

ارزیابی صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های منتخب کلزا در کشت‌های پاییزه و زمستانه تحت رژیم‌های مختلف آبیاری

حسن قاسمیان اردستانی^۱، محسن جهان^{۲*}، امیرحسین شیرانی‌راد^۳

۱. دانشجوی دکتری آگروکولوژی دانشگاه فردوسی مشهد

۲. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

۳. استاد موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۱۳؛ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۰۲

چکیده

به منظور ارزیابی عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های منتخب کلزا در رژیم‌های مختلف دمایی و رطوبتی، آزمایشی به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و به مدت دو سال زراعی (۹۵-۱۳۹۳) در منطقه کرج اجرا شد. در این تحقیق، فصل کشت در دو سطح (پائیز و زمستان) و آبیاری در سه سطح (آبیاری معمول یا شاهد، قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد و قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد) به صورت فاکتوریل به عنوان عامل کرت اصلی و ژنوتیپ‌های بهاره کلزا شامل جری، جولبوس، ظفر، آرجی‌اس ۰۰۳، هایولا ۴۸۱۵ و زابل ۱۰ به عنوان عامل کرت فرعی در نظر گرفته شدند. صفات ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین، طول خورجین، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت تحت تأثیر تیمارهای آزمایش قرار گرفتند. در رابطه با عملکرد به عنوان برآیند نهایی اجزای عملکرد نتایج نشان داد که کشت پاییزه با عملکرد ۳۵۹۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به کشت زمستانه با ۲۰۴۲ کیلوگرم در هکتار برتری داشت، در بررسی اثرات متقابل سه گانه، در کشت پاییزه با شرایط آبیاری معمول (شاهد)، ژنوتیپ‌های جولبوس و زابل ۱۰ با عملکرد دانه ۵۵۹۲ و ۵۵۳۶ کیلوگرم در هکتار، در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد ژنوتیپ جولبوس با عملکرد ۲۵۱۱ کیلوگرم در هکتار و در شرایط قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد ژنوتیپ‌های جولبوس و زابل ۱۰ با عملکرد ۴۱۲۴ و ۳۹۵۹ کیلوگرم در هکتار، ارقام برتر بودند. به طور کلی کشت پاییزه به عنوان بهترین زمان و ارقام جولبوس و زابل ۱۰ به عنوان پایدارترین ارقام معرفی گردیدند.

واژه‌های کلیدی: تاریخ کاشت، تنش خشکی، خورجین، عملکرد بیولوژیک

مقدمه

تولید موفقیت‌آمیز گیاه کلزا را در کشور با خطر مواجه می‌سازد، کمبود آب است، بنابراین بهترین راه مقابله با آن به کارگیری عملیات زراعی مناسب و استفاده از ارقامی است که تحمل بیشتری به خشکی داشته باشند. سینکی و همکاران (Sinki et al., 2007) بیشترین کاهش عملکرد دانه کلزا را زمانی که تنش آبی در مرحله گل‌دهی یا مرحله نمو خورجین اتفاق افتاد، مشاهده کردند و بیان داشتند که کاهش عملکرد دانه تحت تأثیر تنش‌های آبی کوتاه‌مدت در طی مراحل طولیل شدن ساقه، گل‌دهی و نمو

تنش خشکی، خصوصاً در اواخر فصل (مراحل انتهایی رشد) یکی از مهم‌ترین و شایع‌ترین عوامل محدودکننده رشد گیاهان در مناطق خشک و نیمه‌خشک به شمار می‌آید (Turhan and Baser, 2004). از این رو پایداری منابع آب کشور بیش از هر چیز تحت تأثیر بهره‌برداری از منابع آب کشاورزی قرار می‌گیرد (Razavi et al., 2013). از طرفی کلزا یکی از مهم‌ترین دانه‌های روغنی است که در شرایط آب و هوایی مناطق مختلف کشور ما قابلیت کشت و گسترش دارد، یکی از عوامل بسیار مهم که توسعه سطح زیر کشت و

عامل کرت اصلی و ژنوتیپ‌های بهاره کلزا شامل جولوس، ظفر، هایولا ۴۸۱۵، زابل ۱۰، جری و آر جی اس ۰۰۳ به‌عنوان عامل کرت فرعی بودند. میزان آبیاری در تیمارهای آزمایشی در جدول ۱ ارائه شده است (در تمامی مراحل اندازه‌گیری آب مصرفی به‌وسیله کنتور صورت پذیرفت).

هر واحد آزمایشی شامل ۶ ردیف ۶ متری با فاصله بین ردیف ۳۰ سانتی‌متر و فاصله بوته روی ردیف ۴ سانتی‌متر بود که ۲ ردیف کناری به‌عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. آماده‌سازی زمین به‌صورت عرف منطقه انجام گرفت. نتایج آزمون تجزیه خاک در جدول ۲ ارائه شده است.

به میزان ۵۰ کیلوگرم کود اوره (۴۶ درصد نیتروژن) در مرحله کاشت، ۱۵۰ کیلوگرم اوره در مرحله شروع ساقه‌دهی و ۱۰۰ کیلوگرم اوره در مرحله ظهور اولین غنچه‌های گل به کلیه کرت‌ها به‌صورت یکنواخت داده شد. همچنین ۱۵۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم به‌صورت پایه استفاده شد. علف‌کش ترفلان به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار به‌طور یکنواخت در سطح مزرعه استفاده شد و به‌وسیله دیسک سبک، با خاک مخلوط گردید. پس از کاشت و سبز شدن و استقرار گیاهچه، عملیات داشت شامل کنترل آفات به‌ویژه شته مومی با استفاده از سموم متاسیتوکس (۱/۵ لیتر در هکتار) صورت پذیرفت. صفات مختلف همانند ارتفاع بوته، قطر ساقه، تعداد شاخه فرعی، تعداد خورجین، طول خورجین، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه و شاخص برداشت مورد ارزیابی قرار گرفت. برای انجام تجزیه واریانس مرکب از نرم-افزار آماری SAS نسخه ۹ و به‌منظور مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد استفاده گردید.

