تنش‌های محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences
جلد چهاردهم، شماره اول، بهار ۱۴۰۰
۱۳-۲۶
http://dx.doi.org/10.22077/escs.2019.2220.1562

مقاله پژوهشی

بررسی اکوفیزیولوژیکی واکنش ارقام جدید زمستانه کلزا (*Brassica napus* L.) به تنش خشکی آخر فصل در شرایط کشت تأخیری

مجتبی روحی[1]، محمد بنایان‌اول[2]*، امیرحسین شیرانی‌راد[3]
۱. دانشجوی دکترای اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۲. دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳. استاد موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۲۹؛ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۴/۱۷

چکیده

به‌منظور بررسی اکوفیزیولوژیکی ارقام جدید زمستانه کلزا (شش لاین آماده معرفی امیدبخش و رقم بومی احمدی به‌عنوان شاهد) به تنش خشکی آخر فصل در شرایط کشت تأخیری در دو سطح شامل تاریخ کاشت معمول (۲۰ مهر) و تاریخ کاشت تأخیری (۵ آبان) و آبیاری نیز در دو سطح شامل آبیاری معمول (شاهد) و قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد، به‌صورت طرح فاکتوریل اسپلیت‌پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ و ۹۵-۱۳۹۴ در موسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج اجرا گردید. تاریخ کشت‌ها و آبیاری عامل اصلی و ارقام عامل فرعی خواهند بود. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS انجام گردید. ا در خصوص اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم نتایج نشان داد که در تاریخ کاشت ۲۰ مهر و رقم L72 بیشترین عملکرد روغن دانه به مقدار ۲۵۷۶/۶ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. کمترین مقدار نیز در تاریخ کاشت ۵ آبان و رقم HW3 حاصل شد. به‌طورکلی رقم L72 در هر دو تاریخ آزمایش عملکرد روغن دانه بیشتری داشت. نتایج نشان داد که اثر اصلی سال، اثر اصلی آبیاری، اثر اصلی رقم، اثر اصلی تاریخ کاشت و اثرات متقابل تاریخ کاشت در رقم بر عملکرد دانه معنی‌دار بود. در سال دوم عملکرد دانه بیشتری نسبت به سال اول حاصل شد. در آبیاری شاهد عملکرد دانه به مقدار ۴۴۴۴/۷۲ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که ۳۰ درصد بیشتر از تیمار قطع آبیاری بود. در خصوص اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم نتایج نشان داد که در تاریخ کاشت ۲۰ مهر و رقم L72 بیشترین عملکرد دانه به مقدار ۴۲۳۱/۲ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. کمترین مقدار نیز در تاریخ کاشت ۵ آبان و رقم HW3 حاصل شد. به‌طورکلی رقم L72 در هر دو تاریخ آزمایش عملکرد دانه بیشتری داشت.

واژه‌های کلیدی: **تنش خشکی، رقم، روغن، کلزا، عملکرد**

مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) از مهم‌ترین گیاهان روغنی است که ازنظر تولید روغن بعد از سویا و نخل روغنی مقام سوم دنیا را به خود اختصاص داده است (Oil World, 2012). دانه کلزا حاوی ۴۸ – ۴۰ درصد روغن و ۴۰–۳۴ درصد پروتئین است. روغن آن به دلیل ترکیب مناسب اسیدهای چرب غیراشباع اولئیک (امگا ۹)، لینولئیک (امگا ۶) و آلفا لینولئیک (امگا ۳) و داشتن پایین‌ترین میزان اسیدهای چرب اشباع (حدود ۷ درصد) با کیفیت‌ترین روغن خوراکی است (Starner et al., 2002). کنجاله آن نیز به‌عنوان یکی از مناسب‌ترین منابع تغذیه دام و طیور در صنعت دام‌پروری استفاده می‌شود (FAOSTAT, 2014). ایران با جمعیتی حدود یک درصد دنیا حدود یک درصد از روغن نباتی تولیدی جهان را با ضریب وابستگی بیش از ۹۰ درصد مصرف می‌کند (Fatemi Amin, 2013). کلزا به دلیل راندمان مصرف آب

* نگارنده پاسخگو: محمد بنائیان اول. پست الکترونیک: Banayan@um.ac.ir

بالا، تحمل به خشکی (AL- Barrak, 2006) و تحمل متوسط به شوری (Nielsen, 1997) جایگاه ویژه‌ای ازنظر تولید در مناطق خشک و نیمه‌خشک دارد (Bray et al., 2000). تنش خشکی به‌شدت بر کاهش عملکرد کلزا اثرگذار است.

تنش خشکی مهم‌ترین عامل محدودکننده تولید محصولات در سیستم‌های کشاورزی در مناطق خشک و نیمه‌خشک به شمار می‌رود (Debaeke and Aboudrare, 2004). اگرچه کمبود آب در بسیاری از مراحل نموی، عملکرد کلزا را کاهش می‌دهد، ولی اثرات منفی تنش در طی مراحل گلدهی و نمو خورجین‌ها بر تعداد خورجین بارزتر است (Sinaki et al., 2007). روبرتسون و هولند (Robertson and Holland, 2009) اثر تنش خشکی بر گیاه زراعی را تابعی از ژنوتیپ، شدت و مدت تنش، شرایط آب و هوایی و مراحل نمو گزارش کردند. احمدی و بحرانی (Ahmadi and Bahrani, 2009) بیان داشتند که عملکرد کلزا می‌تواند به‌وسیله دوره‌های نسبتاً کوتاهی از کمبود آب و رطوبت خاک در خلال مرحله زایشی محدود شود. انگادی و همکاران (Angadi et al., 2003) نیز گزارش نمودند کاهش عملکرد دانه در اثر تنش خشکی در مرحله رشد طولی ساقه و گلدهی، عمدتاً مربوط به کاهش تعداد غلاف‌ها در بوته و در مرحله پر شدن دانه، عمدتاً از طریق کاهش وزن دانه صورت گرفت. علاوه بر این تنش خشکی می‌تواند دوره زمانی پر شدن دانه که می‌تواند بر مقدار روغن دانه نیز مؤثر باشد را کاهش دهد (Flagella et al., 2012). بااین‌وجود یافته‌های ایگبدون و همکاران (Igbadun et al., 2006) نشان داد که واکنش گیاه زراعی بیش از آن‌که وابسته به کل آب مصرفی در طول فصل رشد باشد به مقدار آب مصرفی در مراحل مختلف نمو وابسته است.

تغییر در تاریخ کاشت می‌تواند زمان رشد و نمو کلزا را تغییر داده و اثرات منفی تنش رطوبتی و حرارتی در مراحل بحرانی گیاه جلوگیر کند در آزمایشی با تأخیر کشت ارقام بهاره کاهش عملکردی معادل ۴۳ تا ۶۳ درصد گزارش شده است (Chen et al., 2005). در آزمایش دیگری بیلس‌بارو و نارتن (Bilsborrow and Narton, 1991) نیز نشان دادند که تاریخ کاشت زودتر از موقع کلزای پائیزه سبب شد تا گیاه قبل از شروع زمستان، رشد اولیه خود را سپری کند و از حالت روزت خارج گردد. در این وضعیت گیاه دچار سرمازدگی و آسیب گردید؛ بنابراین در تاریخ کاشت مناسب، گیاه می‌تواند به‌خوبی رشد کرده و استقرار یابد و درنتیجه به وجود آوردن سطح برگ مطلوب برای استفاده از نور خورشید و همچنین سیستم ریشه قوی، به‌خوبی زمستان را سپری کند. شیرانی و احمدی (Shirani-Rad and Ahmadi, 1995) طی آزمایشی بر روی دو رقم کلزا بیان داشتند که تاریخ‌های کاشت ازلحاظ عملکرد دانه و روغن اختلاف معنی‌داری داشتند و تأخیر در کاشت سبب کاهش ارتفاع بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه و درصد روغن دانه شد.

