

مجله زارعت و اصلاح نباتات

جلد ۶، شماره ۱، بهار ۱۳۸۹

صفحات ۱-۱۶

اثر مقادیر زئولیت و تنش کم آبی بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت کلزا (*Brassica napus* L.) در منطقه شهری

Effect of zeolit amounts and drought stress on yield, yield components and harvest index of rapeseed (*Brassica napus* L.) in Shahr-e-Rey region

علیرضا پاژکی^۱

چکیده

در این تحقیق به منظور بررسی اثر مقادیر زئولیت و تنش کم آبی بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت کلزا (*Brassica napus* L.) در منطقه شهری، آزمایشی به صورت اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید که در آن آبیاری در ۳ سطح شامل: آبیاری بر اساس ۸۰، ۱۳۰ و ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A به عنوان عامل اصلی و مصرف زئولیت در سه سطح شامل: عدم کاربرد زئولیت و کاربرد زئولیت به میزان ۶ و ۱۲ تن در هکتار به عنوان عامل فرعی و Okapi به عنوان رقم مورد آزمایش در نظر گرفته شد. نتایج آزمایش نشان داد که از نظر عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بین سطوح آبیاری، کاربرد زئولیت و اثر متقابل آن‌ها تفاوت معنی داری در سطح احتمال یک درصد مشاهده گردید. مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و کاربرد زئولیت نشان داد، انجام آبیاری بر اساس ۸۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A و مصرف ۶ تن در هکتار زئولیت با ۳۷۴۳/۲ کیلوگرم در هکتار بیشترین میزان عملکرد دانه با ۱۳۴۲۶/۷ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد بیولوژیک و با ۰/۲۸ بیشترین میزان شاخص برداشت را به خود اختصاص داد. در شرایط تنش بسیار شدید و یا آبیاری بر اساس ۱۸۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A، افزایش مصرف زئولیت تا ۶ تن در هکتار در افزایش عملکرد و اجزای عملکرد مؤثر بود. در این شرایط بیشترین میزان عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت به ترتیب برابر با ۱۹۶۷/۵ کیلوگرم در هکتار ۹۷۴۶/۲ کیلوگرم در هکتار و ۲۰ درصد بود.

واژه های کلیدی: زئولیت، آبیاری، عملکرد، اجزای عملکرد، کلزا

”مجله زراعت و اصلاح نباتات، جلد ۶، شماره ۱، بهار ۱۳۸۹“

مقدمه

رطوبتی و دما بر ترکیب اسید چرب کلزا مشخص شد که تعداد خورجین در مترمربع به طور مشابه با عملکرد در دمای بالا یا در شرایط تنش رطوبتی تحت تأثیر واقع شد. تلفات خورجین بر روی شاخه های کمتری که نزدیک به انتهای گلدهی تشکیل شد، بیشتر بودند. آخرین خورجین های تشکیل شده زمانی که دما افزایش یافت یا وقتی آب کاهش یافت، سقط شدند. این به بقا بهتر دانه در خورجین های باقی مانده (که زودتر تشکیل شده بودند) با تعداد بیشتری دانه در خورجین با تیمارهای تنش رطوبتی در هر دو دما اجازه داد.

Sierst et al (1987) گزارش کردند که دیواره خورجین در حال رشد با دانه های در حال توسعه، برای جذب مواد فتوسنتزی به شدت رقابت می کنند که در زمان افزایش تنش های محیطی این رقابت بیشتر شده و منجر به کاهش عملکرد دانه کلزا از طریق ریزش خورجین ها می گردد. به این ترتیب وجود همبستگی خطی تعداد خورجین واقعی و پتانسیل در بوته با ماده خشک تجمعی تا پایان گلدهی در گونه B.napus مشخص می شود که این نسبت، شاخصی متأثر از میزان اثر تنش بر روی محصول دهی گیاه کلزا می تواند باشد.

پازکی (۱۳۷۹) در تعیین اثرات تنش خشکی بر ارقام کلزا گزارش کرد که با کم شدن دور آبیاری (از ۸۵ میلی متر به ۴۵ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A)، شاخص برداشت افزایش یافته و حداکثر به ۳۴/۸۹ درصد می رسد. در ضمن با افزایش مقدار آب تا ۸۰ درصد میزان تبخیر از تشتک کلاس A، شاخص برداشت حداکثر تا ۳۲/۳۳ درصد افزایش یافت. 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 می گردد. به طوری که علت آن را در سطح برگ بالاتر در طول این مرحله از رشد دانستند. همچنین تنش در مراحل ابتدایی این دوره، موجب کاهش معنی دار در تعداد خورجین در بوته می گردد. در حالی که با اعمال تنش در اواخر این مرحله، کاهش در تعداد دانه در خورجین مشاهده شد.

خشکی به عنوان کمبود رطوبت قابل استفاده خاک به اندازه ای که موجب کاهش رشد گیاه شود، تعریف می شود. البته این تعریف نشان دهنده وضع کیفی مقدار آب قابل استفاده در خاک می باشد، ولی وضع آب داخل گیاه در نظر گرفته نشده است. بعضی مواقع شدت تفرق به علت رطوبت نسبی کم هوا، گرمای زیاد و سرعت متوسط باد، با وجود رطوبت قابل استفاده زیاد در محیط ریشه، بیشتر از سرعت جذب آب است (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۶).

از نقطه نظر زراعی، خشکی شرایطی است که آب از نظر مقدار و توزیع به اندازه ای نیست تا گیاه بتواند عملکرد بالقوه خود را تولید کند (Dale and Daiels, 1995). تنش های محیطی از طریق ایجاد محدودیت در تأمین مواد فتوسنتزی لازم برای پر کردن دانه ها، تعداد دانه در خورجین را تحت تأثیر قرار می دهد (Mendham and Salisbury, 1995).

در مطالعات Jensen et al (1996) بر تغییرات محتوای دانه کلزا در خاک های خشک و همچنین در تحقیقات شاخص های فیزیولوژیک متحمل به خشکی کلزا توسط Komar and Singh (1998) and Singh (1998) که تنش کمبود آب عملکرد دانه در کلزا را به طور معنی داری کاهش می دهد.

عملکرد محصول یک پاسخ تجمع یافته به محیط فصل رشد از کاشت تا برداشت می باشد. در این صورت تعیین اثر تنش روی محصول بستگی به اثر متقابل بین فاکتورهای مرتبط با تنش و فاکتورهای مرتبط با محصولات دارد (Angadi et al., 2003).

شیرانی راد (۱۳۸۰) در بررسی تنش خشکی بر کلزا، بیشترین عملکرد دانه را از انجام آبیاری بعد از ۵۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A به دست آورد به طوری که با افزایش دور آبیاری به ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A، عملکرد دانه کاهش معنی داری را نشان داد.

در آزمایش Marie et al (1999) به منظور بررسی اثر تنش

اثر مقادیر زئولیت و تنش کم آبی بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت کلزا (*Brassica napus* L.) در منطقه شهری

نرگس شیراز انجام دادند، بیان کردند که مصرف زئولیت آمیخته با خاک سبب افزایش سطح برگ، وزن تر و خشک برگ، وزن تر و خشک ریشه، میزان کلروفیل، قطر و وزن تر و خشک ساقه گل دهنده شد. اما اثر معنی داری بر تعداد برگ و تعداد سوخک نداشت. در آزمایشی که نظری و همکاران (۱۳۸۶) بر روی گل جعفری انجام دادند اظهار داشتند که استفاده از زئولیت در محیط کشت باعث افزایش میزان فتو سنتز، کارایی یاخته های مزوفیل، کارایی مصرف اب و میزان کلروفیل شده است.

حجتی و همکاران (۱۳۸۶) در تحقیقی که بر روی گیاه شبلیله انجام دادند تشریح کردند که مصرف زئولیت، تعداد، طول، قطر، وزن تر و خشک ریشه همچنین سطح برگ، وزن تر و خشک اندام های هوایی را افزایش داده است.

