



ارزیابی اثرات تنش آبی در کلزا

مسعود دادیور

و

محمدعلی خودشناس

اعضاء هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی

چکیده

کلزا به دلیل داشتن درصد بالای روغن و کیفیت مناسب در سال‌های اخیر مورد توجه واقع شده است. یکی از جنبه‌های مهمی که باید در توسعه کشت یک محصول توجه داشت تعیین نیاز آبی گیاه در مناطق مختلف می‌باشد. چون ایران جزء کشورهای خشک محسوب می‌شود و استفاده بهینه از آب اهمیت زیادی داشته، در این راستا طرحی دوساله با هدف تعیین اثرات تنش روی عملکرد کلزا و اجزاء آن در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی ایستگاه اراک انجام شد ۴۰ تیمار آزمایش عبارت بودند از $I_1 = 50$, $I_2 = 75$, $I_3 = 100$ و $I_4 = 125$ میلی‌متر تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر کلاس A در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای اندازه‌گیری شده عملکرد دانه، وزن هزار دانه، عملکرد روغن، وزن ماده خشک، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و کارایی مصرف آب بوده است. نتایج آماری نشان می‌دهد که اثر تیمارهای آبیاری بر روی عملکرد و اجزاء آن معنی‌دار است اما اثر متقابل آبیاری و سال تنها روی تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بوده است. تفاوت در عملکرد دانه ناشی از اثر تیمارهای آبیاری به علت تغییر در تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف می‌باشد، و وزن هزار دانه تأثیری نداشته است. تیمار I_1 در رابطه با فاکتورهای عملکرد دانه، ارتفاع بوته و تعداد دانه در غلاف دارای مقدار حداکثر بوده و با سایر تیمارها تفاوت معنی‌دار دارد اما در رابطه با فاکتورهای عملکرد روغن، تعداد غلاف در بوته و کارایی مصرف آب تیمار I_1 و I_2 تفاوت معنی‌داری ندارند. حداقل میزان عملکرد و اجزاء آن ناشی از تیمار I_4 بوده است. با توجه به اینکه در مطالعه دانه‌های روغنی عملکرد روغن و کارایی مصرف آب از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشند لذا تیمار I_2 یعنی آبیاری پس از ۷۵ میلی‌متر تبخیر به عنوان دور آبیاری مناسب توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: کلزا، تنش آبی، تبخیر، کارایی مصرف آب

مقدمه

کلزا از نظر تولید روغن در جهان پس از سویا قرار دارد. قرارگیری مناسب در تناوب زراعی، کیفیت مطلوب و مقدار روغن بالا (۴۵-۴۰ درصد) و بالا بودن مقدار پروتئین (۳۹ درصد پروتئین در کنگاله) از جمله صفاتی است که این محصول را در مدت کوتاهی از زمان رواج تبدیل به محصول مهمی در برنامه زراعی کرده است. اگر چه درصد روغن و پروتئین به خصوصیات ژنتیکی ارقام باز می‌گردد، اما تاثیر مهم عوامل محیطی منجمله میزان آب را نمی‌توان نادیده گرفت بنابراین با در نظر گرفتن راندمان مصرف آب توجه به کیفیت و تولید محصول بسیار حائز اهمیت می‌باشد. گسترش کشت این محصول در مناطق مختلف کشور برنامه‌ریزی دقیق آبیاری را طلب می‌نماید، زیرا از یکسو مصرف بالای عناصر غذایی شامل کودهای نیتروژن و فسفر بالا در زراعت کلزا سبب گرایش زیاد کشاورزان به مصرف بی‌رویه آب می‌شود از سو دیگر توجه به مساله کشاورزی پایدار ایجاب می‌نماید از ذخایر طبیعی به ویژه آبهای زیرزمینی که قسمت عمده آب کشاورزی را تامین می‌نماید به نحوه بهتری استفاده شود. کلزا در مراحل جوانه زدن و همچنین پیدایش غنچه تا گلدهی و تشکیل غلاف به خشکی حساس است (۱، ۶، ۱۰).

