



بررسی اثر مقادیر مختلف پتاسیم و زئولیت بر صفات کمی و کیفی گیاه کلزا در رژیم‌های مختلف آبیاری

آناز نصیری*

دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، گروه زراعت، تهران، ایران

بابک دلخوش

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، گروه زراعت، تهران، ایران

امیر حسین شیروانی راد

استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، موسسه دانه های روغنی - کرج، ایران.

قربان نورمحمدی

استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، گروه زراعت، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۲۶

چکیده:

به منظور بررسی اثر کاربرد مقادیر مختلف سولفات پتاسیم و زئولیت بر صفات کمی و کیفی گیاه کلزا، رقم زرفام در رژیم‌های مختلف آبیاری، آزمایشی بصورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در منطقه سعیدآباد شهرستان شهریار در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا شد. در این آزمایش، تیمارها شامل مصرف زئولیت در ۳ سطح صفر، ۵، ۱۰ تن در هکتار و پتاسیم در ۳ سطح صفر، ۵۰، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بصورت سولفات پتاسیم و آبیاری در ۲ سطح آبیاری معمولی و قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد بود. نتایج نشان داد اثر تیمار پتاسیم روی ارتفاع بوته و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد اثر معنی‌داری داشت. در این آزمایش حداکثر عملکرد دانه با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۱۰ تن در هکتار زئولیت به میزان ۳۷۸۶ کیلوگرم در هکتار و حداقل عملکرد دانه بدون مصرف پتاسیم و زئولیت به میزان ۱۸۵۲ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. بیشترین عملکرد تحت اثر متقابل آبیاری در پتاسیم مربوط به آبیاری معمولی با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم ۴۹۵۸ کیلوگرم در هکتار و حداقل عملکرد دانه مربوط به تیمار قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد و بدون مصرف سولفات پتاسیم به میزان ۸۶۷.۳ کیلوگرم در هکتار بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: پتاسیم، زئولیت، آبیاری، عملکرد، کلزا

مقدمه

کلزا *Brassica napus* گیاهی است یک ساله از خانواده چلیپاییان و از جنس براسیکا که دارای ارقام مختلفی است (Asadian & Faraji, 2009). کلزا به عنوان تنها گیاه روغنی پائیزه یکساله در بین دانه‌های روغنی دیگر به راحتی در تناوب با غلات قرار می‌گیرد و دانه آن به طور متوسط دارای ۴۵-۴۰٪ روغن است (Carmody, 2001). عملکرد محصول پاسخی به محیط و فصل رشد از کاشت تا برداشت می‌باشد. در این صورت تعیین اثر تنش روی محصول بستگی به اثر متقابل بین عوامل مرتبط با تنش و محصول دارد (Angadi et al., 2003). خشکی خطری برای تولید موفقیت آمیز محصولات زراعی در سراسر جهان است و موقعی اتفاق می‌افتد که ترکیبی از عوامل فیزیکی و محیطی باعث تنش در گیاه شده و تولید را کاهش دهد (ربیعی، ۱۳۸۵). رز و همکاران (۲۰۰۸) طی آزمایش‌هایی به این نتیجه رسیدند که برای به حداکثر رساندن عملکرد دانه کلزا، رساندن پتاسیم کافی در اوایل گلدهی مهم است و همچنین هنگامی که پتاسیم تا اواخر مرحله رشد مصرف شود، غلظت آن در اندام هوایی افزایش می‌یابد و این به حداکثر عملکرد دانه کمک می‌کند. شیخ و همکاران (۲۰۰۵) با انجام آزمایش تنش آبی در مراحل مختلف رشد روی کلزای بهاره مشاهده کردند که اعمال تنش آبی باعث کاهش پتانسیل آب برگ در گیاه کلزا می‌شود.

تأثیر تنش خشکی بر عملکرد کلزا تابعی از ژنوتیپ، شدت و طول مدت تنش، شرایط آب و هوایی و مراحل رشد و نمو می‌باشد (Aziziet al., 2000). البارک (۲۰۰۶) و سینکی و مکاران (۲۰۰۷)

کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن دانه را در کلزا تحت تأثیر تنش گزارش کردند (Sinaki et al., 2006, Albarrak, 2007). قادری و همکاران (۱۳۸۹) در طی آزمایشی گزارش کردند با افزایش مصرف کود پتاسه عملکرد دانه و عملکرد روغن بطور معنی‌داری افزایش یافت. همچنین آنها گزارش نمودند اثر متقابل کم آبیاری و کاربرد پتاسیم اختلاف معنی‌داری در عملکرد دانه و روغن بوجود آورد و با افزایش مصرف پتاسیم از هر سطح کم آبیاری، اثرات سوء تنش آبی تعدیل شد. به منظور دستیابی به اهداف کشاورزی پایدار استفاده از ژئولیت به منظور افزایش راندمان مصرف آب و افزایش عملکرد گیاهان نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (کاظمی، ۱۳۸۳). براساس گزارش زمانیان (۱۳۸۷) استفاده از ژئولیت می‌تواند رطوبت خاک را برای مدت بیشتری حفظ و در اختیار گیاه قرار دهد، بنابراین کاربرد ژئولیت می‌تواند اثرات سوء تنش خشکی در گیاهان زراعی را تعادل بخشد. مطالعه تأثیر کاربرد مقادیر مخلف سولفات پتاسیم و ژئولیت در رژیم‌های مختلف آبیاری در کلزا و شناخت بیشتر واکنش این گیاه گامی مؤثر در زمینه تکمیل مطالعات به زراعی کلزا می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در منطقه سعیدآباد شهرستان شهریار در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا شد که در عرض جغرافیایی ۴۹ درجه و ۳۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۱۱ دقیقه شرقی واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۱۳۳ متر می‌باشد. منطقه شهریار از نظر اقلیمی جزء مناطق نیمه خشک و بر

نواری و یکنواخت در خاک ریخته شد و جهت تامین پتاسیم از سولفات پتاسیم استفاده شد. برای تیمار ۵۰ کیلوگرم پتاسیم در هر کرت، ۷۲ کیلوگرم سولفات پتاسیم و برای ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم در هر کرت، ۱۴۴ کیلوگرم سولفات پتاسیم محاسبه شد. برای اعمال تیمار ۵ تن در هکتار ژئولیت در هر کرت ۳/۶ کیلوگرم ژئولیت و برای ۱۰ تن در هکتار ژئولیت در هر کرت ۷/۲ کیلوگرم ژئولیت مصرف شد. پخش کود سرک در دو مرحله، انجام گرفت. مرحله اول بعد از تنک کردن به اندازه ۵۰ کیلوگرم در هکتار و مرحله دوم در شروع ساقه رفتن به اندازه ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار اوره در اختیار گیاه قرار داده شد. نحوه اجرای تیمار آبیاری معمولی بر اساس پس از ۸۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A بود که در طی ۹ مرحله (خاک آب، پی آب، آبیاری سوم، آبیاری چهارم، ساق آب، غنچه دهی، گلدهی، خورجین دهی، مرحله پر شدن دانه) به فاصله هر ۱۰ روز یکبار آبیاری معمولی انجام گرفت و تیمار قطع آبیاری از مرحله گلدهی زمانی که ۵۰٪ بوته‌های یک کرت به گل رفته بودند، انجام گرفت و از زمان قطع آبیاری تا رسیدن، ۴۵ تا ۵۰ روز زمان لازم بود. برداشت کلزا اواخر خرداد ماه ۱۳۹۱ به صورت دستی، در هر کرت فرعی از ۶ ردیف کاشت از ابتدا و انتهای دو ردیف وسط هر کرت به اندازه ۰/۵ متر به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد، سپس بوته‌های مساحت باقی مانده وسط کرت، به وسیله داس، کف بر گردید. نمونه برداری برای تعیین عملکرد و وزن هزاردانه انجام گرفت. جهت انجام محاسبات آماری، تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها، از نرم افزار MSTATC استفاده گردید. مقایسات میانگین‌ها و

اساس آمار هواشناسی، میانگین بارندگی آن ۲۵۸ میلی‌متر و متوسط دمای آن ۱۵/۳۶ درجه سانتی-گراد است. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با سه عامل کاربرد ژئولیت در ۳ سطح و مصرف سولفات پتاسیم در ۳ سطح و تیمار تنش آبیاری در ۲ سطح اجرا گردید. هر تکرار شامل ۱۸ تیمار بود. کرت‌های آزمایش به ابعاد ۳ × ۸ متر بودند. فاصله بین کرت‌های متوالی در هر تکرار از هم نیم متر و فواصل بین تکرارها چهار متر در نظر گرفته شده بود. قبل از آماده سازی زمین، کود پاشی مزرعه به میزان ۳۰۰ کیلوگرم کود اوره و ۱۰۰ کیلوگرم گوگرد گرانبه در هکتار انجام گرفت. پس از کود پاشی یک مرحله هم دیسک زده و سپس اقدام به کرت بندی شد.

