

اثر پتاسیم و روی بر تحمل به خشکی کلزای پائیزه در شرایط اقلیمی دهلران

ابراهیم مرادعلی وند^۱، عباس ملکی^۲ و سید عطاءاله سیادت^۳

چکیده

به منظور بررسی اثر پتاسیم و روی بر تحمل به خشکی کلزای پائیزه آزمایشی در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ در شهرستان دهلران اجرا گردید. این آزمایش به صورت اسپلیت پلات فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گردید. قطع آبیاری به عنوان عامل اصلی در ۳ سطح شامل آبیاری نرمال (شاهد)، قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی، قطع آبیاری دو هفته بعد از گل‌دهی در کرت‌های اصلی و مقادیر کودهای پتاسیم و روی در ۳ سطح شامل سولفات پتاسیم به میزان صفر، ۹۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار و سولفات روی به میزان صفر، ۱۵ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار بودند که به صورت فاکتوریل در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی نشان داد که اثرات ساده تیمارهای آزمایشی بر همه صفات به جز شاخص برداشت معنی‌دار بود. اثرات متقابل دو گانه و سه گانه به جز بر تعداد شاخه‌های گل‌دهنده اصلی و فرعی بر سایر صفات مورد بررسی معنی‌دار نشد. نتایج این تحقیق نشان داد که کود پتاسیم و روی تأثیر مثبتی بر خصوصیات مورد مطالعه داشته و با افزایش مقدار پتاسیم و روی روند افزایشی در میانگین عملکرد و اجزای عملکرد مشاهده شد. نتایج نشان داد کاربرد کودهای پتاسیم و روی توانست اثرات تنش خشکی را بکاهد، در نهایت مقادیر ۱۸۰ کیلوگرم پتاسیم و ۳۰ کیلوگرم روی جهت کشت این گیاه در شرایط منطقه مورد کشت توصیه می‌گردد.

کلمات کلیدی: تنش خشکی، پتاسیم، روی، کلزا، عملکرد.

تاریخ پذیرش: ۹۱/۶/۲۰

تاریخ دریافت: ۹۱/۲/۱۵

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد درفول، دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، درفول، ایران.

E- mail: moradalivand3126@yahoo.com

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد ایلام، گروه زراعت و اصلاح نباتات، ایلام، ایران.

۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد درفول، گروه زراعت و اصلاح نباتات، درفول، ایران.

مقدمه و بررسی منابع علمی

کلزا (*Brassica napus* L.) یکی از گیاهان روغنی خانواده شلغمیان (*Brassicaceae*) بوده که به سبب دارا بودن میزان روغن زیاد (۴۰ تا ۴۵ درصد) کیفیت خوب روغن به دلیل فقدان کلسترول، کشت و کار آسان، عملکرد مطلوب، ثبات نسبی عملکرد، قابلیت جایگزینی در تناوب، کشت به صورت پاییزه و بهاره، تحمل در برابر شوری خاک، توقع اندک نسبت به مواد غذایی موجود در خاک، مقاومت به سرما و سازگاری با شرایط اقلیمی مناطق مختلف کشور و به دلیل دارا بودن توانایی بالقوه بالا برای تامین قسمت عمده روغن مورد نیاز کشور و کمک به اقتصاد خانواده مورد توجه قرار گرفته است (Dameh, 2003).

خشک‌سالی و تنش حاصل از آن تولیدات کشاورزی را با محدودیت روبرو می‌سازد و بازده کشت در مناطق خشک و دیم را کاهش می‌دهد (Asadi and Malakooti, 2003). بدون شک مصرف بهینه عناصر غذایی نقش بسزایی در افزایش عملکرد و کیفیت کلزا خواهد داشت. به دلایل مختلفی از جمله کشت مداوم، مصرف نامتعادل کودها، آهکی بودن خاک‌ها و عدم مصرف کودهای محتوی عناصر کم مصرف و نیز کودهای آلی، باعث ظهور کمبود عناصر کم مصرف شده، در نتیجه عملکرد این گیاه از حد مطلوب بسیار پائین می‌باشد. پتاسیم نقش ویژه‌ای در حیات و بقا گیاهان تحت شرایط تنش محیطی بازی می‌کند. در شرایط کمبود پتاسیم، حساسیت گیاهان به تنش‌های

محیطی افزایش می‌یابد (Marschner, 1995). کمبود عناصر غذایی کم مصرف در گیاهان و محصولات زراعی گسترش جهانی دارد، به طوری که ۳۰ درصد خاک‌های دنیا مبتلا به کمبود آهن و روی می‌باشند (Asadi and Malakooti, 2003).

تنش خشکی هنگامی ایجاد می‌شود که رطوبت موجود در اطراف ریشه، به حدی کاهش یابد که گیاه قادر به جذب آب کافی نباشد، یا به عبارت دیگر زمانی که تعرق بیشتری از جذب آب صورت بگیرد (Sheykhbaglu et al., 1999). سینکی و همکاران (Sinaki et al., 2007) و هم‌چنین مندهام و سالیسبوری (Mendham and Salisbury, 1995)، گزارش کردند که آبیاری تکمیلی یا طولانی کردن مرحله گلدهی در کلزا، باعث افزایش تعداد خورجین و تعداد دانه در خورجین می‌گردد، به طوری که علت آن را در سطح برگ بالاتر در طول این مرحله از رشد دانستند. بر اساس گزارش نیلسن (Nielson, 1997)، کلزا در مرحله پرکردن دانه، بیشترین حساسیت را به تنش آب نشان می‌دهد.