لطیفی (۴) در یک آزمایش گلدانی اثر کمبود آب را قبل از گلدهی و بعد از گلدهی بر رشد و عملکرد کلزا بررسی و گزارش کرده است که آبیاری از مرحله ساقه رفتن گیاه تا گلدهی از نقطه نظر تولید سطح برگ حائز اهمیت است و غلاف‌های نارس در اثر خشکی خاک بعد از گلدهی می‌ریزند. عدم جایگزینی آب مصرفی گیاه به میزان صددرصد بعد از گلدهی سبب ۳۳ درصد افت بازدهی شد. حداکثر شاخص برداشت برابر ۴۶ درصد با جایگزینی ۱۰۰ درصد آب مصرفی بعد از گلدهی به دست آمد. تنش اولیه آب معمولاً روی رشد غلاف‌ها و تنش در زمان دیرتر بر تعداد بذر در غلاف اثر دارد (۸) آبیاری کلزا پیری برگ‌ها را به تاخیر می‌اندازد و بنابراین در مرحله آخر رشد و پر شدن دانه باعث افزایش دوام سطح برگ می‌گردد که افزایش وزن دانه را به همراه خواهد داشت (۹).

دهشیری و همکاران (۳) در یک آزمایش مزرعایی با بافت لومی و میزان مواد آلی پائین در منطقه ورامین با متوسط بارندگی ۱۶۸ میلیمتر نشان دادند که تیمارهای آبیاری براساس ۵۰، ۸۰ و ۱۱۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تاثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه، تعداد دانه در غلاف و عملکرد روغن نداشت اما تیمار آبیاری ۸۰ میلیمتر بیشترین عملکرد دانه و روغن را سبب گردید.

محسن آبادی و همکاران (۵) در خاکی با بافت لومی رسی و متوسط بارندگی ۲۷۵ میلیمتر در مزرعه آموزشی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران نشان دادند که آبیاری باعث افزایش درصد روغن و وزن هزار دانه و کاهش درصد پروتئین شد آنان بین درصد روغن و پروتئین یک همبستگی منفی مشاهده نمودند.

تحقیقات انجام شده در کانادا (۶) نشان داد که کلزا برای تولید حداکثر محصول تحت شرایط آبی و در طی فصل رشد فعال به ۴۰۰ تا ۴۵۰ میلیمتر آب نیاز دارد و حداکثر مصرف روزانه آب گیاه به ۸ میلیمتر می‌رسد. در تحقیقات انجام شده در دانشگاه ساسکاچوان میزان آب مورد نیاز کلزا ۶۰۰ تا ۷۰۰ میلیمتر اندازه‌گیری گردید.

آب مورد نیاز آبیاری کلزا به شرایط آب و هوایی، خاک، وارپته و مدیریت زراعی محصول بستگی دارد. نتایج تحقیقات اثر متقابل آب و کود نشان می‌دهد که راندمان مصرف آب در کلزا به شدت به مصرف کودهای مورد نیاز بستگی داشته و در اعمال تیمارهای بهینه حتماً بایستی عناصر غذایی در حد کفایت باشند (۲).

گوناسوکرا و همکاران (۷) در تحقیقی در غرب استرالیا با سه تیمار تنش آبی شدید، تنش متوسط و بدون تنش براساس میزان تخلیه از ظرفیت زراعی بر روی دو نوع خردل هندی و یک نوع کلزا نشان دادند که عملکرد بذر در شرایط تنش کاهش یافته اما بین ژنوتیپ‌ها در تنش شدید تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود.

رطوبت کافی خاک در مراحل رشد طولی و گلدهی باعث تقویت رشد ریشه، افزایش سطح برگ، افزایش طول عمر برگ، طولانی‌تر شدن دوره گلدهی و افزایش تعداد شاخه در گیاه، افزایش دانه در غلاف، وزن دانه و عملکرد دانه می‌شود. (۶، ۷) این تحقیق باهدف تعیین مناسب‌ترین دور آبیاری و اثرات تنش آبی بر عملکرد و اجزاء عملکرد کلزا به اجرا در آمد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در محل ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اراک با مختصات ۳۴ درجه و ۰۷ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۴۴ دقیقه طول شرقی در طی سال‌های ۸۱-۱۳۸۰ و ۸۲-۱۳۸۱ به اجرا در آمد. ارتفاع محل آزمایش از سطح دریا ۱۷۱۵ متر و متوسط بارندگی سالانه طی ۱۰ سال گذشته (۸۲-۱۳۷۳) ۲۸۰ میلیمتر می‌باشد.

جدول ۱- خصوصیات خاک محل آزمایش

سال	عمق (cm)	کربن آلی (%)	ارت کل (%)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)	بافت
۱۳۸۰-۸۱	۰-۳۰	۰/۵۱	۰/۰۵	۹/۱	۳۱۰	SCL
	۳۰-۶۰	۰/۳۰	۰/۰۳	۳/۹	۱۸۰	SCL
	۰-۳۰	۰/۴۹	۰/۰۵	۱۰/۲	۲۸۵	SCL
۱۳۸۱-۸۲	۳۰-۶۰	۰/۲۸	۰/۰۳	۴/۲	۱۹۰	SCL

براساس گزارش مطالعات خاکشناسی تفصیلی ایستگاه تحقیقات کشاورزی اراک نام علمی خاک براساس رده‌بندی آمریکایی Fine Loamy, mixed, Thermic calcixerollic xerochrepts می‌باشد.