عملیات کاشت کلزا رقم زرفام با استفاده از بذرکار بر اساس کاشت ۸ کیلوگرم در هکتار کلزا تنظیم شده بود. فواصل بوته‌ها روی هر ردیف کاشت بر اساس تراکم مذکور یک سانتی‌متر بود. طول هر کرت آزمایشی ۴ متر و عرض آن ۱/۸ متر بود. هر کرت دارای سه پشته به عرض ۶۰ سانتی‌متر بر روی هر پشته دو ردیف کشت در نظر گرفته شد) در مجموع ۶ ردیف کشت در هر کرت). عمق کاشت بذر ۱/۵ سانتی‌متر تعیین گردید. بعد از کاشت، کرت‌های مورد نظر آبیاری شد. عملیات وجین به صورت دستی، در طی دو مرحله انجام شد. عملیات تنک کردن مزرعه در طی دو مرحله، مرحله اول در ۴-۳ برگی و مرحله دوم در ۷-۶ برگی انجام گرفت. برای بکار بردن ژئولیت کمی بالاتر از داغاب شیار عمیقی ایجاد و در این شیارها مقدار ۱/۸ کیلوگرم ژئولیت به صورت

صفات مورد ارزیابی به روش آزمون چند دامنه دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت.

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد ارتفاع بوته از نظر آماری تحت اثر کاربرد پتاسیم، ژئولیت و آبیاری و اثرات متقابل آنها در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود. (جدول ۱). حداکثر ارتفاع بوته تحت اثر آبیاری معمولی و با مصرف ۱۰ تن در هکتار ژئولیت (۱۶۳.۹ سانتی متر) و حداقل ارتفاع بوته تحت اثر قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد و بدون مصرف ژئولیت (۱۱۹.۳ سانتی متر) بدست آمد. (جدول ۳). (Sinaki et al (2007) و Albarrak (2006) کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته تحت تاثیر تنش خشکی را گزارش کردند. شعبانی و همکاران (۱۳۸۸) گزارش کردند اعمال تنش در مرحله گلدهی باعث شد که سرعت رشد بوته کاهش یافت.

تعداد خورجین در بوته

با توجه به جدول (۱)، این صفت از نظر آماری تحت اثرات ساده آبیاری، پتاسیم، ژئولیت و کلیه اثرات متقابل تیمارها در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی‌داری را نشان داد. کمترین تعداد خورجین در بوته تحت اثر متقابل آبیاری و پتاسیم برای قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد و بدون مصرف پتاسیم (به تعداد ۳۴.۶۷) و بیشترین تعداد خورجین در بوته برای آبیاری معمولی با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار پتاسیم (به تعداد ۱۳۶.۷) حاصل شد (جدول ۳). با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم و ۱۰ تن در هکتار ژئولیت در این آزمایش حداکثر تعداد

خورجین در بوته (به تعداد ۱۰۹.۳) و بدون مصرف پتاسیم و ژئولیت حداقل تعداد خورجین در بوته (به تعداد ۵۷.۸۰) حاصل شد (جدول ۴). نتایج این آزمایش با یافته‌های صفایی و همکاران (۱۳۸۷) در رابطه با کاربرد و عدم کاربرد ژئولیت مطابقت دارد بطوری‌که آنها گزارش نمودند مصرف ژئولیت در شرایط آبیاری معمولی بیشترین تعداد خورجین در بوته را شامل می‌شود.

وزن هزار دانه

این صفت از نظر آماری تحت تاثیر تیمارها تفاوت معنی‌داری را در سطح احتمال ۱٪ نشان داد (جدول ۱). نتایج بررسی اثرات متقابل نشان داد با آبیاری معمولی همراه با ۱۰ تن در هکتار ژئولیت مصرفی، بیشترین وزن هزار دانه (۴.۴۷ گرم) و با قطع آبیاری از مرحله گلدهی و عدم مصرف ژئولیت کمترین وزن هزار دانه (۱.۸۲۷ گرم) بدست آمد (جدول ۳). پازوکی و همکاران (۱۳۸۹) بیان کردند با آبیاری معمولی و مصرف ۶ تن در هکتار ژئولیت بیشترین وزن هزار دانه در کلزا بدست آمده است.

