10.22092/sppi.2020.123184

Archive of SID

"مجله نهال و بذر"
جلد ۳۶، شماره ۲، سال ۱۳۹۹

مقاله پژوهشی

پاسخ عملکرد دانه ژنوتیپ‌های کلزا به کشت دیرهنگام در شرایط آب و هوایی کرج

Seed Yield Response of Rapeseed Genotypes to Delayed Sowing under Karaj Environmental Conditions

محمدعلی توحیدی‌نیا[۱]، مجید آقاعلیخانی[۲]، امیرحسین شیرانی‌راد[۳]، علی مختصی بیدگلی[۴] و حمید مدنی[۵]

۱- دانشجوی دکتری، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۲- استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۳- استاد، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۴- استادیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۵- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، اراک، ایران.

تاریخ دریافت : ۱۳۹۸/۰۹/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴ /۹۸/۱۲

چکیده

توحیدی‌نیا، م. ع.، آقاعلیخانی، م.، شیرانی‌راد، الف. م.، مختصی بیدگلی، ع. و مدنی، ح. ۱۳۹۸ . پاسخ عملکرد دانه ژنوتیپ‌های کلزا به کشت دیرهنگام در شرایط آب و هوایی کرج. **مجله به زراعی نهال و بذر ۳۶ :** ۱۶۰-۱۳۷.

به منظور بررسی اثر تاریخ کشت دیرهنگام بر عملکرد دانه و روغن ژنوتیپ‌های کلزا (*Brassica napus* L.)، آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در دو سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ و ۱۳۹۵-۹۶ در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذرکرج انجام شد. دو تاریخ کاشت مرسوم (۱۰ مهر) و تاخیری (۱۰ آبان) در کرت‌های اصلی و ۱۷ ژنوتیپ کلزا [فرانسوی(۸)، ایرانی(۵)، مجارستانی(۲) و آلمانی(۲)] در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که آثار اصلی و متقابل عوامل مورد بررسی بر کلیه صفات (بجز صفات درصد روغن و تعداد روز تا رسیدگی) معنی‌دار بودند. تغییر در تاریخ کاشت با کشت تاخیری باعث شد که مراحل نمو گیاه با عوامل محیطی متفاوتی مواجه شود. در هر دو سال، با تاخیر در کاشت عملکرد دانه، اجزای عملکرد، عملکرد بیولوژیک و عملکرد روغن کاهش یافت. ژنوتیپ Garou در سال اول و ژنوتیپ HL2012 در سال دوم به ترتیب با عملکرد ۵۲۴۰ و ۵۸۰۵ کیلوگرم در هکتار بالاترین عملکرد دانه در تاریخ کشت مرسوم و ژنوتیپ Okapi در سال اول و Garou در سال دوم به ترتیب با عملکرد ۳۶۲۴ و ۲۷۰۲ بیشترین عملکرد را در کشت تاخیری از آن خود کردند. در عین حال کمترین کاهش عملکرد دانه درکشت تاخیری نسبت به تاریخ کاشت مرسوم را ژنوتیپ Lauren در سال اول (۲۱/۵ ٪) و ژنوتیپ Darko در سال دوم (۳۵/۹ ٪) داشتند.

واژه‌های کلیدی: کلزا، عملکرد بیولوژیکی، کشت بهینه، مراحل نمو، محتوای روغن

نگارنده مسئول: maghaalikhani@modares.ac.ir تلفن: ۰۲۱۴۸۲۹۲۰۷۳

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

کلزا (*Brassica napus* L.) پس از سویا و نخل روغنی مقام سوم را در تأمین روغن نباتی جهان به خود اختصاص داده است. کلزا به نسبت دانه‌های روغنی دیگر به دلیل داشتن صفات زراعی مناسب مانند ارزش تناوبی بالا، مقاومت نسبی به شوری، سهولت مدیریت زراعی، درصد و عملکرد روغن بالا، مرغوبیت کنجاله و کیفیت بالای روغن برای زراعت در ایران مناسب است و به دلیل انعطاف پذیری در تاریخ کاشت می‌تواند برای کشت در اکثر مناطق کشاورزی کشور توصیه شود و به این ترتیب در خودکفایی کشور در تامین روغن خوراکی با تولید این محصول موثر باشد (Faraji, 2016).

سطح زیر کشت کلزا در ایران، برطبق آمار فائو در سال ۲۰۱۷ حدود ۷۰۴۴۴ هکتار بود که با میانگین عملکرد ۱۸۲۵ کیلوگرم در هکتار تولیدی برابر ۱۲۸۵۶۷ تن داشت (FAO, 2018). سطح زیر کشت کلزا در استان البرز در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ بالغ بر ۳۶۰ هکتار گزارش شد (Ahmadi *et al.*, 2017).

یکی از عوامل مهم مدیریتی در گیاهان زراعی که نقش مؤثری در دستیابی به عملکرد بالا دارد، رعایت تاریخ کاشت است. عوامل اقلیمی (بارندگی، دما، نور و طول روز) و غیراقلیمی مانند رقم، آفات و بیماری‌ها، علف‌های هرز، تهیه بستر بذر و اقتصاد تولید در انتخاب تاریخ کاشت موثرند (Rahnama, 2003). تاریخ کاشت اثر بارزی بر تعداد خورجین در بوته، طول خورجین، تعداد دانه در خورجین و عملکرد دانه دارد.

کمبود آب و گرمای اواخر بهار و تابستان ازجمله دلایل عمده کاهش عملکرد برخی از محصولات زراعی در کشت بهاره می‌باشد. درحالی‌که بررسی ها نشان می‌دهد که در کشت پاییزه به دلیل دوره رشد مناسب گیاهان (متحمل به سرما) و قرار گرفتن مراحل رشدی آن‌ها در شرایط رطوبتی بهتر و فرار از گرما عملکرد گیاه افزایش می‌یابد (Pazireh *et al.*, 2017). مناسب‌ترین زمان کاشت وابسته به نوع رقم، شرایط منطقه به ویژه عرض جغرافیایی منطقه می‌باشد (Rao *et al*., 1992).

از جمله عوامل محیطی مؤثر در کشت تأخیری محصولات پاییزه، خطر سرمازدگی می‌باشد. گیاه باید قبل از فرا رسیدن سرما به مرحله روزت ۸-۶ برگی و قطر طوقه ۱۰-۸ میلی‌متری (Alyari *et al.*, 2000) برسد و از رشد و ذخیره غذایی کافی برخوردار باشد تا بتواند در معرض کاهش تدریجی دمای هوا قرار گرفته و در برابر سرما مقاوم شده و استراحت زمستانه خود را با موفقیت پشت سر بگذارد (Khajepour, 2007).

یافته های یک پژوهش در باره پنج ژنوتیپ و چهار تاریخ کشت (۲۱ شهریور، ۱، ۱۰ و ۲۰ مهر) کلزا در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی نشان داد که با تاخیر در کاشت کلزا از ۲۱ شهریور تا ۲۰ مهر تعداد برگ در بوته و قطر طوقه کاهش

www.SID.ir

Archive of SID

یافت و میزان سرمازدگی گیاهان در طول فصل یخبندان افزایش داشت و در نهایت تعداد خورجین در بوته و عملکرد دانه به طور معنی داری کاهش یافت (Pasban Eslam, 2011).

تاریخ‌های مختلف کاشت کلزا در پاییز نشان دادند که با تاخیر در کاشت عملکرد دانه به طور معنی‌داری کاهش یافت به طوری که بیشترین عملکرد دانه (۲۴۳۷ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت دهم اکتبر و کمترین عملکرد دانه (۱۰۲۷ کیلوگرم در هکتار) در تاریخ کاشت دهم نوامبر به دست آمد (Turhan *et al*., 2011).

بررسی اثر تاریخ های کاشت ۱۰ مهر، ۲۵ مهر، ۱۵ آبان و ۳۰ آبان در کوچصفهان (استان گیلان) نشان داد که بین تاریخ‌های کاشت از نظر عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک تفاوت وجود داشت. در تاریخ کاشت ۲۵ مهر کلیه صفات مورد مطالعه از برتری قابل ملاحظه‌ای برخوردار بودند و تأخیر در کاشت سبب کاهش معنی‌دار عملکرد دانه و سایر صفات زراعی کلزا شد (Rabiee *et al.,* 2003). در تاریخ‌های کاشت زود، درصد روغن کلزا یک تا دو درصدنسبت به تاریخ‌های کاشت دیر هنگام افزایش می‌یابد (Kirkland and Johnson, 2000).

تاریخ مناسب کاشت کلزا در منطقه کرج از اواسط شهریور تا اواسط مهر می‌باشد (Shirani Rad, 2012). اما گاهی ممکن است به دلایل مختلف از قبیل تناوب زراعی، شرایط جوی نامناسب، عدم آمادگی شرایط زمین برای کشت پاییزه این تاریخ کاشت به تاخیر بیفتد. در بسیاری از مناطق سرد و معتدل سرد برداشت محصولات قبلی که در بهار کشت شده بودند به اواخر تابستان و اوایل پاییز برخورد می‌کند. به دلیل طولانی شدن دوره رشد این محصولات ممکن است آبیاری‌های آخر کشت بهاره با آبیاری اول کشت پاییزه کلزا تداخل پیدا کند و برای اجتناب از این موضوع ناگزیر تاخیر در کاشت کلزا ایجاد می‌شود (Bagheri *et al.,* 2016).

دوره گلدهی بحرانی‌ترین مرحله در تعیین عملکرد دانه کلزا می‌باشد و دمای بالای انتهای فصل رشد می‌تواند عملکرد را کاهش دهد، زیرا گلدهی کلزا در دمای بالاتر از ۲۷درجه سانتی‌گراد محدود می‌شود (Morrison and Steward, 2002). تعداد نهایی خورجین‌ها و دانه در این دوره تعیین می‌شود و ارتباط بین منبع و مخزن طی این دوره به مقدار شیره پرورده قابل دسترس بستگی دارد . به عقیده محققان کاهش عملکرد دانه کلزا در تاریخ‌های کاشت دیر به علت کاهش تعداد خورجین در بوته و شاخص برداشت است (Johnson *et al*., 1995).