اعمال تیمارهای آبیاری براساس میزان تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A شامل $I_1 = ۵۰$, $I_2 = ۷۵$, $I_3 = ۱۰۰$ و $I_4 = ۱۲۵$ میلیمتر تبخیر در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. عمق آب آبیاری در هر نوبت با استفاده از فرمول زیر به نحوی محاسبه گردید که رطوبت خاک در منطقه ریشه دوانی در حد ظرفیت زراعی (FC) باشد.

$$I_n = \frac{(FC - a_i) D \cdot b}{100}$$

برای اعمال دقیق حجم آب آبیاری مورد نیاز هر کرت، از کنتور استفاده شد.

میزان بارندگی و آبیاری همچنین تعداد آبیاری در طی دوره انجام آزمایش به تفکیک سال در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- ارتفاع آب آبیاری و بارندگی برحسب میلیمتر طی دو سال آزمایش

سال	I_1		I_2		I_3		I_4	
	آبیاری	بارندگی	آبیاری	بارندگی	آبیاری	بارندگی	آبیاری	بارندگی
۱۳۸۰-۸۱	۶	۱۲۴/۲	۴	۳۵۸/۷	۳	۱۱۵/۵	۲	۳۵۸/۸
۱۳۸۱-۸۲	۶	۱۴۹/۱	۴	۱۴۱	۳	۱۲۹/۶	۲	۳۰۹

عناصر غذایی مواد نیاز براساس آزمون خاک و توصیه موسسه تحقیقات خاک و آب اعمال گردید (۲). نیتروژن از منبع اوره به میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار در ۳ تقسیم (۱/۳) در موقع کاشت ۱/۳ خروج از روزت و ۱/۳ در مرحله گلدهی) فسفر از منبع سوپرفسفات تریپل به میزان ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار در موقع کشت، پتاسیم از منبع سولفات پتاسیم به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در موقع کشت مصرف گردید. محلول‌پاشی آهن و روی با غلظت ۳ در هزار قبل از گلدهی انجام شد. بذر کلزا مورد استفاده رقم اکاپی به میزان ۸ کیلوگرم در هکتار، روش کشت به صورت جوی و پشته‌ای که روی پشته‌ها در دو ردیف کشت شد. مساحت هر کرت ۲۰ متر مربع بود.

اندازه‌گیری‌ها شامل عملکرد دانه، وزن هزار دانه، عملکرد روغن، وزن ماده خشک، ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و کارائی مصرف آب می‌باشد که عملکرد از دو ردیف وسط پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای کرت جهت کاهش اثر حاشیه‌ای برآورد گردید. کارائی مصرف آب (kg/m^3) از تقسیم عملکرد دانه به حجم آب مصرفی برای هر تیمار آبیاری محاسبه شد. سایر خصوصیات زراعی بر روی ۵ بوته در هر کرت انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری طرح با نرم افزار Mstac و Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

۱- عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که اثر تیمار آبیاری در سال اول و دوم (جداول ۳ و ۵) در سطح یک درصد معنی‌دار بوده است. اما در تجزیه واریانس مرکب اثر سال در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده در حالیکه اثر متقابل آبیاری و سال و همچنین تکرار معنی‌دار نیست. در سال اول آزمایش (جدول ۴) حداکثر عملکرد دانه از تیمار I_1 به میزان $3161/7$ کیلوگرم در هکتار و حداقل عملکرد از تیمار I_4 به میزان $1725/0$ کیلوگرم در هکتار به دست آمده است. مقایسه میانگین نشان می‌دهد که از لحاظ آماری تیمار I_1 و I_2 در گروه A و تیمار I_3 و I_4 در گروه B واقع شده‌اند. در سال دوم آزمایش (جدول ۶) حداکثر عملکرد مربوط به تیمار I_1 (2833 کیلوگرم در هکتار) و حداقل مربوط به تیمار I_4 (1525 کیلوگرم در هکتار) به دست آمده از لحاظ گروه‌بندی، مشابه سال اول آزمایش می‌باشند.

جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد و اجزا آن در سال اول (۸۱-۱۳۸۰)

منبع تغییرات	درجه آزادی	MS					
		عملکرد دانه	وزن هزار دانه	عملکرد روغن	وزن ماده خشک	ارتفاع بوته	تعداد غلاف در بوته
تکرار	۲	۱۹۷۰۳۱ ^{NS}	۰/۰۰۷ ^{NS}	۱۱۷۵۵ ^{NS}	۱۹۴/۳ ^{NS}	۸۸/۷ ^{NS}	۳۱۶/۰ ^{NS}
تیمار آبیاری	۳	۱۴۴۹۵۶۳ ^{**}	۰/۰۸۶ ^{**}	۴۱۱۴۲۱ ^{**}	۳۳۴۲ ^{**}	۶۵۶/۳ ^{**}	۲۲۴۰/۳ [*]
خطا	۶	۷۷۴۱۱	۰/۰۰۵	۳۸۳۵۵	۲۸۶	۴۸/۹	۲۷۲/۴
ضریب تغییرات		۱۱/۴۴	۲/۲۹	۱۶/۷۰	۱۴/۱۹	۶/۵۰	۱۵/۶۹
کارائی مصرف آب							تعداد دانه در غلاف
							۳/۵۸ ^{NS}
							۰/۰۰۹ ^{NS}
							۵/۴۷
							۹/۷۱
							۱۱/۵۳

* و ** به ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد تفاوت معنی‌دار دارند. NS تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد و اجزا آن در تیمارهای آبیاری در سال اول (۸۱-۱۳۸۰)

تیمار آبیاری	عملکرد دانه kg/ha	وزن هزار دانه g	عملکرد روغن kg/ha	وزن ماده خشک g	ارتفاع بوته cm	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	کارائی مصرف آب kg/m ³
۱۱	۳۱۶۱/۷ ^{A*}	۳/۱۸ ^A	۱۴۸۵/۴ ^A	۱۵۱/۴ ^A	۱۲۴/۹ ^A	۱۳۲ ^A	۳۲ ^A	۰/۶۵ ^A
۱۲	۲۸۷۸/۳ ^A	۲/۹۶ ^B	۱۳۳۷/۵ ^A	۱۴۵/۰ ^A	۱۱۴/۸ ^A	۱۲۴ ^A	۲۵ ^B	۰/۶۰ ^A
۱۳	۱۹۶۵/۰ ^B	۲/۸۴ ^{BC}	۹۱۹/۶ ^B	۹۱/۲ ^B	۹۶/۱ ^B	۹۰ ^B	۲۴ ^B	۰/۴۱ ^B
۱۴	۱۷۲۵/۰ ^B	۲/۸۰ ^C	۷۹۱/۹ ^B	۸۹/۹ ^B	۹۴/۴ ^B	۷۴ ^B	۱۵ ^C	۰/۳۸ ^B

* اعدادی که با حروف مشترک نشان داده شده‌اند در سطح ۵ درصد تفاوت آماری معنی‌دار ندارند.

جدول ۵- تجزیه واریانس عملکرد و اجزا آن سال دوم (۸۲-۱۳۸۱)

منبع تغییرات	درجه آزادی	MS					
		عملکرد دانه	وزن هزار دانه	عملکرد روغن	وزن ماده خشک	ارتفاع بوته	تعداد غلاف در بوته
تکرار	۲	۳۴۲۱۸ ^{NS}	۰/۰۹۸ ^{NS}	۵۳۳۷ ^{NS}	۹۴۶/۶ ^{NS}	۳۶/۷ ^{NS}	۱۴۶۶/۱ ^{NS}
تیمار آبیاری	۳	۱۰۵۶۴۴۰ ^{**}	۰/۰۲۴ ^{NS}	۲۳۸۵۳۶ ^{**}	۳۴۲۴ ^{NS}	۵۳۰/۳ ^{**}	۱۶۶۱۵/۷ [*]
خطا	۶	۴۵۱۹۰	۰/۰۴۸	۸۹۴۹	۳۹۵۱	۴۰/۰	۲۰۵۸/۴
ضریب تغییرات		۹/۷۵	۶/۵۸	۹/۰۴	۴۳/۷	۶/۰۱	۳۴/۳۳
کارائی مصرف آب							تعداد دانه در غلاف
							۳/۰ ^{NS}
							۰/۰۰۲ ^{NS}
							۱۱/۰
							۱۳/۸۲
							۱۰/۴۸

* و ** به ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد تفاوت معنی‌دار دارند. NS تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول ۶- مقایسه میانگین عملکرد و اجزا آن در تیمارهای آبیاری در سال دوم (۸۲-۱۳۸۱)