ارقام مختلف کلزا به دلیل تفاوت‌های ژنتیکی عکس-العمل‌های متفاوتی به تنش خشکی نشان داده و عوامل مدیریتی ازجمله تغییر در تاریخ کاشت می‌تواند از طریق تأثیر بر مراحل نمو خسارت حاصل از خشکی را کاهش داده و علاوه بر کاهش میزان آب مصرفی عملکرد کمی و کیفی محصول را تحت تأثیر قرار دهد. نتایج کلی تحقیقات انجام‌شده نشان می‌دهد که ارقام مختلف کلزا به دلیل تفاوت-های ژنتیکی عکس‌العمل‌های متفاوتی به تنش خشکی نشان داده و عوامل مدیریتی ازجمله تغییر در تاریخ کاشت می‌تواند از طریق تأثیر بر مراحل نمو خسارت حاصل از خشکی را کاهش داده و علاوه بر کاهش میزان آب مصرفی عملکرد کمی و کیفی محصول را تحت تأثیر قرار دهد. هدف از انجام این پژوهش، ارزیابی ارقام کلزا در شرایط تنش خشکی، در مراحل انتهایی رشد زایشی و همچنین ارزیابی تأثیر کاهش دوره رشد، به‌منظور گزینش ارقام برتر جهت توصیه در کشت پاییزه کلزا بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزرعه ۴۰۰ هکتاری موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج طی سال زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۵ و ۱۳۹۵-۱۳۹۶ اجرا شد. عرض جغرافیایی محل انجام آزمایش، ۳۵ درجه و ۴۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی آن ۵۱ درجه و ۶ دقیقه شرقی بوده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۳۲۱ متر است. این منطقه بر اساس آمار آب و هوایی و منحنی آمبروترمیک جزء مناطق آب و هوایی مدیترانه‌ای گرم و خشک و با داشتن زمستان سرد و مرطوب و تابستان گرم و خشک جزء رژیم رطوبتی خشک محسوب می‌شود. متوسط بارندگی منطقه طی دوره ۳۰ ساله، ۲۴۴ میلی‌متر در سال است (اطلاعات هواشناسی ایستگاه سینوپتیک کرج).

جدول ۱. مشخصات خاک مزرعه آزمایشی در سال ۱۳۹۴

Table 1. Soil characteristics of experimental farm in 2015

		Deapth (cm)		عمق نمونه‌برداری	
		First year	سال اول	Second year	سال دوم
Trait	مشخصات	0-30	30-60	0-30	30-60
EC (ds.m^{-1})	هدایت الکتریکی	1.49	1.28	1.47	1.31
pH	اسیدیته	7.9	7.5	7.7	7.6
Total neutralizing value (%)	درصد مواد خنثی شونده	8.63	8.75	8.54	8.1
Saturated moisture (%)	درصد رطوبت گل اشباع	37	39	38	42
Carbon%	کربن آلی	0.97	0.98	0.98	0.94
Total N	نیتروژن کل	0.09	0.08	0.09	0.07
P (mg.kg^{-1})	فسفر قابل‌جذب	14.9	15.9	15.9	16.3
K (mg.kg^{-1})	پتاسیم قابل‌جذب	208	224	202	228
Clay%	درصد رس	29	26	30	28
Silt%	درصد سیلت	47	49	46	47
Sand%	درصد شن	24	25	24	25
Soil texture	بافت خاک	رسی لومی Clay-Loam	رسی لومی Clay-Loam	رسی لومی Clay-Loam	رسی لومی Clay-Loam

جدول ۲. مشخصات ارقام (۰۰۰)

Table 2. Varieties characteristics (000)

ردیف No.	Line or Variety	نام لاین یا رقم	Origin	مبدأ	Type	تیپ
1	Promising line BAL11	لاین امیدبخش BAL11	Iran	ایران	Open-pollinated-Winter type	آزادگرده‌افشان - زمستانه
2	Promising line BAL6	لاین امیدبخش BAL6	Iran	ایران	Open-pollinated-Winter type	آزادگرده‌افشان - زمستانه
3	Promising line BAL3	لاین امیدبخش BAL3	Iran	ایران	Open-pollinated-Winter type	آزادگرده‌افشان - زمستانه
4	Promising line BAL8	لاین امیدبخش BAL8	Iran	ایران	Open-pollinated-Winter type	آزادگرده‌افشان - زمستانه
5	Promising line HW3	لاین امیدبخش HW3	Iran	ایران	Open-pollinated-Winter type	آزادگرده‌افشان - زمستانه
6	Ahmadi CV.	رقم تجاری Ahmadi	Iran	ایران	Open-pollinated-Winter type	آزادگرده‌افشان - زمستانه
7	Promising line L72	لاین امیدبخش L72	Iran	ایران	Open-pollinated-Winter type	آزادگرده‌افشان - زمستانه

آزمایش به‌صورت فاکتوریل اسپلیت‌پلات در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار به‌منظور بررسی اثر اکوفیزیولوژیکی ارقام جدید زمستانه کلزا اجرا شد. عامل اصلی آبیاری در دو سطح شامل آبیاری معمول (شاهد) و قطع آبیاری از مرحله خورجین‌دهی و عامل فرعی ارقام کلزا شامل BAL11، BAL6، BAL8،BAL3، HW3، Ahmadi و L72 و کشت تأخیری در دو سطح شامل تاریخ کاشت معمول (۲۰ مهر) و تاریخ کاشت تأخیری (۵ آبان) بود.

هر کرت آزمایشی شامل ۶ خط ۶ متری بافاصله خطوط ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی خط ۴ سانتی‌متر بود که ۲ خط کناری به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شد و ۴ خط میانی آن برای تعیین کلیه مراحل فنولوژیکی گیاه و صفات مختلف

همانند ارتفاع بوته، تعداد شاخه در بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت مورداستفاده قرار گرفت. (به‌منظور آماده‌سازی زمین، قبل از اجرای آزمایش، زمین موردنظر آبیاری گردد و پس از گاورو شدن، به‌وسیله گاوآهن برگردان دار شخم زده شد. سپس جهت خرد شدن کلوخ‌ها و همچنین یکنواخت شدن وضعیت خاک مزرعه، زمین مذکور دیسک و ماله زده شد. نتایج تجزیه خاک در جدول ۱ آورده شده است. در ابتدای کشت به میزان ۵۰ کیلوگرم کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن) و ۱۵۰ کیلوگرم اوره در مرحله (شروع ساقه دهی و ۱۰۰ کیلوگرم اوره زمان ظهور اولین (غنچه‌های گل به کلیه کرت‌ها به‌صورت یکنواخت داده شد. محلول‌پاشی علف‌کش ترفلان به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار به‌طور یکنواخت در سطح مزرعه انجام شد و به‌وسیله دیسک سبک،کود و علف‌کش با خاک مخلوط گردید. پس از اجرای آزمایش مطابق نقشه کاشت و سبز شدن و استقرار گیاهچه، عملیات داشت شامل کنترل آفات به‌ویژه شته مومی با استفاده از سموم متاسیستوکس (۱/۵ لیتر در هکتار) صورت پذیرفت. زمین آزمایش در دو سال قبل به ترتیب آیش و تحت کشت گندم بوده و از یکنواختی مناسب برخوردار است. قبل از کاشت جهت تعیین خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک از عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری نمونه-برداری به عمل آمد.

