بررسی اثر تنش خشکی و محلول‌پاشی سلنیوم بر صفات مرفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ

Effect of drought stress and selenium foliar application on morphological traits, yield and yield components of safflower (*Carthamustinctorius* .L)

بهنام خادمی[۱]، حسینعلی شیبانی[۱*] و آرش برزو[۱]

۱- گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین- پیشوا، ورامین- ایران.

نویسنده مسوول مکاتبات: drsheybani@iauvaramin.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۰/۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱/۲۵

چکیده

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی سلنیوم بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ تحت شرایط تنش خشکی، آزمایشی در مزرعه آموزشی– پژوهشی دانشکده کشاورزی واحد ورامین واقع در استان تهران- شهرستان ورامین در سال ۱۳۹۳به‌صورت کرت خرد شده (اسپلیت پلات) در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل عامل اول تنش خشکی در سه سطح: [۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (آبیاری معمول)، ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (تنش متوسط)، ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (تنش شدید)] و عامل دوم محلول‌پاشی سلنیوم در چهار سطح شامل: [محلول‌پاشی آب خالص، ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر، ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر] بودند. نتایج نشان داد که تنش خشکی و کاربرد سلنیوم تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته، ارتفاع محل اولین انشعاب از خاک، قطر طبق، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه، تعداد دانه در طبق، تعداد طبق، تعداد شاخه فرعی، وزن خشک برگ، وزن خشک ساقه و شاخه، وزن خشک طبق داشت اما تأثیر تیمارهای اعمال شده بر قطر ساقه، شاخص برداشت معنی‌دار نبود. اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی سلنیوم نیزبر صفات مورد آزمایش تاثیر معنی‌داری داشت و محلول‌پاشی ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم به‌همراه آبیاری معمول، بیش‌ترین تأثیر را در صفات مورد اندازه‌گیری داشت.

واژگان کلیدی: گلرنگ، سلنیوم، محلول‌پاشی، تنش خشکی، عملکرد

مقدمه

گلرنگ (*Carthamustinctorius L.*) گیاهی یک‌ساله و از خانواده مرکبان (Asteraceae) است. این گیاه بومی قسمت‌هایی از آسیا، خاورمیانه و آفریقا است که در گذشته برای استفاده از گل‌هایش که خود جهت تهیه رنگ برای مواد غذایی و البسه به کارمی‌رفت، کشت می‌شد. خشکی (Desiccation) از دست دادن کامل آب است، به‌طوری‌که بتواند موجب از هم گسیختگی سوخت‌وسازی و ساختاری سلول و سرانجام توقف واکنش‌های آنزیمی گردد. سلنیوم یکی از اجزای ضروری برای فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز است، که این آنزیم در زمان تشکیل تنش اکسیداتیو ناشی از خشکی و تابش اشعه ماوراء بنفش و تشکیل رادیکال‌های آزاد می‌تواند باعث تحمل گیاهان و کاهش صدمات و نابودی سلول‌ها شوند (Xue *et al.*, 2001, Timothy, 2001 Van Oosterom *et al.*, 2006، شافعی، ۱۳۸۴). سلنیوم همچنین می‌تواند وضعیت آب در گیاهان را تنظیم و در نتیجه اثر محافظتی خود را انجام دهد (Kuznetsov *et al.*, 2003). اکثر غلات و گیاهان علوفه‌ای نسبت به جذب سلنیوم حتی در خاک‌های با محتوای سلنیوم بالا، تمایل کمی دارند (Nowak, 2004). نتایج نشان داد که سلنیوم به صورت محلول‌پاشی می‌تواند عملکرد گیاه را تحت تنش خشکی بهبود دهد (Zahedi *et al.*, 2009). این عنصر به‌دلیل داشتن خصوصیات آنتی‌اکسیدانتی موجب افزایش کیفیت روغن گلرنگ و افزایش ارزش غذایی آن می‌شود (دادنیا، ۱۳۹۱) نتایج نشان داد که مکمل مناسب سلنیوم ممکن است تنش اکسیداتیو ناشی از سرب را بهبود بخشد (Ju-hong *et al.*, 2013). مطالعات نشان می‌دهد که سطح فعالیت‌های آنتی اکسیدانت و بیومارکرهای تخریب شیمیایی به‌شدت تحت تاثیر سلنیوم و تیمارهای آبیاری قرارگرفت (Ju-hong *et al.*, 2013 و دادنیا و همکاران، ۱۳۸۷). نتایج بیانگر این مطلب است که با قطع آبیاری در مرحله پرشدن دانه و محلول پاشی با سلنیوم می‌توان به عملکرد مطلوب دست‌یافت (غلامی و همکاران،۱۳۹۰). در مطالعه دیگری سطوح مختلف آبیاری تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته داشت (لطفی و همکاران، ۱۳۹۱). گزارش شد که تیمار گیاهان با سلنیوم موجب افزایش میزان آنزیم‌های جاروب کننده (H_2O_2) به ویژه (آسکوربات، پراکسیداز، گلوتاتیون پراکسیداز) و ترکیبات آنتی‌اکسیدان (آسکوربات، پرولین، گلوتاتیون) شد (Hasanuzzaman, 2010, Khattab, 2004; Krzysztof, 2008). به‌همین دلیل است که سلنیوم میزان (H_2O_2) را در گیاهان کاهش می‌دهد (Rios *et al.*, 2008). پژوهش‌ها نشان داد که در گیاهان روغنی تحت تنش‌های آبی مختلف سطح رادیکال‌های آزاد پراکسیداز در بافت‌ها افزایش یافت (Gill and Meelu, 2008; Gonzalez, 2007). گزارش شد که سلنیوم فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، سوپراکسید دیسموتاز و پراکسیداز را افزایش داد، که موجب کاهش پراکسیداسیون لیپید می‌شوند (Hasanuzzaman., 2010; Khattab, 2004). محلول‌پاشی سلنیوم روی برگ گیاهان زراعی میزان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت را افزایش داد و تحمل به تنش خشکی را بالا برد (Van Oosterom *et al.*, 2006). این تحقیق با هدف کاهش اثرات منفی تنش خشکی تحت تاثیر محلول‌پاشی سلنیوم بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