تیمار آبیاری	عملکرد دانه kg/ha	وزن هزار دانه g	عملکرد روغن kg/ha	وزن ماده خشک g	ارتفاع بوته cm	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	کارایی مصرف آب kg/m ³
۱۱	۲۸۳۳ ^{A*}	۳/۲۲ ^A	۱۳۴۵/۰ ^A	۱۷۶/۵ ^A	۱۲۰/۹۰ ^A	۲۲۴ ^A	۳۲ ^A	۰/۶۲ ^A
۱۲	۲۵۰۰ ^A	۳/۳۲ ^A	۱۲۱۱/۰ ^A	۱۶۹/۲ ^A	۱۱۱/۷۰ ^A	۱۶۱ ^{AB}	۲۴ ^B	۰/۵۵ ^A
۱۳	۱۸۶۷ ^B	۳/۴۳ ^A	۸۹۹/۳ ^B	۱۱۵/۴ ^A	۹۵/۴۰ ^B	۷۹ ^{BC}	۲۵ ^B	۰/۴۲ ^B
۱۴	۱۵۲۵ ^B	۳/۲۹ ^A	۷۲۹/۰ ^B	۱۱۳/۷ ^A	۹۳/۱۷ ^B	۶۴ ^B	۱۴ ^C	۰/۳۷ ^B

* اعدادی که با حروف مشترک نشان داده شده‌اند در سطح ۵ درصد تفاوت آماری معنی‌دار ندارند.

نتایج مقایسه میانگین دو ساله (جدول ۸) نشان می‌دهد که بیشترین عملکرد مربوط به تیمار I₁ با ۲۹۹۸ کیلوگرم در هکتار و کمترین، مربوط به تیمار I₄ با ۱۶۲۵ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. تیمار I₁ تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها دارد. در این مطالعه کاهش میزان عملکرد را می‌توان متاثر از اجزاء عملکرد اندازه‌گیری شده شامل تعداد غلاف در بوته تعداد دانه در غلاف، ارتفاع بوته و وزن ماده خشک دانست. محسن آبادی و همکاران (۵) کاهش عملکرد در اثر میزان تنش را ناشی از کاهش تعداد غلاف و وزن هزار دانه می‌دانند. دهشیری و همکاران (۳) این موضوع را ناشی از پائین بودن تعداد غلاف در ساقه اصلی و تعداد دانه در غلاف دانسته‌اند. محققان کانادایی (۶) نیز معتقدند که تنش رطوبتی در ضمن گلدهی تا رسیدن محصول باعث کاهش شاخه‌های جانبی، تعداد غلاف در گیاه و تعداد بذر در غلاف شده که به نوبه خود عملکرد را کاهش می‌دهد.

جدول ۷- تجزیه واریانس عملکرد و اجزا آن طی دو سال اجرای آزمایش (۸۲-۱۳۸۱ و ۸۱-۱۳۸۰)

منبع تغییرات	درجه آزادی	MS					
		عملکرد دانه	وزن هزار دانه	عملکرد روغن	وزن ماده خشک	ارتفاع بوته	تعداد غلاف در بوته
تکرار	۲	۱۸۳۳۵۹ ^{NS}	۰/۰۶۹ ^{NS}	۱۶۲۶۸ ^{NS}	۵۳۱/۸ ^{NS}	۱۱۹/۴ ^{NS}	۱۴۷۶/۸ ^{NS}
تیمار آبیاری	۳	۲۴۸۱۹۵۳ ^{**}	۰/۰۲۵ ^{**}	۶۲۹۷۴۱ ^{**}	۶۷۶۷/۳ [*]	۱۱۸۳ ^{**}	۱۵۲۸۷ ^{**}
سال	۱	۳۷۸۷۵۹ [*]	۰/۸۴۴ ^{**}	۹۶۱۴۰ [*]	۳۵۶۴/۴ ^{NS}	۳۰/۴ ^{NS}	۴۳۷۴ ^{NS}
اثر متقابل آبیاری و سال	۳	۲۴۰۵۱ ^{NS}	۰/۰۸۵ ^{NS}	۲۰۲۱۶ ^{NS}	۰/۴۷۱ ^{NS}	۳/۵ ^{NS}	۳۵۶۹ [*]
خطا	۱۴	۵۹۳۸۵	۰/۰۲۸	۲۰۳۹۱	۱۹۰۳/۵	۳۸/۹	۱۰۴۲/۵
ضریب تغییرات		۱۰/۵۶	۵/۳۰	۱۲/۸۷	۳۳/۱۷	۵/۸۷	۲۷/۲۱

* و ** به ترتیب در سطح ۵ و ۱ درصد تفاوت معنی‌دار دارند. NS تفاوت معنی‌دار ندارند.