خوشبخت و همکاران (۱۳۸۶) در آزمایش خود بر روی گیاه تربچه بیان کردند که کاربرد زئولیت باعث افزایش رشد و بهبود عملکرد شده است.

Tsadilas *et al* (1993) در تحقیقی بر روی گندم دریافتند که استفاده از زئولیت، باروری کل محصول گندم (ساقه خشک و بذر) را افزایش می دهد

Samirnof (1998) اظهار داشتند اثرات سودمند زئولیت ناشی از تاثیر آن بر مقدار رطوبت خاک و بر میزان تغذیه خاک ارزیابی کردند.

Um *et al* (1998) اظهار داشتند که مصرف زئولیت در برنج باعث افزایش معنی داری در میزان عملکرد شده است.

Allen and Ming (1995) بیان کردند که استفاده از زئولیت در خاک های با بافت متوسط باعث افزایش رشد گیاه تربچه گردیده است.

مواد و روش ها

در این تحقیق به منظور بررسی اثر سطوح مصرف زئولیت و آبیاری بر صفات فیزیولوژیکی و زراعی کلزای پاییزه، آزمایشی به صورت اسپلٹ پلات در قالب بلوک های کامل تصادفی با

Majoe *et al* (1987) نشان داد که آبیاری کلزا، پیری برگ ها را به تأخیر می اندازد و بنابراین در مراحل آخر رشد و پر شدن دانه باعث افزایش دوام سطح برگ می گردد که منجر به افزایش وزن دانه می گردد. از طرف دیگر اعمال تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه تا تغییر رنگ آن باعث کاهش وزن دانه و در نتیجه کاهش اندازه مخزن می شود (Champolivier and Merien, 1996)

Sharma (1992) پنج رقم خردل را تحت شرایط تنش و بدون تنش آب بررسی کرد و به این نتیجه رسید که تنش، میزان فتوسنتز خالص، سرعت رشد نسبی، شاخص سطح برگ، درصد رطوبت نسبی، عملکرد دانه و شاخص برداشت را کاهش داد. بین ارقام نیز در حساسیت به تنش رطوبتی تفاوت معنی دار مشاهده گردید.

نتایج حاصل از ارزیابی اثر تنش خشکی در کلزا (*Brassica napus* L.) توسط دلخوش و همکاران (۱۸۳۱) نشان داد که در صفات عملکرد بیولوژیک، عملکرد اقتصادی، شاخص برداشت در بین ارقام مورد آزمایش، سطوح مختلف آبیاری شامل سطح آبیاری بر اساس ۸۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A و قطع آبیاری از مرحله ساقه دهی و اثرات متقابل آبیاری و رقم اختلاف معنی داری وجود نداشت.

رحیمی و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی که بر روی گیاه کلزا انجام دادند، بیان نمودند که مصرف زئولیت به میزان ۱۰ تن در هکتار باعث افزایش تعداد شاخه های فرعی، طول خورجین، تعداد خورجین در بوته و باعث کاهش تعداد خورجین غیر بارور شده است.

کاووسی و همکاران (۱۳۸۱) در تحقیقی که بر روی گیاه برنج در دو خاک سبک و سنگین انجام دادند، اظهار داشتند که در تیمار هایی که زئولیت و نیتروژن توأم مصرف شدند عملکرد افزایش پیدا کرده است. ضمناً ایشان بیان کردند که مصرف زئولیت باعث افزایش عملکرد کاه و کلش در هر دو نوع خاک و باعث افزایش تعداد پنجه در خاک سنگین شده است. فرهمند و همکاران (۱۳۸۶) در بررسی که بر روی گیاه گل

۱/۵ لیتر در هکتار به کار می‌رود. از چهار خط مرکزی هر کرت آزمایشی پس از رعایت حاشیه و مساحتی حدود ۳ متر مربع برای بررسی و تعیین صفات مختلفی مانند عملکرد و اجزای عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت استفاده گردید.

نتایج و بحث

تعداد خورجین در بوته

تجزیه واریانس اثر سطوح آبیاری بر تعداد خورجین در بوته تفاوت معنی داری را در سطح احتمال یک درصد نشان داد (جدول ۱). متوسط تعدد خورجین در بوته در وضعیت تنش آبی شدید و آبیاری مطلوب به ترتیب ۸۵/۳۵ و ۱۲۵/۰۶ عدد بود (جدول ۴) (Sierts et al (1987)). گزارش کردند که دیواره خورجین در حال رشد با دانه های در حال توسعه، برای جذب مواد فتوسنتزی به شدت رقابت می کنند که در زمان افزایش تنش های محیطی این رقابت بیشتر شده و منجر به کاهش عملکرد دانه کلزا از طریق ریزش خورجین ها می گردد. به این ترتیب وجود همبستگی خطی تعداد خورجین واقعی و پتانسیل در بوته با ماده خشک تجمعی تا پایان گلدهی در گونه *B.napus* مشخص می شود که این نسبت، شاخصی متأثر از میزان اثر تنش بر روی محصول دهی گیاه کلزا می تواند باشد.

اثر سطوح زئولیت بر تعداد خورجین در بوته در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول ۱) در این شرایط مصرف ۱۲ تن در هکتار زئولیت با ۱۱۰/۲۱ عدد دارای بیشترین و عدم کاربرد زئولیت با ۹۴/۴۸ عدد دارای کمترین تعداد خورجین در بوته بود (جدول ۲). این امر نشان می دهد که در رقم مورد آزمون علی رغم اینکه تعداد شاخه فرعی قابل توجهی را تولید نمود ولی پتانسیل تشکیل خورجین بر روی شاخه فرعی بویژه در وضعیت تنش چندان قابل توجه نیست. بنابراین چنین به نظر می رسد در چنین ارقامی تنش آبی نقش چشمگیری در عدم باروری و ریزش گل ها داشته است

چهار تکرار در سال ۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهرری اجرا گردید که در آن آبیاری در ۳ سطح شامل (آبیاری بر اساس ۸۰، ۱۳۰ و ۱۸۰ میلیمتر تبخیر از سطح تشکک تبخیر کلاس A) به عنوان عامل اصلی و مصرف زئولیت در سه سطح شامل: عدم کاربرد زئولیت، کاربرد زئولیت به میزان ۶ تن در هکتار و کاربرد زئولیت به میزان ۱۲ تن در هکتار به عنوان عامل فرعی و Okapi به عنوان رقم مورد آزمایش در نظر گرفته می شود.

هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط کاشت ۶ متری با فاصله خطوط کاشت ۳۰ سانتی متر و تراکم بوته حدود ۹۰ عدد پس از زمستان گذرانی بود. در این طرح به منظور تأمین حاصلخیزی شیمیایی حدود ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص به صورت پایه و ۷۰ کیلوگرم در هکتار فسفات خالص همراه با ۲/۵ لیتر در هکتار علفکش ترفلان در زمان آماده سازی مورد استفاده قرار گرفت. همچنین کود سرک ازت خالص به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار در دو مرحله آغاز ساقه رفتن و آغاز گلدهی مورد استفاده قرار گرفت.

قبل از کاشت و آماده سازی زمین از علفکش ترفلان به میزان ۱/۵ در هزار استفاده گردید. برای تأمین حاصلخیزی زمین به ترتیب مقدار ۱۵۰ kg/ha و ۶۰ kg/ha ازت و فسفر خالص از دو منبع کودی اوره و فسفات آمونیوم مورد استفاده قرار گرفت. بذرها روی ۶ خط کاشت ۶ متری با فاصله ردیف ۲۵ سانتی متر و فاصله بوته ۴ سانتی متر روی هر خط کشت گردید و بین هر دو کرت سه خط به صورت کشت نشده رها و فاصله بین تکرارها ۴ متر در نظر گرفته شد.

