دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال هفتم، شماره بیست و سوم، ۱۳۹۴

بررسی کاربرد زئولیت و منگنز بر عملکرد، میزان روغن و گلوکوزینولات دانه ارقام کلزا در رژیم های مختلف آبیاری

حسین باقری[۱]، فرهاد فرح وش[۲]، مرتضی سام دلیری[۳]، مهردا یار نیا[۱] ، امیر حسین شیرانی راد[٤]

تاریخ دریافت: ۹۳/۹/۲٦ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۱٦

چکیده

به منظور بررسی اثر سوپر جاذب طبیعی زئولیت و منگنز بر صفات مورفوفیزیولوژیکی ارقام کلزا در رژیم های مختلف رطوبتی، آزمایشی طی دو سال ۹۱- ۱۳۹۰ و ۹۲- ۱۳۹۱ به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در مزرعه پژوهشی در شهریار انجام شد. عامل آبیاری در ۳ سطح (آبیاری بر اساس ٤۰ (آبیاری معمولی)، ٦۰ و ۸۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک)، عامل زئولیت در دو سطح صفر و ۱۵ تن در هکتار، عامل منگنز (از منبع سولفات منگنز) در دو سطح شامل صفر و ۳ (گرم در هزار)، به صورت فاکتوریل در کرت‌های اصلی و عامل رقم در چهار سطح شامل SLM046، طلائیه، مدنا و اپرا در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. نتایج حاصل نشان داد که کاربرد مقدار زئولیت در خاک و محلول پاشی منگنز و افزایش مقدار رطوبت خاک، سبب افزایش عملکرد دانه (٦۳۲٤ کیلوگرم درهکتار) و میزان روغن دانه (٤٦/۵ درصد) شد. افزایش عملکرد دانه در تیمار رژیم های مختلف آبیاری، عمدتا به دلیل افزایش تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه بود. بیشترین عملکرد دانه در شرایط آبیاری معمولی، با کاربرد زئولیت در خاک و محلول پاشی منگنز بدست آمد. کاربرد تیمار های منگنز و زئولیت از مقدار گلوکوزینولات دانه در رژیم های مختلف آبیاری کاسته است. بیشترین مقدار گلوکوزینولات دانه در شرایط آبیاری معمولی (۱٦/۵ میلی گرم در گرم وزن خشک کنجاله) را رقم اپرا بدست آورد. با توجه به عملکرد پایین در مناطق خشک و نیمه خشک، توصیه می شود در منطقه مورد آزمایش و مناطق مشابه برای بالا بردن عملکرد از زئولیت معدنی در خاک و محلول پاشی منگنز در به منظور بالا بردن راندمان آبیاری و عملکرد کلزا استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: اجزای عملکرد، کلزا، رطوبت خاک، ارقام کلزا، محلول پاشی، آلومینوسیلیکات ها

باقری، ح.، ف. فرح وش، م. سام دلیری، م. یارنیا و ا.ح. شیرانی راد. ۱۳۹٤. بررسی کاربرد زئولیت و منگنز بر عملکرد، میزان روغن و گلوکوزینولات دانه ارقام کلزا در رژیم های مختلف آبیاری. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۲۳: ٤٤-۲۸.

۱- گروه زراعت و اصلاح نبات، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران- مسئول مکاتبات. پست الکترونیک:Bagheri_hm2000@yahoo.com

۲- گروه زراعت و اصلاح نبات، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

۳ - گروه زراعت و اصلاح نبات، واحد چالوس، دانشگاه آزاد اسلامی، چالوس، ایران

٤- موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج، ایران

مقدمه

حدود ٤٠ درصد از اراضی کره زمین در مناطق خشک و نیمه خشک قرار دارد و متوسط کاهش عملکرد سالیانه به واسطه خشکی در جهان ۱۷ درصد بوده که می‌تواند تا بیش از ۷۰ درصد در هر سال افزایش یابد (یاماگوچی و همکاران، ۲۰۰۲). در این مناطق آب محدودیت اصلی بوده و خشکی از جمله مهم ترین عوامل القاء کننده تنش در گیاهان زراعی به حساب می‌آید (اسلونا و همکاران، ۱۹۹۰). کلزا با دارا بودن ٤٤-٤٠ درصد روغن یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی محسوب شده و پس از سویا و نخل روغنی سومین گیاه روغنی یکساله جهان است که به خاطر روغن خوراکی آن کشت می-شود (اینجانلبرت و همکاران، ۲۰۱۳). در چند سال گذشته به دلیل اهمیت بسیار بالای روغن خوراکی و کنجاله برای خوراک دام، سطح زیر کشت این گیاه روغنی به طور چشمگیری افزایش پیدا کرده است، درحالی‌که در برخی از سال‌های اخیر به دلیل کمبود نزولات جوی و تنش خشکی سطح زیر کشت کلزا با کاهش نیز مواجه گردیده است (مقدم و همکاران، ۲۰۱۱). بنابراین یکی از عوامل مهم که توسعه و کشت موفقیت آمیز کلزا را در کشور به مخاطره می‌اندازد تنش خشکی است (رشیدی و همکاران، ۲۰۱۲). بنابراین با توجه به اینکه بخش وسیعی از زمین‌های زیر کشت ایران در شرایط آب و هوایی نیمه خشک قرار دارند لزوم شناسایی ارقام مقاوم به خشکی و همچنین سازوکارهای مناسب برای انتخاب این ارقام ضروری است. شناخت بهتر سازوکارهای تحمل به تنش خشکی برای بهبود عملکرد گیاه از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد (جونگ رونگ کلانگ و همکاران، ۲۰۱۳). زئولیت‌ها گروهی از آلومینوسیلیکات های هیدراته متبلور با خلل و فرج ریز هستند که حاوی کاتیون‌های قابل تبادلی از گروه فلزات قلیایی و قلیائی خاکی یعنی Na^{+} ، K^{+} ، Mg^{2+} و Ca^{2+} بوده و به طور برگشت پذیر آب را به خود جذب و مجددا آزاد کرده و بعضی از کاتیون‌های ساختمانی خودشان را مبادله می‌کنند (بوریسی و همکاران، ۱۹۹٤). معروفترین و فراوان ترین زئولیت طبیعی کلینوپتیلولایت است که در سال ۱۸۹۰ کشف شد. استفاده از زئولیت در خاک می‌تواند سبب افزایش ظرفیت نگهداری آب شده و همچنین با ذخیره و نگهداری عناصر موجود در خاک در مکان‌های تبادلی و رها سازی آنها در زمان مناسب و به صورت کند رها سبب بهبود رشد گیاه و افزایش عملکرد گردد. در این تحقیق زئولیت با فرض نگهداری رطوبت خاک در شرایط تنش و کاهش اثر مخرب آن مورد استفاده قرارگرفته است. استفاده از زئولیت در اراضی کشاورزی به دلیل افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی خاک و تمایل زیاد آنها برای جذب و نگهداری آمونیوم، می‌تواند نقش موثری در کاهش شستشوی عناصر غذائی خاک و حفظ رطوبت موجود در خاک داشته باشند. زئولیت ها مواد متخلخلی هستندکه با ساختمان کریستالی خود مانند غربال مولکولی عمل کرده و به دلیل داشتن کانال های باز در شبکه خود، اجازه عبور بعضی از یون‌ها را داده و مسیر عبور بعضی از یون‌های دیگر را مسدود می‌کنند (فلانیگن و مومپتون، ۱۹۹۱). جذب انتخابی و آزادسازی کنترل شده عناصر غذائی توسط زئولیت باعث می‌شود هنگامی که این مواد به عنوان اصلاح کننده به خاک اضافه می‌شوند، از طریق افزایش فراهمی طولانی مدت عناصر غذائی و رطوبت به بهبود رشد گیاه کمک کنند (بی نام، ۲۰۰٤). با توجه به ویژگی‌های منحصر به فرد زئولیت‌ها از قبیل قابلیت تبادل کاتیونی بالا، جذب انتخابی کاتیون‌های مفید مانند آمونیوم و آزادسازی کنترل شده آنها، ثبات چارچوب ساختمانی در دراز مدت، وفور قابل توجه زئولیت‌های طبیعی در کشور (ذخایر زئولیت درمناطقی نظیر میانه، طالقان، جنوب شرق سمنان، رودهن، راین کرمان و برخی دیگر مناطق پراکنده شده است)، استخراج آسان و سرانجام قیمت اقتصادی مناسب، بکارگیری این ماده جهت تحقیقات مربوط به تغذیه گیاهی، تنش‌های محیطی و بهینه سازی مصرف کود می‌تواند حائز اهمیت باشد و سبب بهبود رشد گیاهان زراعی شود (مومپتون، ۱۹۹٤؛ شیرانی راد و همکاران، ۱۳۹۲).

یون های فلزی همچون آهن، روی، مس، منگنز و منیزیم به عنوان کوفاکتور در ساختمان بسیاری از آنزیم های آنتی اکسیدانت مشارکت داشته تحت شرایط کمبود عناصر کم مصرف فعالیت آنزیم های آنتی اکسیدانت کاهش یافته و لذا حساسیت گیاهان به تنش های محیطی افزایش می یابد. نتایج مطالعات بسیاری حاکی از آن است که مصرف کودهای حاوی عناصر کم مصرف می تواند مقاومت گیاهان به تنشهای محیطی همچون خشکی را افزایش دهد (رحیمی زاده و همکاران، ۱۳۸٦).

به طور کلی وقوع تنش خشکی در مراحل انتهایی رشد موجب کاهش تعداد اندام‌های زایشی کلزا از جمله تعداد خورجین‌ها، تعداد دانه و همچنین وزن دانه ها و در نهایت عملکرد دانه می‌شود (هارمنت، ۱۹۹۵ ؛کامکار و همکاران، ۲۰۱۱؛ زاهدی و همکاران، ۲۰۱۱). کاهش عملکرد دانه کلزا در شرایط تنش خشکی توسط بسیاری از محققین گزارش شده است (شیرانی راد و همکاران ، ۱۳۹۰ ؛ دانشمند و همکاران، ۱۳۸۷). با این حال، تنوع فنوتیپی و ژنتیکی زیادی برای عملکرد دانه گونه‌های جنس براسیکا در شرایط تنش خشکی گزارش شده است (شیرانی راد، ۱۳۸۵).

