مجله به‌زراعی کشاورزی، دوره ۱۲، شماره ۲، پاییز ۱۳۸۹، ص ۷۱-۶۳

بررسی تاثیر تنش خشکی پایان دوره رشد بر عملکرد کمی و کیفی ارقام کلزا

معصومه نعیمی [۱*]، غلامعلی اکبری [۲]، امیرحسین شیرانی‌راد [۳]، سیدعلی محمد مدرس ثانوی [٤] و سید احمد سادات نوری [٥]

تاریخ دریافت: ۸۷/۲/٤ و تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۳۰

E-mail: naeemi_701@yahoo.con

چکیده

برای بررسی تاثیر تنش خشکی در مراحل پایانی رشد بر عملکرد ارقام کلزا در سال‌های زراعی ۸۵-۱۳۸٤، یک آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج اجرا شد. اثر آبیاری به عنوان عامل اصلی در دو سطح آبیاری معمول به عنوان شاهد (براساس ۸۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک کلاس A) و تنش خشکی (قطع آبیاری از مرحله خورجین‌دهی به بعد) و ۱۲ رقم کلزا به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. تعداد خورجین در ساقه اصلی و شاخه‌های فرعی، نسبت باروری خورجین و عملکرد دانه در تیمار تنش خشکی کمتر بودند ($P< ۰/۰۵$). تفاوت ارقام مورد آزمون از نظر صفات مورد بررسی معنی‌دار بود. عملکرد دانه در تیمار تنش خشکی حدود ۳۰ درصد کمتر بود که بیشتر ناشی از ریزش خورجین‌ها در شرایط تنش بود. در تیمار آبیاری مطلوب، عملکرد دانه در رقم Orient بیشترین مقدار (۲۸۱۷ کیلوگرم در هکتار) و در تیمار تنش خشکی بالاترین عملکرد دانه مربوط به رقم Opera (۲۰۵۸ کیلوگرم در هکتار) بود. کمترین درصد روغن (۳۹/۸) و بیشترین درصد پروتئین (۲۳/۳) مربوط به رقم Talaye بود، درحالی‌که بیشترین درصد روغن (٤۲/٦) مربوط به رقم Option500 بود.

کلمات کلیدی: تنش خشکی، عملکرد دانه، کلزا، مراحل پایانی رشد

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

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

۳- دانشیار پژوهش، بخش دانه‌های روغنی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج – ایران

٤- استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران – ایران

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

مقدمه

تنش خشکی در مراحل انتهایی رشد یکی از عوامل محدودکننده رشد گیاهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد (۱۸). از آنجایی‌که در اغلب استان‌های کشور، بارندگی در طی فصول پاییز، زمستان و اوایل بهار است، کلزای پاییزه از رطوبت موجود استفاده نموده و در بهار به آبیاری نیاز ندارد (۱). دوره رشد زایشی کلزا که از ابتدای تشکیل جوانه گل تا انتهای تشکیل دانه است، حساس‌ترین مرحله رشد است که در بسیاری از مناطق زراعی کشور با تنش خشکی مواجه می‌گردد (١٦). عملکرد گیاه کلزا تابع تراکم، تعداد خورجین در گیاه، تعداد دانه در خورجین و وزن دانه‌ها می‌باشد و تعداد خورجین در گیاه مهم‌ترین عامل مؤثر در عملکرد است (۳ و ٦). وجود تنش خشکی در مرحله زایشی گیاه، موجب کاهش اکثر صفات وابسته به عملکرد، به‌ویژه تعداد خورجین‌ها و دانه‌ها می‌گردد (١٤). در یک تحقیق در منطقه زهک زابل مشخص شد که بیشترین کاهش عملکرد دانه کلزا در اثر قطع آبیاری در مرحله خورجین‌دهی و پر شدن دانه‌ها بود (۸). آبیاری بهاره در مرحله گل‌دهی کامل موجب افزایش عملکرد دانه کلزا درمقایسه با تیمار عدم آبیاری می‌شود (۹). به‌طورکلی واکنش گیاهان زراعی و ارزیابی آن‌ها برای عملکرد بهینه وابسته به توانایی متفاوت آن‌ها در استفاده از شرایط متنوع محیطی است. این امر از طریق تنظیم اجزای عملکرد و اثر متقابل ژنوتیپ و محیط به هنگام بروز شرایط مطلوب و نامطلوب در هر مرحله از رشد و نمو گیاه امکان‌پذیر است (۹).