سلیمانپور و همکاران (Soleimanpoor et al., 2009)، اظهار داشتند از آنجایی که عملکرد روغن دانه حاصل ضرب دو صفت عملکرد دانه و درصد روغن دانه می‌باشد و تنش کم آبی سبب کاهش هر دو صفت شده، لذا عملکرد روغن دانه نیز با افزایش فواصل دور آبیاری کاهش نشان می‌دهد. در کلزا، از مرحله شکفتن گل تا دو هفته بعد از آن، اعمال ۵۰ درصد آبیاری نسبت به شرایط

در هکتار پتاسیم دریافت کرده بودند به ترتیب ۱۷/۵ و ۳۱/۷ درصد عملکرد بالاتری داشتند. رز و همکاران (Rose et al., 2008) به این نتیجه رسیدند که برای به حداکثر رساندن عملکرد دانه کلزا، رساندن پتاسیم کافی در اوایل گلدهی مهم است. در این رابطه شارما (Sharma, 2002) گزارش نموده است که مصرف پتاسیم عملکرد کلزا را تحت شرایط تنش و بدون تنش خشکی ۲۵-۱۵ درصد افزایش داد.

با توجه به این که در شرایط آب و هوایی ایران کشت محصولات زراعی در دوره رشد و خصوصاً در مراحل انتهایی خود با تنش خشکی مواجه می‌شوند و با توجه به نقش پتاسیم و روی در ایجاد تحمل و افزایش عملکرد در شرایط تنش خشکی این تحقیق به منظور بررسی نقش این دو عنصر در تحمل به خشکی کلزای پاییزه در شرایط گرمسیری و خشک منطقه دهلران انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ در ۱۲ کیلومتری شرق شهر دهلران انجام گرفت. منطقه با عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۵ دقیقه و ۳۶/۳ ثانیه شمالی و طول ۴۷ درجه و ۱۹ دقیقه و ۳۸/۸ ثانیه شرقی با ارتفاع ۱۲۷ متر از سطح دریا و متوسط بارندگی حدود ۲۵۰ میلی‌متر، بدون بارندگی تابستانه در جنوب غرب کشور و در اقلیم گرم و خشک واقع شده است. آزمایش به صورت اسپلٹ پلات فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های

معمول عملکرد را کاهش می‌دهد، به طوری که در این مرحله بر اثر وقوع تنش خشکی ۲۰ درصد کاهش در عملکرد دیده شده است. این کاهش عملکرد بیشتر از کاهش تعداد خورجین‌ها ناشی می‌گردد (Minguez, 1974). رهنما و بخشنده (Rahnama and Bakhshandeh, 2006)، گزارش کردند که بیشترین میزان عملکرد دانه کلزا در تیمارهای قطع آبیاری بهاره، صرفاً در تیمار قطع آبیاری پس از مرحله گلدهی رخ داد و عمدتاً عملکرد دانه کلزا در اثر برخورد دوره زایشی با تنش خشکی محدود گردید.

نقش اساسی روی در فعالسازی تعداد زیادی از آنزیم‌های گیاهی بوده که یا مستقیماً در ساختمان آن‌ها شرکت دارد و یا به عنوان کوفاکتور لازم است. در گیاهان مبتلا به کمبود روی غلظت پروتئین کاهش یافته ولی غلظت آمیدها و آمینو اسیدها افزایش می‌یابد. در تحقیقات انجام شده توسط ژونگو و همکاران (Zhonggui et al., 1998) در چین با کاربرد سولفات روی، عملکرد دانه کلزا و تولید ماده خشک تحت شرایط مزرعه افزایش یافت.

جیانوی و همکاران (Jianwei et al., 2007) طی آزمایشی درباره تاثیر مصرف پتاسیم بر عملکرد و کارایی مصرف عناصر غذایی کلزا گزارش کردند عملکرد دانه به طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار گرفت، به طوری که در مقایسه با تیمار شاهد (عدم مصرف پتاسیم) تیمارهای که ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم

و با خاک مخلوط شدند. در این رابطه کل فسفر و یک سوم کود نیتروژن مورد نیاز به صورت کود پایه به خاک داده شد دو سوم باقی مانده نیتروژن در دو مرحله خروج بوته‌ها از مرحله روزت و شروع گل‌دهی به خاک داده شد. هر کرت آزمایشی به عرض ۲/۵ و طول ۴ متر بوده و در هر کرت ۶ ردیف کاشت با فواصل خطوط ۳۵ سانتی‌متر اجراء شد و مساحت کرت‌ها ۱۰ مترمربع بود فاصله بین کرت‌ها ۴۰ سانتی‌متر و فاصله بین کرت‌های اصلی یک متر و فاصله بین تکرارها ۱/۵ متر در نظر گرفته شد. کشت بذر در تاریخ ۹۰/۸/۱۴ به وسیله دست و در عمق ۲-۳ سانتی‌متری و با فواصل ۵-۳ سانتی‌متر و به صورت کپه‌ای و در هر کپه ۵-۳ بذر کشت گردید.