بنابراین با توجه به اینکه خشکسالی و تنش ناشی از آن مهم‌ترین و رایج‌ترین تنش‌های محیطی در ایران است و دوره رشد زایشی کلزا در اکثر مناطق ایران با تنش خشکی مواجه می‌گردد، لزوم انجام آزمایشاتی به منظور بررسی واکنش ارقام مختلف کلزا از نظر سازگاری و مقاومت به خشکی در یافتن راهکارهای مناسب در تولید محصول در محیط‌های خشک می‌تواند مفید واقع شود. در این تحقیق

به بررسی اثر کاربرد خاکی زئولیت و محلول‌پاشی منگنز روی گیاه کلزا در شرایط تنش خشکی و بررسی تغییرات مورفوفیزیولوژیک گیاه پرداخته شده است.

مواد و روش ها

به منظور بررسی اکوفیزیولوژیکی تاثیر تنش خشکی، منگنز و سوپر جاذب طبیعی زئولیت بر صفات کمی و کیفی ارقام کلزا و گزینش ارقام سازگار با شرایط تنش خشکی جهت توسعه کشت کلزا در مناطق معتدل سرد و نیمه خشک کشور آزمایشی در سال‌های زراعی ۹۱-۱۳۹۰ و ۹۲-۱۳۹۱، در منطقه شهریار کرج اجرا شد. طول جغرافیایی محل اجرای آزمایش، ۵۰ درجه و ۵۹ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی آن ۳۵ درجه و ٤٠ دقیقه شمالی و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۱٦۰ متر است. بر اساس آمار آب و هوایی، منطقه مورد نظر با داشتن ۱۲۰ تا ۱۵۰ روز خشک جزء مناطق آب و هوایی مدیترانه ای گرم و خشک و با داشتن زمستان سرد و مرطوب و تابستان گرم و خشک جزء مناطق نیمه خشک محسوب می شود. بر اساس میانگین داده های سی ساله اخیر اداره هواشناسی شهریار، متوسط بارندگی منطقه ۲٤۷ میلی متر بوده و با رندگی عمدتا در اواخر پاییز و اوایل بهار روی می دهد (بی نام، ۱۳۹۰). میزان بارندگی موثر در طول فصل رشد(مهر- خرداد) برای سال اول ۲٦٦ میلی متر و سال دوم آزمایش ۱۸۱/۷ میلی متر گزارش شده است.

این آزمایش به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار و به مدت دو سال اجرا گردید. در این تحقیق، آبیاری، منگنز و زئولیت به صورت فاکتوریل در کرت های اصلی و ارقام در کرت های فرعی قرار گرفتند. آبیاری در سه سطح شامل آبیاری بر اساس ٤٠ (معمولی)، ٦٠ و ۸۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک، منگنز (سولفات منگنز) در دو سطح شامل صفر و ۳ گرم (برای هر لیتر آب ۳ گرم منگنز (۳ در هزار) و برای هر هکتار در۸۰۰ لیتر آب محلول پاشی شده است)، زئولیت در دو سطح شامل صفر و مصرف ۱۵ تن در هکتار و ارقام کلزا شامل SLM046، طلائیه[1]، مدنا[2] و اپرا[3] بودند.

تنش کمبود آب به صورت آبیاری در سه میزان تخلیه رطوبتی ٤٠، ٦٠ و ۸۰ درصد تخلیه آب قابل استفاده گیاه تعیین و اعمال گردید. تیمار های مختلف تنش آبی با شروع ساقه دهی گیاه (کد شده به شماره ۲/۰۳ از روی جدول کدبندی سیلوستر- برادلی) تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیک (کد شماره ٦/۹) اعمال گردید (سیلوستر و برادلی، ۱۹۷۸). پس از اعمال فاکتور تنش کمبود آب، قبل از آبیاری مجدد اجازه داده خواهد شد تا رطوبت خاک در عمق مؤثر ریشه در تیمارهای ٤٠، ٦٠ و ۸۰ درصد به ترتیب به، تخلیه رطوبتی معادل٤٠، ٦٠ و ۸۰ درصد آب قابل استفاده گیاه برسند. برای تعیین درصد رطوبت خاک، در فاصله بین دو آبیاری و حدود دو الی سه روز پس از هر بار آبیاری، روزانه از هر کرت اصلی، یک کرت فرعی به طور تصادفی انتخاب و پس از خروج آ ب ثقلی، و عبور از مرحله ظرفیت زراعی(FC) نمونه هایی از خاک در منطقه مؤثر ریشه که تابعی از مرحله رشد گیاه است (از عمق ۰ تا ٦۰ سانتی متر) توسط اوگر نمونه برداری شدند. زمان بندی آبیاری مبنی بر کاهش درصد آب دسترس خاک در منطقه موثر ریشه بود. رطوبت دسترس خاک بین اختلاف ذخیره آب منطقه ریشه در ظرفیت زراعی ونقطه پژمردگی محاسبه شده است (دانشمند و همکاران، ۱۳۸۷). حجم آب در هر بار آبیاری و برای هرکرت اصلی، بر اساس حداکثر تخلیه مجاز در رژیم های مختلف آبیاری و فرمول زیر محاسیبه شده است (پاندا و همکاران، ۲۰۰٤).

$$V_d = \frac{MAD(\%)(FC - WP)RzA}{100}$$

که در آن، V_d حجم آب آبیاری بر حسب متر مکعب، MAD حداکثر تخلیه مجاز رطوبت در رژیم های مختلف آبیاری، FC و WP هستند ذخیره آب منطقه ریشه در محدوده ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی کامل، R_z عمق موثر ریشه(متر) در مرحله اعمال تنش آبی، A مساحت کرت اصلی برحسب متر مربع. پس از محاسبه مقدار آب لازم بر اساس تیمارهای تنش کمبود آب، کرت ها با استفاده از لوله های پلی اتیلن و به صورت آبیاری سطحی آبیاری شدند. دبی عبوری از سیستم، توسط کنتور اندازه گیری شد. به منظور توزیع یکنواخت آب در هر کرت اصلی و جلوگیری از خروج آب مصرفی در هر کرت، ابتدا و انتهای کرت های اصلی مسدود شدند. مقدار آبیاری برای تیمار های ٤٠، ٦٠ و ۸۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک برای سال اول آزمایش با میانگین ۵٦۰۰، ٤۸۰۰ و ۳۲۰۰ و سال دوم آزمایش با میانگین ٦٤۰۰، ۵٦۰۰ و ٤۰۰۰ متر مکعب در هکتار بود. اختلاف

1 -Talayeh
2 -Modena
3 -Opera

مقدار آبیاری بین سال اول و سال دوم آبیاری به دلیل افزایش بارندگی در سال اول (۲٦٦ میلی متر) نسبت به سال دوم زراعی (۱۸۱/۷ میلی متر) بوده است.

به منظور آماده سازی زمین، قبل از اجرای آزمایش، زمین مورد نظر آبیاری شد و پس از گاورو شدن، به وسیله گاو آهن برگردان دار شخم زده شد. سپس جهت خردشدن کلوخ ها و همچنین یکنواخت شدن وضعیت خاک مزرعه، زمین مذکور دیسک و ماله زده شد. سپس اقدام به نمونه گیری از خاک مزرعه مورد آزمایش در دو عمق ۳۰-۰ و ٦۰-۳۰ سانتی متر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت (جدول ۱). براساس نتایج تجزیه خاک و توصیه کودی، اقدام به کود پاشی نیتروژن از منبع اوره به میزان ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار در سه مرحله، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در زمان آماده سازی زمین، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله ساقه دهی و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در مرحله شروع گل دهی و پتاس از منبع سولفات پتاس به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار و همچنین فسفر از منبع سوپر فسفات تریپل به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت و پخش علف کش ترفلان به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار به طور یکنواخت در سطح مزرعه شد و به وسیله دیسک سبک، کود و علف کش با خاک مخلوط شدند. پس از اجرای آزمایش مطابق نقشه کاشت و سبز شدن و استقرار گیاهچه، عملیات داشت شامل کنترل آفات به ویژه شته مومی با استفاده از سموم متاسیستوکس (۱/۵ لیتر در هکتار) صورت گرفت. هرکرت آزمایشی شامل ٦ خط ٤ متری با فاصله خطوط ۳۰ سانتی متر و فاصله بوته روی خط ٤ سانتی متر بود که دو خط کناری به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد و ٤ خط میانی آن برای تعیین کلیه مراحل فنولوژیکی گیاه و صفات مختلف همانند: ارتفاع گیاه، تعداد شاخه در گیاه، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکر زیستی، عملکرد دانه، درصد روغن دانه و میزان گلوکوزینولات دانه محاسبه شدند.

جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مزرعه آزمایشی طی دوسال آزمایش در منطقه شهریار

مشخصات	سال زراعی (۹۱-۱۳۹۰)		سال زراعی دوم (۹۲-۱۳۹۱)	
	عمق نمونه برداری (۳۰-۰ سانتی متر)	عمق نمونه برداری (٦۰-۳۰ سانتی متر)	عمق نمونه برداری (۳۰-۰ سانتی متر)	عمق نمونه برداری (٦۰-۳۰ سانتی متر)
هدایت الکتریکی(دسی زیمنس بر متر)	۱/٤٥	۱/۲٤	۱/۳۳	۱/۱٥
pH	۷/۹	۷/۲	۷/۸	۷/٤
درصد مواد خنثی شونده	۸/٥٦	۸/٦۸	۸/۲٥	۸/٤٦
درصد رطوبت گل اشباع	۳٦	۳۸	۳٥	۳۷
کربن آلی(درصد)	۰/۹۱	۰/۹۹	۰/۸۳	۰/۹٦
نیتروژن کل(درصد)	۰/۰۹	۰/۰۷	۰/۰۸	۰/۰٦
فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	۱٤/۷	۱٥/۸	۱٤/۲	۱٥/۳
پتاسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلو گرم)	۱۹۷	۱٥٥	۱٦٥	۱٤۸
منگنز قابل جذب (میلی گرم بر کیلو گرم)	۱۱/۲	۹/۷	۱۲/٥	۹/۳
درصد رس	۲۸	۲٥	۲۹	۲۷
درصد سیلت	٤۷	٤۹	٤٥	٤٦
درصد شن	۲٥	۲٦	۲٦	۲۷
بافت خاک	رسی لومی	رسی لومی	رسی لومی	رسی لومی

در انتهای فصل رشد و به هنگام رسیدگی فیزیولوژیک گیاه، به منظور تعیین صفاتی نظیر ارتفاع گیاه، تعداد شاخه در گیاه و تعداد خورجین در گیاه از هر کرت آزمایشی ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب و این صفات در آنها اندازه گیری شدند. برای تعیین تعداد دانه در خورجین، ۳۰ عدد خورجین از ۱۰ بوته مورد نظر به طور تصادفی انتخاب و این صفت در آنها محاسبه شدند. به منظور اندازه گیری وزن هزار دانه بعد از برداشت محصول ، ۸ نمونه ۱۰۰ تایی از بذور هر کرت آزمایشی به طور تصادفی انتخاب و با ضرب کردن میانگین وزن آنها در عدد ۱۰، وزن هزار دانه محاسبه گردید.

