مجله به‌زراعی کشاورزی، دوره ۱۱، شماره ۲، پاییز ۱۳۸۸، ص ۳۹-۲۹

اثر تنش کم‌آبی بر عملکرد کلزای بهاره

زینت حاجی هاشمی [۱]، غلامعباس اکبری [۲]، امیرحسین شیرانی‌راد [۳]، رضا امیری [٤]،

ایرج اله‌دادی [۲] و شهریار دشتی [۵]*

تاریخ دریافت: ۸٦/۳/۵ و تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۲۲

E-mail: shdashti@ut.ac.ir

چکیده

به منظور بررسی اثر تنش آبیاری در مرحله گل‌دهی بر شاخص‌های زراعی کلزا و نیز شناسایی ارقام مقاوم و حساس به خشکی، در سال ۱۳۸۵ یک آزمایش مزرعه‌ای در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. آبیاری به عنوان عامل اصلی در دو سطح آبیاری معمولی یا شاهد (براساس ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A) و تنش کم آبیاری (قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد) و ۱۲ رقم کلزا، به عنوان عامل فرعی درنظر گرفته شد. نتایج نشان داد که بیشترین میانگین‌های شاخص برداشت (۲۹/۹ درصد) و عملکرد (۳۲۲۸ کیلوگرم در هکتار) مربوط به رقم RG 4403 بود. در شرایط تنش، وزن هزار دانه و درصد روغن رقم H-19 بیشترین بود. همچنین با مقایسه شاخص‌های مقاومت به خشکی، رقم RG 4403 مقاوم‌ترین رقم بود. در شرایط تنش، عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم Sarigol و Hyola 330 کمترین مقدار و ORS 3150-3006 حساس‌ترین رقم به تنش خشکی بود.

کلمات کلیدی: تنش کم‌آبی، درصد روغن، مقاومت به خشکی، کلزای بهاره، عملکرد و اجزای عملکرد

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران - ایران

۲- دانشیار، گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران - ایران

۳- استادیار پژوهشی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، البرز - ایران

٤- استادیار، گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران - ایران

۵- دانشجوی دکترای اکولوژی گیاهان زراعی، گروه علوم زراعی و اصلاح نباتات، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، تهران – ایران (*مسئول مکاتبه)

مقدمه

یکی از عوامل مهم در عدم توسعه سطح کشت کلزا در ایران، کمبود آب می‌باشد. در حال حاضر، روش مناسبی برای افزایش نزولات جوی در طول دوره‌های خشکی وجود ندارد. لذا یک روش برطرف نمودن آثار کمبود آب اجرای عملیات زراعی مناسب و استفاده از ارقام دارای تحمل بیشتر به خشکی می‌باشد. زیاد بودن تحمل گونه کلزای *Brassica napus* به خشکی ناشی از ویژگی‌های مختلف، نظیر زیاد بودن نسبت ریشه به تاج و تجمع بیشتر مواد آلی تولید شده در دانه‌ها به جای شاخه‌ها و دیواره غلاف‌ها پس از زمان گرده‌افشانی می‌باشد (۷). مقایسه دو گیاه سویا و آفتابگردان با کلزا، نشان می‌دهد که نیاز آبی کلزا در فصل رشد بهاره کمتر است، زیرا تبخیر در این فصل نسبت به فصل تابستان کمتر می‌باشد (۱). به‌طورکلی مصرف آب ارقام زودرس (انواع بهاره) نسبت به واریته‌های دیررس کمتر است (۵). گل‌دهی مرحله‌ای است که اثر آن بر عملکرد کلزا زیاد است (۱۰). معمولاً در اقلیم‌های نظیر ایران، میزان بارندگی در انتهای فصل کشت بهاره، در حد کافی نیست. مصادف بودن این ایام با زمان گل‌دهی کلزا ضرورت انتخاب ارقام مقاوم به خشکی را توجیه می‌کند.

در جنوب شرقی ایالت کلرادوی آمریکا که آب در حد کافی نیست یک آبیاری قبل از کاشت (یا قبل از جوانه‌زنی) و یک آبیاری در اواخر گل‌دهی برای حصول عملکرد متوسط، کافی می‌باشد. بررسی اثر تنش کمبود آب در مرحله گل‌دهی بر عملکرد ۱۰ رقم کلزای بهاره (نظیر H-19 و Hyola401) نشان داده است که در اثر تنش کم‌آبی کاهش عملکرد اقتصادی بیش از عملکرد بیولوژیک است (۱۵).

زمان بروز تنش خشکی و شدت آن بر بسیاری از صفات کلزا نظیر ارتفاع بوته، وزن خشک بوته، سطح ویژه برگ و اجزای عملکرد (نظیر تعداد خورجین‌ها، طول خورجین و تعداد و وزن دانه‌ها) اثر دارد و موجب کاهش عملکرد نهایی گیاه می‌شود (۱۲، ۱۷، ۱۹ و ۲۰). البته یک تنش خفیف ممکن است باعث کاهش فتوسنتز شود ولی پر شدن مخزن (دانه) به وسیله انتقال مجدد مواد فتوسنتزی ذخیره شده همچنان ادامه می‌یابد (۳).

در گونه *B. napus*، زیاد بودن عملکرد ناشی از تولید تعداد بیشتر خورجین در بوته یا واحد سطح بوده است (۸). به‌طورکلی وراثت‌پذیری تعداد خورجین در بوته کم می‌باشد و این صفت عمدتاً تحت تأثیر شرایط محیطی است (۱۹). از طرف دیگر همبستگی طول خورجین و تعداد دانه در هر خورجین دارای اهمیت زیاد است (۱۰). طول خورجین را می‌توان به عنوان یکی از صفات هدف در انتخاب غیر مستقیم ارقام با عملکرد بیشتر در نظر گرفت. چون تعداد دانه در خورجین‌های بلند بیشتر است و این امر سبب افزایش عملکرد در هر بوته می‌شود (۹). البته طول بیشتر خورجین لزوماً به مفهوم تعداد بیشتر دانه در هر خورجین نیست، چون ممکن است فاصله بذور از یکدیگر بیشتر باشد.

شاخص برداشت[1] کلزا ۲۵ تا ۳۰ درصد است (۱۰). این شاخص یک عامل مؤثر در عملکرد این گیاه است و افزایش عملکرد با افزایش شاخص برداشت ارتباط دارد (۱۰). وراثت‌پذیری شاخص برداشت زیاد بوده و به عنوان یک شاخص مفید برای بررسی پاسخ گیاهان زراعی به تغییرات اقلیمی درنظر گرفته می‌شود. البته شاخص برداشت کلزا درمقایسه با غلات کمتر است. چون نیاز انرژی در این گیاه به دلیل تولید روغن در بذور بیشتر است (۱۶).