نتایج آزمایش نشان داد که کمبود رطوبت خاک در تیمار تنش کم‌آبی سبب کاهش تعداد دانه در خورجین از ۲۵/٦ عدد در تیمار شاهد به ۲۱/۱ عدد در تیمار تنش کم‌آبی شد (۳). کاهش تعداد خورجین در بوته در میان ارقام کلزا در شرایط تنش کمبود گزارش شده است و در این زمینه نتایج نشان داده که در شرایط تنش رطوبتی، لاین‌های کلزای حساس به خشکی با کاهش شدیدی در تعداد خورجین در ساقه اصلی روبرو می‌شوند، درحالی‌که در لاین‌های متحمل به خشکی کاهش یاد شده بسیار اندک می‌باشد (۲۲). همچنین در شرایط تنش رطوبتی تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد خورجین در ساقه اصلی و تعداد دانه در خورجین لاین‌های کلزای حساس به خشکی کاهش شدیدی می‌یابند، درحالی‌که در لاین‌های متحمل به خشکی اصولاً کاهش یاد شده در سطح آماری معنی‌دار نمی‌باشد (۲۲). در بررسی دیگری اعمال تنش خشکی کاهش معنی‌دار تعداد خورجین در گیاه، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، درصد روغن دانه و عملکرد روغن پنج رقم کلزا را سبب شد (۱۷). همچنین بررسی تأثیر تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد کلزا نشان داده است که تنش خشکی در طی مراحل گل‌دهی تا رسیدگی موجب کاهش عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و تعداد خورجین در بوته گردید، اما تعداد دانه در خورجین تحت تأثیر تنش قرار نگرفت (۲۰).

تحقیق حاضر برای شناسایی پایداری عملکرد ارقام مختلف کلزا در صورت بروز تنش خشکی در اواخر دوره رشد و شناسایی ارقام برتر از نظر عملکرد در شرایط مختلف رطوبتی برای توصیه در کشت پاییزه کلزا انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق طی سال زراعی ۸۵-١٣٨٤ در مزرعه پژوهشی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج انجام شد. براساس میانگین داده‌های ۳۰ ساله اخیر هواشناسی، میانگین بارندگی سالانه منطقه ٢٤٣ میلی‌متر می‌باشد. میزان کل بارندگی در طول فصل رشد (مهر ١٣٨٤ الی خرداد ۱۳۸۵) ۲۱۸ میلی‌متر بود. بافت خاک، لومی رسی با ۰/٤٤ درصد کربن آلی، اسیدیته ۷/۸ و هدایت الکتریکی ۱/۷۰ میلی‌موس بر سانتی‌متر و میزان فسفر و پتاس آن به‌ترتیب ۳/۳ و ۱۷۵ پی‌پی‌ام بود. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. تیمار آبیاری در کرت‌های اصلی و ۱۲ رقم کلزا در کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند (جدول ۱). تیمار آبیاری، در دو سطح،

شامل آبیاری معمول براساس ۸۰ میلی‌متر تبخیر از سطح تشتک تبخیر کلاس A (شاهد) و تنش خشکی به صورت قطع آبیاری در مرحله رشد زایشی، از مرحله خورجین‌دهی تا مرحله رسیدگی فیزیولوژیک اعمال گردید. هر کرت آزمایشی شامل شش خط به طول پنج متر با فاصله ۳۰ سانتی‌متر بود و فاصله بوته‌ها روی خطوط کاشت چهار سانتی‌متر در نظر گرفته شد. همچنین فاصله بین دو بلوک مجاور شش متر منظور گردید. کشت بذر در تاریخ ۱۳ مهرماه انجام شد. کلیه عملیات مربوط به داشت به جز آبیاری به صورت یکسان در کرت ها و بر اساس عرف منطقه انجام گرفت.

برای اندازه‌گیری صفات مورد نظر از هر کرت آزمایشی ۱۰ بوته به طور تصادفی انتخاب و تعداد خورجین‌های دارای حداقل یک دانه، پوک و ریزش یافته در ساقه اصلی و شاخه‌های فرعی آنها شمارش و از تقسیم تعداد خورجین‌های بارور به مجموع تعداد کل خورجین‌ها، نسبت باروری خورجین در گیاه تعیین شد (۱۵). برای تعیین عملکرد دانه ٤/۸ مترمربع از هر کرت آزمایشی به طور جداگانه کف‌بر شده و برای کاهش رطوبت به ۱۲ درصد، به مدت یک هفته در هوای آزاد نگهداری و پس از جدا کردن دانه‌ها از خورجین، وزن دانه‌ها با ترازوی دقیق تعیین و عملکرد دانه برحسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد. درصد روغن دانه‌های مربوط به هر تیمار آزمایشی توسط دستگاه NMR در آزمایشگاه بخش دانه‌های روغنی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تعیین شد. برای محاسبه درصد ازت موجود در دانه ارقام مختلف از فرمول (۱) استفاده شد. در این فرمول Q_c درصد روغن دانه و N_g درصد ازت دانه می‌باشند. درصد پروتئین دانه (P) نیز با استفاده از فرمول (۲) محاسبه شد (۲):

$$Q_c = ۳/۹۳ N_g + ۳۷/۷ - ۳/٦۳ \quad (۱$$

$$P = N_g \times ٦/۲٥ \quad (۲$$

داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS تجزیه واریانس شد. میانگین داده‌ها به روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C مقایسه شد.