در هر تیمار پس از انجام عملیات کشت بذر و توزیع کودهای پتاسیم و روی مورد نیاز آبیاری به صورت هم‌زمان انجام گرفت. اولین آبیاری برای همه تیمارها یکسان و هم‌زمان بوده و به عنوان تاریخ کاشت کلزا در نظر گرفته شد. بر اساس تیمارهای مورد بررسی در مرحله گل‌دهی و دو هفته بعد از گل‌دهی قطع آبیاری انجام گرفت و در ادامه آبیاری بر اساس روند سابق تا پایان دوره رشد و بر اساس عرف منطقه یعنی آبیاری دوم پس از آبیاری اول و به فاصله ۷ روز از آن انجام شد و بدین ترتیب مرحله جوانه‌زدن و استقرار گیاهچه به خوبی سپری گردید. به تدریج به دلیل رشد گیاه، پوشش زمین و کاهش تبخیر از سطح و سرد بودن هوا فاصله بین آبیاری‌ها افزایش یافت و هر ۱۲ روز

کامل تصادفی در سه تکرار انجام گردید. تیمار قطع آبیاری به عنوان عامل اصلی در ۳ سطح شامل ۱- آبیاری نرمال (شاهد) ۲- قطع آبیاری در مرحله گل‌دهی ۳- قطع آبیاری دو هفته بعد از گل‌دهی (بعد از گرده‌افشانی هنگامی که ۲۰-۳۰ درصد مزرعه به خورجین رفته باشد) در کرت‌های اصلی و مقادیر کودهای سولفات پتاسیم و سولفات روی در ۳ سطح به عنوان کرت فرعی شامل سولفات پتاسیم به میزان صفر، ۹۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار و سولفات روی به میزان صفر، ۱۵ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار به صورت فاکتوریل در کرت فرعی قرار گرفتند.

رقم کلزا مورد استفاده در این آزمایش Hayola 401 بود. این رقم با تیپ زراعی بهاره، زودرس با سازگاری در مناطق معتدل و گرم و مرطوب با طول دوره رسیدگی ۱۳۸ روز است.

به منظور تامین نیاز غذایی گیاه و تکمیل حاصل‌خیزی خاک با توجه به توصیه کودی حاصل از نتیجه آزمون خاک (بافت خاک clay loam، پتاسیم ppm ۱۸۸، نیتروژن ppm ۵۶۰، اسیدیته ph ۷/۰۴، هدایت الکتریکی um/cm ۴۰/۸۰، کربن آلی ۶۱ درصد، روی (۰/۲۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) کود مورد نیاز تعیین شد، مقدار اختصاص یافته (پتاسیم و روی) و مقدار ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن (از منبع اوره) و ۲۲۵ کیلوگرم کود فسفره (از منبع سوپر فسفات تریپل) برای سطح مورد آزمایش محاسبه و هنگام آماده کردن زمین بر اساس نقشه طرح روی سطح خاک توزیع و پخش

نتایج و بحث

ارتفاع: تجزیه واریانس این صفت نشان داد که تأثیر تیمارهای تنش و پتاسیم در سطح یک درصد معنی‌دار بوده و اثر کود روی در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید. اما اثرات متقابل دوگانه و سه گانه بین فاکتورها بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۱).

اعمال تنش در مرحله گلدهی و دو هفته بعد از گلدهی به ترتیب منجر به کاهش ۵ و ۴/۴ درصدی ارتفاع بوته نسبت به عدم تیمار تنش شد. کاربرد سولفات پتاسیم به میزان ۹۰ و ۱۸۰ کیلوگرم توانست میانگین ارتفاع بوته را (۱۷۴ و ۱۸۰ سانتی‌متر) را به ترتیب ۳ و ۶/۵ درصد افزایش دهد و مصرف روی نیز به میزان ۱۵ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار توانست میانگین ارتفاع گیاه را (۱۷۴ و ۱۷۸ سانتی‌متر) به ترتیب ۰/۶ و ۲/۹ درصدی را افزایش دهد (جدول ۲). بیشترین همبستگی این صفت با عملکرد دانه و تعداد خورجین بارور مثبت و بسیار معنی‌دار نشان داده شد (جدول ۳). در این رابطه توماس (Thomas, 2002) کاهش ارتفاع بوته در اثر تنش خشکی را گزارش کرده است.

تعداد دانه در خورجین: با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۱) مشخص گردید اعمال تیمارهای تنش و پتاسیم در سطح یک درصد و تیمار روی در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید و اثرات متقابل دو جانبه و سه جانبه بین تیمارها بر این صفت معنی‌دار نشد. همان‌طور که انتظار می‌رفت قطع آبیاری تأثیر کاهنده بر این صفت

یکبار بر اساس وضعیت رطوبتی خاک انجام گرفت. در مراحل پایانی دوره رشد به دلیل افزایش درجه حرارت، آبیاری با فاصله هر ۱۰ روز یکبار صورت گرفت.

در مرحله ۶-۴ برگی عملیات تنک کردن جهت رعایت تراکم لازم انجام شد به شدت با آفات مضر از جمله پرندگان به طرق مختلف مبارزه گردید و در طول این مرحله بیماری خاص مشاهده نشد.