مقادیر کود موردنیاز پس از آزمون خاک و بر اساس دستورالعمل موسسه تحقیقات آب‌وخاک اعمال شد. کودهای فسفر و پتاسیم قبل از تهیه بستر و کود اوره در سه نوبت (همراه با کشت، شروع رشد مجدد و شروع گلدهی) به خاک اضافه شد. به‌منظور کنترل علف‌های هرز سم‌پاشی با علف‌کش ترفلان به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار انجام و سپس به‌وسیله دیسک با خاک مخلوط شد. هر کرت فرعی شامل سه‌پشته به فاصله ۳۰ سانتی‌متر از یکدیگر و دو ردیف کاشت روی هر پشته به فاصله ۳۰ سانتی‌متر و به طول ۶ متر بود. به‌منظور جلوگیری از نفوذ آب به تیمارهای مجاور، بین هر تکرار ۶ متر، بین پلات‌های اصلی ۳ متر و بین پلات‌های فرعی ۱/۲ متر در نظر گرفته شد. به‌منظور اطمینان داشتن از تراکم مطلوب، در هنگام کاشت، بذر بیشتری استفاده و برای دستیابی به تراکم موردنظر (۶۵ و ۴۵ بوته در مترمربع به ترتیب برای ارقام و هیبریدها) در مرحله ۴ تا ۶ برگی نسبت به تنک مزرعه اقدام شد. کنترل علف‌های هرز باریک برگ با استفاده از علف‌کش سوپر گالانت به میزان ۰/۷ لیتر در هکتار پس از سبز شدن علف‌های هرز صورت گرفت. مبارزه مکانیکی با علف‌های هرز پهن‌برگ به‌صورت مکانیکی و در دو نوبت (هم‌زمان با تنک و قبل از شروع ساقه رفتن) انجام و برای مبارزه با شته مومی از شته‌کش مناسب در مقاطع موردنیاز استفاده شد.

صفات زراعی موردنظر ازجمله ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، عملکرد دانه و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. برای تعیین عملکرد بیولوژیکی، عملکرد دانه و شاخص برداشت مساحتی معادل ۲/۴ مترمربع (۲ متر طولی از چهار ردیف وسط هر کرت) با رعایت اثر حاشیه‌ای برداشت صورت گرفت. درصد روغن دانه با استفاده از دستگاه NMR اندازه‌گیری و عملکرد روغن نیز محاسبه شد.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با نرم‌افزار آماری SAS انجام گردید. مقایسه میانگین اثرات اصلی به روش LSD در سطح ۵ درصد انجام شد.

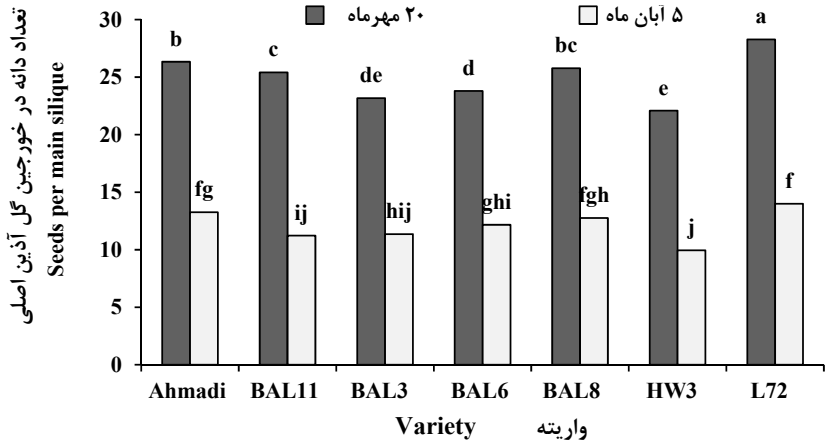
نتایج و بحث

تعداد دانه در خورجین گل‌آذین اصلی

نتایج نشان داد که اثر آبیاری، رقم و تاریخ کاشت بر تعداد دانه در خورجین گل‌آذین اصلی معنی‌دار بود (جدول ۳). در تیمار شاهد آبیاری تعداد دانه در خورجین گل‌آذین اصلی به مقدار ۲۱/۵۹ عدد حاصل شد که ۳۳ درصد بیشتر از تیمار قطع آبیاری در مرحله خورجین دهی بود (جدول ۴). در تاریخ کاشت ۲۰ مهر نیز این شاخص به مقدار ۲۳/۳ عدد حاصل شد که ۳۲ درصد بیشتر از تاریخ کاشت ۵ آبان بود (جدول ۴). در رقم L72 تعداد دانه در خورجین اصلی به مقدار ۱۹/۲۳ عدد حاصل شد (جدول ۵).

مندهام و همکاران (Mendham et al, 1984) دریافتند که افزایش تعداد دانه در خورجین گل‌آذین اصلی یک عامل کلیدی در افزایش عملکرد ارقام جدید کلزا است. به نظر می‌رسد که طی مرحله زایشی، کمبود آب موجب کاهش قدرت مخزن در جذب مواد فتوسنتزی شده و همین عامل در افت تعداد گل‌های بارور در گیاه مؤثر است. ما و همکاران (Ma et al, 2006) نیز اظهار داشتند که تعداد دانه در خورجین گیاه کلزا در اثر تنش خشکی کاهش می‌یابد. همچنین شعبانی و همکاران (Shabani et al, 2009) تحت تأثیر قرار گرفتن تعداد دانه در خورجین ساقه اصلی کلزا را به‌موازات اعمال تنش کم‌آبی در مراحل گل‌دهی و خورجین-دهی گیاه اعلام داشته‌اند که نتایج این آزمایش را تصدیق می‌کند. توحیدی مقدم و همکاران (Tohidimoghadam et

al, 2011) نیز کاهش محسوس تعداد دانه در خورجین را در شش رقم کلزا از ۲۷/۸ عدد در تیمار شاهد به ۲۳/۴ عدد در شرایط تنش کم‌آبی در مراحل گل‌دهی و خورجین‌دهی گزارش کرده‌اند.



شکل ۱. تأثیر واریته و تاریخ کاشت بر تعداد دانه در خورجین اصلی (ستون‌های دارای حروف مشترک اختلاف آماری معناداری در سطح ۵ درصد ندارند).

Fig 1. Effect of variety and planting date (11 October, dark columns; 26 October, pale columns) on the number of seeds per main silique (Columns with common letters do not have a significant statistical difference at 5% level).

تعداد دانه در خورجین فرعی

نتایج نشان داد که اثرات اصلی آبیاری، رقم و اثرات متقابل سه‌گانه سال، آبیاری و تاریخ کاشت و اثر متقابل سال در تاریخ کاشت بر تعداد دانه در خورجین گل‌آذین فرعی، معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج نشان داد که قطع تنش از مرحله خورجین دهی، منجر به کاهش ۳۲ درصدی تعداد دانه در خورجین گل‌آذین فرعی نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۴). نتایج اثر متقابل سال، آبیاری در تاریخ کاشت نشان داد که در سال اول، تاریخ کاشت ۲۰ مهرماه و آبیاری نرمال، صفت دانه در خورجین گل‌آذین فرعی به مقدار ۲۵/۰۹ عدد حاصل شد که بیشترین مقدار بود. کمترین مقدار صفت نیز در سال دوم، تاریخ کاشت ۵ آبان و قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد حاصل شد. به‌طورکلی در سال اول تعداد دانه در خورجین فرعی بیشتری نسبت به سال دوم در سطوح مختلف تنش و تاریخ کاشت حاصل شد (جدول ۶).

صفوی فرد و همکاران (Safavifard et al, 2018) در بررسی اثر تنش خشکی بر صفات کیفی و کمی کلزا در کاشت پاییزه ارقام دلگان، ساریگل، جاکومو، جرومه و هایولا ۴۰۱ بیان داشتند که برای کاشت آخر فصل در شرایط تنش خشکی رقم هایولا ۴۰۱ مناسب‌ترین رقم است.