جدول ۱ - تیپ رشد و مبدأ ارقام کلزای مورد مطالعه

رقم	مبدأ	تیپ رشد
Licord	آلمان	پاییزه
Okapi	فرانسه	پاییزه
SLM046	آلمان	پاییزه
RGS003	آلمان	بهاره
Hyola420	کانادا	بهاره
Option500	آلمان	بهاره
Zarfam	ایران	پاییزه
Orient	آلمان	پاییزه
Opera	سوئد	پاییزه
Talaye	آلمان	پاییزه
Sarigol	ایران	بهاره
Hyola401	کانادا	بهاره

نتایج و بحث

در تیمار تنش خشکی تعداد خورجین در ساقه اصلی و شاخه‌های فرعی با تفاوت معنی دار($p<۰/۰۵$) کمتر بود (جدول ۲). با آغاز تنش خشکی در اثر اختلال در فتوسنتز، تولید مواد فتوسنتزی مورد نیاز خورجین‌های تشکیل شده و در حال رشد کاهش می‌یابد که این امر می‌تواند سبب ریزش تعدادی از گل‌ها و خورجین‌های جوان شده و درنتیجه موجب کاهش تعداد خورجین گردد (۱۰ و ۱۵). البته باتوجه به بارش مناسب در فصل رشد (در طی پاییز، زمستان و اوایل بهار) و ذخیره مطلوب آب در منطقه توسعه ریشه، رشد گیاه تا زمان اعمال تنش خشکی (مرحله خورجین‌دهی) مناسب بود. لذا به دلیل ظهور سریع‌تر گل‌ها و شکل‌گیری خورجین‌ها روی ساقه اصلی تأثیر تنش خشکی بر تعداد خورجین‌ها در ساقه اصلی نسبت به شاخه‌های فرعی کمتر بود. دو رقم Orient و SLM046 دارای بیشترین تعداد خورجین در ساقه اصلی و رقم Sarigol دارای بیشترین تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی بودند (جدول ۲). همچنین رقم Sarigol در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی، دارای بیشترین تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی بود (جدول ۳).

جدول ۲ – مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه ارقام کلزا در شرایط مختلف آبیاری

