Archive of SID

مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۲۶، شماره ۲، سال ۱۳۸۹

عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های سه گونه براسیکا (*Brassica napus* L., *B. rapa* L., *B. juncea* L.): اثر بارندگی و خارج قسمت فتوترمال در شرایط دیم گنبد

Seed Yield in Three Species of *Brassica* (*Brassica napus* L., *B. rapa* L., *B. junceae* L.): Effect of Rainfall and Photothermal Quotient in Rainfed Conditions of Gonbad

ابوالفضل فرجی

استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۵/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۶/۲۵

چکیده

فرجی، ا. ۱۳۸۹. عملکرد دانه در ژنوتیپ های سه گونه براسیکا (***Brassica napus* L., *B. rapa* L., *B. junceae* L.**): اثر بارندگی و خارج قسمت فتوترمال در شرایط دیم گنبد. **مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۲۶ (۲):** ۱۲۱ - ۱۰۹.

با توجه به افزایش تنش خشکی و گرمای انتهای فصل رشد در منطقه گنبد، بررسی و انتخاب ژنوتیپ های برتر از گونه های مختلف جنس براسیکا مورد توجه بیشتری قرار گرفته است. بدین منظور آزمایشی مزرعه ای طی سه سال زراعی ۸۵-۱۳۸۲ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد اجرا شد. بیست ژنوتیپ از گونه های مختلف جنس براسیکا (شامل کلزای تیپ زمستانه، کلزای تیپ بهاره، شلغم روغنی و خردل زراعی) در تاریخ کاشت مناسب منطقه کشت شدند. تجزیه واریانس مرکب نشان داد که میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ های بهاره کلزا به طور قابل توجهی بیشتر از گونه‌های دیگر بود. میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های زمستانه کلزا، بهاره کلزا، شلغم روغنی و خردل زراعی به ترتیب ۱۳۸۱، ۲۱۹۱، ۱۷۸۰ و ۱۹۱۵ کیلوگرم در هکتار بود. بخش بزرگی از تغییرات عملکرد دانه به عوامل محیطی مانند بارندگی و اثر متقابل دما × تابش (خارج قسمت فتوترمال) بستگی داشت. بین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های کلزای بهاره و شلغم روغنی با بارندگی طی فصل رشد رابطه مثبت خطی وجود داشت. نرخ افزایش عملکرد دانه به ازای هر یک دهم واحد افزایش خارج قسمت فتوترمال در ژنوتیپ‌های زمستانه کلزا، خردل زراعی، بهاره کلزا و شلغم روغنی طی دوره گلدهی به ترتیب ۵۸۲، ۵۷۴، ۳۳۶ و ۳۰۳ کیلوگرم در هکتار و طی دوره بین پایان گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیک به ترتیب ۷۴۹، ۷۳۲، ۶۵۸ و ۲۴۰ کیلوگرم در هکتار بود. با توجه به دیررس‌تر بودن ژنوتیپ‌های زمستانه کلزا و خردل زراعی نسبت به دو ژنوتیپ دیگر و مصادف شدن مراحل زایشی آنها با دماهای بالاتر، واکنش عملکرد دانه به افزایش خارج قسمت فتوترمال در این ژنوتیپ‌ها نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر بیشتر بود. برتری عملکرد دانه ژنوتیپ‌های بهاره کلزا نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر تائید سازگاری این ژنوتیپ‌ها به شرایط محیطی منطقه بود.

واژه‌های کلیدی: براسیکا، بارندگی، دما، تابش و عملکرد دانه.

آدرس پست الکترونیکی نگارنده مسئول: abolfazlfaraji@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

مطالعه و بررسی سازگاری گیاهان زراعی نسبت به شرایط محیطی مختلف، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و با توجه به وجود اثر متقابل ژنوتیپ × محیط، نیاز مبرمی به تولید ارقام مناسب و سازگار به شرایط محیطی مختلف وجود دارد (Lin and Binns, 1991). عملکرد دانه کلزا به پتانسیل عملکرد رقم، شرایط آب و هوایی، نوع خاک و مدیریت زراعت بستگی داشته و عوامل ژنتیکی و زراعی تعیین‌کننده رشد و نمو گیاه و در نتیجه عملکرد دانه هستند. مشاهده شده است که ارقام مختلف واکنش متفاوتی نسبت به عوامل زراعی (Richards, 1978) و شرایط آب و هوایی (Christmas, 1996) دارند. سان و همکاران (Sun *et al*., 1991) گزارش کردند که ارقام مختلف مانند گونه‌های مختلف به شرایط اقلیمی معین سازگار هستند. در انتخاب رقم باید به گونه، نوع و سازگاری آن، کیفیت بذر، ویژگی‌های خاک، شرایط آب و هوایی، عملکرد دانه، زودرسی، مقاومت به ریزش و خوابیدگی، بیماری‌ها و سایر خصوصیات زراعی توجه کرد. مازون چینی و همکاران (Mazzoncini *et al*., 1993) در آزمایشی به مدت سه سال در ایتالیا یک لاین از گونه *B. carinata* را با دو رقم از گونه *B. napus* مقایسه کردند و مشاهده کردند که عملکرد دانه *B. carinata* بالاتر و پایداری عملکرد دانه بیشتری نسبت به گونه *B. napus* داشت که مربوط به تحمل بیشتر آن به تنش‌های غیر زنده بود. وودز و همکاران (Woods *et al*., 1991) نتیجه گرفتند که خردل زراعی (*B. juncea*) دارای تحمل به گرمای بیشتری نسبت به کلزا بود و پیشنهاد کردند که درصورت وجود ارقام مناسب خردل زراعی که دارای کیفیت روغن مطلوبی باشند، این گونه می‌تواند برای نواحی گرم و خشک کانادای غربی به عنوان یک دانه روغنی مناسب کشت شود. از طرفی کلزا گیاهی سازگار با نواحی خنک بوده و شرایط محیطی طی دوره گلدهی و پر شدن دانه تاثیر زیادی بر اجزای عملکرد و عملکرد دانه دارد (Angadi *et al*., 1999). دمای بالا سرعت نمو گیاه را تسریع نموده، طول دوره رشد را کم می‌کند و سبب کاهش پتانسیل عملکرد دانه می‌شود (Entz and Flower, 1991). در برخی از مطالعات در گونه‌های گیاهی مختلف، برای نشان دادن اثر توام دما و تابش بر صفات مختلف از خارج قسمت فتوترمال (Photothermal Quotient) =PHQ استفاده شده و رابطه آن با صفات مختلف مانند تعداد دانه در واحد سطح و عملکرد دانه ترسیم شده است (Cantagallo *et al*., 1997; Fischer, 1985; Chimenti and Hall 2001).

