زودرسی محصول و افزایش راندمان مصرف آب می‌گردد. با کاهش میزان رطوبت خاک تحرک عنصر روی در محلول خاک کاهش یافته و با توجه محدودیت رشد ریشه، گیاه به طور مضاعفی با کمبود این عنصر مواجه خواهد شد. با انجام محلول پاشی کمبود این عنصر در گیاه جبران خواهد شد (Banks, 2004). نتایج آزمایش‌های مختلف نشان داده محلول پاشی عناصر ریزمغذی در زراعت آفتابگردان تأثیر قابل توجهی بر بهبود خصوصیات رویشی و همچنین عملکرد آفتابگردان دارد. بر اساس نتایج آزمایشی که روی گیاه آفتابگردان انجام شد، اثر دور آبیاری، کودهای ریز مغذی و اثر متقابل بین دور آبیاری و کودهای ریزمغذی بر عملکرد دانه معنی دار بود. طبق نتایج مصرف ریزمغذی‌ها در شرایط بدون تنش تأثیر بیشتری بر عملکرد دانه داشته است. در عین حال تأثیر مثبت مصرف ریزمغذی‌ها بر عملکرد محصول در شرایط تنش خشکی بسیار امید بخش است (Rahimizadeh et al., 2010).

با توجه به این که ایران جزو مناطق خشک جهان محسوب شده و بررسی اثرات تنش خشکی بر گیاهان مختلف بسیار ضروری می‌باشد، همچنین با توجه به تأثیر مثبت روی بر مواردی مثل عملکرد، درصد روغن و غیره، شناخت اثرات میزان موثر استفاده از این عنصر در کنار اثرات منفی تنش خشکی کشاورزان را به استفاده از روی در جهت کاهش اثرات تنش خشکی رهنمون می‌سازد. انجام این پژوهش به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد دانه در مراحل مختلف رشد در حضور مقادیر مختلف روی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال ۱۳۸۹ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد بیرجند، با طول جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۳ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۵۲ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۴۹۱ متر از سطح دریا، به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. در این آزمایش سطوح چهارگانه تنش خشکی شامل انجام آبیاری کامل (مطابق نیاز آبی گیاه)، یک نوبت قطع آبیاری در دوره رویشی، یک نوبت قطع آبیاری در دوره زایشی، و یک نوبت قطع آبیاری

Archive of SID

www.SID.ir

در دوره رویشی و زایشی) به عنوان کرت‌های اصلی و سطوح سه‌گانه سولفات روی شامل بدون محلول پاشی، محلول پاشی با غلظت ۰/۵ درصد (۲ کیلوگرم سولفات روی در هکتار و یا معادل ۶۵۹ گرم عنصر روی در هکتار)، و محلول پاشی با غلظت ۱ درصد (۴ کیلوگرم سولفات روی در هکتار و یا معادل ۱۳۱۹ گرم عنصر روی در هکتار) به عنوان کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. محلول پاشی در دو مرحله (دو هفته قبل از گل‌دهی و دو هفته بعد از گل‌دهی) صورت گرفت. هر کرت فرعی شامل ۴ خط کاشت هر کدام به طول ۷ متر با تراکم ۸۳۰۰۰ بوته در هکتار بود. عملیات خاک‌ورزی و آماده‌سازی زمین شامل یک شخم عمیق و دو دیسک عمود بر هم، تسطیح، ایجاد جوی و پشته و کرت بندی بود. بافت خاک لومی رسی شنی بود.

