



## بررسی تغییرات عملکرد و اجزای عملکرد دانه ارقام کلزا در شرایط آبیاری مطلوب و محدود

فرشاد قوشچی<sup>۱</sup>، امیرحسین شیرانی‌راد<sup>۲</sup>، قربان نورمحمدی<sup>۳</sup>، حامد هادی<sup>۴\*</sup>

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین

۲- دانشیار پژوهش مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج

۳- استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

۴- عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین

تاریخ پذیرش: ۸۹/۴/۱۷

تاریخ دریافت: ۸۹/۱/۳۱

### چکیده

برای بررسی حساسیت و تحمل ارقام کلزا در شرایط آبیاری محدود آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۴ در مزرعه مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال بذر کرج و به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. آبیاری به عنوان عامل اصلی در دو سطح (آبیاری مطلوب بر اساس ۸۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A و آبیاری محدود قطع آبیاری از مرحله ساقه‌دهی به بعد) به عنوان عامل اصلی و ۲۰ رقم کلزا به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. نتایج نشان دادند که آبیاری تأثیر معنی‌داری بر وزن هزار دانه، تعداد خورجین در گیاه، تعداد دانه در خورجین، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد روغن دانه و عملکرد روغن داشت. عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد روغن در شرایط آبیاری محدود نسبت به آبیاری معمول به ترتیب ۴۲، ۱۶، ۲۳ و ۵۰ درصد کاهش یافت. ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی در بوته، تعداد خورجین در ساقه اصلی و تعداد خورجین در شاخه‌ها همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک داشتند.

واژه‌های کلیدی: کلزا، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت

\* نگارنده مسئول (hamedhadi9@yahoo.com)

## مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) دومین منبع مهم تولید روغن خوراکی بعد از سویا در جهان می‌باشد (پازکی، ۱۳۷۹). در این گیاه، مراحل گلدهی، تشکیل خورجین‌ها، از حساس‌ترین مراحل به تنش خشکی می‌باشند که در بعضی مناطق زراعی کشور با تنش خشکی مواجه می‌شوند (Sinaki et al., 2007). نتایج بررسی‌های انجام شده توسط Ma et al (2006) نشان می‌دهد که برخورد مرحله‌ی زایشی گیاه با تنش خشکی، موجب کاهش بیشتر صفات وابسته به عملکرد در کلزا مانند تعداد خورجین در گیاه، وزن هزار دانه و تعداد دانه در خورجین می‌شود که کاهش عملکرد دانه، بیشتر از راه کاهش تعداد خورجین و تعداد دانه در خورجین می‌باشد. در کشاورزی تنش به‌عنوان دور شدن از شرایط معمول رشد نام برده می‌شود و شامل تغییر در تمام اعمال فیزیولوژیک در سطوح مختلف موجودات است که اثر آن ابتدا می‌تواند برگشت پذیر باشد و اگر ادامه پیدا کند، امکان دارد دائمی و غیرقابل برگشت شود (Vitacker, 1992). همچنین عنوان شده هر عامل مفیدی که موجب شود گیاه رفتار بهینه فیزیولوژیکی نداشته باشد، تنش نامیده می‌شود (Jones, 1993). گیاه از راه مکانیزم‌های متفاوت تحمل تنش، شدت عامل تنش‌زا را کم می‌کند و در نتیجه از میزان اثرات نامعمول تنش کاسته می‌شود. اگر شدت تنش وارده برای گیاه قابل جبران باشد معمولاً برگشت به حالت معمول صورت می‌گیرد که می‌توان نتیجه گرفت تنش بیولوژیکی از بین رفته است، اما به هر حال مقداری از عملکرد بالقوه گیاه از بین می‌رود. تنش خشکی به معنای کمبود آب در گیاه است و این وضعیت هنگامی ایجاد می‌شود که میزان تبخیر و تعرق از جذب آب تجاوز کند (Bray, 1997). تنش خشکی در مقایسه با سایر تنش‌ها به‌طور ناگهانی اتفاق

نمی‌افتد و گسترش آن تدریجی است، به صورتی که در انتهای دوره‌ی تنش خشکی شدت می‌یابد (Dale & Dailes, 1995). دانشمند (۱۳۸۳) نشان داد که تنش رطوبتی اعمال شده از مرحله‌ی ساقه‌دهی به بعد در کلزا، سبب کاهش ارتفاع گیاه از ۱۲۲/۸ سانتی‌متر در شرایط آبیاری معمول به ۱۱۴/۷ سانتی‌متر شد. همچنین در ارتباط با اثر متقابل آبیاری و رقم مشخص شد که بیش‌ترین میزان ارتفاع گیاه با میانگین ۱۳۵/۸ سانتی‌متر مربوط به رقم کوانتوم در شرایط آبیاری معمول و کم‌ترین میزان آن با میانگین ۹۹/۷ سانتی‌متر مربوط به رقم هایولا ۳۰۸ در شرایط تنش خشکی بود. پازکی (۱۳۷۹) نیز در بررسی اثر تنش آبی به روی کلزا مشاهده کرد که با کاهش دور آبیاری از ۸۵ میلی‌متر تبخیر به ۴۵ میلی‌متر یا به عبارت دیگر با کاهش فواصل آبیاری تعداد شاخه فرعی در بوته افزایش یافته به ۳/۳۵۶ رسید. تحت شرایط تنش رطوبتی، مشخص شده که تمام گونه‌های براسیکا مراحل رشد و نمو خود را سریعتر به پایان می‌رسانند. همچنین کلزا نسبت به سایر گونه‌ها به تنش بیشتر سازگار بود که علت اصلی آن، طول دوره کوتاه‌تر مرحله‌ی زایشی است. در شرایط آبیاری معمول در تمام گونه‌های براسیکا، طول بیشتر دوره زایشی به طور مثبتی با اندازه دانه بیشتر و عملکرد دانه بالاتر همبستگی دارد (Mathur & Eattal, 1996).

Fernandez (1992) عنوان کرد که خشکی در مرحله‌ی گلدهی و گرده افشانی بیش‌ترین تأثیر را بر روی عملکرد دانه کلزا دارد و حساس‌ترین زمان برای آبیاری در کلزا مرحله‌ی گلدهی و اوایل خورجین‌بندی گیاه می‌باشد. در آزمایشی با بررسی اثر مقادیر مختلف آبیاری و زمان‌های مختلف اعمال تنش کم آبی در کلزا مشخص شد که مراحل رشد زایشی و به ویژه اوایل مرحله‌ی تشکیل خورجین،

مودنا، الیت، اپرا، آ.آ.سی ۴، آ.آ.جی ۹۱۰۰۴، آ.آ.سی ۵، دایگر، آدر، میلنا، لیکورد، دکستر، آلیس، اولارا، ابونیت، سین ۴، زرفام، اس.ال.ام.او ۴۶، اکاپی و اورینت بود.

در تیمار آبیاری معمول، آبیاری پس از ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشت کلاس A و در آبیاری محدود، قطع آبیاری از مرحله‌ی ساقه‌دهی به بعد در نظر گرفته شد. مساحت مزرعه آزمایشی حدود ۱۴۴۰ متر مربع بود. در مزرعه آزمایشی سال قبل، گندم کشت شده بود و عملیات تهیه زمین شامل شخم که پس از گاورو شدن به وسیله گاو آهن صورت گرفت. پس از اجرای شخم حدود ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص و حدود ۶۰ کیلوگرم در هکتار، فسفر خالص از دو منبع کودی اوره و فسفات آمونیوم به همراه ۲/۵ لیتر در هکتار علف‌کش ترفلان همراه با دو دیسک عمود بر هم با خاک مخلوط شدند. پس از آن مزرعه به وسیله فاروئر به صورت جوی و پشته درآمد. فاصله جوی‌ها از یکدیگر ۶۰ سانتی‌متر بود. هر کرت آزمایشی ۶ متر مربع بود. هر کرت شامل ۴ خط به طول ۵ متر و فاصله خط‌ها ۳۰ سانتی‌متر بود و تراکم ۸۳/۳ گیاه در متر مربع در نظر گرفته شد. کاشت با دست انجام گرفت و سپس آبیاری شد. در اوایل رشد گیاهچه عملیات تنک و واکاری انجام پذیرفت و برای تعیین تراکم معمول در مرحله ۴ تا ۶ برگی اقدام به تنک و حذف علف‌های هرز شد. آبیاری آزمایش آبیاری معمول بر اساس ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A در چهار مرحله و تاریخ‌های ۱۵ مهر، ۲۲ مهر، ۱۸ فروردین و ۱۲ اردیبهشت انجام شد. آبیاری در آزمایش آبیاری محدود در دو مرحله و در تاریخ‌های ۱۵ و ۲۲ مهر صورت گرفت که در هر بار، آبیاری بر اساس ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A انجام شد. در تیمار آبیاری محدود از مرحله‌ی رشد زایشی

حساس‌ترین مراحل به خشکی هستند، در نتیجه افزایش ۵۰ میلی‌متر آب در این مرحله موجب افزایش عملکرد تا حدود ۳ الی ۵ تن در هکتار می‌شود (Mendham & Salisbury, 1995).