برای اجرای دقیق آزمایش ابتدا و انتهای کرتها بسته شده و با توجه به مساحت آنها، دور آبیاری و مقدار آبی که به هر یک از آنها اختصاص یافت، بر اساس محاسبه تبخیر و تعرق پتانسیل صورت پذیرفته از سطح تشکک تبخیر کلاس A، حجم آب مشخصی بر حسب لیتر در هر دوره آبیاری برای آنها در نظر گرفته شد و اقدام به اعمال تنش آبی از مرحله ساقه رفتن گیاه گردید.

به منظور مبارزه با آفت شته مومی سم متاسیتوکس به میزان

اثر مقادیر زئولیت و تنش کم آبی بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت کلزا (*Brassica napus* L.) در منطقه شهری

تنش کم آبی تفاوت معنی داری در سطح یک درصد مشاهده گردید (جدول ۱) که از جمله دلایل آن کاهش تعداد دانه در غلاف و تعداد غلاف های پر است.

(Hashem *et al.*, 1998; Singh and Saxena, 1991)

به صورتی که متوسط تعداد دانه در خورجین در شرایط تنش آبی شدید و آبیاری معمول به ترتیب معادل ۲۳/۵۰ و ۳۴/۱۵ عدد بود (جدول ۲). تنش های محیطی از طریق ایجاد محدودیت در تأمین مواد فتوسنتزی لازم برای پر کردن دانه ها، تعداد دانه در خورجین را تحت تأثیر قرار می دهد.

(Mendham and Salisbury, 1995).

اثر کاربرد زئولیت بر تعداد دانه در خورجین در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول ۱) به صورتی که کاربرد ۱۲ تن در هکتار زئولیت با ۳۱/۰۸ عدد دارای بیشترین و عدم کاربرد زئولیت با ۲۴/۳۵ دارای کمترین تعداد دانه در خورجین بود (جدول ۲).

اثر متقابل آبیاری و زئولیت بر تعداد دانه در خورجین در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل این دو عامل بر صفت مذکور نشان داد که انجام آبیاری مطلوب و کاربرد ۱۲ تن در هکتار زئولیت با ۳۵/۱۷ عدد بیشترین و انجام آبیاری بر اساس ۱۸۰ میلیمتر تبخیر و عدم کاربرد زئولیت با ۱۸/۳۰ عدد، کمترین تعداد دانه در خورجین را ایجاد کرد (شکل ۲). بنابراین چنین به نظر میرسد در شرایط آزمون در ابتدای اعمال تنش تعداد خورجین در بوته و پس از آن با ادامه اعمال تنش تعداد دانه در خورجین نیز کاهش معنی داری یافته است، این امر با نتایج تحقیقات Mendham and Salisbury (1995) و Mingeau (1974) و Hashem *et al* (1998) مطابقت دارد.

در گزارش دانشمند و همکاران (۱۳۸۱) در بررسی اثر تنش خشکی بر برخی صفات زراعی و فیزیولوژیک ارقام کلزا این نتیجه حاصل شد که سطح آبیاری معمول بر اساس ۸۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A و قطع آبیاری از مرحله ساقه دهی اثر معنی داری بر تعداد دانه در خورجین و تعداد دانه در

(Singh and Saxena, 1991). بویژه زمانی که اعمال تنش چند روز قبل از گلدهی و یا طی دوره نمو غلاف اتفاق بیفتد (Mingeau, 1974).

اثر متقابل آبیاری و زئولیت بر تعداد خورجین در بوته در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل این دو عامل بر صفت مورد بحث نشان داد که انجام آبیاری مطلوب و مصرف ۶ تن در هکتار زئولیت ۱۲۸/۸۷ عدد بیشترین و انجام آبیاری در ۱۸۰ میلیمتر تبخیر و عدم کاربرد زئولیت با ۷۴/۳۰ عدد دارای کمترین تعداد خورجین در بوته بود (شکل ۱) که دلایل آن ارتفاع مطلوب و صفت شاخه زنی مناسب در شرایط آبیاری مطلوب و عدم دستیابی به این صفات در شرایط تنش بود. ضمن اینکه تأثیر تنش آبی در کاهش ارتفاع و شاخه زنی و در نهایت تعداد خورجین در بوته در شرایط آبیاری بر اساس ۸۰ میلیمتر تبخیر بیشتر بود (Cox and Jolliff, 1986).

در آزمایش Marie *et al* (1999) در بررسی اثر تنش رطوبتی و دما بر ترکیب اسید چرب کلزا مشخص شد که تعداد خورجین در متر مربع به طور مشابه با عملکرد در دمای بالا یا در شرایط تنش رطوبتی تحت تأثیر واقع شد. تلفات خورجین بر روی شاخه های کمتری که نزدیک به انتهای گلدهی تشکیل شد، بیشتر بودند. آخرین خورجین های تشکیل شده زمانی که دما افزایش یافت یا وقتی آب کاهش یافت، سقط شدند. این به بقا بهتر دانه در خورجین های باقی مانده (که زودتر تشکیل شده بودند) با تعداد بیشتری دانه در خورجین با تیمارهای تنش رطوبتی در هر دو دما اجازه داد. رحیمی و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی که بر روی گیاه کلزا انجام دادند بیان کردند که مصرف زئولیت به میزان ۱۰ تن در هکتار باعث افزایش تعداد شاخه های فرعی، طول خورجین، تعداد خورجین در بوته و باعث کاهش تعداد خورجین غیر بارور شده است.

تعداد دانه در خورجین

از نظر تعداد دانه در خورجین بین آبیاری مطلوب و

اثر سطوح زئولیت بر وزن هزاردانه در سطح یک معنی دار گردید (جدول ۱). به صورتی که کاربرد ۶ تن در هکتار زئولیت با ۳/۹۶ گرم دارای بیشترین و عدم کاربرد زئولیت با ۳/۶۰ گرم دارای کمترین وزن هزاردانه بود (جدول ۶). رحیمی و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی که بر روی گیاه کلزا انجام دادند بیان کردند که مصرف زئولیت به میزان ۱۰ تن در هکتار باعث افزایش وزن هزار دانه و کاهش تعداد خورجین غیر بارور شده است.

اثر متقابل آبیاری و زئولیت بر وزن هزار دانه در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل این دو عامل بر صفت مورد بحث نشان داد که انجام آبیاری مطلوب و کاربرد ۶ تن در هکتار با ۴/۲۷ عدد بیشترین و تنش کم آبی شدید با ۳/۲۰ گرم دارای کمترین وزن هزار دانه بود (شکل ۳) نتایج حاصل نشان آزمون داد که در شرایط آزمون همبستگی مثبت و معنی داری بین تعداد خورجین در بوته دانه در خورجین و وزن هزار دانه وجود دارد. این امر با نتایج تحقیقات دلخوش و همکاران (۱۳۸۷) و Hashem *et al* (1998) مطابقت می نماید.

نتایج نشان می دهد که در وضعیت آبیاری مطلوب انتقال بسیار مناسبی از فرآورده های فتوسنتزی به دانه ها صورت می گیرد ولی با بروز تنش کم آبی شاهد کاهش چشمگیری از ذخیره این فرآورده ها در دانه هستیم که با توجه به کاهش موادی سایر اجزای عملکرد می توان چنین اظهار نظر کرد که دلیل کاهش وزن هزار دانه کاهش میزان فتوسنتز است نه تغییر معنی دار در تسهیم مواد به دانه ها که از مهمترین دلایل آن کاهش دوره پر شدن دانه، کاهش میزان رنگیزه و آنزیم های فتو سنتزی بویژه رویسکو می باشد. این امر با نتایج تحقیقات شیرانی راد (۱۳۸۰)، Hashem *et al* (1991) و Singh and Saxena (1996) مطابقت می نماید.

