اثر کاربرد سولفات روی بر عملکرد کمی و کیفی گلرنگ تحت تنش کم‌آبی

فرشاد سرخی*

استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد میاندوآب، دانشگاه آزاد اسلامی، میاندوآب، ایران.

* نویسنده مسئول: **farsorkhy@yahoo.com**

تاریخ دریافت:.۹۶/۰۵/۲۴ **تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۸/۲۹**

چکیده

به‌منظور بررسی اثر کود سولفات روی در شرایط تنش کم‌آبی بر عملکرد کمی و کیفی گلرنگ تحقیقی به‌صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۳۹۵ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل تنش کم آبی در سه سطح، قطع آبیاری در مرحله رویشی (ساقه رفتن)، قطع آبیاری در مرحله زایشی (گل‌دهی) و آبیاری کامل (عدم تنش کم‌آبی)، و مقادیر کود سولفات روی در سه سطح شامل عدم کاربرد کود (صفر) ، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار بود. طول مدت اعمال تنش کم-آبی در هر یک از مراحل رویشی و زایشی براساس تبخیر ۱۴۰ میلی‌متری آب از تشتک تبخیر کلاس A بود. نتایج نشان داد که اثرات ساده کود و کم‌آبی بر تمام صفات معنی‌دار و اثر برهمکنش کم‌آبی و مقادیر کود بر عملکرد دانه، وزن هزار دانه، درصد روغن دانه و میزان کلروفیل برگ گلرنگ معنی‌دار بود. به‌طوری‌که بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه (۲۹۵۴/۴۱ و ۶۸۰/۷۵ کیلوگرم در هکتار)، وزن هزاردانه (۵۰/۵۲ و ۲۲/۴۱ گرم)، درصد روغن (۲۸/۹۶ و ۱۹/۸۵درصد) و میزان کلروفیل (۶۲/۸۹ و ۴۰/۱۵ spad) به-ترتیب، به ترکیب تیماری آبیاری کامل (عدم تنش کم آبی) و مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات روی و ترکیب تیماری قطع آبیاری در مرحله زایشی و عدم کاربرد کود تعلق داشت. تیمار کودی ۶۰ کیلوگرم در هکتار بالاترین تعداد طبق (۱۴/۰۸ عدد) و تعداد دانه در طبق (۳۴/۳۶ عدد) را به همراه داشت. از لحاظ تنش کم‌آبی، کم‌ترین تعداد طبق در بوته با ۹/۶۳ عدد به تیمار قطع آبیاری در مرحله رویشی و کم‌ترین تعداد دانه در طبق (۱۱/۷۹) عدد به تیمار قطع آبیاری در مرحله زایشی تعلق داشت. به‌طورکلی کاربرد روی به‌صورت کود سولفات روی، اثرات مضر ناشی از تنش کم‌آبی به‌ویژه در مرحله گل‌دهی را در صفات مورد بررسی تعدیل و شرایط رشد را برای گیاه بهبود بخشیده و افزایش عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ را فراهم سازد.

واژه‌های کلیدی: درصد روغن، روی و کلروفیل.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-29]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.37.2.2]

مقدمه

گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) گیاهی یکساله از تیره کاسنی است که از دیرباز در مناطق خشک و نیمه خشک دنیا از جمله هندوستان و ایران و دیگر نقاط خاورمیانه و شرق آفریقا کشت می‌شود (Orange and Ebadi, 2012). وجود انواع تیپ‌های وحشی که در سراسر ایران پراکنده‌اند، نشان از سازگاری بالای این دانه روغنی به آب و هوای کشور دارد (Tayebi *et al*., 2012). تنش کم‌آبی می‌تواند از طریق بسته شدن روزنه‌ها و در نتیجه نرسیدن دی اکسیدکربن به کلروپلاست و کاهش پتانسیل آب سلول، بر روی ساختارهای پیچیده‌ی فتوسنتزی اثر مخربی داشته باشد. هم‌چنین تنش کم آبی رشد ریشه و ساقه گیاهان را تحت اثر قرار داده و باعث کاهش سطح برگ آن‌ها می‌شود (Zhang *et al*., 2006; Fotovat *et al*., 2007). کمبود آب و تنش ناشی از آن ازجمله عوامل مهمی هستند که تولیدات کشاورزی در ایران را با محدودیت زیادی مواجه ساخته و بازده استفاده از مناطق خشک را کاهش می‌دهند (Moayedi *et al*, 2007; Khomari *et al*., 2014). میزان آب مصرفی گلرنگ در ماه‌های اول رویشی کم‌تر از زمانی است که گیاه رشد کامل کرده باشد و از مرحله تشکیل گل به بعد به‌علت بالا بودن دمای محیط، ارتفاع گیاه و پوشش گیاهی کامل، مقدار آب مصرفی بالا می‌رود (Jaleel *et al*., 2009). مراحل گل‌دهی و پر شدن دانه در گلرنگ بیش‌ترین حساسیت به تنش کم آبی را نشان می‌دهند. در این مراحل تعداد دانه، وزن هزار دانه و درصد روغن تا حد زیادی تحت اثر کمبود آب قرار می‌گیرند (Kar *et al*., 2007). در آزمایشی به منظور بررسی اثر تنش کم آبی بر عملکرد گلرنگ، مشخص شد اعمال تنش کم آبی بر عملکرد دانه گلرنگ معنی‌دار بود و موجب کاهش عملکرد دانه و تعداد دانه در طبق گلرنگ شد (Beyyavas *et al*., 2011). تنش کم آبی در سه مرحله رشدی گیاه (ظهور طبق، گل‌دهی و پر شدن دانه‌ها) اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه گلرنگ داشته است (Ashkani *et al*., 2007). Koutroubas و همکاران (۲۰۰۴) دلایل کاهش بیش‌تر عملکرد در مرحله پر شدن دانه نسبت به مرحله ظهور طبق در تنش کم آبی را به کاهش طول دوره پر شدن دانه ها و پیری زودرس برگ‌ها در این دوره نسبت دادند. هم‌چنین در تحقیق دیگری با افزایش فواصل بین آبیاری وزن هزار دانه کاهش یافت که علت این کاهش تولید کم‌تر مواد فتوسنتزی تحت اثر تنش کم آبی و نیمه پر ماندن دانه‌ها به‌علت کامل نشدن فرایند باروری گزارش شده است (Lovellh *et al*., 2007). مصرف بهینه کودها ازجمله کودهای ریزمغذی در گیاهان روغنی ضمن افزایش عملکرد دانه موجب افزایش مقاومت گیاه در مقابل تنش‌های محیطی از قبیل خشکی، بهبود فعالیت‌های زیستی در خاک، زودرسی محصول و افزایش راندمان مصرف آب شد (Ravi *et al*., 2008; Movahedy *et al*., 2009). روی در اکثر فعالیت‌های گیاه مثل تشکیل هورمون‌ها در کلروپلاست و فعالیت‌های تنظیم آب و نشاسته دخالت دارد. این عنصر در تولید پروتئین شرکت دارد. چون جزئی از ساختمان RNA- پلیمراز است و برای حفظ ساختمان ریبوزوم لازم