برای اندازه گیری عملکرد زیستی، پس از کف برنمودن بوته های هر کرت آزمایشی قبل از جدا کردن دانه از خورجین، وزن کل بوته ها (برگ، ساقه، خورجین و دانه) تعیین شده و عملکرد زیستی در هکتار تعیین می شود و پس از جداکردن دانه

ها از خورجین و رسیدن رطوبت دانه به ۱۲ درصد، عملکرد دانه محاسبه گردید. انـدازه گیـری میـزان روغـن دانـه بـا اسـتفاده از اسـپکترومتر NMR (mq20, Bruker, Germany) انجـام شد. روش رزونانس مغناطیسی یکی از تکنیک هـای توانمنـد در طیف سنجی است که به خصوص در تعیین ساختار در مولکولها و ترکیب تازه سنتز شده به کار مـی رود. مقـدار گلوکوزینولیـت دانـه بـا اسـتاندارد ISO 10633 بـا دسـتگاه HPLC[1] (کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا) مجهز بـه آشکارسـاز UV، ستون C18 (اندازه ذرات کمتر یا مساوی با ۵ میکرومتر)، فـاز متحرک مخلوطی از آب فوق خالص و استونیتریل بـا نسـبت ۸۰ به ۲۰ و در دمای ۳۰ درجه سانتیگراد و طول مـوج ۲۲۹ نـانومتر اندازه‌گیری شد. ابتد گلوکوزینولیت‌ها با متـانول اسـتخراج شـده سپس خالص‌سازی، تصفیه و سولفات‌گیری آنزیمی بر رزین‌های تبادل یون انجـام گردیـد و در نهایـت میـزان گلوکوزینولیـت‌هـا اندازه‌گیری شد (افضلی و همکاران، ۱۳۸٦).

داده های حاصل از دو سال اجرای آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS تجزیه واریانس مرکب شدند. مقایسه میانگین هـا بـا استفاده از آزمون چنـد دامنـه ای دانکـن در سـطح احتمـال پـنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه

بین دو سال اجرای آزمـایش، اخـتلاف معنـی داری از نظـر ارتفـاع گیـاه مشـاهده شـد (جـدول ۲). بیشـترین ارتفـاع گیـاه (۱٦۸/۹سانتی متـر) در سـال اول آزمـایش و در شـرایط آبیـاری معمولی حاصل شد (جدول ۳). به نظر می رسـد میـزان مناسـب بارندگی در زمان ساقه روی گیاه علت این افزایش معنـی دار در سال اول نسبت به سال دوم باشد. با کاهش مقدار رطوبت خاک، ارتفاع گیاه کاهش یافت که این کاهش معنی دار بود.

اثر متقابل آبیاری × زئولیت × منگنز نشان داد که، با آبیـاری معمولی و کاربرد زئولیت و محلول پاشی منگنز بیشـترین ارتفـاع گیاه (۱۸٤/٤ سانتی متر) بدست آمد. در شرایط تخلیه رطـوبتی خاک از ارتفاع گیاه کاسـته شـد، امـا در ایـن شـرایط، بیشـترین ارتفاع گیاه (۱۳۷ سانتی متر) با کاربرد زئولیت در خاک (۱۵ تن در هکتار) و محلول پاشی منگنز بدست آمده اسـت (جـدول ۷). تنش خشکی و کاربرد زئولیت در خاک تـاثیر معنـی داری را بـر ارتفاع گیاه کلزا در آزمایش های متعدد نشان داده است (شـیرانی راد و همکاران، ۱۳۹۰؛ دانشمند و همکاران ۱۳۸۷).

اثر متقابـل آبیـاری و رقـم نشـان داد کـه در تیمـار آبیـاری معمولی (٤۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک) رقـم طلائیـه بـالاترین ارتفاع گیاه (۱۷۰/۱ سـانتی متـر) را بدسـت آورد، همچنـین بـا کاهش رطوبت خاک در بین ارقام از ارتفاع گیاه کاسته شـد، تـا جایی که کمترین ارتفاع گیاه با تخلیه رطوبت خاک (۸۰ درصـد) در رقم طلائیه و با ارتفاع ٤۷/۳ سانتی متر بدسـت آمـد (جـدول ۸). کاهش ارتفاع گیاه در اثر اعمال تنش خشکی را می توان بـه اختلال در فتوسـنتز بـه واسـطه کـم آبـی و کـاهش تولیـد مـواد فتوسنتزی جهت ارایه به بخش های در حال رشد گیـاه و نهایتـا عدم دستیابی گیاه به پتانسیل ژنتیکی از نظر ارتفـاع بوتـه نسـبت داد. حسن زاده و همکـاران (۱۳۸۵) در بررسـی خـود مشـاهده کردن که قطع آبیاری موجب کاهش معنی دار در ارتفاع کلزا مـی گردد.

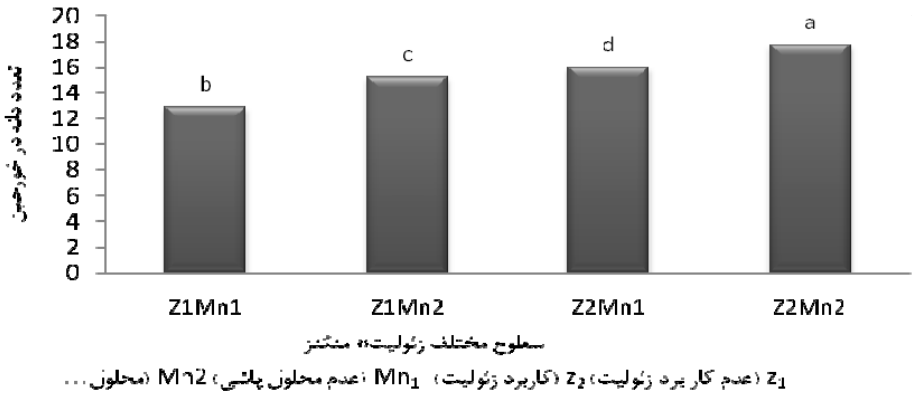
تعداد شاخه در بوته

اثر سال بر تعداد شاخه در بوته کلزا در ایـن آزمـایش معنـی دار بود (جدول ۲). بیشترین تعداد شاخه در بوته (۷/۱٤) در سال اول و با آبیاری معمولی بدست آمد (جـدول۳). میـزان مناسـب بارندگی در زمان رشد رویشی از عوامل افزایش تعداد شـاخه در سال اول نسبت به سال دوم را می تـوان ذکـر کـرد. بـا افـزایش تخلیه رطوبتی خاک از تعداد شاخه در بوته کاسته شد. با مصرف تیمار زئولیت در خاک و محلول پاشی منگنز (طبـق تیمـار هـای اعمال شده) در رژیم های مختلف آبیاری تعداد شـاخه در بوتـه افزایش یافت، به طوری که در شرایط آبیاری معمولی این مقـدار با کاربرد زئولیت در خـاک از ٤/٦ بـه ۷/۱ افـزایش معنـی داری داشت، همچنـین در شـرایط تخلیـه رطـوبتی خـاک بـا کـاربرد زئولیت افزایش معنی داری در تعداد شاخه در بوته کلزا مشـاهده شده است (جدول ۸). محلول پاشی منگنز افـزایش معنـی داری بر تعداد شاخه در بوته کلزا در رژیم های مختلف آبیاری داشـته است (جدول ۸). فانی و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی، تاثیر روی و منگنز بر ارقام کلـزا نتیجـه گرفتنـد کـه عناصـر کـم مصـرف، عملکرد و اجزای عملکـرد در کلـزا را بـه صـورت معنـی داری افزایش می دهند. در بررسی دیگـر اجـزای عملکـرد گلرنـک بـا محلول پاشی عانصر کـم مصـرف منگنـز و روی افـزایش معنـی داری داشتند (موحدی و همکاران، ۱۳۸۵).

به نظر می‌رسد که تعداد مطلوب شاخه در واحـد سـطح، بـا رژیم رطوبتی خاک در طی دوره رشد گیاه ارتبـاط نزدیکـی دارد

1 - High Performance Liquid Chromatography

(بی نام ، ۱۳۸۳). کلزا گیاهی با توانایی رشد نامحدود می باشد و به همین دلیل تولید و رشد شاخه‌های فرعی می‌تواند در تمام طول دوره رشد تداوم داشته باشد. اما بیشترین تشکیل و شکل-گیری تعداد شاخه فرعی در مراحل رشد رویشی کلزا، قبل از ساقه‌دهی است که در زمان ساقه‌دهی رشد و تکامل می‌یابند (فرناندز، ۱۹۹۲). حسن زاده و همکاران (۱۳۸۵) وجود همبستگی مثبت و قوی بین ارتفاع بوته و تعداد شاخه فرعی با عملکرد دانه در کلزا را گزارش کرده اند.