جهت برداشت نهاییس از تغییر رنگ ۴۰ درصد بذور در خورجین‌های ساقه اصلی و شاخه‌های اولیه به قهوه‌ای آبیاری دو هفته قبل از برداشت قطع گردید و پس از حذف اثر حاشیه برای محاسبه عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت مساحتی حدود دو مترمربع برداشت گردید و هم‌چنین اجزاء عملکرد شامل ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین بارور، تعداد خورجین پوک، وزن هزار دانه و درصد روغن دانه بر اساس انتخاب تصادفی ۵ بوته در مترمربع اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها به عنوان مقادیر صفت در هر کرت در نظر گرفته شد. درصد روغن بذور بر اساس روش سوکسله اندازه‌گیری گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار گرافیکی EXCELL انجام شد.

تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در بوته، درصد روغن، عملکرد دانه و عملکرد روغن افزایش یافت.

تعداد خورجین در بوته: تأثیر هر سه تیمار قطع آبیاری، پتاسیم و روی در سطح ۱ درصد برای این صفت معنی‌دار بود (جدول ۱). تنش خشکی منجر به کاهش تعداد خورجین در بوته گردید این کاهش در تیمارهای قطع آبیاری در آغاز گلدهی و دو هفته بعد از گلدهی به ترتیب ۲۴ و ۱۴/۷ درصد بود (جدول ۲)، اما مصرف کودها منجر به افزایش تعداد خورجین در بوته گردید، در این میان تیمار ۹۰ و ۱۸۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم با میانگین (۱۹۱/۷ و ۲۰۵/۵ خورجین در بوته) افزایش ۴/۸ و ۱۲/۴ درصدی (جدول ۲) و همچنین تیمارهای ۱۵ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی (با میانگین ۱۹۲/۳ و ۱۹۸/۶ خورجین در بوته) افزایش ۱/۶ و ۵ درصدی را شامل شدند (جدول ۲). هیچ کدام از اثرات متقابل دوگانه و سه گانه برای این صفت معنی‌دار نبود. بالاترین همبستگی تعداد خورجین در بوته با تعداد خورجین بارور نشان داد (جدول ۳).

سینگ و سینگ (Singh and Singh, 1995) بیان کردند که تنش خشکی در مرحله گلدهی باعث کاهش تعداد خورجین در بوته می‌شود. سینکی و همکاران (Sinaki et al., 2007) بیان نمودند تیمار آبیاری معمول به طور معنی‌داری بیشترین تعداد خورجین در بوته را نسبت به تیمار قطع آبیاری تولید کرده است. عبدیلی و همکاران

داشت. تاثیر قطع آبیاری در مرحله آغاز گلدهی (۲۰/۷ دانه در خورجین) و دو هفته بعد از گلدهی (۲۲/۷ دانه در خورجین) کاهش ۲۴ و ۱۶/۶ درصدی میانگین را به دنبال داشت (جدول ۲).

به نظر می‌رسد قطع آبیاری در آغاز گلدهی به دلیل کاهش تعداد گلچه باعث کاهش بیشتر دانه و قطع آبیاری دو هفته پس از گل‌دهی به دلیل عدم باروری دانه‌ها موجب کاهش تعداد دانه در خورجین گردید. کود سولفات پتاسیم توانست منجر به افزایش میانگین این صفت گردد و این افزایش تا ۱۸/۷ درصد رسید (با میانگین ۲۵/۶۶ دانه در خورجین) (جدول ۲). افزایشی که از اعمال تیمارهای سولفات روی به دست آمد ۲/۶ و ۸ درصد بود (۲۳/۳۳ و ۲۴/۵۶) (جدول ۲). همبستگی این صفت با عملکرد بیولوژیک معنی‌دار نشد، با تعداد خورجین پوک و شاخص برداشت همبستگی منفی داشت و با سایر صفات همبستگی مثبت در سطح یک درصد مشاهده گردید بالاترین همبستگی تعداد دانه در خورجین با عملکرد دانه به میزان ۹۹ درصد بود (جدول ۳).

بر اساس گزارش گریگوری و همکاران (Gregory et al., 2007) تنش‌های محیطی از طریق ایجاد محدودیت در تامین مواد فتوسنتزی لازم برای پرکردن دانه‌ها، تعداد دانه در خورجین را تحت تاثیر قرار می‌دهند. کمترین تعداد دانه در خورجین توسط تیمار قطع آبیاری از مرحله ساقه‌دهی به بعد حاصل می‌شود. مرشدی و همکاران (Morshedi et al., 2000) اعلام نمودند با افزایش غلظت روی،

عملکرد مربوط به تیمارهای ۹۰ و ۱۸۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم عبارت بودند از ۵/۴ و ۹/۲ درصد (جدول ۲) و افزایش حاصل از سولفات روی به ترتیب ۱/۶ و ۵ درصد بود (جدول ۲). بالاترین همبستگی وزن هزار دانه با درصد روغن به میزان ۶۱ نشان داد (جدول ۳).