Major *et al* (1998) نشان داد که آبیاری کلزا، پیری برگ ها را به تأخیر می اندازد و بنابراین در مراحل آخر رشد و پر

خورجین ساقه اصلی در سطح ۱ درصد آماری و بر تعداد دانه در خورجین ساقه فرعی و طول خورجین در سطح ۵ درصد آماری داشته است.

دهشیری و همکاران (۱۳۷۹) در بررسی عکس العمل ارقام کلزا به تنش آب با تیمارهای دور آبیاری ۵۰ میلی متر، ۸۰ میلی متر و ۱۱۰ میلی متر مشاهده کرد که بیشترین تعداد خورجین در ساقه اصلی در دور آبیاری ۸۰ میلی متر تبخیر، و بیشترین تعداد دانه در خورجین در دور آبیاری ۱۱۰ میلی متر تبخیر به دست آمد.

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 می گردد. به طوری که علت آن را در سطح برگ بالاتر در طول این مرحله از رشد دانستند. همچنین تنش در مراحل ابتدایی این دوره، موجب کاهش معنی دار در تعداد خورجین در بوته می گردد. در حالی که با اعمال تنش در اواخر این مرحله، کاهش در تعداد دانه در خورجین مشاهده شد. رحیمی و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی که بر روی گیاه کلزا انجام دادند بیان کردند که مصرف زئولیت به میزان ۱۰ تن در هکتار باعث افزایش طول خورجین، تعداد دانه در خورجین و باعث کاهش تعداد خورجین غیر بارور شده است.

وزن هزاردانه

نتایج تجزیه واریانس آزمایش نشان داد اثر سطوح آبیاری بر وزن هزار دانه در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول ۱). متوسط وزن هزاردانه در دو وضعیت تنش آبی و آبیاری مطلوب به ترتیب معادل ۳/۵۴ و ۴/۲۱ گرم بود (جدول ۲) تعداد دانه در واحد زایشی گیاه و وزن هر دانه، تابع فرایند فیزیولوژیک رشد و نمو گیاه هستند (سرمدنیا و کوچکی، ۱۳۷۶). اندازه نهایی دانه به میزان زیادی در بین ژنوتیپ ها و نیز تحت شرایط محیطی مختلف متغیر است (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۸).

زئولیت با $3743/20$ کیلوگرم در هکتار بیشترین و تنش کم آبی شدید و عدم کاربرد زئولیت با $1561/70$ کیلوگرم در هکتار کمترین میزان عملکرد دانه در هکتار را تولید نمود (شکل ۴). به نظر می‌رسد دلیل این امر افزایش روند ساخت پرولین، کاهش روند تخریب کلروفیل های a, b (Kundu and Paul, 1997) و (Dua et al., 1994)، ممانعت از کاهش محتوی نسبی آب برگ (RWC) (Kumar and Elston, 1993) و جذب ریشه مناسب در این ارقام نسبت به سایرین می باشد. لذا در مناطق دارای تنش آبی این ارقام قابل توصیه اند.

لذا چنین به نظر میرسد با توجه به بیشترین میزان عملکرد دانه در شرایط آبیاری مطلوب عملکرد آن در وضعیت تنش به شدت کاهش یافته و از مکانیزم های مقاومت به خشکی چندان مطلوب و دوام سطح برگ مناسبی هم برخوردار نیست Clark et al (1991, 1995) (Wright et al., 1995) (Clark et al., 1991) و همکاران (۵۸۳۱) و Lee et al (2006) به منظور بررسی اثرات رژیم های مختلف آبیاری بر میزان فلورسانس کلروفیل در ارقام گندم نشان دادند محتوی کلروفیل و محتوی نسبی آب برگ و عملکرد دانه به صورت معنی داری کاهش یافت. به صورتی که ارقام با عملکرد بالا دارای محتوی کلروفیل و محتوی نسبی آب برگ بیشتری هستند و از بروز خشکی در مرحله پر شدن دانه اجتناب می کنند. Ferers et al (1983) اظهار داشتند، سلیوم در گندم مانع کم شدن رشد گیاه در اثر کمبود آب گردیده و محتوی آب برگ ها و عملکرد را افزایش داد. در مطالعات Jensen et al (2006) بر تغییرات محتوی دانه کلزا در خاک های خشک و همچنین در تحقیقات شاخص های فیزیولوژیک متحمل به خشکی کلزا توسط kumar and Singh (1998) به طور کلی چنین نتیجه گیری شد که تنش کمبود آب، عملکرد دانه در کلزا را به طور معنی داری کاهش می دهد. کاووسی و همکاران (۱۳۸۱) در تحقیقی که بر روی گیاه برنج در دو خاک سبک و سنگین انجام دادند، اظهار داشتند که در تیمارهایی که زئولیت و نیتروژن تماماً مصرف

شدن دانه باعث افزایش دوام سطح برگ می گردد که منجر به افزایش وزن دانه می گردد. از طرف دیگر اعمال تنش خشکی در مرحله پر شدن دانه تا تغییر رنگ آن باعث کاهش وزن دانه و در نتیجه کاهش اندازه مخزن می شود (Champolivier and Merien, 1996).

عملکرد دانه

از نظر عملکرد دانه بین سطوح آبیاری تفاوت معنی داری در سطح یک درصد مشاهده گردید (جدول ۱). متوسط عملکرد دانه در دو وضعیت تنش آبی شدید و آبیاری مطلوب به ترتیب معادل $1841/50$ و $3664/90$ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۲). Li et al (2006) اظهار داشتند که در گیاه یونجه در شرایط تنش خشکی عملکرد و میزان رطوبت نسبی کاهش یافتند. عملکرد محصول یک پاسخ تجمع یافته به محیط فصل رشد از کاشت تا برداشت می باشد. در این صورت تعیین اثر تنش روی محصول بستگی به اثر متقابل بین فاکتورهای مرتبط با تنش و فاکتورهای مرتبط با محصولات دارد (Angadi et al., 2003).

شیرانی راد (۱۳۸۰) در بررسی تنش خشکی بر کلزا، بیشترین عملکرد دانه را از انجام آبیاری بعد از ۵۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A به دست آورد به طوری که با افزایش دور آبیاری به ۱۰۰ و ۱۵۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A، عملکرد دانه کاهش معنی داری را نشان داد.

اثر سطوح زئولیت بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول ۱) در این وضعیت کاربرد ۱۲ تن در هکتار با $2853/53$ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین و عدم کاربرد زئولیت با $2388/50$ کیلوگرم در هکتار دارای کمترین میزان عملکرد دانه بود (جدول ۲).

طبق جدول تجزیه واریانس اثر متقابل آبیاری و زئولیت بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول ۱). مقایسه میانگین اثر متقابل این دو عامل بر صفت مورد بحث نشان داد که انجام آبیاری مطلوب و کاربرد ۶ تن در هکتار

خشک اندام های هوایی را افزایش داده است. اثر متقابل آبیاری و زئولیت بر عملکرد بیولوژیک در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول ۱)، در این وضعیت انجام آبیاری مطلوب و کاربرد ۱۲ تن در هکتار با ۱۳۶۹۷/۷ کیلوگرم در هکتار منجر به بیشترین و تنش کم آبی شدید و عدم کاربرد زئولیت با ۷۷۱۵/۵ کیلوگرم در هکتار منجر به کمترین میزان عملکرد بیولوژیک گردید (شکل ۵) 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 باشد (Singh and Saxena, 1991).