Rao & Mendham (1991) ابراز کردند که دوره‌ی گلدهی و مراحل اولیه‌ی نمو خورجین‌ها، یعنی زمان تعیین تعداد خورجین و تعداد دانه در کلزا از نظر نیاز گیاه به آب، مراحل بحرانی به شمار می‌روند. این آزمایش برای بررسی تأثیر تنش کم‌آبی بر ویژگی‌های گیاه و همچنین بررسی میزان حساسیت و تحمل ارقام مورد بررسی اجرا شد.

### مواد و روش‌ها

برای بررسی حساسیت و تحمل ارقام کلزا در شرایط آبیاری محدود آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۴ در مزرعه ۴۰۰ هکتاری مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال بذر کرج دو آزمایش مجزا که در هر آزمایش ۲۰ رقم کلزا در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. این منطقه با دارا بودن تابستان گرم و خشک و زمستان سرد و مرطوب جزء مناطق نیمه‌خشک محسوب می‌شود. متوسط بارندگی سالیانه این منطقه بر اساس آمارهای موجود میانگین ۳۰ ساله اخیر برابر با ۲۴۳ میلی‌متر است که به طور عمده مربوط به اواخر پاییز و زمستان می‌باشد. بیشترین مطلق درجه حرارت این منطقه ۴۰ درجه سانتی‌گراد و کمترین آن ۱۸- درجه سانتی‌گراد بوده است. میانگین دمای شبانه روز در تیرماه که گرم‌ترین ماه سال است ۲۶/۱ درجه سانتی‌گراد و در سردترین ماه سال یعنی دی ماه برابر ۱/۲ درجه سانتی‌گراد است و متوسط درجه حرارت منطقه در دوره‌ی سی ساله اخیر برابر ۱۳/۵ درجه سانتی‌گراد بوده است. میزان کل بارندگی در طول فصل زراعی ۱۳۸۴ برابر با ۲۹۵ میلی‌متر بود. ارقام شامل: اس.دابلیو ۰۷۵۶،

گیاهها در هر کرت آزمایشی بطور جداگانه برداشت شده و پس از قرار گرفتن به مدت ۳ الی ۴ روز در هوای آزاد برای رسیدن رطوبت دانهها به ۱۲ الی ۱۳ درصد، وزن کل گیاه محاسبه و بدین ترتیب عملکرد بیولوژیک بر اساس کیلوگرم در هکتار تعیین شد. وزن دانهها نیز پس از جدا کردن دانهها از خورجین توسط کمباین بر اساس کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. شاخص برداشت نیز از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک بدست آمد. برای تعیین وزن هزار دانه نیز بعد از برداشت محصول و تعیین عملکرد دانه، ۸ نمونه صدتایی به طور تصادفی از هر کرت انتخاب و با ضرب کردن میانگین وزن آنها در عدد ۱۰، وزن هزار دانه محاسبه شد. بعد از تعیین عملکرد و اجزا عملکرد، بخشی از محصول هر کرت برای تعیین درصد روغن انتخاب شد و استخراج روغن به روش سوکسله انجام پذیرفت، که از حاصلضرب درصد روغن هر کرت در عملکرد دانه همان کرت، عملکرد روغن دانه نیز بدست آمد. تجزیه دادهها با استفاده از نرمافزار آماری MSTAT-C و مقایسه‌ی میانگینها با آزمون LSD در سطح ۵ درصد انجام شد. برای محاسبه ضرایب همبستگی از نرمافزار SPSS (ver. 16.0) استفاده شد.

## نتایج و بحث

### ارتفاع گیاه

عامل رقم و اثر متقابل آبیاری محدود و رقم تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع گیاه داشت (جدول ۱). ارقام آدر، زرفام و اس.ال.ام.او بیشترین ارتفاع گیاه را داشتند (جدول ۲). در شرایط آبیاری معمول ارقام لیکورد، اوکاپی و اورینت با مقادیر ۱۴۲، ۱۴۷ و ۱۴۲ سانتی‌متر بالاترین ارتفاع را داشتند و همین ارقام در شرایط آبیاری محدود به ترتیب ۱۴، ۳۶ و

(ساقه‌دهی به بعد) آبیاری به طور کامل قطع شد. تنها منبع آب موجود از مرحله‌ی ساقه‌دهی به بعد در تیمار آبیاری محدود به بارشها بود. با توجه به محاسبه صورت گرفته در طول فصل زراعی طی دو سال متوالی تیمار آبیاری معمول حدود ۲۵ درصد بیش‌تر از آزمایش آبیاری محدود آب دریافت کرد. برای محاسبه‌ی عملکرد نهایی بیولوژیک و دانه کلزا برداشت در تاریخ ۲۰ خرداد ماه سال زراعی ۱۳۸۴ انجام شد. در انتهای دوره‌ی رشد گیاه، ویژگی‌هایی مانند ارتفاع گیاه، تعداد شاخه، تعداد خورجین ساقه اصلی و شاخه، تعداد دانه در خورجین ساقه اصلی و شاخه، طول خورجین و پس از برداشت عملکرد بیولوژیک، دانه، روغن، شاخص برداشت و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شدند. برای این کار در پایان مرحله‌ی رسیدگی فیزیولوژیک، ۱۰ گیاه به صورت تصادفی از هر کرت انتخاب و ارتفاع، تعداد شاخه‌ها، تعداد خورجین در ساقه اصلی و شاخه، تعداد دانه در خورجین ساقه اصلی و شاخه فرعی و طول خورجین اندازه‌گیری شد. از ۱۰ گیاه انتخاب شده تعداد کل خورجین‌های هر گیاه در ساقه‌ی اصلی و شاخه به طور جداگانه محاسبه و میانگین ۱۰ گیاه بدست آمد. از جمع میانگین تعداد خورجین در ساقه‌ی اصلی و شاخه‌ها، تعداد خورجین در خورجین تعیین شد. برای محاسبه‌ی تعداد دانه در خورجین ساقه‌ی اصلی و شاخه‌ها نیز تعداد ۳۰ عدد خورجین از ساقه‌ی اصلی و شاخه‌های ۱۰ گیاه مذکور به صورت جدا به طور تصادفی انتخاب و تعداد دانه موجود آنها محاسبه و سپس میانگین ۱۰ گیاه بدست آمد. از جمع میانگین تعداد دانه در ساقه اصلی و شاخه‌ها تعداد دانه در خورجین محاسبه شد. همچنین از محاسبه میانگین طول ۳۰ عدد خورجین انتخابی طول خورجین در هر کرت اندازه‌گیری شد. برای تعیین عملکرد بیولوژیک و دانه در مساحت ۴/۸ مترمربع برداشت نهایی،

قسمت‌های گیاه اعم از ریشه و اندام‌های هوایی کاهش می‌یابد، ولی سهم ریشه‌ها از این تأثیر کمتر از اندام‌های هوایی می‌باشد. همچنین Nielsen & Janick (1996) در بررسی اثر تنش خشکی بر کلزا اعلام داشتند که تنش خشکی اعمال شده در دوره‌ی پر شدن دانه به تعداد کمتر شاخه‌ی فرعی در بوته نسبت به دیگر مراحل رشدی گیاه منجر می‌شود.

### تعداد خورجین ساقه

عامل آبیاری و رقم تأثیر معنی‌داری بر تعداد خورجین ساقه داشت (جدول ۱). ارقام آدر، اس.دابلیو ۰۷۵۶، الیت، آ.آ.سی ۴، زرفام و اس.ال.ام.او ۴۶ تعداد خورجین بیشتری در ساقه داشتند. گیاهان شرایط آبیاری محدود ۴۸ درصد تعداد خورجین کمتری داشتند (جدول ۲). Wright *et al* (1995) در مقایسه‌ی عملکرد کلزا و خردل هندی اظهار نمودند که تعداد خورجین در کلزا هم در ساقه‌ی اصلی و هم در شاخه‌های فرعی، یکی از اجزاء حساس به تنش خشکی به شمار می‌آید.

### تعداد خورجین شاخه‌ها

عامل آبیاری، رقم و اثر متقابل آبیاری و رقم تأثیر معنی‌داری بر تعداد خورجین شاخه داشت (جدول ۱). میزان خورجین شاخه در شرایط آبیاری محدود به میزان زیادی کاهش نشان داد. ارقام آ.آ.جی ۹۱۰۰۴، آ.آ.سی ۴، ابونیت و زرفام تعداد خورجین بیشتری در شاخه داشتند. در بین گیاهان واقع در شرایط آبیاری معمول رقم آ.آ.جی ۹۱۰۰۴ با تعداد ۶۰/۹ خورجین در شاخه بیشترین تعداد را داشت و با ارقام مودنا، اپرا، آ.آ.سی ۴، آ.آ.سی ۵، آدر، ابونیت، زرفام و اکاپی در گروه آماری مشابهی قرار گرفت (جدول ۲). میزان خورجین شاخه‌ها در

۱۸ درصد کاهش ارتفاع را در مقایسه با آبیاری معمول داشتند در حالی که در شرایط آبیاری محدود اولارا، ابونیت، اس.ال.ام.او ۴۶ با مقادیر ۱۰۹، ۱۱۰ و ۱۰۹ سانتی‌متر نشان داد (جدول ۳). دانشمند (۱۳۸۳) نشان داد که تنش کم آبی از مرحله‌ی ساقه‌دهی به بعد در کلزا سبب کاهش ارتفاع گیاه از ۱۲۲/۸ سانتی‌متر در شرایط آبیاری معمول به ۱۱۴/۷ سانتی‌متر می‌شود. نصری (۱۳۸۳) با بررسی اثر تنش خشکی در ارقام مختلف کلزا بیان کرد که در سطوح مختلف تنش تفاوت ارقام از نظر ارتفاع معنی‌دار بوده است. به صورتی که تیمار ۷۵ درصد ظرفیت زراعی مزرعه با متوسط ۹۵/۳ سانتی‌متر دارای بیشترین ارتفاع و تیمار صفر درصد ظرفیت زراعی با متوسط ۸۱/۵ سانتی‌متر دارای کمترین ارتفاع می‌باشد. به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت از آنجا که تنش کم آبی در کلزا موجب کاهش فتوسنتز جاری در مرحله‌ی ساقه‌دهی شده در نتیجه رشد رویشی و طول میانگره‌ها کاهش خواهد یافت.