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-29]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.37.2.2]

می‌باشد (Ravi *et al*., 2008). روی در تشکیل نوکلئید و بسیاری از فعالیت‌های دیگر گیاه نقش مهمی دارد و میزان آن در دانه بیش‌تر از اندام‌های هوایی (کاه و کلش) و ریشه است (Khan *et al*., 2008). از اعمال دیگر روی فعال کردن آنزیم‌ها از طریق ارتباط با منیزیم و منگنز می‌باشد که تا اندازه‌ای خاصیت جانشینی نیز با یک‌دیگر دارند، روی با کمک آنزیم‌ها درتشکیل کلروفیل شرکت دارد، در تولید هورمون نمو مانند تریپتوفان، به‌عنوان ماده اولیه اکسین‌ها نقش دارد (Khurana and Chaterjee, 2001). با کاهش میزان رطوبت خاک تحرک عنصر روی در محلول خاک کاهش یافته و با توجه به محدودیت رشد ریشه، گیاه به‌طور مضاعفی با کمبود این عنصر مواجه خواهد شد. طبق نتایج به‌دست آمده مصرف ریزمغذی‌ها در شرایط بدون تنش اثر بیش‌تری بر عملکرد دانه گلرنگ داشته است. در عین حال اثر مثبت مصرف ریزمغذی‌ها بر عملکرد محصول در شرایط تنش کم آبی معنی‌دار بود (Galavi *et al*., 2012). شناخت اثر مفید عنصر روی در کنار اثر منفی تنش کم آبی، کشاورزان را به استفاده از روی در جهت کاهش اثر تنش کم آبی رهنمون می‌سازد. از این رو این پژوهش به منظور بررسی تأثیر تنش کم آبی بر عملکرد کمی و کیفی گلرنگ در حضور مقادیر مختلف روی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۹۵ در دانشگاه آزاد اسلامی واحد میاندوآب به‌صورت فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد. تیمارهای مورد مطالعه شامل فاکتور تنش کم‌آبی: قطع آبیاری در مرحله رویشی (ساقه رفتن)، قطع آبیاری در مرحله زایشی (گل‌دهی) و آبیاری کامل (عدم تنش کم‌آبی) بود و فاکتور کود سولفات روی در سه سطح شامل عدم کاربرد کود (صفر)، ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار بود. مقادیر مختلف کود روی از منبع سولفات روی پس از پیاده نمودن نقشه کاشت در زمین با نیروی کارگری پخش و با خاک مخلوط شد. ویژگی‌های خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. در کرت آزمایشی شامل ۴ پشته به طول ۳ متر بود که کاشت بذور در طرفین پشته‌ها انجام پذیرفت (۸ ردیف در هر کرت). فاصله پشته‌ها از هم ۲۵ سانتی‌متر، فاصله بوته‌ها در روی ردیف حدود ۵ سانتی‌متر و عمق کاشت بذور ۳ الی ۴ سانتی‌متر در نظر گرفته شد (بختوری و همکاران، ۱۳۹۴) تیمارها تحت آبیاری یکسان قرار گرفتند و با رسیدن به مراحل ساقه رفتن و گل‌دهی آبیاری قطع شد (طول مدت اعمال تنش در هر یک از مراحل رویشی و زایشی براساس تبخیر ۱۴۰ میلی‌متری آب از تشتک تبخیر کلاس A بود). در مرحله ساقه رفتن با استفاده از سم دیازینون به نسبت ۲ در هزار و دوباره با فاصله ۱۱ روز با سم متاسیستوکس به غلظت ۱/۵ در هزار علیه سوسک گلرنگ سمپاشی انجام شد. در این تحقیق ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و صفات مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. تعداد طبق در بوته با انتخاب ۱۰ بوته تصادفی از هر کرت و تعداد دانه در طبق نیز با انتخاب ۲۰ طبق تصادفی از هر کرت

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-29]

[DOR: 20.1001.1.20084403.1397.10.37.2.2]

تعیین و یادداشت برداری شدند. هم‌چنین پس از جدا کردن دانه‌ها از طبق، عملکرد دانه نیز محاسبه شد. برای اندازه‌گیری وزن هزار دانه، از دانه‌های طبق‌های حاصل از برداشت تصادفی در هر یک از کرت‌ها استفاده شد. به‌طوری‌که دانه‌ها جدا شده و با هم مخلوط شد و سپس هزار دانه از آن توسط دستگاه شمارش شده و با ترازوی حساس توزین شد و وزن آن یادداشت شد. به‌منظور اندازه‌گیری درصد روغن دانه، نمونه‌های تصادفی از عملکرد دانه هر تیمار آزمایشی جدا کرده و درصد روغن دانه در آزمایشگاه با روش سوکسله (Karam *et al*., 2007) اندازه‌گیری شد. در مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی، شاخص کلروفیل با استفاده از کلروفیل‌متر دستی اندازه‌گیری شد (SPAD 502; Minolta, Japan). جهت تجزیه و تحلیل تیمارها از نرم افزار MSTATC و برای رسم نمودارها از نرم افزار EXCEL و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون دانکن (۵ درصد) استفاده شد.

جدول ۱: خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش

pH گل اشباع	EC عصاره گل اشباع (µs/cm)	درصد رطوبت اشباع	درصد رطوبت در حالت ظرفیت زراعی	درصد شن	درصد رس	درصد سیلت	کلاس بافت خاک
۷/۲	۱۳۹۹	۳۲/۸	۲۱/۳	۴۶/۴	۳۳/۵	۲۰/۱	لوم رس شنی