به طور کلی واکنش گیاهان زراعی و ارزیابی آن‌ها برای عملکرد بهینه در شرایط محیطی متنوع وابسته به توانایی متفاوت آن‌ها در استفاده از شرایط محیطی است. این امر از طریق تنظیم اجزای عملکرد و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط به هنگام بروز شرایط مطلوب و

www.SID.ir

Archive of SID

نامطلوب در هر مرحله از رشد و نمو گیاه امکان‌پذیر است (Entz and Flower, 1990). معرفی ارقام مناسب برای کشت‌های تاخیری می‌تواند در گسترش سطح زیر کشت کلزا در مناطق هدف بسیار موثر باشد.

به منظور توسعه پایدار کشت کلزا همراه با افزایش تولید در واحد سطح باید به عامل اساسی محدودیت زمانی کشت توجه ویژه داشت تا بتوان با ارائه راهکارهای مناسب مانند انتخاب و معرفی ژنوتیپ‌های مناسب با واکنش مطلوب در تاریخ‌های کاشت مختلف، از قید و بند محدود شدن به یک محدوده زمانی ۲۰-۱۵ روزه در مناطق سرد و معتدل سرد و آب و هوای خشک و نیمه خشک برای کشت کلزا رهایی یافت (Shirani Rad, 2012). از این رو توجه به ژنوتیپ‌های مناسب برای کشت تاخیری ضرورت می‌یابد.

هدف از اجرای پژوهش حاضر، بررسی اثر تاریخ کاشت بر صفات زراعی، عملکرد و اجزای عملکرد ارقام و هیبریدهای جدید کلزا و شناسایی ژنوتیپ‌های با عملکرد دانه مناسب برای کشت تاخیری در مناطق دارای اقلیم مشابه با کرج و غرب استان تهران بود.

مواد و روش‌ها

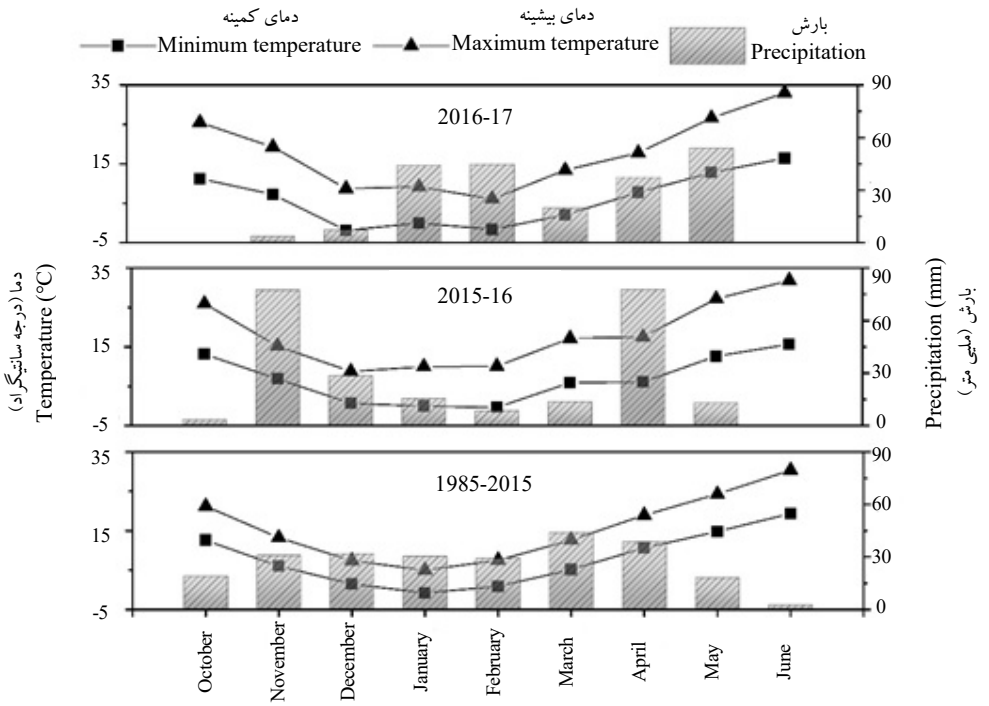
آزمایش در مزرعه تحقیقاتی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج در دو سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ و ۹۶-۱۳۹۵ انجام شد. موقعیت جغرافیایی منطقه ′۴۹ و °۳۵ شمالی عرض جغرافیائی و ′۶ و °۵۱ شرقی طول جغرافیائی با ارتفاع ۱۳۲۱ متر از سطح دریای آزاد می‌باشد.

بر اساس اطلاعات آب و هوایی و منحنی آمبروترمیک به دلیل داشتن ۱۵۰ تا ۱۸۰ روز خشک، این منطقه جزء مناطق آب و هوایی مدیترانه‌ای گرم و خشک و به دلیل داشتن زمستان‌های سرد و مرطوب و تابستان‌های گرم و خشک جزء رژیم رطوبتی خشک محسوب می‌شود. اطلاعات آب و هوایی فصل کشت کلزا در دو سال زراعی مورد نظر در شکل ۱ نشان داده شده است. بر اساس میانگین داده‌های ۳۰ ساله هواشناسی کرج، میانگین بارندگی سالانه ۲۴۳ میلی‌متر است و بارندگی‌ها عمدتاً در اواخر پاییز، زمستان و اوایل بهار روی می‌دهد (Shirani Rad *et al.,* 2012).

عوامل مورد بررسی در این آزمایش شامل دو تاریخ کشت مرسوم (۱۰ مهر) و تاخیری (۱۰ آبان) و ۱۷ ژنوتیپ مختلف کلزا بود. ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر منشاء شامل هشت هیبرید فرانسوی (Artist, Mercure, Kamilo, Lauren, Hydromel, Rohan, Darko, Alonso) دو هیبرید مجارستانی (Zorica و Zlanta)، یک هیبرید آلمانی (Garou)، چهار لاین امید بخش ایرانی (SW102، HL2012، L72 و HL3721)، رقم Ahmadi از ایران و رقم Okapi از فرانسه بود. کلیه ژنوتیپ‌ها زمستانه و ژنوتیپ‌های Zorica، Zlanta و Okapi دیررس و بقیه ژنوتیپ‌ها متوسط‌رس بودند.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- بارش ، دمای کمینه و بیشینه محل اجرای آزمایش در طول فصل رشد کلزا

Fig. 1. Precipitation, minimum and maximum temperatures of the experimental site during the rapeseed growing season

آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و سه تکرار انجام شد. تاریخ‌های کاشت در کرت‌های اصلی و ژنوتیپ‌های کلزا در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. از میان ژنوتیپ های کلزا ژنوتیپ اکاپی به عنوان شاهد در نظر گرفته شد.

بذر ارقام و هیبریدهای کلزا از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شد. به منظور آماده سازی زمین، قبل از اجرای آزمایش، زمین مورد نظر آبیاری و پس از گاورو شدن شخم و سپس برای خردکردن کلوخ ها و همچنین یکنواختی دیسک و ماله زده شد. سپس از خاک مزرعه در دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر نمونه‌گیری شد.

براساس نتایج تجزیه خاک (جدول ۱) و توصیه کودی (۳۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره، ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل و ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم)، نسبت به مصرف کود (یک سوم از کود نیتروژن و تمامی کود فسفر و پتاس مورد نیاز) و استفاده از علف‌کش ترفلان به میزان ۲/۵ لیتر در هکتار به طور یکنواخت در سطح مزرعه قبل از کاشت اقدام شد. به منظوراستفاده بهینه از نیتروژن، یک سوم کود نیتروژن مورد نیاز به صورت

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 1. Physical and chemical soil properties

			2015-16		2016-17	
			عمق نمونه برداری Sampling depth (cm)		عمق نمونه برداری Sampling depth (cm)	
			0-30	30-60	0-30	30-60
خصوصیات فیزیکی Physical properties	Clay (%)	درصد رس	28	25	29	27
	Sand (%)	درصد شن	25	26	26	27
	Silt (%)	درصد سیلت	47	49	45	46
خصوصیات شیمیایی Chemical properties	Salinity (dS/m)	شوری (دسی زیمنس بر متر)	1.45	1.24	1.33	1.15
	pH	اسیدیته	7.9	7.2	7.8	7.4
	Neutralizing substances (%)	درصد مواد خنثی شونده	8.56	8.68	8.25	8.65
	Organic C (%)	درصد کربن آلی	0.91	0.99	0.83	0.96
	Total Nitrogen (%)	درصد نیتروژن کل	0.09	0.07	0.08	0.06
	Available P_2O_5 (mg kg^{-1})	فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	14.7	15.8	14.2	15.3
	Available K_2O (mg kg^{-1})	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلوگرم)	197	155	165	148

سرک در مرحله شروع ساقه رفتن و یک سوم در مرحله قبل از ظهور اولین غنچه‌های گل بکار برده شد (Sylvester-Bradley and Makepeace, 1984). از آنجا که کمتر از ۲۰ درصد از فسفر قابل دسترس کودها، بوسیله گیاهان زراعی در سال نخست بعد از مصرف بازیافت می‌شود و درpH بالای ۶/۵ تثبیت و نامحلول شدن فسفر بوسیله کلسیم افزایش یافته و قابلیت دسترسی آن برای گیاه زراعی کم می‌شود کاربرد کود فسفری در این آزمایش به رغم مقدار موجودی فسفر خاک (جدول۱) کاملا توجیه‌پذیر بود (Barker, 2011).