### تعداد شاخه‌ها در گیاه

رقم تأثیر معنی‌داری در سطح ۱ درصد بر تعداد شاخه داشت (جدول ۱). ارقام مودنا، آدر، دکستر و زرفام بیشترین تعداد شاخه را داشت (جدول ۲). نتایج تحقیقات دیگران نیز نشانگر کاهش تعداد شاخه‌ها در بوته به علت تنش کم آبی است. پازکی (۱۳۷۹) در بررسی اثر تنش کم آبی به روی کلزا مشاهده کرد که با کاهش دور آبیاری از ۸۵ میلی‌متر تبخیر به ۴۵ میلی‌متر یا به عبارت دیگر با کاهش فواصل آبیاری تعداد شاخه‌های فرعی در بوته افزایش یافت و به حداکثر ۳/۳۵۶ عدد رسید. نصری (۱۳۸۳) با بررسی تأثیر تنش خشکی بر نسبت ریشه به اندام‌های هوایی کلزا اظهار نمود که همزمان با کاهش سطح سبز گیاه میزان رشد تمام

عباس‌دخت و رمضانپور (۱۳۸۱) در بررسی تجزیه علیت ارقام کلزا پاییزه اظهار نمودند که طبق نتایج بدست آمده از تجزیه علیت بیشترین اثر مستقیم بر صفت عملکرد دانه مربوط به صفت تعداد خورجین در ساقه اصلی می‌باشد.

#### تعداد دانه در خورجین ساقه

این صفت تحت تأثیر عامل آبیاری و رقم قرار گرفت (جدول ۱). در شرایط آبیاری محدود میزان دانه در خورجین ساقه از ۲۶/۱۹۷ به ۲۴/۲۲۱ کاهش یافت. رقم اس.دابلویو ۰۷۵۶ با داشتن ۳۰/۳۶ دانه در خورجین از نظر این ویژگی برتر بود و با رقم آ.آ.جی ۹۱۰۰۴، مودنا، الیت، اپرا و آ.آ.رسی ۴ در گروه آماری مشابهی قرار گرفت (جدول ۲).

#### تعداد دانه در خورجین شاخه‌ها

این ویژگی تحت تأثیر آبیاری و رقم واقع شد (جدول ۱). گیاهان شرایط آبیاری محدود به میزان ۱۲ درصد تعداد دانه کمتری در خورجین نسبت به گیاهان آبیاری معمول داشتند. ارقام اپرا، اکاپی، ارینت، الیت، مودنا و اس.دابلویو ۰۷۵۶ دانه در خورجین شاخه بیشتری داشتند. به عبارتی آبیاری محدود موجب کاهش تعداد دانه در خورجین شاخه شده است (جدول ۲). نتایج مطالعه‌ی Wright et al (1995) نشان دادند که تعداد دانه در خورجین کلزا از تنش خشکی متأثر شده به طوری که اعمال تنش خشکی موجب کاهش این تعداد می‌شود.

گیاهان شرایط آبیاری محدود نیز رقم آ.آ.رسی ۹۱۰۰۴ با تعداد ۳۲/۶ بیشترین میزان بود و ۸۷ درصد نسبت به آبیاری معمول کاهش یافت. در شرایط آبیاری محدود تنها این رقم برتر شناخته شد. به طور کلی بررسی این دو صفت نشان داد که قطع آبیاری پس از مرحله‌ی ساقه‌دهی در ارقام متفاوت موجب کاهش تعداد خورجین در ساقه اصلی و شاخه‌های فرعی می‌شود و از این راه بر کاهش میزان محصول مؤثر است (جدول ۲). دانشمند (۱۳۸۳) در بررسی اثر تنش خشکی در ارقام کلزا اعلام نمود که از نظر تعداد خورجین در ساقه‌ی اصلی و شاخه‌های فرعی اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد بین ارقام وجود دارد، اما میان اثر متقابل آبیاری و رقم از این نظر اختلاف معنی‌داری موجود نیست.

#### تعداد خورجین در گیاه

تنها عامل آبیاری تأثیر معنی‌داری در سطح ۵ درصد بر این ویژگی داشت (جدول ۱). Triboni-Blondel & Renard (1999) بیان نمودند که تعداد خورجین در گیاه همانند عملکرد دانه تحت شرایط تنش خشکی کاهش می‌یابد. بیشترین کاهش خورجین‌ها در روی شاخه‌های پایین‌تر گیاه دیده می‌شود که این شاخه‌ها در زمان نزدیک به گلدهی ایجاد شده بودند. تنش آب موجب کاهش میزان تبدیل گل به خورجین می‌شود. در شرایط مزرعه ممکن است ۵۰ درصد یا بیش‌تر از خورجین‌های بالقوه از دست بروند (Mendham et al., 1981).



جدول ۱- میانگین مربعات ویژگی‌های ارقام کلزا در شرایط آبیاری مطلوب و محدود

| منبع تغییرات        | درجه آزادی | ارتفاع گیاه | تعداد شاخه | وزن هزار دانه | تعداد خورجین ساقه اصلی | تعداد خورجین شاخه‌ها | تعداد خورجین در گیاه | طول خورجین در ساقه اصلی | طول خورجین در شاخه‌ها |
|---------------------|------------|-------------|------------|---------------|------------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------|
| آبیاری              | ۱          | ۹۸/۴۳۹      | ۳/۶۹۱      | ۱۱/۵۶۷**      | ۸۴۴۷/۷۴۲*              | ۲۹۶۰/۱۷۶۱**          | ۸۴۶۸۶/۰۰۷*           | ۱/۳۷۸                   | ۰/۱۰۹                 |
| خطای الف            | ۶          | ۱۱۲/۶۲۱     | ۱/۵۱۱      | ۰/۲۳۶         | ۱۲۱۱/۲۷۸               | ۶۱۰/۴۹۵              | ۶۵۰۳/۰۶۹             | ۰/۸۷۵                   | ۰/۶۳۲                 |
| رقم                 | ۱۹         | ۱۱۵۵/۵۳۹**  | ۲/۵۷۳**    | ۱/۳۰۸**       | ۱۵۲/۱۵۱*               | ۲۱۴/۳۳۴*             | ۳۷۰/۷۳۶              | ۳/۱۵۳**                 | ۴/۱۵**                |
| آبیاری × رقم        | ۱۹         | ۳۹۱/۱۱۷**   | ۱/۳۱       | ۰/۳۲۲         | ۵۶/۷۲۹                 | ۲۳۱/۲۴۴*             | ۲۵۹/۷۴۱              | ۰/۶۷۹                   | ۰/۴۵۶                 |
| خطای ب              | ۱۱۴        | ۱۰۱/۱۲۱     | ۰/۹۰۷      | ۰/۲۳۲         | ۷۹/۷۵۹                 | ۱۲۱/۰۲۵              | ۴۴۵/۴۷۰              | ۰/۶۹۲                   | ۰/۳۳۸                 |
| ضریب تغییرات (درصد) | -          | ۹/۶۹        | ۳۲/۲۳      | ۱۰/۱۹         | ۲۳/۷۹                  | ۳۲/۸۷                | ۲۹/۲۱                | ۱۳/۲۶                   | ۹/۸۳                  |

\* و \*\* به ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

ادامه جدول ۱

| منبع تغییرات        | درجه آزادی | تعداد دانه در خورجین ساقه | تعداد دانه در خورجین شاخه‌ها | تعداد دانه در خورجین | عملکرد دانه | عملکرد بیولوژیک | شاخص برداشت | درصد روغن دانه | عملکرد روغن دانه |
|---------------------|------------|---------------------------|------------------------------|----------------------|-------------|-----------------|-------------|----------------|------------------|
| آبیاری              | ۱          | ۱۵۶/۲۰۳*                  | ۲۶۳/۹۳۹**                    | ۲۲۰/۴۳**             | ۹۹۳۴۳۷۲**   | ۱۲۱۵۵۸۰**       | ۱۴۷۴/۴۰۳**  | ۲۰/۱۳۷۷*       | ۱۴۹۰۳۵۲۶/۴۰۰     |
| خطای الف            | ۶          | ۲۱/۲۷۳                    | ۱۱/۴۷۹                       | ۱۴/۸۱۴               | ۷۷۳۶۴۳/۵    | ۳۸۱۰۵۶۴         | ۵۵/۶۰۸      | ۱۴/۸۳۸         | ۱۵۱۰۱۶/۶۲۹       |
| رقم                 | ۱۹         | ۶۸/۳۷۲**                  | ۷۶/۵۲۱**                     | ۶۸/۶۴۸**             | ۱۰۰۰۷۶۳**   | ۷۸۷۹۴۵۱**       | ۲۶/۵۱۹*     | ۱۵/۶۵۱**       | ۱۵۵۴۶۳/۸۸۳       |
| آبیاری × رقم        | ۱۹         | ۹/۶۸۹                     | ۷/۱۰۴                        | ۵/۲۲۹                | ۳۸۹۵۸۹/۶    | ۳۱۳۳۱۰۲         | ۲۳/۳۷۱*     | ۳/۹۷۹*         | ۹۷۶۷۶/۱۱۱        |
| خطای ب              | ۱۱۴        | ۶/۶۷                      | ۶/۷۷۹                        | ۴/۶۳۵                | ۲۴۴۷۲۲/۹    | ۲۶۲۲۹۹۹         | ۱۳/۰۵۳      | ۲/۱۱۰          | ۵۳۰۲۲/۷۷۰        |
| ضریب تغییرات (درصد) | -          | ۱۱۰/۲۴                    | ۱۱/۲۷                        | ۸/۹۰                 | ۱۵/۳۹       | ۱۴/۷۲           | ۱۲/۳۳       | ۳/۰۶           | ۱۵/۰۵            |

\* و \*\* به ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشند.