خورجین تا حد زیادی به کاهش تعداد خورجین در گیاه و کاهش وزن دانه (در طی مرحله نمو دانه) مرتبط است و در بین اجزاء عملکرد تعداد خورجین در بوته بیشترین حساسیت را به تنش کم‌آبی طولانی‌مدت داشت. همچنین شیرانی‌راد (Shirani Rad, 2012) نیز در تحقیقی روی ۲۹ لاین امیدبخش کلزا به همراه ژنوتیپ Okapi به‌عنوان شاهد در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد نشان دادند که لاین L146 با میانگین‌های ۳۲۲۹ و ۱۳۸۲ کیلوگرم در هکتار، بیشترین عملکرد دانه و عملکرد روغن دانه را در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد تولید نمود. به‌طور کلی با توجه به شرایط خشکی حاکم بر اکثر نقاط کشور و تأثیرپذیری کلزا از فصول کشت، پژوهش حاضر باهدف ارزیابی واکنش ژنوتیپ‌های بهاره کلزا در کشت متداول (پائیزه) و کشت زمستانه به تنش خشکی آخر فصل در مناطق معتدل سرد و نیمه‌خشک کشور طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

تیمار و طرح آزمایش

آزمایش به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و به مدت دو سال (۱۳۹۳-۹۵) در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج اجرا شد. در این آزمایش، فصل کشت در دو سطح ۱۵ مهر (کشت متداول یا پائیزه) و دیگری ۱۵ بهمن‌ماه (کشت زمستانه)، و تیمار آبیاری در سه سطح (آبیاری معمول یا شاهد، قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد و قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد) به‌صورت فاکتوریل به‌عنوان

جدول ۱. مقدار آب مصرف در کاشت پاییزه و زمستانه

مصرف آب	مقدار آب مصرفی در کاشت پاییزه (مترمکعب در هکتار)	مقدار آب مصرفی در کاشت زمستانه (مترمکعب در هکتار)
	Water usage in autumn culture (m ³ /ha)	Water usage in winter culture (m ³ /ha)
آبیاری معمول	5760	4480
Control قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد	4480	3200
Without irrigation from sliques stage قطع آبیاری از مرحله گلدهی به بعد	3840	2560
Without irrigation from flowering stage		

جدول ۲. نتایج تجزیه خاک محل انجام آزمایش (۰ تا ۳۰ سانتی‌متر)

SP	درصد اشباع	36	Clay %	درصد رس	27
EC (dS.m ⁻¹)	هدایت الکتریکی خاک	2.22	Silt %	درصد سیلت	49
pH	واکنش گل اشباع	7.24	Sand %	درصد شن	24
T.N.V	مواد خنثی شونده (درصد)	10	Fe (ppm)	آهن (ppm)	5.02
O.C %	کربن آلی	0.58	Zn (ppm)	روی (ppm)	0.32
N total	درصد نیتروژن کل	0.06	Cu (ppm)	مس (ppm)	1.47
P (ppm)	فسفر قابل جذب	12.6	Mn (ppm)	منگنز (ppm)	23.74
K (ppm)	پتاسیم قابل جذب	256	B (ppm)	بُر (ppm)	0.94
Texture	بافت	C.L-L			

نتایج و بحث

دانه) و عملکرد روغن گردید. کاهش ارتفاع گیاه در اثر اعمال تنش خشکی را می‌توان به اختلال در فتوسنتز به‌واسطه کم‌آبی و کاهش تولید مواد فتوسنتزی جهت ارائه به بخش‌های در حال رشد گیاه و نهایتاً عدم دستیابی گیاه به پتانسیل ژنتیکی از نظر ارتفاع بوته نسبت داد. ارقام مورد آزمون، نیز از نظر صفت مذکور در گروه‌های آماری متفاوت قرار گرفتند، به‌صورت که ارقام زابل ۱۰ و جولوس بیشترین ارتفاع را نشان دادند. به‌طور کلی، ژنوتیپ جولوس در شرایط آبیاری معمول، بیشترین ارتفاع را نشان داد، اما بین ارقام در شرایط تنش اختلاف معنی‌داری در ارتفاع مشاهده نشد (جدول ۳).

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر سال برای تمامی صفات مورد بررسی به‌جز تعداد دانه در خورجین ساقه اصلی معنی‌دار بود (جدول ۳). اثر فصل کاشت نیز بر تمام صفات در سطح یک درصد معنی‌دار بود. از طرفی مشخص گردید که تأثیر تیمارهای آبیاری و اثر متقابل آن با فصل کاشت بر تمام صفات در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). تأثیر ژنوتیپ بر تمام صفات به‌استثنای شاخص برداشت معنی‌دار بود به‌طوری‌که این معنی‌داری برای همه صفات در سطح یک درصد و برای ارتفاع بوته در سطح ۵ درصد بود (جدول ۳).

قطر ساقه

قطر ساقه در سال اول و دوم ۱۲/۲ و ۱۵/۶ میلی‌متر به دست آمد و کشت گیاه در مهرماه منجر به افزایش ۴۶ درصدی این صفت گردید. قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد و قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد کاهش ۱۷ و ۳۳ درصدی قطر ساقه را نسبت به شاهد به دنبال داشت. در شرایط آبیاری معمول و قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد ژنوتیپ جولوس بیشترین میانگین قطر ساقه (۱۷/۹ و ۱۵/۱۸ میلی‌متر) را داشت، اما در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد ژنوتیپ جری با میانگین ۱۱/۲۶ میلی‌متر بیشترین میانگین قطر ساقه را به خود اختصاص داد.

تعداد شاخه در بوته

میانگین تعداد شاخه در بوته در سال اول و دوم به ترتیب ۵/۹ و ۶/۷ عدد به دست آمد و کشت در ۱۵ مهرماه منجر به افزایش ۴۴ درصدی آن نسبت به کشت اسفندماه گردید. قطع

ارتفاع بوته

ارتفاع بوته در سال دوم از افزایش ۶ درصدی نسبت به سال اول برخوردار بود و کاشت گیاه در ۱۵ مهرماه نسبت به کشت زمستانه نیز منجر به افزایش ارتفاع بوته تا ۱۴۴ سانتی‌متر گردید. قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد و قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد منجر به کاهش ۹ و ۱۷ درصدی ارتفاع بوته نسبت به شاهد گردید (جدول ۴). حسن‌زاده و همکاران (Hasanzadeh et al., 2006) در بررسی خود عکس‌العمل سه ژنوتیپ کلزای پاییزه به چهار رژیم آبیاری (قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد، قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی، قطع آبیاری از مرحله پر شدن دانه به بعد و تیمار آبیاری معمول (شاهد) را مورد مطالعه قرار دادند و مشاهده کردند که قطع آبیاری (تنش خشکی) موجب کاهش معنی‌دار صفات مورفولوژیک (ارتفاع بوته، تعداد شاخه فرعی و طول خورجین)، عملکرد دانه و اجزای عملکرد (تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار

تعداد خورجین

در این آزمایش، میانگین تعداد خورجین در بوته در سال اول و دوم به ترتیب ۱۰۵/۱ و ۱۲۶/۸ عدد به دست آمد، همچنین کاشت در مهرماه نسبت به کاشت زمستانه منجر به افزایش ۵۰ درصدی این صفت گردید. اعمال تنش خشکی از مرحله خورجین دهی به بعد و از مرحله گل‌دهی به بعد منجر به کاهش معنی‌دار یا این صفت نسبت به آبیاری معمولی گردید که این کاهش به ترتیب ۳۳ و ۵۸ درصد بود (جدول ۴). گزارش‌هایی مبنی بر تأثیر منفی تنش خشکی در مرحله خورجین دهی کلزا بر تعداد خورجین در بوته ارائه شده است (Din et al, 2011; Sinaki et al., 2007) به نظر می‌رسد که کمبود مواد فتوسنتزی در شرایط تنش، باعث عدم تأمین مواد فتوسنتزی به میزان کافی برای خورجین‌ها و در نتیجه ریزش آن‌ها و در نهایت کاهش تعداد خورجین می‌شود. در شرایط آبیاری معمول (شاهد) ژنوتیپ جولیبوس با میانگین ۱۹۰/۵۴ عدد خورجین، در شرایط قطع آبیاری از مرحله

آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد و قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد به ترتیب منجر به کاهش ۲۲ و ۴۴ درصدی تعداد شاخه در بوته نسبت به شاهد گردید که با نتایج به‌دست‌آمده از بررسی مشابه که در آن قطع آبیاری از مرحله گلدهی و خورجین دهی موجب کاهش تعداد شاخه فرعی در کلزا شده بود، مطابقت دارد (Hassan-Zade et al., 2006). قدرت تولید شاخ‌های فرعی در تولید و ساخت دانه، عامل مهمی در تثبیت میزان محصول به شمار می‌آید (Nielsen, 1997). وی در آزمایش خود کاهش تعداد شاخه فرعی در شرایط تنش خشکی در زمان پر شدن دانه در بوته را یکی از دلایل اصلی کاهش عملکرد دانه کلزا معرفی کرده است. در بین ارقام مورد مطالعه در این تحقیق، در شرایط آبیاری معمولی ژنوتیپ جولیبوس، در شرایط قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد ژنوتیپ هایولا ۴۸۱۵ و در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد ژنوتیپ جری بیشترین میانگین تعداد شاخه فرعی را نشان دادند (جدول ۴).

جدول ۳. تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه کلزا در پاسخ به تیمارهای آزمایشی

Table 3. Analysis of variance of studied traits of canola in response to experiment treatments

Source of variation	منابع تغییر	درجه آزادی	تعداد خورجین				
			ارتفاع بوته Plant height	قطر ساقه Stem diameter	تعداد شاخه فرعی در بوته Branch number per plant	تعداد خورجین در ساقه اصلی Pod number per main stem	تعداد خورجین در شاخه فرعی Pod number per branch
Year (Y)	سال	1	2737.78**	635.17**	37.25**	3316.63**	10416.67**
Error (a)	خطای اول	2	133.79	1.35	0.75	13.84	69.03
Planting season (PS)	فصل کاشت	1	104376.87**	1493.63**	324.87**	21400.46**	39956.80**
Y × PS	سال × فصل کاشت	1	89.45 ^{ns}	27.45**	1.45**	145.70**	382.40**
Irrigation (I)	آبیاری	2	9465.19**	583.74**	233.28**	36358.75**	49849.64**
Y × I	سال × آبیاری	2	104.16 ^{ns}	40.61**	2.55**	387.23**	416.05**
Y × PS × I	سال × فصل کاشت × آبیاری	2	7.73 ^{ns}	1.41 ^{ns}	0.10 ^{ns}	29.89 ^{ns}	11.61 ^{ns}
PS × I	فصل کاشت × آبیاری	2	336.58**	23.77**	9.48**	1626.97**	2282.03**
Error (b)	خطای دوم	10	191.02**	3.31**	1.45**	139.14**	59.80
Genotype (G)	ژنوتیپ	5	131.52*	10.27**	3.94**	584.22**	926.66**
Y × G	سال × ژنوتیپ	5	1.63 ^{ns}	0.80 ^{ns}	0.08 ^{ns}	3.69 ^{ns}	17.52 ^{ns}
PS × G	فصل کاشت × ژنوتیپ	5	1.28 ^{ns}	0.11 ^{ns}	0.08 ^{ns}	5.13 ^{ns}	6.70 ^{ns}
Y × PS × G	سال × فصل کاشت × ژنوتیپ	5	0.34 ^{ns}	0.01 ^{ns}	0.01 ^{ns}	6.46 ^{ns}	1.73 ^{ns}
I × G	آبیاری × ژنوتیپ	10	46.03 ^{ns}	6.53**	2.88**	352.89**	655.84**
Y × I × G	سال × آبیاری × ژنوتیپ	10	7.98 ^{ns}	0.72 ^{ns}	0.04 ^{ns}	7.73 ^{ns}	16.75 ^{ns}
PS × I × G	فصل کاشت × آبیاری × ژنوتیپ	10	1.30 ^{ns}	0.12 ^{ns}	0.04 ^{ns}	11.17 ^{ns}	9.16 ^{ns}
Y × PS × I × G	سال × فصل کاشت × آبیاری × ژنوتیپ	10	1.26 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.01 ^{ns}	4.28 ^{ns}	1.06 ^{ns}
Error (c)	خطای سوم	130	49.80	0.99	0.19	10.77	34.80