تنش خشکی و گرمای انتهای فصل رشد در منطقه گنبد متداول می باشد و علاوه بر کاهش

www.SID.ir

Archive of SID

عملکرد دانه، باعث ایجاد مشکلاتی در توسعه کشت کلزا شده است. بدین منظور انجام طرح‌های تحقیقاتی مناسب جهت گزینش ژنوتیپ‌های برتر از گونه های دیگر جنس براسیکا مورد توجه بیشتری قرار گرفته است. بنابراین این پژوهش به مدت سه سال جهت بررسی واکنش عملکرد ژنوتیپ‌های تیپ زمستانه و بهاره کلزا، خردل زراعی و شلغم روغنی به عوامل اقلیمی مانند بارندگی، دما و تابش در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش طی سه سال زراعی ۸۵-۱۳۸۲ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد واقع در پنج کیلومتری شرق گنبد اجرا شد. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۴۵ متر و بر اساس تقسیم‌بندی آب و هوایی کوپن دارای اقلیم مدیترانه‌ای گرم و نیمه خشک است و مختصات جغرافیایی آن به ترتیب ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه عرض شمالی است. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و با سه تکرار اجرا شد. بافت خاک محل انجام آزمایش سیلتی لوم، اسیدیته ۸/۱، شوری ۰/۷۳ دسی‌زیمنس بر متر، مواد خنثی شونده و کربن آلی به ترتیب ۲۰ و ۱/۴۶ درصد بود. بیست ژنوتیپ از سه گونه مختلف جنس براسیکا (پنج ژنوتیپ کلزای تیپ زمستانه شامل Elite, Digger, Adder, Milena, Gerinimo، پنج ژنوتیپ کلزای تیپ بهاره شامل Comet, Amica, Magent, Alexandra, Foseto، پنج ژنوتیپ شلغم روغنی شامل Parkland, Candel, Tobin, Rainbow, Goldrush و پنج ژنوتیپ خردل زراعی شامل Bard-1, Landrace, Lethbridge, BP-10, J-98-102/51-5) در تاریخ ۱۶ آبان در سال اول، ۲۶ آبان در سال دوم و ۲۳ آذر در سال سوم کشت شدند. اطلاعات آب و هوایی ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد طی دوره آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است.

بر اساس نتایج حاصل از آزمون خاک، مقادیر کودهای فسفر و پتاس به مقدار ۵۰ کیلوگرم در هکتار اکسید فسفر و اکسید پتاس (به‌ترتیب از منابع کودی سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم) قبل از کاشت به زمین داده شد. مقدار کود نیتروژن لازم به مقدار ۶۰ کیلوگرم در هکتار نیتروژن خالص (از منبع اوره)، به صورت یک‌سوم قبل از کاشت، یک‌سوم در مرحله شروع ساقه دهی و یک‌سوم در مرحله شروع گلدهی مصرف شد. در هر سه سال، عملیات کشت پس از وقوع بارندگی کافی جهت سبز شدن انجام شد و در طول دوره رشد هیچ‌گونه آبیاری انجام نشد. برای اطمینان از دستیابی به تراکم بوته مورد نظر (۱۰۰ بوته در متر مربع و با الگوی کاشت ۵×۲۰ سانتی‌متر) (Faraji, 2003; Faraji and Soltani, 2007)، در موقع کاشت بیش از میزان لازم بذر مصرف کرده و بعد از استقرار بوته‌ها، در موقع تنک

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- آمار هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی گنبد در فصول زراعی ۸۵-۱۳۸۲

Table 1. Metereological data for Gonbad Agricultural Research Station in 2003-06 cropping seasons