عملکرد دانه

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد عملکرد دانه کلزا از نظر آماری در سطح احتمال ۱٪ تحت تاثیر تیمارها قرار گرفت (جدول ۲). نتایج آزمون دانکن تحت اثر متقابل پتاسیم و ژئولیت نشان داد با مصرف ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و ۱۰ تن در هکتار ژئولیت مورد آزمایش، حداکثر عملکرد دانه به میزان ۳۷۸۶ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (جدول ۴).

صفایی و همکاران (۱۳۸۷) طی آزمایشی بیان نمودند کاربرد ژئولیت در هر دو شرایط آبیاری

پتاسیم معمولاً" تاثیر مهمی در میزان روغن دانه ندارد.

شاخص برداشت

با توجه به جدول (۱) این صفت از نظر آماری تحت تاثیر کلیه عوامل در سطح احتمال ۱٪ اختلاف معنی داری داشت. بیشترین شاخص برداشت مربوط به مصرف ۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم و بدون استفاده از زئولیت (۲۸.۶۸٪) و کمترین شاخص برداشت مربوط به عدم استفاده از سولفات پتاسیم و ۱۰ تن در هکتار زئولیت (۱۹.۷۱٪) بدست آمد (جدول ۴). Shahid (2006) افزایش و بهبود عملکرد و شاخص برداشت را با مصرف بالاتر پتاسیم تحت شرایط رطوبتی در خردل و سورگوم گزارش کرد. خوشبخت و همکاران (۱۳۸۶) در آزمایش خود بر روی گیاه تربچه بیان کردند کاربرد زئولیت باعث افزایش رشد و بهبود عملکرد شده است که در نتیجه دارای اثر مثبت روی شاخص برداشت خواهد داشت. نتایج حاصل از ارزیابی تنش خشکی در کلزا نشان داد در صفات عملکرد بیولوژیک، عملکرد اقتصادی (دانه)، شاخص

معمولی و تنش کم آبی سبب افزایش معنی دار عملکرد دانه کلزا شد بطوریکه کاربرد زئولیت ۱۰ تن در هکتار در زراعت آبی گیاه سبب افزایش عملکرد دانه به میزان ۶۴٪ نسبت به عدم کاربرد زئولیت شد.

عملکرد روغن دانه

این صفت از نظر آماری تحت اثرات ساده آبیاری، پتاسیم، زئولیت و اثرات متقابل آنها اختلاف معنی داری را در سطح احتمال ۱٪ نشان داد (جدول ۱). نتایج اثرات متقابل آبیاری و پتاسیم نشان داد با آبیاری معمولی و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار بیشترین عملکرد روغن دانه (۲۱۰۸ کیلوگرم در هکتار) و با قطع آبیاری از مرحله گلدهی و با عدم مصرف پتاسیم کمترین عملکرد روغن (۳۲۴ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (جدول ۳). فرجی و همکاران (۱۳۸۷) طی آزمایش های خود بیان نمودند انجام آبیاری تکمیلی سبب افزایش معنی داری درصد روغن و عملکرد روغن دانه کلزا شد. احمدی و جاویدفر (۱۳۷۷) گزارش کردند پتاسیم نقش عمده ای در فعالیت های فیزیولوژیک و سیستم آنزیمی گیاهی که متابولیسم مواد فتوسنتزی و تبدیل آنها به روغن را کنترل می کنند، ایفاء می کند. با این وجود

جدول ۱: تجزیه واریانس صفات مورد آزمایش (میانگین مربعات)