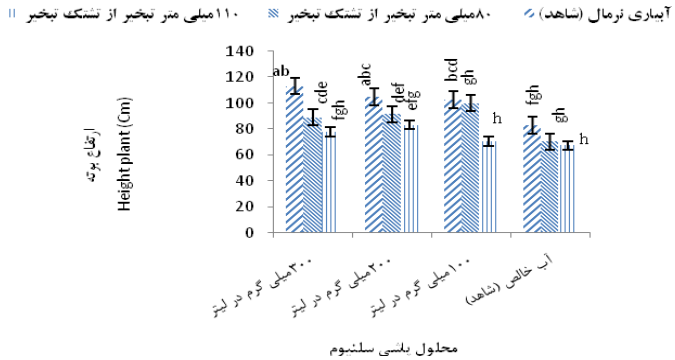
تحقیق حاضر در سال ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین به‌صورت کرت خرد شده (اسپلیت پلات) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل عامل اول تنش خشکی در سه سطح (۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (آبیاری معمول)، ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (تنش متوسط)، ۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A (تنش شدید) و عامل دوم محلول‌پاشی سلنیوم در چهار سطح (محلول‌پاشی آب خالص، ۱۰۰ میلی‌گرم سلنیوم در لیتر، ۲۰۰ میلی‌گرم سلنیوم در لیتر و ۳۰۰ میلی‌گرم سلنیوم در لیتر) بودند. به‌منظور

آماده‌سازی زمین و بستر بذر، زمین توسط گاو آهن برگردان‌دار شخم زده شد، سپس در دو نوبت به صورت عمودی برهم دیسک زده شده و با استفاده از لولر تسطیح گردید. کشت در اسفند ماه، به‌صورت خشکه‌کاری و با دست در حفراتی به‌عمق پنج سانتی‌متر انجام گردید. کشت بذر با تراکم بالا انجام گرفت و در مرحله چهار تا شش برگی با انجام تنک به تراکم تعیین شده رسید. پنج ردیف کاشت در هر کرت (کرت فرعی) و فاصله خطوط ۴۰ سانتی‌متر و فاصله بین دو بوته از یکدیگر پنج سانتی‌متر بود و تراکم ۵۰ بوته در مترمربع در نظر گرفته شد. طول خطوط کاشت پنج متر است و دو ردیف کناری و همچنین نیم‌متر از ابتدا و انتهای هر ردیف، به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. آبیاری به‌صورت نشتی و هر هفت روز یکبار انجام گرفت و اولین آبیاری بلافاصله پس از کاشت صورت پذیرفت. وجین علف‌های هرز به‌روش دستی انجام شد. آفت مهمی در طول دوره آزمایش دیده نشد. اعمال تنش خشکی براساس تبخیر از تشت تبخیر کلاس A صورت گرفت. به‌منظور اندازه‌گیری خصوصیات مورفولوژیک در زمان برداشت، پنج بوته از هر کرت آزمایشی برداشت و سپس ارتفاع بوته، ارتفاع محل اولین انشعاب از خاک، قطر ساقه، قطر طبق، تعداد دانه در طبق، تعداد طبق، تعداد شاخه فرعی اندازه‌گیری شد. برای تعیین عملکرد دانه در هر کرت پس از حذف اثر حاشیه‌ای، از سطحی معادل چهار مترمربع پس از کوبیدن و توزین و با در نظرگرفتن رطوبت حدود ۱۴ درصد، عملکرد دانه بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. برای تجزیه و تحلیل آماری داده‌های آزمایش، از نرم‌افزار SAS 9.1، و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج نشان داد که تنش خشکی تأثیر معنی‌داری ($P< ۰/۰۱$) بر ارتفاع بوته داشت (جدول یک). بیش‌ترین و کم‌ترین ارتفاع بوته در تیمار شاهد و تنش شدید (۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) به‌ترتیب با میانگین ۱۰۰ و ۷۵ سانتی‌متر حاصل شد (جدول دو). سایر محققان نیز این نتایج را تأیید کردند (Steer *et al.*, 1986). همچنین نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر محلول‌پاشی سلنیوم بر ارتفاع بوته در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول یک). در بین سطوح محلول‌پاشی سلنیوم بیش‌ترین ارتفاع بوته در تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر با میانگین ۹۴ سانتی‌متر و کم‌ترین آن نیز در تیمار شاهد (بدون کاربرد کود) با میانگین ۷۳ سانتی‌متر حاصل شد (جدول دو). اثر متقابل تنش خشکی در سلنیوم بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود و بیش‌ترین ارتفاع زمانی حاصل شد که آبیاری معمول (۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) به‌همراه محلول‌پاشی ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم به کار برده شد (شکل یک). در تعداد اندکی سلنیوم به‌عنوان عنصری سودمند در رشد آن‌ها شناخته شد، تأثیر سلنیوم بر رشد گیاهان دارای اهمیت است (صفاریزدی و همکاران، ۲۰۱۲). به‌طورکلی ارتفاع بوته به‌مقدار قابل توجهی تحت تأثیر شاخص‌های ژنتیکی قرار دارد؛ ضمن آن‌که شرایط محیطی و کاربرد کودهای مختلف هم بر آن مؤثر است (فروزان، ۱۳۷۹).



شکل ۱- میانگین اثرات متقابل سطوح مختلف تنش خشکی و محلول‌پاشی سلنیوم بر ارتفاع بوته

Fig 1. Means of interactions between drought stress and selenium on plant height

جدول ۱- تجزیه واریانس ارتفاع بوته، ارتفاع طبق‌بندی، قطر ساقه، قطر طبق گلرنگ در تیمارهای تنش خشکی و محلول‌پاشی سلنیوم

Table 1. Analysis of variance for Plant Height, Height of First Branching, Stem Diameter, Head Diameter of Safflower in Drought stress and selenium

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant Height	ارتفاع طبق بندی Height of First Branching	قطر ساقه Stem Diameter	قطر طبق Head Diameter
تکرار Rep	2	72.67^{ns}	94.36^{ns}	0.476^{ns}	14.08*
تنش خشکی Drought stress (A)	2	1838**	926.3**	0.330^{ns}	34.08**
خطای اصلی (Ea)	4	25.94	15.36	1.244	4.416
سلنیوم selenium (B)	3	828.9**	551.8**	0.089^{ns}	24.44**
اثر متقابل A*B	6	218.1*	236.6*	0.134^{ns}	8.306^{ns}
خطای فرعی (Eb)	18	68.01	75.62	1.537	3.935
Total	36				

ns * و **به‌ترتیب غیرمعنی‌داربودن ومعنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

ns, * and **: Non-significant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively.