نتایج و بحث

تعداد طبق در بوته

اثر ساده تنش کم آبی و سولفات روی بر تعداد طبق در بوته معنی‌دار ولی برهمکنشی غیر معنی‌دار بود (جدول ۲). اعمال تنش قطع آبیاری در مرحله رشد زایشی باعث کاهش تعداد طبق در بوته شد ولی این کاهش معنی‌دار نبود. بیش-ترین تعداد طبق در بوته با ۱۳/۱۹ عدد در تیمار آبیاری کامل (عدم تنش کم آبی) و کم‌ترین تعداد طبق در بوته با ۹/۶۳ عدد در تیمار قطع آبیاری در مرحله رویشی به‌دست آمد (شکل ۱- الف). افزایش کود سولفات‌روی به میزان ۶۰ کیلوگرم در هکتار موجب افزایش معنی‌دار تعداد طبق در بوته (۱۴/۰۸ عدد) شد و این افزایش نسبت به عدم مصرف کود با ۹/۰۶ عدد و مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار با ۱۱/۷۴ عدد به‌ترتیب ۵۵/۴ و ۱۹/۹۳ درصد افزایش داشت (شکل ۱- ب). این افزایش به‌دلیل مصرف کود حاوی روی می‌باشد که با نتایج Roshdi و همکاران (۲۰۰۵) مطابقت دارد. عدم اثر تنش کم آبی در مرحله زایشی بر تعداد طبق در بوته می‌تواند به این دلیل باشد که گیاه بر پایه ظرفیت ژنتیکی خود حداکثر تعداد طبق در بوته را در این مرحله تولید نموده است. Nabipour و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند کم‌ترین تعداد طبق گلرنگ در قطع آبیاری در مرحله ساقه رفتن حاصل شد در حالی که قطع آبیاری در اواسط گل‌دهی اثری بر روی تعداد طبق گیاه نداشت زیرا در این مرحله تعداد طبق‌های هر بوته تشکیل شده است. به‌طور کلی تعداد طبق در گلرنگ در نتیجه ترکیب

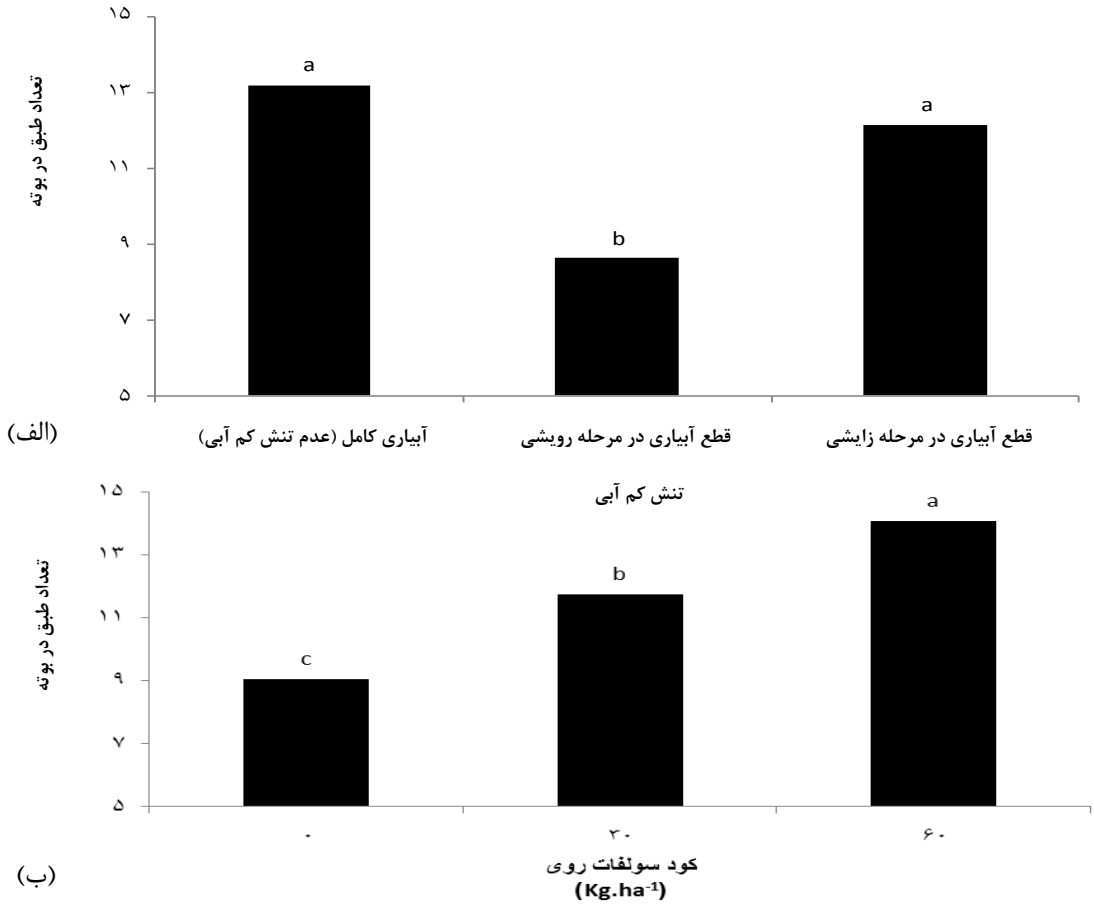
[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-29]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.37.2.2]

ساختار ژنتیکی و شرایط محیطی به‌ویژه تنش در مرحله رویشی می‌باشد (Singh *et al*., 2016). یافته‌های Karam و همکاران (۲۰۰۷) نیز نشان داد که اثر تنش کم آبی بر تعداد طبق در بوته در مرحله گل‌دهی گیاه گلرنگ معنی‌دار نبوده اما تنش باعث کاهش معنی‌دار تعداد دانه در طبق شده است. Koutroubas و همکاران (۲۰۰۴) و Safavi و همکاران (۲۰۱۳) گزارش کردند که تنش کم‌آبی در مرحله زایشی گیاه گلرنگ کاهش معنی‌داری در تعداد طبق در بوته گلرنگ ایجاد نکرد.

جدول ۲: تجزیه واریانس صفات مورد بررسی تحت تنش کم آبی و کود سولفات روی در گلرنگ

منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد طبق در بوته	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	شاخص کلروفیل	درصد روغن
تکرار	۲	۴/۵۸^{ns}	۱۶۹/۱۴^{ns}	۹۲/۳۵^{ns}	۴۳۱/۱۳^{ns}	۸۴/۵۱^{ns}	۷۰/۸۴^{ns}
تنش کم آبی	۲	۱۱۷/۷۴*	۵۳۴/۲۹**	۹۱۴/۵۱**	۸۲۷/۴۴*	۱۹۹/۷۱*	۲۹۶/۱۴**
کود	۲	۸۴/۰۵*	۴۶۰/۹۵**	۴۵۱/۲۸*	۷۸۵/۹۷*	۲۰۲/۳۱*	۲۲۸/۳۳**
تنش کم آبی در کود	۴	۳۳/۲۶^{ns}	۱۷۶/۸۰^{ns}	۷۵۶/۲۰**	۹۹۷/۵۱**	۲۵۰/۱۶**	۳۷۵/۰۷**
خطا	۱۶	۱۹/۷۴	۶۸/۲۹	۱۱۲/۵۴	۲۰۷/۳۸	۵۲/۰۱	۳۵/۶۱
ضریب تغییرات (٪)		۵/۳۲	۸/۶۶	۹/۰۷	۱۱/۲۴	۷/۳۹	۶/۵۷

^{ns} ، * و ** به ترتیب به مفهوم غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد است.