تنش خشکی شدید باعث افزایش مقدار پروتئین و کاهش مقدار روغن در دانه کلزا می‌شود (۱۴). با بررسی تفاوت درصد روغن هشت رقم کلزا در شرایط تنش محیطی (نظیر دما و رطوبت خاک) مشخص شده که ارقام Bulbul-98 و H-19 بیشترین درصد روغن دانه را دارند. پس می‌توان با انتخاب رقم و زمان مناسب کاشت در هر منطقه شدت خسارت ناشی از عوامل نامساعد محیطی را کاهش داد (۲۱).

چون مقاومت به خشکی یک ویژگی قابل توارث است، لذا برای به‌گزینی نیاز به مطالعه لاین‌ها و ارقام پیشرفته در آزمایش‌های هدف‌دار در سال‌ها و مکان‌های مختلف است

1 - Harvest Index

(۲۲). همچنین مقاومت به خشکی بـه عنـوان عملکـرد نسـبی یک ژنوتیپ درمقایسه با دیگـر ژنوتیـپ‌هـا در شـرایط تـنش خشکی تعریف می‌شود (۱۸). لذا مقدار آن با مقایسه ارقام در شرایط تنش با شرایط بدون تنش محاسبه و برآورد مـی‌گـردد. بدین منظور اطلاعات و داده‌ها در هر دو شرایط محیطی تنش و عدم تنش جمع‌آوری و شاخص‌هـای حساسـیت هـر رقـم باتوجه به میانگین عملکرد آن برای انتخاب ژنوتیپ مقاوم بـه خشکی استفاده می‌شود (۱۸).

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۸۵-۱۳۸٤، با همکاری پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، شهر کرج، واقع در مختصات جغرافیایی ´۷۵ °۵۰ طول شرقی و ´۵۹ °۳۵ عرض شمالی با متوسط بارندگی بلندمدت ۲٤۳ میلی‌متر انجام شد. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای کرت اصلی شامل شرایط آبیاری معمول (آبیاری براساس ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A) و شرایط تنش کم آبیاری (قطع آبیاری از مراحل گل‌دهی به بعد) بود. ۱۲ رقم کلزای بهاره به عنوان تیمارهای کرت فرعی درنظر گرفته شد (جدول ۱). هر کرت آزمایشی شامل شش خط پنج متری با فاصله ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی خط پنج سانتی‌متر بود که دو خط کناری به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شدند. ابعاد هر بلوک ٦٦/۲۵ متر در پنج متر و فاصله بین بلوک‌ها (راهرو) نیز سه متر تعیین گردید. پس از آماده نمودن زمین برای کاشت، براساس نتایج تجزیه شیمیایی خاک و توصیه‌های محلی اقدام به کودپاشی گردید. برای مبارزه با علف‌های هرز مزرعه از علف‌کش تریفلورالین به میزان ۲/۵ لیتر ماده تجارتی در هکتار استفاده شد. همچنین با مشاهده آلوده شدن مزرعه به شته مومی کلم (*Brevicoryne brassicae*) در اواخر اردیبهشت اقدام به سم‌پاشی مزرعه با سم متاسیستوکس[1] به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار گردید. نمونه‌برداری و اندازه‌گیری در همه مراحل یکسان و بدین صورت بود که پس از حذف یک ردیف از هر طرف و ۰/۵ متر از هر یک از دو انتهای هر کرت آزمایشی (به‌عنوان اثرات حاشیه)، پنج بوته کف‌بر و به منظور اندازه گیری ارتفاع بوته، ماده خشک برگ[2] و ماده خشک ساقه (حامل گل و خورجین)[3] به آزمایشگاه منتقل گردید. ارتفاع بوته با اندازه‌گیری فاصله بین طوقه تا نقطه انتهایی ساقه اصلی یا گل آذین اصلی تعیین شد. همچنین قسمت‌های مختلف گیاه در آون با دمای $75\ C^{o}$ و به مدت ٤۸ ساعت خشک و توزین شدند و بدین‌ترتیب LDM و SDM و از جمع این مقادیر، مقدار ماده خشک کل[4] محاسبه شد. سپس ارقام حاصل، به مقدار ماده خشک در متر مربع تبدیل شد. برای تعیین عملکرد نهایی و اجزای عملکرد، در انتهای فصل رشد، در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، تعداد ۱۰ بوته از هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و صفات ارتفاع گیاه، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی در گیاه، تعداد خورجین در ساقه اصلی و شاخه فرعی اندازه‌گیری شد. سپس ۳۰ خورجین از ساقه اصلی و ۳۰ خورجین از شاخه فرعی به‌طور تصادفی انتخاب شد و تعداد دانه در خورجین ساقه اصلی و شاخه فرعی و طول خورجین آن‌ها اندازه‌گیری گردید. برای تعیین عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک، بوته‌های هر کرت آزمایشی به‌طور جداگانه کف‌بر شده و برای خشک شدن نهایی و رسیدن رطوبت به ۱۰-۸ درصد به مدت یک هفته در هوای آزاد نگهداری و قبل از جدا کردن دانه از خورجین وزن کل بوته‌ها (برگ، ساقه، خورجین و دانه‌ها) تعیین و عملکرد بیولوژیک برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. سپس به وسیله کمباین دانه‌ها از خورجین جدا گردید. پس از جدا شدن

1 - Metasystox
2 - Leaf Dry Matter (LDM)
3 - Stem Dry Matter (SDM)
4 - Total Dry Matter (TDM)

دانه‌ها از خورجین، وزن دانه‌ها با ترازوی دقیق (با دقت یک هزارم گرم) توزین و عملکرد دانه برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. از نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک اندازه‌گیری شده، شاخص برداشت محاسبه شد. همچنین برای تعیین وزن هزار دانه بعد از برداشت محصول، هشت نمونه ۱۰۰ تایی از بذور هر کرت آزمایشی به طور تصادفی انتخاب و با ضرب کردن میانگین وزن آن‌ها در عدد ۱۰، وزن هزار دانه معلوم گردید. برای تعیین درصد روغن دانه، نمونه‌های تصادفی از دانه‌ها به وزن سه گرم تهیه و در آزمایشگاه درصد روغن با استفاده از دستگاه رزونانس مغناطیسی هسته‌ای[1] تعیین شد. برای محاسبه عملکرد روغن دانه نیز از حاصل‌ضرب عملکرد دانه در درصد روغن دانه استفاده شد.

برای محاسبه مقاومت و حساسیت به خشکی از فرمول‌های ۱ تا ۳ استفاده شد (۱۳).

۱ – شاخص حساسیت به تنش خشکی[2]

$$SSI = (1-Y_S/Y_P) / SI$$

۲ – شدت تنش خشکی[3]

$$SI = 1 - \bar{Y}_S / \bar{Y}_P$$

۳ – شاخص تحمل به تنش خشکی[4]

$$STI = Y_P . Y_S / (\bar{Y}_P)^2$$

در این فرمول‌ها، $\bar{Y}s$ میانگین عملکرد کل ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش، $\bar{Y}p$ میانگین عملکرد کل ژنوتیپ‌ها در شرایط طبیعی (بدون تنش)، Ys میانگین عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط تنش و Yp میانگین عملکرد یک ژنوتیپ در شرایط طبیعی می‌باشد.