کاشت با بذرکار ویژه کرت‌های آزمایشی وینتراشتایگر (WinterSteiger) با تراکم حدود ۶۶ بذر در متر مربع انجام شد. به منظور افزایش یکنواختی سبز مزرعه و افزایش سرعت رشد گیاهچه ها بذر در عمق ۲-۱ سانتی‌متری خاک کشت شد. کاشت بذر در هرکرت مطابق نقشه آزمایش در شش ردیف شش متری با آرایش ۵ ×۳۰ سانتی‌متر انجام شد و چهار خط میانی برای تعیین کلیه صفات مورد استفاده قرار گرفت. برای استقرار مطلوب و سبز یکنواخت مزرعه، پس از بذرکاری و آبیاری اول (خاک آب)، آبیاری دوم به فاصله ۵ تا ۷ روز انجام شد.

پس از بذر کاری و سبز شدن و استقرار گیاهچه ها، عملیات داشت شامل کنترل آفات به ویژه شته مومی با استفاده از آفت‌کش متاسیستوکس صورت گرفت. آبیاری در مراحل ساقه دهی و غنچه دهی کامل همراه با تغذیه توسط کود اوره انجام شد. آبیاری‌های دیگر در مراحل گل

www.SID.ir

Archive of SID

دهی، خورجین دهی و پر شدن دانه و آخرین آبیاری زمانی انجام شد که خورجین‌های ساقه اصلی شروع به تغییر رنگ نمودند. کنترل علف‌های هرز مزرعه در بین ردیف‌ها به صورت وجین دستی انجام شد.

در این پژوهش تعداد روز تا رسیدگی (وضعیت میانگین کرت مورد نظر)، ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه (با استفاده از ۲۰ بوته نمونه)، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه، عملکرد روغن و درصد روغن (در بوته های برداشت شده از مساحت ۳/۶ مترمربع از خطوط میانی هرکرت) اندازه‌گیری شد. درصد روغن کلزا به روش اسپکترومتری با دستگاه NMR مدل Mq20 اندازه‌گیری شد.

قبل از تجزیه واریانس داده‌ها، آزمون توزیع نرمال روی باقیمانده‌ها انجام گرفت و پس از اطمینان از حالت توزیع نرمال باقیمانده‌ها، تجزیه واریانس با استفاده از روش مدل خطی تعمیم یافته (GLM) انجام شد. شایان ذکر است به علت حساسیت رقم Alonso به تاریخ کشت تاخیری و ازبین رفتن کرت‌های این ژنوتیپ در سال دوم، داده‌های این ژنوتیپ در سال اول نیز از تجزیه واریانس مرکب حذف شد و تجزیه واریانس مرکب با داده‌های ۱۶ ژنوتیپ باقیمانده انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون حداقل تفاوت معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

بررسی داده‌های هواشناسی در دوره رشد کلزا در تیمارهای آزمایش حاضر نشان داد که درهردوسال در تاریخ کشت مرسوم (۱۰ مهر)، در مدت زمان شش هفته پس از سبزشدن در تمام روزها دمای مورد نیاز برای استقرار گیاه فراهم بود و در تمامی روزها دمای کمینه بالاتر از پنج درجه سانتی‌گراد بود. اما در سال اول در تاریخ کشت تاخیری (۱۰ آبان)، در طی شش هفته مورد نظر، دمای کمینه در ۳۱ روز کمتر از پنج درجه سانتی‌گراد بود و حتی در ۱۰ روز آن گیاه دمای کمتر از صفر را تجربه کرد و تحت تنش سرمایی قرار گرفت. دمای بیشینه نیز در این دوره از ۱۵ درجه سانتی‌گراد بیشتر نبود و در اغلب روزها کمتر از ۱۵ درجه بود (شکل ۱).

در سال دوم (۹۶-۱۳۹۵) زمستان سرد و سخت‌تری نسبت به سال اول تجربه شد. بعنوان مثال کمترین درجه حرارت در آذر در سال اول ۳/۸- و در سال دوم ۱۱- درجه سانتی گراد ثبت شد. در ادامه نیز تقریبا تمامی روزهای آذر دمای کمینه کمتر از دمای صفر فیزیولوژی کلزا بود. شایان ذکر است که به دلیل سرمای شدید در پاییز و زمستان سال دوم، ژنوتیپ Alonso در تاریخ کشت تاخیری از بین رفت و تراکم مناسبی برای نمونه برداری وجود نداشت. بدین گونه شرایط دمایی مناسب برای استقرار فراهم نشد و گیاه با استقرار ضعیف وارد شرایط زمستان شد. این تنش سرمایی و عدم

www.SID.ir

Archive of SID

امکان پیش سازگاری (Pre-hardening) برای زمستان‌گذرانی به عقیده محققان باعث اندازه کوچک و ضعف بنیه گیاه شد و حساس شدن گیاه در برابر سرما را در پی داشت. در ادامه رشد به دلیل کوتاه شدن طول دوره رشد، زیست توده کمتری تولید کرد و با کاهش اجزای عملکرد در نهایت باعث کاهش عملکرد دانه شد (Robertson *et al*., 2004).

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد اثر اصلی تاریخ کاشت، ژنوتیپ و سال (بجز بر درصد روغن) و همچنین برهمکنش‌های دوگانه تاریخ کشت × سال (بجز بر درصد روغن و تعداد روز تا رسیدگی)، تاریخ کشت × ژنوتیپ، سال × ژنوتیپ (بجز بر درصد روغن و تعداد روز تا رسیدگی) و برهمکنش سه گانه تاریخ کاشت × ژنوتیپ × سال بر کلیه صفات مورد بررسی (بجز بر درصد روغن و تعداد روز تا رسیدگی) معنی‌دار بود (جدول ۲). با توجه به معنی‌دار شدن برهمکنش سه گانه برای تمامی صفات برش دهی اثرمتقابل انجام شد و مقایسه میانگین صفات بصورت جداگانه در هر سال و هر تاریخ کاشت برای ژنوتیپ‌ها مورد تجزیه و تحلیل و بحث قرار گرفت.

بیشترین تعداد روز تا رسیدگی در تاریخ کشت مرسوم در هر دوسال متعلق به ژنوتیپ Zorica با ۲۵۸/۳ و ۲۶۲/۳ روز و کمترین آن به ژنوتیپ‌های Rohan و Kamilo به ترتیب با ۲۵۲/۳۳ و ۲۵۵ روز بود (جدول ۳). تاخیر در تاریخ کاشت، تعداد روز تا رسیدگی را کاهش داد. در تاریخ کشت تاخیری در سال اول بازهم ژنوتیپ Zorica بیشترین تعداد روز تا رسیدگی را داشت ولی در سال دوم ژنوتیپ Okapi بیشترین تعداد روز تا رسیدگی را به خود اختصاص داد (جدول۳).

تاریخ کاشت مرسوم به دلیل بالاتر بودن تعداد روز تا رسیدگی، طول دوره رشد بیشتری داشت و از طرفی شرایط محیطی مساعدتر منجر به افزایش عملکرد دانه در این تاریخ کاشت نسبت به تاریخ کشت تاخیری شد. وجود گرمای بالاتر از ۲۷ درجه سانتیگراد و تنش خشکی در اواخر فصل رشد و تمایل گیاه به تکمیل چرخه زندگی خود و عدم برخورد با شرایط نامساعد محیطی، دلیل اصلی کاهش تعداد روز تا رسیدگی در تاریخ کشت دوم بود. در واقع یک ساز وکار فیزیولوژیک در گیاهان زراعی سبب می‌شود که گیاهان حفظ بقا و ادامه نسل خود را بر ادامه رشد و تولید بیشتر ترجیح دهند (Faraji, 2003).

در آزمایش حاضر ژنوتیپ‌های Garou در تاریخ کشت مرسوم سال اول، ژنوتیپ HL2012 در تاریخ کشت تاخیری سال اول و کشت مرسوم سال دوم و ژنوتیپ Kamilo در کشت تاخیری سال دوم بلندترین ارتفاع بوته را داشتند که با ژنوتیپ ضعیف ازحیث عملکرد دانه همچون Mercure که کوتاه‌ترین ارتفاع بوته را دارا بود، تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۳). سایر محققان نیز اثر ژنوتیپ و تاریخ کشت بر ارتفاع بوته کلزا را بررسی کردند و

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- میانگین مربعات برای خصوصیات زراعی، عملکرد دانه، اجزای عملکرد و عملکرد روغن کلزا تحت تاثیر تاریخ کاشت و ژنوتیپ

Table 2. Mean square for agronomic characteristies, seed yield, yield components and oil yield of rapeseed as affected by sowing date and genotype

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی df	تعدادروز تا رسیدگی Days to physiological maturity	ارتفاع بوته Plant height	تعداد خورجین در بوته Silique no. plant^{-1}	تعداد دانه در خورجین Grain no. silique^{-1}	وزن هزار دانه 1000 Grain weight	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Grain yield	درصد روغن Oil content	عملکرد روغن Oil yield
Year (Y)	سال	1	484.50**	43209.00**	41277.87**	493.12*	28.88**	628732491**	23417911.00*	14.18ns	3843989.01*
Error 1	خطای۱	4	1.48	114.96	1249.47	29.34	0.73	3644460	1985233.10	3.87	335851.17
Sowing date (SD)	تاریخ کشت	1	34911.04**	43203.00**	413201.29**	8985.84**	244.01**	4370760818**	219213460.10**	300.87**	51310182.42**
Y×SD	تاریخ کشت × سال	1	2.75	18296.87**	11135.56**	99.90**	8.14**	117805500**	6545325.50*	0.01	1225761.88*
Error 2	خطای۲	4	1.01	15.93	216.68	3.74	0.11	1319489	6114203.50	0.89	150635.17
Genotype (G)	ژنوتیپ	15	66.23**	597.98**	1685.09**	26.64**	1.04**	14259276**	866887.80**	0.62**	184894.23**
G × SD	تاریخ کشت × ژنوتیپ	15	8.83**	671.23**	930.72**	18.20**	0.69**	10379330**	1029931.50**	0.49**	208079.99**
G × Y	ژنوتیپ × سال	15	1.89	488.75**	613.45**	9.06**	0.40**	6850422**	411793.10*	0.81	81061.35*
Y × SD × G	سال × تاریخ کشت × ژنوتیپ	15	1.87	630.03**	938.06**	13.51**	0.59**	10424902**	474703.30*	0.06	94351.11*
Error 3	خطای۳	120	1.18	4.12	87.62	4.10	0.06	960918	219668.00	0.16	46411.74
C.V. (%)	درصد ضریب تغییرات		0.44	1.50	6.05	11.25	6.20	6.29	12.80	0.91	13.27

* and **: Significant at the 5% and 1% levels of probability, respectively.