Table 3. Continued

		جدول ۳. ادامه					
منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی df	تعداد خورجین در بوته	طول خورجین اصلی	طول خورجین فرعی	طول خورجین	تعداد دانه در خورجین اصلی	
		Pod per plant	Main pod length	Branch pod length	Pod length	Seed number per mail pods	
Year (Y)	سال	1	25482.34**	69.70**	73.50**	72.34**	0.02 ns
Error (a)	خطای اول	2	28.05	0.42	0.47	0.25	0.83
Planting season (PS)	فصل کاشت	1	119798.85**	265.11**	208.07**	235.21**	2458.35**
Y × PS	سال × فصل کاشت	1	995.45**	2.69**	2.58**	2.67**	0.07 ns
Irrigation (I)	آبیاری	2	171116.78**	268.78**	267.77**	268.35**	2547.01**
Y × I	سال × آبیاری	2	1648.98**	3.54**	3.46**	3.57**	22.59**
Y × PS × I	سال × فصل کاشت × آبیاری	2	59.61 ns	0.18 ns	0.13 ns	0.11 ns	0.90 ns
PS × I	فصل کاشت × آبیاری	2	7815.81**	11.37**	10.39**	10.93**	103.98**
Error (b)	خطای دوم	10	233.90**	1.71**	0.61**	0.50**	9.31**
Genotype (G)	ژنوتیپ	5	2980.63**	4.15**	4.24**	4.23**	39.11**
Y × G	سال × ژنوتیپ	5	25.61 ns	0.04 ns	0.09 ns	0.05 ns	0.83 ns
PS × G	فصل کاشت × ژنوتیپ	5	21.49 ns	0.04 ns	0.04 ns	0.04 ns	0.23 ns
Y × PS × G	سال × فصل کاشت × ژنوتیپ	5	14.28 ns	0.002 ns	0.01 ns	0.001 ns	0.09 ns
I × G	آبیاری × ژنوتیپ	10	1970.35**	3.17**	2.92**	3.12**	27.86**
Y × I × G	سال × آبیاری × ژنوتیپ	10	39.91 ns	0.03 ns	0.03 ns	0.03 ns	0.50 ns
PS × I × G	فصل کاشت × آبیاری × ژنوتیپ	10	36.19 ns	0.07 ns	0.07 ns	0.07 ns	0.55 ns
Y × PS × I × G	سال × فصل کاشت × آبیاری × ژنوتیپ	10	4.83 ns	0.0003 ns	0.003 ns	0.0001 ns	0.05 ns
Error (c)	خطای سوم	130	45.58	0.25	0.18	0.10	1.90

Table 3. Continued

		جدول ۳. ادامه						
منابع تغییر Source of variation	درجه آزادی D.f	تعداد دانه در خورجین فرعی	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت 1000seed weight (g)	
		Seed number per pod	Seed number per branch pod	Harvest index (%)	Seed yield (kg/ha)	Biological yield(kg/ha)		
Year (Y)	سال	1	44.19**	10.49**	10.20**	74085662**	7609884**	27.59**
Error (a)	خطای اول	2	2.96	0.53	0.07	1573917*	73901	0.37
Planting season (PS)	فصل کاشت	1	1601.21**	2009.34**	70.13**	3406299978**	129420541**	535.31**
Y × PS	سال × فصل کاشت	1	1.95 ns	0.31 ns	0.35*	1425775*	157302*	0.36 ns
Irrigation (I)	آبیاری	2	2062.09**	2294.55**	46.33**	1003255221**	104134310**	540.56**
Y × I	سال × آبیاری	2	5.44*	6.07**	0.12	1588876*	674723**	24.96**
Y × PS × I	سال × فصل کاشت × آبیاری	2	0.21 ns	0.20 ns	0.002 ns	2037590*	609028**	20.28**
PS × I	فصل کاشت × آبیاری	2	81.95**	92.43**	2.02**	89287991**	6989735**	52.63**
Error (b)	خطای دوم	10	3.45**	2.41**	0.07	9252337**	67142	30.81**
Genotype (G)	ژنوتیپ	5	31.82**	35.01**	0.85**	23441916**	1867638**	5.66 ns
Y × G	سال × ژنوتیپ	5	0.15 ns	0.36 ns	0.001 ns	86352 ns	7057 ns	1.92 ns
PS × G	فصل کاشت × ژنوتیپ	5	0.24 ns	0.24 ns	0.01 ns	1271573**	1454807**	143.34**
Y × PS × G	سال × فصل کاشت × ژنوتیپ	5	0.03 ns	0.02 ns	0.001 ns	44131 ns	4542 ns	0.91 ns
I × G	آبیاری × ژنوتیپ	10	19.72**	23.58**	0.59**	15535788**	327361**	50.80**
Y × I × G	سال × آبیاری × ژنوتیپ	10	0.29 ns	0.21 ns	0.001 ns	213566 ns	28115 ns	1.31 ns
PS × I × G	فصل کاشت × آبیاری × ژنوتیپ	10	0.53 ns	0.56 ns	0.01 ns	2085985**	306414**	32.67**
Y × PS × I × G	سال × فصل کاشت × آبیاری × ژنوتیپ	10	0.01 ns	0.02 ns	0.001 ns	114964 ns	21704 ns	1.81 ns
Error (c)	خطای سوم	130	1.24	0.65	0.06	379030	40171	3.63

Ns, * and ** show no significant and significant at 5 and 1 % , respectively

بود (جدول ۴)، قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد و قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد نسبت شاهد منجر به کاهش طول خورجین شدند که این کاهش به ترتیب ۲۶ و ۵۳ درصد بود. علاوه بر این، ارقام مختلف هم در شرایط معمول آبیاری و هم در شرایط قطع آبیاری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان دادند، به طوری که در شرایط معمول آبیاری و قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد ژنوتیپ جولیبوس با میانگین طول خورجین برابر با ۸/۰۴ و ۶

خورجین دهی به بعد ژنوتیپ هایولا ۴۸۱۵ با میانگین ۱۱۹/۷ عدد خورجین و در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد ژنوتیپ جری با میانگین ۷۱/۵ عدد خورجین، بیشترین میانگین تعداد خورجین در بوته را داشتند.

طول خورجین

در سال دوم میانگین طول خورجین ۲۴ درصد بیشتر از سال اول به دست آمد و کشت در ۱۵ مهر با میانگین ۶/۳ سانتی‌متر از افزایش ۴۹ درصدی نسبت به کشت در ۱۵ اسفند برخوردار

جدول ۴. مقایسه اثر متقابل صفات مورد مطالعه کلزا در پاسخ به اثر تاریخ کاشت و آبیاری

Table 4. Mean comparisons for studied traits in responses to date culture and irrigation interaction