جدول ۲- مقایسات میانگین ارتفاع بوته، ارتفاع طبق‌بندی، قطر ساقه، قطر طبق گلرنگ تحت تیمار تنش خشکی

Table 2. Comparison of means of Plant Height, Height of First Branching, Stem Diameter, Head Diameter of Safflower in Drought stress

تنش خشکی drought stress	ارتفاع بوته Plant Height	ارتفاع طبق بندی Height of First Branching	قطر ساقه Stem Diameter	قطر طبق Head Diameter
۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (شاهد) 50 mm evaporation from evaporation pan (Control)	100^{a}	79^{a}	7.37^{a}	27.25^{a}
۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (تنش متوسط) 80 mm evaporation from evaporation pan	87^{b}	65^{b}	7.27^{a}	24.66^{b}
۱۱۰ میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر (تنش شدید) 110 mm evaporation from evaporation pan	75^{c}	63^{b}	7.04^{a}	24.08^{b}

میانگین‌های که با حروف مشابه در هر ستون نشان داده شده‌اند از نظر آماری در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

Means with the same letter in each column are not significantly different.

جدول ۳- مقایسات میانگین ارتفاع بوته، ارتفاع طبق‌بندی، قطر ساقه، قطر طبق گلرنگ تحت تیمار سلنیوم

Table 3. Comparison of means of Plant Height, Height of First Branching, Stem Diameter, Head Diameter of Safflower in selenium

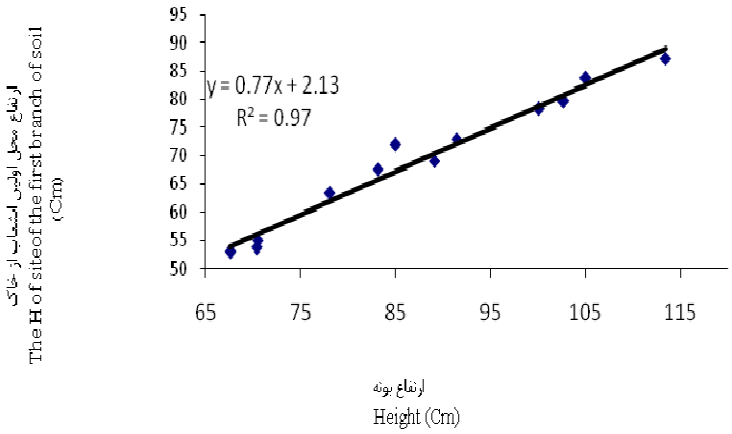
سلنیوم selenium	ارتفاع بوته Plant Height	ارتفاع طبق بندی Height of First Branching	قطر ساقه Stem Diameter	قطر طبق Head Diameter
شاهد Control	73^{b}	59^{b}	7.21^{a}	23.00^{b}
۱۰۰ میلی گرم در لیتر 100 mg.lit	91^{a}	71^{a}	7.11^{a}	25.44^{a}
۲۰۰ میلی گرم در لیتر 200 mg.lit	93^{a}	71^{a}	7.35^{a}	26.77^{a}
۳۰۰ میلی گرم در لیتر 300 mg.lit	94^{a}	75^{a}	7.23^{a}	26.11^{a}

میانگین‌های که با حروف مشابه در هر ستون نشان داده شده‌اند از نظر آماری در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

Means with the same letter in each column are not significantly different.

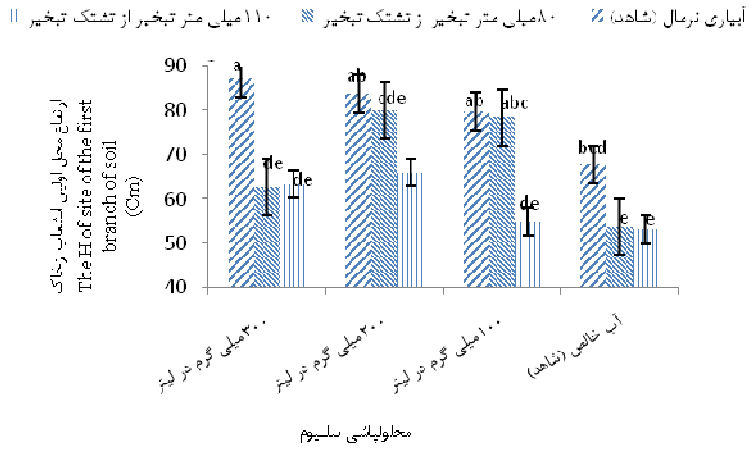
ارتفاع محل اولین انشعاب از خاک

نتایج نشان داد که تأثیر تنش خشکی و محلول‌پاشی سلنیوم بر ارتفاع محل اولین انشعاب از خاک در سطح احتمال یک درصد و اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی سلنیوم در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول یک). بین ارتفاع بوته با ارتفاع محل اولین انشعاب از سطح خاک، همبستگی مثبت و بالایی (R^2=0.97) مشاهده شد (شکل دو). ویلمونت و همکاران (Willmont *et al*., 1989) نیز همبستگی معنی‌داری در سویا بین محل تشکیل اولین انشعاب از سطح خاک و ارتفاع بوته مشاهده کردند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که محلول‌پاشی سلنیوم تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع محل اولین انشعاب از خاک داشت (P< ۰/۰۱). مقایسات میانگین اثرات ساده بین سطوح سلنیوم نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین ارتفاع محل اولین انشعاب از خاک در تیمارهای ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر و شاهد به‌ترتیب با میانگین‌های ۷۵ و ۵۸ سانتی‌متر حاصل شد و بین سطوح مختلف سلنیوم اختلافی از نظر آماری مشاهده نشد (جدول سه). اثر متقابل تنش خشکی در سلنیوم نیز معنی‌دار بود و بیش‌ترین ارتفاع محل اولین انشعاب از خاک در تیمار آبیاری معمول (شاهد) + محلول‌پاشی ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر سلنیوم (با میانگین ۸۷ سانتی‌متر) به‌دست آمد (شکل سه).