* و **: به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج آنها با این بخش از پژوهش حاضر همسو و منطبق بود(Shirani Rad and Ahmadi, 1997) . کاهش ارتفاع گیاه با به تأخیر افتادن تاریخ کاشت توسط فریشک و کوک (Frischke and Cook, 2005) نیز گزارش شده است.

مقایسه میانگین ها نشان داد که ژنوتیپ Garou در تاریخ کشت مرسوم (۲۲۲/۵ خورجین در بوته) و در کشت تاخیری (۱۴۳/۹ خورجین در بوته) در سال اول بالاترین تعداد خورجین در بوته را داشت. در سال دوم در کشت مرسوم ژنوتیپ HL2012 (۲۳۹/۵ خورجین در بوته) و در کشت تاخیری ژنوتیپ Kamilo (۱۰۷/۶ خورجین در بوته) دارای بیشترین تعداد خورجین در بوته بودند (جدول ۳). تعداد خورجین در بوته تحت تاثیر تاریخ کشت قرار گرفت بطوری‌که تعداد خورجین در کشت تاخیری نسبت به کشت مرسوم کاهش یافت.

نتایج تحقیقات حاکی از آن است که در مرحله پر شدن سریع خورجین، خورجین‌های فوقانی پوشش گیاهی بسیار فعال بوده و ۴۷ درصد تثبیت کربن (فتوسنتز جاری) را به خود اختصاص می‌دهند (Azizi *et al.*, 2007). بررسی‌ها نشان داد که بین تجمع ماده خشک در طول دوره رشد رویشی تا زمان گلدهی با تعداد خورجین در بوته رابطه خطی وجود دارد که وقوع چنین شرایطی در تاریخ‌های کشت مناسب محقق می شود (Diepenbrock, 2000).

تأخیر در کاشت و سرمای اول فصل و گرمای انتهای فصل می‌تواند منجر به محدودیت‌های فیزیولوژیک در طول دوره گلدهی شود که تبعاتی همچون رشد ضعیف گیاه، توسعه محدود برگ و در نهایت کاهش عملکرد را به همراه خواهد داشت، به این ترتیب عرضه مواد پرورده به انتهای گل آذین محدود شده و تعداد خورجین در بوته کاهش پیدا می‌کند (Fallah Heki *et al.*, 2012). نتایج مطالعه حاضر با نتایج اوزر (Ozer, 2003) و جانسون و همکاران (Johnson *et al.*, 1995) مطابقت داشت.

تعداد دانه در خورجین نیز در بین تاریخ‌های کشت و ژنوتیپ‌های مورد بررسی متفاوت بود. ژنوتیپ Garou در سال اول با ۲۷/۷۶ دانه در خورجین در کشت مرسوم و ۱۵/۸۱ دانه در خورجین در کشت تاخیری بیشترین تعداد دانه در خورجین و تفاوت معنی‌داری با ژنوتیپ ضعیف مانند Mercure داشت (جدول ۳). در سال دوم در کشت مرسوم ژنوتیپ HL2012 بیشترین تعداد دانه در خورجین (۲۹/۹ دانه در خورجین) را داشت که با ژنوتیپ Garou تفاوت معنی‌داری نداشت. در سال دوم در کشت تاخیری بدلیل شرایط محیطی نامساعدتر و سردتر نسبت به سال اول ژنوتیپ Kamilo با ۱۱/۷۶ دانه در خورجین از دیگر ژنوتیپ‌ها برتر بود (جدول ۳).

توانایی ژنوتیپ‌های مختلف کلزا در تشکیل دانه در داخل خورجین متفاوت است و تعداد

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کشت × ژنوتیپ بر تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، ارتفاع بوته، تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین در کلزا

Table 3. Mean comparison of sowing date × genotype interaction effect on days to physiological maturity, plant height, silique no. plant^{-1} and seed no. silique $^{-1}$ in rapeseed

ژنوتیپ	تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiological maturity		ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)		تعداد خورجین در بوته Silique no.Plant^{-1}		تعداد دانه در خورجین Seed no.Silique^{-1}	
Genotype	2015-16	2016-17	2015-16	2016-17	2015-16	2016-17	2015-16	2016-17
	Conventional sowing date تاریخ کشت مرسوم							
Zorica	258.33	262.33	155.29	149.00	220.38	211.43	27.25	26.16
Zlanta	256.66	259.66	153.72	168.76	199.90	219.46	24.90	27.33
Artist	253.00	256.00	154.73	136.96	207.38	183.53	25.79	22.83
Mercure	254.66	256.33	152.35	126.13	188.36	155.96	24.31	19.30
Kamilo	253.66	255.00	153.58	130.66	197.72	168.26	24.35	20.73
Lauren	255.00	259.33	152.67	155.63	198.29	202.06	26.05	25.50
Darko	254.00	255.66	155.40	104.26	210.34	141.10	26.26	17.60
Hydromel	253.33	255.33	155.47	105.76	211.18	143.66	26.58	18.10
Rohan	252.33	256.33	156.55	159.56	220.75	224.96	27.14	27.66
Garou	252.66	255.66	158.80	168.36	222.50	228.60	27.76	28.23
SW102	254.66	258.66	155.08	156.63	204.14	206.20	24.63	24.90
HL2012	253.33	257.33	158.62	178.40	212.98	239.56	26.53	29.86
L72	253.33	257.33	156.97	160.10	215.51	219.83	26.85	27.40
HL3721	254.33	259.33	154.63	153.33	204.73	203.00	26.22	26.00
Ahmadi	254.66	259.00	154.66	144.96	203.65	190.86	25.82	24.20
Okapi	257.00	262.00	154.52	116.73	209.83	163.60	25.94	20.40
LSD 5%	1.64	1.96	4.20	4.18	19.47	19.18	3.68	3.62
	Delayed sowing date تاریخ کشت تاخیری							
Zorica	233.33	234.33	144.72	105.70	142.46	104.03	15.52	11.30
Zlanta	233.00	235.00	144.20	72.93	126.18	63.83	12.89	6.50
Artist	226.33	229.33	143.92	100.43	118.80	82.86	11.92	8.33
Mercure	228.33	230.33	143.25	76.66	114.55	61.30	10.63	5.70
Kamilo	227.00	231.00	145.42	123.40	126.82	107.63	13.87	11.76
Lauren	228.33	231.33	143.04	80.90	127.53	72.16	13.99	7.93
Darko	227.33	230.33	145.21	85.26	130.77	76.76	14.76	8.66
Hydromel	226.33	230.33	145.98	104.06	134.78	96.06	14.84	10.60
Rohan	226.00	228.00	144.55	80.70	139.03	77.66	14.69	8.23
Garou	224.00	227.00	145.74	107.30	143.98	96.70	15.81	10.26
SW102	227.00	231.00	145.11	113.36	126.94	99.16	13.82	10.76
HL2012	224.66	226/66	147.56	85.40	137.40	79.50	15.64	9.03
L72	224.33	228.33	144.62	113.53	129.62	101.76	12.40	9.76
HL3721	227.00	230.00	144.93	104.83	130.99	94.73	12.14	8.76
Ahmadi	227.00	229.00	143.22	66.33	127.15	58.90	11.82	5.50
Okapi	233.33	238.33	143.88	105.70	129.73	100.83	13.76	11.10
LSD 5%	1.69	1.93	2.66	1.89	12.61	8.25	3.66	2.35

دانه در خورجین از عوامل موثر و تعیین کننده عملکرد دانه در کلزا است(Rao *et al.*, 1991). تعداد نهایی خورجین ها و تعداد دانه در خورجین در دوره چهار هفته گلدهی و دو هفته پس از آن که بسیار وابسته به تامین شیره پرورده می‌باشد، تعیین می‌شود

www.SID.ir

Archive of SID

(Morrison and Stewart, 2002). تاخیر در کاشت سبب برخورد زمان گلدهی با دماهای بالاتر هوا شده و کاهش تعداد و وزن دانه در نتیجه تسریع در پیری گیاه را در پی خواهد داشت (Angadi *et al.*, 2003).

وزن هزاردانه نیز در اثر تغییر تاریخ کاشت دستخوش تغییر شد. بطوری که در دوسال مورد بررسی و در تاریخ کشت مرسوم ژنوتیپ‌های Garou (۵/۷۴ گرم) و HL2012 (۶/۰۹ گرم)، در کشت تاخیری ژنوتیپ‌های Zorica (۳/۸۲ گرم) و Kamilo (۲/۹۸ گرم)، به ترتیب سال بالاترین وزن هزاردانه را داشتند (جدول ۴). محققین یکی از دلایل کاهش وزن هزار دانه در اثر تاخیر در کاشت را افزایش دما در طول دوره پر شدن دانه عنوان کرده و اظهار داشته‌اند که برخورد مراحل پرشدن دانه با آب و هوای خنک‌تر، از طریق افزایش وزن هزار دانه منجر به افزایش عملکرد دانه می‌شود (Robertson *et al.*, 2004). در تحقیق حاضر نیز تفاوت زمان رسیدن ارقام در تاریخ کاشت مرسوم و تاخیری به طور میانگین ۲۲ تا ۲۵ روز بود و این تفاوت برای تاثیر پذیری دوره پرشدن دانه از افزایش دما قابل تامل بود.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد بیشترین عملکرد بیولوژیک در سال اول برای کشت مرسوم به ژنوتیپ Garou (۲۲۷۸۱ کیلوگرم) و برای کشت تاخیری به ژنوتیپ HL2012 (۱۵۳۵۶/۱کیلوگرم) تعلق گرفت. درسال دوم به دلیل تفاوت شرایط محیطی و زمستان سردتر کشت تاخیری با کاهش عملکرد بیولوژیک بیشتری مواجه شد به طوری که این مقدار برای کشت مرسوم ۲۳۸۳۰ کیلوگرم مربوط به ژنوتیپ HL2012 بود و برای کشت تاخیری بیشترین عملکرد بیولوژیک ۱۰۷۱۵/۷ کیلوگرم به ژنوتیپ Kamilo اختصاص داشت (جدول ۴).