تیمار	خورجین در ساقه اصلی	خورجین در شاخه‌های فرعی	نسبت باروری خورجین	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	درصد روغن	درصد پروتئین
کل	$\overline{X} \pm SE$					
آبیاری						
آبیاری معمول	۴۱/۹ ^{a} ± ۰/۱	۶۰/۱ ^{a} ± ۰/۴	۹۲/۰ ^{a} ± ۰/۰	۲۳۰۴/۲ ^{a} ± ۸/۸	۴۱/۳ ^{a} ± ۰/۰	۲۲/۲ ^{a} ± ۰/۰
تنش خشکی	۳۳/۶ ^{b} ± ۰/۱	۳۳/۰ ^{b} ± ۰/۲	۸۵/۳ ^{b} ± ۰/۱	۱۶۲۹/۴ ^{b} ± ۶/۴	۴۱/۱ ^{a} ± ۰/۰	۲۲/۹ ^{a} ± ۰/۰
رقم						
Licord	۴۲/۷ ^{ab} ± ۰/۷	۵۲/۶ ^{b} ± ۲/۷	۸۹/۵ ^{ab} ± ۰/۶	۱۹/۹ ^{b} ± ۲۱/۴	۴۱/۱ $^{b-e}$ ± ۰/۲	۲۲/۲ $^{a-d}$ ± ۰/۱
Okapi	۳۶/۰ ^{bcd} ± ۰/۶	۲۹/۶ ^{e} ± ۱/۲	۹۰/۵ ^{ab} ± ۰/۶	۲۲/۳ ^{b} ± ۷۴/۱	۴۰/۹ ^{cde} ± ۰/۱	۲۲/۳ ^{abc} ± ۰/۱
SLM046	۴۵/۴ ^{a} ± ۰/۷	۴۹/۱ ^{bc} ± ۱/۹	۸۹/۹ ^{ab} ± ۰/۳	۲۵/۶ ^{a} ± ۷۳/۹	۴۱/۰ $^{b-e}$ ± ۰/۲	۲۲/۲ $^{a-d}$ ± ۰/۱
RGS003	۳۴/۰ ^{cd} ± ۱/۱	۵۴/۸ ^{b} ± ۱/۸	۸۶/۶ ^{de} ± ۰/۵	۲۰/۷ ^{b} ± ۴۲/۱	۴۰/۶ ^{de} ± ۰/۱	۲۲/۶ ^{ab} ± ۰/۱
Hyola420	۳۵/۹ ^{bcd} ± ۰/۶	۵۲/۷ ^{b} ± ۲/۸	۸۸/۷ ^{bcd} ± ۰/۵	۲۷/۱ ^{a} ± ۶۸/۷	۴۱/۴ $^{a-d}$ ± ۰/۱	۲۱/۹ ^{bcd} ± ۰/۱
Option500	۴۱/۸ ^{ab} ± ۰/۹	۵۰/۹ ^{bc} ± ۱/۹	۸۷/۰ ^{cde} ± ۰/۴	۲۶/۷ ^{a} ± ۷۲/۹	۴۲/۶ ^{a} ± ۰/۲	۲۰/۹ ^{e} ± ۰/۱
Zarfam	۴۱/۴ ^{ab} ± ۱/۰	۳۳/۰ ^{de} ± ۱/۴	۸۸/۷ ^{bcd} ± ۰/۴	۲۶/۳ ^{a} ± ۳۳/۲	۴۲/۱ ^{abc} ± ۰/۲	۲۱/۳ ^{cde} ± ۰/۱
Orient	۴۵/۷ ^{a} ± ۰/۷	۳۸/۸ ^{cde} ± ۲/۲	۸۵/۹ ^{e} ± ۰/۶	۲۶/۴ ^{a} ± ۹۷/۵	۴۰/۷ ^{de} ± ۰/۲	۲۲/۵ ^{ab} ± ۰/۱
Opera	۳۹/۶ ^{abc} ± ۰/۸	۴۳/۸ ^{bcd} ± ۳/۰	۸۹/۷ ^{ab} ± ۰/۶	۲۷/۵ ^{a} ± ۴۲/۹	۴۰/۷ ^{de} ± ۰/۱	۲۲/۵ ^{ab} ± ۰/۱
Talaye	۴۳/۲ ^{ab} ± ۱/۵	۳۴/۴ ^{de} ± ۳/۵	۸۹/۱ ^{abc} ± ۰/۶	۲۰/۱ ^{b} ± ۲۸/۹	۳۹/۸ ^{e} ± ۰/۱	۲۳/۳ ^{a} ± ۰/۱
Sarigol	۲۹/۸ ^{d} ± ۰/۷	۷۶/۵ ^{a} ± ۳/۴	۸۷/۳ ^{cde} ± ۰/۷	۲۵/۶ ^{a} ± ۶۲/۹	۴۱/۴ $^{a-d}$ ± ۰/۱	۲۱/۹ $^{b-e}$ ± ۰/۱
Hyola401	۳۰/۲ ^{d} ± ۰/۹	۴۵/۳ ^{bcd} ± ۱/۶	۹۱/۰ ^{a} ± ۰/۵	۲۵/۸ ^{a} ± ۵۴/۹	۴۲/۲ ^{ab} ± ۰/۲	۲۱/۳ ^{de} ± ۰/۱

در هر ستون، تفاوت میانگین‌های دارای حروف مشترک معنی‌دار نیست ($P>۰/۰۵$).

جدول ۳ - میانگین اثرات متقابل ارقام کلزا در شرایط مختلف آبیاری برای تعداد خورجین و عملکرد دانه