بر اساس آزمون تجزیه خاک، مقدار ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره (معادل ۱۱۵ کیلوگرم در هکتار N)، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپر فسفات تریپل (معادل ۶۷/۵ کیلوگرم در هکتار P_2O_5) و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم (معادل ۴۸ کیلوگرم در هکتار K_2O) به طور یکنواخت در سطح مزرعه پخش و با شیار ساز جوی و پشته ایجاد گردید. کاشت در ۱۰ اردیبهشت با دست و به طریقه خشکه کاری انجام شد. بذر مورد استفاده رقم ایروفلور (*EUROFLOR*) بود. عمل تنک در مرحله چهار برگی انجام گرفت. وجین علف‌های هرز به صورت دستی در یک مرحله ۵۰ روز بعد از کاشت صورت پذیرفت. بیماری و آفت خاصی در مزرعه مشاهده نشد. هنگامی که پشت طبق در ۹۰ درصد بوته‌ها به رنگ زرد مایل به قهوه ای در آمد برداشت نهایی انجام شد؛ در این زمان بذور ۲۰ درصد رطوبت داشتند. برای حذف اثر حاشیه از ردیف‌های کناری و ۰/۵ متر از ابتدا و انتهای هر ردیف یادداشت برداری انجام نشد. سطح نهایی برداشت معادل ۴/۵ متر مربع بود که از دو خط میانی کاشت انجام گرفت و سپس خرمن‌کوبی و بوجاری شد. برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، طبق‌های مربوط به کرت‌ها جداگانه برداشت و در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند و با توجه به وزن اولیه اندام‌ها و دانه، عملکرد دانه بر اساس وزن خشک آن‌ها تصحیح شد.

برای اندازه‌گیری وزن هزار دانه، تعداد ۵ نمونه ۱۰۰۰ تایی از هر تیمار انتخاب و میانگین وزن آن‌ها به عنوان وزن هزار دانه ثبت گردید. برای اندازه گیری تعداد دانه در طبق نیز ۵ طبق از هر کرت به صورت تصادفی انتخاب و دانه‌های آن شمارش و سپس میانگین‌گیری انجام شد. به منظور اندازه‌گیری درصد روغن دانه، نمونه‌ای تصادفی از بذرهای حاصل از عملکرد دانه هر تیمار آزمایشی جدا کرده و درصد روغن دانه در آزمایشگاه با روش سوکسله (Karam et al., 2007) اندازه‌گیری شد. عملکرد روغن نیز از حاصل ضرب عملکرد دانه در درصد روغن دانه به دست آمد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن (سطح احتمال ۵ درصد) صورت گرفت.

نتایج و بحث

تعداد دانه در طبق

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تنش خشکی بر تعداد دانه در طبق معنی‌دار بود، در حالی که محلول پاشی سولفات روی و اثر متقابل تیمارها بر تعداد دانه در طبق معنی‌دار نشد (جدول ۱). مقایسات میانگین نشان داد که تیمار آبیاری کامل و تیمار قطع آبیاری در مرحله رویشی و زایشی به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تعداد دانه در طبق بودند (جدول ۲). در این رابطه می‌توان گفت که بروز تنش خشکی از طریق کاهش سطح برگ‌ها و ریزش آن‌ها منجر به کاهش منبع فتوسنتزی و فعالیت آنزیم‌های مؤثر بر این فرایند 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 در نتیجه تعداد دانه در طبق موثر می‌باشد (Baydar et al., 2010). در آزمایشی بر گیاه آفتابگردان افزایش شدت تنش خشکی به طور معنی‌داری موجب کاهش تعداد دانه در هر طبق گردید که علت اصلی کاهش تعداد دانه در هر طبق، تأثیر منفی تنش خشکی بر قطر طبق بود (Gholinejad et al., 2009). همچنین در آزمایش دیگری نیز اثر دور آبیاری (تنش خشکی) بر تعداد دانه در طبق معنی‌دار بود (Ghafari et al., 2006). این نتیجه با نتایج بدست آمده توسط گوکسوی و همکاران (Goksoy et al., 2004) و چیمنتی و همکاران (Chimenti et al., 2002) در مورد اثر تنش خشکی بر تعداد دانه در طبق آفتابگردان مطابقت دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثرات تنش خشکی و محلول پاشی سولفات روی بر خصوصیات مورد بررسی در آفتابگردان