عملکرد بیولوژیک در تاریخ کشت مرسوم حدود ۳۷ درصد درسال اول و ۵۷ درصد درسال دوم بیشتر از کشت تاخیری بود (جدول ۴). عملکرد بیولوژیک به دلیل اینکه دربرگیرنده عملکرد کاه است و علوفه کلزا از نظر پروتئین قابل هضم کیفیت خوبی برای دام دارد، از نظر اقتصادی مورد توجه می‌باشد. و گیاهانی که با توجه به شرایط رشد خود از عوامل تولید بهره‌برداری بهتری کنند و مواد فتوسنتزی بیشتری را در اندام‌های خود تجمع دهند دارای بیشترین عملکرد بیولوژیک می‌باشند (Khajepoure, 2007).

بیشترین عملکرد دانه در سال اول در تاریخ کشت مرسوم مربوط به رقم Garou (۵۲۴۰ کیلوگرم در هکتار) بود که با ژنوتیپ شاهد (Okapi) تفاوت معنی‌داری نداشت. در کشت تاخیری عملکرد دانه رقم Okapi ۳۶۲۴/۷ کیلوگرم در هکتار بود و در سال دوم در تاریخ کشت مرسوم ژنوتیپ HL2012 بیشترین عملکرد دانه (۵۸۰۵/۷کیلوگرم در هکتار) و در تاریخ کشت تاخیری ژنوتیپ Garou بیشترین عملکرد دانه (۲۷۰۲/۳کیلوگرم در هکتار) را داشتند. ژنوتیپ شاهد (Okapi) در

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کشت × ژنوتیپ بر وزن هزاردانه، عملکرد بیولوژیک، درصد روغن و عملکرد روغن در کلزا

Table 4. Mean comparison of sowing date × genotype interaction effect on 1000 seed weight, biological yield, seed oil content and seed oil yield in rapeseed

ژنوتیپ Genotype	وزن هزار دانه (گرم) 1000 Seed weight (g)		عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) Biological yield ($kg\ ha^{-1}$)		درصد روغن دانه Seed oil content (%)		عملکرد روغن دانه (کیلوگرم در هکتار) Seed oil yield ($kg\ ha^{-1}$)	
	2015-16	2016-17	2015-16	2016-17	2015-16	2016-17	2015-16	2016-17
	Conventional sowing date تاریخ کشت مرسوم							
Zorica	5.53	5.30	22338.0	20879.7	45.40	45.97	2345.5	2278.70
Zlanta	5.05	5.54	20554.7	21968.7	44.86	45.43	2233.1	2482.30
Artist	5.31	4.70	21348.3	18292.7	45.24	45.80	2224.6	1993.30
Mercure	4.93	4.08	19895.1	15874.3	44.52	45.08	2150.4	1802.70
Kamilo	5.14	4.37	20746.5	17054.0	44.65	45.20	2168.5	1868.30
Lauren	5.03	5.13	20780.1	20579.3	44.56	45.11	1956.2	2018.30
Darko	5.31	3.56	21724.3	13972.7	44.97	45.54	2114.9	1436.30
Hydromel	5.41	3.68	21296.2	13888.7	45.24	45.80	2222.8	1531.00
Rohan	5.69	5.80	21758.0	21574.7	45.79	46.36	2391.7	2468.00
Garou	5.74	5.82	22781.0	23537.3	45.72	45.43	2395.0	2470.70
SW102	5.27	5.32	21582.9	21198.0	44.99	45.56	2054.6	2100.70
HL2012	5.41	6.09	21718.5	23830.0	44.82	45.38	2315.0	2636.70
L72	5.45	5.56	20878.0	20694.3	44.67	45.22	2218.4	2290.70
HL3721	5.36	5.31	20994.0	20217.7	44.74	45.30	2083.5	2091.70
Ahmadi	5.15	4.82	21501.9	19551.0	44.65	45.20	2117.6	2009.00
Okapi	5.34	4.22	22155.8	16149.3	44.87	46.29	2239.0	1782.70
LSD 5%	0.39	0.37	1841.30	1826.6	0.70	0.71	429.75	433.83
	Delayed sowing date تاریخ کشت تاخیری							
Zorica	3.82	2.80	13773.7	9457.7	42.78	43.32	1471.3	1087.70
Zlanta	3.33	1.68	12700.4	5821.7	42.26	42.79	1496.0	714.70
Artist	3.13	2.19	12711.6	8269.3	42.29	42.82	1113.1	786.30
Mercure	3.00	1.60	12392.7	6033.0	42.13	42.66	1126.7	610.70
Kamilo	3.51	2.98	13334.1	10715.7	42.48	43.01	1259.1	1082.00
Lauren	3.45	1.95	12603.8	6529.7	42.45	42.98	1463.2	838.00
Darko	3.68	2.16	13255.6	7181.3	42.47	43.00	1461.1	868.30
Hydromel	3.63	2.59	14493.2	9731.7	42.69	43.22	1220.5	880.70
Rohan	3.62	2.02	15098.7	7832.3	42.35	42.88	1181.7	668.30
Garou	3.78	2.56	14378.6	9126.3	42.66	43.15	1494.5	1169.00
SW102	3.48	2.72	12342.0	9041.3	42.10	42.63	1372.8	1085.70
HL2012	3.72	2.15	15356.1	8287.3	42.93	43.47	1197.2	701.70
L72	3.26	2.56	13527.6	10021.3	42.57	43.10	1212.8	964.30
HL3721	3.47	2.51	13059.4	8846.3	42.38	42.91	1387.1	1016.00
Ahmadi	3.30	1.53	12416.1	5152.0	42.72	43.25	1340.4	628.30
Okapi	3.43	2.65	13044.8	9471.0	42.62	43.19	1548.6	1060.00
LSD 5%	0.52	0.34	1643.30	1122.7	0.63	0.63	316.63	207.51

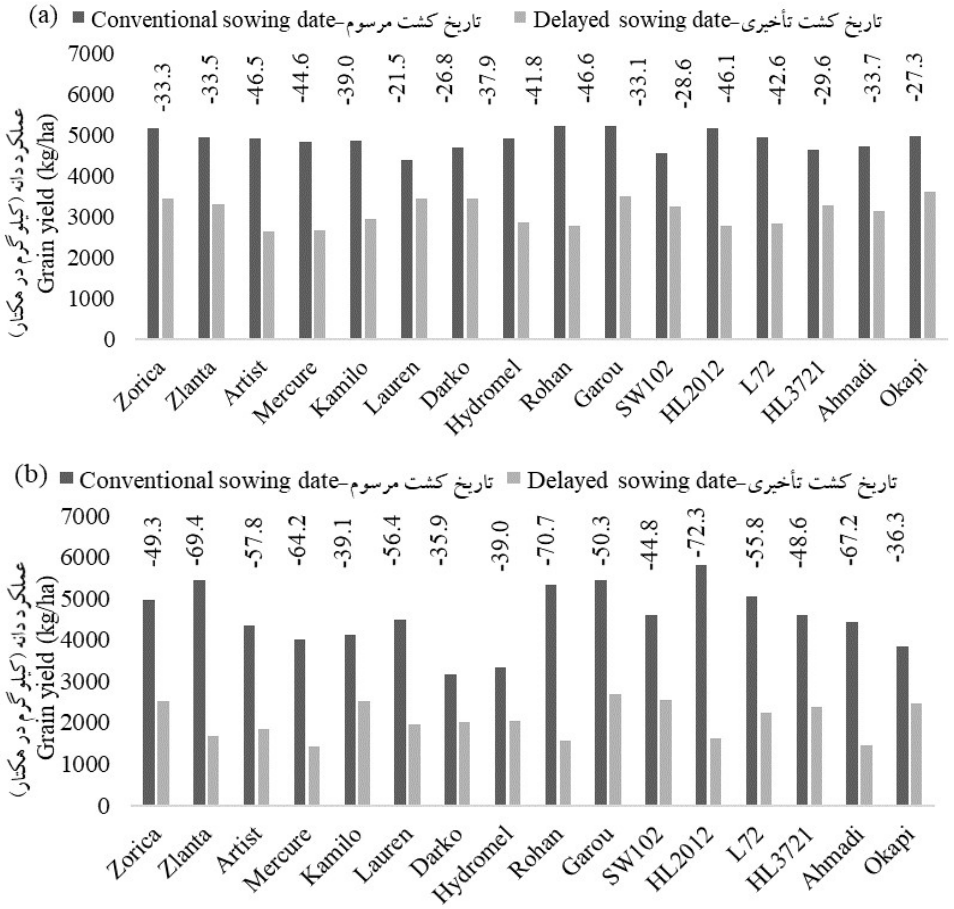
کشت مرسوم دارای تفاوت معنی‌دار زیاد و در برتر بود (شکل ۲).

کشت تاخیری فاقد تفاوت معنی‌دار با ژنوتیپ بررسی عملکرد ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در

www.SID.ir

Archive of SID

تاریخ کشت تاخیری نسبت به کشت مرسوم نشان داد که ژنوتیپ Lauren کمترین (۲۱/۴۱درصد) و ژنوتیپ Rohan بیشترین (۴۶/۶۱ درصد) درصدکاهش عملکرد دانه را داشتند (شکل ۲). این کاهش عملکرد دانه در کشت تاخیری نسبت به تاریخ کاشت مرسوم درسال دوم برای ژنوتیپ Darko کمترین (۳۵/۹ درصد) و برای ژنوتیپ HL2012 بیشترین (۷۲/۳ درصد) بود. ژنوتیپ شاهد (Okapi) نیز در سال اول ۲۷/۳ درصد و در سال دوم ۳۶/۳ درصد کاهش عملکرد دانه را در کشت تاخیری به نسبت کشت مرسوم داشت (شکل ۲).