پازکی (۱۳۷۹) در تعیین اثرات تنش خشکی بر ارقام کلزا گزارش کرد که با کم شدن دور آبیاری (از ۸۵ میلی متر به ۴۵ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A)، شاخص برداشت افزایش یافته و حداکثر به ۳۴/۸۹ درصد می رسد. در ضمن با افزایش مقدار آب تا ۸۰ درصد میزان تبخیر از تشتک کلاس A، شاخص برداشت حداکثر تا ۳۲/۳۳ درصد افزایش یافت. فرهنگ و همکاران (۱۳۸۶) در بررسی که بر روی گیاه گل نرگس شیراز انجام دادند، بیان کردند که مصرف زئولیت آمیخته با خاک سبب افزایش سطح برگ، وزن تر و خشک برگ، وزن تر و خشک ریشه، میزان کلروفیل، قطر و وزن تر و خشک ساقه گل دهنده گلچه شد، اما اثر معنی داری بر تعداد برگ و تعداد سیخک نداشت. Allen and Ming (1995) بیان کردند که استفاده از زئولیت در خاک های با بافت متوسط باعث افزایش رشد گیاه تربچه گردیده است.

شاخص برداشت

طبق نتایج حاصل از تجزیه واریانس تأثیر آبیاری بر شاخص برداشت در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول ۱). متوسط میزان شاخص برداشت در شرایط تنش آبی شدید و آبیاری معمول به ترتیب معادل ۰/۲۰ و ۰/۲۷ بود (جدول ۲). این امر نشان دهنده تأثیر آب در انتقال مؤثر فرآورده های فتوسنتز به مخزن های مهمی نظیر دانه هاست که تنش آبی

شدند عملکرد افزایش پیدا کرده است. ضمناً ایشان بیان کردند که مصرف زئولیت باعث افزایش عملکرد کاه و کلش در هر دو نوع خاک و باعث افزایش تعداد پنجه در خاک سنگین شده است. Um et al (1988) اظهار داشتند که مصرف زئولیت در برنج باعث افزایش معنی داری در میزان عملکرد شده است.

عملکرد بیولوژیک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر آبیاری بر عملکرد بیولوژیک در سطح یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). متوسط عملکرد بیولوژیک در شرایط تنش آبی شدید ۴۵۳۴ کیلوگرم در هکتار، تنش آبی متوسط ۱۳۳۹۷/۹ کیلوگرم در هکتار و آبیاری معمول ۹۰۷۲/۸ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۲). Li et al (1996) اظهار داشتند که در گیاه یونجه در شرایط تنش خشکی عملکرد و میزان رطوبت نسبی کاهش یافتند. جاهد و همکاران (۱۳۸۳) گزارش کردند، شاخص برداشت عبارت است از نسبت عملکرد اقتصادی به عملکرد بیولوژیک و متأثر از هر دو جزء یاد شده می باشد و با توجه به این که عملکرد اقتصادی یا دانه بیشتر از عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر تنش خشکی قرار می گیرد، با اعمال تنش های رطوبتی شاخص برداشت کاهش می یابد. در آزمایش اثر کمبود آب در قبل و بعد از مرحله گلدهی، حداکثر شاخص برداشت برابر ۴۶٪ اعلام گردید که با جایگزینی ۱۰۰٪ آب مصرفی بعد از گلدهی به دست آمد (لطیفی، ۱۳۷۲).

اثر زئولیت بر عملکرد بیولوژیک در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول ۱)، نتایج مقایسه میانگین ها نشان داد که کاربرد ۱۲ تن در هکتار زئولیت با ۱۱۷۵۱/۰ کیلوگرم در هکتار دارای بیشترین و عدم کاربرد زئولیت با ۱۰۲۵۳/۴ کیلوگرم در هکتار دارای کمترین میزان عملکرد بیولوژیک بود (جدول ۲). حجتی و همکاران (۱۳۸۶) در تحقیقی که بر روی گیاه شبلیله انجام گردید، تشریح کردند که مصرف زئولیت، تعداد، طول، قطر، وزن تر و خشک ریشه همچنین سطح برگ، وزن تر و

اثر مقادیر زئولیت و تنش کم آبی بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت کلزا (*Brassica napus* L.) در منطقه شهری

تنش بر کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش بیشتر از عملکرد بیولوژیک آن است (Mingeau, 1974) و (دلخوش، ۱۳۸۷). نتایج حاصل از ارزیابی اثر تنش خشکی در کلزا (*Brassica napus* L.) توسط دلخوش و همکاران (۱۳۳۱) نشان داد که در صفات عملکرد بیولوژیک، عملکرد اقتصادی، شاخص برداشت در بین ارقام مورد آزمایش، سطوح مختلف آبیاری شامل سطح آبیاری بر اساس ۸۰ میلی متر تبخیر از تشتک کلاس A و قطع آبیاری از مرحله ساقه دهی و اثرات متقابل آبیاری و رقم اختلاف معنی داری وجود نداشت. خوشبخت و همکاران (۱۳۸۶) در آزمایش خود بر روی گیاه تربچه بیان کردند که کاربرد زئولیت باعث افزایش رشد و بهبود عملکرد شده است که در نتیجه دارای اثر روی شاخص برداشت خواهد.

از طریق افزایش غلظت شیره سلولی از آن ممانعت به عمل می آورد. ضمن این که در رقم مورد آزمون تنش آبی تقریباً به یک میزان بر صورت کسر شاخص برداشت (HI) یعنی عملکرد دانه و مخرج آن یعنی عملکرد بیولوژیک اثر گذشت. Li et al (2006) اظهار داشتند که در گیاه یونجه در شرایط تنش خشکی عملکرد و میزان رطوبت نسبی کاهش یافتند. Sharma (1992) پنج رقم خردل را تحت شرایط تنش و بدون تنش آب بررسی کرد و به این نتیجه رسید که تنش، میزان فتوسنتز خالص، سرعت رشد نسبی، شاخص سطح برگ، درصد رطوبت نسبی، عملکرد دانه و شاخص برداشت را کاهش داد.

اثر کاربرد زئولیت بر شاخص برداشت در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول ۱). در این شرایط کاربرد ۱۲ و ۶ تن در هکتار زئولیت با ۰/۲۴ دارای بیشترین و عدم کاربرد زئولیت با ۰/۲۲ دارای کمترین میزان شاخص برداشت بودند (جدول ۲). با توجه به میزان عملکرد بیولوژیک در شرایط آبیاری مطلوب و همچنین کم بودن آن در شرایط تنش کم آبی میتوان اذعان داشت که در حالت دوم گیاه سهم قابل توجهی از فرآورده های فتوسنتزی خود را صرف ساخت و تشکیل اندام های رویش نموده و تاحدی نسبت به انتقال آنها به مخازن مهمتری نظیر دانه عاجز است بویژه هنگامی که مطابق این آزمایش اعمال تنش از مرحله گلدهی و پس از آن باشد.

Wright et al (1995) و Tsadilas et al (1993) در تحقیقاتی دریافته اند که استفاده از زئولیت، باروری کل محصول (ساقه خشک و بذر) را افزایش می دهد.