تعداد دانه در خورجین

نتایج نشان داد که اثرات اصلی سال، آبیاری، رقم، تاریخ کاشت و اثرات متقابل سال در تاریخ کاشت، بر تعداد دانه در خورجین معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج نشان داد که قطع تنش از مرحله خورجین دهی منجر به کاهش ۱۶ درصدی تعداد دانه در خورجین نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۴). در خصوص اثر متقابل سال و تاریخ کاشت نتایج نشان داد که در سال اول و تاریخ کاشت ۲۰ مهر بیشترین تعداد دانه در خورجین به مقدار ۲۴/۳۱ عدد حاصل شد. کمترین مقدار صفت نیز در سال دوم و تاریخ کاشت ۵ آبان حاصل شد. به‌طورکلی تاریخ کاشت ۲۰ مهر در هر دو سال آزمایش تعداد دانه در خورجین بیشتری تولید کردند (جدول ۷).

قلیپور و همکاران (Gholipor et al,2004) اظهار داشتند هنگامی‌که در مرحله رشد خورجین‌ها گیاه با کمبود آب مواجه گردد، انتقال مواد غذایی به دانه‌ها و سپس عملکرد کاهش می‌یابد که به علت کاهش تعداد و اندازه خورجین‌ها

است. دادیور و خودشناس (Dadivar and Khodshenas, 2007) کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش رطوبتی را متأثر از کاهش تعداد خورجین، تعداد دانه در خورجین، ارتفاع بوته و وزن ماده خشک دانسته‌اند.

وزن هزار دانه

نتایج نشان داد که اثرات اصلی سال، آبیاری، رقم، تاریخ کاشت و اثرات متقابل سال در آبیاری در تاریخ کاشت بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). در رقم L72 وزن هزار دانه به مقدار ۴/۲۶ گرم حاصل شد (جدول ۵). نتایج در خصوص اثر متقابل سال در آبیاری در تاریخ کاشت نشان داد که در سال اول، تاریخ کاشت ۲۰ مهرماه و آبیاری نرمال وزن هزار دانه (۴/۲۸ گرم) با بیشترین مقدار همراه بود. کمترین وزن هزار دانه نیز در تیمار سال دوم، تاریخ کاشت ۵ آبان و قطع آبیاری از خورجین دهی به بعد حاصل شد. به‌طورکلی در سال اول وزن هزار دانه بیشتری نسبت به سال دوم در سطوح مختلف تنش و تاریخ کاشت حاصل شد (جدول ۶).

کاهش وزن هزار دانه در اثر تنش خشکی احتمالاً به دلیل کاهش جذب آب و املاح توسط گیاه و به دنبال آن کاهش ساخت و انتقال آسیمیلات‌ها به دانه‌ها بوده است که در این شرایط گیاه حتی با انتقال مجدد ذخایر اندوخته شده خود نیز نتوانسته کاهش آسیمیلات حاصل از تنش را جبران نماید و این وضعیت منجر به کاهش وزن دانه‌ها گردید. دانشمند و همکاران (Daneshmand et al, 2008) نیز گزارش‌های مشابهی در این زمینه ارائه نمودند. وزن دانه، تابعی از سرعت و طول دوره پر شدن آن است که از دو منبع فتوسنتز جاری و انتقال مجدد مواد ذخیره‌ای در گیاه تأمین می‌شود و عموماً تحت تأثیر طول دوره بین گرده‌افشانی و رسیدگی قرار می‌گیرد وجود تنش‌های محیطی مانند کمبود آب به‌ویژه در مراحل تشکیل و پر شدن دانه‌ها به دلیل کاهش در میزان فتوسنتز جاری، انتقال مجدد مواد، سرعت و طول دوره پر شدن دانه، منجر به کاهش وزن دانه می‌شود (Faraji et al, 2009).

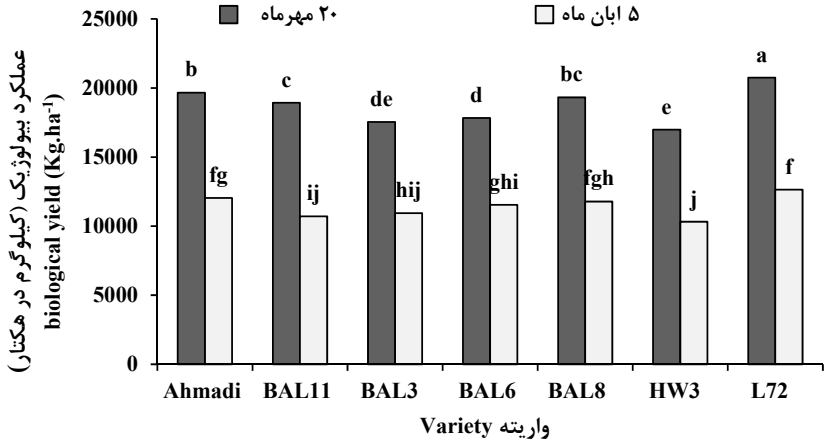
عملکرد بیولوژیک

نتایج نشان داد که اثرات اصلی آبیاری، رقم، تاریخ کاشت و اثرات متقابل آبیاری در تاریخ کاشت بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود (جدول ۳). در رقم L72 عملکرد بیولوژیک به مقدار ۱۶۶۹۳/۷ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. رقم BAL3 نیز کمترین عملکرد بیولوژیک را داشت (جدول ۵). در خصوص اثر متقابل آبیاری و تاریخ کاشت نتایج نشان داد که در آبیاری نرمال و تاریخ کاشت ۲۰ مهر بیشترین عملکرد بیولوژیک به مقدار ۲۰۸۳۰/۳۱ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. کمترین مقدار نیز در سال دوم و تاریخ کاشت ۵ آبان حاصل شد. به‌طورکلی تاریخ کاشت ۲۰ مهر در هر دو سال آزمایش عملکرد بیولوژیک بیشتری داشت (شکل ۲).

گان و همکاران (Gan et al, 2004) نیز از آزمایش‌های خود نتیجه گرفتند که عملکرد بیولوژیک در شرایط دیم به‌طور معنی‌داری کمتر از شرایط آبیاری مطلوب بود، به‌طوری‌که در طی دو سال آزمایش عملکرد بیولوژیک از ۵۸۰۹ و ۵۳۳۸ کیلوگرم در هکتار در شرایط آبیاری مطلوب به ۳۱۹۲ و ۴۸۱۷ کیلوگرم در هکتار در شرایط دیم کاهش یافت. نتایج آزمایش‌های سینکی و همکاران (Sinki et al, 2007) مشخص کرد که تنش کم‌آبی در طی مراحل گلدهی تا رسیدگی موجب کاهش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک گردید. حمزه‌ای و سلطانی (Hamzei et al, 2012) کاهش محسوس وزن خشک گیاه کلزا را در رقم لیکورد از ۱۶۳۸ گرم در مترمربع در تیمار آبیاری با ۴۵۰۰ مترمکعب در هکتار به ۸۸۴ گرم در مترمربع در میزان آبیاری ۳۰۰۰ مترمکعب در هکتار گزارش کرده‌اند.