Month	ماه	بارندگی Rainfall (mm)			میانگین دمای حداکثر Mean max. temp. (^{0}C)			میانگین دمای حداقل Mean min. temp. (^{0}C)			تعداد ساعات آفتابی Sunny hours		
		2003-04	2004-05	2005-06	2003-04	2004-05	2005-06	2003-04	2004-05	2005-06	2003-04	2004-05	2005-06
Oct.-Nov.	آبان	65.8	64.0	120.2	23.9	28.6	21.2	11.7	6.4	9.2	167	175	179
Nov.-Dec.	آذر	51.8	87.0	22.0	17.0	15	18.7	7.2	4.7	7.1	139	155	147
Dec.-Jan.	دی	16.0	68.7	59.9	15.1	12.4	11.2	5.1	3.3	1.3	125	146	162
Jan.-Feb.	بهمن	69.8	37.3	55.4	17.4	10.6	13.9	5.5	2.3	3.3	170	131	135
Feb.- March	اسفند	71.1	56.9	15.6	16.7	18.4	19.2	6.7	7.1	5.6	101	165	191
March- April	فروردین	101.2	46.1	48.9	21.6	19.9	21.4	7.3	7.5	9.8	223	189	168
April-May	اردیبهشت	38.8	61.5	33.5	26.1	26.2	25.8	14.1	15.1	14.7	201	204	152
May-June	خرداد	9.5	19.5	6.9	31.1	34.1	36.3	18.0	19.1	19.0	259	284	314

www.SID.ir

Archive of SID

کردن (مرحله دو تا چهار برگی)، فاصله بوته‌ها در هر ردیف تنظیم شد تا تراکم مورد نظر تامین شود. هر کرت شامل چهار خط کاشت به طول پنج متر بود. جهت حذف اثر حاشیه در دو طرف تکرارها چهار خط کاشت (از یکی از ژنوتیپ ها) انجام شد، ولی بین کرت‌ها فضای نکاشت قرار داده نشد. فاصله بین تکرارها سه متر در نظر گرفته شد.

تعداد روز تا مراحل فنولوژیکی سبز شدن، شروع و پایان گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیکی بر اساس تعداد روز تا زمانی که ۵۰ درصد از گیاهان هر کرت به آن مرحله برسند، محاسبه شد (Harper and Berkenkamp, 1975; Zavareh and Emam, 2000). برای تعیین عملکرد دانه، برداشت محصول از چهار خط کاشت و با رعایت ۲۵ سانتی‌متر حاشیه از بالا و پایین هر کرت انجام و عملکرد دانه با رطوبت ۸ درصد محاسبه شد. مقدار تابش رسیده به بالای سطح زمین از طریق رابطه $S/S_o= a+b(n/N)$ محاسبه شد (Koocheki and Banayan, 1996; Koocheki and Khajeh Hosseini, 2008)، که در آن S مقدار تابش خورشیدی در سطح زمین، S_o مقدار تابش خورشیدی در حد فاصل زمین تا خورشید، n تعداد ساعات آفتابی، N طول روز به ساعت و a و b ضرایب آنگستروم هستند. خارج قسمت فتوترمال از تقسیم میانگین تابش خورشیدی رسیده به سطح زمین بر میانگین دمای هوا (بالاتر از صفر درجه سانتی گراد) طی دوره‌های مورد نظر محاسبه شد (Adamsen and Coffelt, 2005; Poggio *et al.*, 2005). روابط رگرسیونی بین مقدار بارندگی طی فصل رشد و خارج قسمت فتوترمال با عملکرد دانه با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (SAS, 1996) و برنامه Excel رسم شد و تنها روابط رگرسیونی که معنی‌دار بودند مورد استفاده قرار گرفتند. در پایان داده‌های به‌دست آمده توسط نرم‌افزار آماری SAS (SAS, 1996) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب داده‌های سه ساله آزمایش نشان داد که اثر سال، ژنوتیپ و اثر متقابل سال × ژنوتیپ بر عملکرد دانه در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). ژنوتیپ جی۱۰۲-۹۸ از گونه خردل زراعی با ۲۴۸۴ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد (جدول ۳). دومین ژنوتیپ از نظر عملکرد دانه، آلکساندرا از تیپ بهاره گونه کلزا بود که میانگین عملکرد دانه آن طی سه سال انجام آزمایش معادل ۲۳۲۶ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳). به طور کلی برای گونه های مختلف جنس براسیکا، میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ های بهاره کلزا به طور قابل توجهی بیشتر از ژنوتیپ‌های گونه زمستانه کلزا و همچنین ژنوتیپ های گونه های خردل زراعی و شلغم روغنی بود (جدول ۳). میانگین سه ساله عملکرد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- خلاصه تجزیه واریانس مرکب برای خصوصیات فنولوژیکی و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های براسیکا.