شکل ۲- همبستگی بین ارتفاع بوته و ارتفاع محل اولین انشعاب از خاک در گیاه گلرنگ

Fig 2. Correlation between Plant Height and Height of First Branching of safflower



شکل ۳- میانگین‌های اثرات متقابل سطوح مختلف تنش خشکی و محلول‌پاشی سلنیوم بر ارتفاع محل اولین انشعاب از خاک

Fig 3. Means of interactions between drought stress and selenium on height of first branching

قطر ساقه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش خشکی و سلنیوم تأثیر معنی‌داری بر قطر ساقه نداشتند (جدول یک). همچنین اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی سلنیوم معنی‌دار نبود. احتمالاً این امر به عدم حساسیت قطر ساقه در مقابل تیمارهای آزمایشی در این تحقیق مربوط باشد. آزمایش ساجدی و همکاران (۱۳۸۷) نیز نتایج فوق را تأیید می کند. آن‌ها با بررسی اثر سلنیوم و تنش کمبود آب بر گیاه ذرت، گزارش کردند که تأثیر تنش کمبود آب در مراحل مختلف رشد بر صفت قطر ساقه معنی‌دار نشد، همچنین نشان دادند که سلنیوم و عناصر کم مصرف اثر معنی‌داری بر قطر ساقه نداشت.

قطر طبق

بر طبق نتایج اثر تنش خشکی و محلول‌پاشی سلنیوم بر صفت قطر طبق در سطح احتمال یک درصد معنی بود (جدول یک). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده بین تیمارهای تنش خشکی نشان داد که بیش‌ترین و کم‌ترین قطر طبق در تیمارهای شاهد و تنش شدید به‌ترتیب با میانگین‌های ۲۷/۲۵ و ۲۴/۰۸ میلی‌متر حاصل شد. البته تیمار تنش متوسط و تیمار تنش شدید اختلاف معنی‌داری در این صفت نشان ندادند (جدول دو). در بین سطوح محلول‌پاشی سلنیوم، بیش‌ترین قطر طبق با میانگین ۲۶/۷۷ میلی‌متر مربوط به تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بود (جدول سه). اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی سلنیوم نیز معنی‌دار نبود. اثر تنش خشکی روی کاهش قطر طبق توسط کلهری و همکاران (۱۳۸۱) آندریا و همکاران (Andria *et al*., 1995) و یگاپان و همکاران (Yegappan *et al*., 1982) نیز گزارش شد. قطر طبق از جمله اساسی‌ترین صفاتی است که تحت تاثیر تنش رطوبتی افت می‌کند و بر اجزای عملکرد نظیر، تعداد دانه در طبق تاثیر منفی می‌گذارد.

عملکرد و اجزای عملکرد

تعداد دانه در طبق

نتایج تجزیه واریانس تعداد دانه در طبق (جدول چهار) نشان داد که بین تیمارهای تنش خشکی صفت تعداد دانه در طبق اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد ($P< ۰/۰۱$) وجود دارد. مقایسات میانگین اثرات ساده نشان داد که از میان تیمارهای تنش خشکی، بیش‌ترین تعداد دانه در طبق مربوط به تیمار شاهد با میانگین ۲۵/۰۰ بود (جدول چهار). امیدی (۱۳۸۸) طی بررسی اثر تنش آبی بر ویژگی‌های زراعی و فیزیولوژیکی سه رقم گلرنگ بهاره در کرج اظهار داشت که در بین سطوح مختلف تنش آبی، بیش‌ترین و کم‌ترین تعداد دانه در طبق به‌ترتیب با میانگین ۳۶/۵۵ و ۲۶/۷۵ عدد مربوط به تیمار شاهد و تیمار تنش شدید بود.

همچنین نتایج نشان داد که بین سطوح محلول‌پاشی سلنیوم نیز از نظر تعداد دانه در طبق اختلاف معنی‌دار دیده شد و بیش‌ترین تعداد دانه در طبق به تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر با میانگین ۲۴/۱۱ مربوط بود (جدول پنج). اثر متقابل تنش خشکی در محلول‌پاشی سلنیوم نیز معنی‌دار بود و بیش‌ترین تعداد دانه در طبق در تیمار بدون تنش و محلول‌پاشی سلنیوم با غلظت۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر حاصل شد (شکل چهار).

تعداد طبق

نتایج نشان داد که تأثیر تنش خشکی و همچنین کاربرد محلول‌پاشی سلنیوم بر تعداد طبق در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول چهار). بیش‌ترین میانگین تعداد طبق در بین سطوح تنش خشکی در تیمار شاهد (۱۶/۷۸ عدد) به‌دست آمد (جدول پنج). صفت تعداد طبق از اجزای مهم عملکرد دانه است و از این رو اهمیت باشد. در مطالعه‌ای کافی و رستمی (۱۳۸۶) اظهار داشتند که در هر دو سال آزمایش اثر تیمار تنش آبی بر تعداد طبق در بوته معنی‌دار بود. به‌طوری‌که بیش‌ترین تعداد طبق مربوط به تیمار آبیاری کامل (شاهد) و کم‌ترین آن مربوط به تیمار تنش خشکی شدید بود. در بین سطوح محلول‌پاشی سلنیوم نیز بیش‌ترین تعداد طبق به تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر (۱۷/۱۷عدد) مربوط بود. با افزایش غلظت از ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر به ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر افزایشی در تعداد طبق مشاهده نشد (جدول شش). اثر متقابل تنش خشکی در محلول‌پاشی

سلنیوم معنی‌دار بود (جدول چهار). بررسی مقایسات میانگین نشان داد که بیش‌ترین تعداد طبق در تیمار آبیاری معمول +۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر حاصل شد (شکل پنج).

جدول ۴- تجزیه واریانس عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ تحت تنش خشکی و محلول‌پاشی سلنیوم

Table 4. Analysis of variance for yield and yield component of Safflower in Drought stress and selenium

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد دانه Grain Yield	عملکرد بیولوژیک Biological Yield	وزن هزار دانه 1000-G.weight	تعداد دانه در طبق N.o. seeds per head	تعداد شاخه فرعی N. of branches	تعداد طبق N. of heads	شاخص برداشت HI
تکرار Rep	2	81790**	1397691^{ns}	8.44^{ns}	9.52**	0.21^{ns}	4.39*	5.54^{ns}
تنش خشکی Drought stress (A)	2	948264**	90225743**	52.11**	91.19**	4.39**	13.89**	16.93**
خطای اصلی (Ea)	4	6270	1153511	6.73	0.40	0.36	1.27	2.08
سلنیوم selenium (B)	3	555389**	8861889**	99.81**	51.91**	1.96	35.76**	2.05^{ns}
اثر متقابل A*B	6	135162**	4798417**	12.33**	14.75**	0.76^{ns}	3.96**	2.62^{ns}
خطای فرعی (Eb)	18	7540	917901	3.05	0.66	0.64	1.13	2.59
کل Total	36							

ns * و **به ترتیب غیر معنی‌داربودن ومعنی‌دار در سطح احتمال پنج ویک درصد

ns, * and **: Non-significant and significant at 5 and 1% level of probability, respectively.