تجزیه واریانس اثر متقابل آبیاری و کاربرد زئولیت بر شاخص برداشت نیز در سطح یک درصد معنی دار گردید (جدول ۱). مقایسه میانگین های اثر متقابل آبیاری و زئولیت بر صفت مذکور نشان داد که انجام آبیاری مطلوب و کاربرد ۶ تن در هکتار زئولیت با ۰/۲۸ بیشترین و تنش کم آبی شدید و عدم کاربرد زئولیت با ۰/۲۰ کمترین میزان شاخص برداشت را تولید نمودند (شکل ۶). این امر نشان می دهد که تأثیر نامطلوب

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر آبیاری و زئولیت بر عملکرد اجزای عملکرد و شاخص برداشت

Table1. Analysis variance of irrigation and zeolit effects on yield , yield components and harvest index

میانگین مربعات (M.S)							
S.O.V	منبع تغییرات	تعداد خورجین در بوته Pod number per plant	تعداد دانه در خورجین Seed number per pod	وزن هزار دانه ۱۰۰۰ Seed weight	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت Harvest Index
Replication	تکرار	0.22 ns	0.22 ns	0.01 ns	2/82 ns	1187124 ns	0.0004 ns
Irrigation (I)	آبیاری	11.05**	3.11*	1.40**	963.56**	56331789**	0.0170*
Error (a)	خطای عامل اصلی	0.73	0.35	0.02	58/89	1949862	0.0022
Zeolit(B)	زئولیت	2.35**	1.56**	0.45**	84.24**	7607642**	0.0008**
B × A	آبیاری × زئولیت	0.34**	0.18*	0.09*	9.12**	947670**	0.0004**
Error(b)	خطای عامل فرعی	0.07	0.04	0.02	1.86	118265.6	0.00008
C.V(%)	ضریب تغییرات (درصد)	11.09	15.12	7.74	17.60	15.50	11.62

ns, * و ** به ترتیب نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار، معنی دار در سطح ۵ درصد و معنی دار در سطح ۱ درصد می باشد.

ns, * and **: Nonsignificant and significant at %5 and %1 level of probability respectively

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر آبیاری و زئولیت بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت

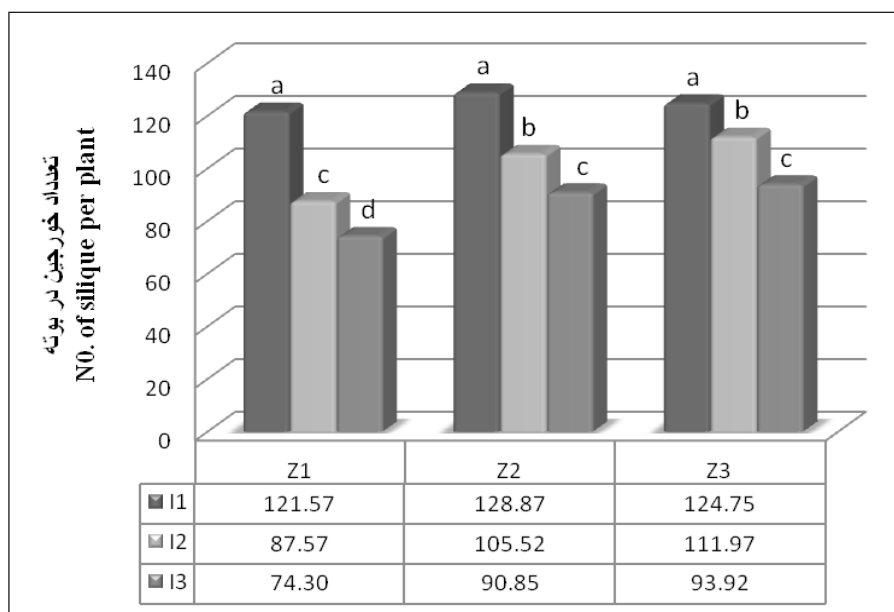
Table 2. Mean comparison of irrigation and zeolit effects on yield , yield components and harvest index

Factors	تعداد خورجین در بوته Pods number in plant	تعداد دانه در خورجین Seeds number in Pod	وزن هزار دانه (گرم) 100 Seed Weight(g)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield(Kg/ha)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Seed yield(Kg/ ha)	شاخص برداشت (درصد) Harvest Index(%)
آبیاری (Irrigation)						
آبیاری پس از ۸۰ میلیمتر تبخیر Irrigation after 80 mm evaporated water(I1)	125.06 a	34.15 a	4.21 a	3664.90 a	13397.9 a	0.27 a
آبیاری پس از ۱۳۰ میلیمتر تبخیر Irrigation after 80 mm evaporated water(I1)	101.69 b	27.67 b	3.73 b	2530.30 b	11004.8 b	0.22 b
آبیاری پس از ۱۸۰ میلیمتر تبخیر Irrigation after 80 mm evaporated water(I1)	86.35 b	23.50 b	3.54 c	1841.50 b	9072.8 c	0.20 b
زئولیت (Zeolit)						
0 t/ha(Z0)	94.48 b	24.35 b	3.60 b	2388.50 b	10253.4 b	0.22 b
6 t/ha(Z1)	108.41 a	29.91 a	3.92 a	2794.75 a	11471.1 a	0.24 a
12 t/ha(Z2)	110.21 a	31.08 a	3.96 a	2853.53 a	11751.0 a	0.24 a

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن می باشد.

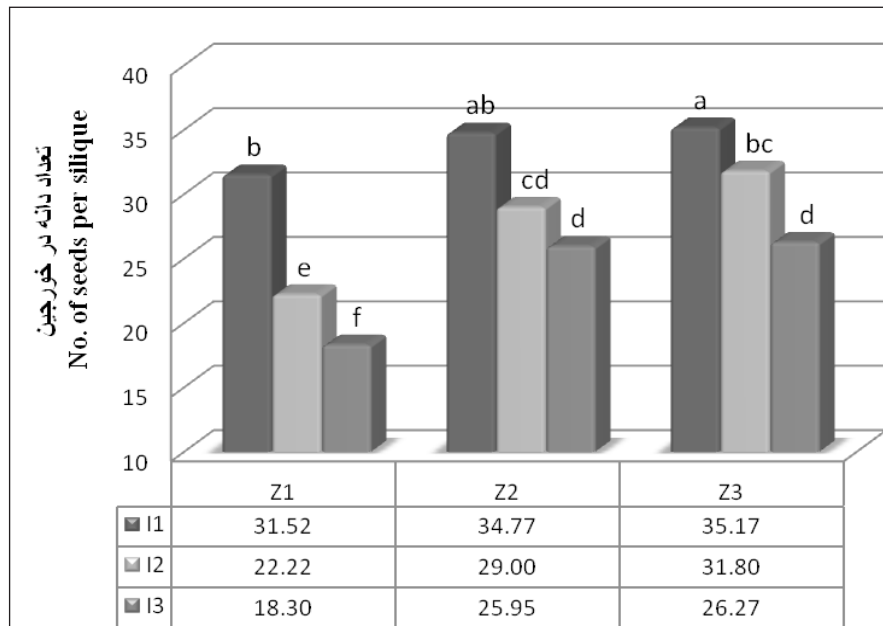
Similar letters in each column shows non-significant difference according to Duncans Multiple Range Test

اثر مقادیر زئولیت و تنش کم آبی بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت کلزا (*Brassica napus* L.) در منطقه شهری



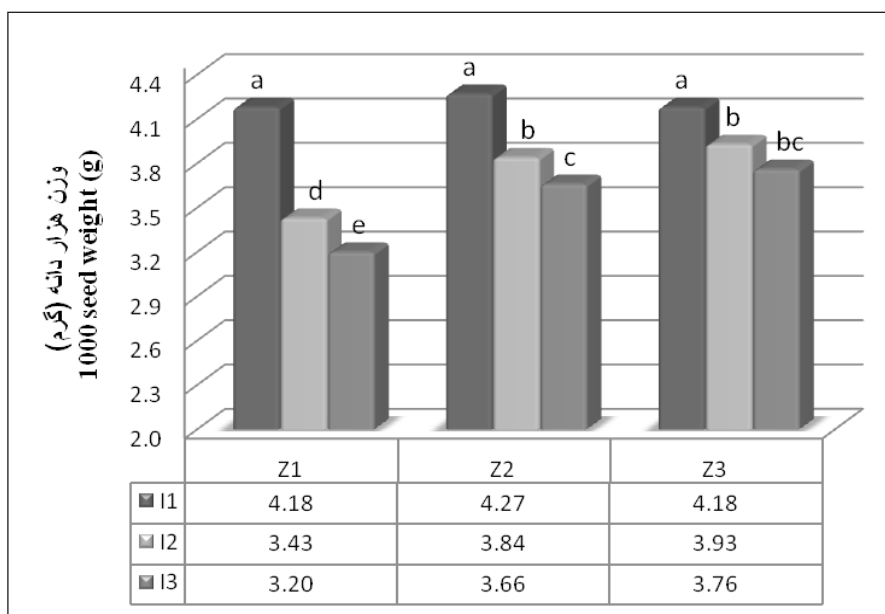
شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و زئولیت بر تعداد خورجین در بوته