به روی کلزا پاییزه از مرحله‌ی پایان گلدهی تا مرحله‌ی بلوغ فیزیولوژیکی، مشاهده نمودند که عملکرد و اجزاء عملکرد دانه همانند وزن تک دانه در درجه حرارت بالا و پایین تحت شرایط تنش خشکی کاهش یافت. پاکزی (۱۳۷۹) نیز نشان داد که کاهش فاصله آبیاری، وزن هزار دانه افزایش می‌یابد. از طرفی معتقد است دلیل کاهش وزن هزار دانه، به دنبال تنش، به دلیل کاهش جذب آب و املاح توسط گیاه و به دنبال آن کاهش ساخت و ساز فتوسنتزی و انتقال آن به دانه‌ها می‌باشد.

### عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر آبیاری و رقم بود (جدول ۱). عملکرد بیولوژیک گیاهان شرایط آبیاری معمول ۱۱۸۳۳ کیلوگرم در هکتار بود که در مقایسه با شرایط آبیاری محدود با ۱۶ درصد کاهش به ۱۰۱۶۶ کیلوگرم در هکتار رسید. ارقام آدر، زرفام و اس.ال.ام.او به ترتیب با ۱۴۳۸۰، ۱۴۵۲۰ و ۱۳۴۲۰ کیلوگرم در هکتار بالاترین مقادیر و رقم آآرجی ۹۱۰۰۴ با مقدار ۹۳۳۴ کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار عملکرد بیولوژیک را داشت (جدول ۲). نتایج مذکور نشان دهنده‌ی تأثیر آبیاری محدود بر عملکرد بیولوژیک می‌باشد که از مهمترین دلایل آن محدودیت ایجاد شده برای رشد و نمو رویشی و انتقال کم مواد فتوسنتزی در شرایط محدودیت رطوبت برای گیاه کلزا است. طی تحقیقی برای بررسی اثر رژیم‌های متفاوت رطوبتی خاک در مرحله‌ی گلدهی مشخص شد که تنش رطوبت به طور معنی‌دار عملکرد دانه و بیولوژیک را کاهش می‌دهد. در این آزمایش کاهش رشد، در نهایت منجر به کاهش معنی‌دار در عملکرد بیولوژیک شد (Deepak & Wattal, 1995). Wright et al (1996) مشاهده نمودند که کمبود

### تعداد دانه در خورجین

آبیاری و رقم تأثیر معنی‌داری بر تعداد دانه در خورجین شاخه داشتند (جدول ۱). در شرایط آبیاری معمول ۲۵/۳۵ دانه در هر خورجین وجود داشت که وقوع آبیاری محدود در طول رویش گیاه با ۱۰ درصد کاهش میزان آن را به ۲۳/۰۰ رساند. ارقام اکاپی و اپرا با تعداد ۲۸ دانه در خورجین بیشترین مقدار را داشت و رقم زرفام با ۱۸/۵ دانه در خورجین کمترین مقدار را داشت (جدول ۲). دانشمند (۱۳۸۳) اظهار نمود که بین سطوح مختلف آبیاری، ارقام و اثر متقابل آبیاری و رقم اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد از نظر صفت تعداد دانه در خورجین وجود دارد. تحقیقات دیگران نیز نشان دهنده‌ی اثر منفی تنش کم‌آبی بر تعداد دانه در خورجین کلزا می‌باشد.

Wright et al (1995) گزارش کردند که تعداد دانه در خورجین تحت تأثیر تنش خشکی است، اما در مقایسه با خردل هندی، در کلزا این صفت کمتر تحت تأثیر تنش قرار می‌گیرد. همچنین در خردل هندی همزمان با کاهش تعداد دانه در خورجین، افزایش تعداد خورجین در بوته تحت عنوان واکنش جبرانی تحقق می‌یابد، در صورتی که این وضعیت در کلزا مشاهده نشد.

### وزن هزار دانه

آبیاری و رقم تأثیر معنی‌داری در سطح ۱ درصد بر وزن هزار دانه داشتند (جدول ۱). رقم ابونیت با مقدار ۵/۵۱۳ گرم بیشترین وزن دانه و رقم زرفام با ۳/۶۱۹ گرم کمترین وزن دانه را در بین ارقام داشت (جدول ۲). میانگین وزن هزار دانه ارقام در شرایط آبیاری معمول ۴/۹۹۱ گرم بود که در مقایسه با شرایط آبیاری محدود با ۱۲ درصد کاهش به ۴/۴۵۳ گرم رسید. Triboi-Blondel & Renard (1999) در بررسی اثر درجه حرارت و تنش خشکی

۳۲/۳۴۶ به ۲۶/۷۷۵ تغییر می‌یابد (جدول ۲). در شرایط آبیاری معمول بیشترین شاخص برداشت با ۳۷ درصد مربوط به رقم دکستر بود که در شرایط تنش مقدار آن به ۳۲ درصد کاهش یافت. در شرایط آبیاری محدود رقم اولارا با مقدار ۳۱/۶۵ درصد شاخص برداشت بیشتری داشت (جدول ۳). Hocking *et al* (1997) اظهار نمودند که آبیاری موجب افزایش شاخص برداشت می‌شود و تنش خشکی می‌تواند به شدت شاخص برداشت را کاهش دهد.

### درصد روغن دانه

آبیاری، رقم و اثر متقابل آبیاری و رقم تأثیر معنی‌داری بر درصد روغن دانه داشتند (جدول ۱). درصد روغن دانه گیاه شرایط آبیاری معمول ۴۸/۶۴۳ درصد بود در حالی که در گیاهان شرایط آبیاری محدود به ۴۶/۳۹۹ درصد کاهش یافت. رقم میلنا با ۴۹/۹۹ درصد بالاترین درصد روغن دانه را داشت که با رقم لیکورد در گروه آماری مشابهی قرار گرفت (جدول ۲). بالاترین درصد روغن دانه مربوط به گیاه شرایط آبیاری محدود رقم مودنا بود (۵۰/۹۳ درصد) که نسبت به آبیاری معمول افزایش نشان داد (جدول ۳). Henry & McDonald (1978) با بررسی اثر سطوح مختلف آبیاری بر درصد روغن دانه کلزا مشاهده کردند که کمبود آب سبب کاهش مقدار روغن دانه‌ها از ۵۱ درصد به ۴۶ درصد می‌شود. (Nielsen & Janick 1996) در بررسی اثر تنش رطوبتی روی کلزا مشاهده نمودند که تنش رطوبتی در همه‌ی مراحل رشد سبب کاهش میزان روغن دانه می‌شود. همچنین دانشمند (۱۳۸۳) گزارش کرد که قطع آبیاری از مرحله‌ی ساقه‌دهی به بعد موجب کاهش میزان روغن از ۴۷/۵۴ درصد در شرایط آبیاری معمول به ۴۵/۹۶ درصد شد که البته این اختلاف معنی‌دار نبود.

آب موجب کاهش عملکرد بیولوژیک در دو گونه کلزا و خردل هندی می‌شود، اما این کاهش وزن در کلزا بیش‌تر از خردل هندی بود.

### عملکرد دانه

عامل آبیاری و رقم تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت (جدول ۱). در شرایط آبیاری معمول عملکرد گیاه ۳۷۷۳/۶ کیلوگرم در هکتار بود که در شرایط آبیاری محدود با ۴۲ درصد کاهش به ۲۶۵۶/۳ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت. در بین ارقام مورد بررسی، رقم آدر با ۳۹۲۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد را داشت و با ارقام آلیس، زرفام، اس.ال.ام.او۴۶ و اورینت در گروه آماری مشابهی قرار گرفت (جدول ۲).

Rao & Mendham (1991) گزارش کردند آبیاری تکمیلی کلزا در مناطقی که گیاه با کمبود آب مواجه بود، سبب افزایش عملکرد دانه و شاخص برداشت شد. شکاری و همکاران (۱۳۸۳) با بررسی اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر فنولوژی کلزا اعلام کردند که اعمال تنش خشکی در سطوح مختلف در مرحله‌ی نمو گل بیشترین کاهش عملکرد را داشته به طوری که باعث ۶۱ درصد افت عملکرد شد و پس از این مرحله بیشترین کاهش عملکرد مربوط به مرحله نمو جنین بود که به کوتاه شدن طول دوره‌ی گلدهی و تشکیل خورجین در شاخه‌های فرعی ارتباط دارد.