جدول ۸- مقایسه میانگین عملکرد و اجزا آن در تیمارهای آبیاری طی دو سال آزمایش (۸۲-۱۳۸۱ و ۸۱-۱۳۸۰)

تیمار آبیاری	عملکرد دانه kg/ha	وزن هزار دانه g	عملکرد روغن kg/ha	وزن ماده خشک g	ارتفاع بوته cm	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	کارایی مصرف آب kg/m ³
11	۲۹۹۸ ^{A*}	۳/۲۰ ^A	۱۴۱۵/۰ ^A	۱۶۳/۹ ^A	۱۲۲/۹۰ ^A	۱۷۸ ^A	۳۲ ^A	۰/۶۴ ^A
12	۲۶۸۹ ^B	۳/۱۵ ^A	۱۳۵۳/۰ ^A	۱۵۷/۱ ^{AB}	۱۱۳/۲۰ ^B	۱۴۳ ^A	۲۵ ^B	۰/۵۸ ^A
13	۱۹۱۶ ^C	۳/۱۴ ^A	۹۰۹/۲ ^B	۱۰۳/۳ ^B	۹۵/۷۳ ^C	۸۵ ^B	۲۵ ^B	۰/۴۲ ^B
14	۱۶۲۵ ^C	۳/۰۴ ^A	۷۶۰/۲ ^B	۱۰۱/۸ ^B	۹۳/۸۰ ^C	۷۰ ^B	۱۵ ^C	۰/۳۸ ^B

* اعدادی که با حروف مشترک نشان داده شده‌اند در سطح ۵ درصد تفاوت آماری معنی‌دار ندارند.

۲- وزن هزار دانه

نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد (جدول ۷) که اثر تیمار آبیاری در سطح یک درصد در سال اول معنی‌دار بوده اما در سال دوم معنی‌دار نیست. در حالیکه در تجزیه واریانس مرکب اثر آبیاری و اثر سال در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد. اما اثر متقابل آبیاری و سال و اثر تکرار معنی‌دار نیست.

در سال اول آزمایش (جدول ۴) تیمار I₁ با ۳/۱۸ گرم و I₄ با ۲/۸ گرم بیشترین و کمترین وزن هزار دانه را تولید نموده‌اند و تیمار I₁ تفاوت معنی‌داری با سایر تیمارها داشت، اما در سال دوم بیشترین مقدار از تیمار I₃ با ۳/۴۳ گرم و کمترین از تیمار I₁ با ۳/۲۲ گرم منتج شده است ولی بین این تیمارها از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. در نتایج مقایسه میانگین دو ساله (جدول ۸) تفاوت آماری بین تیمارها مشاهده نمی‌شود اما حداکثر و حداقل به ترتیب مربوط به تیمار I₁ و I₄ می‌باشد. کاهش وزن هزار دانه توسط محققین دیگری نیز گزارش شده است (۵، ۶) اما دهسیری و همکاران (۳) تفاوت معنی‌داری در اثر اعمال تنش در وزن هزار دانه مشاهده نکردند که مشابه نتایج به دست آمده در مطالعه اخیر می‌باشد.

۳- عملکرد روغن

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان می‌دهد که اثر تیمار آبیاری در سطح یک درصد و اثر سال در سطح پنج درصد معنی‌دار بوده ولی اثر متقابل آبیاری و سال و اثر تکرار معنی‌دار نمی‌باشد. (جدول ۷) مطابق با جداول ۳ و ۵ اثر تیمار آبیاری در هر دو سال در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین هر سال و دوساله (جداول ۴ و ۶ و ۸) نشان می‌دهد که تیمار I₁ بیشترین و تیمار I₄ کمترین مقادیر را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین تیمارهای I₁ و I₂ در گروه A و تیمارهای I₃ و I₄ در گروه B قرار می‌گیرند. محسن آبادی و همکاران (۵) عنوان نمودند که درصد روغن با افزایش میزان آب بیشتر می‌شود. در تحقیقی در کانادا کاهش درصد و عملکرد روغن، بر اثر خشکی و دمای بالا عنوان گردیده که با نتیجه تحقق حاضر مطابقت دارد.

۴- وزن ماده خشک

نتایج تجزیه واریانس مرکب (جدول ۷) نشان می‌دهد که اثر تیمار آبیاری در سطح ۵ درصد معنی‌دار است. به طور مجزا اثر تیمار آبیاری در سال اول (جدول ۳) در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد.

نتایج مقایسه میانگین در سال اول نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین تیمارها وجود دارد. تیمار I₁ با ۱۵۱/۴ گرم بیشترین و تیمار I₄ با ۸۹/۹ گرم کمترین مقدار را به خود اختصاص داده‌اند. ضمناً تیمار I₁ و I₂ در گروه A و تیمار I₃ و I₄ در گروه B قرار می‌گیرند. مقایسه میانگین سال دوم (جدول ۶) حاکی است با اینکه تیمارها تفاوت معنی‌دار آمار ندارند اما تیمار I₁ بیشترین و I₄ کمترین مقدار را دارا می‌باشد.