سطوح آبیاری	رقم	تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
آبیاری معمول	Licord	۷۱/۷ ^{b} ± ۲/۱	۱۷۵۸ ^{def} ± ۲۲/۳
	Okapi	۳۷/٦ $^{f-i}$ ± ۱/۰	۲۳۰۸ ^{cd} ± ٤۳/٤
	SLM046	۵۷/۸ $^{b-e}$ ± ٤/۷	۲٦۰۸ ^{ab} ± ۵۲/٤
	RGS003	٦۷/۱ ^{bc} ± ۰/۹	۱۸۲٤ ^{def} ± ۷۰/۷
	Hyola420	۷۱/۱ ^{b} ± ۳/٦	۲٦٤۵ ^{ab} ± ٤۸/۸
	Option500	٦٤/٦ ^{bc} ± ۱/۹	۲٦۷۵ ^{ab} ± ۲۸/۸
	Zarfam	۳۹/۰ $^{e-i}$ ± ۱/۱	۲۳۲۱ ^{bc} ± ٤٤/۹
	Orient	٤۲/۹ $^{d-h}$ ± ۵/۱	۲۸۱۷ ^{a} ± ٦۸/۲
	Opera	٦۰/۷ ^{bcd} ± ٦/۲	۲۳٤٦ ^{bc} ± ۹۳/۸
	Talaye	۵٤/۷ $^{b-f}$ ± ٦/۵	۱۵۸۳ ^{efg} ± ۵٦/٤
	Sarigol	۱۰۳/۲ ^{a} ± ۲/۱	۲۳٤۸ ^{bc} ± ۱۲۰/۵
	Hyola401	۵٦/۱ $^{b-f}$ ± ۱/٦	۲٤۱٤ ^{bc} ± ۵۱/۱
تنش خشکی	Licord	۳۳/٤ ^{ghi} ± ۰/۸	۱٤۲۵ ^{fg} ± ۹/۹
	Okapi	۲۱/۷ ^{ij} ± ۱/۵	۱۲۸۵ ^{g} ± ۵۷/٤
	SLM046	٤۰/٤ $^{e-i}$ ± ۰/۹	۱٦٤۲ ^{efg} ± ۹٦/۷
	RGS003	٤۲/٦ $^{d-h}$ ± ۲/۲	۱٤۸٤ ^{efg} ± ۸۱/۳
	Hyola420	۳٤/۲ ^{ghi} ± ۱/۵	۱٦۹۱ ^{def} ± ٦۱/٤
	Option500	۳۷/۲ $^{f-i}$ ± ۲/۵	۱٦۰۰ ^{efg} ± ۲۷/۳
	Zarfam	۲٦/۸ ^{hij} ± ۳/۱	۱۸۹٦ ^{de} ± ۲۷/۰
	Orient	۳٤/٦ ^{ghi} ± ٤/۰	۱٤۰۹ ^{fg} ± ۳۹/٦
	Opera	۲٦/۹ ^{hij} ± ۰/۵	۲۰۵۸ ^{cd} ± ۷۰/۲
	Talaye	۱٤/۱ ^{j} ± ۰/٤	۱٦۳۳ ^{efg} ± ۷۵/۵
	Sarigol	٤۹/۷ $^{c-g}$ ± ۱/۸	۱۷٤۲ ^{def} ± ۸٤/۳
	Hyola401	۳٤/۵ ^{ghi} ± ۱/۳	۱۷۱٤ ^{def} ± ۷۱/۵

در هر ستون، تفاوت میانگین‌های دارای حروف مشترک معنی‌دار نیست (P> ۰/۰۵).

نسبت باروری خورجین (نسبت تعداد خورجین‌های بارور به تعداد کل) در تیمار تنش خشکی کمتر بود (جدول ۲). در شرایط آبیاری معمول، انجام فتوسنتز کافی در گیاهان و فراهم بودن مواد غذایی به میزان کافی برای اختصاص به خورجین‌های جوان و در حال رشد موجب ایجاد تناسب بین منبع (اندام‌های رویشی) و مخزن (اندام‌های زایشی) شده و در بالا بودن نسبت باروری خورجین نیز مؤثر می‌باشند. در شرایط تنش خشکی، محدودیت تولید و عرضه مواد فتوسنتزی در اثر کمبود رطوبت و رقابت شدید بین اندام‌های زایشی موجب کاهش نسبت خورجین‌های بارور و افزایش درصد پوکی آنها می‌شود (۱۵). همچنین تفاوت ارقام کلزا از نظر نسبت باروری خورجین معنی‌دار بود (جدول ۲). نسبت

باروری در ارقام Hyola401 و Orient به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار بود. در رقم Hyola401 به دلیل تولید تعداد مناسب خورجین در ساقه اصلی و شاخه‌های فرعی و نیز کاهش رقابت بین خورجین‌ها، درنتیجه کافی بودن مواد فتوسنتزی جهت تخصیص مناسب به تعداد بیشتری از خورجین‌ها، نسبت باروری آن‌ها بالا بود. عملکرد گیاه کلزا تابع تراکم، تعداد خورجین در گیاه، تعداد دانه در خورجین و وزن دانه‌ها می‌باشد (٦).