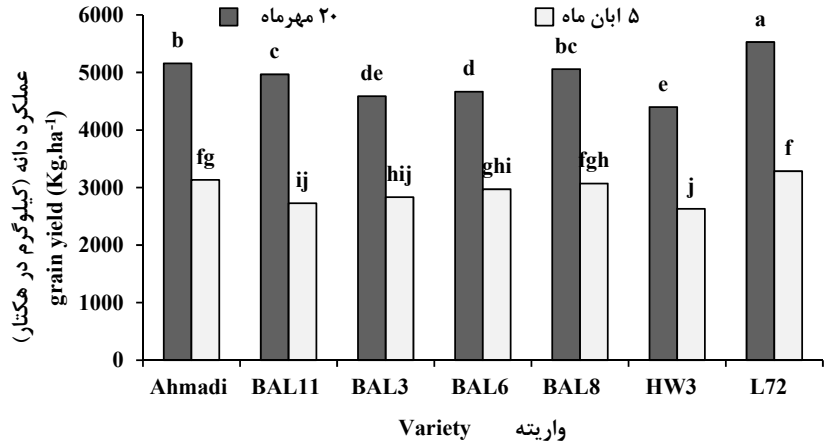
عملکرد دانه

نتایج نشان داد که اثرات اصلی سال، آبیاری، رقم، تاریخ کاشت و اثرات متقابل تاریخ کاشت در رقم بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). در سال دوم عملکرد دانه بیشتری نسبت به سال اول حاصل شد (جدول ۴). در آبیاری شاهد عملکرد دانه به مقدار ۴۴۴۴/۷۲ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که ۳۰ درصد بیشتر از تیمار قطع آبیاری بود (جدول ۴). در خصوص اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم نتایج نشان داد که در تاریخ کاشت ۲۰ مهر و رقم L72 بیشترین عملکرد دانه به مقدار ۴۲۳۱/۲ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. کمترین مقدار نیز در تاریخ کاشت ۵ آبان و رقم HW3 حاصل شد. به‌طورکلی رقم L72 در هر دو تاریخ آزمایش عملکرد دانه بیشتری داشت (شکل ۳).



شکل ۲. تأثیر واریته و تاریخ کاشت بر عملکرد بیولوژیک (ستون‌های دارای حروف مشترک اختلاف آماری معناداری در سطح ۵ درصد ندارند).

Fig. 2. Effect of variety and planting date (11 October, dark columns; 26 October, pale columns) on biological yield (Columns with common letters do not have a significant statistical difference at 5% level).



شکل ۳. تأثیر واریته و تاریخ کاشت بر عملکرد دانه (ستون‌های دارای حروف مشترک اختلاف آماری معناداری در سطح ۵ درصد ندارند).

Fig. 3. Effect of variety and planting date (11 October, dark columns; 26 October, pale columns) on grain yield (Columns with common letters do not have a significant statistical difference at 5% level).

قلی پور و همکاران (Gholipour et al, 2005) اظهار داشتند هنگامی‌که در مرحله رشد خورجین‌ها، گیاه با کمبود آب مواجه گردد، انتقال مواد غذایی به دانه‌ها تقلیل یافته و عملکرد کاهش می‌یابد که به علت کاهش تعداد و اندازه خورجین‌ها است. تأمین آب کافی در طی مراحل گلدهی و نمو اولیه خورجین‌ها، زمانی که تعداد خورجین‌ها و دانه‌ها مشخص می‌شود، نقش حیاتی دارد و کمبود آب در مرحله گلدهی با تأثیر منفی بر تشکیل خورجین و اندازه دانه، موجب کاهش عملکرد دانه می‌گردد (Janson et al, 2002). در گیاه کلزا مرحله گلدهی و تشکیل خورجین‌ها، حساس‌ترین مراحل به تنش خشکی محسوب می‌شوند (Sinki et al, 2007). قبادی و همکاران (Gobadi et al, 2006) نیز گزارش کرده‌اند که در گیاه کلزا حساس‌ترین مرحله به تنش کمبود آب مرحله گلدهی است. در این زمینه قلی‌پور و همکاران (Gholipor et al, 2004) اظهار داشتند هنگامی‌که در مرحله رشد خورجین‌ها، گیاه با کمبود آب مواجه گردد، انتقال مواد غذایی به دانه‌ها تقلیل یافته و عملکرد کاهش می‌یابد که به علت کاهش تعداد و اندازه خورجین‌ها است.

شاخص برداشت

نتایج نشان داد که اثر اصلی سال و اثرات متقابل سال در رقم بر شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۳). در خصوص اثر متقابل سال و رقم نتایج نشان داد که در سال اول و رقم HW3 بیشترین شاخص برداشت به مقدار ۲۷/۵۹ درصد حاصل شد. کمترین مقدار نیز در سال دوم و ر قم HW3 حاصل شد (جدول ۷).

مدافع بهزادی و همکاران (Modafe Behzadi et al, 2015) نیز نتایج مشابهی در رابطه با تأثیر فصل کاشت بر عملکرد وسمه گزارش نمودند. هنر و همکاران (Honar et al, 2012) نیز اذعان داشتند که قطع آبیاری در مراحل رشد مجدد رویشی در بهار و همچنین در مراحل گل‌دهی و خورجین‌دهی تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت کلزای پائیزه ندارد. فرجی و همکاران (Faraji et al, 2008) نیز گزارش کردند که آبیاری تأثیر معنی‌داری بر شاخص برداشت دو رقم کلزای بهاره نداشت. شاخص برداشت معیاری از کارایی انتقال مواد فتوسنتزی تولیدشده در گیاه به دانه است (Naderi et al, 2005).

جدول ۳. تجزیه واریانس مرکب صفات اندازه‌گیری شده

Table 3. Analysis of variance of measured traits

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	دانه در خورجین اصلی Seeds per main silique	دانه در خورجین فرعی Seeds per secondary silique	دانه در خورجین Seeds per silique	وزن هزار دانه 1000-grains weight
Year (Y)	سال	1	$119.9^{n.s}$	576.19^{**}	305.4^{**}	7.7^{**}
Error a	تکرار درون سال	4	18.91^{**}	18.55^{**}	9.18^{*}	0.22^{*}
Irrigation (I)	رژیم آبیاری	1	1529.2^{**}	1155.5^{*}	1335^{*}	31.1^{*}
Y × I	سال×آبیاری	1	$0.03^{n.s}$	$3.94^{n.s}$	$0.82^{n.s}$	$0.01^{n.s}$
Planting date (P)	تاریخ کاشت	1	6937.27^{*}	$5279.6^{n.s}$	6080^{*}	139^{*}
Y × P	سال×تاریخ کاشت	1	$4.91^{n.s}$	49.38^{**}	21.36^{*}	$0.07^{n.s}$
I × P	آبیاری×تاریخ کاشت	1	$9.93^{n.s}$	$2.96^{n.s}$	$5.93^{n.s}$	$0.37^{n.s}$
Y × I × P	سال× آبیاری× تاریخ کاشت	1	$0.44^{n.s}$	34.92^{**}	$10.8^{n.s}$	0.97^{**}
Error b	خطای اصلی	12	7.97	1.68	3.32	0.07
Variety	رقم	6	69.16^{**}	57.19^{**}	62.97^{**}	1.47^{**}
Y × V	سال×رقم	6	$0.67^{n.s}$	$0.55^{n.s}$	$0.48^{n.s}$	$0.02^{n.s}$
I × V	آبیاری×رقم	6	$0.9^{n.s}$	$0.89^{n.s}$	$0.66^{n.s}$	$0.03^{n.s}$
Y × I × V	سال× آبیاری× رقم	6	$1.33^{n.s}$	$1.67^{n.s}$	$0.4^{n.s}$	$0.05^{n.s}$
P ×V	تاریخ کاشت×رقم	6	6.94^{*}	$5.41^{n.s}$	$۶^{n.s}$	$0.17^{n.s}$
Y × P × V	سال×تاریخ کاشت×رقم	6	$1.24^{n.s}$	$2.37^{n.s}$	$1.65^{n.s}$	$0.09^{n.s}$
V × I × P	رقم×آبیاری×تاریخ کاشت	6	$0.89^{n.s}$	$0.61^{n.s}$	$0.56^{n.s}$	$0.04^{n.s}$
Y × V × I × P	سال×رقم×آبیاری×تاریخ×کاشت	6	$0.46^{n.s}$	$1.93^{n.s}$	$0.88^{n.s}$	$0.03^{n.s}$
Error c	خطای فرعی	96	5.22	4.57	2.92	0.07
Main coefficient of variation	ضریب تغییرات اصلی		*15.23*	*8.86*	*15.55*	*10.99*
Secondary coefficient of variation	ضریب تغییرات فرعی		*12.32*	*14.62*	*17.49*	*10.31*
Mean	میانگین کل		18.54	14.62	1768.6	16.58