Table 1. Results of analysis of variance (Mean squares) for the effect of drought stress and zinc sulfate on the traits of sunflower (*Helianthus.annuus L.*)

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	تعداد دانه در طبق Seeds per head	وزن هزار دانه 1000-seed weight	عملکرد دانه Seed yield	درصد روغن Oil percentage	عملکرد روغن Oil yield
Replication	تکرار	2	$80445.36^{n.s}$	$10.49^{n.s}$	$152624.27^{n.s}$	$23.89^{n.s}$	$37.64^{n.s}$
Drought stress	خشکی	3	198765.8^{*}	69.63^{**}	868703.46^{*}	$32.09^{n.s}$	1713750807^{**}
Error a	خطای a	6	75442.69	33.64	192515.88	17.30	611950453
Zinc sulfate	سولفات روی	2	215765.86^{**}	61.65^{**}	1391114.89^{**}	87.66^{**}	$1079560956^{n.s}$
Drought × zinc	خشکی× روی	6	$15056.86^{n.s}$	$10.66^{n.s}$	184482.6^{*}	$19.01^{n.s}$	$246881699^{n.s}$
Error b	خطای b	16	36566.15	15.27	58832.04	17.01	433767086

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

* and ** means significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۲. مقایسه میانگین اثرات اصلی سطوح مختلف خشکی و محلول پاشی سولفات روی بر صفات فیزیولوژیکی آفتابگردان

Table 2: Main effect of drought stress and zinc sulfate on the physiological traits in sunflower (*Helianthus.annuus L.*)

تیمارهای آزمایش‡ Treatments‡	وزن هزار دانه 1000-seed weight (gr)	تعداد دانه در طبق Seeds no. per head	درصد روغن Oil percentage	عملکرد روغن (کیلوگرم در هکتار) Oil yield ($kg.ha^{-1}$)
سطوح آبیاری (Irrigation)				
I_1	$52.81^{a\dagger}$	1377.44^{a}	28.96^{a}	82763^{a}
I_2	51.18^{a}	1294.33^{ab}	25.22^{a}	65948^{ab}
I_3	48.89^{ab}	1111.00^{bc}	25.19^{a}	61091^{ab}
I_4	46.71^{b}	1064.00^{c}	25.13^{a}	49519^{b}
سولفات روی (Zinc sulfate)				
ZN_1	51.23^{a}	1083.83^{b}	24.05^{b}	57186^{a}
ZN_2	47.28^{b}	1200.00^{ab}	24.14^{b}	61859^{a}
ZN_3	51.29^{a}	1351.25^{a}	29.18^{a}	75445^{a}

† حروف آماری مربوط به سطوح مختلف قطع آبیاری و سطوح سولفات روی به صورت جداگانه قابل مقایسه هستند.

‡ I_1: آبیاری در تمام مراحل رشد؛ I_2 و I_3: یک نوبت قطع آبیاری به ترتیب در دوره رویشی و زایشی؛ I_4: یک نوبت قطع آبیاری در هر دو مرحله رویشی و زایشی؛ Zn_1: بدون محلول پاشی؛ و Zn_2 و Zn_3: به ترتیب محلول پاشی با غلظت ۰/۵ و یک درصد.

† Letters of the comparison of averages are only comparable inside their treatment, i.e. comparisons of average drought-stress and zinc sulphate solution spray must be considered separately

‡ I_1: full irrigation; I_2 and I_3: once no-irrigation, at vegetative and reproductive stages, respectively; I_4: once no-irrigation, at both vegetative and reproductive stages; Zn_1: no foliar application with zinc; Zn_2 and Zn_3: zinc foliar application at 5% and 1%, respectively.