شکل۱: اثر تنش کم آبی (الف) و کود سولفات روی (ب) بر تعداد طبق در بوته

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-29]

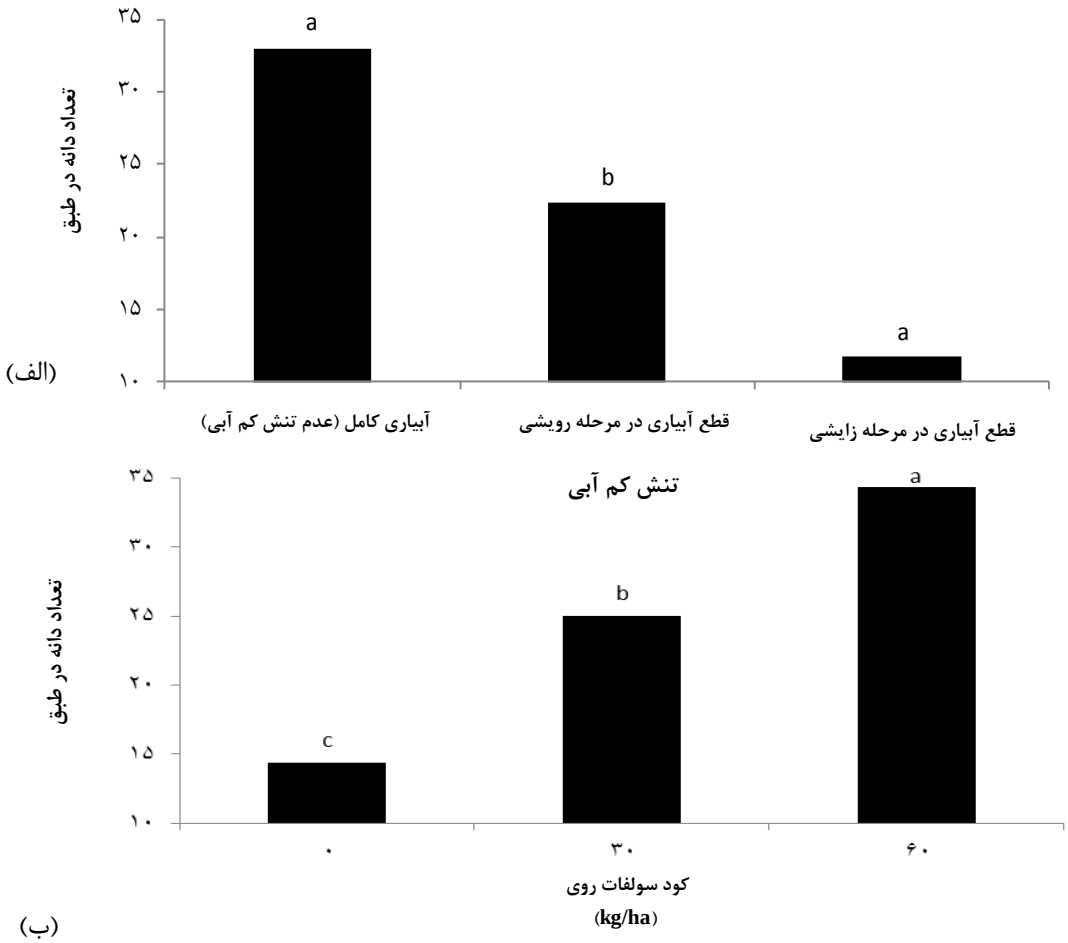
[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.37.2.2]

تعداد دانه در طبق

طبق جدول تجزیه واریانس اثر ساده تنش کم آبی و کود سولفات روی معنی‌دار ولی برهمکنشی بر تعداد دانه در طبق غیرمعنی‌دار بود (جدول ۲). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار آبیاری کامل (عدم تنش کم آبی) دارای بیش‌ترین تعداد دانه در طبق با ۳۳/۰۱ عدد و تیمارهای قطع آبیاری در مراحل رویشی و زایشی به ترتیب با ۲۲/۴۱ و ۱۱/۷۹ عدد کم‌ترین تعداد دانه در طبق را دارند (شکل ۲- الف). می‌توان گفت که بروز تنش کم آبی از طریق کاهش سطح برگ ها و ریزش آن ها منجر به کاهش منبع فتوسنتزی و فعالیت آنزیم‌های موثر بر این فرآیند شد (Goksoy *et al*., 2004). طبق گزارش Lovellh و همکاران (۲۰۰۷) تنش کم آبی طی مرحله زایشی باعث کاهش قدرت مخزن در جذب مواد فتوسنتزی شده و در نتیجه افت تعداد گلچه‌های بارور سطح طبق را به همراه داشت و این امر علت اصلی کاهش معنی‌دار تعداد دانه در طبق بود. کاهش تعداد دانه در طبق بر اثر تنش کم آبی می‌تواند به علت کاهش آسمیلات به واسطه کاهش سطح برگ گیاه و فتوسنتز در مرحله پر شدن دانه باشد (Ashkani *et al*., 2007). Koutroubas و همکاران (۲۰۰۴) و Kar و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند قطع آبیاری گلرنگ در مرحله گلدهی و قبل از آن موجب کاهش تعداد دانه در طبق می‌شود و هر چه زمان اعمال تنش به مرحله گلدهی نزدیک‌تر باشد اثر بیش‌تری بر کاهش تعداد دانه خواهد گذاشت. Goksoy و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که تنش کم آبی در مرحله گلدهی، موجب از دست دادن آب در دانه گرده شده و درصد تلقیح را کاهش می‌دهد و در طول پر شدن دانه به دلیل عدم تأمین مواد پرورده کافی، درصد دانه‌های عقیم شده در طبق افزایش و یا تعداد دانه در طبق کاهش می‌یابد. هم‌چنین Beyyavas و همکاران (۲۰۱۱) نیز گزارش کردند خشکی در مرحله گل‌دهی موجب خشک شدن دانه گرده و افت میزان تلقیح می‌شود و در نتیجه تعداد دانه در طبق کاهش می‌یابد. افزایش کود سولفات روی از صفر به ۳۰ و ۶۰ کیلوگرم در هکتار تعداد دانه در طبق را از ۱۴/۴۱ به ۲۵/۰۳ و ۳۴/۳۶ عدد افزایش داد (شکل ۲- ب). Babhulkar و همکاران (۲۰۰۰) گزارش کردند که مصرف کود سولفات روی در گلرنگ به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار تعداد دانه در طبق را نسبت به شاهد (عدم کاربرد کود) از ۱۶/۵۳ به ۳۱/۳۷ که معادل ۸۹/۷۷ درصد بود افزایش داد. گزارش شده است که کاربرد روی با افزایش سطح برگ، وزن خشک برگ و طول دوره گلدهی باعث افزایش تعداد دانه در طبق گلرنگ می‌شود (Banks, 2004). تغذیه گیاه با روی، به دلیل افزایش ذخیره هیدروکربن دانه گرده، باعث افزایش طول عمر گرده شده و در نتیجه منجر به افزایش گرده افشانی و تشکیل تعداد دانه بیش‌تری در طبق گلرنگ شد. (Ravi *et al*., 2008)