جدول ۵- مقایسات میانگین عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ تحت تیمار تنش خشکی

Table 5. Comparison of means of yield and yield component of Safflower in Drought stress

تنش خشکی drought stress	عملکرد دانه Grain Yield (kg.ha)	عملکرد بیولوژیک Biological Yield (kg.ha)	وزن هزار دانه 1000-G. weight (gr)	تعداد دانه در طبق N.o seeds per head (N.O)	تعداد شاخه فرعی Number of branches (N.O)	تعداد طبق Number of heads (N.O)	شاخص برداشت HI (%)
۵۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (شاهد) 50 mm evaporation (Control)	2601^{a}	12810^{a}	32.25^{a}	25.00^{a}	4.91^{a}	16.78^{a}	20.49^{a}
۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (تنش متوسط) 80 mm evaporation	2330^{b}	11515^{b}	28.91^{b}	22.58^{b}	4.29^{ab}	15.02^{b}	20.20^{a}
۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر (تنش شدید) 110 mm evaporation	2039^{b}	11163^{b}	28.41^{b}	19.50^{c}	3.70^{b}	14.83^{b}	18.30^{b}

میانگین‌های که با حروف مشابه در هر ستون نشان داده شده‌اند از نظر آماری در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

Means with the same letter in each column are not significantly different.

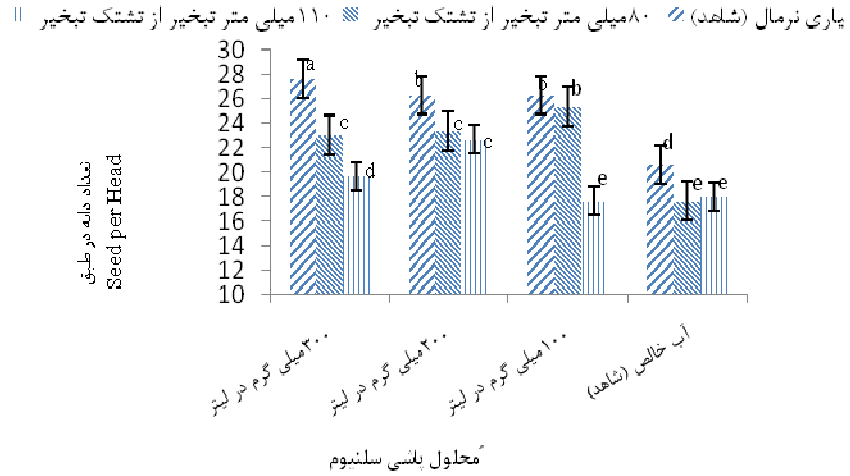
جدول ۶- مقایسات میانگین عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ تحت تیمار سلنیوم

Table 6. Comparison of means of yield and yield component of Safflower in selenium

سلنیوم Selenium	عملکرد دانه Grain Yield (kg.ha)	عملکرد بیولوژیک Biological Yield (kg.ha)	وزن هزار دانه 1000-Grain weight (gr)	دانه در طبق seed per head(N.O)	تعداد شاخه فرعی Number of branches(N.O)	تعداد طبق Number of heads(N.O)	شاخص برداشت HI (%)
شاهد Control	1955^{c}	10401^{b}	24.88^{b}	18.77^{c}	3.70^{b}	12.68^{c}	18.97^{a}
۱۰۰ میلی گرم در لیتر 100 mg. lit	2411^{b}	11960^{a}	31.11^{a}	23.11^{b}	4.16^{ab}	15.79^{b}	20.05^{a}
۲۰۰ میلی گرم در لیتر 200 mg.lit	2501^{a}	12643^{a}	31.88^{a}	24.11^{a}	4.64^{a}	17.17^{a}	19.85^{a}
۳۰۰ میلی گرم در لیتر 300 mg.lit	2426^{ab}	12313^{a}	31.55^{a}	23.44^{ab}	4.69^{a}	16.53^{ab}	19.79^{a}

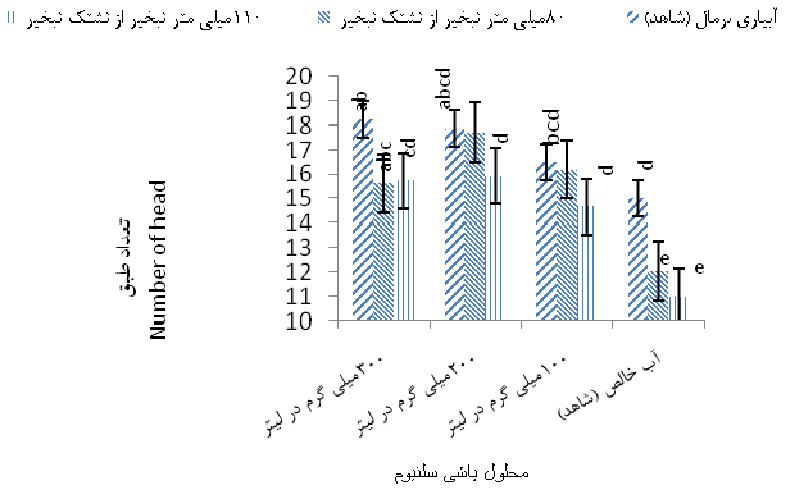
میانگین‌های که با حروف مشابه در هر ستون نشان داده شده‌اند از نظر آماری در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند

Means with the same letter in each column are not significantly different.



شکل ۴- میانگین‌های اثرات متقابل سطوح مختلف تنش خشکی و محلول‌پاشی سلنیوم بر تعداد دانه در طبق

Fig 4. Means of interactions between drought stress and selenium on number of seeds per head



شکل ۵- میانگین اثرات متقابل سطوح مختلف تنش خشکی و محلول‌پاشی سلنیوم بر تعداد طبق

Fig 5. Means of interactions between drought stress and selenium on number of head

وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای اعمال شده تأثیر معنی‌داری (P< ۰/۰۱) بر وزن هزار دانه گلرنگ داشت، اما اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی سلنیوم معنی‌دار نبود (جدول چهار). در بین سطوح تنش خشکی بیش‌ترین و کم‌ترین وزن هزار دانه در تیمارهای شاهد و تنش شدید به‌ترتیب با میانگین‌های ۳۲/۲۵ و ۲۸/۴۱ گرم به‌دست آمد (جدول پنج). نادری درباغشاهی و همکاران (۱۳۸۶) طی تحقیقی اظهار داشتند که اثر تیمار مقادیر آبیاری بر وزن هزار دانه معنی‌دار نبود ولی تیمار قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد گلرنگ در سطح یک درصد بر وزن هزار دانه معنی‌دار شد، به‌طوری‌که بیش‌ترین وزن هزار دانه با میانگین ۳۴/۷۶ گرم مربوط به تیمار قطع آبیاری در مرحله رسیدگی فیزیولوژیکی دانه‌ها و کم‌ترین وزن هزار دانه با میانگین ۳۲/۱۱ گرم مربوط به تیمار قطع آبیاری در مرحله شروع گلدهی گلرنگ بود.