نتایج دو ساله حاکی از تفاوت معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد. I₁ بیشترین و I₄ کمترین مقدار را به خود اختصاص داده‌اند. با توجه به اینکه وزن ماده خشک به اجزایی نظیر تعداد شاخه فرعی، ارتفاع بوته، تعداد غلاف، دانه در غلاف، سطح برگ و دوام آن بستگی دارد که بر اثر تنش رطوبتی کاهش می‌یابد، بنابراین روند کاهش وزن ماده خشک بر اثر اعمال تنش رطوبتی غیر منتظره نخواهد بود. (۶)

۵- ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس مرکب و سالانه (جداول ۳، ۵ و ۷) نشان دهنده اینست که اثر تیمار آبیاری در سطح یک درصد معنی‌دار بوده، اما سایر موارد معنی‌دار نیست.

نتایج مقایسه میانگین در سال اول و دوم نشان می‌دهد تیمارهای I₁ با I₂ در گروه A و تیمارهای I₃ و I₄ در گروه B قرار می‌گیرند. حداکثر ارتفاع بوته مربوط به تیمار I₁ و حداقل مربوط به تیمار I₄ می‌باشد، اما نتایج مقایسه میانگین دو ساله نشان می‌دهد که

تیمار I₁ با ۱۲۲/۹ سانتیمتر حداکثر بوده و با سایر تیمارها تفاوت معنی دار دارد. محققان کانادایی (۶) مرحله رشد طولی ساقه را از حساس ترین مراحل به تنش رطوبتی ذکر کرده‌اند بنابراین کاهش ارتفاع گیاه در تحقیق انجام شده این مسئله را به اثبات می‌رساند.

۶- تعداد غلاف در بوته

نتایج آنالیز واریانس نشان می‌دهد که اثر تیمار آبیاری به طور مجزا و مرکب معنی دار بوده است. نتایج مقایسه میانگین در سال اول (جدول ۴) نشان می‌دهد که حداکثر مربوط به تیمار I₁ با ۱۳۲ غلاف و حداقل مربوط به تیمار I₄ با ۷۴ غلاف می‌باشد ضمناً تیمارهای I₁ و I₂ در گروه A و تیمارهای I₃ و I₄ در گروه B قرار می‌گیرند. در سال دوم تیمار I₁ با ۲۲۴ غلاف و تیمار I₄ با ۶۴ غلاف به ترتیب بیشترین و کمترین را به خود اختصاص داده‌اند، و بین تیمارها تفاوت معنی داری ملاحظه می‌گردد. مقایسه میانگین دو ساله نشان دهنده دو گروه‌بندی از نظر آماريست به طوری که I₁ و I₂ در گروه A و I₃ و I₄ در گروه B قرار می‌گیرند. کاهش تعداد غلاف بر اثر اعمال تنش خشکی در تمام تحقیقات انجام شده، عنوان شده است به طوری که محققان کانادایی ۲۸ درصد افت عملکرد را به دلیل کاهش این عامل می‌دانند. نتایج این تحقیق نیز موید نظریات فوق‌الذکر می‌باشد.

۷- تعداد دانه در غلاف

نتایج آنالیز واریانس سالانه و مرکب (جداول ۳، ۵ و ۷) نشان می‌دهد که اثر آبیاری در سطح یک درصد روی این متغیر معنی دار است. مقایسه میانگین‌ها (جداول ۴، ۶ و ۸) نیز مبین تفاوت معنی دار تیمار I₁ با سایر تیمار می‌باشد به طوری که تیمار I₁ به تنهایی در گروه A تیمار I₂ و I₃ در گروه B و تیمار I₄ در گروه C قرار گرفته است. تاثیر منفی تنش آبی روی تعداد دانه در غلاف بوسیله محققان دیگر تائید می‌شود (۶، ۹) که بانتهای به دست آمده از تحقیق حاضر همخوانی دارد. اصولاً می‌توان کاهش تعداد دانه در غلاف را ناشی از اثر منفی تنش خشکی و دمای بالا روی گروه افشانی و بارور شدن گل‌ها دانست (۶، ۷).