تجزیه داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد و میانگین‌های حاصل با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد و با استفاده از نرم‌افزار MSTATC مقایسه شد.

نتایج و بحث

عملکرد و اجزای عملکرد: تفاوت میانگین کلیه متغیرهای مورد مطالعه (به‌جز وزن ۱۰۰۰ دانه، تعداد شاخه فرعی در بوته و طول خورجین) در شرایط تنش با شرایط عادی معنی‌دار بود ($P< ۰/۰۱$). در بین ارقام مورد آزمایش اثر رقم و نیز اثرات آبیاری و رقم بر صفات عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و تعداد شاخه فرعی در بوته معنی‌دار نبود. به عبارت دیگر قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد اگرچه باعث کاهش معنی‌دار میانگین صفات فوق گردید، اما این کاهش در بین ارقام به یک میزان بود (جدول ۲). بیشترین عملکرد بیولوژیک (۱۱۲۵۲/٦ کیلوگرم در هکتار) و تعداد شاخه فرعی در بوته (۷/۷ عدد) مربوط به رقم Kimberly و بیشترین شاخص برداشت (۲۹/۹ درصد) مربوط به رقم RG4403 بود (جدول ۲). ولی این تفاوت با سایر ارقام معنی‌دار نبود. علت این امر ناشی از یکسان بودن اثر تنش بر بیوماس برگی، ساقه ها و گل آذین و عملکرد دانه در بوته است که هر دو ناشی از کاهش فتوسنتز و کاهش رشد گیاه می‌باشند. رقم RG4403 از نظر عملکرد دانه (۳۲۲۷/۷ کیلوگرم در هکتار) و رقم Hyola401 از نظر طول خورجین (۱۰/٤ سانتی‌متر) بهتر بودند. عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه رقم Sarigol و شاخص برداشت رقم Hyola330 کمترین مقدار بود (جدول ۲) که با سایر گزارشات مطابقت دارد (٤).

1 - Nuclear Magnetic Resonance (NMR)
2 - Stress Susceptibility Index
3 - Stress Intensity
4 - Stress Tolerance Index

جدول ۱ - منشاء و تیپ رشدی ارقام مختلف کلزای مورد مطالعه

رقم	نوع ژنوتیپ	تیپ رشد	مبدا
RGS003	آزاد گرده‌افشان	بهاره	آلمان
Sarigol	آزاد گرده‌افشان	بهاره	ایران
Hyola401	هیبرید	بهاره	کانادا
Hyola60	هیبرید	بهاره	کانادا
Hyola330	هیبرید	بهاره	کانادا
Kimberly	آزاد گرده‌افشان	بهاره	آلمان
19-H	آزاد گرده‌افشان	بهاره	پاکستان
PR401/16	آزاد گرده‌افشان	بهاره	ایران
PP308/8	آزاد گرده‌افشان	بهاره	ایران
ORS3150-3006	آزاد گرده‌افشان	بهاره	دانمارک
RG4403	آزاد گرده‌افشان	بهاره	آلمان
RG AS0324	آزاد گرده‌افشان	بهاره	آلمان