جدول ۳. ادامه

Table 3. Continued

S.O.V	منابع تغییرات	درجه آزادی df	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	عملکرد دانه Seed yield	شاخص برداشت Harvest index	روغن دانه Seed oil	عملکرد روغن دانه Oil yield
Year (Y)	سال	1	20941664$^{n.s}$	11370693**	281**	7.13$^{n.s}$	1843468**
Error a	تکرار درون سال	4	53358570**	182485.1$^{n.s}$	8.97$^{n.s}$	1.39**	50216$^{n.s}$
Irrigation (I)	رژیم آبیاری	1	573264134*	44252340*	1.25$^{n.s}$	49.3$^{n.s}$	10751696*
Y × I	سال×آبیاری	1	1163949$^{n.s}$	90887.65$^{n.s}$	12.9$^{n.s}$	1.68$^{n.s}$	4731$^{n.s}$
Planting date (P)	تاریخ کاشت	1	226588197*	161621770*	1.55$^{n.s}$	243$^{n.s}$	39690652*
Y × P	سال×تاریخ کاشت	1	637439$^{n.s}$	303906.2$^{n.s}$	74.25*	8.84**	121449$^{n.s}$
I × P	آبیاری×تاریخ کاشت	1	10155998$^{n.s}$	1471314$^{n.s}$	4.87$^{n.s}$	3.94$^{n.s}$	596936$^{n.s}$
Y × I × P	سال× آبیاری× تاریخ کاشت	1	396669$^{n.s}$	1113113$^{n.s}$	40.7$^{n.s}$	0.11$^{n.s}$	226700$^{n.s}$
Error b	خطای اصلی	12	2451590	342291.2	15.07	0.54	75686
Variety	رقم	6	25460108**	2112883**	0.64$^{n.s}$	2.54**	524561**
Y × V	سال×رقم	6	228396$^{n.s}$	17849.3$^{n.s}$	0.61$^{n.s}$	0.08$^{n.s}$	3943$^{n.s}$
I × V	آبیاری×رقم	6	792504.44*	17264.81$^{n.s}$	0.23$^{n.s}$	0.07$^{n.s}$	1678$^{n.s}$
Y × I × V	سال× آبیاری× رقم	6	176881$^{n.s}$	33207.6$^{n.s}$	1.4$^{n.s}$	0.06$^{n.s}$	7877$^{n.s}$
P ×V	تاریخ کاشت×رقم	6	3562141.7*	312494.6*	0.92$^{n.s}$	0.47*	90908*
Y × P × V	سال×تاریخ کاشت×رقم	6	119617$^{n.s}$	72137.4$^{n.s}$	1.64$^{n.s}$	0.07$^{n.s}$	16302$^{n.s}$
V × I × P	رقم×آبیاری×تاریخ کاشت	6	244488.1$^{n.s}$	8767.02$^{n.s}$	1.77$^{n.s}$	0.12$^{n.s}$	3227$^{n.s}$
Y × V × I × P	تاریخ×کاشت×آبیاری×رقم×سال	6	163134$^{n.s}$	14897.8$^{n.s}$	1.37$^{n.s}$	0.14$^{n.s}$	3527$^{n.s}$
Error c	خطای فرعی	96	1437115	458596.6	35.46	0.29	95735
Main coefficient of variation	ضریب تغییرات اصلی		*6.75*	*10.39*	*14.89*	*14.83*	*1.65*
Secondary coefficient of variation	ضریب تغییرات فرعی		*6.75*	*7.95*	*17.23*	*22.75*	*1.21*
Mean	میانگین کل		3.92	15073.7	3929.8	26.17	44.61

*:معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد :**معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد ns :.غیر معنی‌دار.

*: Significant at 5%. **: Significant at 1%. ns: Non-significant.

روغن دانه

نتایج نشان داد که اثر اصلی رقم و اثرات متقابل سال در تاریخ کاشت و رقم در تاریخ کاشت بر روغن دانه معنی‌دار بود (جدول ۳).

در خصوص اثر متقابل سال و تاریخ کاشت نتایج نشان داد که در سال اول و تاریخ کاشت ۲۰ مهر بیشترین روغن دانه به مقدار ۲۴/۳۱ درصد حاصل شد. کمترین مقدار نیز در سال دوم و تاریخ کاشت ۵ آبان حاصل شد. به‌طورکلی تاریخ کاشت ۲۰ مهر در هر دو سال آزمایش روغن دانه بیشتری داشت (جدول ۷). در خصوص اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم نتایج نشان داد که در تاریخ کاشت ۲۰ مهر و رقم L72 بیشترین روغن دانه به مقدار ۴۶/۵۴ درصد حاصل شد. کمترین مقدار نیز در تاریخ کاشت ۵ آبان و رقم HW3 حاصل شد. به‌طورکلی رقم L72 در هر دو تاریخ آزمایش روغن دانه بیشتری داشت (شکل ۴). در بررسی سلیمانی و همکاران (Soleimani et al, 2011)، قطع آبیاری از مراحل ساقه‌دهی، گل-دهی و خورجین‌دهی به بعد اثر معنی‌داری بر درصد روغن دانه دو رقم کلزا (زرفام و اکاپی) نداشت. زارعی و همکاران (Zarei et al, 2010) نیز گزارش کردند که تنش کم‌آبی بر اساس دور آبیاری ۱۴ روز کاهش چشمگیری بر

درصد روغن دانه کلزا در مقایسه با دور آبیاری هفت روز نداشته است. به‌طوری کلی عوامل ژنتیکی از پارامترهای اصلی تعیین‌کننده درصد روغن دانه کلزا است و تأثیر عوامل محیطی بر درصد روغن دانه بسیار کم است (Rabertson et al., 2005).

جدول ۴. میانگین ± خطای معیار میانگین صفات اندازه‌گیری شده طی سال‌های آزمایش

Table 4. Mean ± Mean standard error of measured traits during the years of the experiment

سال Year	خورجین در بوته Silique per plant	دانه در خورجین فرعی Seeds per secondary silique	دانه در خورجین Seed per Silique	وزن هزار دانه 1000-grains weight	عملکرد دانه Seed yield	شاخص برداشت Harvest index	عملکرد روغن دانه Oil yield
1	163.55±4.95[a]	16.47±0.79[a]	17.93±0.8[a]	4.13±0.12[a]	4189.9±133.8[a]	27.47±0.54[a]	1873.41±64.74[a]
2	148.95±4.61[b]	12.77±0.68[b]	15.23±0.7[b]	3.7±0.12[b]	3669.7±145.8[b]	24.88±0.51[b]	1663.9±72.24[b]

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند

The mean with similar letters in each column, show non- significant difference according to Duncan multiple range tests at 5% level

جدول ۵. میانگین (± خطای معیار میانگین) صفات اندازه‌گیری شده تحت اثر رژیم آبیاری

Table 5. Mean ± Mean standard error of measured traits under irrigation regime

رژیم آبیاری Irrigation	دانه در خورجین اصلی Seeds per main silique	دانه در خورجین فرعی Seeds per secondary silique	دانه در خورجین Seed per silique	وزن هزار دانه 1000 seed weight	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد روغن دانه Oil yield
شاهد Control	21.59±0.8[a]	17.26±0.7[a]	19.4±0.7[a]	4.35±0.1[a]	16937±451[a]	4444±142[a]	2022.5±70.5[a]
قطع آبیاری irrigation cut off	15.49±0.7[b]	11.99±0.7[b]	13.7±0.7[b]	3.5±0.1[b]	13210±414[b]	3414.9±118[b]	1514.7±56[b]