فصل کاشت Planting season	زمان قطع آبیاری Interruption of irrigation	تعداد خورجین در شاخه‌ها Pod number per branches	تعداد خورجین در ساقه اصلی Pod number in main stem	تعداد شاخه در بوته Branch number per plant	قطر ساقه (میلی‌متر) Stem diameter (mm)	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant Height (cm)	تعداد
							تعداد
۱۵ مهر 7 th October	شاهد	114.9 ^a	86.0 ^a	9.75 ^a	20.1 ^a	157 ^a	
	Control	79.0 ^b	55.7 ^b	7.61 ^b	16.5 ^b	143 ^b	
	از مرحله خورجین دهی به بعد From sliques stage	51.2 ^c	31.7 ^c	5.43 ^d	13.2 ^c	129 ^c	
۱۵ اسفند 6 th March	شاهد	76.1 ^b	56.6 ^b	6.59 ^c	13.7 ^c	109 ^d	
	Control	52.5 ^c	35.9 ^c	5.11 ^d	11.2 ^d	98 ^e	
	از مرحله خورجین دهی به بعد From sliques stage	34.9 ^d	21.3 ^d	3.72 ^e	9.1 ^e	90 ^f	
	از مرحله گل‌دهی به بعد From flowering stage						

Table 4. Continued

فصل کاشت Planting season	زمان قطع آبیاری Interruption of irrigation	تعداد خورجین در بوته Pod number per plant	طول خورجین اصلی (سانتی‌متر) Main pod length (cm)	طول خورجین فرعی (سانتی‌متر) Branch pod length (cm)	تعداد دانه در خورجین اصلی Seed number per main pod	طول خورجین
						طول خورجین (سانتی‌متر) Pod length (cm)
۱۵ مهر 7 th October	شاهد	200.9 ^a	9.11 ^a	8.21 ^a	27.60 ^a	8.65 ^a
	Control	134.7 ^b	6.75 ^b	5.97 ^b	20.97 ^b	6.36 ^b
	از مرحله خورجین دهی به بعد From sliques stage	82.9 ^c	4.45 ^c	3.59 ^d	13.33 ^d	4.01 ^d
۱۵ اسفند 6 th March	شاهد	132.7 ^b	6.11 ^b	5.53 ^c	18.64 ^c	5.81 ^c
	Control	88.2 ^c	4.52 ^c	3.93 ^d	13.89 ^d	4.23 ^d
	از مرحله خورجین دهی به بعد From sliques stage	56.3 ^d	3.04 ^d	2.43 ^e	9.13 ^e	2.73 ^e
	از مرحله گل‌دهی به بعد From flowering stage					

Table 4. Continued

جدول ۴. ادامه

فصل کاشت Planting season	زمان قطع آبیاری Interruption of irrigation	تعداد دانه در		عملکرد			شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)
		خارجین فرعی Seed number per branch pod	تعداد دانه در خارجین Seed number per pod	وزن هزار دانه (گرم) 1000seed weight (g)	بیولوژیکی (کیلو گرم در هکتار) Biological yield (kg/ha)	عملکرد دانه (کیلو گرم در هکتار) Seed yield (kg/ha)	
۱۵ مهر 7 th October	شاهد Control	22.74 ^a	25.17 ^a	4.57 ^a	20818 ^a	5076 ^a	24.50 ^b
	از مرحله خورجین دهی به بعد From sliques stage	16.64 ^b	18.80 ^b	3.41 ^b	15059 ^b	3602 ^b	23.91 ^b
	از مرحله گل‌دهی به بعد From flowering stage	9.92 ^e	11.63 ^d	2.64 ^d	11192 ^c	2092 ^d	19.34 ^c
۱۵ اسفند 6 th March	شاهد Control	15.32 ^c	16.98 ^c	3.08 ^c	10584 ^c	3065 ^c	28.91 ^a
	از مرحله خورجین دهی به بعد From sliques stage	10.91 ^d	12.39 ^d	2.30 ^e	7252 ^d	1809 ^e	25.12 ^b
	از مرحله گل‌دهی به بعد From flowering stage	6.74 ^f	7.94 ^e	1.82 ^f	5407 ^e	1253 ^f	23.18 ^b

میانگین‌های هر ستون با حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند

At each column, mean with similar alphabet show no significant differences

قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد ژنوتیپ جولوس با مقادیر ۲۲/۹ و ۱۷/۸ بیشترین میانگین تعداد دانه در خورجین را در هر دو شرایط آبیاری به خود اختصاص داد اما با قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد بیشترین میانگین (۱۱/۸ عدد) به ژنوتیپ هایولا ۴۸۱۵ اختصاص داشت.

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., 2008) اظهار داشتند که تعداد دانه در خورجین کلزا در اثر تنش خشکی کاهش می‌یابد.

وزن هزار دانه

میانگین وزن هزار دانه در سال اول و دوم به ترتیب ۲/۷ و ۳/۱۸ گرم بود. کاشت در ۱۵ مهر افزایش ۴۷ درصدی را نسبت به کاشت در ۱۵ اسفند به دنبال داشت. آبیاری معمول موجب تولید دانه‌های بزرگ‌تر و افزایش وزن هزار دانه شد. وزن هزار دانه کلزا تحت شرایط آبیاری معمول، قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد و قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد به ترتیب ۳/۸۲، ۲/۸۵ و ۲/۲۲ گرم بود. کاهش وزن هزار دانه در اثر تنش خشکی احتمالاً به دلیل کاهش

سانتی‌متر بیشترین میانگین را به خود اختصاص داد، اما در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد ژنوتیپ هایولا ۴۸۱۵ بود که با میانگین ۴/۰۷ بیشترین طول خورجین را به خود اختصاص داد (جدول ۴).

تعداد دانه در خورجین

در این آزمایش تعداد دانه در خورجین اصلی طی دو سال آزمایش اختلاف معنی‌داری نشان نداد، اما در مجموع با تعداد دانه در خورجین فرعی (خورجین‌های تشکیل شده روی شاخه‌ها) اختلاف آماری معنی‌داری در سطح یک درصد نشان دادند. میانگین تعداد دانه در خورجین در سال دوم بالاتر بود، تعداد دانه در خورجین (کل) در تاریخ کاشت ۱۵ مهر ۱۸/۵ عدد بود که افزایش ۴۹ درصدی نسبت به کاشت در ۱۵ اسفند نشان داد (جدول ۳). سطوح آبیاری نیز بر تعداد دانه در خورجین مؤثر بودند و تنش خشکی منجر به کاهش معنی‌دار میانگین این صفت گردید به نحوی که قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد و قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد به ترتیب منجر به کاهش ۲۶ و ۵۳ درصدی این صفت نسبت به آبیاری معمول گردیدند. میانگین تعداد دانه در خورجین متأثر از ژنوتیپ بود و ارقام در شرایط مختلف رطوبتی از میانگین متفاوتی برخوردار بودند، در شرایط آبیاری معمول و

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری با ژنوتیپ بر صفات مورد مطالعه

Table 5. Mean comparisons for studied traits in responses to irrigation and varieties interaction