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد خورجین در بوته	وزن ۱۰۰۰ دانه	عملکرد دانه	شاخص برداشت	عملکرد روغن
تکرار	۲	۲۶۵/۶۹**	۴۳۳/۹۳**	۰/۱۲**	۲۵۳۵۵/۱۶**	۰/۱۳ ^{n.s}	۵۹۴۸/۶۶**
آبیاری ۱	۱	۱۰۸۸۰/۰۴۲**	۷۲۸۴۲/۲۰**	۵۴/۳۰**	۱۲۵۶۹۳۵۷۴**	۱۴/۹۳**	۶۳**
							۲۳۱۸۵۶۹۳
پتاسیم K	۲	۱۳۰۶/۵۴**	۴۴۲۶/۴۶**	۱/۹۱**	۶۳۰۱۱۴۲/۱۶**	۲۲/۲۸**	۱۳۰۴۲۶۶/۸۸**
آبیاری × پتاسیم (I×K)	۲	۹/۰۱۲	۲۳۰/۳۸**	۰/۰۵**	۵۷۷۶۱۱/۵۰**	۲۹/۷۷**	۱۹۰۰۶۶۷۴**
ژنولیت	۲	۱۱۲۴/۵۰**	۲۶۹۴/۸۵**	۱/۶۵**	۳۷۸۹۸۰۱/۱۶**	۶۸/۱۶**	۷۴۰۶۶۰/۲۲**
آبیاری × ژنولیت (I×Z)	۲	۹۶/۸۲**	۹۰/۸۰**	۰/۲۶**	۳۴۸۷۸/۵۰**	۳۱/۸۷**	۱۴۸۴/۵۱**
پتاسیم × ژنولیت (K×Z)	۴	۱۱/۱۰	۷۷/۲۱**	۰/۰۳**	۱۲۹۴۴۷/۹۱**	۲۷/۳۴**	۳۰۵۰۴/۸۶**
آبیاری × پتاسیم × ژنولیت	۴	۲۰/۶۳ ^{n.s}	۴/۱۴	۰/۰۰۸ ^{n.s}	۳۳۷۲۳/۲۵**	۱۱/۴۸**	۲۹۹۵/۵۴**
خطا	۳۴	۱۷/۳۹	۶/۰۸	۰/۰۰۲	۲۰۴۲/۷۵**	۰/۱۰۲	۴۱۵/۱۱
ضریب تغییرات (%)		۲/۸۸	۲/۹۴	۱۱/۲۸	۱۱/۶۰	۱۱/۲۶	۱۱/۷۷

n.s: عدم اختلاف معنی دار* و **: به ترتیب بیانگر اختلاف معنی دار در سطح آماری ۵٪ و ۱٪

جدول ۲: مقایسه میانگین اثرات ساده صفات مورد بررسی بر اساس آزمون دانکن

تیمارها	ارتفاع بوته (cm)	تعداد خورجین در بوته	وزن هزار دانه (g)	عملکرد دانه (kg/ha)	شاخص برداشت (%)	عملکرد روغن (kg/ha)
آبیاری (I)						
I1	۱۵۹/۲۵a	۱۲۰/۶۸a	۴/۳۰a	۴۳۵۸/۵۵a	۲۵/۹۱a	۱۸۰۸/۷۰a
I2	۱۳۰/۸۶b	۴۷/۲۳b	۲/۳۰b	۱۳۰۷/۲۲b	۲۴/۸۶b	۴۹۸/۱۸b
پتاسیم (K)						
K1	۱۳۵/۸c	۶۷/۳۰c	۲/۹۵c	۲۱۸۸c	۲۴/۳۳c	۸۶۰/۷c
K2	۱۴۶/۹b	۸۶/۱۵b	۳/۳۶b	۲۹۶۲b	۲۶/۵۵a	۱۲۰۹b
K3	۱۵۲/۵a	۹۸/۴۳a	۳/۵۹a	۳۳۵۰a	۲۵/۲۸b	۱۳۹۰a
ژنولیت (Z)						
Z1	۱۳۶/۲c	۷۰/۳۸c	۲/۹۶c	۲۳۲۲c	۲۷/۲۱a	۹۲۷c
Z2	۱۴۷/۷b	۸۷/۳۷b	۳/۳۹b	۲۹۶۷b	۲۵/۶۲b	۱۲۱۴b
Z3	۱۵۱/۳a	۹۴/۱۳a	۳/۵۵a	۲۳۲۱۰a	۲۳/۳۴c	۱۳۱۹a

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی داری را در سطح احتمال ۵٪ نشان نمی‌دهند

جدول ۳: مقایسه میانگین اثرات متقابل آبیاری × پتاسیم و آبیاری × زئولیت بر اساس آزمون دانکن