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-29]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.37.2.2]



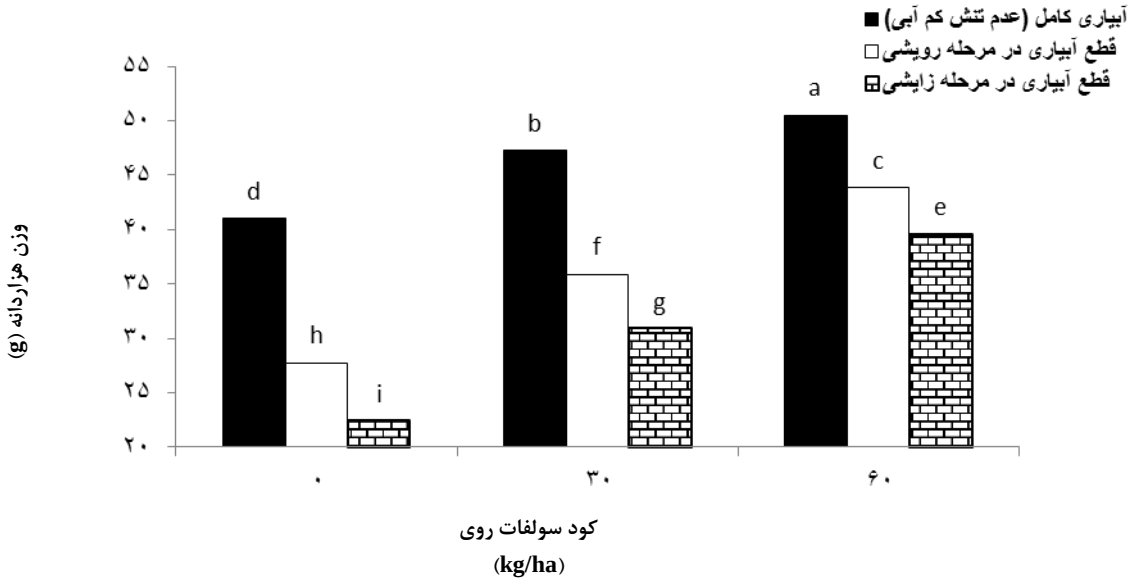
شکل۲: اثر تنش کم آبی (الف) و کود سولفات روی (ب) بر تعداد دانه در طبق

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که برهمکنشی تنش کم آبی و کود سولفات روی بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). وزن هزار دانه با قطع آبیاری در مراحل رویشی و زایشی کاهش معنی‌دار و با افزایش مقدار کود سولفات روی افزایش معنی‌دار نشان داد به‌طوریکه بیش‌ترین و کم‌ترین وزن هزار دانه به ترتیب به تیمار آبیاری کامل (عدم تنش کم آبی) و کود ۶۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی با مقدار ۵۰/۵۲ گرم و تیمار قطع آبیاری در مرحله زایشی و عدم کاربرد کود سولفات روی با مقدار ۲۲/۴۱ گرم اختصاص داشت (شکل ۳). Khan و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیق بر روی گندم گزارش کردند بیش‌ترین وزن هزار دانه به سطح کودی ۶۰ کیلوگرم در هکتار و کم‌ترین وزن هزار دانه به سطح کودی صفر کیلوگرم سولفات روی در هکتار تعلق داشت. کاهش وزن هزار دانه در تنش کم آبی را می‌توان به کم‌تر بودن کربوهیدرات‌های ذخیره ای قبل از مرحله گرده افشانی در اندام‌های رویشی و کاهش دوام سطح برگ در گیاهان تحت

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-29]
[DOR: 20.1001.1.20084403.1397.10.37.2.2]

تیمار که در نتیجه دوره پر شدن را کوتاه نموده‌اند نسبت داد (Roshdi *et al*., 2005). Goksoy و همکاران (۲۰۰۴) اعلام کردند وقتی گیاه در معرض تنش کم آبی قرار می‌گیرد، برای این‌که از اثر تنش فرار کند اقدام به کوتاه کردن دوره و چرخه زندگی خود می‌کند و بنابراین به دلیل کوتاه شدن دوره رشد و دوره پر شدن دانه، وزن نهایی دانه‌ها نیز کاهش می‌یابد. نتیجه حاصل با نتایج Flagella و همکاران (۲۰۰۲) مطابقت دارد.



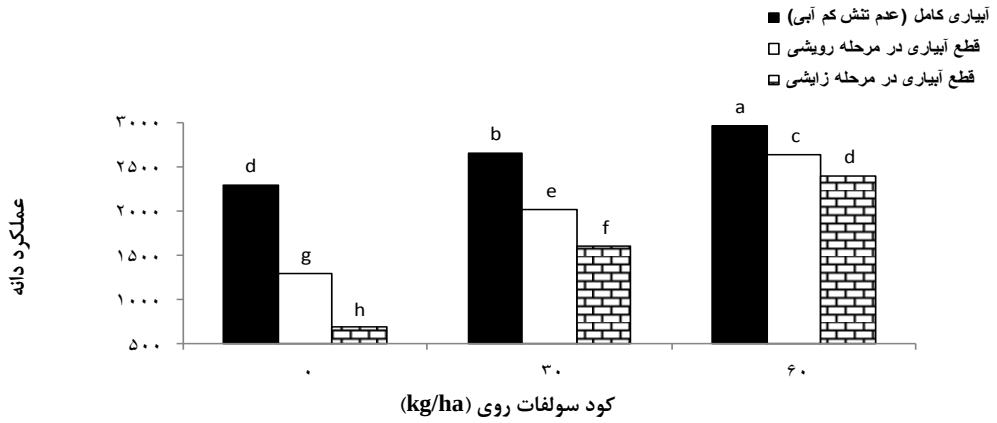
شکل۳: اثر ترکیب تیماری تنش کم آبی و کود سولفات روی بر وزن هزار دانه