همچنین بررسی مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیش‌ترین وزن هزار دانه در میان سطوح محلول‌پاشی سلنیوم در تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر (با میانگین ۳۱/۸۸ گرم) و کم‌ترین آن نیز در تیمار شاهد (با میانگین ۲۴/۸۸ گرم) حاصل شد (جدول شش). نتایج به‌دست آمده با نتایج تحقیقات هاشم و همکاران و همکاران (Hashem *et al*., 1998) مطابقت دارد.

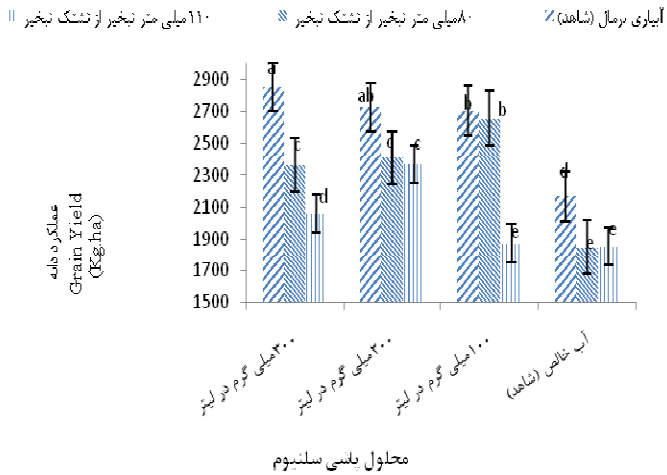
تعداد شاخه فرعی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر تعداد شاخه فرعی گلرنگ داشت (P< ۰/۰۱). همچنین تأثیر محلول‌پاشی سلنیوم نیز بر تعداد شاخه فرعی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد، اما اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی سلنیوم معنی‌دار نبود (جدول چهار). بیش‌ترین تعداد شاخه فرعی در بین تیمارهای تنش خشکی در تیمار شاهد با میانگین ۴/۹۱ به‌دست آمد (جدول پنج). احمدیان و همکاران (۱۳۹۰) در یک بررسی، کاهش تعداد شاخه جانبی را در طی افزایش سطوح خشکی در گیاه بابونه آلمانی مشاهده نمودند. مقایسات میانگین اثرات ساده بین سطوح محلول‌پاشی سلنیوم نیز نشان داد که بیش‌ترین تعداد شاخه فرعی در تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد (جدول شش).

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه گلرنگ داشت (P<۰/۰۱). همچنین تأثیر محلول‌پاشی سلنیوم نیز بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول چهار). بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد دانه در بین تیمارهای تنش خشکی در تیمارهای شاهد و تنش شدید به‌ترتیب با میانگین‌های ۲۶۰۱ و ۲۰۳۹ کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد (جدول چهار). در تحقیقی که طی دو سال انجام شد، در هر دو سال آزمایش اثر تیمار تنش آبی بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد، بیش‌ترین عملکرد دانه در سال دوم آزمایش با میانگین ۲۵۹۱ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار آبیاری کامل (شاهد) و کم‌ترین عملکرد دانه در سال دوم با میانگین ۹۴۶ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار تنش خشکی شدید بود (کافی و رستمی، ۱۳۸۶). مقایسات میانگین اثرات ساده بین سطوح محلول‌پاشی سلنیوم نیز نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه در تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد (جدول پنج). اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی سلنیوم معنی‌دار بود و بیش‌ترین عملکرد دانه (۲۸۵۴ کیلوگرم در هکتار) در تیمار آبیاری معمول به‌همراه محلول‌پاشی سلنیوم به غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر حاصل شد (شکل ۶). نتایج نشان داد که سلنیوم به‌صورت محلول‌پاشی می‌تواند عملکرد گیاه را تحت تنش خشکی بهبود دهد (Zahedi *et al*., 2009).

همچنین سلنیوم تحمل گیاهان زراعی را نسبت به تنش‌ها افزایش داده و عملکرد محصول را بهبود بخشید (Van Oosterom *et al*., 2006).



شکل ۶- میانگین‌های اثرات متقابل سطوح مختلف تنش خشکی و محلول‌پاشی سلنیوم بر عملکرد دانه
Fig 6. Means of interactions between drought stress and selenium on grain yield

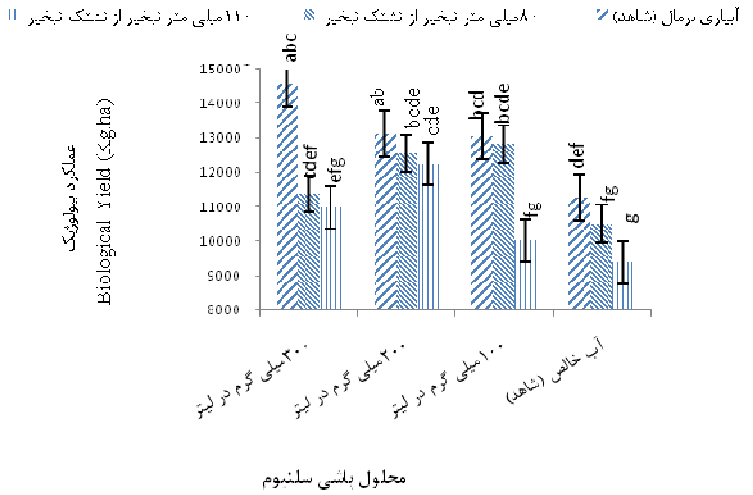
عملکرد بیولوژیک

بر طبق نتایج تأثیر تنش خشکی بر عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. همچنین جدول تجزیه واریانس (جدول چهار) نشان داد که محلول‌پاشی سلنیوم تأثیر معنی‌داری بر عملکرد بیولوژیک داشت (P< ۰/۰۱). بیش‌ترین میانگین عملکرد بیولوژیک در سطوح تنش خشکی مربوط به تیمار شاهد (۱۲۸۱۰ کیلوگرم در هکتار) و کم‌ترین آن نیز در تیمار تنش شدید به‌دست آمد (جدول پنج). امیدی (۱۳۸۸) طی بررسی اثر تنش آبی بر ویژگی‌های زراعی و فیزیولوژیک سه رقم گلرنگ بهاره در اظهار داشت که در بین سطوح مختلف تنش آبی، بیش‌ترین و کم‌ترین عملکرد بیولوژیک به‌ترتیب با میانگین ۵۱۰۰ و ۳۹۰۰ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار شاهد و تیمار قطع آبیاری در دو مرحله میوه‌دهی و گل‌دهی بود.