### شاخص برداشت

عامل آبیاری، رقم و اثر متقابل آبیاری و رقم تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت داشتند (جدول ۱). در شرایط تنش با توجه به مواد فتوسنتزی کمتری که در اختیار گیاه قرار می‌گیرد، وزن خشک کاهش یافته و شاخص برداشت با ۲۳ درصد کاهش نسبت به آبیاری معمول از

جدول ۲- میانگین اثر ساده آبیاری و رقم بر ویژگی‌های گیاه

| آبیاری       | رقم            | ارتفاع گیاه<br>(سانتی متر) | تعداد شاخه‌ها | وزن هزار دانه<br>(گرم) | طول خورجین<br>ساقه (سانتی متر) | طول خورجین<br>شاخه‌ها<br>(سانتی متر) | تعداد خورجین<br>ساقه | تعداد خورجین<br>در شاخه‌ها | دانه در خورجین<br>ساقه اصلی |
|--------------|----------------|----------------------------|---------------|------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|----------------------|----------------------------|-----------------------------|
| آبیاری معمول |                | ۱۰۴/۵۵                     | ۳/۱۰۸         | ۴/۹۹۱                  | ۶/۱۸۱                          | ۵/۹۳۶                                | ۴۴/۸۰۷               | ۵۰/۴۶۴                     | ۲۶/۱۹۷                      |
| آبیاری محدود |                | ۱۰۲/۹۸                     | ۲/۸۰۴         | ۴/۴۵۳                  | ۶/۳۶۷                          | ۵/۸۸۴                                | ۳۰/۲۷۵               | ۱۸/۹۸۴                     | ۲۴/۲۲۱                      |
| ۱            | اس.دابلیو ۰۷۵۶ | ۱۰۳/۳ b                    | ۳/۱۷۵ cd      | ۴/۹۸۶ bc               | ۵/۸۳۸ efg                      | ۵/۵۸۱ ef                             | ۴۱/۲ a-e             | ۲۷/۸۵ de                   | ۳۰/۳۶ a                     |
| ۲            | مودنا          | ۱۰۳/۹ b                    | ۳/۳۷۵ abc     | ۴/۸۴۶ bc               | ۵/۹۱۴ efg                      | ۵/۴۵۴ f                              | ۳۶/۶ b-f             | ۳۰/۱۸ cde                  | ۲۸/۳ abc                    |
| ۳            | الیت           | ۹۵/۴ bc                    | ۲/۹ cd        | ۴/۹۴۵ bc               | ۵/۹۹۶ efg                      | ۵/۵۷۱ ef                             | ۴۱/۹ a-d             | ۳۲/۶۴ b-e                  | ۲۸/۰۶ abc                   |
| ۴            | اپرا           | ۹۷/۶۵ bc                   | ۳/۲۵ bcd      | ۴/۸۶۵ bc               | ۵/۹۲۶ efg                      | ۵/۶۳۴ ef                             | ۳۴/۶ b-f             | ۳۳/۵۳ b-e                  | ۲۷/۹۵ abc                   |
| ۵            | آ.آرسی ۴       | ۹۹/۲۸ bc                   | ۲/۷۳۷ cde     | ۵/۰۴۳ b                | ۵/۹۶ efg                       | ۵/۲۶۲ fg                             | ۳۱/۱۹ f              | ۳۷/۸۸ a-d                  | ۲۸/۹۴ ab                    |
| ۶            | آ.آرسی ۹۱۰۰۴   | ۹۳/۲۵ c                    | ۲/۳۲۵ de      | ۴/۹۴ bc                | ۶/۱۹۹ c-g                      | ۵/۷۶۶ ef                             | ۳۳/۹ c-f             | ۴۶/۷۵ a                    | ۲۹/۴۶ a                     |
| ۷            | آ.آرسی ۵       | ۹۵/۴۳ bc                   | ۲/۸ cde       | ۴/۷۷۸ bcd              | ۵/۵۷۶ gh                       | ۵/۲۷۶ fg                             | ۴۲/۶ abc             | ۳۲/۹۲ b-e                  | ۲۶/۸۱ bcd                   |
| ۸            | دیگر           | ۱۰۳/۲ bc                   | ۱/۸۷۵ e       | ۴/۷۶۴ bcd              | ۶/۱۱۵ d-g                      | ۵/۶۵۳ ef                             | ۳۳/۸۵ c-f            | ۲۸/۶۶ de                   | ۲۵/۹۴ cde                   |
| ۹            | آدر            | ۱۳۳ a                      | ۴/۲۳۸ a       | ۳/۹۱۶ ef               | ۷/۳۴ a                         | ۶/۱۲۸ cde                            | ۴۷/۷۵ a              | ۳۳/۳۸ b-e                  | ۲۴/۴۵ d-h                   |
| ۱۰           | میلنا          | ۹۹/۶۳ bc                   | ۲/۴۲۵ de      | ۴/۷۵۵ bcd              | ۶/۹۸۸ abc                      | ۶/۵۳ bcd                             | ۳۷ b-f               | ۲۸/۲۴ de                   | ۲۴/۹ def                    |
| ۱۱           | لیکورد         | ۹۵/۳ bc                    | ۲/۹ cd        | ۴/۷۴۲ bcd              | ۵/۷۱۳ fg                       | ۴/۸۵ gh                              | ۳۸/۷۸ b-f            | ۳۴/۴ b-e                   | ۲۲ hij                      |
| ۱۲           | دکستر          | ۱۰۲/۸ bc                   | ۳/۴۲۵ abc     | ۴/۹۹ bc                | ۶/۸۴۷ a-d                      | ۶/۵۵۲ bcd                            | ۳۲/۶۵ ef             | ۳۵/۸۴ b-e                  | ۲۴/۵۸ d-g                   |
| ۱۳           | آلیس           | ۱۰۴/۱ b                    | ۳/۱ cd        | ۴/۶۰۲ bcd              | ۶/۳۲۷ c-g                      | ۶/۰۳ de                              | ۳۴/۴۷ c-f            | ۲۶/۴۸ e                    | ۲۲/۲ g-j                    |
| ۱۴           | اولارا         | ۹۷/۵۵ bc                   | ۲/۵۷۵ cde     | ۷/۸۴ bcd               | ۶/۹۵۳ abc                      | ۶/۶۸۲ abc                            | ۳۳/۲ def             | ۳۱/۱۶ cde                  | ۲۳/۷۴ e-h                   |
| ۱۵           | ابونیت         | ۹۴/۱۸ bc                   | ۳/۰۵ cd       | ۵/۵۳۱ a                | ۷/۲۳ ab                        | ۷/۱۹۳ a                              | ۳۷/۵۸ b-f            | ۴۲/۹۱ ab                   | ۲۳/۴ e-i                    |
| ۱۶           | سین ۴          | ۹۹/۹۳ bc                   | ۲/۷۷۵ cde     | ۴/۷۳۹ bcd              | ۶/۶۲۵ a-e                      | ۷/۰۸۲ ab                             | ۲۶/۲ b-f             | ۳۱/۵ cde                   | ۲۳/۳۸ f-i                   |
| ۱۷           | زرغام          | ۱۲۷ a                      | ۴/۱۲۵ ab      | ۳/۶۱۹ f                | ۶/۴۵۵ b-f                      | ۶/۴۴۵ cd                             | ۴/۳۸ ab              | ۴۰/۳۹ abc                  | ۲۳/۱۷ f-i                   |
| ۱۸           | اس.ال.ام.او ۴۶ | ۱۳۱/۴ a                    | ۳/۰۶۳ cd      | ۴/۳۴۵ de               | ۶/۸۲۵ a-d                      | ۶/۵۷۳ bcd                            | ۴۲/۰۶ abc            | ۲۹/۴۵ de                   | ۲۵/۳ def                    |
| ۱۹           | اکاپی          | ۹۸/۱۸ bc                   | ۲/۵۷۵ cde     | ۴/۷۳۴ bcd              | ۴/۸۶۳ h                        | ۴/۵۵ h                               | ۳۷/۸۵ b-f            | ۳۳/۰۳ b-e                  | ۲۰/۳۸ j                     |
| ۲۰           | اورینت         | ۱۰۰/۸ bc                   | ۲/۴۲۵ de      | ۴/۵۲۱ cd               | ۵/۷۹ fg                        | ۵/۳۹۴ fg                             | ۳۴/۰۸ c-f            | ۳۲/۳ b-e                   | ۲۰/۸۸ ij                    |

در هر ستون سطوح تیماری که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند، با آزمون LSD در سطح ۵ درصد در گروه آماری مشابهی قرار دارند.