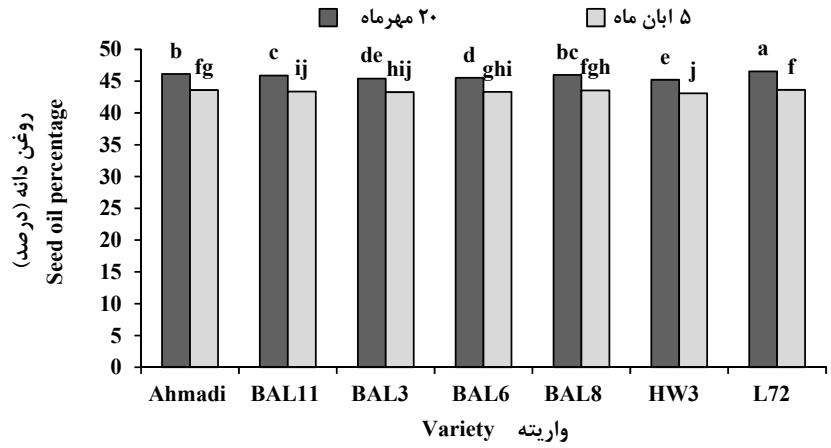
میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند

The mean with similar letters in each column, show non- significant difference according to Duncan multiple range tests at 5% level

عملکرد روغن دانه

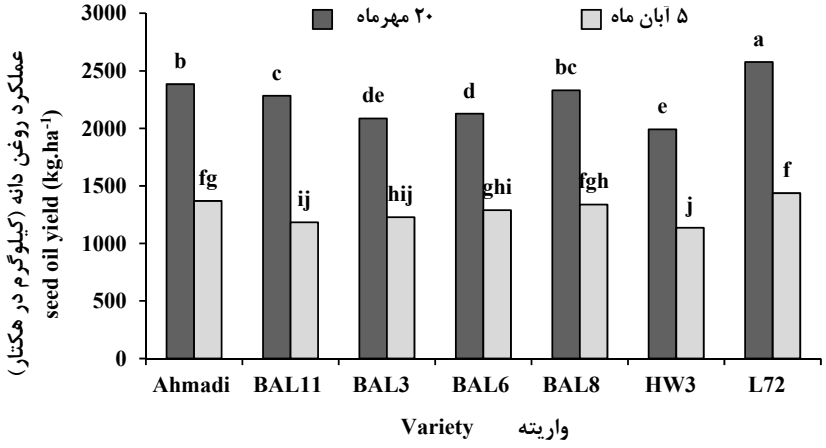
نتایج نشان داد که اثرات اصلی سال، آبیاری، رقم، تاریخ کاشت و اثرات متقابل تاریخ کاشت در رقم بر عملکرد روغن دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). در سال دوم عملکرد روغن بیشتری نسبت به سال اول حاصل شد (جدول ۴). در آبیاری شاهد عملکرد روغن به مقدار ۲۳۲۱/۱ کیلوگرم در هکتار به دست آمد که ۲۱ درصد بیشتر از تیمار قطع آبیاری بود (جدول ۴). در خصوص اثر متقابل تاریخ کاشت و رقم نتایج نشان داد که در تاریخ کاشت ۲۰ مهر و رقم L72 بیشترین عملکرد روغن دانه به مقدار ۲۵۷۶/۶ کیلوگرم در هکتار حاصل شد. کمترین مقدار نیز در تاریخ کاشت ۵ آبان و رقم HW3 حاصل شد. به‌طورکلی رقم L72 در هر دو تاریخ آزمایش عملکرد روغن دانه بیشتری داشت (شکل ۵). شرقی و همکاران (Sharghi et al, 2011) نیز کاهش محسوس عملکرد روغن را در شش رقم کلزا در شرایط قطع آبیاری از گل‌دهی به بعد را ذکر کرده‌اند. در بررسی دیگری نیز قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی سبب افت عملکرد روغن در بیست‌ودو رقم کلزای پائیزه شد (Rashidi et al, 2012). هدف اصلی از کشت کلزا استحصال روغن است، بنابراین عملکرد روغن اهمیت بیشتری نسبت به میزان روغن دانه دارد. دلیل این امر به علت کنترل بیشتر درصد روغن دانه توسط عوامل ژنتیکی و تأثیرپذیری بالای عملکرد روغن از

تغییرات عملکرد دانه نسبت به درصد روغن بوده است. در این زمینه گزارش شده است که در تعیین عملکرد روغن کلزا تأثیر عملکرد دانه در مقایسه با درصد روغن بسیار بیشتر است (Soleimani et al, 2011).



شکل ۴. تأثیر واریته و تاریخ کاشت بر درصد روغن دانه (ستون‌های دارای حروف مشترک اختلاف آماری معناداری در سطح ۵ درصد ندارند).

Fig. 4. Effect of variety and planting date (11 October, dark columns; 26 October, pale columns) on seed oil percentage (Columns with common letters do not have a significant statistical difference at 5% level)



شکل ۵. تأثیر واریته و تاریخ کاشت بر عملکرد روغن دانه (ستون‌های دارای حروف مشترک اختلاف آماری معناداری در سطح ۵ درصد ندارند).

Fig. 5. Effect of variety and planting date (11 October, dark columns; 26 October, pale columns) on seed oil yield (Columns with common letters do not have a significant statistical difference at 5% level)

جدول ۶. میانگین (± خطای معیار میانگین) صفات اندازه‌گیری شده تحت اثر تاریخ کاشت

Table 6. Mean ± Mean standard error of measured traits under the influence of planting date

تاریخ کاشت	خورجین در بوته Silique per plant	دانه در خورجین اصلی Seeds per main silique	دانه در خورجین Seeds per silique	وزن هزار دانه 1000seed weight	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد روغن دانه Oil yield
۲۰ مهر 11 October	193.56±2.95[a]	24.98±0.49[a]	22.6±0.45[a]	4.83±0.07[a]	18721±293[a]	4909.7±103.9[a]	2254±51[a]
۵ آبان 26 October	118.94±2.2[b]	12.1±0.4[b]	10.56±0.39[b]	3.01±0.06[b]	11426.4±230[b]	2949.9±82.9[b]	1282±37[b]

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند

The mean with similar letters in each column, show non- significant difference according to Duncan multiple range tests at 5% level

جدول ۷. میانگین ± خطای معیار میانگین صفات اندازه‌گیری شده در ارقام مختلف

Table 7. Mean ± Mean standard error of measured traits in different cultivars

رقم Variety	خورجین در بوته Silique per plant	دانه در خورجین اصلی Seeds per main silique	دانه در خورجین فرعی Seeds per secondary silique	دانه درخورجین Seeds per silique
Ahmadi	155±9.64[c]	18.32±1.67[cd]	14.25±1.5[cd]	16.28±1.54[c]
BAL11	152±8.13[cd]	17.98±1.43[cd]	14.25±1.33[cd]	16.12±1.36[c]
BAL3	148±8.16[d]	17.27±1.45[de]	13.48±1.34[de]	15.37±1.37[c]
BAL6	161±9.16[b]	19.27±1.55[bc]	15.3±1.43[bc]	17.28±1.46[b]
BAL8	140±8.28[e]	16.02±1.52[e]	12.3±1.32[e]	14.16±1.39[d]
HW3	164±9.28[b]	19.8±1.55[b]	15.77±1.43[b]	17.79±1.46[b]
L72	171±10.14[a]	21.14±1.7[a]	17±1.54[a]	19.07±1.6[a]