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تنش کم آبی، کود سولفات روی و اثر متقابل تنش کم آبی و کود سولفات روی بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۲). بررسی مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارهای تحت اثر تنش کم آبی نسبت به تیمار آبیاری کامل (عدم تنش کم آبی) مقادیر عددی کم‌تری داشتند. بالاترین عملکرد دانه در تیمار آبیاری کامل (عدم تنش کم آبی) و کاربرد ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات روی با ۲۹۵۴/۴۱ کیلوگرم در هکتار بدست آمد و کم‌ترین میزان آن در تیمار قطع آبیاری در مرحله زایشی و عدم مصرف کود سولفات روی با ۶۸۰/۷۵ کیلوگرم در هکتار تعلق داشت (شکل ۴). تحقیقات دیگر نیز حاکی از اثر منفی و معنی‌دار تنش کم آبی بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ به خصوص در دوره گل‌دهی گیاه می‌باشد (Flagella *et al*., 2002). محققان به این نتیجه رسیدند که کمبود آب از مرحله گل‌دهی به شدت رشد و نمو اندام های زایشی را تحت اثر قرار داده و باعث کاهش عملکرد دانه می‌شود (Lovellh *et al*., 2007). به نظر می‌رسد در شرایط بدون تنش کم آبی، کود سولفات روی تأثیر بیش‌تری بر عملکرد دانه داشته است (شکل ۴). در شرایط رطوبتی مناسب جذب و انتقال ریز مغذی هایی نظیر سولفات روی در گیاهان با سهولت بیش‌تری صورت گرفته و طبیعی است که در شرایط عدم تنش کم آبی اثر کود سولفات روی بر عملکرد بیش‌تر باشد. افزایش

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-29]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.37.2.2]

عملکرد با کود سولفات 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 پیروات 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 (Khan *et al*., 2003). تحقیقات Khurana و Chaterjee (۲۰۰۱) و Movahedy و همکاران (۲۰۰۹) بیانگر اثر مثبت سطوح کود سولفات روی در کاهش خسارات ناشی از کمبود آب بر عملکرد دانه گلرنگ است. اثر مثبت مصرف کودهای ریز مغذی بر عملکرد سایر گیاهان مثل آفتابگردان (Zafar *et al*., 2014)، نخودفرنگی (Khan *et al*., 2003) و سویا (Banks., 2004) توسط محققین دیگر گزارش شده است. در آزمایشی با مصرف سولفات‌روی در ارقام مختلف گندم مشاهده شد که مصرف سولفات‌روی نه تنها عملکرد را به‌طور قابل توجهی افزایش داد، بلکه غلظت عنصر روی در دانه گندم نیز زیاد شد (Khan *et al*., 2008).



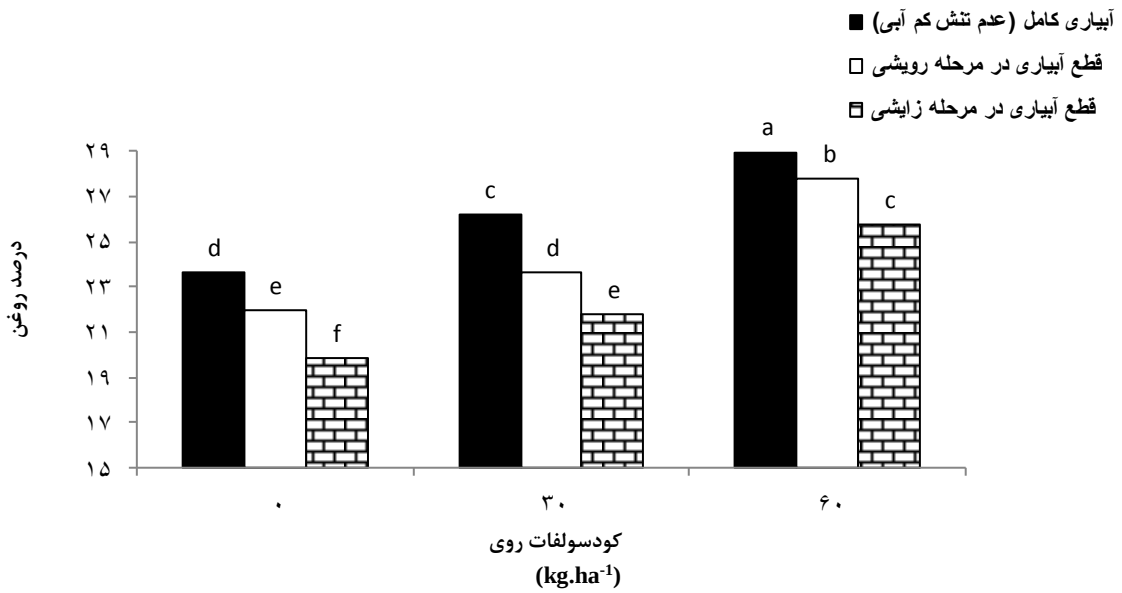
شکل۴: اثر ترکیب تیماری تنش کم آبی و کود سولفات روی بر عملکرد دانه

درصد روغن

اثر تنش کم آبی و کود سولفات‌روی و برهمکنش آن‌ها بر درصد روغن دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). به‌طوری‌که بیش‌ترین درصد روغن به میزان ۲۸/۹۶ درصد در تیمار آبیاری کامل (عدم تنش کم آبی) و مصرف ۶۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات‌روی و کم‌ترین مقدار آن از تیمار قطع آبیاری در مرحله زایشی و عدم کاربرد کود سولفات روی با ۱۹/۸۵ درصد بدست آمد که بیانگر کاهش ۳۱/۴۵ درصدی روغن دانه بود (شکل ۵). نتایج مشابهی نیز با کاربرد تیمارهای تنش کم آبی بر میزان روغن آفتابگردان (*Helianthus annuus*) توسط Zafar و همکاران (۲۰۱۴) و در کلزا (*Brassica napus*) توسط Zarei و همکاران (۲۰۱۰) گزارش شده است. کاهش درصد روغن در اثر تنش کم آبی می تواند به علت اختلال در فرآیندهای متابولیکی بذر و آسیب به انتقال آسیمیلات‌ها به دانه باشد (Goksoy *et al*.,

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-29]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.37.2.2]

2004). در واقع تنش کم آبی به ویژه در هنگام رسیدگی، درصد روغن را کاهش داده ولی درصد پروتئین را افزایش می-دهد که این حالت به دلیل تسریع در رسیدگی گیاه می‌باشد. در این حالت فرصت کافی برای سنتز روغن از پروتئین‌های ذخیره شده در دانه وجود نداشته و بنابراین درصد روغن کاهش خواهد یافت (Khurana and Chaterjee, 2001). گزارش شد که افزایش سطوح روی باعث افزایش معنی‌داری در محتوای روغن و پروتئین دانه گلرنگ شد (Babhulkar *et al*., 2000). بر اساس گزارش Riley و همکاران (۲۰۰۰) اثر سولفات روی بر روغن دانه کلزا نیز معنـی‌دار بود.