Archive of SID

www.SID.ir

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تنش خشکی و محلول پاشی سولفات روی اثر معنی‌داری بر وزن هزار دانه داشتند، ولی اثر متقابل تنش خشکی و محلول پاشی سولفات روی معنی‌دار نبود (جدول ۱). با کاهش دور آبیاری میزان وزن هزار دانه نیز کاهش یافت (جدول ۲). کاهش وزن هزار دانه در تنش شدید خشکی را می‌توان به کمتر بودن کربوهیدرات‌های ذخیره‌ای قبل از مرحله گرده افشانی در اندام‌های رویشی و کاهش دوام سطح برگ در گیاهان تحت تیمار که در نتیجه دوره پر شدن را کوتاه نموده، نسبت داد (Gholinejad et al., 2009). در آزمایشی دیگر صفت وزن هزار دانه با افزایش فواصل بین آبیاری‌ها کاهش یافت (Razi et al., 1998). نتیجه حاصل با نتایج دِآندریا و همکاران (D'Andria et al., 1995)، رشدی و همکاران (Roshdi et al., 2005) و ولی‌نژاد و همکاران (Valinezhad et al., 2004) مطابقت دارد. همچنین مقایسات میانگین نشان داد که محلول پاشی با غلظت ۱ درصد (۴ کیلوگرم سولفات روی در هکتار یا معادل ۱۳۱۹ گرم عنصر روی در هکتار) باعث افزایش وزن هزار دانه نسبت به شاهد شد (جدول ۲).

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تنش خشکی، محلول‌پاشی سولفات روی و اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی سولفات روی بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۱).

بررسی جدول مقایسات میانگین نشان داد که تیمارهای تحت تأثیر تنش خشکی نسبت به شاهد مقادیر عددی کمتری داشتند. بالاترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری کامل بدست آمد و کمترین میزان آن در تیمار تنش خشکی در مرحله رویشی و زایشی بود (جدول ۲). اغلب نتایج تحقیقات دیگر نیز حاکی از تأثیر منفی و معنی‌دار تنش خشکی بر عملکرد و اجزای آفتابگردان به خصوص در دوره گل‌دهی گیاه می‌باشد (برای مثال، Haji Hasani-Asl et al., 2007; Felent et al., 1996). محققان به این نتیجه رسیدند که کمبود آب بعد از مرحله گل‌دهی به شدت رشد و نمو اندام‌های زایشی را تحت تأثیر قرار داده و باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود (Gholinejad et al., 2009).

نتایج تجزیه واریانس همچنین نشان داد که اثر محلول پاشی سولفات روی بر عملکرد معنی‌دار بود. مقایسات میانگین تیمارهای محلول پاشی سولفات روی نشان داد که اختلاف عملکرد دانه در تیمار محلول پاشی سولفات روی با غلظت یک درصد (چهار کیلوگرم سولفات روی در هکتار یا معادل ۱۳۱۹ گرم عنصر روی در هکتار) با تیمار شاهد معنی دار بود (جدول ۱). به نظر می‌رسد در شرایط بدون تنش، محلول پاشی سولفات روی تأثیر بیشتری بر عملکرد دانه داشت (شکل ۱). قاعدتاً در شرایط رطوبتی مناسب جذب و انتقال ریز مغذی‌هایی نظیر سولفات روی در گیاهان با سهولت بیشتری صورت گرفته و طبیعی است که در شرایط عدم تنش اثر محلول‌پاشی سولفات روی بر عملکرد بیشتر باشد. افزایش عملکرد با محلول پاشی کود روی علت‌های مختلفی می‌تواند داشته باشد که از آن جمله می‌توان به افزایش بیوسنتز اکسین در حضور عنصر روی، افزایش غلظت کلروفیل، افزایش فسفو اینول پیرووات کربوکسیلاز و ریبولوز بی فسفات کربوکسیلاز، کاهش تجمع سدیم در بافت‌های گیاهی و افزایش کارایی جذب نیتروژن و فسفر در حضور عنصر روی اشاره کرد (Krishma, 1995).