در بین سطوح محلول‌پاشی سلنیوم، بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک (با میانگین ۱۲۶۴۳ کیلوگرم در هکتار) در تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر حاصل شد. نتایج حاکی از آن است که با افزایش غلظت سلنیوم افزایشی در عملکرد بیولوژیک حاصل نشد (جدول شش). اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی سلنیوم نیز از نظر آماری معنی‌دار بود و بیش‌ترین عملکرد بیولوژیک در تیمار آبیاری معمول به‌همراه محلول‌پاشی سلنیوم به‌دست آمد (شکل هفت). تاثیر سلنیوم این است که در زمان تشکیل تنش اکسیداتیو ناشی از خشکی و تشکیل رادیکال‌های آزاد که منجر به صدمات و نابودی سلول‌ها می‌شوند. فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان همچون گلوتاتیون پراکسیداز را انجام می‌دهد. در حقیقت بدون سلنیوم این آنزیم‌ها نمی‌توانند به اندازه کافی تشکیل شود و سیستم آنتی‌اکسیدانتی را فعال نماید (Timoty, 2001).

شاخص برداشت

بر طبق نتایج اثر تیمار تنش خشکی بر شاخص برداشت معنی‌دار بود، اما اثر محلول‌پاشی سلنیوم و همچنین اثر متقابل سلنیوم و تنش خشکی بر شاخص‌برداشت معنی‌دار نبود (جدول چهار). با اعمال تنش خشکی عملکرد دانه کاهش بیش‌تری نسبت به عملکرد بیولوژیک داشت و سبب کاهش شاخص برداشت شد، بیش‌ترین شاخص برداشت، در بین تیمارهای تنش خشکی به تیمار شاهد مربوط بود (جدول پنج). در تیمار محلول‌پاشی سلنیوم، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک هر دو افزایش داشتند و در نتیجه تأثیر معنی‌داری در شاخص برداشت مشاهده نشد (جدول شش). نتایج به دست آمده با تحقیقات سیبی و همکاران (۱۳۹۰) مطابقت داشت.



شکل ۷- میانگین اثرات متقابل سطوح مختلف تنش خشکی و محلول‌پاشی سلنیوم بر عملکرد بیولوژیک
Fig 6. Means of interactions between drought stress and selenium on biological yield

نتیجه‌گیری کلی

در مجموع با توجه به نتایج به‌دست آمده، می‌توان گفت کاربرد سلنیوم در شرایط تنش خشکی سبب کاهش اثرات تنش خشکی گردید. در بین تیمارهای تنش خشکی، بیش‌ترین خسارت وارد شده بر صفات اندازه‌گیری شده، در تیمار تنش شدید (۱۱۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر) مشاهده شد، که نشان‌دهنده حساسیت گلرنگ به این شدت تنش می‌باشد. همچنین در بین سطوح محلول‌پاشی سلنیوم در شرایط تنش خشکی (متوسط و شدید)، در این پژوهش بهترین نتیجه از تیمار محلول‌پاشی سلنیوم با غلظت ۲۰۰میلی‌گرم در لیتر به دست آمد. با توجه به سمی بودن عنصر سلنیوم برای گیاه در غلظت‌های بالا با افزایش غلظت محلول سلنیوم از (۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) به (۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر) شاخص‌های بررسی شده، کاهش یافت.

منابع

References

احمدیان، ا.، قنبری، ا.، سیاه سر، ب. ۱۳۹۰. اثر تنش خشکی و مصرف انواع کود آلی و معدنی و بقایای آن‌ها بر عملکرد و اجزای عملکرد بابونه آلمانی. نشریه بوم‌شناسی کشاورزی. جلد ۳، شماره ۳، ۳۸۳-۳۹۵.

امیدی، ا. ۱۳۸۸. اثر تنش خشکی در مراحل رشدی مختلف بر عملکرد دانه و برخی ویژگی‌های زراعی و فیزیولوژیکی سه رقم گلرنگ بهاره. مجله به زراعی نهال و بذر. جلد ۲- ۲۵. شماره ۱. سال ۱۳۸۸.

دادنیا، م. ر.، حبیبی، د.، اردکانی، م.ر. و نورمحمدی، ق. ۱۳۸۷. بررسی اثر تنش خشکی و محلول‌پاشی سلنیوم بر عملکرد و فعالیت برخی از بیومارکرهای بیوشیمیایی در ارقام مختلف آفتابگردان روغنی. مجله زراعت و اصلاح نباتات ایران. جلد ۴، شماره: ۸۱-۷۱.

دادنیا، م. ر.۱۳۹۱. بررسی اثر کمبود آب و محلول‌پاشی سلنیوم بر فعالیت‌های برخی از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت در ارقام آفتابگردان روغنی. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. سال چهارم، شماره چهاردهم: ۸۱-۷۱.

ساجدی، ن.ع.، اردکانی، م.ر.، نادری، ا.، مدنی، ح.، و مشهدی اکبربوجار، م. ۱۳۸۷. تاثیر کاربرد عناصر غذایی بر خصوصیات زراعی ذرت (رقم سینگل کراس ۷۰۴) تحت تنش کمبود آب در مراحل مختلف رشد. مجله زراعت و اصلاح نباتات.

سیبی، م. میرزاخانی، م و گماریان، م. ۱۳۹۰. اثر تنش آبی، مصرف زئولیت و سالیسیلیک اسید بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ بهاره. یافته‌های نوین کشاورزی. سال پنجم - شماره سوم. ۲۷۵-۲۹۰.

شافعی، س.۱۳۸۴. بررسی تاثیر کم آبی بر برخی از خصوصیات فیزیولوژیکی و سطح فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت ارقام مختلف سویا. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه ازاد اسلامی واحد کرج.