Interruption of irrigation	ژنوتیپ Genotype	ارتفاع بوته	قطر ساقه	تعداد شاخه در	تعداد خورجین	تعداد خورجین
		(سانتی‌متر) Plant height (cm)	(میلی‌متر) Stem diameter (mm)	بوته Branch number per plant	در ساقه اصلی Pod number per main stem	در شاخه‌ها Pod number per branches
Control	شاهد RGS003	129.533 ^c	16.142 ^d	7.692 ^c	64.792 ^c	86.992 ^c
	Zafar	132.833 ^{abc}	17.025 ^{bc}	8.333 ^b	73.7 ^b	98.158 ^b
	Julius	137.658 ^a	17.992 ^a	8.892 ^a	81.342 ^a	109.192 ^a
	Jerry	129.05 ^c	16.075 ^d	7.6 ^c	63.442 ^c	85.308 ^c
	Zabol 10	135.858 ^{ab}	17.567 ^{ab}	8.683 ^{ab}	78.7 ^a	105.175 ^a
From sliques stage	از مرحله خورجین دهی به بعد RGS003	118.35 ^d	13.283 ^{gh}	6.008 ^g	41.542 ^{fg}	61.325 ^f
	Zafar	119.158 ^d	13.425 ^{gh}	6.133 ^{fg}	43.192 ^f	62.417 ^f
	Julius	122.842 ^d	15.183 ^e	7.025 ^d	52.667 ^d	75.067 ^d
	Jerry	119.2 ^d	12.958 ^{hi}	5.825 ^g	39.375 ^g	58.858 ^f
	Zabol 10	122.142 ^d	14.067 ^{fg}	6.483 ^{ef}	47.908 ^e	67.242 ^e
From flowering stage	از مرحله گل‌دهی به بعد RGS003	109.875 ^e	11.058 ^{kl}	4.492 ⁱ	25.633 ⁱ	41.8 ^h
	Zafar	107.525 ^e	10.183 ^m	3.875 ^j	20.708 ^j	34.442 ⁱ
	Julius	109.217 ^e	10.433 ^{lm}	4.05 ^j	22.292 ^j	36.792 ⁱ
	Jerry	108.633 ^e	11.267 ^{kl}	4.658 ⁱ	27.208 ⁱ	43.975 ^h
	Zabol 10	111.142 ^e	11.867 ^{jk}	5.042 ^h	30.717 ^h	49.275 ^g
	Hyola 4815	112.008 ^e	12.192 ^{ij}	5.308 ^h	32.567 ^h	51.783 ^g

Table 5. Continued

جدول ۵. ادامه

Interruption of irrigation	ژنوتیپ Genotype	تعداد خورجین	طول خورجین اصلی	طول خورجین فرعی	طول خورجین	تعداد دانه در خورجین اصلی
		در بوته Number pod per plant	(سانتی‌متر) Main pod length (cm)	(سانتی‌متر) Branch pod length (cm)	(سانتی‌متر) Pod length (cm)	Seed number per main pod
Control	شاهد RGS003	151.767 ^d	7.092 ^c	6.408 ^c	6.742 ^d	21.87 ^c
	Zafar	171.867 ^c	7.758 ^b	7.017 ^b	7.392 ^c	23.53 ^b
	Julius	190.542 ^a	8.492 ^a	7.6 ^a	8.042 ^a	25.17 ^a
	Jerry	148.758 ^d	6.975 ^c	6.3 ^c	6.625 ^d	21.58 ^c
	Zabol 10	183.858 ^b	8.117 ^{ab}	7.358 ^{ab}	7.742 ^b	24.51 ^{ab}
From sliques stage	از مرحله خورجین دهی به بعد RGS003	102.85 ^{gh}	5.275 ^g	4.583 ^f	4.942 ^{gh}	16.28 ^f
	Zafar	105.442 ^g	5.392 ^{fg}	4.683 ^f	5.033 ^g	16.61 ^f
	Julius	127.733 ^e	6.317 ^d	5.667 ^d	6 ^e	19.84 ^d
	Jerry	97.908 ^h	5.117 ^g	4.375 ^f	4.733 ^h	15.45 ^f
	Zabol 10	115.142 ^f	5.733 ^{ef}	5.075 ^e	5.408 ^f	17.77 ^e
From flowering stage	از مرحله گل‌دهی به بعد RGS003	119.742 ^f	5.975 ^{de}	5.325 ^{de}	5.65 ^f	18.64 ^e
	Zafar	67.425 ^j	3.675 ^j	2.892 ^h	3.283 ^j	10.89 ^h
	Julius	55.317 ^k	3.058 ^k	2.317 ⁱ	2.667 ^k	9.07 ⁱ
	Jerry	59.092 ^k	3.225 ^k	2.492 ⁱ	2.85 ^k	9.62 ⁱ
	Zabol 10	71.508 ^j	3.875 ^{ij}	3.117 ^h	3.5 ^j	11.56 ^h
	Hyola 4815	80.017 ⁱ	4.217 ^{hi}	3.525 ^g	3.858 ⁱ	12.77 ^g
	Hyola 4815	84.317 ⁱ	4.417 ^h	3.717 ^g	4.075 ⁱ	13.47 ^g