نمودار ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل زئولیت و منگنز بر تعداد دانه در خورجین

تعداد دانه در خورجین

تعداد دانه در خورجین یکی از صفات تعیین کننده عملکرد محسوب می شود. هر چه تعداد دانه در خورجین بیشتر باشد، مخزن بزرگتری برای مواد فتوسنتزی تولید شده توسط گیاه ایجاد می شود که در نهایت منجر به افزایش عملکرد می گردد. مندهام و همکاران دریافتند که افزایش تعداد دانه در خورجین یک عامل کلیدی در افزایش عملکرد ارقام جدید می باشد (مندهام و همکاران، ۱۹۸٤). در این آزمایش بین دو سال اجرای آزمایش، اختلاف معنی داری بین تعداد دانه در خورجین مشاهده شد (جدول ۲). بیشترین تعداد دانه در خورجین (۲۷/۰۱) در سال اول آزمایش و در شرایط آبیاری معمولی حاصل شد. که این افزایش را می تواند به علت تغییرات آب و هوایی در سال اول و میزان مناسب نزولات جوی در سال اول دانست. با کاهش رطوبت خاک از مقدار این صفت کاسته شد و این اختلاف معنی دار بود (جدول ۳). با مصرف زئولیت در خاک و محلول پاشی منگنز در شرایط رژیم های مختلف آبیاری تعداد دانه در خورجین افزایش معنی داری داشت (جدول ۸). در شرایط تیمار تخلیه رطوبتی خاک، کاربرد تیمار زئولیت در خاک و محلول پاشی منگنز باعث افزایش معنی دار تعداد دانه در خورجین شده است (جدول ۸). کاهش فتوسنتز جاری و میزان دسترسی مخازن خورجین‌ها و دانه‌ها به فرآورده‌های فتوسنتزی از دیگر عوامل اصلی سقط خورجین‌ها در اثر تنش خشکی ذکر شده است. در گیاه کلزا قسمت عمده کاهش شدید تعداد خورجین در شرایط تنش، از ریزش گل و خورجین ناشی می-شود تا کاهش در تعداد گل‌هایی که به وجود آمده‌اند (شیرانی راد، ۱۳۸۵).

اثر متقابل آبیاری و رقم نشان داد که بیشترین (۲٦/۹) و کمترین تعداد دانه در خورجین (٤/۱۳) با آبیاری معمولی و تخلیه رطوبتی خاک (۸۰ درصد) با رقم طلائیه (۲٦/۹) حاصل شد (جدول ۸). کاهش رطوبت خاک باعث کاهش تعداد دانه در خورجین به صورت معنی داری شده است. اثر متقابل زئولیت × منگنز نشان داد که بیشترین تعداد دانه در خورجین با کاربرد تیمار زئولیت و محلول پاشی منگنز با مقدار ۱۷/۷۰ حاصل شد (نمودار ۱). در بررسی دیگری نیز گزارش شده است که در شرایط تنش خشکی تعداد خورجین در ساقه اصلی و تعداد دانه در خورجین لاین‌های کلزای حساس به خشکی کاهش شدیدی یافت، درحالی‌که در لاین‌های متحمل به خشکی کاهش یاد شده اندک بود (دانشمند و همکاران، ۱۳۸۷). نتایج این آزمایش در خصوص کاهش تعداد دانه در خورجین در اثر تنش خشکی با بررسی های حسن زاده و همکاران (۱۳۸۵) و جمشیدی و همکاران (۱۳۹۱) مطابق دارد.

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر تیمار های آبیاری ، زئولیت و منگنز برصفات مورد آزمایش ارقام کلزا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		ارتفاع بوته	تعداد شاخه در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه
سال	۱	۱۲٤۰/٤۳**	٦/۰٦**	٥۳/۳۸**	۸۹۲۷٤/۲٥**
تکرار	۲	۲۱۹۸/۸۲	۷/۲۰	۲/۲۷	۳٥۰٥/۳۹*
آبیاری	۲	۳۱٦٥۸۹/٥٤**	۳۷۳/٤۹**	۱۱٤۳۹/٤٤**	۳۳۸۷۷٥۸/۷۰**
سال * آبیاری	۲	۹۱/۲۲*	۰/۸٤*	۲/۹٤**	۲۸۷۳/۹٥
زئولیت	۱	٤۰٤۱٥/٦۱**	٤۳/۷۱**	٥٦۰/٥٦	۳٦۱۰۳۷/٥۳**
سال * زئولیت	۱	۱/٥٤	۰/۱۰	۰/۱۹	۳۰٦/۲۸
آبیاری * زئولیت	۲	۳۷٥۷/٥۰**	٤/۱٤**	۳۷/۷۷**	۱۷٥٤٤/٦۳**
سال * آبیاری * زئولیت	۲	٤/۲۹	۰/۰۱	۰/۰۰۷	۱٤/۸۸
منگنز	۱	۲۰۲٤٥/۷٥**	۲۸/۳۷**	۲۹٦/۰٥**	۲۹٤٤۱۳/۰۱**
سال * منگنز	۱	۰/۳۰	۰/۰٥	۰/۰۹	۲٤۹/۷٦
آبیاری * منگنز	۲	٥۸۹/۹۸**	۲/۱۲**	۱۳/٥۸**	٥٦۳٤۷/۰٥**
سال * آبیاری * منگنز	۲	۱/۱۷	۰/۰۰٥	۰/۰۱	٤۷/۸۰
زئولیت * منگنز	۱	۳۰/٤۸	۰/۰۰٥	٥/٥۰**	۳۳۱/٥۳
سال * زئولیت * منگنز	۱	۱/۹۱	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰٦	۰/۲۸
آبیاری * زئولیت * منگنز	۲	۲۲۳/٤٦**	۰/٦۸	۰/۲۲	۱۷۲/۳۹
سال * آبیاری * زئولیت * منگنز	۲	۱/۹۳	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰۲	۰/۱٤
رقم	۳	۳۲٤/٦۹**	۰/٤٦	۳/۸۸**	۱٤۲۷/۷۹
سال * رقم	۳	۰/۰۷	۰/۰۰۰٥	۰/۰۰۲	۱/۲۱
آبیاری * رقم	٦	۳۷۲/٤٥**	۰/۳۸	٦/۰٤**	٤۲٦٥/۷۰**
سال * آبیاری * رقم	٦	۰/۰٦	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۳/٦۱
زئولیت * رقم	۳	۹/۳۹	۰/۰۷	۰/۳۳	٤۸/٦۲
سال * زئولیت * رقم	۳	۰/۰۰۳	۰/۰۰۰٥	۰/۰۰۰۷	۰/۰٤
آبیاری * زئولیت * رقم	٦	۱۷/۲۷	۰/۰۳	۰/۰٥	۷٥/۱٤
سال * آبیاری * زئولیت * رقم	٦	۰/۰۰٤	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰٥	۰/۰٦
منگنز * رقم	۳	۸/۱۳	۰/۱۱	۰/۰٦	۳۳۱/٥۳
سال * منگنز * رقم	۳	۰/۰۰٤	۰/۰۰۰٥	۰/۰۰۰٦	۰/۲۸
آبیاری * منگنز * رقم	٦	۱۳/۷۰	۰/۰۲	۰/۰۷۲	۲۲٥/٤٤
سال * آبیاری * منگنز * رقم	٦	۰/۰۰۲	۰/۰۰۰٦	۰/۰۰۱	۰/۱۹
زئولیت * منگنز * رقم	۳	۱۰/٥٦	۰/۰٥	۰/۰۱	۳۳۱/٥۳
سال * زئولیت * منگنز * رقم	۳	۰/۰۰٤	۰/۰۰۰٥	۰/۰۰۰۲	۰/۲۸
آبیاری * زئولیت * منگنز * رقم	٦	۱۸/٤۷	۰/۰۳	۰/۱٦	٦٦/۳۰
سال * آبیاری * زئولیت * منگنز * رقم	٦	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰٤	۰/۰۰۱	۰/۰٥٦
ضریب تغییرات (درصد)	---	۳/۹٦	۱۰/٤۱	۳/٥۹	۱۲/۲۲

* و ** به ترتیب به مفهوم معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد می‌باشند.

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه یکی از اجزای مهم عملکرد دانه می باشد. بین دو سال اجرای این آزمایش، اختلاف معنی داری از نظر وزن هزار دانه مشاهده شده است (جدول ۲). بیشترین مقدار وزن هزار دانه در سال اول (۲/۸۸ گرم) حاصل شد. کاهش وزن هزار دانه در تیمارهای تنش خشکی از مراحل گل‌دهی و خورجین-

دهی می‌تواند ناشی از هم زمانی رشد دانه با زمان اعمال تنش، کوتاه شدن دوره پر شدن دانه و بوجود آمدن اختلال در انتقال آسیمیلات‌های تولید شده در قبل از گل‌دهی به دانه ها و مساعد نبودن میزان و توزیع بارندگی در فصل زراعی باشد، در این آزمایش میزان بارندگی در زمان پر شدن دانه در سال اول نسبت به سال دوم بیشتر بوده و می تواند یکی از دلایل اختلاف وزن هزار دانه بین دو سال آزمایش باشد (شیرانی راد، ۱۳۹۰). کاربرد تیمار زئولیت در خاک و محلول پاشی منگنز، باعث افزایش وزن هزار دانه شده است که این افزایش از نظر آماری معنی دار بود (جدول ۸). با کاهش رطوبت خاک از مقدار وزن هزار دانه کاسته شد. افزایش وزن هزار دانه در آبیاری معمولی با کاربرد زئولیت و محلول پاشی منگنز اختلاف معنی داری را در مقابل شرایط تنش رطوبتی داشته است (جدول ۸). اصولاً گزارش شده که کمبود آب در مراحل زایشی گیاه کلزا سبب کاهش طول دوره گل‌دهی تا رسیدگی گیاه شده و بدین سبب با کاهش طول دوره پر شدن دانه کاهش وزن دانه‌ها نیز رخ می‌دهد (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۸). به نظر می‌رسد که تنش خشکی از مرحله ساقه‌دهی تا رسیدگی گیاه احتمالاً بیشتر به واسطه کاهش تولید آسیمیلات‌های فتوسنتزی در فاصله ساقه‌دهی تا آغاز پر شدن دانه و در نتیجه کاهش محسوس شیره پرورده برای پر شدن دانه-ها، چروکیدگی و کاهش وزن دانه‌ها را موجب شده است (جمشیدی و همکاران، ۱۳۹۱). اثر متقابل آبیاری × رقم نشان داد که بیشترین و کمترین مقدار وزن هزار دانه در شرایط آبیاری معمولی (۴۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک) و تخلیه رطوبتی خاک (۸۰ درصد) به ترتیب با مقدار ۴/۸۸ و ۰/۹۲ گرم در رقم طلائیه بدست آمد (جدول ۸).