شکل ۲- میانگین عملکرد دانه ژنوتیپ‌های کلزا تحت تأثیر تاریخ‌های کشت: (a) سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ و (b) سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵. اعداد بالای ستون‌ها درصد تغییرات عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در تاریخ کشت تاخیری در مقایسه با تاریخ کشت مرسوم را نشان می‌دهد.

Fig. 2. Means seed yield of rapeseed genotypes as affected by sowing dates: (a) 2015-16 cropping season and (b) 2016-17 cropping seasons. The values above colomns are changes (%) of seed yield in delayed sowing date in comparison to conventional sowing date.

www.SID.ir

Archive of SID

در پژوهشی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه و اجزای عملکرد ۱۰ ژنوتیپ کلزا در مازندران در دو تاریخ کشت بهینه و تاخیری مورد بررسی قرار گرفت و گزارش شد که در تاریخ‌های کشت بهینه و تأخیری ژنوتیپ‌های Zafar و S8-401 بیشترین عملکرد دانه (به ترتیب ۳۱۴۲ و ۱۹۶۰کیلوگرم در هکتار) را داشتند (Rameeh, 2016). این در حالی بود که ژنوتیپ S8-401 با ۲۹ درصد کاهش عملکرد دانه در شرایط تاریخ کشت تأخیری نسبت به کشت بهینه متحمل‌ترین ژنوتیپ و ژنوتیپ Safi-5 با ۴۳ درصد کاهش عملکرد دانه حساسترین ژنوتیپ شناخته شد. در پژوهش یاد شده ژنوتیپ Zafar که در تاریخ کشت بهینه بیشترین عملکرد دانه را داشت با ۳۸ درصد کاهش عملکرد در کشت تاخیری، جزو ژنوتیپ های حساس به شرایط محیطی شناخته شد.

دلیل عملکرد دانه بالای ژنوتیپ‌های برتر مانند Garou و HL2012 در پژوهش حاضر را می‌توان در بالا بودن عملکرد بیولوژیک و بالاتربودن مقدار اجزای عملکرد شامل وزن هزاردانه، تعداد دانه در خورجین، تعداد خورجین در بوته دانست. ژنوتیپی مانند Mercure نیز به دلیل پایین‌تر بودن مقدار زیست توده و اجزای عملکرد، کمترین عملکرد دانه را دارا بود (جدول ۳).

مطالعه همبستگی بین صفات مختلف نشان داد که در تاریخ کشت مرسوم در هردوسال آزمایش بین عملکرد دانه و اجزای عملکرد رابطه مثبت و معنی‌داری وجود داشت و بیشترین همبستگی بین عملکرد دانه با تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه سال اول در تاریخ کاشت مرسوم ($r = +۰/۶۷^{**}$) و سال دوم در تاریخ کشت مرسوم ($r = +۰/۹۷^{**}$) مشاهده شد (جدول ۵ و ۶).

در تاریخ کشت تاخیری سال اول همبستگی بین عملکرد دانه و اجزای عملکرد معنی دار نبود اما رابطه بین عملکرد دانه و این صفات مثبت بود و می توان گفت که عملکرد دانه برآیندی از اثر کلیه اجزای عملکرد بود (جدول ۵). در تاریخ کشت تاخیری سال دوم تجزیه همبستگی بین عملکرد دانه و اجزای عملکرد نشان داد که بیشترین همبستگی بین عملکرد دانه با صفات تعداد خورجین در بوته ($r = +۰/۸۸^{**}$) و وزن هزاردانه ($r = +۰/۸۹^{**}$) می‌باشد. البته همبستگی صفات دانه در خورجین ($r = +۰/۸۴$) و ارتفاع بوته ($r = +۰/۸۵^{**}$) نیز با عملکرد دانه بسیار معنی‌دار بود (جدول۵).

تعداد خورجین در بوته صفت بسیار مهمی است زیرا محققان معتقدند که خورجین از یک طرف ظرفیت تشکیل دانه را فراهم می‌کند و از طرف دیگر پوسته سبز خورجین با انجام فتوسنتز درصدی از مواد لازم برای پرشدن دانه را فراهم می‌نماید (Shirani Rad *et al*., 2013). مواجه شدن مراحل پرشدن دانه با رطوبت کافی و هوای خنک‌تر موجب، افزایش وزن هزار دانه می شود و در نتیجه عملکرد دانه نیز افزایش می‌یابد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- ضرایب همبستگی بین صفات زراعی و عملکرد دانه و اجزای آن در تاریخ کشت مرسوم و تاخیری کلزا در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴

Table 5. Correlation coefficients between agronomic traits and seed yield and its component in conventional and delayed sowing dates of rapeseed in 2015-16 cropping season

	تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiological maturity	ارتفاع بوته PH	تعداد خورجین در بوته SP	تعداد دانه در خورجین SS	وزن هزار دانه 1000 SW	عملکرد بیولوژیک BY
	Conventional sowing date			تاریخ کشت مرسوم		
Plant height (PH) ارتفاع بوته	-0.44					
Silique no./plant^{-1}(SP) تعداد خورجین در بوته	-0.16	0.83**				
Grain no./silique^{-1} (SS) تعداد دانه در خورجین	-0.18	0.72**	0.89**			
1000 seed weight (100SW) وزن هزار دانه	-0.31	0.83**	0.95**	0.84**		
Biological yield (BY) عملکرد بیولوژیک	0.38	0.67**	0.82**	0.69**	0.78**	
Seed yield (SY) عملکرد دانه	-0.09	0.64**	0.67**	0.52*	0.67**	0.49*
	Delayed sowing date			تاریخ کشت تاخیری		
Plant height (PH) ارتفاع بوته	-0.41					
Silique no./plant^{-1}(SP) تعداد خورجین در بوته	-0.10	0.57**				
Grain no./silique^{-1} (SS) تعداد دانه در خورجین	-0.05	0.66**	0.85**			
1000 seed weight (100SW) وزن هزار دانه	-0.04	0.66**	0.91**	0.94**		
Biological yield (BY) عملکرد بیولوژیک	-0.37	0.74**	0.76**	0.71**	0.68**	
Seed yield (SY) عملکرد دانه	0.50*	-0.12	0.36	0.36	0.43	-0.22

*and **: Significant at the 5% and 1% probability lecels, respectively. * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین صفات زراعی و عملکرد دانه و اجزای آن در تاریخ کشت مرسوم و تاخیری کلزا در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵

Table 6. Correlation coefficients between agronomic traits and seed yield and its component in conventional and delayed sowing dates of rapeseed in 2016-17 cropping season

	تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiological maturity	ارتفاع بوته PH	تعداد خورجین در بوته SP	تعداد دانه در خورجین SS	وزن هزار دانه 1000 SW	عملکرد بیولوژیک BY
	Conventional sowing date			تاریخ کشت مرسوم		
Plant height (PH) ارتفاع بوته	0.19					
Silique no./plant^{-1}(SP) تعداد خورجین در بوته	0.23	0.97**				
Grain no./silique^{-1} (SS) تعداد دانه در خورجین	0.25	0.97**	0.99**			
1000 seed weight (100SW) وزن هزار دانه	0.21	0.97**	0.99**	0.99**		
Biological yield (BY) عملکرد بیولوژیک	0.23	0.98**	0.98**	0.98**	0.98**	
Seed yield (SY) عملکرد دانه	0.18	0.96**	0.97**	0.96**	0.97**	0.96**
	Delayed sowing date			تاریخ کشت تاخیری		
Plant height (PH) ارتفاع بوته	0.03					
Silique no./plant^{-1}(SP) تعداد خورجین در بوته	0.14	0.95**				
Grain no./silique^{-1} (SS) تعداد دانه در خورجین	0.19	0.88**	0.95**			
1000 seed weight (100SW) وزن هزار دانه	0.15	0.95**	0.98**	0.97**		
Biological yield (BY) عملکرد بیولوژیک	0.02	0.94**	0.97**	0.93**	0.95**	
Seed yield (SY) عملکرد دانه	0.24	0.85**	0.88**	0.84**	0.89**	0.77**

*and **: Significant at the 5% and 1% probability lecels, respectively. * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

www.SID.ir

Archive of SID

محققان دیگر نیز همبستگی عملکرد دانه با وزن هزاردانه را مثبت و معنی‌دار گزارش کرده‌اند (Fallah Heki *et al.*, 2012).

بررسی‌ها در مورد تاریخ‌های مختلف کشت کلزا، نشان داد که تأخیر در کاشت سبب کاهش عملکرد دانه می‌شود (Faraji, 2013). کشت تاخیری از طریق اثر بر اجزای عملکرد دانه مانند تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزاردانه باعث کاهش عملکرد نهایی گیاه می شود (Liakas *et al.*, 2005). این کاهش عملکرد می‌تواند به دلیل زمستان گذرانی نامناسب (Balalic *et al.*, 2017) و مواجه شدن زمان گلدهی و پرشدن دانه با درجه حرارت‌های بالای آخر فصل باشد (Angadi *et al.*, 2000). این شرایط موجب عدم رشد دانه گرده و کاهش باروری و سقط جنین گل‌ها و پوک شدن دانه به خاطر کاهش انتقال مواد غذایی می‌شود (Mendham *et al.*, 1981; Balodis and Gaile, 2016).