سلیمانپور و همکاران (Soleimanpoor et al., 2009)، بیان نمودند به طور عمده تنش در

مرحله گلدهی و در زمان پرشدن دانه‌ها، از طریق کاهش جذب آب و املاح توسط گیاه و به دنبال آن، کاهش تولید و انتقال مواد فتوسنتزی به دانه‌ها، می‌تواند باعث کاهش وزن هزار دانه شود. آن‌ها همچنین گزارش کردند که کاربرد سولفات روی موجب افزایش وزن هزار دانه به میزان ۸/۲ درصد نسبت به شاهد شده است لیکن این افزایش از نظر آماری معنی‌دار نبود.

با توجه به نقش پتاسیم در افزایش تقسیم و رشد سلولی و افزایش در فرایند فتوسنتز و انتقال مواد آسمیلات‌ها، محدودیت مخزن تا حدودی از بین رفته و انتقال مواد فتوسنتزی به سمت دانه‌ها باعث پرشدن دانه و افزایش ابعاد دانه گشته و به تبع آن وزن هزار دانه افزایش می‌یابد (Yarnea et al., 2009). در این تحقیق اثرات مقادیر مختلف کود سولفات پتاسیم بر وزن هزار دانه مثبت و معنی‌دار بود.

عملکرد دانه: تأثیر تیمارهای تنش و

تیمارهای کودی در سطح یک درصد معنی‌دار اما اثرات متقابل دوگانه و سه گانه بین فاکتورها

(Abdili et al., 2009) گزارش کردند که مصرف خاکی روی قبل از کاشت، سبب افزایش تعداد خورجین در بوته گردید. مرشدی و همکاران (Morshedi et al., 2000) اعلام نمودند که محلول‌پاشی روی سبب افزایش معنی‌دار تعداد خورجین در بوته گردید و نسبت به شاهد تعداد آن را ۲۶ درصد افزایش داد.

اسکاریس بریک و دانیلز (Scarbrick and Daniels, 1986) گزارش دادند تنش خشکی

اجزای اصلی عملکرد را درکلزای پاییزه کاهش داده است. توماس (Thomas, 2002) در بررسی نقش تغذیه متعادل عناصر غذایی در کلزا نتیجه گرفت که تیمارهای کودی بر تعداد خورجین‌های بارور و نابارور در ساقه اصلی مؤثر بوده و کوددهی باعث افزایش معنی‌دار تعداد خورجین‌های بارور و کاهش تعداد خورجین‌های نابارور در ساقه اصلی شد.

وزن هزار دانه: وزن هزار دانه نیز تحت تأثیر

فاکتورهای آزمایش قرار گرفت به طوری که هر سه تیمار مورد آزمایش در سطح یک درصد بر این صفت مؤثر و معنی‌دار واقع شدند اما اثرات متقابل دو گانه و سه گانه بر صفت مذکور معنی‌دار نشد (جدول ۱). درصد کاهش وزن هزار دانه با اعمال تنش در آغاز مرحله گلدهی و دو هفته بعد از گلدهی به ترتیب ۴/۳ و ۷/۲ درصد بود، میانگین‌های مشاهده شده مربوط به این دو تیمار عبارت بودند از ۳/۳۰ و ۳/۲۰ گرم (جدول ۲). با افزایش مصرف کود در هر دو نوع کود میانگین این صفت نیز افزایش یافت به طوری که افزایش

شدن گل و کاهش معنی‌دار عملکرد دانه می‌گردد. ایشان اظهار داشتند کاهش عملکرد مرتبط با کاهش دوره رشد رویشی و مرحله پرشدن خورجین است و بروز خشکی بعد از گرده‌افشانی به طور معنی‌داری عملکرد را کاهش می‌دهد.

بر اساس مطالعات توماس (Thomas, 2002)، کمبود آب خاک در طی مراحل رسیدگی و گلدهی باعث کاهش بیشتر عملکرد دانه می‌شود که به علت پژمردگی سریع و مرگ برگ‌ها می‌باشد. هم‌چنین مرحله گلدهی و نمو خورجین در کلزا از نظر نیاز گیاه به آب بحرانی بوده و قطع آبیاری در این مراحل به دلیل اثر نامناسب بر میزان جذب آسمیلات موجب کاهش عملکرد دانه گردیده است. در تحقیقات انجام شده توسط ژونگو و همکاران (Zhonggui et al., 1998) در چین نشان داده شد که با کاربرد سولفات روی، عملکرد دانه کلزا و تولید ماده خشک تحت شرایط مزرعه افزایش یافت.

جیانوی و همکاران (Jianwei et al., 2007) طی آزمایشی درباره تاثیر مصرف پتاسیم بر عملکرد و کارایی مصرف عناصر غذایی کلزا گزارش کردند عملکرد دانه به طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار گرفت، به طوری که در مقایسه با تیمار شاهد (عدم مصرف پتاسیم) تیمارهای که ۱۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم دریافت کرده بودند به ترتیب ۱۷/۵ و ۳۱/۷ درصد عملکرد بالاتری داشت.