جدول ۳- مقایسه میانگین صفت زراعی ارقام کلزا در تیمار های آزمایش

تیمار	تیمار		میانگین		
سال زراعی	آبیاری (تخلیه رطوبت خاک)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد شاخه در بوته	تعداد دانه در خورجین	عملکرد زیستی (کیلو گرم در هکتار)
اول (۹۱-۱۳۹۰)	۴۰ درصد	۱۶۸/۹۶ a	۷/۱۴a	۲۷/۰۱ a	۲۱۵۵۸/۹ a
	۶۰ درصد	۱۲۱/۷۴ c	۵/۱۶c	۱۵/۷ c	۹۴۸۱/۶ c
	۸۰ درصد	۵۵/۸۶ e	۳/۰۱e	۴/۸ e	۲۷۶۱/۳ e
دوم (۹۲-۱۳۹۱)	۴۰ درصد	۱۶۴/۹۶ b	۶/۶۶b	۲۵/۸ b	۲۰۲۳۴/۸ b
	۶۰ درصد	۱۱۹/۴۵ d	۴/۸۶d	۱۴/۹ d	۸۸۴۱/۱ d
	۸۰ درصد	۴۹/۶۹ f	۲/۹۱e	۴/۳ f	۲۵۰۱/۱ e

اعدادی که در هر ستون دارای یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی دار با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می باشند

عملکرد زیستی

بیشترین مقدار عملکرد زیستی در سال اول آزمایش و با شرایط آبیاری معمولی (۲۱۵۵ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (جدول ۳). بالا بودن ارتفاع بوته و تعداد شاخه در بوته درسال اول به دلایل شرایط مساعد جوی و میزان بیشتر بارندگی در سال اول را می توان از دلایل اختلاف بین سالها در عملکرد زیستی به شمار آورد. کاربرد تیمار زئولیت و محلول پاشی منگنز در این آزمایش باعث افزایش معنی دار در مقدار عملکرد زیستی شده است. بیشترین عملکرد زیستی (۲۲۳۵۴ کیلوگرم در هکتار) با کاربرد ۱۵ تن زئولیت در خاک و در شرایط آبیاری معمولی بدست آمد. همچنین بیشترین مقدار این صفت (۲۳۳۳۹ کیلوگرم در هکتار) با محلول پاشی منگنز در شرایط آبیاری معمولی (۴۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک) حاصل شده است (جدول ۸). عدم کاربرد زئولیت و منگنز منجر به کاهش عملکرد زیستی به طور معنی داری شده است، که دلیل آنرا به کاهش صفت شاخه زنی، تولید برگ و ارتفاع بوته، حاصل از فتوسنتز از طریق عواملی مانند کوتاه شدن دوره رشد مربوط می دانند (سینگ و همکاران، ۱۹۹۴).

کاربرد زئولیت در خاک بطور معنی داری عملکرد زیستی در کلزا را در آزمایشی که توسط شیرانی راد و همکاران (۱۳۹۰) انجام دادند، افزایش داد. نتایج به دست آمده با نتایج باقری و همکاران (۱۳۸۶) و شیرانی راد و همکاران (۱۳۹۰)، در خصوص کاهش عملکرد زیستی در رژیم های مختلف آبیاری، مطابقت دارد.

عملکرد دانه

بین دو سال اجرای آزمایش، اختلاف معنی داری از نظر عملکرد دانه مشاهده شده است (جدول ٤). بیشترین عملکرد دانه در سال اول (٤٨٣٤ کیلوگرم در هکتار) و در شرایط آبیاری معمولی مشاهده شد. افزایش اجزای عملکرد دانه در سال اول به دلایل مسائد بودن میزان نزولات، تاثیر بسزایی در افزایش معنی دار عملکرد دانه در سال اول نسبت به سال دوم در رژیم های مختلف آبیاری داشته است. با تخلیه رطوبتی خاک مقدار این صفت به طور معنی داری کاهش یافته است (جدول ٥). مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری × زئولیت × منگنز بر عملکرد دانه، نشان داد که در آبیاری معمولی و با کاربرد زئولیت (١٥ تن در هکتار) و محلول پاشی منگنز، بیشترین عملکرد دانه (٦٣٢٤/٣ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد و این در حالی بود که با کاهش رطوبت خاک مقدار عملکرد دانه به صورت معنی داری کاهش یافت (جدول ٧). بالا بودن عملکرد دانه در برخی ژنوتیپ های کلزا با خصوصیاتی نظیر گل‌دهی زود هنگام، تعداد بیشتر خورجین‌ها، دانه در خورجین و وزن هزار دانه زیاد مرتبط است (ساندالیو، ٢٠٠١).

بیشترین عملکرد دانه در شرایط تخلیه رطوبتی خاک (٦٠ درصد)، با کاربر تیمار های زئولیت و منگنز (٢٣١٤ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (جدول ٧). در این آزمایش مشخص شده است که کار برد تیمار های زئولیت و منگنز به صورت توأم در شرایط رژیم های مختلف آبیاری، باعث افزایش عملکرد دانه می شود. اما این افزایش به صورت معنی داری در شرایط آبیاری کامل اختلاف زیادی با شرایط تنش آبی دارد (جدول ٧). مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و رقم بر عملکرد دانه نشان داد که، بیشترین عملکرد دانه در شرایط آبیاری معمولی با مقدار ٤٨٨٩ کیلوگرم در هکتار و در رقم طلائیه بدست آمد (نمودار ٢). نیلسن در آزمایشات خود کاهش تعداد شاخه فرعی در شرایط کم آبی در زمان پر شدن دانه در کلزا را یکی از دلایل اصلی کاهش عملکرد دانه معرفی کرده است (نیلسن، ١٩٩٧). قلی پور و همکاران اظهار داشتند هنگامی که در مرحله رشد خورجین ها گیاه با کمبود آب مواجه گردد، انتقال مواد غذایی به دانه ها تقلیل یافته و عملکرد کاهش می یابد که ناشی از تعداد و اندازه خورجین ها می باشد (قلی پور و همکاران، ١٣٩٢). در بررسی دیگری کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش رطوبتی را متاثر از کاهش اجزای عملکرد از جمله تعداد خورجین، تعداد دانه در خورجین، ارتفاع بوته و وزن هزار دانه دانسته اند (دادیور و خودشناس، ١٣٨٥؛ باقری و همکاران، ٢٠١٤). شیرانی راد و همکاران (١٣٩٠) دریافتند که کاربرد زئولیت در خاک تاثیر معنی داری برا افزایش عملکرد دانه دارد (شیرانی راد و همکاران ، ١٣٩٠). نتایج بدست آمده از این بررسی با گزارش‌های موجود از تحقیقات مشابه مطابقت دارد (حسن زاده و همکاران، ١٣٨٥؛ دادیوار و خودشناس، ١٣٨٥؛ باقری و همکاران، ٢٠١١).

میزان روغن دانه

بین دو سال آزمایش، اختلاف معنی داری از نظر میزان روغن دانه مشاهده شده است (جدول ٤). بیشترین مقدار میزان روغن دانه (٤٦/٩ درصد) در سال دوم آزمایش و در شرایط آبیاری معمولی حاصل شد. با کاهش رطوبت خاک در رژیم های مختلف آبیاری و همچنین کاهش میزان بارندگی در سال دوم در اواخر فصل زراعی از میزان روغن دانه کاسته شد. در کلزا تجمع روغن در دانه ها از منحنی سیگموئیدی پیروی می کند، به این ترتیب که ابتدا شدید و سپس کند و ثابت می شود و حدود ١٨ روز پس از گرده افشانی، اولین قطرات روغن قابل تشخیص می باشد (عزیزی و همکارن، ١٩٩٩). اثر متقابل آبیاری × زئولیت × رقم، نشان داد که بیشترین مقدار درصد روغن دانه در شرایط آبیاری معمولی و با کاربرد تیمار زئولیت، در رقم طلائیه بدست آمده است. این اختلاف در بین ارقام با کاربرد تیمار زئولیت در سطوح آبیاری معنی دار بوده است (جدول ٦). اثر متقابل آبیاری × زئولیت × منگنز نشان داد که بیشترین درصد میزان روغن دانه در شرایط آبیاری معمولی و کاربرد زئولیت و محلول پاشی منگنز بدست آمد (جدول ٧). کاربرد زئولیت و منگنز به صورت توأم باعث افزایش مقدار این صفت دررژیم های مختلف آبیاری شده است. بطوریکه بیشترین مقدار میزان روغن دانه (٤٣/١٤ درصد) در شرایط تخلیه رطوبتی خاک (٦٠ درصد) با کاربرد تیمار زئولیت در خاک (١٥ تن در هکتار) و محلول پاشی منگنز بدست آمده است. در بررسی نیز تنش خشکی از مراحل گل-دهی و خورجین‌دهی اثر معنی‌داری بر درصد روغن دانه دو رقم کلزای زرفام و اکاپی نداشت (سلیمانی و همکاران، ١٣٩٠). در مقابل محققین دیگری نیز بر کاهش درصد روغن دانه و عملکرد روغن ارقام کلزا در شرایط تنش خشکی در مرحله گلدهی اذعان داشته‌اند، که این امر می‌تواند بواسطه اکسیداسیون برخی اسیدهای چرب غیر اشباع چندگانه و کاهش قابلیت تبدیل هیدرات‌های کربن به روغن در شرایط تنش روی داده باشد (دانشمند و همکاران، ١٣٨٧؛ مومپتون، ١٩٩٩).