میانگین‌های هر ستون با حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند

At each column, mean with similar alphabet show no significant differences

Table 5. Continued

جدول ۵. ادامه

زمان قطع آبیاری Interruption of irrigation	ژنوتیپ Genotype	عملکرد			شاخص برداشت		
		تعداد دانه در خوردین فرعی Seed number per branch pod	تعداد دانه در خوردین Seed number per pod	وزن هزار دانه (گرم) 1000seed weight (gr)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed yield (kg/ha)	برداشت (درصد) Harvest index (%)	
Control	شاهد RGS003	17.89 ^c	19.89 ^c	3.55 ^c	14715.3 ^d	3773.5 ^d	26.59 ^{ab}
	Zafar	19.46 ^b	21.49 ^b	3.92 ^b	15895.7 ^b	4046.8 ^c	25.77 ^{bcd}
	Julius	20.64 ^a	22.90 ^a	4.23 ^a	17155.6 ^a	4571.4 ^a	27.63 ^a
	Jerry	17.68 ^c	19.63 ^c	3.50 ^c	14519.0 ^d	3690.2 ^d	26.23 ^{abc}
	Zabol 10	20.33	22.41 ^a	4.12 ^a	16673.8 ^a	4319.1 ^b	26.31 ^{abc}
از مرحله خوردین دهی به بعد	Hyola 4815	18.19 ^c	20.12 ^c	3.60 ^c	15247.8 ^c	4020.3 ^c	27.72 ^a
	RGS003	12.67 ^{fg}	14.47 ^g	2.71 ^{fg}	10291.8 ^g	2472.4 ^g	24.77 ^{cd}
	Zafar	13.03 ^f	14.80 ^g	2.74 ^{fg}	10499.2 ^g	2529.3 ^g	22.97 ^{ef}
	Julius	15.83 ^d	17.83 ^d	3.16 ^d	12696.8 ^e	2781.2 ^f	20.86 ^g
	Jerry	11.92 ^g	13.69 ^h	2.63 ^{gh}	10078.9 ^{gh}	2480.8 ^g	25.62 ^{bcd}
From sliques stage	Zabol 10	14.33 ^e	16.04 ^f	2.89 ^{ef}	11456.6 ^f	3066.2 ^e	27.19 ^{ab}
	Hyola 4815	14.84 ^e	16.73 ^e	2.99 ^{de}	11912.3 ^f	2904.0 ^f	25.68 ^{bcd}
	RGS003	8.05 ⁱ	9.48 ^j	2.21 ^{jk}	8016.9 ^j	1534.5 ^j	20.09 ^g
	Zafar	6.48 ^j	7.78 ^k	1.98 ^l	6320.4 ^l	1418.5 ^j	22.46 ^f
	Julius	7.02 ^j	8.32 ^k	2.07 ^{kl}	6944.5 ^k	1746.3 ⁱ	24.38
از مرحله گل دهی به بعد	Jerry	8.59 ⁱ	10.08 ^j	2.28 ^{ij}	8574.2 ⁱ	1571.8 ^j	19.90 ^g
	Zabol 10	9.66 ^h	11.22 ⁱ	2.38 ^{ij}	9675.8 ^h	1836.8 ^{hi}	20.50 ^g
	Hyola 4815	10.18 ^h	11.83 ⁱ	2.45 ^{hi}	10264.9 ^g	1927.7 ^h	20.25 ^g

میانگین‌های هر ستون با حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند

At each column, mean with similar alphabet show no significant differences

صفت به ترتیب ۱۱۱۳۳/۲ و ۱۲۳۰۴/۵ کیلوگرم در هکتار به دست آمد و کاشت در مهرماه باعث افزایش دو برابری این صفت نسبت به کاشت در اسفندماه گردید. با اعمال تیمارهای قطع آبیاری از مرحله خوردین دهی به بعد و قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد به ترتیب کاهش ۲۸ و ۴۷ درصدی در عملکرد بیولوژیک نسبت به شاهد مشاهده شد، این صفت متأثر از ژنوتیپ نیز بود و اثر متقابل ژنوتیپ با آبیاری نیز معنی‌دار بود به نحوی که بیشترین عملکرد بیولوژیک به ژنوتیپ جولیس در شرایط آبیاری معمول به میزان ۱۱۷۱۵ کیلوگرم در هکتار و کمترین میانگین به ژنوتیپ ظفر در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد به میزان ۶۳۲۰ کیلوگرم در هکتار اختصاص داشت.

عملکرد دانه

عملکرد دانه در سال دوم ۱۴ درصد بیشتر از سال اول به دست آمد و کشت در ۱۵ مهرماه با عملکرد ۳۵۹۰ کیلوگرم در هکتار از افزایش ۷۵ درصدی نسبت به کشت در ۱۵ اسفند

جذب آب و املاح توسط گیاه و به دنبال آن کاهش ساخت و انتقال آسمیلات‌ها به دانه‌ها بوده است که در این شرایط گیاه حتی با انتقال مجدد ذخایر اندوخته شده خود نیز نتوانسته کاهش آسمیلات ناشی از تنش را جبران نماید و این وضعیت منجر به کاهش وزن دانه‌ها گردید (Daneshmand et al., 2006).

در بررسی اثر متقابل تنش خشکی با ژنوتیپ مشخص شد که بیشترین میانگین وزن هزار دانه (۴/۲۳ گرم) به ژنوتیپ جولیبوس در شرایط آبیاری معمول و کمترین میانگین (۱/۹۸ گرم) به ژنوتیپ ظفر در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد تعلق داشت. در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد بیشترین میانگین به ژنوتیپ هایولا ۴۸۱۵ به میزان ۲/۴۵ گرم اختصاص داشت.

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک در سطح ۱ درصد تحت تأثیر سطوح عامل اصلی قرار گرفت (جدول ۲ در سال اول و دوم میانگین این

شاخص برداشت

شاخص برداشت معیاری از کارایی تخصیص مواد فتوسنتزی تولیدشده در گیاه به دانه است. میانگین این شاخص در سال اول ۲۳/۸ درصد و در سال دوم ۲۴/۵ درصد بود، همچنین میانگین این صفت در تاریخ‌های کشت مهرماه و اسفند به ترتیب ۲۲/۵ و ۲۵/۷ درصد به دست آمد (جدول ۲). در این بررسی شاخص برداشت به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح آبیاری قرار گرفت، به‌طوری‌که تنش خشکی در هر دو سطح باعث کاهش میزان شاخص برداشت شد، میزان این شاخص در شرایط آبیاری معمول، قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد و قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد به ترتیب ۲۶/۷، ۲۴/۵ و ۲۱/۲ درصد بود، در شرایط شاهد دو ژنوتیپ جولپوس و هایولا ۴۸۱۵ بالاترین شاخص برداشت را نشان دادند و با قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد، ژنوتیپ جولپوس بالاترین شاخص برداشت را بین ارقام مورد مطالعه نشان داد (جدول ۵). مدافع بهزادی (Modafe Behzadi et al., 2015) نیز نتایج مشابهی در رابطه با تأثیر تاریخ کاشت بر عملکرد گزارش نمودند.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، کشت پاییزه از راندمان بالاتری نسبت به کشت زمستانه برخوردار بود، از این‌رو باید جهت حصول عملکرد بالاتر سعی در کاشت این گیاه تا حد امکان در پاییز گردد، وقوع تنش در دوره کاشت این گیاه، منجر به کاهش چشمگیر و معنی‌دار عملکرد گردید و مشخص گردید با افزایش دوره تنش، کاهش عملکرد نیز افزایش می‌یابد فلذا با انتخاب تاریخ کاشت می‌توان دوره مواجهه گیاه با تنش را کاهش داد و از وقوع تنش‌های آخر فصل ممانعت به عمل آورده یا حتی‌الامکان وقوع آن را از مرحله گلدهی به مرحله خورجین دهی به تعویق انداخت. از آن‌جاکه انتخاب رقم مناسب می‌تواند در مقابله با تنش خشکی مؤثر واقع شود، نتایج این تحقیق مشخص کرد که در صورت تأخیر در کاشت و مواجه‌شدن با تنش خشکی آخر فصل، ژنوتیپ‌های جولپوس و زابل ۱۰ بهترین گزینه برای کاشت می‌باشند.