Fig 1. Mean comparison interaction effect of irrigation and zeolite on number of pods per plant



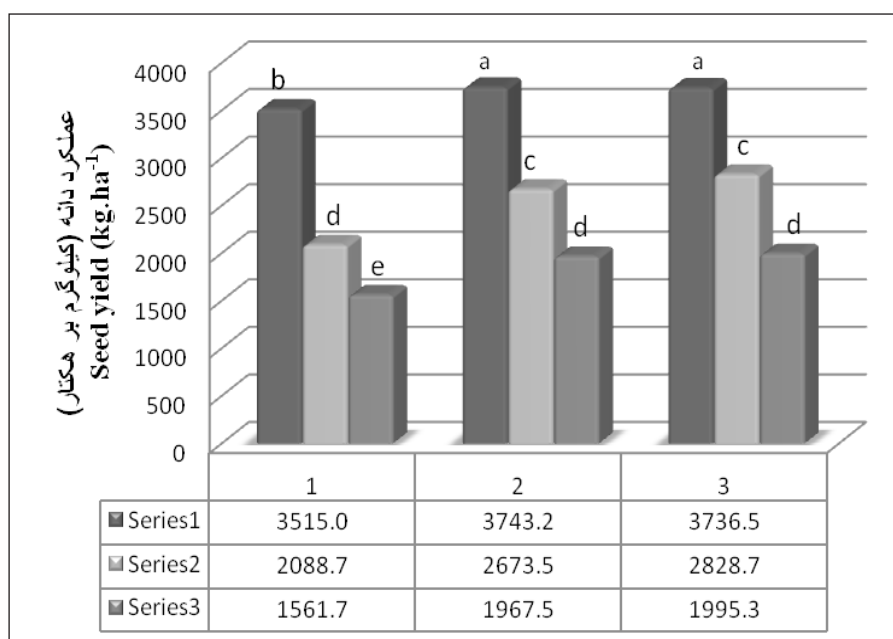
شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و زئولیت بر تعداد دانه در خورجین

Fig 2. Mean comparison interaction effect of irrigation and zeolite on number of seeds per pod



شکل ۳ مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و زئولیت بر وزن هزار دانه

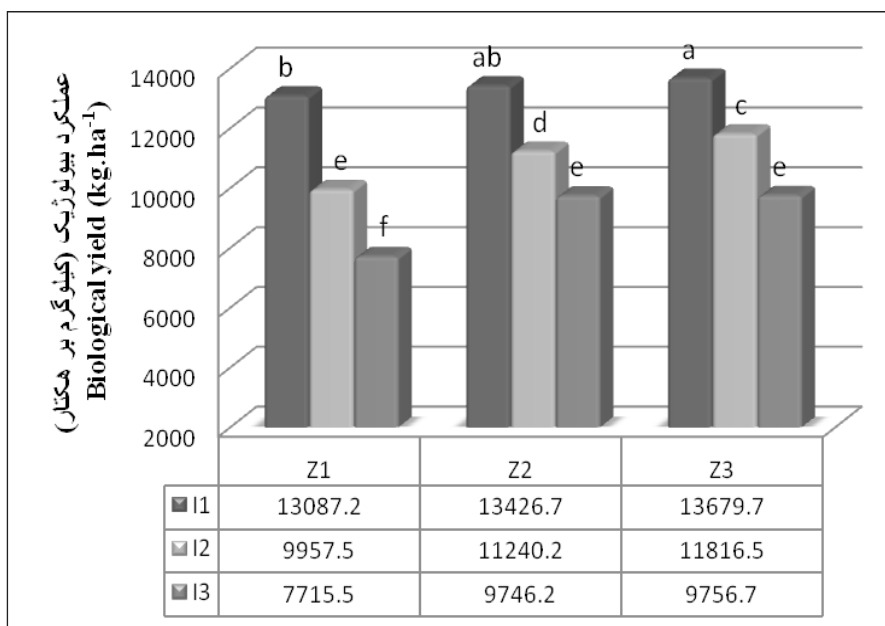
Fig 3. Mean comparison interaction effect of irrigation and zeolite on 1000 seeds weight



شکل ۴ مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و زئولیت بر عملکرد دانه

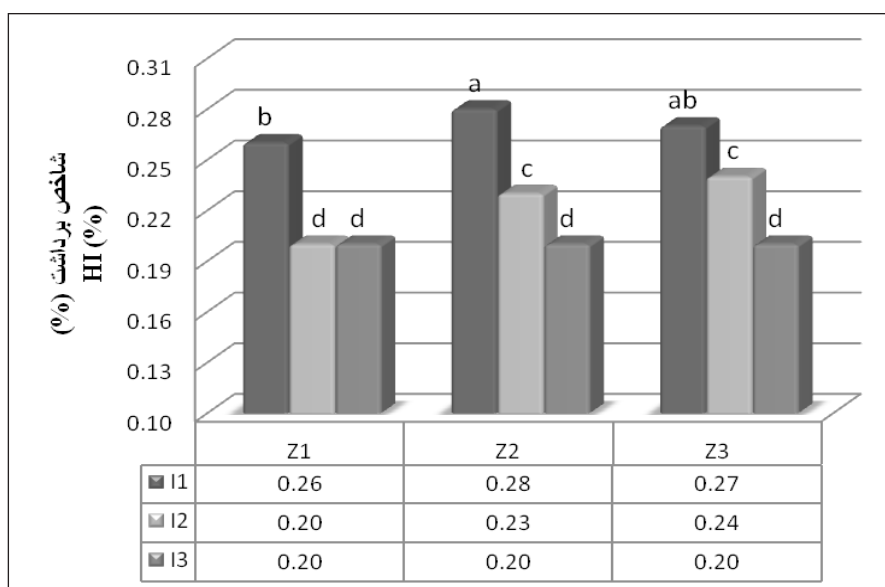
Fig 4. Mean comparison interaction effect of irrigation and zeolite on seed yield

اثر مقادیر زئولیت و تنش کم آبی بر عملکرد، اجزای عملکرد و شاخص برداشت کلزا (*Brassica napus* L.) در منطقه شهری



شکل هم‌مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و زئولیت بر عملکرد بیولوژیک

Fig 5. Mean comparison interaction effect of irrigation and zeolite on biological yield



شکل هم‌مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و زئولیت بر شاخص برداشت

Fig 6. Mean comparison interaction effect of irrigation and zeolite on harvest index