جدول ۲ - مقایسه میانگین صفت‌های مورد بررسی در ارقام کلزا

رقم	تعداد شاخه فرعی در بوته	طول خورجین (سانتی‌متر)	تعداد خورجین در ساقه اصلی	تعداد خورجین در بوته	میزان روغن (درصد)	وزن هزار دانه (گرم)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)
RGS003	۷/۰ ^{a}±۰/۴۴	۹/۹ ^{ab}±۰/۱۱	۷۴/۸ ^{a}±۷/۶۱	۱۷۵/۷ ^{abcd}±۹/۸۹	۴۲/۶ ^{ab}±۰/۳۸	۳/۹ ^{cd}±۰/۰۷	۲۹/۳^{a}±۱/۱۲	۳۱۴۳/۳^{ab}±۲۶۹/۳۵	۱۰۶۹۰/۱^{a}±۸۳۷/۱۰
Sarigol	۶/۸ ^{a}±۰/۲۹	۸/۵ ^{b}±۰/۲۳	۵۶/۹ ^{b}±۴/۷۴	۱۵۶/۶ ^{dc}±۱۵/۵۹	۴۱/۷ ^{bcde}±۰/۴۸	۴/۰ ^{bcd}±۰/۰۴	۲۷/۹^{a}±۱/۲۸	۲۸۴۸/۰^{b}±۱۸۹/۷۳	۱۰۲۸۳/۸^{a}±۶۴۳/۳۷
Hyola 401	۶/۸ ^{a}±۰/۳۲	۱۰/۴ ^{a}±۰/۳۸	۶۶/۷ ^{ab}±۶/۱۸	۱۹۰/۸ ^{abc}±۱۳/۴۷	۴۲/۷ ^{a}±۰/۵۶	۴/۲ ^{a}±۰/۱۰	۲۷/۹^{a}±۱/۳۰	۳۱۱۲/۰^{ab}±۲۵۴/۶۲	۱۱۰۳۳/۸^{a}±۵۰۹/۸۱
Hyola 60	۷/۷ ^{a}±۰/۲۸	۸/۵ ^{b}±۰/۱۷	۶۵/۸ ^{ab}±۵/۱۸	۱۸۷/۵ ^{abc}±۸/۷۰	۴۲/۳ ^{bc}±۰/۵۳	۴/۱ ^{abcd}±۰/۱۰	۲۷/۴^{a}±۲/۰۴	۲۹۶۰/۵^{ab}±۲۱۷/۸۶	۱۱۰۰۲/۶^{a}±۸۰۷/۳۳
Hyola 330	۷/۳ ^{a}±۰/۳۸	۹/۹ ^{ab}±۰/۲۴	۵۶/۹ ^{b}±۲/۳۶	۱۵۸/۴ ^{bcd}±۱۱/۳۲	۴۱/۲ ^{ed}±۰/۷۵	۳/۹^{d}±۰/۱۱	۲۶/۸^{a}±۱/۵۴	۲۸۵۵/۸^{b}±۲۷۷/۹۶	۱۰۵۳۳/۸^{a}±۵۷۹/۴۸
Kimberly	۷/۷ ^{a}±۰/۴۰	۹/۸ ^{ab}±۰/۴۰	۶۳/۱ ^{b}±۲/۸۹	۱۸۳/۴ ^{abcd}±۱۳/۵۲	۳۹/۹ ^{g}±۰/۷۵	۴/۱ ^{bcd}±۰/۰۷	۲۷/۳^{a}±۱/۵۲	۳۰۰۵/۸^{ab}±۱۳۰/۰۳	۱۱۲۵۲/۶^{a}±۸۱۴/۲۲
19-H	۷/۰ ^{a}±۰/۴۱	۸/۵ ^{b}±۰/۲۵	۵۸/۷ ^{b}±۲/۴۵	۱۸۳/۶ ^{abcd}±۱۴/۴۰	۴۳/۴ ^{a}±۰/۵۹	۴/۳ ^{a}±۰/۱۰	۲۸/۱^{a}±۰/۸۰	۳۱۰۲/۷^{ab}±۱۶۷/۴۶	۱۱۰۹۶/۳^{a}±۶۸۷/۸۰
PR-401/16	۷/۳ ^{a}±۰/۱۴	۹/۳ ^{ab}±۰/۳۲	۵۸/۹ ^{b}±۵/۰۹	۱۶۳/۵ ^{bcd}±۱۳/۲۹	۴۰/۹ ^{efg}±۰/۴۵	۴/۰ ^{bcd}±۰/۰۳	۲۷/۸^{a}±۱/۱۳	۳۰۲۳/۰^{ab}±۲۰۳/۱۱	۱۰۸۷۷/۶^{a}±۵۸۲/۴۸
PP-308/8	۷/۴ ^{a}±۰/۴۴	۸/۶ ^{b}±۰/۲۷	۶۴/۹ ^{ab}±۵/۶۷	۱۴۸/۸ ^{d}±۱۱/۲۶	۴۱/۱ ^{def}±۰/۸۰	۴/۱ ^{abcd}±۰/۱۲	۲۸/۷^{a}±۰/۹۴	۳۰۶۳/۶^{ab}±۲۴۶/۹۶	۱۰۶۵۸/۸^{a}±۸۳۷/۱۱
ORS 3150-3006	۶/۹ ^{a}±۰/۲۱	۹/۵ ^{ab}±۰/۳۳	۵۹/۱ ^{b}±۳/۱۰	۱۴۹/۰ ^{d}±۱۲/۱۹	۴۰/۱۰ ^{fg}±۰/۳۲	۴/۲ ^{abc}±۰/۱۱	۲۷/۶^{a}±۱/۲۲	۲۹۸۳/۹^{ab}±۲۲۸/۹۷	۱۰۷۵۲/۶^{a}±۵۳۰/۳۳
RG 4403	۷/۲ ^{a}±۰/۱۴	۹/۴ ^{ab}±۰/۲۶	۶۷/۴ ^{ab}±۴/۲۰	۲۰۹/۱ ^{a}±۱۳/۹۹	۴۲/۱ ^{bcd}±۰/۴۱	۴/۱ ^{bcd}±۰/۰۵	۲۹/۹^{a}±۱/۱۴	۳۲۲۷/۷^{a}±۲۳۰/۵۴	۱۰۸۷۷/۶^{a}±۷۹۰/۵۷
RG AS 0324	۷/۷ ^{a}±۰/۴۰	۹/۲ ^{bab}±۰/۱۹	۶۷/۳ ^{ab}±۲/۶۹	۱۹۵/۹ ^{ab}±۱۶/۵۱	۴۱/۴ ^{cde}±۰/۲۳	۳/۹ ^{bcd}±۰/۰۴	۲۸/۱^{a}±۱/۴۸	۲۹۷۴/۵^{ab}±۲۱۵/۵۹	۱۰۶۵۸/۸^{a}±۶۹۵/۸۷

در هر ستون، تفاوت میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک معنی‌دار نیست (P< ۰/۰۵).

تفاوت ارقام از نظر عملکرد دانه، تعداد خورجین در ساقه اصلی، تعداد خورجین در بوته، درصد روغن و وزن هزار دانه معنی‌دار بود (P< ۰/۰۱). بیشترین مقدار عملکرد دانه و تعداد خورجین در بوته (۲۰۹/۱) مربوط به رقم RG4403 بود (جدول ۲). عموماً کاهش عملکرد ناشی از تنش خشکی در هنگام گل‌دهی و تشکیل و پر شدن خورجین‌ها ناشی از کاهش تعداد

خورجین می‌باشد و همچنین یکی از عوامل مؤثر در عملکرد دانه سهم ساقه اصلی از تعداد کل خورجین تشکیل شده روی بوته می‌باشد (٢). لذا علی‌رغم اینکه در رقم RGS003 تعداد خورجین در بوته (١٧٥/٧) کم بود، ولی با تشکیل درصد بیشتری از این خورجین‌ها بر روی ساقه اصلی (٧٤/٨) عملکرد دانه آن بیشتر بود (جدول ٢). وزن هزار دانه و درصد روغن رقم H-19 و رقم Hyola401 نیز از سایر ارقام به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (٠/٠٥ >P). عملکرد دانه این واریته‌ها پس از RG4403 و RGS003، بیشترین مقدار بود که با سایر تحقیقات مطابقت دارد (٤، ٦ و ٢٢).

قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد باعث کاهش میانگین صفات شد. بیشترین عملکرد دانه در شرایط آبیاری مربوط به رقم RG4403 و در شرایط تنش مربوط به رقم H-19 و کمترین عملکرد نیز در شرایط آبیاری مربوط به رقم Sarigol و در شرایط تنش مربوط به رقم Hyola330 بود (جدول ٣). در شرایط غیرتنش، فتوسنتز عامل اصلی تشکیل ماده خشک لازم برای پر شدن دانه می‌باشد، درحالی‌که در شرایط تنش، مواد فتوسنتزی ذخیره‌ای نقش عمده را در تأمین ماده خشک لازم برای پر شدن دانه‌ها دارند (١١). همین امر علت کاهش بیشتر عملکرد بیولوژیک نسبت به عملکرد دانه در شرایط تنش است. همچنین برهم‌کنش آبیاری و رقم، روی تمام صفات اندازه‌گیری شده (تعداد خورجین در ساقه اصلی، تعداد خورجین در بوته، درصد روغن و وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، شاخص برداشت، شاخه فرعی در بوته و طول خورجین) معنی‌دار بود (٠/٠١>P). در شرایط تنش، رقم H-19 دارای بیشترین درصد روغن و وزن هزار دانه بود ولی در شرایط آبیاری بیشترین مقدار به ترتیب مربوط به واریته‌های H-19 و PP-308/8 بود (جدول ٣). باتوجه به زیاد بودن عملکرد دانه واریته‌های RGS4403، RGS003، Hyola401 و H-19 در هر دو تیمار آبیاری و تنش و به‌دلیل زیاد بودن وزن هزار دانه و درصد روغن ارقام H-19 و Hyola401 از مطلوبیت بیشتری برخوردار بودند. همچنین به دلیل کم بودن عملکرد و اجزای عملکرد دو رقم Sarigol و Hyola330 در شرایط این تحقیق، مطلوب نبودند.