تیمار تنش در این آزمایش عملکرد دانه را به میزان ۳۰ درصد کاهش داد (جدول ۲) که به‌نظر می‌رسد کاهش صفت مذکور، باتوجه به اثر کاهشی تنش خشکی بر اجزای عملکرد از جمله تعداد خورجین‌ها در ساقه اصلی و شاخه‌های فرعی که مهم‌ترین جزء عملکرد در کلزا به شمار می‌آیند و همچنین تأثیر منفی بر تعداد دانه در خورجین قابل توجیه می‌باشد (۳، ۱۲، ۱۳، ۱۵ و ١٦). در بین ارقام مورد آزمون، ارقام Opera و Licord به‌ترتیب با تولید عملکرد دانه به میزان ۲۲۰۲/۱ و ۱۵۹۱/٤ کیلوگرم در هکتار بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). بررسی مقایسات میانگین اثرات متقابل نشان داد که در شرایط آبیاری مطلوب، رقم Orient با ۲۸۱۷ کیلوگرم و در شرایط قطع آبیاری رقم Okapi با ۱۲۸۵ کیلوگرم در هکتار، به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین میزان عملکرد دانه بودند (جدول ۳). اگرچه رقم Orient در شرایط آبیاری عملکرد بالایی تولید نمود، ولی در شرایط تنش به شدت پتانسیل خود را از نظر تولید عملکرد مطلوب از دست داد که این امر می‌تواند نشان‌دهنده حساسیت این رقم نسبت به تنش خشکی باشد. ارقام Opera و Zarfam که دارای عملکردهای دانه بالایی در شرایط آبیاری معمول بودند در شرایط تنش نیز عملکردهای دانه بالایی را به خود اختصاص دادند که به نوعی نشان‌گر سازگاری بهتر این ارقام تحت شرایط تنش خشکی می‌باشد (جدول ۳).

تنش خشکی تأثیری بر درصد روغن دانه نداشت (جدول ۲). در کلزا تجمع روغن در دانه‌ها به صورت منحنی سیگموئیدی است، به این ترتیب که ابتدا شدید است و سپس کند و ثابت می‌شود و حدود ۱۸ روز پس از گرده‌افشانی، اولین قطرات روغن قابل تشخیص می‌باشند (۱). بررسی‌های انجام شده روی صفت درصد روغن دانه در کلزا تحت شرایط محیطی مختلف نشان داده است که درصد روغن دانه از جمله صفاتی است که دارای وراثت‌پذیری بالایی بوده و معمولاً تحت تأثیر شرایط محیطی قرار نمی‌گیرد (٤ و ١٦). اعمال تنش در مراحل پایانی رشد زایشی در تحقیق حاضر نشان داد که فرآیند ساخت و تجمع روغن در دانه‌ها تا زمان اعمال تنش با استفاده از رطوبت موجود در فصل رشد به خوبی انجام شده و تحت تأثیر تنش خشکی قرار نگرفته است (جدول ۲). در میان ارقام مورد بررسی، تفاوت معنی‌داری از نظر درصد روغن وجود داشت و ارقام Option500 و Talaye به‌ترتیب بیشترین و کمترین میزان صفت مذکور را به خود اختصاص دادند (جدول ۲).

در مورد درصد پروتئین به عنوان یکی از مؤلفه‌های مهم کیفیت دانه، نتایج به‌دست آمده از پژوهش‌های انجام شده تناقضاتی را نشان می‌دهند. بدین‌ترتیب که در برخی مطالعات، عدم تأثیرپذیری میزان پروتئین در کلزا از تنش خشکی گزارش شده است (۱۱). درحالی‌که برخی منابع به افزایش جزئی در میزان درصد پروتئین در شرایط تنش خشکی صحه گذارده‌اند (۷). در این تحقیق، تحت هر دو شرایط آبیاری معمول و تنش خشکی، دانه‌های موجود در خورجین‌های در حال رشد توانستند ازت کافی برای ساخت پروتئین دریافت کنند (جدول ۲) و به همین دلیل درصد پروتئین دانه تحت تأثیر تنش خشکی قرار نگرفت (۱۰ و ۱۵). بین ارقام مورد آزمون از نظر درصد پروتئین دانه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت و ارقام Talaye و Option500 به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین درصد پروتئین بودند (جدول ۲).

همبستگی صفات تعداد خورجین در ساقه اصلی و تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی با نسبت باروری خورجین معنی‌دار بود (جدول ٤). همچنین مجموع صفات ذکر شده دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه بودند و تعداد خورجین در شاخه‌های فرعی با دارا بودن ضریب همبستگی به‌ترتیب به میزان ۰/٥٤ و ۰/٤۰ دارای بیشترین همبستگی با صفات باروری خورجین و عملکرد دانه بود. اما بین درصد روغن دانه و درصد پروتئین دانه همبستگی منفی و

بسیار معنی‌داری مشاهده شد که نتایج حاصل از این پژوهش با گزارشات ارائه شده از بررسی‌های مشابه مطابقت دارد (١٢). بنابراین در این آزمایش، ارقامی که دارای بیشترین درصد روغن بودند، کمترین میزان پروتئین دانه را به خود اختصاص دادند، به‌صورتی‌که رقم Talaye که دارای بالاترین میزان پروتئین بود، از نظر میزان روغن در رتبه آخر در بین ارقام جای گرفت. این نکته در مورد سایر ارقام نیز به درستی ملاحظه شد (جدول ٢).