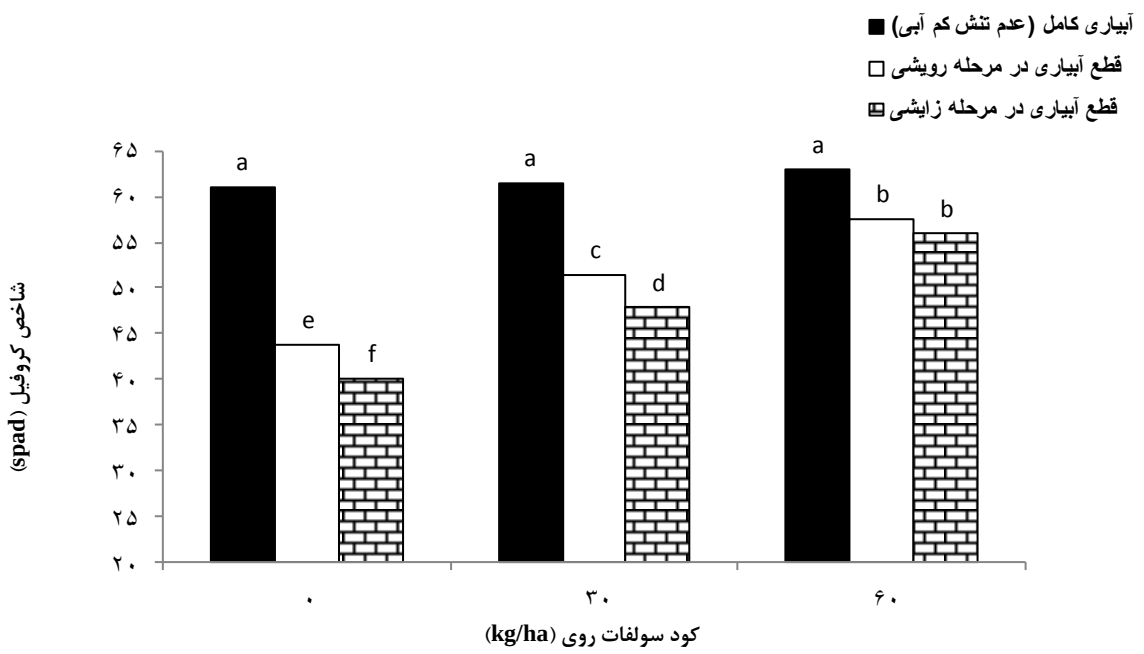
شکل۵: اثر ترکیب تیماری تنش کم آبی و کود سولفات روی بر درصد روغن

شاخص کلروفیل

بر اساس تجزیه داده‌ها، اثر ساده تنش کم آبی و کود سولفات‌روی، شاخص کلروفیل را در سطح احتمال یک درصد تحت اثر قرار داد. هم‌چنین برهمکنش تنش کم آبی در کود سولفات روی در سطح احتمال پنج درصد بر این صفت معنی-دار شد (جدول ۲). مقایسه میانگین نشان داد که بیش‌ترین کلروفیل برگ مربوط به ترکیب تیماری آبیاری کامل (عدم تنش کم آبی) و کود سولفات روی به میزان ۶۰ کیلوگرم در هکتار با مقدار ۶۲/۸۹ spad بود و از لحاظ آماری با ترکیبات تیماری آبیاری کامل (عدم تنش کم آبی) و کود سولفات روی به میزان۳۰ کیلوگرم در هکتار با مقدار کلروفیل ۶۱/۴۳ spad و آبیاری کامل (عدم تنش کم آبی) و عدم کاربرد کود سولفات روی با مقدار کلروفیل ۶۱/۰۲ spad در یک سطح قرار داشت. کم‌ترین میزان کلروفیل به قطع آبیاری در مرحله زایشی و عدم کاربرد کود سولفات روی با ۴۰/۱۵ spad تعلق داشت (شکل ۶).کاهش میزان کلروفیل در شرایط تنش کم آبی توسط Mohammadkhani و Heidari (۲۰۰۷) در گیاه آفتابگردان گزارش شده است. تنش کم آبی از طریق فعالیت آنزیم‌های کلروفیلاز و پراکسیداز در گیاه باعث تخریب

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-29]
[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.37.2.2]

کلروپلاست و کاهش میزان کلروفیل می‌شود (Misra and Sricastatva, 2000). هم‌چنین، Ebrahimia و همکاران (۲۰۱۴) و Mafakheri و همکاران (۲۰۱۰) در بررسی خود به‌ترتیب در گیاهان آفتابگردان و نخودفرنگی مشاهده کردند که کاربرد ریزمغذی روی، میزان کلروفیل در گیاه راتحت تنش کم آبی بهبود بخشیده و فتوسنتز گیاه را افزایش داده است.



شکل۶: اثر ترکیب تیماری تنش کم آبی و کود سولفات روی بر شاخص کلروفیل

نتیجه‌گیری

در کل نتایج تحقیق حاکی از آن است که تنش کم آبی مخصوصاً در زمان گل‌دهی اثر منفی بیش‌تری بر عملکرد، اجزای عملکرد، درصد روغن و شاخص کلروفیل گلرنگ داشت. ولی کاربرد عنصر روی به‌صورت کود سولفات‌روی توانست اثرات سوء ناشی از کم آبی را بر صفات مورد مطالعه طبق نتایج تحقیق حاضر به‌طور قابل توجهی تقلیل دهد. بر این اساس کاربرد کود روی به صورت سولفات‌روی می‌تواند در کاهش اثرات سوء ناشی کم آبی به‌ویژه در زمان گل‌دهی بسیار موثر باشد.

منابع

بختوری، ا. ص.، پاسبان اسلام، ب.، قربی چلکی، س. و محمدی، ح. ۱۳۹۴. اثرات پرایمینگ و تنش کم آبی بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ. پژوهشنامه گیاهان دانه روغنی ایران. ۴ (۲): ۵۹-۷۴.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-29]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.37.2.2]

Ashkani, J. Pakniyat, H. Emam, Y. Assad, M. T and Bahrani, M. J. 2007. The evaluation and relationships of some physiological traits in spring safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under stress and non-stress water regimes. Journal of Agricultural Science and Technology 9: 267-277.

Banks, L. W. 2004. Effect of liming of foliar zinc fertilizer on yield component of soybeans. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 22(17): 226-231.