## ادامه جدول ۲

| عملکرد روغن<br>(کیلوگرم در هکتار) | درصد روغن دانه | شاخص برداشت<br>(درصد) | عملکرد بیولوژیک<br>(کیلوگرم در هکتار) | عملکرد دانه<br>(کیلوگرم در هکتار) | دانه در خورجین | تعداد دانه در<br>خورجین شاخه‌ها | رقم   | آبیاری         |
|-----------------------------------|----------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|----------------|---------------------------------|-------|----------------|
| ۱۸۳/۵                             | ۴۸/۶۴۳         | ۳۲/۳۴۶                | ۱۱۸۳۳                                 | ۳۷۷۳/۶                            | ۲۵/۳۵۲         | ۲۴/۳۷۶                          |       | آبیاری معمول   |
| ۱۲۲/۴                             | ۴۶/۳۹۹         | ۲۶/۲۷۵                | ۱۰۱۶۶                                 | ۲۶۵۶/۳                            | ۲۳/۰۰۵         | ۲۱/۸۰۸                          |       | آبیاری محدود   |
| ۱۴۳/۲ e-i                         | ۴۸/۷۷ abc      | ۲۹/۵۲ a-e             | ۱۱۳۸۰ bc                              | ۳۳۷۱ bcd                          | ۲۶/۹۴ abc      | ۲۶/۹۴ abc                       | ۰.۷۵۶ | اس.دابلیو      |
| ۱۶۸/۷ abc                         | ۴۷/۶۴ b-e      | ۲۷/۸۹ c-f             | ۱۰۰۹۰ cd                              | ۲۸۵۱ ef                           | ۲۶/۹۲ abc      | ۲۶/۹۲ abc                       |       | مودنا          |
| ۱۶۵ a-e                           | ۴۷/۴۴ cde      | ۲۷/۹۴ c-f             | ۹۷۹۲ cd                               | ۲۷۷۶ f                            | ۲۸/۰۱ ab       | ۲۸/۰۱ ab                        |       | الیت           |
| ۱۳۶/۷ ghi                         | ۴۸/۵۲ bcd      | ۲۸/۵۱ c-f             | ۱۰۲۶۰ bcd                             | ۲۹۵۰ def                          | ۲۸/۴۶ a        | ۲۸/۴۶ a                         |       | ایرا           |
| ۱۳۲ hi                            | ۴۷/۹۲ b-e      | ۲۹ b-f                | ۱۰۶۶۰ bcd                             | ۳۰۶۳ c-f                          | ۲۶/۲۳ bcd      | ۲۶/۲۳ bcd                       |       | آ.آ.سی ۴       |
| ۱۵۰/۴ c-i                         | ۴۷/۸۷ b-e      | ۲۹/۲ b-f              | ۹۳۳۴ d                                | ۲۷۴۳ f                            | ۲۵/۵ cde       | ۲۵/۵ cde                        |       | آ.آ.جی ۹۱۰۰۴   |
| ۱۴۷/۹ c-i                         | ۴۷/۲۳ de       | ۲۹/۸۲ a-e             | ۱۰۲۴۰ bcd                             | ۳۰۸۷ c-f                          | ۲۳/۰۲ f        | ۲۳/۰۲ f                         |       | آ.آ.سی ۵       |
| ۱۳۱/۳ i                           | ۴۸/۱۳ b-e      | ۳۰/۴۶ a-e             | ۹۸۷۵ cd                               | ۳۰۳۷ c-f                          | ۲۳/۲۵ f        | ۲۳/۲۵ f                         |       | دایگر          |
| ۱۴۶/۴ c-i                         | ۴۵/۷۱ fg       | ۲۷/۱ ef               | ۱۴۳۸۰ a                               | ۳۹۲۳ a                            | ۲۰/۲۵ gh       | ۲۰/۲۵ gh                        |       | آدر            |
| ۱۴۷/۷ c-i                         | ۴۹/۹۹ a        | ۳۲/۵ ab               | ۹۵۲۱ d                                | ۳۰۹۰ c-f                          | ۲۳/۲۵ f        | ۲۳/۲۵ f                         |       | میلنا          |
| ۱۷۹/۹ a                           | ۴۸/۹۷ ab       | ۲۷/۳۸ def             | ۱۱۱۵۰ bc                              | ۳۰۶۶ c-f                          | ۲۲/۳۳ fg       | ۲۲/۳۳ fg                        |       | لیکورد         |
| ۱۵۴/۲ b-h                         | ۴۶/۷ ef        | ۳۳/۰۱ a               | ۱۰۲۱۰ bcd                             | ۳۳۰۹ b-e                          | ۲۲/۲۳ fg       | ۲۲/۲۳ fg                        |       | دکستر          |
| ۱۴۹/۹ c-i                         | ۴۷/۴۳ cde      | ۳۰/۸۶ a-d             | ۱۱۷۷۰ b                               | ۳۶۶۰ ab                           | ۲۴/۱۹ def      | ۲۴/۱۹ def                       |       | آلیس           |
| ۱۵۵/۲ b-g                         | ۴۶/۷ ef        | ۳۰/۹۸ abc             | ۱۱۳۰۰ bc                              | ۳۴۳۲ bcd                          | ۲۲/۸۸ f        | ۲۲/۸۸ f                         |       | اولارا         |
| ۱۷۴/۶ ab                          | ۴۸/۳۸ bcd      | ۲۷/۶۵ c-f             | ۱۰۴۴۰ bcd                             | ۲۸۴۶ ef                           | ۲۲/۷ f         | ۲۲/۷ f                          |       | ابونیت         |
| ۱۶۰/۲ a-f                         | ۴۸/۳۴ bcd      | ۳۰/۷۴ a-d             | ۱۰۱۹۰ bcd                             | ۳۱۲۸ c-f                          | ۲۳/۹۹ ef       | ۲۳/۹۹ ef                        |       | سین ۴          |
| ۱۳۷/۸ f-i                         | ۴۴/۳۱ g        | ۲۵/۹ f                | ۱۴۵۲۰ a                               | ۳۷۵۹ ab                           | ۱۸/۵ h         | ۱۸/۵ h                          |       | زرغام          |
| ۱۴۵/۸ d-i                         | ۴۴/۵۵ g        | ۲۸/۳۳ c-f             | ۱۳۴۲۰ a                               | ۳۷۷۹ ab                           | ۱۹/۵۸ h        | ۱۹/۵۸ h                         |       | اس.ال.ام.او ۴۶ |
| ۱۶۵/۱ a-e                         | ۴۷/۶ b-e       | ۲۸/۹۱ c-f             | ۱۰۲۴۰ bcd                             | ۲۹۸۱ c-f                          | ۲۸/۴۸ a        | ۲۸/۴۸ a                         |       | اکاپی          |
| ۱۶۸/۲ a-d                         | ۴۸/۲۱ bcd      | ۲۸/۳۳ c-f             | ۱۱۲۳۰ bc                              | ۳۴۴۹ abc                          | ۲۶/۸۹ abc      | ۲۶/۸۹ abc                       |       | اورینت         |

در هر ستون سطوح تیماری که دارای حداقل یک حروف مشابه هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد در گروه آماری مشابهی قرار دارند.

همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک داشت. تعداد شاخه با تعداد خورجین در ساقه اصلی، تعداد خورجین شاخه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. وزن هزار دانه با تعداد خورجین شاخه، طول خورجین شاخه، تعداد دانه در خورجین و شاخص برداشت داشت. عملکرد دانه با ارتفاع، تعداد شاخه‌ها، تعداد خورجین ساقه اصلی، تعداد خورجین در شاخه‌ها همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۴). بنابراین مشخص می‌شود که در بین ویژگی‌های رویشی و زایشی گیاه با توجه به اینکه ارتفاع، تعداد شاخه‌ها، تعداد خورجین ساقه و شاخه همبستگی با عملکرد دانه دارد تأثیر گذار بر این صفت می‌باشد.

### عملکرد روغن

آبیاری، رقم و اثر متقابل آبیاری و رقم تأثیر معنی‌داری عملکرد روغن داشت (جدول ۱). عملکرد روغن در شرایط آبیاری محدود نسبت به آبیاری معمول با ۵۰ درصد کاهش از ۱۸۳/۵ به ۱۲۲/۴ کیلوگرم در هکتار تغییر یافت. رقم لیکورد با توجه به اینکه عملکرد دانه بالاتری در بین ارقام داشت، بیشترین عملکرد روغن (۱۷۷/۹ کیلوگرم در هکتار) را داشت و با ارقام مودنا، الیت، ابونیت، سین ۴، اوکاپی و اورینت در گروه آماری مشابهی قرار گرفت (جدول ۲). در شرایط آبیاری معمول رقم لیکورد با ۲۲۳/۲ بالاترین عملکرد روغن را داشت و در شرایط آبیاری محدود با توجه به اینکه سهم عملکرد دانه در عملکرد روغن بیشتر است، ۶۳ درصد کاهش یافت و با ۳ رقم دیگر در گروه آماری مشابهی قرار گرفت. در شرایط آبیاری محدود رقم ارینت با مقدار ۱۵۶/۱ عملکرد روغن بیشتری داشت (جدول ۳). عباس‌دخت و رمضانپور (۱۳۸۱) با تجزیه رگرسیون گام به گام در ارقام پاییزه کلزا اظهار نمودند که عملکرد دانه می‌تواند بیش‌ترین تغییرهای عملکرد روغن را توجیه کند. نصری (۱۳۸۳) مشاهده کرد که اثر ساده رقم، آبیاری و اثر متقابل رقم و آبیاری تأثیر معنی‌دار در سطح ۱ درصد بر عملکرد روغن داشت. رقم لیکورد به‌علت دارا بودن ظرفیت فتوسنتزی بالا و عملکرد دانه توانسته است بیشترین عملکرد روغن را نیز به خود اختصاص دهد. حسن‌زاده و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی ارزیابی اثر تنش خشکی بر صفات مرفولوژیک و عملکرد کلزای پاییزه نشان دادند که قطع آبیاری از مرحله‌ی گلدهی به بعد تأثیر نامعمولی بر روی صفات عملکرد دانه و روغن داشته، به‌طوری‌که سبب کاهش معنی‌دار در عملکرد دانه و روغن شد. بررسی ضرایب همبستگی ساده بین ویژگی‌های رویشی و زایشی گیاه نشان داد که ارتفاع