باتوجه به نتایج به‌دست آمده از این پژوهش می‌توان بیان کرد که مراحل تولید و نمو خورجین‌ها و پر شدن دانه در کلزا، از نظر نیاز گیاه به آب، بحرانی بوده و عدم تأمین آب کافی در این مراحل به دلیل اثر نامناسب بر جذب مواد فتوسنتزی و کاهش تعداد و باروری اندام‌های زایشی (تعداد خورجین‌های بارور و سایر اجزای عملکرد) موجب کاهش عملکرد دانه می‌گردد. آبیاری تکمیلی در طی این مراحل، با طولانی کردن دوره گل‌دهی، تعداد خورجین و نسبت باروری را افزایش داده و نقش مهمی در حفظ پتانسیل ژنتیکی تولید کمی و کیفی عملکرد مطلوب در ارقام کلزا دارد. باتوجه به عملکرد بالای رقم Orient در شرایط آبیاری معمول، می‌توان آن را به عنوان رقم مناسبی جهت کشت در مناطق مرطوب معرفی کرد. همچنین می‌توان از ارقام Opera و Zarfam نیز باتوجه به عملکرد قابل ملاحظه آن‌ها در شرایط تنش، به عنوان ارقامی مناسب برای تولید در مناطقی که در آنها احتمال وقوع خشکی و کاهش نزولات وجود دارد، استفاده کرد. باتوجه به تأثیرپذیری ارقام از شرایط محیطی، پیشنهاد می‌شود این گونه آزمایش‌ها در سال‌ها و مکان‌های مختلف جهت شناسایی صفات مطلوب در راه گزینش ارقام برتر تکرار شوند.

جدول ٤ - ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه در ارقام کلزا

	S/MS	S/LB	SFR	GY	OC
S/LB	٠/١٧				
SFR	٠/٣٣ **	٠/٥٤ **			
GY	٠/٢١ *	٠/٤٠ **	٠/٥٣ **		
OC	٠/٠٠٣	٠/١٧	٠/١٠	٠/٢٦ **	
PC	-٠/٠٠٣	-٠/١٧	-٠/١٠	-٠/٢٦ **	-٠/٩٩ **

S/MS = خورجین در ساقه اصلی، S/LB = خورجین در شاخه‌های فرعی، SFR = نسبت باروری خورجین، GY = عملکرد دانه، OC = میزان روغن، PC = میزان پروتئین

*** و ** - به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ٥ و ١ درصد**

منابع مورد استفاده

١. آلیاری ه. و شکاری ف (١٣٧٩) دانه‌های روغنی: زراعت و فیزیولوژی. انتشارات عمیدی تبریز. ١٨٢ صفحه.

٢. پاسبان اسلام ب.، شکیبا م. ر. نیشابوری م. ر. مقدم م. و احمدی م. ر (١٣٨٠) اثرات کمبود آب بر روی میزان رشد و ظرفیت فتوسنتزی خورجین در کلزا (*B. rapa L., Brassica napus L*). دانش کشاورزی. ١١(١): ١٥٧-١٤٧.

٣. دانشمند ع.، شیرانی‌راد ا. ح. نورمحمدی ق. زارعی ق. و دانشیان ج (١٣٨٧) تأثیر تنش کمبود آب و مقادیر مختلف نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و صفات فیزیولوژیک دو رقم کلزا. علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ١٥(٢): ١١٢-٩٩.

٤. عطایی م.، شیرانی‌راد ا. ح. فتوحی آ. ر. و سلیمانی ح (١٣٨٥) ارزیابی تحمل به خشکی پاییزه ارقام کلزا. نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران، تهران، ایران. صفحه ٥٤٠.

5. Andersen MN, Heidmann T and Plauborg F (1996) The effects of drought and nitrogen on light interception, growth and yield of winter oilseed rape. Acta Agric. Scandinavia. Sec. B- Plant Soil Sci. 46: 55-67.

6. Angadi SV, Cutforth HW, McConkey BG and Gan Y (2003) Yield adjustment by canola grown at different plant populations under semiarid conditions. Crop Sci. 43: 1358-1366.

7. Bouchereru A, Clossais-Besnard N, Bansaoud A, Leport L and Renard M (1996) Water stress effects on rapeseed quality. Eur. J. Agron. 5(1-2): 19-30.

8. Diepenbrock W (2000) Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): A Review. Field Crop Res. 67: 35-49.

9. Entz MH and Flower DB (1990) Differental agronomic response of winter wheat cultivars to pre-anthesis environmental stress. Crop Sci. 30: 1119-1123.

10. Fanaee H and Keykha GHA (2003) Evaluation of drought stress at different growth stages on yield and yield components in Rapeseed cultivars in Sistan area. Agr. Res. Edu. Press. Pp. 41-42.