Table 2. Summary of combined analysis of variance for phenological characteristics and seed yield, in genotypes of *Brassica*

S.O.V.	منابع تغییر	درجه آزادی df.	روز تا شروع گلدهی Days to flowering	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiological maturity	عملکرد دانه Seed yield
Year (Y)	سال	2	300.4 **	18898 **	4279261**
R/Y	سال/تکرار	6	0.01	2.15	404768
Genotype (G)	ژنوتیپ	19	88.1 **	619.8 **	1258414**
G × Y	سال × ژنوتیپ	38	8.09 **	25.5 **	560955**
Error	اشتباه	114	0.21	0.665	153359

**: معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

**: Significant at the 1% level of probability.

دانه ژنوتیپ های زمستانه کلزا، بهاره کلزا، شلغم روغنی و خردل زراعی به ترتیب ۱۳۸۱، ۲۱۹۱، ۱۷۸۰ و ۱۹۱۵ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳).

منطقه گنبد، مانند سایر مناطق دارای اقلیم مدیترانه ای گرم و نیمه خشک همراه با تنش خشکی و گرمای انتهای فصل رشد، دارای زمستان های خنک و نسبتاً ملایم می باشد و قسمت اعظم نزولات جوی در طی ماه های آبان تا اواسط اردیبهشت نازل می شود (جدول ۱). در چنین شرایط اقلیمی، ژنوتیپ‌های مورد نظر بایستی چرخه زندگی خود را طی این مدت کامل کنند و به خصوص دوره گلدهی و پر شدن دانه آنها با خشکی و گرمای انتهای فصل رشد مصادف نشود. به عبارت دیگر ژنوتیپ‌های مناسب برای منطقه گنبد علاوه بر داشتن پتانسیل عملکرد مطلوب بایستی زودرسی مناسبی نیز داشته باشند تا مراحل حساس زایشی آنها با تنش خشکی و گرمای ماه‌های اردیبهشت و خرداد مصادف نشود. در این آزمایش، میانگین تعداد روز از سبز شدن تا شروع گلدهی در ژنوتیپ های زمستانه کلزا، بهاره کلزا، شلغم روغنی و خردل زراعی به ترتیب ۱۱۸/۴، ۱۰۰، ۸۸/۵ و ۱۰۰ روز بود (جدول ۳). میانگین تعداد روز از سبز شدن تا رسیدگی فیزیولوژیک در ژنوتیپ های زمستانه کلزا، بهاره کلزا، شلغم روغنی و خردل زراعی نیز به ترتیب ۱۷۲/۱، ۱۵۹/۷، ۱۵۱/۲ و ۱۶۳/۴ روز بود (جدول ۳). ذکر این نکته ضروری است که اگرچه در این مطالعه، بین گونه های مختلف جنس براسیکا، ژنوتیپ های گونه شلغم روغنی زودرس ترین ژنوتیپ ها بودند، ولی به دلیل عملکرد نسبتاً پایین جهت کشت در منطقه قابل

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- میانگین سه ساله خصوصیات فنولوژیکی و عملکرد دانه ژنوتیپ‌های براسیکا

Table 3- Means of phenological characteristics and seed yield in genotypes of *Brassica*

گونه Species	Genotype	ژنوتیپ	روز تا شروع گلدهی Days to flowering	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiological maturity	عملکرد دانه Seed yield (kg ha^{-1})
B. napus (Winter type)	Elite	الایت	117.2e	172.4 a	1383de
B. napus (Winter type)	Digger	دایگر	117.3d	172.0 a	1520b-e
B. napus (Winter type)	Adder	آدر	117.2e	172.1a	1456cde
B. napus (Winter type)	Milena	میلنا	121.0a	172.1a	1204e
B. napus (Winter type)	Gerinimo	جرینیمو	119.3c	171.8a	1342de
B. napus (Spring type)	Comet	کامت	100.4j	159.9de	2290abc
B. *napus* (Spring type)	Amica	آمیکا	101.9h	160.4de	2174a-d
B. napus (Spring type)	Magent	مگنت	101.7i	161.0cde	1986a-e
B. napus (Spring type)	Alexanda	الکساندرا	102.8g	161.7cd	2326ab
B. napus (Spring type)	Foseto	فوستو	93.4k	155.7ef	2177a-d
B. rapa	Parkland	پارکلند	89.1n	150.9fg	1842a-e
B. rapa	Candel	کندل	86.6p	149.2g	1707a-e
B. rapa	Tobin	تابین	85.2q	148.8g	1813a-e
B. rapa	Rainbow	رینبو	93.0l	156.3de	1850a-e
B. rapa	Goldrush	گولدراش	88.8o	150.6g	1690a-e
B. junceae	Bard-1	بارد ۱	90.1m	158.2de	2169a-d
B. junceae	Landrace	لندریس	120.0b	169.0ab	1299e
B. junceae	Lethbridge	لسبریج	115.8f	167.1ab	1890a-e
B. junceae	BP-10	بی پی ۱۰	89.1n	165.8bc	1732a-e
B. junceae	J-98-102	جی۱۰۲-۹۸	85.2q	156.9de	2484a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the %5 level, using Least Significant Difference.