محققان بیان کرده‌اند که سبز شدن و استقرار مناسب گیاهچه به سه عامل رطوبت، دما و ساختار خاک بستگی دارد. کلزا بیشترین مقاومت به سرما را در حالت روزت دارد به شرطی که قبل از آن دوره استقرار مناسبی را طی کرده باشد. کلزا برای طی زمستان‌گذرانی مناسب به یک دوره شش هفته‌ای از زمان جوانه‌زنی تا استقرار نیاز دارد که لازمه آن وجود سه عامل مذکور بویژه دما می‌باشد. دامنه دمایی مناسب برای رشد بین ۱۵ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد و دمای بهینه ۲۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. صفر فیزیولوژیک کلزا نیز پنج درجه سانتی‌گراد است (Javidfar *et al.*, 2001; Diepenbrock, 2000). بنابر گزارش‌ها، آغازه‌های گل و تعداد شاخه‌های زایشی نیز در طول پاییز و زمستان تعیین می‌شود و هر گونه شرایط نامساعد در این مرحله پیامد جبران ناپذیری در عملکرد به دنبال خواهد داشت (Mendham *et al.*, 1981).

تجزیه واریانس مرکب داده ها نشان داد که اثر سال بر درصد روغن معنی‌دار نبود (جدول ۲). این عدم معنی‌داری نشان‌دهنده این است که ژنوتیپ‌ها در دو سال تفاوتی با هم نداشتند. به طوری‌که بالاترین درصد روغن در کشت مرسوم دوسال مربوط به ژنوتیپ Rohan به میزان ۴۵/۷۹ و ۴۶/۳۶ درصد و کمترین آن مربوط به ژنوتیپ Mercure به میزان ۴۴/۵۲ و ۴۵/۰۸ درصد بود که باهم تفاوت معنی‌داری داشتند. بیشترین درصد روغن در کشت تاخیری به ژنوتیپ HL2012 (۴۲/۹۳ و ۴۳/۴۷ درصد) در هر دوسال بود(جدول ۴).

میزان روغن دانه صفتی با وراثت‌پذیری بالا می‌باشد که البته تا حدودی هم تحت تاثیر شرایط محیط قرار می‌گیرد. در میان عوامل محیطی مؤثر بر مقدار روغن، دما مهمترین عامل محسوب می‌شود که با افزایش آن، افت شدیدی در درصد روغن دانه آشکار می‌شود. این اثر کاهنده دما بر درصد روغن در تاریخ‌های کاشت تاخیری مشهودتر می‌باشد

www.SID.ir

Archive of SID

(Fanaei *et al.*, 2008).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در سال اول و کشت مرسوم ژنوتیپ Garou با ۲۳۹۵ کیلو گرم در هکتار بیشترین عملکرد روغن و ژنوتیپ Okapi با ۱۵۴۸ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد روغن را در کشت تاخیری داشتند. در سال دوم ژنوتیپ HL2012 با عملکرد۲۶۳۶/۷کیلوگرم بیشترین مقدار روغن را در کشت مرسوم و ژنوتیپ Garou با عملکرد ۱۱۶۹ کیلوگرم بیشترین مقدار روغن را در کشت تاخیری تولید کردند (جدول ۴). نتایج پژوهش حاضر با نتایج ولدیانی و تاج‌بخش (Valdiani and Tajbakhsh, 2007) و فلاح‌هکی و همکاران (Fallah Heki *et al.*, 2012) مطابقت داشت.

عواملی که بر عملکرد دانه تأثیر می گذارند به نوعی تعیین‌کننده عملکرد روغن نیز می‌باشند. بهبود شرایط تغذیه و مناسب بودن شرایط اقلیمی موجب افزایش عملکرد دانه و افزایش عملکرد روغن خواهد شد (Jafarnejadi and Rahnama, 2011). عملکرد روغن از حاصلضرب عملکرد دانه و درصد روغن دانه به دست می‌آید. با تأخیر در کاشت، عملکرد دانه و درصد روغن نسبت به کاشت به‌موقع کاهش می‌یابد. بنابراین کاهش عملکرد روغن با تأخیر در کاشت قابل توجیه است.

تاریخ کاشت مطلوب با دارا بودن عملکرد دانه و درصد روغن بالا بیشترین مقدار عملکرد روغن در هکتار را تولید نمود. در حالی که تاخیر در کاشت گیاه به علت محدود شدن رشد گیاه در اوایل رشد پاییزه به دلیل سرما، برخورد با گرما در طی مرحله پر شدن دانه‌ها در آخر فصل (Adamsen and Coffelt, 2005)، افزایش تنفس و کاهش تولید مواد فتوسنتزی و در نتیجه کاهش عملکرد دانه و درصد روغن، عملکرد روغن آن نیز نسبت به تاریخ کاشت تاخیری به شدت کاهش نشان داد (Fallah Heki *et al.*, 2012).

در بسیاری از مطالعات انجام شده کاهش عملکرد و اجزای عملکرد دانه در کشت تاخیری گزاش شده است (Turhan *et al*., 2011; Delkhosh *et al*., 2012;). در شرایطی که سرمای زودرس در پاییز وجود داشته باشد کاهش عملکرد دانه و اجزای عملکرد در کشت تاخیری بیشتر خواهد بود. به طوری که در سال دوم کاهش عملکرد دانه در کشت تاخیری بیشتر از سال اول بود. البته در برخی مطالعات به کاهش میزان درصد روغن دانه نیز در کشت تاخیری اشاره شده است (Siadat and Hemayati, 2009).

مهم‌ترین تنش غیرزیستی در زمان گلدهی و رشد زایشی کلزا دما می‌باشد (Waymann *et al.,* 2015). دماهای بالاتر از ۲۷ درجه سانتی‌گراد می‌تواند سبب عقیمی گل‌ها و کاهش عملکرد دانه شود (Morrison and Stewart, 2002). در پژوهش حاضر نیز با توجه به داده‌های هواشناسی از

www.SID.ir

Archive of SID

اواخر فروردین با گذشت روزها و کاهش بارندگی، دماهای کمینه و بیشینه روندی صعودی داشت و اثر منفی دما بر روند رشد ملموس‌تر بود (شکل ۱). در پژوهش حاضر در دوره ۱۵ روزه گلدهی کلزا، در کشت تاخیری به مدت چهار روز پی در پی و هشت روز بصورت ناپیوسته دماهای بالاتر از ۲۷ درجه سانتی‌گراد حادث شدکه این شرایط دمایی می‌تواند دلیلی برای کاهش عملکرد دانه ژنوتیپ‌های کلزا در شرایط کشت تأخیری باشد.

دمای هوا در مرحله انتهایی رشد نیز بسیار بالا بود. این تنش دمایی به‌گونه‌ای بود که در ۲۰ روز انتهایی رشد در تاریخ کشت تاخیری، گیاه ۱۶ روز بیشینه دمای بالای ۳۲ درجه سانتی‌گراد را تجربه کرد در حالی که در شرایط کشت مرسوم بوته‌های کلزا فقط چهار روز از ۲۰ روز انتهایی فصل رشد دمای بالاتر از ۳۲ درجه سانتی‌گراد را تجربه کردند و با این مشاهدات می‌توان کاهش عملکرد دانه و وزن هزار دانه را توضیح داد.

به طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد واکنش ژنوتیپ‌های کلزا به کشت تاخیری در مناطق معتدل سرد ارتباط بسیار زیادی با شرایط آب و هوایی در پاییز دارد و دما مهم‌ترین عامل تاثیرگذار می‌باشد. به طوری که در کشت تاخیری در این پژوهش شرایط دمایی مناسب برای استقرار فراهم نشد و گیاه با استقرار ضعیف وارد فصل زمستان شد. عدم پیش سازگاری برای زمستان‌گذرانی در کشت تاخیری که بر اساس داده های هواشناسی ثبت شده در این آزمایش موید بروز تنش سرمایی بود موجب کوچک ماندن اندازه گیاه و ضعف بنیه اولیه آن شد. در چنین شرایطی به دلیل کوتاه شدن طول دوره رشد، زیست توده کمتری تولید شد و با کاهش اجزای عملکرد در نهایت عملکرد دانه کاهش یافت.

ژنوتیپ‌های Garou، Rohan و HL2012 در تاریخ کشت مرسوم در هر دوسال جزو ژنوتیپ‌های شاخص از نظر عملکرد دانه بودند. ژنوتیپ‌های Okapi ،Garou و Zorica در کشت تاخیری در هر دوسال به دلیل برتری نسبی در اجزای عملکرد، از نظر عملکرد دانه ژنوتیپ های برتر بودند. در صورتی که شرایط به گونه‌ای پیش برود که نیاز به کشت تاخیری باشد می‌توان از این ژنوتیپ‌ها پس از مطالعات تکمیلی دیگر استفاده کرد. همچنین ژنوتیپ Lauren و Darko به دلیل دارا بودن حداقل کاهش عملکرد در کشت تاخیری نسبت به کشت مرسوم ، از نظر ژنتیکی و به‌نژادی شایسته توجه می باشند.

برای توسعه کشت کلزا به ویژه در تناوب‌های گندم محور، ارائه راهکارهای مناسب برای نزدیک کردن تاریخ کاشت کلزا به تاریخ کاشت گندم در مناطق سرد و معتدل سرد کشور، و همچنین امکان وسیع‌تر نمودن دامنه تاریخ کاشت کلزا مانند گندم و کمتر کردن حساسیت کلزا به کشت دیر هنگام از

www.SID.ir

Archive of SID

ضروریات است. در زراعت‌های فاریاب اکثر کشاورزان پس از برداشت گندم مبادرت به کشت محصولات بهاره می‌نمایند و پس از برداشت محصولات بهاره مجددا محصولات پاییزه مانند گندم، جو و کلزا را کشت می‌کنند. بنابراین امکان کشت به موقع کلزا در چنین شرایطی بسیار کم است.

یکی از راهکارهای مهم در این رابطه، بررسی پاسخ ارقام زمستانه کلزا به کشت دیر هنگام و یافتن ارقامی است که کمترین کاهش عملکرد دانه و عملکرد روغن دانه را در چنین شرایطی داشته باشند. ارقام کلزا نسبت به شرایط آب و هوایی واکنش زیادی نشان می‌دهند و تعدادی از آن‌ها تحمل بیشتری نسبت به تغییر شرایط آب و هوایی مختلف دارند. با توجه به الگوی کشت رایج منطقه در صورت فراهم شدن امکان کاشت تاخیری کلزا در کرج و مناطقی با شرایط اقلیمی و الگوی کشت مشابه، با قرار دادن ژنوتیپ های برتر کلزا وسازگار به کشت تأخیری در تناوب با محصولاتی چون صیفی‌جات و ذرت، امکان توسعه کشت کلزای پاییزه در سطح گسترده‌تری فراهم خواهد شد.