جدول ٤- تجزیه واریانس اثر تیمار های آبیاری ، زئولیت و منگنز برصفات مورد آزمایش ارقام کلزا

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		عملکرد زیستی (کیلو گرم در هکتار)	عملکرد دانه (کیلو گرم در هکتار)	میزان روغن دانه (درصد)	میزان گلوکوزینولات دانه (میلی گرم در گرم وزن خشک کنجاله)
سال	۱	۳۹۵۹۶۱۰۱**	۱۱٤۳٤۱٦۰/٥**	۳٦۱۹٤٦۲/۳۹**	۱٦۰٤۰٥۸/٤**
تکرار	۲	٥۱۳۹٥۲۳/۲٦	٦۱۱۱۰٦/۰۱**	٦۳٦۸/٦۷**	۱۹٦٥۹/۰**
آبیاری	۲	۸۲۲۳۹٦۲۱۱٥**	۳٦۲۱۸٤٤۹۰/٥**	۱٤۱۲۳٦۷٤/۹۳**	٦۳٦۷۱۸٥۲/٦**
سال * آبیاری	۲	٦۹۷٥۰۹۱**	۱٥٥۰٤۸٥/۲**	۸٤۰۱/۹٥**	٦۰۹۰٤/۷**
زئولیت	۱	٦٥٥۱۰٥۳۷۲**	٤۸۰۹۹۲٤۹/۳**	٦۰٥۹۳٥/۳٦**	۲۱٤٥۲۲۱/۲**
سال * زئولیت	۱	٥٥٥۸۰۹	۲۰٦۱۳٥/٥*	۳٦۰/٤٦	۲۰٥۱/۹
آبیاری * زئولیت	۲	۳۱۲۱۰۲۳۳**	۲۸٥۷۹٦۸/۰**	٦۲٥٦٤/۳۲**	۱۱٥۹۱۳/٥**
سال * آبیاری * زئولیت	۲	۲٦۳۷۷	۱۲۲۷۰/۳	۳۷/۲۲	۱۱۰/۹
منگنز	۱	٥۱٥٦۹۷۳۱۸**	٥۲٥۲٥۲۷۱/۰**	٦۲٥۲٦۹/٤۹**	۱۳۲۱۰۱۱/۳**
سال * منگنز	۱	٤۳۷۸۹۲	۲۲٤۷۲۹/۳*	۳۷۱/۹٦	۱۲٦۳/٥
آبیاری * منگنز	۲	۹۷۸٤۸٦۳۱**	۲٤۸۸۱۹٦٥/۷**	۹٥۲۳/٥۲**	٦۷۱۲۱/۲**
سال * آبیاری * منگنز	۲	۸۳۰٦۳	۱۰٦٤۲۲/۹	٥/٦۷	٦٤/۲
زئولیت * منگنز	۱	۸۰٦۰۲۷	۱۳٥۰٤۰۹/۲**	۷٥/٦٥	۱۹۹۳/٥
سال * زئولیت * منگنز	۱	٦۹۱	٥۷٦۹/۲	۰/۰٥	۱/۹
آبیاری * زئولیت * منگنز	۲	۱٤٦۷٥٤	۱۷٥٥۰۲۹/۹**	۱۱۸٤/۷۱**	۲۲۲۹/٤
سال * آبیاری * زئولیت * منگنز	۲	۱۱۸	۷٥۳٦/۰	۰/۷۰	۲/۱
رقم	۳	۷۷۹۰۱٥۷**	٥۲۳۳۳۹/٤**	۳۷۰۸/۸۸**	۲٦٤۹٦/٥**
سال * رقم	۳	٦٦۰۰	۲۲۲۲/۸	۲/۲۱	۲٥/۳
آبیاری * رقم	٦	۱۱۷۷۸۳۲۹**	۱۰۷٦۰۱۳/۲**	٤۱٤۳/۹۷**	۳۰۳۸٦/۳**
سال * آبیاری * رقم	٦	۹۹٦۷	٤٦۰۱/۸	۲/٤۷	۲۹/۱
زئولیت * رقم	۳	٥۰۹٤۳۰	۳۱٦۲۲/۱	۲۹۹/٤۳	۲۲۸/۹
سال * زئولیت * رقم	۳	٤۳۰	۱۳٥/۰	۰/۱۸	۰/۲
آبیاری * زئولیت * رقم	٦	٥٥۲۳۸۷	٥۹۲٥۱/۳	۷۳۹/۷۷**	٤۰٥/۷
سال* آبیاری*زئولیت * رقم	٦	٤۷٤	۲٥٤/۰	۰/٤٤	۰/٤
منگنز * رقم	۳	۱۳۷۱۳٦	٤۲۷۱٤/٥	۱٤٤/٤٦	۲۲٦/۱
سال * منگنز * رقم	۳	۱۱۸	۱۸٥/۳	۰/۰۹	۰/۲
آبیاری * منگنز * رقم	٦	۳٤۹۹۷۳	۳۱٦۳٥/٦	۱۹۳/٤٥	٦۰۸/٤
سال * آبیاری*منگنز * رقم	٦	۲۹۷	۱۳٦/۱	۰/۱۲	۰/٦
زئولیت*منگنز * رقم	۳	٦٤۳٥۰۷	۳۳۲۱٥/٦	۹٤/۹۱	۲۹۰/۱
سال*زئولیت* منگنز * رقم	۳	٥٤٥	۱٤۳/٤	۰/۰٦	۰/۳
آبیاری*زئولیت*منگنز*رقم	٦	٤٥٥۳۰٦	٥۸۳٤۸/٤	۳۱۷/۷۷	۸۲۰/٦
سال*آبیاری*زئولیت* منگنز * رقم	٦	۳۸۳	۲٤۹/۹	۰/۱۹	۰/۸
ضریب تغییرات (درصد)	---	۷/۷٥	۸/۳۹	۰/۳۱	۲/٦۳

* و ** به ترتیب به مفهوم معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد می‌باشند.

میزان گلوکوزینولات دانه

اثر سال و آبیاری بر میزان گلوکوزینولات دانه معنی دار بود (جدول ٤). بطوریکه بیشترین مقدار این صفت در سال دوم آزمایش و در شرایط تنش رطوبتی (۸۰ درصد تخلیه رطوبتی خاک) حاصل شد (جدول ٥). با کاهش رطوبت خاک میزان گلوکوزینولات دانه به صورت معنی داری افزایش یافت که در سال دوم آزمایش میزان بارندگی کمتر نسبت به سال اول، باعث افزایش مقدار مقدار گلوکوزینولات دانه شده است. با کاهش رطوبت خاک میزان گلوکوزینولات دانه به صورت معنی داری افزایش یافت. افزایش گلوکوزینولات باعث کاهش کیفیت و ارزش غذایی کنجالهٔ دانهٔ کلزا میشود (سالیبوری و همکاران،

۱۹۸۷)، که تحت تأثیر عوامل ارثی و محیطی قرار دارد (فیلدسند و همکاران، ۱۹۹۱).

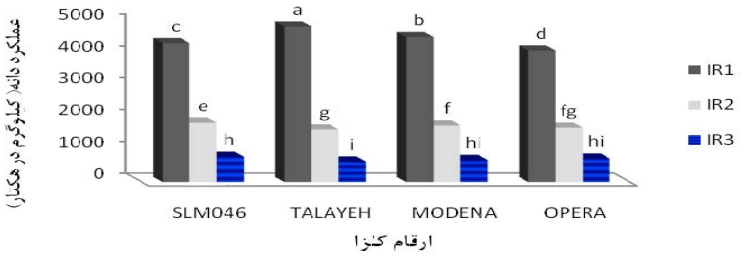
جدول ۵- مقایسه میانگین صفت زراعی ارقام کلزا در تیمار های مورد آزمایش

تیمار	تیمار	میانگین		
سال زراعی	آبیاری (تخلیه رطوبت خاک)	عملکرد دانه (کیلو گرم در هکتار)	میزان روغن دانه (درصد)	میزان گلوکوزینولات دانه (میلی گرم در گرم وزن خشک کنجاله)
اول	۴۰ درصد	۴۸۳۴/۹۶ a	۴۴/۵۲ b	۱۵/۶۱ f
(۱۳۹۰-۹۱)	۶۰ درصد	۱۹۲۴/۴۰ c	۴۰/۹۴ d	۲۳/۱۳ d
	۸۰ درصد	۸۳۱/۲۹ e	۳۷/۰۴ f	۳۱/۳۹ b
دوم	۴۰ درصد	۴۱۵۳/۳۸ b	۴۶/۹۵ a	۱۶/۶۱ e
(۱۳۹۱-۹۲)	۶۰ درصد	۱۶۰۰/۳۱ d	۴۳/۱۹ c	۲۴/۶۱ c
	۸۰ درصد	۶۴۱/۴۴ f	۳۹/۱۰ e	۳۳/۳۹ a

اعدادی که در هر ستون دارای یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی دار با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می باشند

جدول ۶- مقایسه میانگین صفت زراعی کلزا در تیمار های مورد آزمایش

تیمار		تیمار	
آبیاری (تخلیه رطوبت خاک)	زئولیت (تن در هکتار)	رقم	میزان روغن دانه (درصد)
		SLM046	۴۶/۸۱ e
	صفر	طلائیه	۴۶/۸۹ cde
		مدنا	۴۶/۸۴ de
۴۰ درصد		اپرا	۴۶/۵۹ f
		SLM046	۴۷/۰۶ bc
	۱۵	طلائیه	۴۷/۲۶ a
		مدنا	۴۷/۱۷ ab
		اپرا	۴۶/۹۹ bcd
		SLM046	۴۲/۷۰ j
	صفر	طلائیه	۴۲/۳۹ l
		مدنا	۴۲/۵۷ jk
۶۰ درصد		اپرا	۴۲/۵۱ kl
		SLM046	۴۳/۹۷ g
	۱۵	طلائیه	۴۳/۷۱ i
		مدنا	۴۳/۹۱ gh
		اپرا	۴۳/۷۸ hi
		SLM046	۳۸/۶۰ p
	صفر	طلائیه	۳۸/۴۳ p
		مدنا	۳۸/۴۶ p
۸۰ درصد		اپرا	۳۸/۵۳ p
		SLM046	۳۹/۹۱ m
	۱۵	طلائیه	۳۹/۳۸ o
		مدنا	۳۹/۶۵ n
		اپرا	۳۹/۸۰ mn



نمودار ۲- مقایسه میانگین عملکرد دانه ارقام کلزا در سطوح مختلف رژیم های آبیاری

(آبیاری معمولی (IR1) ، ٦٠ درصد تخلیه رطوبت خاک (IR2) ، ۸۰ درصد تخلیه رطوبت خاک (IR3)

اعدادی که در هر ستون دارای یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی دار با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می باشند

پژوهشگران تنوع ژنتیکی زیادی در بین واریته های کلزا از نظر میزان گلوکوزینولات دانه گزارش کرده اند (بورتون وهمکاران، ۲۰۰٤). اغلب دو فاکتور میزان روغن و پروتئین دانه برای توصیف کیفیت کلزای زمستانه استفاده می شود و بسته به ترکیب اسیدهای چرب آن برای مصارف انسانی یا صنعتی کاربرد دارد (راتکه و همکاران، ۲۰۰۵). اثر متقابل آبیاری × زئولیت و آبیاری × منگنز، بر این صفت معنی دار بود. کاربرد تیمار های منگنز و زئولیت از مقدار گلوکوزینولات دانه در رژیم های مختلف آبیاری کاسته است. البته این اختلاف معنی دار بود (جدول ٤). بیشترین مقدار گلوکوزینولات دانه در شرایط آبیاری معمولی (١٦/٤٧میلی گرم در گرم) را رقم اپرا بدست آورد و در حالیکه بیشترین مقدار این صفت در شرایط تخلیه رطوبت خاک (۸۰ درصد) را رقم طلائیه (۳۲/۹ میلی گرم در گرم) به خود اختصاص داد. با افزایش تخلیه رطوبتی خاک مقدار گلوکوزینولات دانه در ارقام کلزا به صورت معنی داری افزایش نموده است.