جدول تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی سولفات روی نیز بر عملکرد دانه معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج مقایسات میانگین تیمارهای تنش خشکی و محلول پاشی سولفات روی نشان داد که در تمام سطوح محلول پاشی سولفات روی، با افزایش تنش خشکی، عملکرد دانه نیز کاهش یافت که بیشترین و کمترین کاهش را در سطوح محلول‌پاشی با غلظت یک درصد (چهار کیلوگرم سولفات روی در هکتار یا معادل ۱۳۱۹ گرم عنصر روی در هکتار) و بدون محلول‌پاشی مشاهده شد. موضوع اخیر بیانگر تأثیر مثبت سطوح بالاتر محلول پاشی سولفات روی در کاهش خسارات ناشی از خشکی بر عملکرد دانه آفتابگردان می‌باشد (شکل ۱). اثر مثبت مصرف کودهای ریز مغذی بر عملکرد سایر گیاهان روغنی مثل کلزا، گلرنگ، کنجد و سویا همچنین توسط محققین دیگر گزارش شده است (Grant et al., 1990; Baybordi et al., 2001; Yari et al., 2005). در آزمایشی با استفاده از روش‌های مختلف مصرف سولفات روی در ارقام مختلف گندم مشاهده شد که مصرف سولفات روی نه تنها عملکرد را به طور قابل توجهی افزایش

Archive of SID

www.SID.ir

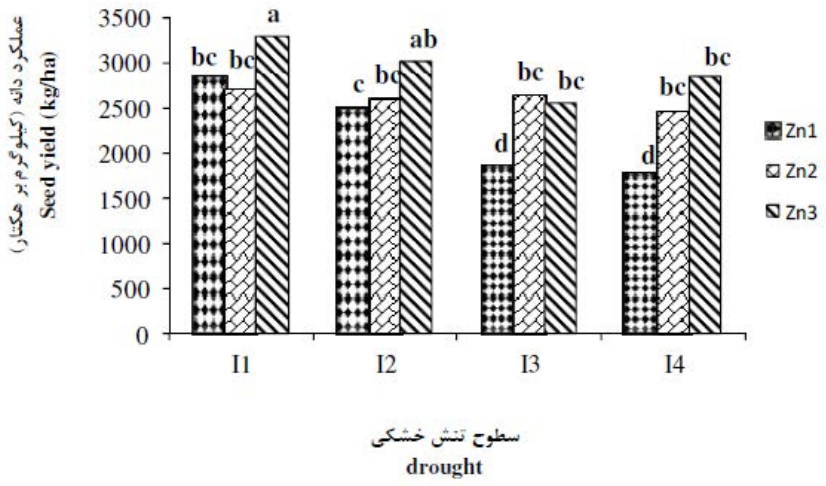
می‌دهد، بلکه غلظت این عنصر در دانه گندم نیز زیاد شد (Yilmaz et al., 1997).

درصد و عملکرد روغن

جدول تجزیه واریانس نشان داد درصد روغن تحت تأثیر تیمارهای مختلف آبیاری قرار نگرفت، در حالی که اثر تنش بر عملکرد روغن معنی دار بود (جدول ۱). از جمله دلایلی که برای تغییرات اندک درصد روغن در شرایط اعمال تیمارهای آبیاری آورده شده است، این است که مقدار روغن دانه یک صفت ژنتیکی است که توسط تعداد زیادی ژن کنترل می‌شود و بنابراین احتمال آسیب دیدن تمامی ژن‌های کنترل کننده این صفت بسیار کم است (Yahyavi Tabriz et al., 2004). نکته دیگر این که درصد روغن عبارت است از نسبت روغن موجود در دانه به کل وزن دانه، که شامل پوست و فیبر می‌شود. چون در شرایط اعمال تنش کل وزن دانه کاهش می‌یابد این نکته باعث می‌شود که با وجود کاهش میزان روغن دانه، درصد روغن تغییر چندانی نداشته باشد (Khurana et al., 2001). اگر چه تیمارها از لحاظ درصد روغن اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند ولی به دلیل این که اختلاف عملکرد دانه معنی‌دار است، نهایتاً حاصل‌ضرب این دو که عملکرد روغن را تشکیل می‌دهد تفاوت معنی‌داری را نشان داد.