جدول ۳- میانگین اثر متقابل آبیاری و رقم بر ویژگی‌های کلزا در شرایط محدود و مطلوب

| عملکرد روغن<br>(کیلوگرم در هکتار) |              | درصد روغن دانه |              | شاخص برداشت (درصد) |              | تعداد خورجین شاخه |              | ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) |              | رقم            |
|-----------------------------------|--------------|----------------|--------------|--------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------------|--------------|----------------|
| آبیاری محدود                      | آبیاری معمول | آبیاری محدود   | آبیاری معمول | آبیاری محدود       | آبیاری معمول | آبیاری محدود      | آبیاری معمول | آبیاری محدود            | آبیاری معمول |                |
| ۱۰۶/۱ opq                         | ۱۸۰/۳ c-g    | ۵۱/۳۶ k        | ۴۷/۶ e-i     | ۲۵/۸۸ i-m          | ۳۱/۹۵ a-f    | ۱۱/۸ kl           | ۴۳/۹ def     | ۹۵/۷۵ e-i               | ۱۰۰/۶ d-i    | اس.دابلیو۰۷۵۶  |
| ۱۱۷/۶ m-q                         | ۲۱۹/۷ ab     | ۵۰/۹۳ a        | ۴۸/۲۱ c-g    | ۲۵/۱۵ klm          | ۳۵/۸۸ ab     | ۱۴/۶ kl           | ۴۵/۷۵ a-f    | ۹۵/۳۲ e-i               | ۱۰۶/۳ def    | مودنا          |
| ۱۳۹/۲ i-n                         | ۱۹۰/۸ bde    | ۴۹/۶۵ a-d      | ۴۷/۷۷ c-f    | ۲۷/۸۳ e-l          | ۳۱/۲۳ b-h    | ۲۵ g-k            | ۴۰/۲۸ efg    | ۱۰۱/۱ d-i               | ۱۰۵/۵ d-g    | الیت           |
| ۹۹/۸ q                            | ۱۷۳/۶ d-h    | ۴۹/۲۱ a-f      | ۴۷/۶۴ d-i    | ۲۵/۱۵ klm          | ۳۰/۶۳ c-j    | ۱۵/۷ kl           | ۵۱/۳۵ a-e    | ۱۰۵/۶ def               | ۱۰۲/۳ d-i    | اپرا           |
| ۱۰۰/۹ po                          | ۱۶۳/۱ d-j    | ۴۸/۰۸ c-g      | ۴۷/۴۴ e-i    | ۲۵/۰۵ klm          | ۳۰/۸۳ b-j    | ۱۷/۶ i-l          | ۵۸/۱۵ a-d    | ۹۹/۳۵ d-i               | ۹۱/۴۵ ghi    | آ.آ.رسی ۴      |
| ۱۰۸/۴ n-q                         | ۱۹۲/۳ a-d    | ۵۰/۰۸ abc      | ۴۸/۵۲ c-g    | ۲۵/۱۷ klm          | ۳۱/۸۵ b-f    | ۳۲/۶ f-i          | ۶۰/۹ a       | ۹۹/۹۵ d-i               | ۹۵/۳۵ e-i    | آ.آ.رجی ۹۱۰۰۴  |
| ۱۰۶/۴ opq                         | ۱۸۹/۵ bcd    | ۴۹/۳۱ a-e      | ۴۷/۹۲ d-h    | ۲۳/۷۵ lm           | ۳۴/۲۵ a-d    | ۱۷/۰۵ jkl         | ۴۸/۸ a-e     | ۹۶/۹ d-i                | ۱۰۱/۷ d-i    | آ.آ.رسی ۵      |
| ۱۰۹ n-q                           | ۱۵۳/۷ f-k    | ۴۸/۲۱ c-g      | ۴۷/۸۷ d-h    | ۲۷/۵ e-l           | ۳۰/۹ b-i     | ۱۳ kl             | ۴۴/۳۳ c-f    | ۸۹/۲ i                  | ۹۷/۳ d-i     | دایگر          |
| ۱۰۷/۹ n-q                         | ۱۸۴/۹ c-f    | ۴۸/۲ c-g       | ۴۷/۲۳ f-i    | ۲۷/۶۳ e-l          | ۳۲/۰۳ a-e    | ۷/۶۷۵ l           | ۵۹/۰۸ a-d    | ۹۳/۶۵ f-i               | ۹۷/۲ d-i     | آدر            |
| ۱۱۰/۵ m-q                         | ۱۸۴/۱ c-f    | ۴۹/۳۸ a-e      | ۴۸/۱۳ c-g    | ۲۵/۸ j-m           | ۳۵/۱۳ abc    | ۱۹/۸ i-l          | ۳۶/۶۸ e-h    | ۱۰۴/۷ d-h               | ۱۰۱/۷ d-i    | میلنا          |
| ۱۳۶/۶ j-o                         | ۲۲۳/۲ a      | ۴۵/۸۸ hij      | ۴۵/۷۱ ij     | ۲۲/۲ m             | ۳۲ a-f       | ۲۳/۸ h-k          | ۴۵ b-f       | ۱۲۴/۴ b                 | ۱۴۱/۷ a      | لیکورد         |
| ۱۲۴/۱ k-q                         | ۱۸۴/۳ c-f    | ۵۰/۹۲ ab       | ۴۹/۹۹ abc    | ۲۸ e-l             | ۳۷ a         | ۲۷ g-k            | ۴۴/۶۷ c-f    | ۱۰۰/۷ d-i               | ۹۸/۶ d-i     | دکستر          |
| ۱۲۱/۳ l-q                         | ۱۷۸/۶ c-g    | ۴۹/۳ a-e       | ۴۸/۹۷ a-f    | ۲۴/۸۵ klm          | ۲۹/۹ d-k     | ۲۱/۲۷ h-l         | ۳۱/۶۷ f-j    | ۱۰۰/۳ d-i               | ۹۰/۲۵ i      | آلیس           |
| ۱۳۲/۵ j-p                         | ۱۷۸ d-g      | ۴۸/۹ b-f       | ۴۶/۷ ghi     | ۳۱/۶۵ b-g          | ۳۴/۳۸ a-d    | ۱۶/۹۲ jkl         | ۴۵/۴ b-f     | ۱۰۹/۳ cde               | ۹۶/۱۵ d-i    | اولارا         |
| ۱۳۸/۷ j-n                         | ۲۱۰/۶ abc    | ۴۸/۸۷ c-f      | ۴۷/۴۳ e-i    | ۲۶/۹۵ f-m          | ۳۴/۷۸ a-d    | ۲۵/۵۲ g-k         | ۶۰/۳ ab      | ۱۰۹/۹ cd                | ۹۸/۳ d-i     | ابونیت         |
| ۱۵۰/۵ g-l                         | ۱۶۹/۹ d-i    | ۴۸/۲۹ c-g      | ۴۶/۷ ghi     | ۲۶/۴۲ h-m          | ۳۵/۵۳ abc    | ۲۶/۳۳ g-k         | ۳۶/۶۷ e-h    | ۱۰۵/۶ def               | ۸۹/۵۵ i      | سین ۴          |
| ۱۲۳/۹ k-q                         | ۱۵۱/۸ g-l    | ۴۸/۸۳ c-f      | ۴۸/۳۸ c-g    | ۲۶/۳ h-m           | ۲۹ e-k       | ۲۱/۴۵ h-l         | ۵۹/۳۲ abc    | ۹۱/۱۵ hi                | ۹۷/۲ d-i     | زرغام          |
| ۱۱۸/۱ m-q                         | ۱۷۳/۵ d-h    | ۴۹/۱۷ a-f      | ۴۸/۳۴ c-g    | ۲۵/۹ i-m           | ۳۵/۵۸ abc    | ۱۸/۵ i-l          | ۴۰/۴ efg     | ۱۰۹/۱ cde               | ۹۰/۸ hi      | اس.ال.ام.او ۴۶ |
| ۱۴۲ h-m                           | ۱۸۸/۳ b-e    | ۴۴/۴ j         | ۴۴/۳۱ j      | ۲۵/۱۷ klm          | ۲۶/۶۳ g-m    | ۱۷/۵ i-l          | ۴۸/۵۵ a-e    | ۱۰۷/۲ c-f               | ۱۴۶/۹ a      | اکاپی          |
| ۱۵۶/۱ e-k                         | ۱۸۰/۳ c-g    | ۴۵/۶۱ ij       | ۴۴/۵۵ j      | ۲۹/۱۵ e-k          | ۲۷/۵ e-l     | ۲۴/۳ h-k          | ۴۰/۳ efg     | ۱۲۰/۴ bc                | ۱۴۲/۳ a      | اورینت         |

در هر ستون سطوح تیماری که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند با آزمون LSD در سطح ۵ درصد در گروه آماری مشابهی قرار دارند.