در بررسی که توسط مصطفوی راد و همکاران (۱۳۹۲) بر صفات زراعی و عملکرد کیفی دانه ارقام پاییزه کلزا انجام شد، ارقام کلزا از نظر عملکرد دانه، ترکیب اسیدهای چرب، محتوی گلوکوزینولات و میزان عناصر کم مصرف دانه، تفاوت معنی داری داشتند (مصطفوی راد و همکاران، ۱۳۹۲).

جدول ۷- مقایسه میانگین صفات زراعی کلزا در تیمار های مورد آزمایش

تیمار	تیمار	تیمار	میانگین		
آبیاری (تخلیه رطوبت خاک)	زئولیت (تن در هکتار)	منگنز (گرم/لیتر)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	عملکرد دانه (کیلو گرم در هکتار)	میزان روغن دانه (درصد)
٤٠ درصد	صفر	صفر	١٥١/٤٠ d	٣١٠٩/٤٦ d	٤٥/٠٢ d
		٣	١٧١/٣٥ b	٤٦٩٢/٤٦ b	٤٦/١٢ b
	١٥	صفر	١٦٠/٦٧ c	٣٨٥٠/٤٦ c	٤٥/٣٠ c
		٣	١٨٤/٤٢ a	٦٣٢٤/٢٩ a	٤٦/٥١ a
٦٠ درصد	صفر	صفر	١٠١/٣٦ h	١٢٣٤/٧١ h	٤٠/٩٩ h
		٣	١١٦/١٣ g	١٥٢٧/١٣ g	٤١/٨٧ g
	١٥	صفر	١٢٧/٨٨ f	١٩٧٢/٨٨ f	٤٢/٢٦ f
		٣	١٣٧/٠٠ e	٢٣١٤/٧١ e	٤٣/١٤ e
٨٠ درصد	صفر	صفر	٢٧/٨٦ l	٣٤٦/٩٦ l	٣٧/٠٧ l
		٣	٤١/٤٩ k	٦٢٣/٠٤ k	٣٧/٩٢ k
	١٥	صفر	٦١/١٨ j	٩٠٨/٩٦ j	٣٨/٣٠ j
		٣	٨٠/٥٧ i	١٠٦٦/٥٠ i	٣٨/٩٨ i

اعدادی که در هر ستون دارای یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی دار با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ می باشند

جدول ٨- مقایسه میانگین صفات فیزیولوژیک کلزا در تیمار های مورد آزمایش

آبیاری (تخلیه رطوبت خاک)	زئولیت(تن در هکتار)	تعداد شاخه در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد زیستی (کیلو گرم در هکتار)	میزان گلوکوزینولات دانه (میلی گرم در گرم وزن خشک کنجاله)
٤٠ درصد	صفر	٤/٦٦ b	٢٥/٦٨ b	٤/٤٢ b	١٩٤٣٩/٧ b	١٦/٥٩ e
	١٥	٧/١٤ a	٢٧/١٢ a	٥/٠١ a	٢٢٣٥٤/٠ a	١٥/٦٣ f
٦٠ درصد	صفر	٤/٣٨ d	١٣/٣٦ d	١/٩٠ d	٧٠٥٩/٢ d	٢٤/٨٣ c
	١٥	٥/٦٤ c	١٧/١٦ c	٢/٩١ c	١١٢٦٣/٦ c	٢٢/٩١ d
٨٠ درصد	صفر	٢/٦٦ f	٣/٠٥ f	٠/٧٤ f	١٦٦٥/٩ f	٣٣/٥٤ a
	١٥	٣/٣٦ e	٦/٠٩ e	١/٢٥ e	٣٥٩٦/٥ e	٣١/٢٤ b

آبیاری (تخلیه رطوبت خاک)	منگنز (گرم)	تعداد شاخه در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه(گرم)	عملکرد زیستی (کیلو گرم در هکتار)	میزان گلوکوزینولات دانه (میلی گرم در گرم وزن خشک کنجاله)
٤٠ درصد	صفر	٦/٤٥ b	٢٤/٩٨ b	٤/١٣ b	١٨٤٥٤/٠ b	١٧/٠٩ e
	٣	٧/٣٥ a	٢٧/٨٢ a	٥/٣١ a	٢٣٣٣٩/٧ a	١٥/١٣ f
٦٠ درصد	صفر	٤/٦٨ d	١٤/٣٦ d	٢/١٧ d	٨٠٥٣/٢ d	٢٤/٣٨ c
	٣	٥/٣٥ c	١٦/٢٧ c	٢/٦٤ c	١٠٢٦٩/٦ c	٢٣/٣٦ d
٨٠ درصد	صفر	٢/٨٠ f	٣/٩٠ f	٠/٨٧ f	٢١٦٧/٨ f	٣٢/٩٤ a
	٣	٣/١١ e	٥/٢٤ e	١/١٣ e	٣٠٩٤/٦ e	٣١/٨٥ b

آبیاری(تخلیه رطوبت خاک)	رقم	ارتفاع بوته (سانتی متر)	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد زیستی (کیلو گرم در هکتار)	میزان گلوکوزینولات دانه (میلی گرم در گرم وزن خشک کنجاله)
٤٠ درصد	SLM046	١٦٦/٠٠ b	٢٦/١٧ c	٤/٦٥ bc	٢٠٧٤٢/٠ c	١٦/٢١ gh
	طلائیه	١٧٠/١١ a	٢٦/٩٢ a	٤/٨٨ a	٢١٨١٨/٣ a	١٥/٨٠ i
	مدنا	١٦٨/٥٢ ab	٢٦/٥٢ b	٤/٧٨ ab	٢١٢٧٧/١ b	١٥/٩٦ hi
	اپرا	١٦٣/٢٠ c	٢٥/٩٩ c	٤/٥٥ c	١٩٧٤٩/٩ d	١٦/٤٧ g
٦٠ درصد	SLM046	١٢٤/٧٧ d	١٥/٩٩ d	٢/٥٢ d	٩٨٩٢/٨ e	٢٣/٥٥ f
	طلائیه	١١٥/٩٤ f	١٧/٦٤ g	٢/٢٦ e	٨٣٧٤/٦ g	٢٤/٢٢ d
	مدنا	١٢١/٧١ e	١٥/٥٤ e	٢/٤٩ d	٩٥٠٢/٢ e	٢٣/٧٦ ef
	اپرا	١١٩/٩٥ e	١٥/٠٨ f	٢/٣٦ de	٨٨٧٦/٠ f	٢٣/٩٦ de
٨٠ درصد	SLM046	٥٧/٨٧ g	٥/٠٤ h	١/٠٧ f	٢٩٦٠/٢ h	٣١/٨٨ c
	طلائیه	٤٧/٣٤ j	٤/١٣ i	٠/٩٢ f	٢٣٢٧/٠ i	٣٢/٩٣ a
	مدنا	٥٠/٧٣ i	٤/٣٩ i	٠/٩٤ f	٢٤٩١/٣ hi	٣٢/٥٠ b
	اپرا	٥٥/١٧ h	٤/٧٢ h	١/٠٥ f	٢٧٤٦/٤ hi	٣٢/٢٦ b

اعدادی که در هر ستون دارای یک حرف مشترک هستند فاقد اختلاف معنی دار با آزمون دانکن در سطح احتمال ٥٪ می باشند

نتیجه گیری

نتایج حاصل از ارزیابی صفات طی دو سال آزمایش مشخص کرد که بیشترین عملکرد دانه در شرایط آبیاری کامل (٤٠ درصد تخلیه رطوبت خاک) و با کاربرد تیمار های زئولیت در خاک و محلول پاشی منگنز حاصل شد. همچنین بیشترین میزان روغن دانه را رقم طلائیه در شرایط آبیاری کامل و کاربرد زئولیت

بدست آورد. در شرایط تنش رطوبتی استفاده از زئولیت و محلول پاشی منگنز توانست بطور معنی داری عملکرد و اجزای عملکرد دانه در این آزمایش را افزایش دهد. در نتیجه کاربرد این دو تیمار کودی به همراه ارقام مورد بررسی در این آزمایش در مناطقی مشابه منطقه اجرای آزمایش (شهریار و اطراف) که احتمال وقوع تنش رطوبتی در مراحل انتهایی رشد وجود دارد، توصیه می شود.

منابع

افضلی، م.ج.، ف. شریعتی. ۱۳۸۷. تاثیر روش‌های مختلف برداشت بر کیفیت دانه ارقام کلزا. پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشینهای کشاورزی و مکانیزاسیون. ۱۱ص.

باقری، ح.، ا.ح. شیرانی راد، م. ج. میر هادی و ب. دلخوش. ۱۳۸٦. بررسی اثر تنش کم آبی بر صفات کمی و کیفی کلزا. فصلنامه دانش کشاورزی ایران. ٤(۱): ۲۸۰- ۲٦۵.

بی نام، ۱۳۹۰. گزار های سالیانه موسسه آب و خاک. کرج. ۲۵۰ ص.

جمشیدی، ن.، ا.ح. شیرانی راد، ف. تختچین، پ. ناظری و م. غفاری. ۱۳۹۱. ارزیابی ارقام کلزا در شرایط تنش خشکی، مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژیک گیاهان زراعی. ٦(۳): ۳۳۸-۳۲۳.

حسن زاده، م.، ح.ر. نادری درباغشاهی، ا.ح. شیرانی راد. ۱۳۸۵. ارزیابی اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک و عملکرد کلزای پاییزه در منطقه اصفهان. فصلنامه پژوهش در علوم کشاورزی. ۲(۲): ٦۲-۵۱.

دادیوار، م. و م.ع. خودشناس. ۱۳۸۵. ارزیابی اثرات تنش آبی در کلزا. مجله علمی-پژوهشی علوم کشاورزی. ۱۲(٤): ۸۵۳- ۸٤۵.