شاخص‌های مقاومت به خشکی: برای مقایسه میزان تنش در دو یا چند آزمایش مختلف اثر معیار شدت تنش (SI) استفاده می‌شود (١٣). اگر مقدار آن از ٠/٧ بیشتر باشد نشانه خشکی شدید است. در آزمایش حاضر، مقدار SI برابر با ٠/٢٩ بود که نشان می‌دهد تنش اعمال شده شدید نبوده است. مؤثرترین روش برای انتخاب ارقام مقاوم به خشکی انتخاب براساس بیشترین مقدار شاخص تحمل به تنش خشکی فرناندز (STI) و کمترین مقدار در شاخص حساسیت به خشکی (SSI) می‌باشد (١٨). البته باید توجه نمود که ظرفیت عملکرد برخی ارقام با کمترین مقدار شاخص حساسیت به خشکی (SSI)، کمترین مقدار است (٢٢). در تحقیق حاضر، شاخص SSI و عملکرد رقم‌های Sarigol و Hyola330 کمترین مقدار بود (جدول ٤). لذا انتخاب صحیح باتوجه به مقدار عملکرد رقم در شرایط تنش و آبیاری، میانگین عملکرد و درصد کاهش آن همراه با سایر شاخص‌ها می‌باشد. رقم H-19 با STI زیاد (٠/٧٤٦) و کمترین SSI (٠/٨٨٦) همراه با زیاد بودن عملکرد و ثبات در شرایط تنش و آبیاری و کمترین مقدار کاهش عملکرد ناشی از تنش و (٢٥/٣)، مقاوم‌ترین رقم به خشکی ارزیابی شد (جدول ٤).همچنین رقم ORS3150-3006 که کاهش عملکرد آن ٣١/١ درصد بود و دارای بیشترین مقدار شاخص SSI (١/٠٨٩) و STI (٠/٦٩٠) بود به‌عنوان حساس‌ترین رقم ارزیابی شد. رقم Hyola401 نیز با توجه به شاخص‌های محاسبه شده و عملکرد مناسب، از نظر مقاومت به خشکی مطلوب بود. همچنین زیاد بودن عملکرد ارقام RG4403 و RGS033، علی‌رغم حساسیت نسبی آن‌ها به تنش خشکی، نشانه زیاد بودن عملکرد دانه آن‌ها در شرایط تنش بوده است.

همبستگی صفات: همبستگی عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک (r = ٠/٧٨)، شاخص برداشت (r = ٠/٦٣)، درصد روغن (r = ٠/٤٧)، تعداد خورجین در ساقه اصلی (r = ٠/٤٢) و تعداد ورجین در بوته (r = ٠/٣٩) مثبت و معنی‌دار بود. گزارش‌ها نشان می‌دهد که در کلزا زیاد بودن عملکرد دانه تحت تأثیر تعداد بیشتر خورجین در بوته یا در واحد سطح است (١٠). همبستگی تعداد خورجین در ساقه اصلی و تعداد شاخه فرعی در بوته با تعداد خورجین در بوته مثبت و معنی‌دار بود، یعنی با افزایش این دو صفت، تعداد خورجین در بوته نیز افزایش می‌یابد.

جدول ۳ - مقایسه میانگین ارقام کلزا در شرایط آبیاری معمول و تنش کم‌آبی (قطع آبیاری پس از گل‌دهی)