تیمارها	ارتفاع بوته (cm)	تعداد خورجین در بوته	وزن هزار دانه (g)	عملکرد دانه (kg/ha)	شاخص برداشت (%)	عملکرد روغن (g/ha)
I1×k1	۱۴۹/۲c	۹۹/۹۳c	۳/۹۵c	۳۵۰۸c	۲۳/۳۸e	۱۳۹۷c
I1×k2	۱۶۱/۷b	۱۲۵/۴b	۴/۴۲b	۴۶۱۰b	۲۷/۷۴a	۱۹۲۱b
I1×k3	۱۶۶/۹a	۱۳۶/۷a	۴/۵۴a	۴۹۵۸a	۲۶/۶۳b	۲۱۰۸a
I2×k1	۱۲۲/۴f	۳۴/۶۷f	۱/۹۵f	۸۶۷/۳f	۲۵/۲۹c	۳۲۴f
I2×k2	۱۳۲/۱e	۴۶/۹۰e	۲/۳۰e	۱۳۱۳e	۲۵/۳۶c	۴۹۸/۲e
I2×k3	۱۳۸/۲d	۶۰/۱۳d	۲/۶۴d	۱۷۴۲d	۲۳/۹۴d	۶۷۲/۳d
i1 × z1	۱۵۳b	۱۰۹/۷c	۴/۱۰c	۳۸۸۹c	۲۷/۶۲a	۱۵۷۵c
i1 × Z2	۱۶۰/۸a	۱۲۲/۹b	۴/۳۳b	۴۴۹۸b	۲۷/۵۳a	۱۸۷۹b
i1 × Z3	۱۶۳/۹a	۱۲۹/۴a	۴/۴۷a	۴۶۸۹a	۲۲/۶۰e	۱۹۷۳a
i2 × Z1	۱۱۹/۳e	۳۱/۰۷f	۱/۸۲f	۷۵۴/۷f	۲۶/۸۰b	۲۸۰/۱f
i2 × z2	۱۳۴/۵d	۵۱/۸۰e	۲/۴۴e	۱۴۳۷e	۲۳/۷۰d	۵۴۸/۴e
i2 × Z3	۱۳۸/۸c	۵۸/۸۳d	۲/۶۳d	۱۷۳۰d	۲۴/۰۸c	۶۶۶d

میانگین های با حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی داری را در سطح احتمال ۵٪ نشان نمی دهند

جدول ۴: مقایسه میانگین اثرات متقابل پتاسیم × زئولیت بر اساس آزمون دانکن

تیمارها	ارتفاع بوته (cm)	تعداد خورجین در بوته	وزن هزار دانه (g)	عملکرد دانه (kg/ha)	شاخص برداشت (%)	عملکرد روغن (kg/ha)
k1 × z1	۱۲۷/۹e	۵۷/۸۰i	۲/۷۱g	۱۸۵۲i	۲۷/۶۱b	۷۱۹i
k1 × Z2	۱۳۶/۸d	۶۶/۹۵h	۲/۹۵f	۲۱۸۶h	۲۵/۶۷c	۸۵۹/۸h
k1 × Z3	۱۴۲/۷c	۷۷/۱۵f	۳/۲۰e	۲۵۲۵f	۱۹/۷۱f	۱۰۰۳f
k2 × Z1	۱۳۶/۹d	۷۱/۸۵g	۲/۹۸f	۲۴۲۰g	۲۸/۶۸a	۹۷۳/۵g
k2 × Z2	۱۵۰/۳a	۹۰/۷۰d	۳/۴۹d	۳۱۴۷d	۲۵/۷۸c	۱۲۸۹d
k2 × Z3	۱۵۳/۴ab	۹۵/۹۰c	۳/۶۲c	۳۳۱۸c	۲۵/۱۹e	۱۳۶۶c
k3 × Z1	۱۴۳/۷c	۸۱/۵۰e	۳/۲۱e	۲۶۹۴e	۲۵/۳۴de	۱۰۹۰e
k3 × Z2	۱۵۶a	۱۰۴/۴b	۳/۷۳b	۳۵۶۹b	۲۵/۳۹cde	۱۴۹۲b
k3 × Z3	۱۵۷/۹a	۱۰۹/۳a	۳/۸۵a	۳۷۸۶a	۲۵/۱۲e	۱۵۸۹a

میانگین های با حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی داری را در سطح احتمال ۵٪ نشان نمی دهند

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرات متقابل ۳ عاملی آبیاری × ژئولیت بر اساس آزمون دانکن