۸- کارایی مصرف آب

تجزیه واریانس سالانه و مرکب (جداول ۳، ۵ و ۷) حاکی از تفاوت معنی دار در سطح یک درصد ناشی از اثر تیمار آبیاری می‌باشد. در مورد مقایسه میانگین‌ها نیز (جداول ۴، ۶ و ۸) مشاهده می‌شود که تیمارها به دو گروه تقسیم می‌شوند به طوری که تیمار I₁ و I₂ که با هم تفاوت معنی دار نداشته در گروه A قرار می‌گیرند و I₃ و I₄ نیز در گروه B واقع می‌شوند. روند تغییرات کارایی مصرف آب از تیمار I₁ تا I₄ نزولی می‌باشد. نتایج دو ساله نشان می‌دهد که حداکثر کارایی مربوط به تیمار I₁ با ۰/۶۴ کیلوگرم بر متر مکعب (جدول ۸) و حداقل مربوط به تیمار I₄ با ۰/۳۸ کیلوگرم بر متر مکعب آب می‌باشد.

نتیجه‌گیری

به طور خلاصه می‌توان گفت که در مورد فاکتورهای مهم عملکرد روغن، تعداد غلاف در بوته و کارایی مصرف آب تیمار I₂ (آبیاری پس از ۷۵ میلیمتر تبخیر از تشت) مناسب می‌باشد، بنابراین در مناطق مشابه محل انجام طرح، تیمار مزبور قابل توصیه می‌باشد.

منابع و مأخذ:

۱. آی، وایس. ۱۳۷۰. دانه‌های روغنی، ترجمه فرشته ناصری. چاپ اول انتشارات آستان قدس رضوی.
۲. خادمی، ز، ح، رضائی و م، ح ملکوتی و پ، مهاجر میلانی. ۱۳۷۹. تغذیه بهینه کلزا. نشر آموزش کشاورزی.

۳. دهشیری، ع. م. ر. احمدی و ز. طهماسبی سروسناتی ۱۳۸۰. عملکرد ارقام کلزا به تنش آب مجله علوم کشاورزی ایران جلد ۳۲ شماره ۳. صفحه ۶۴۹
۴. لطیفی. ن. ۱۳۷۲. اثر کمبود آب قبل و بعد از گلدهی بر مشخصات ظاهری، تولید ماده خشک و اندیس برداشت کلزا. اولین کنگره علوم زراعی ایران دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
۵. محسن آبادی، غ. ن. خداینده، ی. ع. عرشی، ع. پیغمبری. ۱۳۸۰. اثر سطوح مختلف کود نیتروژن و آبیاری بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو رقم کلزای پائیزه. مجله علوم کشاورزی ایران. جلد ۳۲، شماره ۴. صفحه ۷۶۵.
6. Canola Council of Canada 2002. Drought Stress. [on line] Available: [http : // WWW canola council. org](http://WWW.canola.council.org)
7. Gunacekera, C. P, L. D. Mortin, R. J. French, K.H. M. Sidgue, and G.H. Walton. 2001. Effect of water steress on water relations and yield of Indian mustard (*Brassica juncea* L.) and canola (*Brassica napus* L.) [on line] Available: [http://WWW canola council.org](http://WWW.canola.council.org)
8. Kimber, D. S, and D.L. McGregor. 1995. Brassica Oil seeds: production and utilization. CAB international.
9. Magor, D.J. 1977. Analysis of irrigation rape. *G. plant Sci.* 57:193-197.
10. Scarisbrick, D.H, and R. W. Daniels. 1986. Oil Seed rape fist published in great Britain by Collins. Professional and technical books.

Evaluation of Water Stress Effect on Canola (*Brassica napus*)

M. Dadivar

and

M.A. Khodshenas

Scientific Members of Agricultural and Natural Resources Research Center of Markazi Province

Keywords: Canola, Water stress, Evaporation, WUE.

Abstract

Canola (*Brassica napus*L) cultivation has increased because of high percent oil and quality at different climate of Iran recently. Determination of water requirement is necessary for crop cultivation in arid region. This research was carried as randomized block design with 3 replications with four treatments including of $I_1=50$, $I_2=75$, $I_3=100$ and $I_4=125$ evaporation rate (mm) from pan (Class A) at Arak station. Grain yield, 1000-grain weight, oil yield, dry matter weight, height plant, pod per plant, grain per pod and water use efficiency was measured. Effect of irrigation was significant on grain yield and yield components, but interaction effect of irrigation and year was significant on pod per plant only. Differences in grain yield was affected from pod per plant and grain per pod. Statistical analysis showed that I_1 and I_4 were maximum and minimum amounts respectively, at all of variable. I_1 treatment has significant effect on grain yield, height plant and grain per pod. I_1 and I_2 had not significant differences on oil yield, pod per plant and WUE. Conclusively I_2 treatment recommend for similar Arak climatic condition.