صفاریزدی. آ.، لاهوتی، م. و گنجعلی، ع. ۲۰۱۲. تاثیر غلظت‌های مختلف سلنیوم بر خصوصیات مورفولوژیکی گیاه اسفناج (*Spinaciaoleracea* L.). کنگره بین‌المللی بیولوژی کاربردی. دوره ۲۶، شماره ۳، صفحات ۲۹۲- ۳۰۰.

صمدی فیرزوآبادی، ب.، یزدانی، ف. ۱۳۹۱. اثر تاریخ کاشت بر روی عملکرد دانه و روغن چهار رقم گلرنگ در منطقه ورامین. مجله به زراعی نهال و بذر. ۲۸-۲(۴): ۴۵۹-۴۷۰.

غلامی، ح.، سجادی، ن.ع.، گماریان، م. و سبحانی، م.ر. ۱۳۹۰. واکنش صفات زراعی به عناصر کم‌مصرف و سلنیوم تحت تنش کمبود آب در کلزا. ششمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان. دانشکده کشاورزی.

فروزان، ک. ۱۳۷۹. گلرنگ. انتشارات شرکت سهامی خاص توسعه کشت دانه‌های روغنی. ۱۵۴ صفحه.

کافی، م. و رستمی، م. ۱۳۸۶. اثر تنش خشکی بر عملکرد، اجزای عملکرد و درصد روغن ارقام گلرنگ در شرایط آبیاری با آب شور. مجله پژوهشهای زراعی ایران. ج ۵ ، ش ۱. ص ۱۳۱ ۱۲۱.

کلهری، ج.، مظاهری، م. و حسین زاده، ع. ۱۳۸۱. بررسی قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام آفتابگردان. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران. ۱۱۸ صفحه.

نادری درباغشاهی، م.ر.، بنی‌طباء، ع.ر.، شهسواری، م.ر. و جوانمرد، ح.ر. ۱۳۸۶. بررسی تأثیر تنش خشکی بر زودرسی گلرنگ پاییزه در منطقه اصفهان. مجله پژوهش در علوم کشاورزی، سال سوم، شماره دوم، صفحات ۱۵۰-۱۳۸.

Andria, R., Chiaranda, F.Q., Magliulo, V., and Mori, M. 1995. Yeild and soil water uptake of sunflower. Journal of Agronomy and Crop Science, 170: 261–269.

Gill, H.S., and Meelu, O.P. 2008. Studies on the substitution of inorganic fertilizers with Azospirillum rates on wheat yield. Fert. Res. 25: 255-62.

González, N. 2007. Fijación denitrógeno ensoja. Inoculantes: Situation actualy perspectivas en la Argentina. p. 161–169. In: De la Biología del Suelo a la Agriculture, A. Thuar, F. Cassán and C. Olmedo (eds.). Univ. Nacional de Río Cuarto. Río Cuarto, Argentina.

Hasanuzzaman, M., Anwar Hossain, M., and Masayuki, F. 2010. Selenium in higher plants: physiological role, antioxidant metabolism and abiotic stress tolerance. Journal of Plant Science, 5: 354-375.

Hashem, A, Cheam, A, Bowran, D, and Piper, T. 1998. Annual ryegrass control in wheat by chemical and non-chemical options. In D Bowran and T Piper (eds) proceedings of Crop Protection Technical Symposium: highlights of weed research and development in Western Australia. 18-20 February. Perth, Western Australia. pp 32-33.

Khattab, H. 2004. Metabolic and oxidative responses associated with exposure of Erucasativa (rocket) plants to different levels of selenium. International Journal Agriculture Biology, 6: 1101-1106.

Krzysztof, K., Nowak, J., and Ligocki, M. 2008. Effects of selenium content in green parts of plants on the amount of ATP and ascorbate–glutathione cycle enzyme activity at various growth stages of wheat and oilseed rape. Journal of Plant Physiology, 165: 1011-1022.

Ju-hong, Y., Mian-hao, H., Zao-hong, Z. 2013. Selenium Alleviates Coleus from Oxidative Damage under Pb Stress by Resource Allocation and Antioxidant Defense System. 2013. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology. 6(9):1606-1613.

Kuznetsov, V.V., Kholodova, V.P., Kuznetsov, V.V., Yagodin, B.A. 2003. Selenium regulates the water status of plants exposed to drought. Dokl. Biol. Sci., 390:266-268.

Rios, J.J., Blasco, B., Cervilla, L.M., Rosales, M.A., Sanchez-Rodriguez, E., Romero, L., and Ruiz, J.M. 2008. Production and detoxification of H2O2in lettuce plants exposed to selenium. Annals of Applied Biology, 154: 107–116.

Tapiero, H., Townsend, D.M., Tew, K.D. 2003. Dossier: Oxidative stress pathologies and antioxidants: The antioxidant role of :selenium and seleno-compounds. Biomed. Pharmacoth., 57:134-144.

Timothy, P. 2001. Glutathion –Related enzymesand Selenium status: Implication for oxidative stress. Biochem Pharm. 62: 273-281.

Van Oosterom, E.J., Weltzien, E., Yadav, O.P., and Bidinger, F.R. 2006. Grain yield components of pearl millet under optimum conditions can be used to identify germplasm with adaptation to arid zones. Field Crops Res.96:407–421.

Nowak J., Kaklewski, K., Ligocki, M. 2004. Influence of selenium on oxidative enzymes activity in soil and in plants. SoilBiol. Biochem., 36:1553-1558.

Willmont, D.B., Pepeer, G.E., Nafziger, E.D. 1989. Random stand deficiency and replanting delay effects on soybean yield and yield components: canopy and morphological responses. Agron. J. 81, 423-430.

Xue, T.L., Hartikainen, H., Piironen, V. 2001. Anti oxidative and growth-promoting effects of selenium on senescing lettuce. Plant Soil, 237: 55-61.

Yegappan, T., Paton, M.D., Gates, C.T., and Muller, W. 1982. Water stress in sunflower (responses of cyptla size). Annuals of Botony, London. 49:63-68.

Zahedi, H., Noormohammadi, GH., Shiranirad, A.H., Habibi, D., and Akbarboojar, M.M. 2009. (A). Effect of Zeolit and Foliar Application of Selenium on Growht, Yield Componenet of Three Canola Cultivar under Conditions of Late Season Drought Stress. Notulae Scientia Biologicae.1(1),73-80.