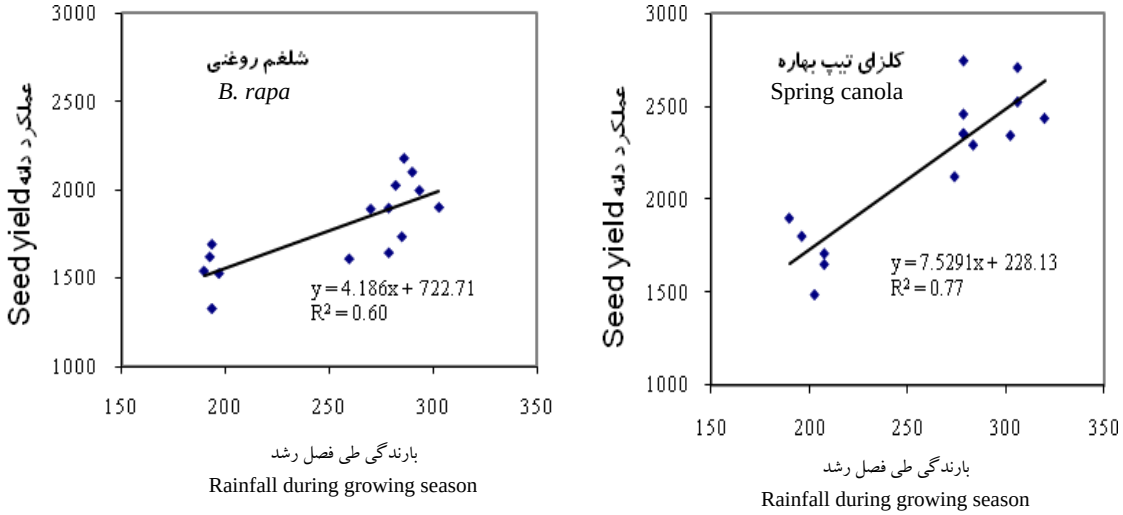
توصیه نیستند (جدول ۳). میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های شلغم روغنی حدود ۴۱۱ کیلوگرم در هکتار کمتر از ژنوتیپ های تیپ بهاره کلزا بود (جدول ۳). میانگین عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های زمستانه کلزا، بهاره کلزا، شلغم روغنی و خردل زراعی به ترتیب ۱۳۸۱، ۲۱۹۱، ۱۷۸۰ و ۱۹۱۵ کیلوگرم در هکتار بود (جدول ۳).

با بررسی رابطه عملکرد دانه با مقدار بارندگی طی فصل رشد مشخص شد که این رابطه تنها در گونه های کلزای بهاره و شلغم روغنی معنی دار بود (شکل ۱). بین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های کلزای بهاره و شلغم روغنی با مقدار بارندگی طی فصل رشد رابطه مثبت خطی وجود داشت که به خصوص در ژنوتیپ های بهاره کلزا این رابطه قوی بود (شکل ۱). این رابطه خطی به ترتیب ۶۰

www.SID.ir

Archive of SID

و ۷۷ درصد از تغییرات عملکرد دانه در شلغم روغنی و کلزای بهاره را توضیح داد. میزان افزایش عملکرد دانه به ازای افزایش هر میلی‌متر بارندگی طی فصل رشد در کلزای بهاره به طور قابل توجهی بیشتر از شلغم روغنی بود. به ازای افزایش هر میلی‌متر بارندگی طی فصل رشد از ۱۹۰ به ۳۲۰ میلی متر برای کلزای بهاره و ۱۹۰ تا ۳۰۲ میلی‌متر برای شلغم روغنی عملکرد دانه به ترتیب معادل ۷/۵۲۹ و ۴/۱۸۶ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت (شکل ۱). این موضوع نشان دهنده واکنش بیشتر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های بهاره کلزا به افزایش بارندگی طی فصل رشد نسبت به ژنوتیپ‌های خردل زراعی بود.



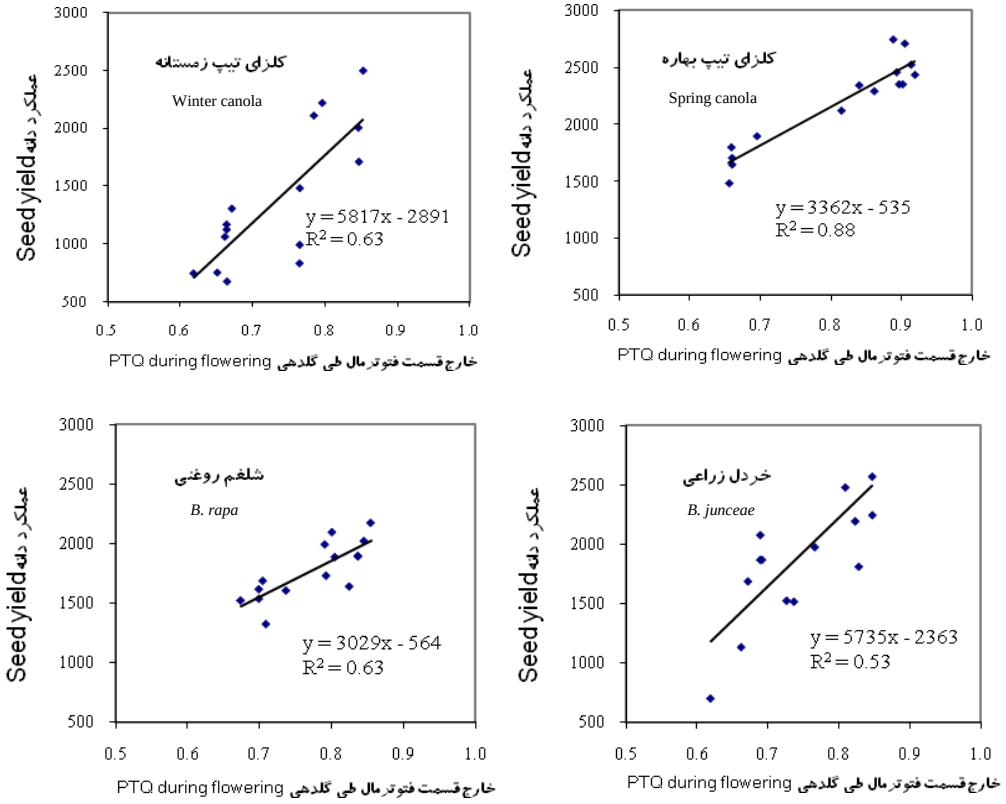
شکل ۱- رابطه بین عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) و بارندگی طی فصل رشد (میلی متر) در کلزای بهاره و شلغم روغنی.