11. Gan Y, Angadi SV, Cutforth H, Potts D, Angadi VV and McDonald CL (2004) Canola and mustard responses to short period of temperature and water stress at different developmental stages. Can. J. Plant Sci. 38(4): 697-704.

12. Gan Y, Campbell CA, Liu L, Basnyat P and McDonald CL (2009) Water use and distribution profile under pulse and oilseed crops in semiarid northern high latitude areas. Agr. Water Manage. 96: 337-348.

13. Gilliland GG and Hang AN (1997) Oilseed rape keeps irrigated land productive during drought. www.Pubs.WSU.Edu. Washington State University. Pp. 1-4.

14. Jensen C, Mogensen R, Mortensen VO, Fieldsend G, Milford JK, Andersen GFJ and Thage JH (1996) Seed glucosinolate, oil and protein contents of field-grown rape (*Brassica napus* L.) affected by soil drying evaporation demand. Field Crop Res. 47: 93-105.

15. Kajdi F (1994) Effect of irrigation on the protein and oil content of seed varieties. Acta Agr. 36(12): 44-50.

16. MA Q, Niknam SR and Turner DW (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.

17. Nasri M, Khalatbari M, Zahedi H, Paknejad F and Tohidi Moghadam HR (2008) Evaluation of micro and macro elements in drought stress conditions in cultivars of rapeseed (*Brassica napus* L.). Am. J. Agr. Biol. Sci. 3(3): 579-583.

18. Nielsen DC (1997) Water use and yield of canola under dry land conditions in the central Great Plains. J. Prod. Agr. 10: 303-313.

19. Robertson MJ and Holland JF (2004) Production risk of canola in semi-arid subtropics of Australia. Aust. J. Agr. Res. 55(5): 525-538.

20. Sinaki JM, Majidi Heravan E, Shirani Rad AH, Noormohamadi G and Zarei G (2007) The effects of water deficit during growth stages of canola (*B. napus* L.). Am-Euras. J. Agri. Environ. Sci. 2(4): 417-422.

21. Turhan H and Baser I (2004) In vitro and in vivo water stress in sunflower (*Helianthus annus* L.). Helia. 27: 227-236.

22. Zakirullah Z, Swati ZA, Ahamd A and Raziuddin Z (2000) Morpho-physiological response of selected *brassica* line to moisture stress. Pakistan J. Biol. Sci. 3(1): 130-132.

Journal of Crops Improvement, Vol 12, No 2, Autumn 2010

Evaluation of drought stress effect at terminal growth stage on quantitative and qualitative yield of rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars

M. Naeemi [1], Gh. Ali Akbari [2], A. H. Shirani Rad [3], S. A. M. Modares Sanavi [4] and S. A. Sadat Noori [5]
E-mail: Naeemi_701@yahoo.com

Abstract

To evaluate the drought stress effect at terminal growth stage on yield of 12 rapeseed cultivars, an experiment was conducted with split-plot arrangement based on randomized complete block design with four replications at experimental field of Seed and Plant Improvement Institute, Karaj-Iran during 2005-06. Irrigation at two levels (irrigation after 80 mm evaporation from class A pan, as control and withholding irrigation from silique formation until crop maturing time, as stress conditins allowcated to main plots and twelve rapeseed cultivars were used in sub plots. The number of silique in main stem, number of silique in lateral branches, silique fertility ratio and grain yield were low in drought stress conditions ($p< 0.05$). There were significant variations in all studied traits between evaluated cultivars. Grain yield in drought stress treatment was decreased (30%), when silique abortion was occurred due to water stress. In full irrigation treatment (control), the grain yield of Orient cultivar (2817 $kg.ha^{-1}$) and at drought conditions, the grain yield of Opera cultivar (2058 $kg.ha^{-1}$) were the highest amounts. The lowest oil percentage (39.8) and the highest protein percentage (23.3) were for Talaye cultivar, while the highest oil percentage (42.6) was for Option500 cultivar.

Keywords: Drought stress, Grain yield, Rapeseed, Terminal growth stages

1- Ph.D. Student, Agronomy and Plant Breeding Department, College of Aboureihan, University of Tehran, Tehran – Iran **(Corresponding Author)**
2- Assistant Professor, Agronomy and Plant Breeding Department, College of Aboureyhan, University of Tehran, Tehran – Iran
3- Research Associate Professor, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj – Iran
4- Associate Professor, Agronomy and Plant Breeding Department, College of Agriculture, Tarbiat Modares Uni., Tehran – Iran
5- Associate Professor, Agronomy and Plant Breeding Department, College of Aboureyhan, University of Tehran, Tehran – Iran