رقم	شرایط کشت	میزان روغن (درصد)	وزن هزار دانه (گرم)	شاخص برداشت (درصد)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)
RGS003	I	۴۳/۲۷^{abc}±۰/۳۹	۴/۱۱^{bcde}±۰/۰۴	۳۰/۹۰^{b}±۱/۷۷	۳۸۲۱/۴^{a}±۷۸/۸۹	۱۲۲۵۲/۶^{a}±۴۵۶/۴۴
Sarigol	I	۴۲/۶۰^{bcde}±۰/۱۵	۴/۰۷^{cde}±۰/۰۷	۲۷/۷۸^{abc}±۱/۴۴	۳۲۶۵/۲^{c}±۱۷۰/۲۱	۱۱۷۵۲/۶^{a}±۵۱۰/۳۱
Hyola 401	I	۴۳/۵۴^{bcde}±۰/۹۹	۴/۰۱^{cde}±۰/۱۱	۲۸/۵۵^{abc}±۱/۸۹	۳۷۵۸/۹^{ab}±۸۵/۸۵	۱۲۸۱۵/۱^{a}±۴۴۹/۲۵
Hyola 60	I	۴۳/۳۷^{abc}±۰/۶۵	۴/۱۸^{abcde}±۰/۱۹	۲۶/۹۶^{bc}±۱/۳۶	۳۴۲۱/۴^{abc}±۲۱۷/۲۹	۱۲۶۹۰/۱^{a}±۹۰۹/۳۰
Hyola 330	I	۴۲/۸۳^{bcde}±۰/۹۰	۳/۹۴^{cde}±۰/۰۷	۲۷/۸۹^{abc}±۲/۶۴	۳۲۹۶/۴^{bc}±۱۱۶/۰۳	۱۱۸۱۵/۱^{a}±۴۲۵/۴۳
Kimberly	I	۴۱/۸۳^{cdef}±۰/۵۰	۳/۹۱^{cde}±۰/۰۷	۲۶/۵۳^{abc}±۲/۳۷	۳۴۸۳/۹^{abc}±۱۶۷/۹۴	۱۳۱۲۷/۶^{a}±۸۲۶/۰۱
19-H	I	۴۴/۴۶^{a}±۰/۹۲	۴/۱۷^{abcde}±۰/۱۹	۲۸/۱۳^{abc}±۲/۱۶	۳۵۵۲/۷^{abc}±۱۸۰/۱۷	۱۲۶۲۷/۶^{a}±۵۲۵/۴۰
PR-401/16	I	۴۱/۹۷^{cdef}±۰/۱۳	۴/۰۷^{cde}±۰/۰۴	۲۸/۷۳^{abc}±۱/۸۰	۳۴۶۵/۲^{abc}±۲۲۰/۸۲	۱۲۱۲۷/۶^{a}±۶۳۸/۲۸
PP-308/8	I	۴۲/۹۱^{bcd}±۰/۶۹	۴/۲۶^{a}±۰/۲۳	۲۹/۴۰^{abc}±۲/۹۰	۳۷۲۴/۵^{abc}±۱۴۴/۴۶	۱۲۶۲۷/۶^{a}±۵۲۵/۴۰
ORS 3150-3006	I	۴۱/۷۸^{cdef}±۰/۶۲	۴/۱۹^{abcd}±۰/۰۵	۲۹/۹۱^{ab}±۰/۹۳	۳۵۳۳/۹^{abc}±۱۳۰/۸۰	۱۱۸۱۵/۱^{a}±۴۲۵/۴۳
RG 4403	I	۴۲/۷۵^{bcde}±۰/۶۲	۴/۱۰^{bcde}±۰/۰۸	۳۰/۵۹^{ab}±۰/۸۲	۳۸۰۵/۸^{a}±۶۸/۱۶	۱۲۴۴۰/۱^{a}±۷۷۳/۰۸
RG AS 0324	I	۴۱/۳۵^{def}±۰/۲۳	۳/۹۸^{cde}±۰/۰۵	۲۸/۷۳^{abc}±۱/۸۹	۳۵۰۲/۷^{abc}±۱۶۹/۰۶	۱۲۱۹۰/۱^{a}±۷۷۹/۷۹
RGS003	NI	۴۱/۸۳^{cdef}±۰/۴۱	۴/۲۱^{abc}±۰/۰۳	۲۸/۱۰^{abc}±۰/۹۰	۲۴۶۵/۲^{de}±۱۶۰/۵۲	۹۱۲۷/۶^{b}±۸۲۶/۰۱
Sarigol	NI	۴۰/۷۷^{fgh}±۰/۶۹	۳/۹۶^{cde}±۰/۰۳	۲۷/۵۷^{abc}±۱/۷۰	۲۴۳۰/۸^{de}± ۱۵۱/۵۹	۸۸۱۵/۱^{b}±۴۸۲/۷۸
Hyola 401	NI	۴۱/۹۲^{cdef}±۰/۱۷	۴/۴۲^{ab}±۰/۱۰	۲۷/۷۲^{abc}±۲/۵۲	۲۴۶۵/۱^{de}±۱۲۷/۳۲	۹۷۵۲/۶^{b}±۲۰۴/۱۲
Hyola 60	NI	۴۱/۲۵^{efg}±۰/۳۸	۴/۰۰^{cde}±۰/۰۷	۲۶/۸۳^{abc}±۰/۹۲	۲۴۹۹/۶^{de}±۱۸۰/۰۹	۹۳۱۵/۱^{b}±۵۶۲/۵۰
Hyola 330	NI	۳۹/۶۱^{hi}±۰/۳۴	۳/۸۴^{de}±۰/۰۴	۲۶/۱۰^{abc}±۱/۶۶	۲۷۱۵/۲^{d}±۹۵/۵۴	۹۲۵۲/۶^{b}±۵۴۰/۰۶
Kimberly	NI	۳۸/۱۶^{j}±۰/۳۵	۳/۸۳^{e}±۰/۰۹	۲۶/۹۵^{abc}±۰/۷۶	۲۷۲۱/۷^{d}±۷۵/۸۶	۹۳۷۷/۶^{b}±۲۶۰/۲۱
19-H	NI	۴۲/۳۷^{bcde}±۰/۱۶	۴/۴۵^{a}±۰/۰۴	۲۷/۷۳^{abc}±۱/۷۰	۲۱۵۸/۹^{e}±۶۵/۹۵	۹۵۶۵/۱^{b}±۳۴۴/۲۲
PR-401/16	NI	۳۹/۸۶^{ghi}±۰/۴۱	۳/۹۶^{cde}±۰/۰۳	۲۶/۵۹^{abc}±۱/۳۶	۲۵۸۰/۸^{de}±۱۱۵/۷۴	۹۶۲۷/۶^{b}±۳۷۵/۰۰
PP-308/8	NI	۳۹/۲۷^{ij}±۰/۵۸	۳/۹۶^{cde}±۰/۰۲	۲۷/۸۳^{abc}±۱/۴۷	۲۴۰۲/۷^{de}±۱۲۴/۶۳	۸۶۹۰/۱^{b}±۶۴۰/۴۳
ORS 3150-3006	NI	۳۸/۴۳^{ij}±۰/۲۶	۴/۱۱^{bcde}±۰/۲۲	۲۵/۱۱^{bc}±۱/۵۷	۲۴۳۳/۹^{de}±۱۶۰/۸۹	۹۶۹۰/۱^{b}±۵۹۸/۳۹
RG 4403	NI	۴۱/۴۰^{def}±۰/۳۴	۴/۰۵^{cde}±۰/۰۶	۲۸/۴۴^{abc}±۰/۸۱	۲۶۴۹/۶^{d}±۱۴۳/۳۸	۹۳۱۵/۱^{b}±۵۶۲/۵۰
RG AS 0324	NI	۴۱/۳۸^{def}±۰/۴۴	۳/۹۸^{ebc}±۰/۰۷	۲۶/۸۰^{abc}±۰/۹۲	۲۴۴۶/۳^{de}±۴۸/۶۸	۹۱۲۷/۶^{b}±۸۲۶/۰۱

NI: تنش قطع آبیاری پس از گل‌دهی، I: آبیاری در تمام فصل رویش

در هر ستون، تفاوت میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری معنی‌دار نیست (P< ۰/۰۵).