عملکرد بیولوژیک: تجزیه واریانس این صفت نشان داد که تاثیر تیمارهای تنش و تیمارهای

معنی‌دار نبود (جدول ۱). اعمال تیمار تنش در آغاز مرحله گلدهی عملکرد دانه (۲۰۱۹ کیلوگرم در هکتار) و دو هفته بعد از گل‌دهی (۲۵۱۱ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب منجر به کاهش ۳۶/۶۶ و ۲۱/۲ درصدی میانگین نسبت به آبیاری نرمال (شاهد) شد (جدول ۲). این در حالی بود که کاربرد سولفات پتاسیم به میزان ۹۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار توانست میانگین عملکرد دانه (۲۵۹۰/۸ کیلوگرم و ۲۸۳۱/۲ کیلوگرم در هکتار) را به ترتیب ۱۲/۸۹ و ۲۳/۳۲ درصد افزایش دهد (جدول ۲) و مصرف روی به میزان ۱۵ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب افزایش ۳/۴ و ۶/۹ درصدی با میانگین (۲۵۷۱/۹ و ۲۶۵۸/۴ کیلوگرم در هکتار) را به دنبال داشت (جدول ۲). مقایسه تیمارها در پاسخ به اثرات متقابل سه فاکتور نشان داد که بالاترین میانگین مربوط به تیمار آبیاری نرمال (شاهد) با سطوح کودی ۱۸۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم و ۳۰ کیلوگرم روی (۳۵۱۸/۷ کیلوگرم در هکتار) می‌باشد. همبستگی این صفت جز با شاخص برداشت و تعداد خورجین پوک در گیاه با سایر صفات دیگر مورد آزمون همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد نشان داد و بیشترین همبستگی بین آن‌ها مربوط به تعداد خورجین بارور مشاهده گردید (جدول ۳).

صداقت و همکاران (Sadaqat et al., 2003) مرحله حساس به نیاز آبی را مرحله ظهور گل آذین و دوره گلدهی معرفی نموده‌اند. آن‌ها عقیده دارند که تنش خشکی طی این دوره باعث ریزش یا عقیم

خشک بیشتر تداوم می‌یابد. وی اظهار داشت وقوع تنش در مرحله قبل از گلدهی بر کاهش عملکرد بیولوژیک بیشتر موثر است تا مراحل گلدهی و خورجین‌دهی.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان نتیجه‌گیری کرد که باید در کشت و کار کلزای پاییزه تا حد امکان از تنش خشکی در مرحله گلدهی جلوگیری کرده و با مدیریت صحیح زراعی از برخورد زمان گلدهی با تنش خشکی ممانعت نمود یا آن را به بعد از گلدهی انتقال داد. از آنجایی که در اقلیم گرم و خشک دهلران کاربرد کودهای پتاسیم و روی توانست اثرات تنش خشکی در این دوره را کاهش دهد به نظر می‌رسد بیشترین مقدار پتاسیم (۱۸۰ کیلوگرم) و روی (۳۰ کیلوگرم) از بقیه بهتر بوده است.

کودی در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد اما اثرات متقابل دوگانه و سه گانه بین فاکتورها معنی‌دار نبود (جدول ۱). اعمال تنش در آغاز مرحله گلدهی (۴۶۲۷/۱ کیلوگرم در هکتار) و دو هفته بعد از گلدهی (۵۶۵۰ کیلوگرم در هکتار) به ترتیب منجر به کاهش ۳۵/۴۲ و ۲۱/۱۵ درصدی میانگین نسبت به شاهد شد (جدول ۲). این در حالی بود که کاربرد سولفات پتاس به میزان ۹۰ و ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار توانست میانگین عملکرد بیولوژیک (۵۸۴۶/۹ کیلوگرم و ۶۴۱۹/۸ کیلوگرم در هکتار) را به ترتیب ۱۳ و ۲۴ درصد افزایش دهد (جدول ۲) و اعمال روی نیز به میزان ۱۵ و ۳۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب افزایش ۳/۸ و ۷/۷ درصدی با میانگین (۵۸۱۰/۸ و ۶۰۳۲/۱ کیلوگرم در هکتار) را به دنبال داشت (جدول ۲). مقایسه تیمارها در پاسخ به اثرات متقابل سه فاکتور نشان داد که بالاترین میانگین مربوط به تیمار آبیاری نرمال (شاهد) با سطوح کودی ۱۸۰ کیلوگرم سولفات پتاس و ۳۰ کیلوگرم روی (۷۸۹۳/۳ کیلوگرم در هکتار) می‌باشد. بیشترین همبستگی این صفت مربوط به تعداد خورجین بارور با ۸۴ درصد مشاهده گردید (جدول ۳).

بر اساس گزارش دوبرمن (Doberman, 2004) در شرایط تنش خشکی، مصرف پتاسیم با بهبود بخشیدن فعالیت آنزیم نیترات ردوکتاز و افزایش سرعت تثبیت نیترات در گیاه، باعث افزایش محتوی کلروفیل برگ گردیده و در نتیجه فرایند فتوسنتز افزایش، دوام سطح برگ و تولید ماده

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایش بر صفات اندازه‌گیری شده گیاه کلزا