سپاسگزاری

نگارندگان از مدیریت محترم موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر و کارکنان محترم بخش دانه های روغنی به دلیل فراهم نمودن امکانات لازم و همکاری و همیاری صمیمانه در اجرای این پژوهش سپاسگزاری می کنند.

Refrences

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

Ahmadi, K., Gholizadeh, H., Ebadzadeh, H., Hosseinpoor, R., Hatami, F., Fazli, B., Kazemian, A., and Rafiee, M. 2017. Field crops. Agricultural statistics 2014-2015 crop season. First volume. Ministry of Jihad-e-Agriculture publications. Tehran, Iran. 158 pp. (in Persian).

Alyari, H., Shekari, F., and Shekari, F. R. 2000. Oilseeds: agronomy and physiology. Amidi Publications. Tabriz, Iran. 182 pp. (in Persian).

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

www.SID.ir

Archive of SID

Angadi, S., Cutforth, H., McConkey, B. G., and Gan, Y. 2003. Yield adjustment by canola grown at different plant populations under semi-arid conditions. Crop Science 43: 1358-1366.

Azizi, M., Soltani, A., and Khavari Khorasani, S. 2007. Canola: physiology, agronomy, breeding, biotechnology. Jihad-e-Daneshgahi of Mashhad University Publications. Mashhad, Iran. 230 pp. (in Persian).

Bagheri, M., Mohammad Yavarof, O., and Salehi, M. 2016. Delay cropping effect on yield, yield component, grain oil content of two canola (*Brassica napus* L.) cultivars. Electronic Journal of Crop Production 9 (2): 93-110.

Balalic, I., Marjanovic-Jeromela, A., Crnobarac, J., Terzic, S., Radic, V., Miklic, V., and Jovicic, **D.** 2017. Variability of oil and protein content in rapeseed cultivars affected by seeding date. Emirates Journal of Food and Agriculture 29 (6): 404-410.

Balodis, O., and Gaile, Z. 2016. Sowing date and rate effect on winter oilseed rape (*brassica napus* l.) yield components. Proceedings of the Latvian Academy of Sciences. Section B. Natural, Exact, and Applied Sciences 70 (6): 384-392.

Barker, A. V. 2011. Science and technology of organic farming. CRC Press. 224 pp.

Delkhosh, B., Shirani Rad, A. H., Bitarafan, Z., and Mousavi Nejad., G. 2012. Drought stress and sowing date effects on yield and some grain traits of rapeseed cultivars. Advances in Environmental Biology 6 (1): 49-55 (in Persian).

Diepenbrock, W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. Field Crops Research 67: 35-49.

Entz, M. H., and Flower, D. B. 1990. Differential agronomic response of winter wheat cultivars to preanthesis environmental stress. Crop Science 30: 1119-1123.

Fallah Heki, M. H., Yadavi, A. R., Movahhedi Dehnavi, M., and Balouchi, H. R. 2012. Evaluation of oil, protein and grain yield of canola cultivars in different planting date in Yasouj region. Electronic Journal of Crop Production 4(2): 207-222 (in Persian).

Fanaei, H. R., Galavi, M., Ghanbari Bonjar, A., Solouki, M., and Naruoei-Rad, M. R. 2008. Effect of planting date and seeding rate on grain yield and yield components in two rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars under Sistan conditions.

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Crop Sciences 10 (2): 15-30 (in Persian).

FAO, 2018. FAOSTAT Statistical Database. www.faostat.fao.org.

Faraji, A. 2003. Effect of sowing date and plant density on rapeseed varieties. Iranian Journal of Crop Sciences 5 (1): 64-73 (in Persian).

Faraji, A. 2013. The role of yield components to determine seed yield of canola (*Brassica napus* L.) in Gonbad area. Journal of Plant Production 20: 217-232 (in Persian).

Faraji, A. 2016. Response of oilseed rape hybrids and promising lines to sowing date in Gorgan area. Seed and Plant Production 32 (1): 65-79 (in Persian).

Jafarnejadi, A., and Rahnama, A. A. 2011. Effect of late planting on canola yield and nitrogen use efficiency. Iranian Soil Research (Soil and Water Science) 25 (3): 225-233 (in Persian).

Johnson, B. L., McKay, K. R., Scheiter, A. A., Hanson, B. K., and Schatz, B. G. 1995. Influence of planting date on canola and crambe production. Journal of Production Agriculture 8: 594–599.

Khadem Hamzeh, H. R., Yadavi, A., Movahhedi Dehnavi, M., and Shirani Rad, A. H. **2018**. Effect of delayed planting on seed yield and its components of winter rapseed (*Brassica napus* L.) cultivars under optimum irrigation and terminal drought stress conditions. Seed and Plant Production 24 (2): 207-232 (in Persian).

Khajepour, M. R. 2007. Industrial crops. Jihad-e-Daneshgahi of Isfahan University Publications. Isfahan, Iran. 562 pp. (in Persian).

Kirkland, K., and Johnson, E. 2000. Alternative seeding dates effect on canola yield and quality. Canadian Journal of Plant Science 80: 713-719.

Liakas, V., Malinauskas, D., and Diuliauskas, A. 2005. Impact of the additional leaf spray fertilization of rape on the yield and its structural elements. Latvian Journal of Agronomy 8: 112–117.

Mendham, N. J., Shipway, P. A., and Scott, R. K., 1981. The effects of seed size, autumn nitrogen and population density on the response to delayed sowing in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). Journal of Agricultural Science Cambridge 96 (2): 417-428.

Morrison, M. J., and Stewart, D. W. 2002. Heat stress during flowering in summer

www.SID.ir

Archive of SID

Brassica. Crop Science 42: 797-803.

Ozer, H. 2003. Sowing date and nitrogen rate effects on growth, yield and yield components of two summer rapeseed cultivars. European Journal of Agronomy 19: 453-463.

Pasban Eslam, B. 2011. Study of possibility of delayed planting of oilseed rape (*Brassica napus* L.) in East Azarbaijan in Iran. Seed and Plant Production Journal 27 (3): 269-284 (in Persian).

Pazireh, S., Nezami, A., Kafi, M., and Goldani, M. (2017). The effect of ecotype and planting date on freezing tolerance in garlic medicinal plant (*Allium sativum* L.) under controlled conditions. Environmental Stresses in Crop Sciences 10 (1): 151-162 (in Persian).

Rabiee, M., Karimi, M., and Safa, F. 2003. Effect of planting date on grain yield and agronomic traits in canola cultivars as second crop after rice in Kvchsfhan. Journal of Agriculture Science 25: 177-186 (in Persian).

Rameeh, V. 2016. Effect of delayed sowing on reduction of agronomical traits and grain yield of rapeseed lines and varieties in Mazandaran. Applied Field Crops Research 29 (4): 13-24 (in Persian).

Rao, M. S. S., and Mendaham, N. J. 1991. Comparison of chinoli (*Brassica campestris* subsp. *oleifera* × subsp. *chinensis*) and *B. napus* oilseed rape using different growth regulators, plant population densities and irrigation treatments. Journal of Agricultural Science 177: 177-187.

Rao, G., Jain, A., and Shivanna, K. 1992. Effects of high temperature stress on Brassica pollen: viability, germination and ability to set fruits and seeds. Annals of Botany 69: 193-198.

Robertson, M. J., Holland, J. F., and Bambach, R. 2004. Response of canola and Indian mustard to sowing date in the grain belt of north-eastern Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture 44: 43-52.

Shirani Rad, A. H., and Ahmadi, M. R. 1997. Effect of planting date and plant density on growth and yield of two autumn oilseed cultivars in Karaj region. Iranian Journal of Agricultural Sciences 28 (2): 27-36 (in Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

Shirani Rad, A. H., and Dehshiri, A. 2003. Canola guide (planting, crop husbandry and harvesting). Nashr-e-Amoozesh. Ministry of Jihad-e-Agriculture publications. 116 pp. (in Persian).

Shirani Rad, A. H., Abbasian, A., and Aminpanah, H. 2012. Evaluation of rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars for resistance against water deficit stress. Bulgarian Journal of Agricultural Science 19 (2): 266-273.

Shirani Rad, A. H., Jabari, H. R., and Dehshiri, A. 2013. Evaluation of of spring canola cultivars response to autumn and spring planting seasons. Iranian Journal of Field Crops Research 11 (3): 493-505 (in Persian).

Siadata, S. A., and Hemayati, S. S. 2009. Effect of sowing date on yield and yield components of three oilseed rape varieties. Plant Ecophysiology 1: 31-35 (in Persian).

Sylvester-Bradley, R. and R. J. Makepeace. 1984. A code for stage of development in oilseed rape (*Brassica napuse* L.). Aspects of Applied Biology 6: 399-419.

Turhan, H., Kemal, M., Egese, C., and Kahriman. F. 2011. Effect of sowing time on grain yield, oil content, and fatty acids in rapeseed (*Brassica napus* subsp. *oleifera*). Turkish Journal of Agriculture 35: 225-234.

Valdiani, A. R., and Tajbakhsh, M. 2007. Comparison of phenological stages and adaptability of 25 advanced rapeseed (*brassica napus* l.) varieties in autumnal cultivation in Urmia – West Azerbaijan province, Iran. Journal of Soil and Water Science (Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources) 11 (1B): 329-344 (in Persian).

Waymann, W., Bottcher, U., Sieling, K., and Kage, H. 2015. Effects of weather conditions during different growth phases on yield formation of winter oilseed rape. Field Crops Research 173: 41-48.

Whitfield, D. M. 1992. Effect of temperature and nitrogen on CO2 exchange of pods of oil seed rape. Field Crops Research 28: 40-48.

www.SID.ir