References

فهرست منابع

- پازکی، ع. ۱۳۷۹. بررسی و اندازه گیری اثر تنش آب بر ویژگی های فیزیولوژیک و شاخص های مقاومت به خشکی دو رقم کلزا. پایان نامه دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، ۲۲۰ صفحه.
- پاک نژاد، ف.، س.وزان، ا. مجیدی، ق. نورمحمدی و ع. سیادت. ۱۳۸۵. بررسی تأثیر تنش خشکی بر پارامتر های فلورسانس کلروفیل، محتوی کلروفیل و عملکرد دانه ارقام مختلف گندم. نشریه علوم کشاورزی ایران. جلد سوم. شماره ۳۷-۱. صفحات ۴۸۱-۴۹۲.
- جاهد، س.، ا. ح. شیرانی راد و م. ر. اردکانی. ۱۳۸۳. تأثیر تنش خشکی بر شاخص های رشد ارقام کلزا. هشتمین کنگره ی علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۱۳۸۳. دانشکده ی علوم کشاورزی دانشگاه گیلان.
- حجتی، م.، م. زارعی، ن. سیم کش زادهو ب. بانی نسب. ۱۳۸۶. تأثیر کاربرد مقادیر مختلف زئولیت طبیعی بر رشد گیاه شبلیله. خلاصه مقالات پنجمین کنگره علوم باغبانی ایران. دانشگاه شیراز.
- خوشبخت، د.، ف. شاکری، پ. عقدک، ب. مدرس و ب. بانی نسب. ۱۳۸۶. تأثیر کاربرد زئولیت در بهبود خصوصیات رویشی و عملکرد تربچه. خلاصه مقالات پنجمین کنگره علوم باغبانی ایران. دانشگاه شیراز.
- دانشمند، ع. ر.، ا. ح. شیرانی راد. ف. درویش و م. ر. اردکانی. ۱۳۸۱. تأثیر تنش خشکی بر عملکرد کمی و کیفی، اجزای عملکرد و میزان آب نسبی برگ در ارقام کلزا. هشتمین کنگره ی علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۱۳۸۳. دانشکده ی علوم کشاورزی دانشگاه گیلان.
- دلخوش، ب.، ا. ح. شیرانی راد، ق. نورمحمدی و ف. درویش. ۱۳۸۱. تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و مقدار کلروفیل ارقام کلزا. هشتمین کنگره ی علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۱۳۸۳. دانشکده ی علوم کشاورزی دانشگاه گیلان.
- دهشیری، ع.، م. ر. احمدی و ز. ا. طهماسبی. ۱۳۷۹. عکس العمل ارقام کلزا به تنش آب. مجله ی علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۲. شماره ۲.
- رحیمی، م. ۱۳۸۵. بررسی اثر کاربرد زئولیت بر مصرف بهینه نیتروژن در زراعت ارقام کلزا. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه.
- سرمدنیا، غ و ع. کوچکی. ۱۳۷۶. جنبه های فیزیولوژیک زراعت دیم (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- شیرانی راد، ا. ح. ۱۳۸۰. نتایج تحقیقات به زراعی کلزا. بخش تحقیقات دانه های روغنی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه ی نهال و بذر.
- عزیزی، م.، سلطانی و س. خاوری خراسانی. ۱۳۷۸. کلزا (فیزیولوژی، زراعت، به نژادی، تکنولوژی زیستی). (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- فرهمند، ه.، ف. نظری، س. عشقی و م. خوشخوی. ۱۳۸۶. کاربرد مقادیر مختلف زئولایت طبیعی و اتفن بر تولید گل نرگس شیراز. خلاصه مقالات پنجمین کنگره علوم باغبانی ایران. دانشگاه شیراز.
- نظری، ف.، م. خوشخوی و س. عشقی. ۱۳۸۶. اثرات زئولیت طبیعی بر ویژگی های فیزیولوژیکی گل جعفری. خلاصه مقالات پنجمین کنگره علوم باغبانی ایران. دانشگاه شیراز.
- Allen, E. R., D. W. Ming. 1995. Recent progress in the use of natural zeolites in agronomy and horticulture. Natural Zeolites. 93: 477-490.

- Angadi, S., M. H. Entz, and P. Bullock.** 2003. Why Crops Produced the Way They Did in 2003- Ability to Handle Drought and Heat stress. University of Manitoba (ETD). 9-13.
- Cox, W. J. and G. D. Jolliff.** 1986. Growth and yield of sunflower and soybean under soil water deficit. *Argon.J.* 78: 226 -230.
- Dale. R. and A. Daiels.** 1995. A weather-soil variable for estimating soil moisture stress and corn yield. *Agronomy Journal.* 87:1115-21.
- Dua, A., G. Talwar , R. H. Singal, and N. R. Sing.** 1994. CO₂ exchange primary photochemical reactions and enzymes of photosynthetic carbon reduction cycle in Brassica pods during water stress and recovery. *Photosynthetica.* 30:9:261-268.
- Fereres, E., C. Gimenez, & J.M.Fernandez.** 1986. Genetic variability in sunflower cultivars under drought. I. Yield relation. *Australian journal of Agricultural Research,* 57:573-582.
- Hashem, A., M.N.A. Majumdar, A. Hamid, and M.M Hossain.** 1998. Drought stress effects on seed yield, yield attributes, growth, cell membrane stability and gas exchange of synthesized Brassica napus. *Journal of Agronomy and Crop science.* 180:3, 129 -136.
- Jensen, C.R., V.O. Mogensen, J.K. Fieldsend, G.F.J.Milford, M.N.Andersen and Kumar, A. and D.P. Singh.** 1998. Use of physiological indices as a screening technique for drought tolerance in oilseed Brassica species. *Ann. Bot.* 81:413-420.
- Kumar, A. and J. Elston.** 1993. Leaf expansion in Brassica species in response to water stress. *Indian Journal of Plant Physiology.* 36: 4, 220-229.
- Kundu, P. B. and N. K. Paul.** 1997. Effect of water stress on chlorophyll, praline and sugar accumulation in rape (*Brassica campestris* L.). *Bangladesh Journal of Botany.* 26:1, 83-85.
- Li, W.R., S.Q. Zhang, and L. Shan.** 2006. Effect of water stress on chlorophyll II fluorescence parameters and activity of antioxidant enzyme in Alfalfa (*Medicago sativa* L.) seedlings. The first international conference on the theory and practices in Biological Water Saving (ICTPB), Beijing China.
- Major, D.J., J.B., Bole and W.A. Charnetski.** 1978. Distribution of photosynthesis after CO₂ assimilation by stems leaves and pods of rape plants. *Can. J. Plant Sci.* 58:783-787.
- Marie, A., T. Blondel, and M. Renard.** 1999. Effect of temperature and water stress on fatty acid composition of rapeseed oil. *Proceeding of the I Oa` International Rapeseed Congress, Canberra, Australia.*
- Mendham, N.J., and P. A Salisbury.** 1995. Physiology. Crop development. Growth and yield in: Kimbers D. and Mc Greagor. D. I (Eds). CAB international PP: 11-67.
- Mingeau, M** 1974. Compartment du de printemps a la secheresse. *Information Techniques, Paris, France,* 36: 275 -283.
- Quanchang, Z., H. Yang, and H. Cheng.** 1986. Cation-exchange properties of natural zeolites and their applications. Science press. Beijing 288-232.

- Samironof, N.** 1998. Drought influence the activity of enzymes of the chloroplast hydrogenperoxide system. J. Exp. Bot: 39:1097-1108.
- Sharma, D. K.** 1992. Physiological analysis of yield variation in mustard Varieties under water stress and non water stress conditions. Annals of agricultural Research. 13:2, 174-176.
- Sierts, H.P., G. Geisler, J. Leonard, and W. Diepenbrock.** 1987. Stability of yield components from winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Agron. Crop Sci. 158:107-113.
- Singh, K.B. and M.C. Saxena.** 1991. Studies on Drought tolerance in legume program. Annual report ICARDA.
- Thage, J.H.** 1996. Seed glucosinolate, oil protein contents of field-grown rape (*Brassica napus* L.) affected by drying and evaporative demand. Field Crops Res. 47:93-105.
- Tsadilas, C.D., N. Voulgarakis, and M. Theophilous.** 1993. Natural Agriculture research foundation. Institute of soil classification and mapping 41335 Larissa Greece.
- Um, M. H., P. K. Jung, J. Im, and K. T. Um.** 1988. Effect of zeolite application on rice yield by soil texture. Research reports of the rural development administration (suweom). 29 (1 Plant environ. Mycol. And Farm Util.): 60-65.
- Wright, P. R., J. M. Morgan, R. S. Jessop, and A. Cass.** 1995. Comparative adaptation of canola (*Brassica napus*) and Indian mustard (*B. Juncea*) to soil water deficit, yield and yield components. F C R. 42: 11-15.