Table 1- Analysis of variance for measured traits of the experimental treatments

| منابع تغییرات S.O.V | درجه آزادی df | میانگین مربعات (Mean-square) | | | | | عملکرد بیولوژیک Bio. yield |
|-----------------------------|---------------------|------------------------------|---|--|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| | | ارتفاع Height | تعداد دانه در خورجین Seed per pod | تعداد خورجین در بوته Pod per plant | وزن هزار دانه 1000 seed weight | عملکرد دانه Seed yield | |
| تکرار (r) | 2 | 0.0064 ^{ns} | 39.16 ^{ns} | 44.16 ^{ns} | 0.014 ^{ns} | 907507.1 ** | 13213594.7 ** |
| تنش (stress) | 2 | 0.0958 ** | 301.09 ** | 19107 ** | 0.411 ** | 9295264 ** | 44053260.3 ** |
| خطای تنش (E _s) | 4 | 0.0040 | 13.01 | 84.22 | 0.018 | 10427.6 | 170287.4 |
| پتاس (k) | 2 | 0.0874 ** | 110.90 ** | 3547.7 ** | 0.564 ** | 1943052 ** | 10459721.3 ** |
| تنش*پتاس (k.stress) | 4 | 0.0090 ^{ns} | 15.53 ^{ns} | 231.2 ^{ns} | 0.022 ^{ns} | 3768.2 ^{ns} | 165563.1 ^{ns} |
| خطای پتاس (E _k) | 12 | 0.0055 | 4.80 | 90.60 | 0.044 | 22892.3 | 150811.7 |
| روی (zn) | 2 | 0.0157 * | 23.12 * | 618.23 ** | 0.293 ** | 197302.4 ** | 1260610.8 ** |
| تنش*روی (zn.stress) | 4 | 0.0032 ^{ns} | 4.31 ^{ns} | 67.79 ^{ns} | 0.007 ^{ns} | 807.4 ^{ns} | 56214.3 ^{ns} |
| پتاس*روی (zn.k) | 4 | 0.0047 ^{ns} | 1.12 ^{ns} | 29.94 ^{ns} | 0.013 ^{ns} | 11930.8 ^{ns} | 74591.1 ^{ns} |
| پتاس*روی*تنش (k.zn.stress) | 8 | 0.0016 ^{ns} | 0.34 ^{ns} | 18.47 ^{ns} | 0.013 ^{ns} | 1782.0 ^{ns} | 40847.3 ^{ns} |
| خطای آزمایش (E) | 36 | 0.0033 | 4.54 | 75.38 | 0.040 | 13747.1 | 61733.5 |
| ضریب تغییرات (C.V.) | - | 3.27 | 9.04 | 4.48 | 6.04 | 4.55 | 4.27 |

ns و **: پرتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهند.

ns, * and **: non-significant, significant at 5% and 1% Probability level, respectively

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرات اصلی تنش، پتاسیم و روی بر خصوصیات کلزا

Table 2- Mean comparison of stress, potassium and zinc effects on measured traits

| تیمار Treatments | ارتفاع height (cm) | تعداد دانه در خورجین Seed per pod | تعداد خورجین در بوته Pod per plant | وزن هزار دانه 1000 seed weight | عملکرد دانه Seed yield | عملکرد بیولوژیک Bio. yield |
|---|--------------------------|---|--|--------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| آبیاری نرمال (شاهد) normal irrigation | 1.81 a | 27.22 a | 221.8 a | 3.45 a | 3187.7 a | 7165.9 a |
| تنش دو هفته بعد از گلدهی 2 weeks after flowering | 1.73 b | 22.70 b | 189.3 b | 3.20 b | 2511 b | 5650 b |
| تنش در مرحله آغازین گلدهی Early flowering | 1.72 c | 20.70 c | 169.0 c | 3.30 b | 2019.1 c | 4627.1 c |
| ۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار (K ₀) | 1.69 c | 21.62 c | 182.85 c | 3.16 c | 2295.6 c | 5176.2 c |
| ۹۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار (K ₉₀) | 1.74 b | 23.33 b | 191.7 b | 3.33 b | 2590.8 b | 5846.7 b |
| ۱۸۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار (K ₁₈₀) | 1.8 a | 25.66 a | 205.5 a | 3.45 a | 2831.2 a | 6419.8 a |
| ۰ کیلوگرم روی در هکتار (Zn ₀) | 1.73 b | 22.74 b | 189.3 b | 3.22 b | 2487.5 c | 5600.0 c |
| ۱۵ کیلوگرم روی در هکتار (Zn ₁₅) | 1.74 b | 23.33 b | 192.3 b | 3.30 b | 2571.9 b | 5810.8 b |
| ۳۰ کیلوگرم روی در هکتار (Zn ₃₀) | 1.78 a | 24.56 a | 198.6 a | 3.43 a | 2658.4 a | 6032.1 a |

در هر گروه تیمار، میانگین‌های دارای حرف مشترک اختلاف معنی‌داری از طریق آزمون دانکن در سطح ۵ درصد با هم ندارند.

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's test

جدول ۳- جدول همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده گیاه کلزا

Table 3- Correlation table between module traits of plant canola

| صفات مورد بررسی Measured traits | عملکرد دانه Seed yield (x_1) | عملکرد بیولوژیک Bio. Yield (x_2) | ارتفاع بوته Height (x_3) | تعداد خورجین در بوته Pod/plant (x_4) | تعداد دانه در خورجین Seed/pod (x_5) | وزن هزار دانه 1000 seed weight (x_6) |
|------------------------------------|--|---|------------------------------------|---|--|---|
| عملکرد دانه (x_1) | 1 | | | | | |
| عملکرد بیولوژیک (x_2) | 0.94** | 1 | | | | |
| ارتفاع بوته (x_3) | 0.69** | 0.68** | 1 | | | |
| تعداد خورجین در بوته (x_4) | 0.88** | 0.81** | 0.66** | 1 | | |
| تعداد دانه در خورجین (x_5) | 0.80** | 0.79 ^{ns} | 0.57** | 0.80** | 1 | |
| وزن هزار دانه (x_6) | 0.58** | 0.55** | 0.58** | 0.59** | 0.48** | 1 |