Fig. 1. Relationship between seed yield (kg ha^{-1}) and rainfall (mm) during growing season in spring canola (*B. napus)* and *B. rapa*.

افزایش تابش اگر با دماهای نسبتاً خنک تا ملایم همراه باشد، می تواند سبب افزایش تعداد دانه در متر مربع، وزن هزار دانه و در نتیجه عملکرد دانه شود. این موضوع از طریق رابطه مثبت بین خارج قسمت فتوترمال با عملکرد دانه در تعدادی از گونه‌های گیاهی مطالعه شده است (Adamsen and Coffelt, 2005; Poggio *et al.*, 2005). در این مطالعه، در تمام ژنوتیپ های مورد بررسی، بین عملکرد دانه با خارج قسمت فتوترمال طی دوره گلدهی و دوره بین پایان گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیک رابطه مثبت و معنی‌داری وجود داشت (شکل ۲ و ۳). رابطه خطی بین عملکرد دانه با خارج قسمت فتوترمال طی دوره گلدهی به ترتیب ۶۳، ۸۸، ۶۳ و ۵۳ درصد از تغییرات را در ژنوتیپ‌های زمستانه کلزا، بهاره کلزا، شلغم روغنی و خردل زراعی

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- رابطه بین عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) و خارج قسمت فتوترمال (مگاژول بر متر مربع در روز در درجه سانتی‌گراد) طی دوره گلدهی.

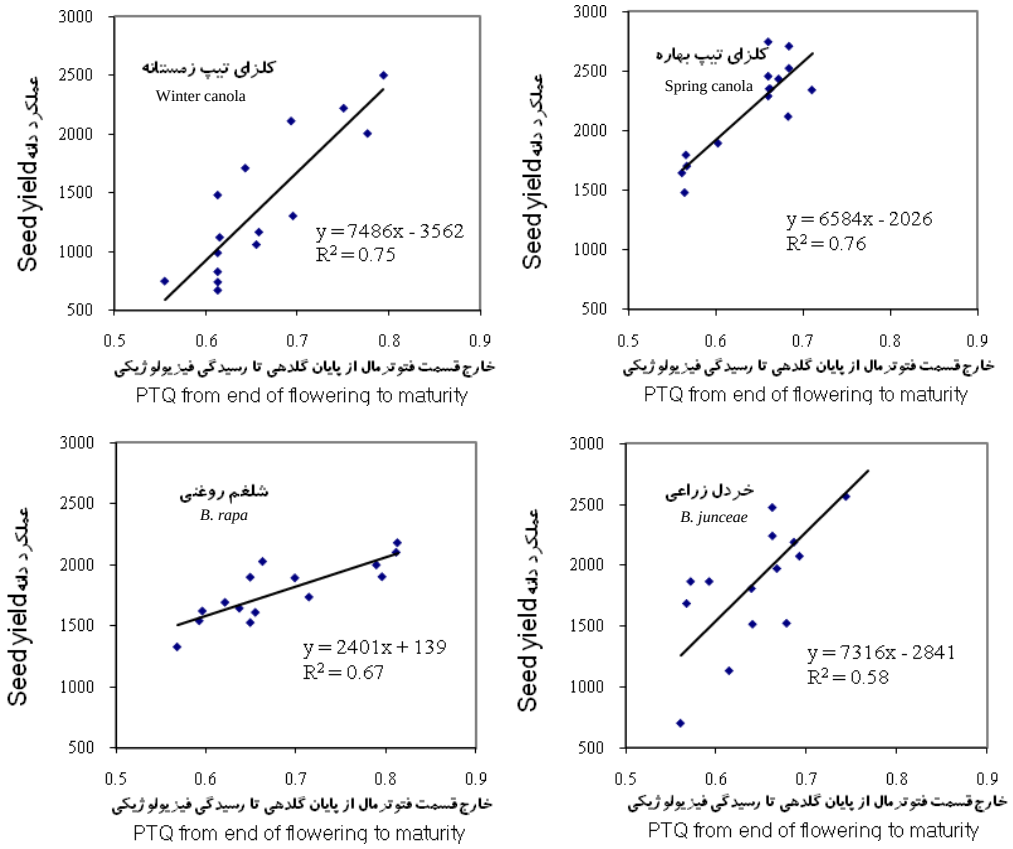
Fig. 2. Relationship between seed yield ($kgha^{-1}$) and photothermal quotient ($MJm^{-2}d^{-10}C^{-1}$) during flowering period.