تیمارها	وزن هزار دانه (gr)	عملکرد دانه (kg/h)	ارتفاع بوته (cm)	عملکرد روغن دانه (kg/h)	تعداد خورجین در بوته	شاخص برداشت (%)
(Z×K×I) I1×K1×Z1	۳.۲۳۲f	۲۷۹۴.۰۰f	۱۴۵.۲fg	۱۱۳۵.۰۰g	۷۹.۲۱g	۲۵.۲۹cd
I1×K1×Z21	۳.۲۹۰ef	۲۸۳۶.۰۰f	۱۴۹.۶ef	۱۱۵۴.۰۰fg	۸۳.۶۶f	۲۵.۴۳cd
I1×K1×Z3	۳.۳۹۳d	۲۸۶۹.۰۰f	۱۵۲.۸de	۱۱۷۱.۰۰f	۸۹.۰۲e	۲۵.۴۵cd
I1×K2×Z1	۰.۰۰۹j	۱۰.۶۵j	۱۵۵.۲de	۴۸.۰۲k	۰.۵۸۱k	۰.۰۷۵g
I1×K2×Z2	۲.۳۰۲h	۱۳۰۷.۰۰h	۱۶۲.۶bc	۴۹۸/2	۴۷.۲۳i	۲۴.۸۶d
I1×K2×Z3	۰.۰۰۹j	۸.۶۹۸j	۱۶۷.۲ab	۳.۹۲۱k	۰.۴۷۴k	۰.۰۶۱g
I1×K3×Z1	۳.۳۶۳de	۲۹۶۲.۰۰e	۱۵۸.۷cd	۱۲۰۹.۰۰e	۸۶.۱۵ef	۲۶.۵۵d
I1×K3×Z2	۳.۵۹۸c	۳۳۵۰.۰۰c	۱۷۰.۳a	۱۳۹۰.۰۰c	۹۸.۴۳c	۲۵.۲۸cd
I1×K3×Z3	۰.۰۰۹j	۱۰.۶۵j	۱۷۱.۷a	۴۸.۰۲k	۰.۵۸۱k	۰.۰۷۵g
I2×K1×Z1	۴.۴۲۰b	۴۶۱۰.۰۰b	۱۱۰.۶l	۱۹۲۱.۰۰b	۱۲۵.۴b	۲۷.۷۴a
I2×K1×Z2	۴.۵۵۰a	۴۹۵۸.۰۰a	۱۲۳.۹jk	۲۱۰۸.۰۰a	۱۳۶.۷a	۲۶.۶۳b
I2×K1×Z3	۱.۹۵۳i	۸۶۷.۳i	۱۳۲.۶hi	۳۲۴.۰j	۳۴.۶۷j	۲۵.۲۹cd
I2×K2×Z1	۲.۳۰۷h	۱۳۱۳.۰۰h	۱۱۸.۷k	۴۹۸.۲i	۴۶.۹۰i	۲۵.۳۶cd
I2×K2×Z2	۲.۶۴۷g	۱۷۴۲.۰۰g	۱۳۷.۹gh	۶۷۲.۳h	۹۰.۱۳h	۲۳.۹۴e
I2×K2×Z3	۰.۰۱۴j	۱۵.۰۷j	۱۳۹.۶gh	۶.۷۹۱k	۰.۸۲۲k	۰.۰۱۰۶۲g
I2×K3×Z1	۳.۳۹۰d	۲۹۶۷.۰۰e	۱۲۸.۷ij	۱۲۱۴.۰۰e	۸۷.۳۷ef	۲۵.۶۲c
I2×K3×Z2	۳.۵۵۷c	۳۲۱۰.۰۰d	۱۴۱.۷j	۱۳۱۹.۰۰d	۹۴.۱۳d	۲۳.۳۴f
I2×K3×Z3	۰.۰۰۹j	۱۰.۶۵j	۱۴۴.۱fg	۴۸.۰۲k	۰.۵۸۱k	۰.۰۷۵g

میانگین‌های با حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی داری را در سطح احتمال ۵٪ نشان نمی‌دهند

نتیجه گیری کلی

بیشترین ارتفاع بوته تحت اثر آبیاری معمولی و با مصرف ۱۰ تن در هکتار ژئولیت حاصل گردید. حداکثر عملکرد دانه با آبیاری معمولی و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم سولفات پتاسیم در هکتار حاصل شد. بیشترین عملکرد روغن دانه با آبیاری معمولی و مصرف ۱۰۰ کیلوگرم پتاسیم نتیجه شد. سطوح مختلف آبیاری، پتاسیم و ژئولیت بر اکثر صفات مورد آزمایش در سطح احتمال ۱٪ اثر معنی داری داشت. همچنین در منطقه شهریار کشت

کلزا رقم زرفام با انجام آبیاری معمولی ارجحیت بیشتری نسبت به قطع آبیاری در مرحله گلدهی در تولید عملکرد بالا دارند. همچنین مصرف مقادیر مناسب پتاسیم و ژئولیت برای کشت کلزا همراه با آبیاری معمولی توصیه می‌گردد ولی برای حصول حداکثر عملکرد روغن دانه با آبیاری معمولی جهت افزایش پروتئین و روغن دانه توصیه می‌گردد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از اساتید محترم، جناب آقای دکتر دلخوش و جناب آقایان دکتر شیرانی راد و دکتر نورمحمدی سپاسگزاری می شود.