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

Ns * and * respectively: In Significant, significant at the Probability of 5 and 1 percent level indicated

References

منابع مورد استفاده

- ✓ Abdili, J., Morshedi, M, and M. J. Malakooti. 2009. Effect of zinc sulphat on application quality soybean. J. Crop Science Research. 1 (4): 85- 95. (In Persian)
- ✓ Asadi, K. A., and M. J. Malakooti. 2003. Effect of zinc application on growth and yield and determination of its critical amount in soybean field. Oil crop Nutrition. Khanizan Press. 370- 380. (In Persian)
- ✓ Doberman, A. 2004. Crop potassium nutrition implications for fertilizer recommendations. Department of Agronomy and Horticulture, University of Nebraska, Lincoln, NE. Pp: 1- 12.
- ✓ Jianwei, L., J. Zou, and F. Chen. 2007. Effect of phosphorus and potassium application on rapeseed yield and nutrients use efficiency. Proceedings of the 12th International Rapeseed Congress. Wuhan, China. Pp: 202- 205
- ✓ Gregorie, T. 2007. Canola- high temperature and drought. <http://www.ag.ndsu.edu>. Accessed April. 15. 2007
- ✓ Marschner, H. 1995. Mineral nutrition of higher plants, 2nd Ed. Academic Press. London. Pp: 889
- ✓ Mendham N. J., and P. A. Salisbury. 1995. Physiology, crop development, growth and yield. In: Kimbber, D.S., Mc. Gregor, D.I. (Eds), Brassica Oilseed: Production and Utilization. CAB International, London. Pp: 11- 64.
- ✓ Minguez, M. 1974. Comportment du colza de printemps a la sechere.sse. Inf. Tech. Cetiom., 36:1-11.
- ✓ Morshedi, A., H. Rezaee., M. J. Malakooti, and J. Naghibi. 2000. Effect of iron and zinc spraying on yield and yield components of canola in Keraman climate. Soil and Water J. 12 (12): 55- 63. (In Persian)
- ✓ Nielsen, D. C. 1996. Potential of canola as a dry land crop in northeastern Colorado. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceeding.1996/V3-281.html>. Accessed May 15. 2007.
- ✓ Nielson, D. C. 1997. Water use and yield of canola under dry land conditions in the central great plains. J. Agr. Prod. 10 (2): 307- 313.
- ✓ Rahnama, A., and M. Bakhshande. 2006. Determination of optimum irrigation level and compatible canola varieties in the Mediterranean environment. Asian Journal Plant Science. 5: 543- 546.

- ✓ Rose, T. J., Z. Rengel., Q. Ma, and J. W. Bowden. 2008. Post- flowering supply of P, but not K, is required for maximum canola seed yields. *Journal of Agronomy*. 28: 371- 379.
- ✓ Sadaqat, H. A., M. H. Nadeem Tahir., and M. Tanveer Hussain. 2003. Physiogenetic aspects of drought tolerance in Canola (*Brassica napus* L.) *Int. J. of Agric and Biology*. 4: 611- 614.
- ✓ Scarisbrick, D. H., and R. W. Daniels. 1986. Oil seed rape. First published in Great Britain by collins professional and technical books.
- ✓ Sharma, H. C. 2002. More potash is needed for high yield and quality of oilseeds crops in India. *Indian J. Agric. Sci.* 60: 205- 210.
- ✓ Sinaki, J. M., E. Majedi Heravan., A. H. S. Rad., G. Noormohammadi, and G. Zarei. 2007. The effect of water deficit during stage of canola (*Brassica napus* L.). *American-Eurasian Journal Agricultural and Environment Science*. 2 (4): 417- 422.
- ✓ Sheikhabglu, N., A. Hassanzadeh Ghorttape., M. Baghestani, and B. Zand. 1999. Effect of zinc spraying on quality and quantity of maize under drought stress condition. *Crop Production J.* 2 (2): 59- 74. (In Persian)
- ✓ Singh, D., and V. Singh. 1995. Effect of potassium, zinc and sulphur on growth characters, yield attributes and yield of soybean. *Indian Journal of Agronomy*. 40: 223- 227.
- ✓ Soleimanpoor, S., A. Rezaee zadeh, and S. Faroghi. 2009. Effect of irrigation timing on agronomical characteristics of autumn canola cultivars. *Modern Research in Agriculture*. 3 (3): 65- 86. (In Persian)
- ✓ Thomas, P. 2002. Effect of moisture on plant growth. *The growers' manual*.
- ✓ Yarnia, M., P. Safaee., M. Khorshidi, and A. Farajzade. 2009. Effect of water stress and potassium on yield and yield component of sunflower. *Modern Research in Agriculture*. 3 (3): 97- 116. (In Persian)
- ✓ Zhonggui, L., H. S. Grewal, and R. D. Graham. 1998. Dry matter production and uptake of zinc and phosphorus in two oilseed rape genotypes under differential rates of zinc supply. *J Plant Nutr.* 2 (1): 25- 38.