توضیح داد (شکل ۲).

نرخ افزایش عملکرد دانه به ازای هر مگاژول بر مترمربع در روز در درجه سانتی‌گراد افزایش خارج قسمت فتوترمال طی دوره گلدهی در ژنوتیپ‌های زمستانه کلزا و خردل زراعی بیشتر از ژنوتیپ‌های بهاره کلزا و شلغم روغنی و به ترتیب معادل ۵۸۱۷، ۵۷۳۵، ۳۳۶۲ و ۳۰۲۹ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۲). به عبارت دیگر نرخ افزایش عملکرد به ازای هر یک‌دهم افزایش خارج قسمت فتوترمال طی دوره گلدهی در ژنوتیپ های زمستانه کلزا، خردل زراعی، بهاره کلزا و شلغم روغنی به ترتیب معادل ۵۸۲، ۵۷۴، ۳۳۶ و ۳۰۳ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۲). این موضوع نشان داد که ژنوتیپ های زمستانه کلزا و خردل زراعی بهره بیشتری از افزایش خارج قسمت فتوترمال (افزایش تابش و کاهش دما) طی دوره فوق کرده و افزایش عملکرد دانه بیشتری را به ازای افزایش هر واحد خارج قسمت فتوترمال نشان دادند. به عبارت دیگر با توجه به دیررس‌تر بودن ژنوتیپ‌های زمستانه کلزا و

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- رابطه بین عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) و خارج قسمت فتوترمال (مگاژول بر متر مربع در روز در درجه سانتی‌گراد) طی دوره بین پایان گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیک

Fig. 3. Relationship between seed yield ($kgha^{-1}$) and photothermal quotient ($MJm^{-2}d^{-10}C^{-1}$) between end of flowering and physiological maturity

خردل زراعی نسبت به ژنوتیپ های دیگر مورد مطالعه و برخورد دوره گلدهی ژنوتیپ‌های زمستانه کلزا و خردل زراعی با دماهای بالاتر (جدول‌های ۱ و ۳)، واکنش عملکرد دانه به افزایش خارج قسمت فتوترمال (کاهش دما، افزایش طول دوره مورد نظر و افزایش تابش) طی دوره گلدهی در این ژنوتیپ‌ها نسبت به ژنوتیپ‌های بهاره کلزا و شلغم روغنی بیشتر بود.

این رابطه مثبت و معنی دار بین عملکرد دانه و خارج قسمت فتوترمال طی دوره بین پایان گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیک (دوره مصادف با پر شدن دانه) نیز صادق بود، که به ترتیب ۷۶، ۷۵، ۵۸ و ۶۷ درصد از تغییرات را در ژنوتیپ های بهاره کلزا، زمستانه کلزا، خردل زراعی و شلغم روغنی توضیح داد (شکل ۳). نرخ افزایش عملکرد دانه به ازای افزایش هر مگاژول بر مترمربع در روز در درجه سانتی‌گراد خارج قسمت فتوترمال طی دوره بین پایان گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیک در ژنوتیپ‌های بهاره کلزا، زمستانه کلزا، خردل زراعی و شلغم روغنی

www.SID.ir

Archive of SID

بـه ترتیـب معـادل ۶۵۸۴، ۷۴۸۶، ۷۳۱۶، ۲۴۰۱ کیلـوگرم در هکتـار بـود (شـکل ۳). بـه عبـارت دیگر نرخ افزایش عملکرد به ازای هر یک دهـم افـزایش خـارج قـسمت فتوترمـال طـی دوره بـین پایـان گلـدهی تـا رسـیدگی فیزیولوژیـک در ژنوتیپ های بهـاره کلـزا، زمـستانه کلـزا، خـردل زراعـی و شـلغم روغنـی بـه ترتیـب معـادل ۶۵۸، ۷۴۹، ۷۳۲ و ۲۴۰ کیلـوگرم در هکتـار بـود (شـکل ۳). ایـن موضـوع موید واکـنش بیـشتر عملکـرد ژنوتیـپ‌هـای زمـستانه کلـزا و خـردل زراعی به افـزایش خـارج قـسمت فتوترمـال طـی دوره بین پایان گلدهی تا رسیدگی فیزیولوژیـک است. در بین ژنوتیـپ هـای مـورد مطالعـه، گونـه شلغم روغنی زودرس ترین بـوده و عملکـرد دانـه ایـن ژنوتیـپ‌هـا کمتـرین واکـنش را بـه افـزایش خارج قسمت فتوترمال طی دوره فوق نشان داد.