برخوردار بود (جدول ۴). در این پژوهش مشخص شد که بیشترین عملکرد دانه (۴۰۷۰ کیلوگرم در هکتار) در نتیجه آبیاری معمول حاصل شد و قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد و قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد به ترتیب منجر به کاهش ۳۳ و ۵۸ درصدی عملکرد دانه گردیدند (جدول ۳). قلیپور و همکاران (Gholipour 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 ناشی از کاهش تعداد و اندازه خورجین‌ها است. دادپور و خودشناس (Dadivar and Khodshenas, 2006) کاهش عملکرد دانه در شرایط تنش رطوبتی را متأثر از کاهش اجزای عملکرد از جمله تعداد خورجین و تعداد دانه در خورجین دانسته‌اند. در بین ارقام مورد بررسی نیز از لحاظ عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری وجود داشت. از طرفی در شرایط آبیاری مختلف، عملکرد دانه متفاوت بود به‌طوری‌که در شرایط آبیاری معمول، ژنوتیپ جولپوس بیشترین میانگین (۴۵۷۱ کیلوگرم در هکتار) را داشت، اما در شرایط قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد بیشترین میانگین (۳۰۶۶/۱ کیلوگرم در هکتار) به ژنوتیپ زابل ۱۰ اختصاص داشت و در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد ژنوتیپ هایولا ۴۸۱۵ بیشترین میانگین (۱۹۲۷/۶ کیلوگرم در هکتار) را به خود اختصاص داد (جدول ۳). در کشت پاییزه با شرایط آبیاری نرمال، ارقام جولپوس و زابل ۱۰ با عملکرد دانه ۵۵۹۲ و ۵۵۳۶ کیلوگرم در هکتار و در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد ژنوتیپ جولپوس با عملکرد ۲۵۱۱ کیلوگرم در هکتار و همچنین در شرایط قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد ارقام جولپوس و زابل ۱۰ با ۴۱۲۴ و ۳۹۵۹ کیلوگرم در هکتار بیشترین میانگین را نشان دادند. در کشت زمستانه با شرایط آبیاری معمول، ارقام جولپوس و هایولا ۴۸۱۵ با عملکرد ۳۵۵۱ و ۳۳۰۷ کیلوگرم در هکتار و ارقام هایولا ۴۸۱۵ و زابل ۱۰ در شرایط قطع آبیاری از مرحله گل‌دهی به بعد با عملکرد ۱۵۹۵ و ۱۵۴۲ کیلوگرم در هکتار و در شرایط قطع آبیاری از مرحله خورجین دهی به بعد با ۲۳۰۸ و ۲۱۷۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین میانگین را نشان دادند (جدول ۴).

منابع

- Daneshmand, A., Shirani Rad, A., Ardakani, M., 2007. Dehydration stress on tolerance of spring rapeseed genotypes. *Journal of Agricultural Research*. 1(1), 48-60 [In Persian with English summary].
- Delkhosh, B., Shirani Rad, A., Noormohamadi, G., Darvishi, B., 2006. Study of the effects of drought stress on yield and some agronomic and physiological traits in rapeseed. *Journal of Agricultural Sciences*. 11(2), 165-176
- Din, J., Khan, S.U., Ali, I., Gurmani, A.R., 2011. Physiological and agronomic response of canola varieties to drought stress. *Journal of Animal and Plant Science*. 21(1), 78-82.
- Gholipour, O., Latifi, Ghasemi H., Moghaddam, M., 2005 Comparison of growth and yield of canola cultivars under rainy conditions. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*. 11(1), 5-13.
- Hasanzadeh, M., Naderi, M., Shirani Rad, A., 2006. Effect of drought stress on yield and yield components of autumn canola varieties in Isfahan region. *Agricultural Research*. 2(2), 51-62. [In Persian with English summary].
- Hasanzadeh, R., Majnoon Hosseini, N., Nezami, A., Rezvani, P., 2015. Impact of irrigation and application of high and low fertilizer on morpho-physiological traits of the summer one-year boundary. *Iranian Journal of Crop Sciences*. 64(2), 286-277. [In Persian with English summary].
- Jahan, M., Kamayestani, N., Ranjbar, F., 2013. The feasibility of using super absorbent moisture to reduce drought stress in corn in a low-input farming system under Mashhad conditions. *Journal of Agricultural Ecology*. 5(3), 281-272. [In Persian with English summary].
- Ma, Q., Niknam, S.R., Turner, D.W., 2006. Responses of osmotic adjustment and seed yield of *Brassica napus* and *B. juncea* to soil water deficit at different growth stages. *Australian Journal of Agricultural Research*. 57(2), 221-226.
- Mendham, N.G., Russel, M.J., Buzza, G.C., 1984. The contribution of seed survival to yield in new Australian cultivars of oilseed rape. *Journal of Agricultural Science Cambridge*. 85, 103-110.
- Mostofi Khusheh Mehr, S., 2008. Review of the market for oilseeds and its products. Institute for Agricultural Planning and Economics Research, Ministry of Jihad-e-Agriculture. 50p [In Persian].
- Razavi, R., Amami, A., Hemayanifar, M., Aashoori, Sh., Razavi, N., Vatankhah, H., 2013. The effect of irrigation management in canola growth stages in adaptation to climate change and reducing water consumption. Secondary Conference on Climate Change and its Impact on Agriculture and the Environment. Orumieh-Summer 2013. 3513-3519. [In Persian].
- Shirani Rad, A., 2012. Evaluation of the response of the hopeless lines of canola to the final dry season. Final report, Seed and Plant Improvement Research Institute. (In Persian)
- Sinaki, J.M., Majidi Heravan, E. Shirani Rad, A.H. Noormohamadi, G., Zarei, G., 2007. The effects of water deficit during growth stages of canola (*B. napus* L.). *American- Eurasian Journal of Agricultural, Environment Science*. 2(4), 417-422.
- Turhan, H., Baser, I., 2004. In vitro and in vivo water stress in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Helia*. 27, 227-236.