ادامه جدول ۳

رقم	شرایط کشت	تعداد شاخه فرعی در بوته	طول خورجین (سانتی‌متر)	تعداد خورجین در بوته	تعداد خورجین در ساقه اصلی
RGS003	I	۷/۴۳^{ab}±۰/۳۱	۱۰/۲۷^{ab}±۰/۳۴	۱۸۸/۳^{abcd}±۱۷/۳۱	۹۳/۷۰^{a}±۳/۳۴
Sarigol	I	۶/۹۸^{ab}±۰/۱۲	۸/۵۷^{abc}±۰/۵۳	۱۹۲/۷^{abcd}±۱۵/۶۱	۶۰/۲۰^{cdef}±۳/۹۹
Hyola 401	I	۶/۷۸^{ab}±۰/۲۲	۱۰/۶۷^{a}±۰/۱۲	۲۱۱/۶^{a}±۱۷/۳۰	۷۷/۰۵^{b}±۸/۷۰
Hyola 60	I	۷/۶۸^{ab}±۰/۱۳	۹/۸۹^{ab}±۰/۳۹	۲۰۰/۳^{abc}±۱۱/۳۹	۷۳/۷۰^{bc}±۶/۱۸
Hyola 330	I	۷/۴۳^{ab}±۰/۲۹	۹/۸۹^{ab}±۰/۴۶	۱۷۴/۶^{abcde}±۱۷/۹۱	۵۷/۵۰^{def}±۴/۹۴
Kimberly	I	۸/۲۸^{a}±۰/۱۲	۱۰/۰۴^{ab}±۰/۲۷	۲۱۱/۵^{a}±۱۷/۳۰	۶۳/۵۵^{bcdef}±۴/۹۸
19-H	I	۷/۰۳^{ab}±۰/۱۶	۸/۱۰^{abc}±۰/۱۷	۲۰۴/۱^{ab}±۷/۹۵	۵۷/۳۰^{def}±۴/۸۵
PR-401/16	I	۶/۸۸^{ab}±۰/۲۴	۹/۳۸^{abc}±۰/۳۳	۱۷۳/۶^{abcde}±۱۴/۳۰	۶۹/۰۰^{bcde}±۶/۶۹
PP-308/8	I	۷/۳۸^{ab}±۰/۱۱	۹/۴۵^{abc}±۰/۲۶	۱۵۰/۴^{bcde}±۲۲/۴۵	۷۷/۸۰^{b}±۵/۲۷
ORS 3150-3006	I	۶/۵۳^{b}±۰/۳۲	۹/۴۳^{abc}±۰/۳۰	۱۷۷/۲^{abcd}±۱۱/۵۴	۶۴/۸۳^{bcdef}±۳/۹۷
RG 4403	I	۷/۲۳^{ab}±۰/۱۵	۱۰/۴۰^{ab}±۰/۲۵	۲۱۵/۰^{a}±۲۵/۰۲	۶۹/۸۵^{bcd}±۷/۰۹
RG AS 0324	I	۷/۲۸^{ab}±۰/۱۴	۱۰/۳۶^{ab}±۰/۴۱	۱۹۵/۶^{abcd}±۱۸/۸۷	۷۰/۶۵^{bcd}±۲/۳۵
RGS003	NI	۶/۶۳^{b}±۰/۲۷	۹/۶۹^{abc}±۰/۲۲	۱۶۳/۲^{abcde}±۷/۲۴	۵۵/۸۵^{def}±۴/۵۲
Sarigol	NI	۶/۵۳^{b}±۰/۱۷	۸/۳۷^{abc}±۰/۳۵	۱۲۰/۴^{e}±۴/۲۳	۵۳/۶۵^{ef}±۹/۰۵
Hyola 401	NI	۶/۷۸^{ab}±۰/۱۱	۱۰/۱۷^{ab}±۰/۱۵	۱۷۰/۱^{abcde}±۱۵/۱۷	۵۶/۳۵^{def}±۱/۱۰
Hyola 60	NI	۷/۶۳^{ab}±۰/۱۴	۷/۱۴^{c}±۰/۲۹	۱۷۴/۶^{abcde}±۱۰/۶۳	۵۷/۹۰^{cdef}±۶/۷۳
Hyola 330	NI	۷/۱۸^{ab}±۰/۲۲	۹/۸۴^{ab}±۰/۱۳	۱۴۲/۱^{de}±۱۰/۰۳	۵۶/۳۵^{def}±۲/۶۸
Kimberly	NI	۷/۱۸^{ab}±۰/۳۱	۹/۴۵^{abc}±۰/۲۷	۱۵۵/۲^{bcde}±۵/۱۸	۶۲/۶۰^{cdef}±۳/۷۳
19-H	NI	۶/۹۸^{ab}±۰/۲۹	۸/۸۴^{abc}±۰/۱۶	۱۶۳/۰^{abcde}±۲۴/۹۵	۶۰/۰۵^{cdef}±۱/۷۸
PR-401/16	NI	۷/۵۳^{ab}±۰/۲۰	۹/۱۵^{abc}±۰/۲۷	۱۵۳/۴^{bcde}±۲۳/۴۸	۴۸/۸۵^{f}±۲/۹۳
PP-308/8	NI	۷/۴۳^{ab}±۰/۳۴	۷/۷۲^{bc}±۰/۱۴	۱۷۴/۱^{cde}±۱۰/۶۳	۵۱/۹۵^{f}±۳/۲۹
ORS 3150-3006	NI	۷/۲۳^{ab}±۰/۱۸	۹/۶۱^{abc}±۰/۱۹	۱۲۰/۹^{e}±۴/۲۳	۵۳/۳۸^{ef}±۲/۶۸
RG 4403	NI	۷/۰۸^{ab}±۰/۱۹	۸/۴۰^{abc}±۰/۱۷	۲۰۳/۱^{ab}±۱۶/۲۶	۶۴/۸۹^{bcdef}±۵/۲۹
RG AS 0324	NI	۷/۳۸^{ab}±۰/۲۱	۸/۰۶^{abc}±۰/۲۱	۱۹۶/۴^{abcd}±۳۰/۲۵	۶۴/۰۰^{bcdef}±۴/۵۶

NI: تنش قطع آبیاری پس از گلدهی I: آبیاری در تمام فصل رویش

در هر ستون، تفاوت میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک از نظر آماری معنی‌دار نیست (P< ۰/۰۵).

جدول ٤ - شاخص‌های تعیین‌کننده در انتخاب رقم مقاوم به خشکی

رقم	شاخص STI	شاخص SSI	درصد کاهش عملکرد	میانگین* عملکرد	عملکرد بدون تنش	عملکرد تنش
RGS003	۰/۷٦٦	۱/۰۸۷	۳۱/۰٦	۳۱٤۳/۳	۳۷۲۱/٤	۲٥٦٥/۲
Sarigol	۰/٦۳۷	۰/۸۹٤	۲٥/٥٥	۲۸٤۸/۰	۳۲٦٥/۲	۲٤۳۰/۸
Hyola 401	۰/۷٥۳	۱/۰٤٦	۲۹/۸۹	۳۱۱۲/۰	۳٦٥۸/۹	۲٥٦٥/۱
Hyola 60	۰/٦۸٦	۰/۹٤۲	۲٦/۹٤	۲۹٦۰/٥	۳٤۲۱/٤	۲٤۹۹/٦
Hyola 330	۰/٦۳۹	۰/۹۳٥	۲٦/۷۳	۲۸٥٥/۸	۳۲۹٦/٤	۲٤۱٥/۲
Kimberly	۰/۷۰٦	۰/۹٦۰	۲۷/٤٤	۳۰۰٥/۸	۳٤۸۳/۹	۲٥۲۷/۷
19-H	۰/۷٤٦	۰/۸۸٦	۲٥/۳۳	۳۱۰۲/۷	۳٥٥۲/۷	۲٦٥۲/۷
PR-401/16	۰/۷۱٦	۰/۹۲۸	۲٦/٥۲	۳۰۲۳/۰	۳٤۸٥/۲	۲٥٦۰/۸
PP-308/8	۰/۷۲۸	۱/۰۸۳	۳۰/۹٥	۳۰٦۳/٦	۳٦۲٤/٥	۲٥۰۲/۷
ORS 3150-3006	۰/٦۹۰	۱/۰۸۹	۳۱/۱۲	۲۹۸۳/۹	۳٥۳۳/۹	۲٤۳۳/۹
RG 4403	۰/۸۰۹	۱/۰٦۳	۳۰/۳۷	۳۲۲۷/۷	۳۸۰٥/۸	۲٦٤۹/٦
RG AS 0324	۰/٦۸۷	۱/۰٥٥	۳۰/۱٥	۲۹۷٤/٥	۳٥۰۲/۷	۲٤٤٦/۳

* - عملکردها براساس کیلوگرم در هکتار می‌باشند.