مقایسات میانگین نشان داد که بیشترین میزان عملکرد روغن از تیمار آبیاری کامل (شاهد) و کمترین آن از تیمار عدم آبیاری در مرحله گل‌دهی به دست آمد (جدول ۲). طبق نتایج اثر محلول پاشی سولفات روی بر درصد روغن معنی دار شد در حالی که عملکرد روغن تحت تأثیر مقادیر مختلف محلول‌پاشی قرار نگرفت (جدول ۱). این نتیجه با نتایج رحیم‌زاده و همکاران (Rahimizadeh et al., 2010) در مورد تأثیر مثبت مصرف کودهای ریز مغذی در شرایط تنش بر درصد روغن مطابقت دارد.

در کل، نتایج این تحقیق حاکی از آن بود که تنش خشکی مخصوصاً بعد از گل‌دهی تأثیر منفی بر عملکرد و اجزای عملکرد داشت. ولی کاربرد عنصر روی به صورت محلول پاشی با غلظت یک درصد (چهار کیلوگرم سولفات روی در هکتار یا معادل ۱۳۱۹ گرم عنصر روی در هکتار) توانست اثرات سوء ناشی از کم آبی را تقلیل دهد. بر این اساس در مناطق گرم و خشک کاربرد کود روی به صورت محلول پاشی می‌تواند در کاهش اثرات سوء ناشی از کم آبی موثر باشد.



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر متقابل تنش خشکی و محلول پاشی سولفات روی بر عملکرد دانه آفتابگردان. تیمارها عبارتند از I_1: آبیاری در تمام مراحل رشد؛ I_2 و I_3: یک نوبت قطع آبیاری به ترتیب در دوره رویشی و زایشی؛ I_4: یک نوبت قطع آبیاری در هر دو مرحله رویشی و زایشی؛ Zn_1: بدون محلول پاشی؛ و Zn_2 و Zn_3: به ترتیب محلول پاشی با غلظت ۰/۵ و یک درصد.

Fig. 1. Effect of drought stress and zinc sulfate on seed yield in sunflower. Treatments were: I_1: full irrigation; I_2 and I_3: once no-irrigation, at vegetative and reproductive stages, respectively; I_4: once no-irrigation, at both vegetative and reproductive stages; Zn_1: no foliar application with zinc; Zn_2 and Zn_3: zinc foliar application at 5% and 1%, respectively.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

Ariyd, J. M., 1987. Corn and Corn Improvement. Academic press Ins., New York. 721p.

Babaeian, M., Heidari, M., Ghanbari, A., 2010. Effect of water stress and foliar micronutrient application on physiological characteristics and nutrient uptake in sunflower (*Helianthus.annuus L.*). Iranian J. crop Sci. 12(4), 311-391. [In Persian with English Summary].

Banks, L.W., 2004. Effect of liming of foliar zinc fertilizer on yield component of soybeans. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 22(17), 226-231.

Baybordi, A., Malakouti, M.J., Rezai, H., 2001. Effect of Zn, B and Mn with soil application and foliar application methods on seed yield of canola in Miane. J. Water Soil Sci. 12, 158-169. [In Persian with English Summary].

Chimenti, C.A., Pearson, J., Hall, A.J., 2002. Osmotic adjustment and yield maintenance under drought in sunflower. Field Crop. Res. 75, 235-246.

D'Andria, R., Chiaranda, F.Q., Magliulo, V., Mori., 1995. Yield and soil water uptake of sunflower sown in spring and summer. Agron. J. 87, 1122-1128.

Flagella, Z.T., Rotunno, E., Tarantina, R., Caterina, D., Decaro, A., 2002. Changes in seed yield and oil fatty asid composition of high oleic sunflower (*Helianthus annuus L.*) hybrids in relation to the sowing date and the water regimes. Europe. J. Agron. 17, 221-230.