جدول ۴ - ضرایب همبستگی و یژگی‌های گیاهان در شرایط آبیاری مطلوب و آبیاری محدود

| عنوان                        | ارتفاع گیاه | وزن هزار دانه | تعداد شاخه | تعداد خورجین در ساقه اصلی | طول خورجین در شاخه‌ها | طول خورجین در ساقه | طول خورجین در شاخه‌ها | تعداد دانه در خورجین ساقه | تعداد دانه در خورجین شاخه‌ها | تعداد دانه در خورجین | عملکرد دانه | عملکرد بیولوژیک |
|------------------------------|-------------|---------------|------------|---------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------|-------------|-----------------|
| وزن هزار دانه                | ۰/۵۰۱**     |               |            |                           |                       |                    |                       |                           |                              |                      |             |                 |
| تعداد شاخه                   | ۰/۶۳۸**     | ۰/۲۲۹         |            |                           |                       |                    |                       |                           |                              |                      |             |                 |
| تعداد خورجین در ساقه اصلی    | ۰/۳۰۲       | ۰/۲۶۴         | ۰/۳۹۰*     |                           |                       |                    |                       |                           |                              |                      |             |                 |
| تعداد خورجین در شاخه‌ها      | ۰/۰۶۸       | ۰/۴۸۶**       | ۰/۳۶۸*     | ۰/۷۶۰**                   |                       |                    |                       |                           |                              |                      |             |                 |
| طول خورجین در ساقه           | ۰/۳۰۳       | ۰/۲۲۹         | ۰/۲۷۸      | ۰/۲۹۹                     | ۰/۱۱۱                 |                    |                       |                           |                              |                      |             |                 |
| طول خورجین در شاخه‌ها        | ۰/۴۲۲**     | ۰/۳۸۲*        | ۰/۳۵۰*     | ۰/۲۴۲                     | ۰/۱۰۱۶                | ۰/۸۱۲**            |                       |                           |                              |                      |             |                 |
| تعداد دانه در خورجین ساقه    | ۰/۴۳۵**     | ۰/۴۲۴**       | ۰/۲۴۱      | ۰/۰۹۵                     | ۰/۰۴۴                 | ۰/۰۶۵              |                       |                           |                              |                      |             |                 |
| تعداد دانه در خورجین شاخه‌ها | ۰/۵۱۶**     | ۰/۶۴۸**       | ۰/۲۳۲      | ۰/۱۲۳                     | ۰/۳۷۶*                | ۰/۱۱۰              | ۰/۸۵۲**               |                           |                              |                      |             |                 |
| تعداد دانه در خورجین         | ۰/۴۸۹**     | ۰/۵۵۹**       | ۰/۲۳۱      | ۰/۱۲۳                     | ۰/۳۵۱*                | ۰/۰۳۱              | ۰/۹۵۷**               | ۰/۹۶۶**                   |                              |                      |             |                 |
| عملکرد دانه                  | ۰/۴۰۳**     | ۰/۰۸۴         | ۰/۴۰۱*     | ۰/۷۶۳**                   | ۰/۷۴۸**               | ۰/۱۶۶              | ۰/۰۰۵                 | ۰/۰۴۶                     |                              |                      |             |                 |
| عملکرد بیولوژیک              | ۰/۷۲۹**     | ۰/۲۹۴         | ۰/۶۲۰**    | ۰/۶۷۰**                   | ۰/۴۸۳**               | ۰/۴۵۷**            | ۰/۳۳۶*                | ۰/۳۲۳*                    | ۰/۷۹۸**                      |                      |             |                 |
| شاخص برداشت                  | ۰/۱۹۳       | ۰/۴۸۸**       | ۰/۰۷۵      | ۰/۴۶۹**                   | ۰/۶۵۶**               | ۰/۲۴۶              | ۰/۳۶۵*                | ۰/۴۰۰*                    | ۰/۶۹۹**                      | ۰/۱۳۷                |             |                 |

\* و \*\* به ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد می‌باشند.



## منابع

- پازکی، ع.ر. ۱۳۷۹. بررسی و اندازه‌گیری اثر تنش آب بر ویژگی‌های فیزیولوژیک و شاخص‌های مختلف مقاومت به خشکی دو رقم کلزا. رساله دکتری رشته زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. اهواز: ۲۵۲ ص.
- حسن‌زاده، م.، ا.ر. نادری در باغشاهی و ا.ح. شیرانی‌راد. ۱۳۸۵. ارزیابی اثر تنش خشکی بر صفات مرفولوژیک و عملکرد کلزای پاییزه در منطقه اصفهان. خلاصه مقالات نهمین کنگره علوم و زراعت اصلاح نباتات ایران، ۷-۵ شهریور ۱۳۸۵، دانشگاه تهران، پردیس ابوریحان.
- دانشمند، ع. ۱۳۸۳. بررسی اثر تنش خشکی در مرحله رشد زایشی بر صفات زراعی و شاخص‌های رشد ارقام کلزا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ۳۳۰ ص.
- عباس‌دخت، ح. و س. رمضانپور. ۱۳۸۱. همبستگی و تجزیه علیت در ارقام پاییزه کلزا. خلاصه مقالات هفتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. ۴-۲ شهریور ۱۳۸۱، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر-کرج.
- شکاری، ف.، ع. جهانشیر، م.ر. شکیبا، م. مقدم و ه. آلیاری. ۱۳۸۳. تأثیر تنش خشکی به روی فنولوژی و روند رشد کلزا. خلاصه مقالات هشتمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، ۵-۳ شهریور ۱۳۸۳. دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان.
- نصری، م. ۱۳۸۳. بررسی تأثیر متقابل عناصر غذایی و تنش خشکی بر جنبه‌های فیزیولوژیک لاین‌ها و ارقام کلزا. پایان‌نامه دکتری زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران.
- Bray, A.E.** 1997. Plant response to water deficit to trends in plant science. 2: 45-54.
- Dale, R. and A. Dailes.** 1995. A weather-Soil Variable for estimating soil moisture stress and corn yield. *Agronomy Journal*. 87: 1115-1121.
- Deepak, M. and P.N. Wattal.** 1995. Influence of water stress on seed yield of Canadian rape at flowering and role of metabolic factors. *Plant Physiology and Biochemistry*. New Delhi. 22 (2): 115-118.
- 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.
- Henry, J.L. and K.B. McDonald.** 1978. The effects of soil and fertilizer nitrogen and moisture stress on yield, oil and protein content of rape. *Canadian Journal of Soil Science*. 58: 303-310.
- Hocking, P.J., K.A. Kirkegar, J.F. Angus, A.H. Gibson, and E.A. Koetz.** 1997. Comparison of Canola Indian mustard and linola in two contrasting environment. *Field Crop Research*. 49: 107-125.
- Jones, H.G.** 1993. Drought tolerance and water use efficiency. In: *water deficits*, Griffiths, H (ed). PP: 193-219.

- Ma, Q., S.R.Niknam, and D.W.Turner.** 2006. Responses of osmotic adjustment and seed yield of *Brassica napus* and *B.juncea* to soil water deficit at different growth stages. *Aust. J. Agr. Res.* 57(2): 221-226.
- Mathur, D. and P.N. Eattal.** 1996. Physiological analysis of growth and development in three species of rapessed mustard (*Brassica Jacea*, *Brassica Campesteis* and *Brassica napus*) under irrigated conditions. *Indian Journal of Plant Physiology.* 1(3): 171-174.
- Mendham, N.J., P.A. Shipway, and R.K. Scott.** 1981. The effects of delayed sowing and weather on growth, development and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 96:389-416.
- Mendham, N.J. and P.A. Salisbury.** 1995. Physiology, Crop development, growth and yield. In: Kimber., D and McGregor, D.I. (eds). CAB International. PP: 11-64.
- Nielsen, D.C. and J. Janick.** 1996. Potential of Canola as a dry land crop in north eastern Colorado. *Progress in new crops proceeding of the third national symposium Indianapolis.* 22: 281-287.
- Rao, M.S.S and N.J. Mendham.** 1991. Soil-plant-water relation of oilseed rape (*Brassica napus* and *Brassica Campestris* ). *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 117: 197-205.
- Sinaki, J.M., E. Majidi Heravan, A.H.Shirani Rad, G.Noormohamadi, and G.Zarei.** 2007. The effects of water deficit during growth stages of canola (*B.napus* L.). *Ameri-Eurasi. J. Agric. Enviro.* 2(4): 417-424.
- Triboi-Blondel, A.M. and M. Renard.** 1999. Effect of temperature and water stress on fatty acid composition of rape seed oil (*Brassica napus* L.). *Proceeding of th10 International Rapeseed congress.* Australia.
- Vitacker, S.P.** 1992. *Plant Eco physiology.* Acad. Press. New York. PP: 761.
- Wilson, C.C.** 1986. Maximum yield potential: transition frome extensive to intensive agriculture. *Int. Cong.* 7:34-56.
- Wright, P.R., J.M. Morgan, R.S. Jessop, and A. Gass.** 1995. Comparative adaptation of Canola (*Brassica napus* L.) and Indian mustard (*Brassica Juncea*) to soil water deficits: yield and yield components. *Filed Crop Research.* 42:1-13.
- Wright, P.R., J.M. Morgan, and R.S. Jessop.** 1996. Comparative adaptation of Canola (*Brassica napus* L.) and Indian mustard (*Brassica Juncea*) to soil water deficits: Plant water relations and growth. *Filed Crop Research.* 49:49-51.