تشکر و قدردانی

از همکاری آقای عادل اسدزاده، کارشناس آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی، پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران و همچنین از مدیریت و کارشناسان بخش تحقیقات دانه‌های روغنی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر (کرج) قدردانی می‌گردد.

References

1. Aiken RM and Lamm FR (2006) Irrigation of Oilseed Crops. In: Proc. Central Plains Irrigation Conference, Colby, KS. Feb. 21-22, 2006. Available from CPIA, 760 N. Thompson, Colby, KS. Pp. 162-172.
2. Allen EJ and Morgan DG (1975) A quantitative comparison of the growth. Development and yield of different varieties of oilseed rape. J. Agr. Sci. 85: 159-174.
3. Angadi SV, Cutforth HW, McConkey BG and Gan Y (2003) Yield Adjustment by canola grown at different plant population under semiarid conditions. Crop Sci. 43: 1358-1366.
4. Ataii M, Ghooshchi F, Bazrafshan F, Safahani A and Daneshmand A (2006) Effect of water stress on seed yield and chlorophyll content in rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. The First International Conference on the Theory and Practices in Biological Water Saving (ICTPB). 21-25 may 2006, Beijing, China. 21 Pp.
5. Bauder JW (2006) The right strategy for irrigating your canola crop. Available on the URL: http://waterquality.montana.edu/docs/ irrigation/canolastrategy.shtml . 4 pp.
6. Bazrafshan F, Daneshmand A and Shirani-rad AH (2006) Physiological evaluation of spring rapeseed (*Brasica napus* L.) genotypes in relation to water deficit in the generative growth period. The First International Conference on the Theory and Practices in Biological Water Saving (ICTPB). 21-25 may 2006, Beijing China. 53 pp.
7. Brandt S, Ulrich D, Lafond G, Kutcher R, Malhi S and Johnston A (2002) The biology and ecology of canola (*Brassica napus*). Office of the Gene Technology Regulator, Australia.

8. Chay P and Thurling N (1989a) Variation in pod length in spring rape (*Brassica napus*) and the effects on seed yield and yield components. J. Agr. Sci. 113: 139-147.
9. Chay P and Thurling N (1989b) Variation in pod length in spring rape (*Brassica napus* L.) and its effect on seed yield and yield components. J. Agr. Sci. 113: 139-147.
10. Diepenbrock W (2000) Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a Review. Field Crop Res. 67: 35-49.
11. Evans JT (1993) Crop evolution, adaptation and yield. Cambridge University Press, Cambridge.
12. Fukei S and Cooper M (1995) Development of drought resistant cultivar using physiomorphological traits in rice. Field Crop Res. 40: 67-84.
13. Golabadi M, Arzani A and Mirmohammadi Maibody SAM (2006) Assessment of drought tolerance in segregating populations in drum wheat. Afr. J. Agr. Res. 1(5): 162-171.
14. Henry JL and McDonald KB (1978) The effects of soil fertilizer nitrogen and moisture stress on yield, oil and protein content of rape. Can. J. Soil. Sci. 58: 303-310.
15. Johnson L and Crossiant RL (2003) Rapeseed/ Canola production, no. 0110, Colorado State University Cooperative Extension.
16. Leon J and Becker HC (1995) Rapeseed (*Brassica napus* L.) genetics. *In*: Diepenbrock W and Becker HC (Eds.), Physiological potentials for yield improvement of annual oil and protein crops. Adv. Plant Breed. 17: 54-81.
17. Paolmoa IR, Baioni SS, Fioretti MN and Brevedad RE (1991) Canola under water deficiency in southern Argentina. Producing of 10 Th International rapeseed Congress. Canberra, Australia.
18. Ramirez-Vallejo P and Kelly JD (1998) Traits related to drought resistance in common bean. Euphytica. 99: 127-136.
19. Rhichards RA and Thurling N (1978) Variation between and within species of rapeseed (*Brassica campestris* and *B. rapa*), in response to drought stress. II. Growth and development under natural drought stress. Aust. J. Agr. Res. 29: 479-490.
20. Schneider KA, Rosales-Serna R, Labrra-Perez F, Cazares-Enriquez B, Acosta-Gallegos JA, Ramirez-Vallejo P, Wassimi N and Nelly JD (1997) Improving common bean performance under drought stress. Crop Sci. 37: 43-50.
21. Ul Hassan F, Ali H, Akhtar Cheema M and Manaf A (2005) Effects of environmental variation on oil content and fatty acid composition of canola cultivars. J. Res. Sci. 16(2): 65-76.
22. White JW and Singh SP (1991) Breeding for adaptation to drought. P: 501-551. In. Van Schoonhoven A and Voysest O (Ed.) Common beans: Research for crop improvement. C.A.B. International. Wallingford, U.K. and CIAT, Cali, Colombia.

Journal of Crops Improvement, Vol 11, No 2, Autumn 2009

The effect of water deficit stress on yield performance of spring canola

Z. Hajihashemi [1], GH. Abbas Akbari [2], A. H. Shirani Rad [3], R. Amiri [4], I. Alahdadi [2] and SH. Dashti [5]

E-mail: shdashti@ut.ac.ir

Abstract

In order to study the effect of drought stress in terminal growth period on agronomical and physiological characteristics of canola (*Brassica napus* L.) cultivars, a field experiment was conducted using split-plot layout based on randomized complete blocks design with four replications at experimental field of Seed and Plant Improvement Institute, Karaj in 2006. There were two factors, including irrigation at two levels (irrigation after 80 mm evaporation from class "A" pan as control and drought stress from flowering stage until physiological maturity) as main plots. In addition, twelve spring cultivars: (RGS003, Sarigol, Hyola401, Hyola 60, Hyola 330, Kimberly, 19-H, PR-401/16, PP-308/8, ORS 3150-3006, RG 4403, and RGAS 0324) were applied in sub plots. Results showed that RG 4403 had maximum grain yield (3228 Kg/ha) and harvest index (29.9%). In drought stress conditions, best cultivar in grain yield, 1000-seeds weight and oil yield was 19-H and with comparison of stress tolerance indices had better compatibility to water stress. Sarigol and Hyola330 had the lowest yield and yield components and ORS3150-3006 was the most sensitive to water stress.

Keywords: Oil percent, Spring canola cultivars, Stress tolerance indices, Water deficit stress, Yield and yield components

1- M.Sc. Former Student, Department of Agricultural Sciences and Plant Breeding, College of Aboureihan, University of Tehran, Tehran - Iran
2- Associate Professor, Department of Agricultural Sciences and Plant Breeding, College of Aboureihan, University of Tehran, Tehran - Iran
3- Assistant Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj - Iran
4- Assistant Professor, Department of Agricultural Science and Plant Breeding, College of Aboureihan, University of Tehran, Tehran - Iran
5- Ph.D. Student of Crop Ecology, Department of Agricultural Science and Plant Breeding, College of Aboureihan, University of Tehran, Tehran - Iran