Babhulkar, P. S. Dinesh, k. Badole, W. P. Balpande, S. S. and Kar, D. 2000. Effect of sulfur and zinc on yield, quality and nutrient uptake by safflower in vertisols. Journal of the Indian Society of Soil Science 48: 541-543.

Beyyavas, V. Haliloglus, H. Copur, O and Yilmaz, A. 2011. Determination of seed yield and yield components of some safflower (*Carthamus tinctorius* L.) cultivar s; lines and populations under the semi-arid Conditions. African Journal of Biotechnology 10:527-534.

Ebrahimia, M, Khajehpour, M. R. Naderic, A and Nassirid, B. 2014. Physiological responses of sunflower to water stress under different levels of zinc fertilizer. International Journal of Plant Production 8 (4): 483- 503.

Flagella, Z. T. Rotunno, E. Tarantina, R. Caterina, R and Decaro, D. 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. European Journal of Agronomy 17: 221-230.

Fotovat. R. Valizadeh, M. and Toorehi, M. 2007. Assocaition between wateruse efficiency components and total chlorophyll content (SPAD) in wheat (*Triticum aestivum* L.) under well-watered and drought stress conditions. Journal of Feed, Agriculture and Environment 5(3-4): 225-227.

Galavi, M. Ramroudi, M and Tavassoli, A. 2012. Effect of micronutrients foliar application on yield and seed oil content of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) African Journal of Agricultural Research 7(3): 482-486.

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

Jaleel, C. A. Manivannan, P. Wahid, A. Farooq, M. Aljuburi, J. H. and Somasundaram, R. 2009. Drought stress in plants: A review on morphological characteristics and pigments composition. International Journal of Agriculture and Biology 11:100-5.

Kar, G. Kumar, A and Martha, M. 2007. Water use efficiency and crop coefficients of dry season oilseed crops. Journal of Agricultural Water Management 87: 73-82.

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

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-29]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.37.2.2]

Khan, H. R. McDonald, G. K and Rengel, Z. 2003. Zn fertilization improves water use efficiency, grain yield and seed Zn content in chickpea. International Journal of Plant and Soil Science 241: 389-400.

Khan, M. A. Fuller, M. P and Baloch, F. S. 2008. Effect of soil applied zinc sulphate on wheat (*Triticum aestivum* L.) grown on a calcareous soil in Pakistan. Journal of Cereal Science 36(4): 571 582.

Khomari, S. Soltani, M and Sedghi, M. 2014. Effect of Seed Vigour and Pretreatment on Germinability and Seedling Growth of Safflower under Drought and Salinity Conditions. International Journal of Farming and Allied Sciences 3(12): 1229-1233.

Khurana, N. and Chaterjee, C. 2001. Influence of variable zinc on yield. Journal of Soil Science and Plant Analysis 32 (9): 3023- 3030.

Koutroubas, S. D. Papakosta, D. K and Doitsinis, A. 2004. Cultivar and seasonal effects on the contribution of pre -anthesis assimilation to safflower yield. Field Crops Research 90: 263-244.

Lovellh, S. Perniola, M. Ferrara, A and Tommaso, D. T. 2007. Yield response factor to water (Ky) and water use efficiency of *Carthamus tinctorius* L. and *Solanum melongena* L. Journal of Agricultural Water Management 92:37-80.

Mafakheri, A, Siosemardeh, A. Bahramnejad, B. Struik, P. C and Sohrabi, E. 2010. Effect of drought stress on yield, proline and chlorophyll contents in three chickpea cultivars. Australian Journal of Crop Science 4 (8): 580-585.

Misra, A. and Sricastatva, N. K. 2000. Influence of water stress on Japanese mint. Journal of Herbs, Spices and Medician Plants 7: 51-58.

Moayedi, A. A. Boyce, A. N. and Barakbah, S. S. 2009. Influence of water deficit during the different growth and developmental stages on the contribution of stored pre-anthesis assimilates to grain in selected durum and bread wheat genotypes. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 3: 4408-4415.

Mohammadkhani, N. and Heidari, R. 2007. Effects of water stress on respiration, photosynthetic pigments and water content in two maize cultivars. Pakistan Journal of Biological Sciences 10: 4022-4028.

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

Nabipour, M. Meskarabashee, M and Yousefpour, H. 2007. The effect of water deficit on yield and yield components of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Pakistan Journal of Biological Sciences 10 (3): 421 –426.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-29]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.37.2.2]

Orange, M. J and Ebadi, A. 2012. Responses of phenological and physiological stages of spring safflower to complementary irrigation. African Journal of Biotechnology 11(10): 2465-2471.

Ravi, S. Channal, H. T. Hebsur, N. S. Patil, B. N. and Dharmatti, P. R. 2008. Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (Carthamus tinctorius L.). Karnataka Journal of Agricultural Sciences 21(3): 382-385.

Riley, N. G. Zhao, F. J. and McGrath, S. P. 2000. Available of different form of sulphur fertilizer on wheat and oil grain rape. Plant Soil 222: 139-147.

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

Safavi, S. M. Pourdad, S. S and Safavi, S. A. 2013. Evaluation of drought tolerance in Safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under Non Stress and Drought Stress Conditions. International Journal of Advanced Biological and Biomedical Research 9: 1086-1093.

Singha, S. Angadi, S. V. Grover a, K. Begnaa, S and Auldb, D. 2016. Drought response and yield formation of spring safflower under different water regimes in the semiarid Southern High Plains. Agricultural Water Management 163: 354–362

Tayebi, A. Afshari, H. Farahvash, F. sinki, J. M and Nezarat, S. 2012. Effect of drought stress and different planting dates on safflower yield and its components in Tabriz region. Journal of Plant Physiology 2(3): 445-453.

Zafar, S. Mohammad, N. Hamid, R. Tohidi, M and Hossein, A. 2014. Effect of zinc and sulfur foliar applications on physiological characteristics of sunflower (Helianthus annuus L.) unde water deficit stress. International Journal of Biological Sciences 5 (12): 87-96.

Zarei, G. Shamsi, H and Dehghani, S. M. 2010. The effect of drought stress on yield, yield components and seed oil content of three autumnal rapeseed cultivars (*Brassica napus* L.). Journal of Agricultural Science 6: 29-37.

Zhang, M. Duan, L. Tian, X and Li, Z. 2006. Unicanazole-induced tolerance of soybean to water deficit stress in relation to changes in photosynthesis, hormones and antioxidant system. Journal of Plant Physiology 164: 709-701.

[Downloaded from cpj.ahvaz.iau.ir on 2024-12-29]

[DOR: 20.1001.1.2008403.1397.10.37.2.2]