References:

- Ahmadi, M., and Javid Far, F. 1998. Nutrition of rapeseed plant. Oilseed Committee. 120-122 (In Persian)
- Albarrak, Kh. M. 2006. Irrigation Interval and nitrogen level effects on growth and yield of canola (*Brassic napus* L.). Sci. j. King Faisal University. 7: 87-99.
- Angadi, S. V., Cutforth, H. W., Miller, P. R., McConkey, B. G., Entz, M. H., Branolf, S. A., and Olkmar, K. M. 2003. Response of Three Brassica species to high temperature stress during reproductive growth. Canadian Journal of Plant Science 80: 693-701
- Asadian, M. E., and Faraji, A. 2009. Applied principles of oilseeds cultivar (soybean, cotton, canola, sun flower). Em- E-Keshavarzi Iran. Press. 84p (In Persian).
- Azizi, M., Soltani, A. and Khavari, S. 2000. Canola, production and physiology. The JiehadDaneshgahi Mashhad Press. Pp: 73(In Persian).
- Carmody, O. 2001. Why grow canola in the central grain belt. Bulliten 4492, Agricultural Western Australia, South Perth, Australia
- Delkhosh, B., Shirani Rad, A. H., Noormohammadi, GH., and Darvish, F. 2002. Effect of drought stress on yield and chlorophyll content of canola varieties. Eighth Congress of Crop Sciences, 1383. Faculty of Agriculture, University of Gillan. (In Persian).
- Faraji, A., Latifi, N., Soltani, A. and Shirani Rad, A. H. 2008. Effect of planting date and irrigation on dry matter accumulation, yield and harvest index of two canola varieties. Journal of agricultural and natural resource sciences, Volume 15, Number 6, Page 95-107. (In Persian).
- Ghaderighahfarokhi, M., Mohammadi, A., Irani Poor, R. and Farzan, M. 2010. Effect of deficit irrigation and potassium on the yield of canola oil in Shahrekord. Journal of water. (In Persian).
- Kazemi, H. 2004. Introduction to the zeolite, mineral magic. Paradise Press. (In Persian).
- Khoshbakht, D. F., Shakeri, P., Aqdak, B., Modares, B., and Baninasab, B. 2007. Application of zeolite improved growth characteristics and yield of radish. Proceedings of the Fifth Iranian Horticultural Science Congress. Shiraz University. (In Persian).
- Pazoki, A. 2010. Amount of zeolite and water stress on yield, yield components and harvest index of canola in the Shahr Ray. Journal of Agronomy Volume 6. Number 1. Page 1-16. (In Persian).
- Rabiee, A. 2006. Effects of water stress on grain yield and related traits in oat cultivar. Master's of thesis, University of Shahrekord. (In Persian).
- Rose, T. J. Rengel Z, ma Q. and Bowden J. W. 2008. Post- flowering supply of P, but not K, is required for maximum canola seed yields. Journal of Agronomy 28: 371- 379.
- Safaei, R., Shirani Rad, A. H., Mir Hadi, M. J., and Delkhosh, B. 2008. Zeolite effects on agronomic traits of two rapeseed cultivars under drought stress. (In Persian).
- Shabani, A., Kamgar, A. A., Sepaskhah, A. R., and Emam, Y. 2009. Effects of water stress on physiological characteristics of canola. Journal of soil and water. 13(49):31-33. (In Persian).
- Shahid, U. 2006. Alleviating adverse effects of water stress on yield of sorghum, mustard and groundnut by potassium application. Pak. J. Bot., 38: 1373-1380
- Shikh, F., Toorchi, M, Valizadeh, M., Shakiba, M. R., and Islam, B. P. 2005. Drought resistance evaluation in spring rapeseed cultivars. Agric. Sci. 15(1): 163-174.
- Sinaki, J., Majidi Heravan, M., Shirani Rad, A. H., Noormohammadi, G., and Zarei, H. 2007. The effects of water deficit during growth stages of canola (*Brassica napus* L.). American- Eurasian J. Agric. & Environ. Sci. 2: 417- 422.
- Zamanian, M. 2008. The effects of different levels of zeolite application on soil water holding capacity. The first meeting of the zeolite. Amir Kabir University. (In Persian).