Flenet, F., Bouniols, A., Saraiva, C., 1996. Sunflower response to a range of soil water contents. Europe. J. Agron. 5, 161-167.

Ghafari, M., Pashapour, H., 2006. Evaluation of variety and in breed lines of sunflower for drought tolerance. Scientific and application of oil plant industrial congress. Tehran, Iran. [In Persian].

Gholinejad, E., Aeeneh band, A., Hasanzade ghortappe, A., Barnoosi, I., Rezaei, H., 2009. Evalution of effective drought stress on yield, yield components and harvest index of sunflower hybrid Iroflor and different levels of nitrogen and plant population in Uromieh climate conditions. J. of plant production. 16 (3), 29-34. [In Persian with English summary].

Goksoy, A.T., Demir, A.O., Turan, Z.M., Dagustu, N., 2004. Responsees of sunflower to limited irrigation at different growth stages. Field crops Research, 87, 167-182.

Grant, C.A., Baily, L.D., 1990. Fertility management in Canola production. Can. J. Plant Sci. 73, 651-670.

Haji hasani-asl, N., Roshdi, M., Gafare, M., Alizade, A., Moradeaghdam, A., 2007. The effect of drought stress and deflation on Agronomic traits, yield And yield component on sunflower. The second congress of Agriculture. University of Khoy, 10p.

Jafarzadeh Kenarsari, M., Postini, K**.,** 1997. Investigating the effect of drought stress at different growth stages on some morphological characteristics and yield components of sunflower (cv. Record). Iranian Journal of Agricultural Science. 29 (2), 353-362.

Karam, F.R., Lahoud, R., Massaad, R., Kabalan, M., Breidi, J; Chalita, C; Raouphael, Y; 2007. Evaporation. Seed yield and water use efficiency of drip irrigated sunflower under full and deficit irrigation conditions. J. Agricultural water mangment. 34 (3), 213-223.

Archive of SID

www.SID.ir

Khurana, N., Chaterjee, C., 2001. Influence of variable zinc on yield, oil sience and plant analysis. 32 (9), 3023- 3030.

krishma, S., 1995. Effect of sulphur and zinc. Application on yield, s and ZN uptake and protein content of mung. Legom. Res. 18, 89-92.

Rahimizadeh, M., Kashani, A., Zarefizabady, A., Madani, H., soltani, E., 2010. Effect of micronutrient fertilizers on sunflower growth and yield in drought stress condition. 3 (1), 57-79. [In Persian with summary].

Razi, H., Assad, M.T. 1998. Comparison of selection criteria in normal and limited irrigation in sunflower. Euphtica. 105, 83-90.

Roshdi, M., Rezadost, S., Zainalzade, A., 2005. A survey on the effect of different levels of irrigation features on the qualitative and quantitative varieties of sunflower. J. Agricultural water mangment. 14 (3), 113-123.

Valinezhad, H., Khajehpoor, R., Gafari, M., 2004. Investigation the effect water Stress on Agronomy traits and growth Index in sunflower. Msc dissertation, faculty of Agriculture, the University of Takestan, Iran. [in Persian with English summary].

Yahyavi Tabriz, Sh., Sadrabadi Haghighi, R., 2004. Effect of irrigation on yield and yield component of three spring canola cultivars under environmental of Tabriz. Iran J. Field Cops Res. 1, 305-313. [in Persian].

Yilmaz, A., Ekis, H., Cakamk, I., 1997. Effect of different zinc application methods on grain yield and zinc concentration in wheat. J. Plant Nutr. 20, 461-471.

Yari, L., Modares, M.A., Sorushzade, A., 2005. The effect of foliar application of Mn and Zn on qualitative characters in five spring safflower cultivars. J. Water and Soil Sci. 18, 143-151. [In Persian].

Archive of SID

www.SID.ir