جدول ۷. ادامه

Table 7. Continued

رقم Variety	وزن هزار دانه 1000-grains weight	عملکرد بیولوژیکی Biological yield	عملکرد دانه Seed yield	روغن دانه Seed oil	عملکرد روغن دانه Oil yield
Ahmadi	3.89±0.24[c]	14826±968[c]	3847±289[bcd]	44.6±0.3[bc]	1733±140[bcd]
BAL11	3.86±0.2[c]	14689±803[c]	3818±239[bcd]	44.430.28[cd]	1708±115[bcd]
BAL3	3.74±0.21[c]	14345±838[cd]	3710±247[cd]	44.3±0.28[cd]	1657±118[cd]
BAL6	4.05±0.22[b]	15554±891[b]	4064±266[abc]	44.7±0.3[b]	1833±130[abc]
BAL8	3.52±0.21[d]	13652±850[d]	3515±256[d]	44.1±0.28[d]	1564±121[d]
HW3	4.12±0.22[ab]	15854±907[b]	4145±266[ab]	44.8±0.32[ab]	1876±1313[ab]
L72	4.26±0.25[a]	16693±950[a]	4406±286[a]	45.1±0.36[a]	2007±142[a]

میانگین‌های دارای حروف یکسان در هر ستون، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد، اختلاف معنی‌داری با یکدیگر ندارند

The mean with similar letters in each column, show non- significant difference according to duncan multiple range tests at 5% level

نتیجه‌گیری نهایی

نتایج حاصل از ارزیابی صفات طی دو سال آزمایش مشخص کرد که ارقام L72 و HW3 دارای بیشترین عملکرد کمی و کیفی در شرایط قطع آبیاری بوده و همچنین رقم L72 سازگاری مناسبی نیز به شرایط تنش خشکی داشتند؛ بنابراین، بخصوص می‌توان رقم L72 را به دلیل داشتن شاخص برداشت مطلوب تحت هر دو شرایط تنش خشکی و بدون تنش و همچنین بیشترین عملکرد دانه و مناسب‌ترین اجزای عملکرد دانه به‌عنوان ارقام مناسب جهت کاشت در مناطقی مشابه منطقه اجرای آزمایش که احتمال وقوع تنش رطوبتی در مراحل انتهایی رشد وجود دارد، توصیه نمود.

منابع

Ahmadi, M., Bahrani. M.J., 2009. Yield and yield components of rapeseed as influenced by water stress at different growth stages and nitrogen levels. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences. 5, 755-761.

AL-Barrak, K.M., 2006. Irrigation interval and nitrogen level effects on growth and yield of Canola (*Brassica napus* L.). Scientific Journal of King Faisal University. 7, 87-103.

Angadi, S.V., Cutforth, H.W., Miller, P.R., McConkey, B.G., Entz, M.H., Brandt, S.A., Volkmar, K.M., 2000. Response of three Brassica species to high temperature stress during reproductive growth. Candian Journal of Plant Science. 80, 693-701.

Angadi, S.V., Cutforth, H.W., McConkey, B.J., Gan. Y., 2003. Yield adjustment by canola under different plant populations in the semiarid prairie. Crop Science. 43, 1358–1366.

Bilsborrow, P.F., Narton. G., 1991. A consideration of factors affecting the yield of oilseed rape. Proceeding of Internatonal Canola Conference. Saskatoon. Canada. pp. 1195-1201.

Bray, E.A, Bailey-Serres, J., Weretilnyk, E., 2000. Responses to abiotic stresses. In: Gruissem, W., Buchannan, B., Jones, R., (eds.), Biochemistry and Molecular Biology of Plants. American Society of Plant Physiologists. Rockville, M.D. pp. 1158–1249.

Chen, C., Jackson, G., Neill, K., Wichman, D., Johnson, G., Johnson. D., 2005. Determining the Feasibility of Early Seeding Canola in the Northern Great Plains. Agronomy Journal. 97, 1252–1262 .

Chen, C., Payne, W.A., Smiley, R.W., Stoltz. M.A., 2003. Yeild and water use efficiency of eight wheat cultivars planted on seven dates in northeastern Oregon. Agronomy Journal. 95, 836-843.

Daneshmand, A.R., Shirani Rad, A.H., Nour Mohammadi, G., Zareei, G.H., Daneshian, J., 2008. Effect of water deficit and different nitrogen rates on yield, yield components and physiological traits of two rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. Journal of Agricultural Science and Natural Resources. 15(2), 99–112 [In Persian with English Summary].

Debaeke, P., Aboudrare. A., 2004. Adaptation of crop management to water limited environments. European Journal of Agronomy. 21, 433-446.

FAOSTAT. 2014: http://www.fao.org/faostat /en/#data/QC.

Fatemi Amin, R., Mortazai, U., 2013. Strategic Plan for Food Chain. Ministry of Industry, Mine and Trade. Jahad University Press, Shahid Beheshti University, 492p. [In Persian].

Flagella, Z., Rotunno, T., Tarantino, E., Di Caterina, R., De Caro, A., 2002. Changes in seed yield and oil fatty acid composition of high oleic sunflower hybrids in relation to the sowing date and the water regime. European Journal of Agronomy.17, 221-230.

Gan, Y., Angadi, S.V., Cutforth, H., Angadi, V.V., Mc Donald. C.L., 2004. Canola and mustard response to short periods of temperature and water stress at different developmental stages. Canadian Journal of Plant Science. 84, 697-704.

Igbadun, H.E., Mahoo, H.F., Tarimo, P.R., Salim. B.A., 2006. Crop water productivity of an irrigated maize crop in sub-catchment of the Great Ruaha River Basin, Tanzania. Agricultural Water Management. 85, 141-150.

Mendham, N.Y., Scott. R.K., 1975. The limiting effect of plant size at inflorescence initiation on subsequent growth and yield of oilseed rape (*Brassica napus* L.). Journal of Agricultural Science, Cambridge. 84, 487- 502.

Nielsen, D.C., 1997. Water use and yield of canola under dry land conditions in the centeral Great Plains. Agriculture. 10, 307-313.

Oil World, 2012. The independent forecasting service for oilseeds, oils & meals (online). http://www.oilworld.biz/app.php?ista= 6013b4 5b6f5633f4921e1a8d9670defd/ (last visited 16.05.12).

Robertson, M.J., Holland. J.F., 2004. Production risk of canola in the semi-arid subtropics of Australia. Australian Journal of Agricultural Research. 55, 525-538.

Shaabani, A, Kamgar Haghighi, A.A., Spaskhah, A., Emam, Y., Honar, T., 2009. Effect of water stress on physiological parameters of oil seed rape (*Brassica napus*). Journal of Science and Technology of Agricultural and Natural

Resources [Water and Soil Science]. 13(49), 31-42. [In Persian with English Summary].

Shirani-Rad, A.H., Ahmadi. M.R., 1997. Effect of sowing date and plant density on growth analysis of two winter rapeseed varieties (*Brassica napus* L.) in Karaj Region. Iranian Journal of Agricultural Science. 28(2), 27-36. [In Persian with English Summary].

Sinaki, M., Majidi Heravan, E., ShiraniRad, A.H., Noormohammadi, G., Zarei. G.H., 2007. The effects of water deficit during growth stages of canola (*Brassica napus* L.). American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences. 2, 417-422 .

Starner, D.E., Hamama, A.A., Bhardwaj. H.L., 2002. Prospects of canola as an alternative winter crop in Virginia. In: Janick, J., Whipkey, A., (eds.), Trends in New Crops and New Uses. ASHS Press. Alexandria. VA. pp.127-130.

Zarei, G., Shamsi, H., Dehghani, S.M., 2010. The effect of drought stress on yield, yield components and seed oil content of three autumnal rapeseed cultivars (*Brassica napus* L.). Journal of Research in Agricultural Science. 6, 29-37. [In Persian with English Summary].