در این آزمایش، بخـش بزرگـی از تغییـرات عملکرد دانه بـه عوامـل محیطـی مـورد ارزیـابی مانند مقدار بارندگی طی فصل رشد و اثر دمـا و تابش طی دوره‌های نمـوی گلـدهی و پـر شـدن دانه بستگی داشت. در شرایط مدیترانه‌ای، ماننـد منطقـه گنبـد، معمـولاً وقـوع خـشکی و گرمـای انتهای فصل رشد می‌تواند سبب کاهش عملکرد دانـه شـود. تحـت چنـین شـرایطی، انتخـاب ژنوتیـپ‌هـای زودرس کلـزا یـا ژنوتیـپ‌هـای گونـه‌هـای دیگـر جـنس براسـیکا، ماننـد ژنوتیپ‌های خردل زراعی، که توانایی تحمل بـه تنش بیشتری داشته باشند و یا ایـن کـه بتواننـد از خشکی و گرمای انتهای فصل رشد فرار کننـد و در واقع مراحل حـساس زایـشی آنهـا بـا شـرایط آب و هوایی مناسب برخورد کنـد مـی توانـد از گزینه‌های مناسـب مـدیریتی جهـت کـاهش اثـر منفی تنش خشکی و گرما باشد. برتری عملکـرد دانه ژنوتیـپ هـای بهـاره نـسبت بـه ژنوتیـپ‌هـای زمـستانه کلـزا موید ایـن مطلـب اسـت کـه ژنوتیپ های بهـاره سـازگاری مناسـبی بـا شـرایط محیطی منطقـه داشـته و از پتانـسیل عملکـرد دانـه مطلوبی برخوردار هستند.

References

Adamsen, F. J., and Coffelt, T. A. 2005. Planting date effects on flowering, seed yield, and oil content of rape and crambe cultivars. Industerial Crops and Products 21: 293-307.

Angadi, S. V., McConkey, B. G., Ulrich, D., Cutforth, H. W., Miller, P. R., Entz, M. H., Brandt, S. A., and Volkmar, K. 1999. Developing viable cropping options for the semiarid prairies. Project Report. Agriculture and Agri-Food of Canada, Swift Current, SK.

Cantagallo, J. E., Chimenti, C. A., and Hall, A. J . 1997. Number of seeds per unit area in sunflower correlates well with a photothermal quotient. Crop Science 37:

www.SID.ir

Archive of SID

1780-1786.

Chimenti, C. A., and Hall, A. J. 2001. Grain number responses to temperature during floret differentiation in sunflower. Field Crops Research 72: 177-184.

Christmas, E. P. 1996. Evaluation of planting date for winter canola production in Indiana. pp 139-147. In: J. Janic (Ed.), Progress in New Crop. ASHS Press, Alexandria, VA .

Entz, M. H., and Flower, D. B. 1991. Agronomic performance of winter versus spring wheat. Agronomy Journal 83: 527-532.

Faraji, A. 2003. Effect of sowing date and plant density on canola cultivars. Iranian Journal of Crop Science 5: 64-73. (In Persian with English Abstract).

Faraji, A., and Soltani, A. 2007. Evaluation of yield and yield components of canola spring genotypes in two years with different climatic conditions. Seed and Plant 23: 191-202. (In Persian with English Abstract).

Fischer, R. A. 1985. Number of kernels in wheat crops and the influence of solar radiation and temperature. Journal of Agriculture Science (Cambridge) 105: 447-461.

Harper, F. R., and Berkenkamp, B. 1975. Revised growth-stage key for *Brassica campestris* and *B. napus*. Canadian Journal of Plant Science 55: 657-658.

Koocheki, A. R., and Banayan, M. 1996. Simulation of ecophysiological processes of growth in several annual crops. Mashhad Jehad Daneshgahi Press. 288 pp.

Koocheki, A. R., and Khajeh Hosseini, M. 2008. Modern Agronomy. Mashhad Jehad Daneshgahi Press. 704 pp.

Lin, C., and Binns, M. R. 1991. Genetic properties of four types of stability parameters. Theoritical Applied Genetics 82: 505-509.

Mazzoncini, M., Vannozi, G. P., Megale, P., Secchiari, P., Pistotia, A., and Lazzeri, L. 1993. Ethiopian mustard (*B. carinata A. Braum*) crop in central Italy. Note1: Characterization and agronomic evaluation. Agriculture- Mediterranean 123: 4: 330-338.

Poggio, S. L., Satorre, E. H., Dethiou, S., and Gonzalo, G. M. 2005. Pod and seed numbers as a function of photothermal quotient during the seed set period of field pea (*Pisum sativum*) crops. European Journal of Agronomy 22: 55-69.

SAS Institute. 1996. SAS/STAT user's guide, Version 6, (4th edition), SAS Inst., Inc.,

www.SID.ir

Archive of SID

Cary, NC.

Sun, W. C., Pan, Q. Y., An, X., and Yang, Y. P. 1991. Brassica and Brassica–related oilseed crops in Gansu, China. In: D. I. McGregor (Ed.). Proceedings of the Eighth International Rapeseed Congress, Saskatoon, Canada. Pp. 1130-1135.

Woods, D. L., Capcara, J. J., and Downey, R. K. 1991. The potential of mustard *Brassica juncea*e (L.) as an edible oil crop on the Canadian Prairies. Canadian Journal of Plant Science 71: 195–198.

Zavareh, M. and Emam, Y. 2000. An identification guide for rapeseed (*Brassica napus* L.) developmental stages. Iranian Journal of Crop Science. 2: 1-14. (In Persian with English Abstract).

www.SID.ir