دانشمند، ع. ، ا .ح. شیرانی راد، ق. نورمحمدی، ق. زارعی و ج. دانشیان. ۱۳۸۷. اثر رژیم های آبیاری و سطوح نیتروژن بر عملکرد دانه و کیفیت دانه دو رقم کلزا. مجله علوم زراعی ایران. ۱۰(۳): ۲٦۱-۲٤٤.

رحیمی زاده، م.، ح. مدنی و د. حبیبی. ۱۳۸٦. اثر عناصر کم مصرف آهن، روی، مس، منگنز و بور در مقاومت به تنش خشکی آفتابگردان. دهمین کنگره علوم خاک ایران.

سلیمانی، ع.، م. مرادی و ل. نارنجانی. ۱۳۹۰. بررسی اثرات قطع آبیاری در مراحل مختلف رشد بر عملکرد دانه و روغن ارقام کلزای پائیزه. آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). ۲۵ (۳): ٤۳۵-٤۲٦.

شیرانی راد، ا.ح.، ا. آرمند پیشه، ح. کاظمیان. ۱۳۹۲. زئولیت ها و کاربرد آنها در کشاورزی. نشر آموزش کشاورزی. ۱۱٦ص.

شیرانی راد، ا.ح، ا. مرادی مقدم، ت. طاهر خانی، ک. اسکندری و ا. نظری گلشن. ۱۳۹۰. ارزیابی واکنش گیاه کلزا به مقادیر نیتروژن و رژیم های رطوبتی در شرایط کاربرد و عدم کاربرد زئولیت، فصلنامه علمی- پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهان زراعی. ۳(٤): ۳۰٦-۲۹٦.

شیرانی راد، ا.ح. ۱۳۸۵. بررسی تحمل به شدت های مختلف تنش خشکی ارقام کلزا. گزارش نهایی. موسسه تحقیقات اصلاح وتهیه نهال و بذر.

عزیزی، م.، ا. سلطانی و س. خاوری خراسانی. ۱۳۷۸. کلزا (فیزیولوژی، زراعت، به نژادی و تکنولوژی زیستی). انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۳۰ص.

قلی پور، ع.، ک . گلخدانی، ن. لطیفی و م. مقدم. ۱۳۹۲. مقایسه رشد و عملکرد دانه ارقام کلزا در شرایط دیم گرگان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱(۱۱):۱٤- ۵.

مصطفوی راد، م.، ز. طهماسبی سروستانی، ع.م. مدرس ثانوی و ا. قلاوند. ۱۳۹۰. ارزیابی عملکرد، ترکیب اسیدهای چرب و میزان عناصر ریز مغذی بذر در ارقام پر محصول کلزا تحت تأثیر مقادیر مختلف گوگرد. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. ٤(۱): ٦۰-٤۳.

موحدی دهنوی، م.، س.ع.م. مدرس ثانوی. ۱۳۸۵. اثر محلول پاشی عناصر کم مصرف روی و منگنز بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گلرنگ پاییزه تحت تنش خشکی در منطقه اصفهان. فصلنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۳(۵).

Anonymous. 2004. Zeolite. http://www.enlimining.net

Azizi, M., A. Soltani, and S. Khavari Khorsani. 1999. Brassica Oilseeds: Production and utilization. Jehad University of Mashhad Publications. Pp: 230.

Bagheri, H., S. J. Mousavi and S. A. Mousavi. 2014. The Effect of Different Water Stress on Agronomical Characteristics and Crop Growth Rate (CGR) of Rapeseed Cultivars (Brassica napus L.). Adv. Environ. Biol. 8(10): 341-345.

Bagheri, H. and S. H. Jamaati-e-Somarin. 2011. Study of drought stress on agronomic traits of winter canola. Sci. Res. Essays. 6(25): 5285-5289.

Burriesci, N., S. Valente and R. Ottana. 1994. Utilization of zeolites in spinach growing.Zeolites 4:5-8.

Burton, W. A., V. L. Ripley, D.A. Potts and P.A. Salisbury. 2004. Assessment of genetic diversity in selected breeding lines and cultivars of canola quality Brassica juncea and their implications for canola breeding. Euphytica. 136: 181-192.

Enjalbert, J. N., S. Zheng, J. J. Johnson, J. L. Mullen, P. F. Byrne and J. K. McKay. 2013. Brassicaceae germplasm diversity for agronomic and seed quality traits under drought stress. Indust. Crops Products. 47: 176-185.

Fernandez, G. C. J. 1992. Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance. In: Kuo, C.G. (Ed), Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress. Publication, Tainan, Taiwan.

Fieldsend, J. K., F. E. Murray, P.E. Bilsborrow, G. F. J. Milford and E. J. Evans. 1991. Glucosinolate accumulation during seed development in winter sown oilseed rape (*B. napus*). In: McGregor, D.I. (edn.). Proceedings of 8th International Rapeseed Congress. Canada Saskatoon. 686-694.

Flanigen, M. and Mumpton, F. A. 1981. Commercial properties of natural zeolites. In: F.A. Mumpton (ed.). Mineralogy and geology of natural zeolites. Rev. Mineral. 4: 165-175.

Harmant, F. 1995. Superoxide radical and superoxide dismutases. Radical chem. 64:97-112.

Jongrungklang, N., B. Toomsan, N. Vorasoot, S. Jogloy, K. J. Boote, G. Hoogenboom and A. Patanothai. 2013. Drought tolerance mechanisms for yield responses to pre-flowering drought stress of peanut genotypes with different drought tolerant levels. Field Crops Res. 144: 34–42.

Kamkar, B., A. R. Daneshmand, F. Ghooshchi, A. H. Shiranirad, A. R. Safahani Langeroudi. 2011. The effects of irrigation regimes and nitrogen rates on some agronomic traits of canola under a semiarid environment. Agric. Water Manage. 98:1005–1012.

Mendham, N. G., M. J. Russel and G. C. Buzza. 1984. The contribution of seed survival to yield in new Australian cultivars of oilseed rape. J. Agric. Sci. Cambridge. 85: 103-110.

Moghaddam, M. J. and S.S. Pourdad. 2011. Genotype × environment interactions and simultaneous selection for high oil yield and stability in rainfed warm areas rapeseed (Brassica napus L.) from Iran. Euphytica. 180: 321–335.

Mumpton, F.A. 1999. Uses of natural zeolites in agriculture and industry. Geol. Mineral. Human Welfare. 96:3463-3470.

Nielsen, D. C. 1997. Water use and yield of canola under dryland condition in the Central Great Plains. J. Produc. Agric. 10:303-313.

Rashidi, S., A. H. Shirani Rad, A. Ayene Band, F. Javidfar and S. Lak, 2012. Study of relationship between droughts stresses tolerances with some physiological parameters in canola genotypes (*B. napus* L.). Annal. Biol. Res. 3 (1): 564-569.

Rathke, G. W., O. Christen and W. Diepenbrock. 2005. Effects of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. Field Crops Res. 94: 103-113.

Sandalio, L., M. Gumez, P. Rmero. 2001. Oxidative metabolism of pea plants. J. Exp. Bot. 53:1331-1341.

Singh, B., B. P. Singh, A. S. Faroda and S. K. Gupta. 1994. Effect of irrigation and nitrogen levels on the quality and oil yield of Brassica species. Indian. J. Agron. 39(2): 262-265.

Singh, K. B. and M. C. Saxena. 1991. Studies on drought tolerance in legume program. Annual report ICARDA.

Sloan, R. J., R. P. Patterson and T. E. Carter. 1990. Field drought tolerance of soybean plant introduction. Crop Sci. 30: 118-123.

Sulisbury, P., J. Sang and R. Cawood. 1987. Genetic and environmental factors influencing glucosinolate content in rapeseed in southern Australia. In: Proceedings of the 7th International rapeseed congress, Poland. The plant breeding and acclimatization institute, Poznan, 516-520.

Panda, R. K., S.K. Behera, P.S. Kashyap. 2004. Effective management of irrigation water for maize under stressed conditions. Agric. Water Manag. 66: 181–203.

Sylvester, B. and N. C. Bradley. 1978. Phenological stages in rapeseed (Brassica napus L.). Agron. J. 25: 36-41.

Yamaguchi-Shinozaki, K., M. Kasuga, Q. Liu, K. Nakashima and Y. Sakuma. 2002. Biological mechanisms of drought stress response. JIRCAS Working Report, pp: 1-8.

Zahedi, H., A. H. Shirani Rad and H. R. Tohidi Moghadam. 2011. Effects of zeolite and selenium applications on some agronomic traits of three canola cultivars under drought stress. Pesq. Agropec. Trop., 41(2): 179-185.

The survey of zeolite application and manganese on yield, oil content and seed glucosinolate rapeseed cultivars in different irrigation regimes

H. Bagheri[1], F. Farahvash[1], M. Sam Deliri[2], M. Yarnia[1], A. Shiranirad[3]

Received: 2014-12-17 Accepted: 2015-2-5

Abstract

In order to study the effect of natural super absorbent, zeolite and manganese, on morpho-physiological traits of rapeseed cultivars in different irrigation treatments, an experiment was performed during two years of 2012-2013 and 2013-2014, as factorial split design on the base of completely randomized block design with three replicates in research farm of Shahryar. Irrigation factors were included three levels, irrigation after 40 (normal irrigation), 60 and 80 percent of water depletion, zeolite included two levels of 0 and 15 tons per hectare, manganese included two levels of 0 and 3 gram per thousand, as factorial were set in the main plots and cultivars including SLM046, Talayeh, Modena and Opera were set in sub plots. Results indicated that applying zeolite in the soil and foliar application of manganese and increasing in water consumption, lead to increase grain yield (6324 $kg.ha^{-1}$) and seed oil content (46.5 %). Increasing seed yield in treatments with different irrigations, was mainly due to increasing seed number per silique and 1000-seed weight. Maximum amount of seed yield in normal irrigation was achieved by application of zeolite in the soil and foliar application of manganese. Manganese and zeolite decreases the amount of seed glucosinolate in different irrigation treatments. Maximum amount of seed glucosinolate was achieved in normal irrigation condition (16.5 mg/g) by Opera cultivar. Due to low yield in arid and semiarid areas, to increasing canola grain yield and irrigation efficiency, it is recommend the mineral zeolite in the soil and foliar application of manganese.

Key words: Yield component, rapeseed, soil irrigation, cultivars, foliar application, aluminumsilicates

1- Department of Agronomy and Crop Breeding, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
2- Department of Agronomy and Crop Breeding, Chaloos Branch, Islamic Azad University, Chaloos, Iran
3- Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran