مقایسه عملکرد و تعیین مناسب‌ترین زمان برداشت لاین‌های مختلف کلزا به‌عنوان کشت دوم و در تناوب با برنج در منطقه گیلان

الهام مهدی‌پور[۱]، عاطفه صبوری[۲*] و محمد ربیعی[۳]

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۳/۲۳ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۷/۳)

چکیده

ریزش خورجین و دانه در کلزا به‌عنوان یکی از مهم‌ترین مشکلات کشت این گیاه است که تعیین مناسب‌ترین زمان برداشت کلزا می‌تواند تا حد زیادی از بروز این مشکل جلوگیری کند و در نتیجه از کاهش چشمگیر عملکرد دانه آن بکاهد. در این راستا آزمایشی به‌صورت اسپلیت پلات در زمان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در شهرستان رشت طی سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ اجرا شد. در این آزمایش لاین‌های کلزا به‌عنوان فاکتور اصلی در ۲۲ سطح و زمان‌های برداشت به‌عنوان فاکتور فرعی در سه سطح (شامل رطوبت دانه‌های خورجین‌های یک سوم پایینی ساقه اصلی به‌ترتیب بین ۴۰-۳۰، ۳۰-۲۰ و ۲۰-۱۰ درصد رطوبت دانه) در نظر گرفته شدند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که علاوه بر معنی‌دار بودن صفات مرتبط با عملکرد در لاین‌های کلزا، برهم‌کنش لاین‌ها در زمان نیز معنی‌دار بود که نشان‌دهنده تفاوت اثر زمان برداشت روی لاین‌های مختلف کلزا است. در اکثر لاین‌ها، بیشترین و کمترین عملکرد دانه به‌ترتیب مربوط به زمان برداشت اول و دوم بود. بیشترین عملکرد دانه به لاین SRL-98-17 با میانگین ۳۶۶۱/۶۷ کیلوگرم در هکتار اختصاص داشت. همچنین تعداد خورجین در بوته از برداشت اول تا سوم به علت ریزش، سیر نزولی داشت. در عین حال لاین‌های SRL-98-9، SRL-98-19، SRL-98-1 و SRL-98-11 کمترین ریزش دانه را داشتند. بر طبق نتایج، زمان برداشت اول، ضمن داشتن بیشترین عملکرد دانه، از آنجایی که رسیدگی کلزا را حدود یک هفته تسریع کرد، به‌عنوان کشت دوم و در تناوب با برنج بسیار ارزشمند است.

واژه‌های کلیدی: کانولا، رطوبت دانه، صفات زراعی

۱ و ۲. به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار ژنتیک و به نژادی گیاهی گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان، رشت، ایران

۳. استادیار پژوهشی زراعت، موسسه تحقیقات برنج کشور، سازمان تحقیقات، آموزش وترویج کشاورزی، رشت، ایران

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: a.sabouri@guilan.ac.ir

مقدمه

کلزا گیاهی یکساله، از خانواده *Brassicaceae*، از تیره شب‌بو و از جنس کلم با نام علمی (*Brassica napus* L.) است. این گیاه دارای دو نوع بهاره و پاییزه است که نوع پاییزه نسبت به بهاره در برابر سرما مقاوم‌تر و پرمحصول‌تر است (۵). بذر کلزا به‌طور طبیعی شامل ۴۵-۴۰ درصد روغن است که به‌عنوان مواد خام برای مصارف مختلف استفاده می‌شود (۱۵). پس از استخراج روغن، کنجاله‌ی باقی‌مانده حاوی ۴۴-۳۸ درصد پروتئین با کیفیت بالا است که برای تغذیه حیوانات استفاده می‌شود (۳۲). کلزا از تلاقی شلغم روغنی (*Brassica rapa*) و کلم (*Brassica oleracea*) و دو برابر شدن کروموزوم‌های هیبرید حاصل به وجود آمده است. این گیاه نسبت به سایر روغن‌های خوراکی با داشتن اسیدهای چرب اشباع نشده و فاقد کلسترول از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و کیفیت مطلوبی داشته است (۱۴ و ۲۸). از آنجایی که بیش از ۹۰ درصد روغن خوراکی کشور به‌صورت وارداتی است، کشت کلزا به‌عنوان گیاهی که روغن دانه آن از کیفیت مطلوبی برخوردار است، مورد توجه قرار گرفته است. علاوه بر آن از این گیاه روغنی در تناوب با گیاهان زراعی از جمله غلات استفاده می‌شود که در کنترل علف‌های هرز، آفات و بیماری‌ها مؤثر است (۳۰).

همواره برداشت کلزا از مهم‌ترین عملیات زراعت آن است زیرا برداشت زود هنگام این گیاه به‌دلیل بذرهای نارس موجب افت کیفیت دانه و همچنین برداشت دیر هنگام نیز سبب ریزش خورجین و دانه شده و در نتیجه کاهش چشمگیر عملکرد دانه را در پی خواهد داشت (۲۹). به‌دلیل دوره گل‌دهی نسبتاً طولانی و عدم رسیدگی یکنواخت بذرها، تعیین مناسب‌ترین زمان برداشت از اهمیت به‌سزایی برخوردار است (۷). برداشت زودهنگام کلزا منجر به عدم پر شدن دانه می‌شود و در نهایت عملکرد پایین را در پی خواهد داشت (۳۱). طی آزمایشی در کانادا مشاهده شد که بهترین زمان برداشت غیرمستقیم کلزا هنگامی است که دانه‌های یک سوم پایینی بوته به‌طور کامل تغییر رنگ داده و همچنین رطوبت دانه بین ۳۵ تا ۴۰ درصد باشد (۲۰). برداشت کلزا در رطوبت ۱۴-۱۰ درصد با رنگ تیره (رسیدگی کامل) دارای کیفیت مطلوب‌تری نسبت به برداشت در رطوبت ۳۵-۳۰ درصد با رنگ روشن‌تر (رسیدگی فیزیولوژیک) است. با اینکه برداشت قبل از رسیدگی کامل سبب افت عملکرد دانه نمی‌شود اما با این وجود در صورتی که بذر گواهی شده مورد هدف باشد، باید برداشت در رسیدگی کامل انجام شود (۱۰). زمان‌های مختلف برداشت کلزا بر عملکرد ارقام مختلف آن تأثیر گذار است از طرفی برداشت باید زمانی انجام شود که حداکثر عملکرد به‌دست آید. برخی از پژوهشگران بیان داشتند که بهترین زمان برداشت کلزا در رطوبت دانه ۳۵ درصد است که بالاترین میزان عملکرد دیده می‌شود. همچنین روند ریزش دانه در برداشت تأخیری سیر صعودی داشته که در نهایت کاهش عملکرد را در پی خواهد داشت (۱۶ و ۲۳). اما در پژوهشی دیگر، برداشت در رطوبت ۳۸-۴۰ درصد بهترین زمان برداشت جهت رسیدن به حداکثر عملکرد دانه معرفی شد و برداشت در رطوبت کمتر سبب ریزش دانه و برداشت در رطوبت بیشتر نیز سبب افت عملکرد شد (۳).

مشاهده شده است که زمان برداشت بر عملکرد دانه، عملکرد روغن و وزن هزار دانه کلزا اثر معنی‌داری ندارد اما بین ارقام مختلف تفاوت معنی‌دار مشاهده شد (۱). پژوهش‌ها حاکی از آن است که تأخیر در برداشت کلزا منجر به کاهش عملکرد دانه، تعداد خورجین در بوته و وزن هزار دانه شده است (۱۱). برای رقم Hyola308، برداشت در رطوبت ۴۵ درصد و برای ارقام Hyola401، Hyola420 و RGS003 برداشت در رطوبت ۳۵ درصد بهترین زمان برداشت بوده که این ارقام بیشترین عملکرد را داشتند (۲۴). برخی از پژوهشگران بیان داشتند که برداشت در رسیدگی کمتر (۵۰ درصد رسیدگی) سبب افزایش روغن نسبت به برداشت در رسیدگی بیشتر (۸۰ درصد رسیدگی) می‌شود (۳۰). در پژوهشی مشاهده شد که زمان برداشت تاثیر معنی‌داری بر طول خورجین و درصد رطوبت دانه داشت و رقم RGS003 دارای بیشترین عملکرد دانه، درصد روغن و عملکرد روغن بود (۹).

یکی از مهم‌ترین مراحل ارزیابی و معرفی رقم از بین ژنوتیپ‌ها و لاین‌های امیدبخش، شناسایی ژنوتیپ‌های سازگار در

منطقه و مقایسه عملکرد آنها است. در سال‌های اخیر نیز در برنامه‌های به‌نژادی متعدد پایداری و یا سازگاری به بررسی ژنوتیپ‌های مختلف کلزا پرداخته شده است (۲، ۴ و ۱۹). در این راستا، لاین‌های مورد استفاده در پژوهش حاضر، لاین‌هایی با عملکرد بالا و زودرس هستند که برای نخستین بار از لحاظ زمان برداشت مناسب در منطقه گیلان مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به اینکه انتخاب مناسب‌ترین زمان برداشت کلزا ضمن رسیدن به بالاترین میزان عملکرد از اهمیت به‌سزایی برخوردار است و از طرفی مناسب‌ترین زمان برداشت می‌تواند برای ارقام مختلف متفاوت باشد، پژوهش حاضر به‌منظور بررسی اثر زمان برداشت بر عملکرد ارقام مختلف کلزا و تعیین مناسب‌ترین زمان برداشت طراحی شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی پژوهش حاضر شامل ۲۰ لاین و دو رقم کلزا بود که لیست لاین‌ها در جدول ۱ آورده شده است. این لاین‌ها از بخش تحقیقات دانه‌های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر جهت آزمایش مقدماتی سازگاری برای کشت در اراضی شالیزاری استان گیلان تهیه شدند و برای نخستین بار در منطقه گیلان مورد کشت قرار گرفتند. از ویژگی‌های عمومی این لاین‌ها، بهاره بودن، زودرسی و یکنواختی رسیدگی همراه با عملکرد مطلوب است. منشأ این لاین‌ها ایران است و در بخش تحقیقات دانه‌های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر به روش شجره‌ای تولید شدند. رقم دلگان، رقم جدیدی است که دارای ویژگی‌های مطلوبی مانند پتانسیل عملکرد بالا، سازگاری وسیع، زودرسی، تحمل نسبی به بیماری اسکلروتینیایی ساقه، تحمل به ورس و کیفیت خوب روغن است (۱۳). رقم صفار نیز رقم زودرس بهاره جهت کشت در مناطق گرم جنوب و شمال کشور و مناسب برای کشت تأخیری در مناطق مواجه با تنش خشکی آخر فصل معرفی شده است (۱۲)

لاین‌های کلزا به‌همراه دو رقم دلگان و صفار طی سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ در مزرعه پژوهشی موسسه تحقیقات برنج کشور واقع در ایستگاه تحقیقاتی خاک و آب در ۱۰ کیلومتری شهرستان رشت کشت شدند. طرح آزمایشی مورد استفاده، اسپیلت پلات در زمان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود. فاکتور اصلی لاین‌های کلزا در ۲۲ سطح و فاکتور فرعی زمان‌های برداشت در سه سطح بود. هرکرت شامل چهار ردیف با فاصله بین ردیف‌ها ۲۵ سانتی‌متر و فاصله روی ردیف‌ها هشت سانتی‌متر بود. فاصله بین کرت‌ها نیم متر و فاصله بین بلوک‌ها یک و نیم متر در نظر گرفته شد. عملیات شخم و دیسک زدن در اواسط آبان ماه ۱۳۹۸ انجام شد. جهت جلوگیری از غرقابی شدن زمین در اثر بارندگی‌های سنگین احتمالی زهکش‌هایی به عرض ۲۰ سانتی‌متر بین بلوک‌ها و پیرامون مزرعه احداث شد. قبل از اجرای آزمایش، از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری خاک، نمونه مرکبی تهیه و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن در آزمایشگاه خاک و آب مؤسسه تحقیقات برنج کشور تعیین شد (جدول ۲).

پس از انجام تجزیه خاک یک سوم مقادیر کود نیتروژن تخصیص یافته برای هر تیمار به میزان ۶۰ کیلوگرم نیتروژن خالص از منبع اوره و تمام کود فسفر خالص به مقدار ۶۹ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپر فسفات تریپل و پتاسیم خالص به مقدار ۷۸ کیلوگرم در هکتار از منبع سولفات پتاسیم بر اساس توصیه بخش خاک و آب موسسه تحقیقات برنج کشور در زمان کاشت به مزرعه داده شد. دو سوم کود نیتروژن نیز به صورت سرک، یک سوم قبل از شروع ساقه رفتن و یک سوم قبل از گلدهی، مورد استفاده قرار گرفت. میانگین دمای هوا، میزان بارندگی، رطوبت نسبی و مجموع ساعات آفتابی ماهانه در طول اجرای آزمایش در جدول ۳ ارائه شده است.

کاشت بذور در تاریخ ۲۲ آبان به‌صورت دستی انجام شد. کشت کلزا به‌صورت دیم و بدون انجام آبیاری صورت گرفت. چند روز قبل از برداشت تعداد ۱۰ بوته از هر کرت به‌صورت تصادفی انتخاب و صفات طول خورجین، تعداد خورجین در بوته، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی و شاخص برداشت مورد ارزیابی قرار گرفتند. فاکتور زمان در این طرح در سه سطح بود به‌طوری که زمان‌های

جدول ۱. اسامی لاین‌های بهاره کلزا مورد ارزیابی به‌همراه شاهد (رقم دلگان) و رقم صفار

ردیف	نام	ردیف	نام
۱	SRL-98-1	۱۲	SRL-98-12
۲	SRL-98-2	۱۳	SRL-98-13
۳	SRL-98-3	۱۴	SRL-98-14
۴	SRL-98-4	۱۵	SRL-98-15
۵	SRL-98-5	۱۶	SRL-98-16
۶	SRL-98-6	۱۷	SRL-98-17
۷	SRL-98-7	۱۸	SRL-98-18
۸	SRL-98-8	۱۹	SRL-98-19
۹	SRL-98-9	۲۰	SRL-98-20
۱۰	SRL-98-10	۲۱	دلگان
۱۱	SRL-98-11	۲۲	صفار

جدول ۲. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

گروه بافت	رس	سیلت	شن	نیتروژن کل	کربن آلی	پتاسیم قابل استفاده	فسفر قابل استفاده	اسیدیته گل اشباع	هدایت الکتریکی	عمق
	(درصد)					(میلی‌گرم در کیلوگرم)			(دسی‌زیمنس در متر)	(سانتی‌متر)
رسی ـ سیلتی	۴۸	۴۶	۶	۰/۱۲	۱/۳۶	۱۵۵	۸/۶	۶/۶۳	۰/۸۷	۳۰-۰

جدول ۳. اطلاعات هواشناسی برای فصل زراعی در ایستگاه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات برنج کشور در رشت در فصول کشت کلزا از آبان ۱۳۹۸ تا اردیبهشت ۱۳۹۹

	دمای هوا (درجه سلسیوس)			رطوبت نسبی	بارندگی ماهانه	ساعات آفتابی
	میانگین کمینه	میانگین بیشینه	میانگین	(درصد)	(میلی‌متر)	(ساعت)
آبان	۱۰/۳	۱۸/۴	۱۴/۴	۸۵/۵	۱۷۸/۹	۱۰۵/۸
آذر	۵/۷	۱۳/۹	۹/۸	۸۶/۵	۱۸۳/۷	۳۴/۱
دی	۶	۱۳/۶	۹/۸	۸۰/۸	۱۴۹	۸۸/۴
بهمن	۳/۵	۱۳/۷	۸/۶	۶۷/۹	۱۳۶/۴	۱۲۷/۴
اسفند	۶/۳	۱۵/۳	۱۰/۸	۸۱/۴	۱۰۵/۳	۹۶/۴
فروردین	۸/۶	۱۶/۱	۱۲/۳	۸۱/۹	۱۵۸/۱	۱۰۲/۲
اردیبهشت	۱۳/۴	۲۲/۸	۱۸/۱	۷۵	۵۸/۱	۱۷۷/۶

برداشت هنگامی بود که رطوبت دانه‌های خورجین‌های یک سوم پایینی ساقه اصلی به‌ترتیب بین ۴۰-۳۰، ۳۰-۲۰ و ۲۰-۱۰ درصد رطوبت دانه بودند. اندازه‌گیری کلیه صفات برای هر مقطع زمانی روی نمونه‌های برداشت شده در همان مقطع انجام شد. عملیات برداشت در اواخر اردیبهشت ماه انجام شد. شایان ذکر است چون کشت این لاین‌ها در استان گیلان به‌منظور بررسی آنها به‌عنوان کشت دوم در تناوب با برنج بود، پس از برداشت محصول کلزا، در همان مزرعه کشت برنج انجام شد. جهت انتخاب زمان

برداشت مناسب و تعیین درصد رطوبت مورد نظر، نمونه‌برداری تصادفی روزانه از تعداد ده بوته انجام شد و نمونه‌ها در آون به‌مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند و با استفاده رابطه ۱ درصد رطوبت اندازه‌گیری شد.

$$\text{درصد رطوبت} = \frac{\text{وزن خشک} - \text{وزن تر}}{\text{وزن تر}} \qquad (۱)$$

در نهایت بعد از رسیدن به رطوبت دانه مورد نظر (طوبت دانه‌های خورجین‌های یک سوم پایینی ساقه اصلی به‌ترتیب بین ۴۰-۳۰، ۳۰-۲۰ و ۲۰-۱۰ درصد) برداشت انجام شد. پس از ثبت داده‌ها، ابتدا مفروضات تجزیه واریانس بررسی شد. پس از اطمینان از برقراری مفروضات از جمله نرمال بودن توزیع خطاهای آزمایشی، تجزیه واریانس و سپس مقایسه میانگین به روش توکی در سطح احتمال ۰/۰۵ با نرم‌افزار SAS ver.9.2 انجام شد. برای گروه‌بندی لاین‌ها، از تجزیه خوشه‌ای بر اساس معیار فاصله اقلیدسی و روش Ward استفاده شد. سپس میانگین لاین‌ها در هر گروه و نمره استاندارد (Z-score) آنها نیز محاسبه شد. بر اساس نمره استاندارد هر گروه، مقایسه نسبی آن گروه نسبت به میانگین کل انجام شد. بدین صورت که اگر در هر گروه میانگین صفتی بالاتر از میانگین کل باشد، نمره استاندارد مثبت نشان خواهد داد و هرچقدر این مقدار بالاتر باشد نشان‌دهنده برتری آن گروه از نظر آن صفت است. برای انجام این تجزیه از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۴ استفاده شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج جدول ۴، اثر لاین برای تمامی صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر زمان برای تمامی صفات به غیر از صفت طول خورجین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. معنی‌دار نشدن طول خورجین دور از انتظار نیست به‌دلیل اینکه فاصله بین تاریخ‌های برداشت به میزانی نیست که بتواند تفاوت معنی‌داری در طول خورجین ایجاد کند. به‌طور کلی در زمان برداشت اول تقریباً رشد خورجین‌ها از لحاظ طولی به حداکثر مقدار نزدیک شده بود.

نتایج نشان داد برهم‌کنش بلوک در لاین، فقط برای دو صفت تعداد خورجین در بوته و تعداد دانه در خورجین معنی‌دار شد، اما از لحاظ برهم‌کنش لاین در زمان، برای تمامی صفات، به‌غیر از وزن هزار دانه، معنی‌دار برآورد شد. این نتیجه بیانگر این مطلب است که واکنش لاین‌ها و اختلاف موجود بین آنها در سه زمان برداشت متفاوت از هم بوده است. بر این اساس برای دستیابی به لاین‌هایی که در هر یک از تاریخ‌ها عملکرد مطلوب‌تر و برتری داشتند عمل برش‌دهی صورت گرفت و مقایسه میانگین بین لاین‌ها در هر زمان برداشت به‌طور جداگانه صورت گرفت، همچنین تجزیه خوشه‌ای به‌منظور گروه‌بندی لاین‌ها و شناسایی لاین‌های برتر از لحاظ مجموع صفات در هر زمان برداشت، به‌صورت جداگانه انجام شد.

مقایسه میانگین لاین‌های کلزا از لحاظ صفات مختلف مورد بررسی

طول خورجین

لاین‌ها از لحاظ طول خورجین اختلاف معنی‌دار داشتند. معنی‌دار بودن برهم‌کنش لاین در زمان هم می‌تواند به میزان اختلاف لاین‌ها از لحاظ طول خورجین در طی زمان باشد. برای مثال اگرچه برای این صفت، منبع زمان برداشت معنی‌دار نبود، اما میزان اختلاف طول خورجین در طول زمان، از رقمی به رقمی دیگر متفاوت بود که از لحاظ آماری باعث معنی‌دار شدن برهم-کنش لاین در زمان برای طول خورجین شد. در هر سه زمان برداشت، بیشترین و کمترین مقدار طول خورجین به‌ترتیب با میانگین ۸/۲۹ و ۴/۹۶ سانتی‌متر و با اختلاف معنی‌دار به لاین SRL-98-14 و SRL-98-4 اختصاص داشت. طول خورجین از صفات مهم و تأثیرگذار بر عملکرد دانه کلزا محسوب می‌شود (۲۵). هر چه طول خورجین در ارقام بلندتر باشد عملکرد دانه نیز بیشتر خواهد شد زیرا تعداد دانه در غلاف‌های طویل‌تر بیشتر خواهد بود (۲۶). در مطالعه هاشمی و همکاران (۱۶) اثر رقم برای صفت طول خورجین در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود و رقم Hyola308 نسبت به ارقام دیگر برتری معنی‌داری

جدول ۴. تجزیه واریانس طرح اسپیلت پلات در زمان صفات مرتبط با عملکرد لاین‌های مختلف کلزا در سه زمان برداشت (شامل رطوبت دانه‌های خورجین‌های یک سوم پایینی ساقه اصلی به‌ترتیب بین ۴۰-۳۰، ۳۰-۲۰ و ۲۰-۱۰ درصد رطوبت دانه)

منابع تغییر	درجه آزادی	طول خورجین	میانگین مربعات					
			تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد بیولوژیکی	شاخص برداشت
بلوک	۲	۰/۱۱**	۱۵۴۹^{ns}	۶/۰۹^{ns}	۰/۷۶**	۸۲۹۹۸۱**	۶۶۸۱۸۵۲**	۳/۷۲*
لاین	۲۱	۴/۵۷**	۸۴۵۸**	۳۰/۷۹**	۰/۶۰**	۲۰۷۰۹۶۶**	۱۹۹۲۱۴۵۸**	۳/۴۷**
خطا(لاین×بلوک)	۴۲	۰/۲۲	۸۳۰	۲/۵۲	۰/۱۲	۱۲۷۷۹۴	۹۷۶۴۸۰	۱/۱۷
زمان	۲	۰/۰۰۵^{ns}	۲۸۵۰**	۲۲۸/۷۴**	۷/۶۳**	۲۲۱۶۲۳۲**	۱۷۸۷۱۰۷۴**	۶/۵۳**
بلوک×زمان	۴	۰/۹۴^{ns}	۵۹/۳۶*	۳/۸۵**	۰/۰۲^{ns}	۴۷۰۵۳^{ns}	۲۰۱۷۶۷^{ns}	۰/۷۶^{ns}
لاین×زمان	۴۲	۰/۱۸*	۳۹/۳۹**	۴/۲۳**	۰/۰۶^{ns}	۷۹۵۸۷**	۶۹۳۳۶۷**	۰/۸۱**
خطا	۸۴ها	۰/۱۱	۲۰/۴۴	۱/۱۲	۰/۳۹	۳۲۳۴۷	۲۴۳۵۵۴	۰/۴۶
ضریب تغییرات (٪)		۵/۵۳	۳/۳۵	۴/۹۶	۴/۹۴	۶/۷۱	۵/۴۵	۲/۳۰

*، ** و ns به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد و غیرمعنی‌دار.

نشان داد. همچنین رقم Hyola308 و PF7045/91 به‌ترتیب دارای بلندترین و کوتاه‌ترین طول خورجین بود.

تعداد خورجین در بوته

نتایج مقایسه میانگین بیانگر کاهش معنی‌دار تعداد خورجین در لاین‌ها به تدریج از برداشت اول تا سوم بود (به دلیل محدودیت تعداد صفحه، جداول مقایسه میانگین نشان داده نشدند). البته برای تعدادی از لاین‌ها شامل SRL-98-11، SRL-98-2، SRL-98-20، SRL-98-6، SRL-98-9 و رقم صفار این اختلاف معنی‌دار برآورد نشد. می‌توان علت کاهش تعداد خورجین در طول زمان را به باز شدن خورجین‌ها و ریزش دانه نسبت داد. تأخیر در برداشت کلزا که موجب باز شدن خورجین‌ها و ریزش دانه می‌شود توسط محققان دیگر نیز بیان شده است (۱۸ و ۲۷). بر اساس نتایج مقایسه میانگین لاین SRL-98-17 و پس از آن لاین SRL-98-15 به‌ترتیب با میانگین کل ۲۰۰/۵۳ و ۱۸۱/۹۹ خورجین در بوته در هر سه برداشت بیشترین تعداد خورجین در بوته را به خود اختصاص دادند. لاین‌های SRL-98-10 و SRL-98-20 و رقم صفار نیز کمترین تعداد خورجین در بوته را در سه برداشت داشتند. نتایج بیانگر آن است که لاین SRL-98-11 با میانگین تعداد خورجین ۱۴۶/۵۵ جزو لاین‌هایی با تعداد خورجین زیاد است که ریزش آن در طول زمان معنی‌دار نیست. تعداد خورجین در بوته صفت بسیار مهمی است که عملکرد دانه به آن وابسته بوده و تعداد مناسب خورجین در کلزا سبب حصول بیشتر عملکرد خواهد شد (۸). تأخیر در برداشت کلزا سبب ریزش خورجین‌ها و در نهایت کاهش عملکرد دانه می‌شود (۱۶ و ۲۴).

تعداد دانه در خورجین

نتایج مقایسه میانگین بیانگر کاهش معنی‌دار تعداد دانه در لاین‌ها به تدریج از برداشت اول تا سوم بود. البته برای تعدادی از لاین‌ها شامل SRL-98-1، SRL-98-11، SRL-98-12، SRL-98-19، SRL-98-20، SRL-98-5، SRL-98-6، SRL-98-9 و رقم دلگان این اختلاف معنی‌دار برآورد نشد. بر اساس نتایج مقایسه میانگین لاین SRL-98-9 و SRL-98-4 به‌ترتیب با میانگین کل ۲۵/۴۸ و ۱۶/۹۰ بیشترین و کمترین تعداد دانه در خورجین را داشتند. لاین‌های مختلف در زمان اول بیشترین تعداد دانه در خورجین را داشتند، البته لاین SRL-98-1 و SRL-98-20 در زمان دوم بیشترین تعداد دانه را به خود اختصاص دادند اما اختلاف بین زمان‌های برداشت مختلف معنی‌دار نبود.

وزن هزار دانه

بر اساس نتایج مقایسه میانگین، لاین SRL-98-20 و سپس لاین SRL-98-2 به‌ترتیب با میانگین کل ۴/۸۷ و ۴/۵۱ گرم بیشترین وزن هزار دانه را در هر سه برداشت به خود اختصاص دادند. لاین SRL-98-7 با میانگین کل ۳/۴۸ گرم نیز کمترین وزن هزار دانه را در هر سه برداشت داشت. ربیعی و همکاران (۲۳) اثر زمان برداشت کلزا بر اساس میزان رطوبت دانه‌های یک سوم پایینی ساقه اصلی شامل ۴۵–۴۰ درصد رطوبت، ۳۵ درصد رطوبت، ۲۵ درصد رطوبت و ۱۵ درصد رطوبت دانه را مورد بررسی قراردادند که در این میان بیشترین وزن هزار دانه مربوط به برداشت چهارم بود که علت آن را به دریافت مواد فتوسنتزی بیشتر در طی زمان و پرشدن دانه تا مرحله رسیدگی بیان کردند.

عملکرد دانه

نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که اختلاف بین لاین‌ها، برهم‌کنش لاین در زمان و اختلاف بین زمان‌ها در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. البته لاین‌های SRL-98-1، SRL-98-11، SRL-98-16، SRL-98-19، SRL-98-4 و SRL-98-9 با وجود میانگین عملکرد دانه بالا، اختلاف معنی‌دار نداشتند. نتایج مقایسه میانگین عملکرد دانه نشان داد که لاین SRL-98-17 با میانگین ۳۶۶۱/۶۷ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد دانه و رقم صفار با میانگین ۱۵۶۸/۳۳ کیلوگرم در هکتار کمترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند. از مقایسه میانگین زمان‌های برداشت مشاهده شد که به‌طور کلی لاین‌های مختلف در زمان اول (برداشت در رطوبت دانه ۴۰–۳۰ درصد) بیشترین میزان عملکرد دانه را دارا بودند که با نتایج سایر محققان مطابقت (۱۶، ۱۷ و ۲۳). صادقی (۲۴) گزارش کرد که بهترین زمان برداشت برای رقم Hyola308، برداشت ۴۵ درصد رطوبت دانه بود و برای ارقام Hyola401، Hyola420 و RGS003 برداشت در رطوبت دانه ۳۵ درصد بهترین زمان برداشت بوده و بیشترین عملکرد دانه را داشتند. در آزمایشی که توسط هاشمی و همکاران (۱۶) انجام شد بیشترین میزان عملکرد دانه در برداشت با رطوبت دانه ۴۰–۳۰ درصد مشاهده شد. می‌توان علت کاهش عملکرد دانه در برداشت تأخیری را به تلفات ریزش طی برداشت تأخیری دانست (۶ و ۳۱). بنابراین می‌توان اذعان داشت زمان برداشت اول، ضمن داشتن بیشترین عملکرد دانه، از آنجایی که رسیدگی کلزا را حدود یک هفته تسریع کرد، از لحاظ کشت دوم با برنج بسیار ارزشمند است چون امکان توسعه کشت کلزا را به‌دلیل عدم همپوشانی آن با نشای برنج فراهم می‌سازد.

عملکرد بیولوژیک

بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک لاین‌های کلزا در برداشت اول (رطوبت دانه ۴۰–۳۰ درصد) مشاهده شد که با نتایج ربیعی و همکاران (۲۳) مطابقت دارد که برداشت در ۳۵ درصد رطوبت دانه را بالاترین میزان عملکرد بیولوژیکی معرفی کردند.

علاوه بر زودرسی، عملکرد و عملکرد بیولوژیک از ویژگی‌های شاخص انتخاب لاین‌های مناسب در اراضی شالیزاری محسوب می‌شود (۲۱ و ۲۲). نتایج مقایسه میانگین بیانگر آن است که در هر سه زمان برداشت، لاین SRL-98-17 با میانگین کل ۱۱۹۴۸/۱۰ کیلوگرم در هکتار و بعد از آن لاین SRL-98-9 با میانگین کل ۱۰۶۴۷/۲۳ کیلوگرم در هکتار بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک را داشتند. لاین SRL-98-9 علاوه بر عملکرد بیولوژیک بالا دارای عملکرد دانه بالایی نیز است. رقم صفار و لاین‌های SRL-98-10، SRL-98-20 و SRL-98-7 نیز کمترین میزان عملکرد بیولوژیک را در هر سه برداشت به خود اختصاص دادند.

شاخص برداشت

بر اساس نتایج، بالاترین میزان شاخص برداشت به‌ترتیب در لاین‌های SRL-98-17 و SRL-98-9 با میانگین کل ۳۰/۶۳ و ۳۰/۶۱ درصد مشاهده شد. همچنین پایین‌ترین میزان شاخص برداشت مربوط به لاین SRL-98-13 با میانگین کل ۲۸/۳۵ درصد بود. تأخیر در برداشت به‌دلیل ریزش دانه سبب کاهش

شاخص برداشت می‌شود و در این تحقیق نیز به‌طور کلی بیشترین شاخص برداشت در برداشت ۴۰-۳۰ درصد رطوبت مشاهده شد که با نتایج ربیعی و همکاران (۲۳) همخوانی داشت که گزارش کردند رقم Hyola401 و زمان برداشت دوم (۳۵ درصد رطوبت دانه) بیشترین شاخص برداشت (به‌ترتیب ۲۹/۹۹ و ۳۰/۶۷ درصد) را داشتند. نتایج مقایسه میانگین برش‌دهی شده بر اساس لاین نشان داد که برای لاین SRL-98-12 اختلاف بین زمان‌ها معنی‌دار است، باتوجه به اینکه شاخص برداشت برآوردی از نسبت عملکرد دانه به بیوماس است این معنی‌داری برای صفت عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک نیز برقرار بود.

گروه‌بندی لاین‌های کلزا در زمان برداشت اول

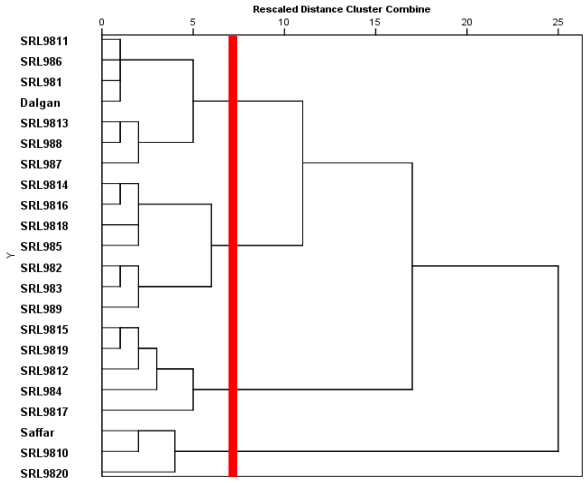
به‌منظور شناسایی لاین‌های کلزا که در مجموع در صفات مرتبط با عملکرد برتر بودند، تجزیه خوشه‌ای انجام شد و نمودار درختی حاصل از تجزیه خوشه‌ای بر اساس روش ward با استفاده از هفت صفت زراعی در زمان‌های مختلف برداشت در شکل‌های ۱ الی ۳ ارائه شدند.

شکل ۱ دندروگرام تجزیه خوشه‌ای در زمان برداشت اول را نشان می‌دهد. با برش دندروگرام در نقطه‌ای که کل ارقام به چهار گروه تقسیم می‌شوند، ویژگی‌های مختص هر گروه مورد تفسیر قرار گرفت. نتایج گروه‌بندی در جدول ۵ ارائه شد. در این جدول میانگین لاین‌ها در هر گروه و نمره استاندارد (z-score) آنها برای هر کدام از صفات آورده شده است. بدیهی است اگر گروهی برای صفتی بالاتر از میانگین کل ارقام باشد نمره استاندارد آن مثبت خواهد بود و هر چقدر نمره استاندارد بالاتر باشد، برتر بودن آن را نشان می‌دهد. گروه اول از نظر همه صفات به غیر از وزن هزار دانه، میانگین پایین‌تر و نمره استاندارد منفی و کمتری کسب کرد. اعضای گروه شامل سه عضو از جمله رقم صفار، SRL-98-10 و SRL-98-20 بودند. وزن هزار دانه در این گروه نسبت به سایر گروه‌ها دارای میانگین بیشتر و نمره استاندارد مثبت و بالاتر بود. به عبارتی ارقام این گروه، ارقام دارای دانه‌های درشت‌تر و در نتیجه وزن هزار دانه بیشتر بودند. گروه دوم شامل هفت عضو بود که از نظر اکثر صفات نمره استاندارد منفی به خود اختصاص داد. اعضای گروه از لاین‌های SRL-98-1، SRL-98-11، SRL-98-13، SRL-98-6، SRL-98-7، SRL-98-8 و رقم دلگان تشکیل شده بود. در این گروه نیز صفات همچون گروه اول دارای میانگین پایین بودند. البته لاین‌ها از نظر صفت تعداد خورجین در بوته نمره استاندارد مثبت کسب کردند.

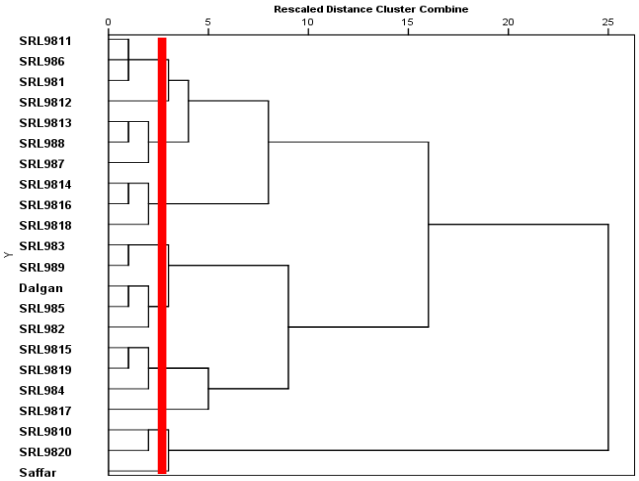
گروه سوم شامل پنج عضو متشکل از لاین‌های SRL-98-12، SRL-98-15، SRL-98-17، SRL-98-19 و SRL-98-4 بود، این لاین‌ها اگرچه از لحاظ طول خورجین، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه میانگین نزدیک یا کمتر از میانگین کل ارقام داشتند، اما از نظر صفات تعداد خورجین در بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بالاترین میانگین را کسب کردند و به‌طور کلی می‌توان این گروه را برتر از سایر گروه‌ها معرفی کرد. گروه چهارم شامل هفت عضو متشکل از لاین‌های SRL-98-14، SRL-98-16، SRL-98-18، SRL-98-5، SRL-98-2، SRL-98-3 و SRL-98-9 بود. این لاین‌ها از نظر طول خورجین و تعداد دانه در خورجین در این گروه نسبت به سایر گروه‌ها دارای بیشترین میانگین بودند و از لحاظ تعداد خورجین در بوته نمره استاندارد منفی کسب کردند. این گروه را می‌توان بعد از گروه سوم به‌عنوان گروه برتر معرفی کرد.

گروه‌بندی و ارزیابی لاین‌های کلزا در زمان برداشت دوم

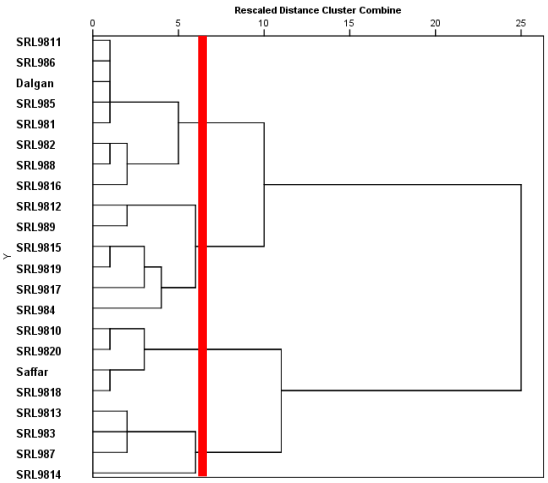
نمودار درختی حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای زمان برداشت دوم در شکل ۲ ارائه شد. لاین‌ها به پنج گروه تقسیم شده و مورد تفسیر قرار گرفتند. نتایج گروه‌بندی در جدول ۶ ارائه شد. در گروه اول رقم صفار و لاین‌های SRL-98-10 و SRL-98-20 قرار گرفتند که مشابه با گروه‌بندی در زمان برداشت اول، برای همه صفات به‌جز وزن هزار دانه، از میانگین پایین‌تری برخوردار بودند و پایین‌ترین نمرات استاندارد را به خود اختصاص دادند لذا، به‌عنوان ضعیف‌ترین گروه شناسایی شدند. گروه دوم که دارای هفت عضو متشکل از لاین‌های SRL-98-1، SRL-98-11، SRL-98-12، SRL-98-13، SRL-98-6، SRL-98-7 و SRL-98-8



شکل ۱. تجزیه کلاستر صفات زراعی لاین‌های مختلف کلزا به روش Ward در زمان برداشت اول (میزان رطوبت ۴۰-۳۰ درصد در دانه‌های خورجین‌های یک سوم پایینی ساقه اصلی)



شکل ۲. تجزیه کلاستر صفات زراعی لاین‌های مختلف کلزا به روش Ward در زمان برداشت دوم (میزان رطوبت ۳۰-۲۰ درصد در دانه‌های خورجین‌های یک سوم پایینی ساقه اصلی)



شکل ۳. تجزیه کلاستر صفات زراعی لاین‌های مختلف کلزا به روش Ward در زمان برداشت سوم (رطوبت ۲۰-۱۰ درصد در دانه‌های خورجین‌های یک سوم پایینی ساقه اصلی)

جدول ۵. اعضای گروه‌های تجزیه خوشه‌ای لاین‌های کلزا همراه با میانگین و نمره استاندارد آنها برای هفت صفت در برداشت اول (رطوبت ۴۰-۳۰ درصد در دانه‌های خورجین‌های یک سوم پایینی ساقه اصلی)

اعضای گروه	شماره گروه	صفات						
		طول خورجین (سانتی‌متر)	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
صفار, SRL-98-10, SRL-98-20	۱	۵/۷۱	۸۷/۴۸	۲۱/۷۷	۳/۹۹	۱۹۰۷	۶۵۳۷	۲۹/۰۸ میانگین گروه
		-۰/۷۱	-۱/۶۸	-۰/۵۴	۰/۸۲	-۱/۸۳	-۱/۹۴	-۰/۹۷ نمره استاندارد Z-Score
SRL-98-6, SRL-98-7, SRL-98-8, SRL-98-1, دلگان, SRL-98-11, SRL-98-13	۲	۵/۹۱	۱۴۴/۷۶	۲۲/۷۵	۳/۴۱	۲۷۴۵	۹۳۱۰	۲۹/۴۳ میانگین گروه
		-۰/۳۹	۰/۱۲	-۰/۰۱	-۰/۸۴	-۰/۱۹	-۰/۱۱	-۰/۵۲ نمره استاندارد Z-Score
SRL-98-12, SRL-98-15, SRL-98-17, SRL-98-19, SRL-98-4	۳	۵/۹۵	۱۸۰/۹۴	۲۱/۲۸	۳/۶۴	۳۳۸۰	۱۰۹۷۵	۳۰/۷۶ میانگین گروه
		-۰/۳۲	۱/۲۶	-۰/۸۰	-۰/۱۸	۱/۰۶	۰/۹۸	۱/۲۰ نمره استاندارد Z-Score
SRL-98-2, SRL-98-9, SRL-98-3, SRL-98-14, SRL-98-16, SRL-98-18, SRL-98-5	۴	۶/۷۱	۱۳۱/۲۰	۲۴/۳۱	۳/۹۱	۲۹۵۱	۹۸۵۴	۲۹/۸۹ میانگین گروه
		۰/۹۲	-۰/۳۰	۰/۸۲	۰/۶۱	۰/۲۲	۰/۲۴	۰/۰۸ نمره استاندارد Z-Score
		۶/۱۵	۱۴۰/۸۶	۲۲/۷۸	۳/۷۰	۲۸۴۱	۹۴۸۳	۲۹/۸۳ میانگین کل

جدول ۶. اعضای گروه‌های تجزیه خوشه‌ای لاین‌های کلزا همراه با میانگین و نمره استاندارد آنها برای هفت صفت در برداشت دوم (رطوبت ۳۰-۲۰ درصد در دانه‌های خورجین‌های یک سوم پایینی ساقه اصلی)

اعضای گروه	شماره گروه	صفات						
		طول خورجین (سانتی‌متر)	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
SRL-98-10, SRL-98-20 ,صفار	۱	۵/۸۸	۸۳/۷۷	۲۱/۰۰	۴/۴۷	۱۸۴۳	۶۳۱۸	۲۹/۰۶
		-۰/۳۲	-۱/۶۸	-۰/۴۳	۱/۴۰	-۱/۸۰	-۱/۹۰	-۰/۶۰
SRL-98-6, SRL-98-7, SRL-98-8, SRL-98-1, SRL-98-11, SRL-98-12, SRL-98-13	۲	۵/۸۹	۱۴۲/۷۱	۲۱/۵۵	۳/۷۶	۲۶۴۸	۹۱۷۹	۲۸/۸۴
		-۰/۳۰	۰/۲۰	-۰/۱۷	-۰/۵۵	-۰/۱۵	-۰/۰۱	-۰/۸۷
SRL-98-18, SRL-98-16, SRL-98-14	۳	۷/۶۴	۱۱۹/۰۰	۲۲/۵۲	۴/۰۰	۲۶۸۳	۹۲۳۲	۲۹/۰۳
		۱/۹۳	-۰/۵۶	۰/۲۹	۰/۱۲	-۰/۰۸	۰/۰۲	-۰/۶۳
SRL-98-15, SRL-98-17, SRL-98-19, SRL-98-4	۴	۵/۶۹	۱۸۱/۴۷	۲۰/۳۹	۳/۷۴	۳۲۵۹	۱۰۷۰۸	۳۰/۳۹
		-۰/۵۷	۱/۴۳	-۰/۷۲	-۰/۶۱	۱/۱۰	۰/۹۹	۱/۱۱
SRL982, دلگان, SRL-98-3, SRL-98-5, SRL-98-9	۵	۶/۰۶	۱۳۴/۱۷	۲۳/۸۲	۴/۰۸	۲۹۵۳	۹۷۲۳	۳۰/۳۵
		-۰/۰۹	-۰/۰۷	۰/۹۰	۰/۳۴	۰/۴۷	۰/۳۵	۱/۰۶
		۶/۱۳	۱۳۶/۵۷	۲۱/۹۱	۳/۹۶	۲۷۲۳	۹۱۹۸	۲۹/۵۲

میانگین گروه
نمره استاندارد Z-Score
میانگین کل

بود از لحاظ بسیاری از صفات از جمله طول خورجین، تعداد دانه در خورجین، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت نمره استاندارد منفی کسب کرد و جایگاه ضعیفی در بین ارقام را به خود اختصاص داد. گروه سوم با سه عضو متشکل از لاین‌های SRL-98-14، SRL-98-16 و SRL-98-18 بود. صفت طول خورجین در این گروه دارای میانگین بیشتر و نمره استاندارد مثبت و بالاتر نسبت به دیگر گروه‌ها بود. برای سایر صفات میانگین نزدیک به میانگین کل ارقام داشتند لذا می‌توان این گروه را در حد متوسط ارزیابی کرد. گروه چهارم شامل چهار عضو متشکل از لاین‌های SRL-98-15، SRL-98-17، SRL-98-19 و SRL-98-4 بود. این گروه اگرچه برای صفات طول خورجین، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه نمره استاندارد منفی کسب کرد اما از لحاظ صفات تعداد خورجین در بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت نمره استاندارد مثبت و بالایی را به خود اختصاص داد و در مجموع با توجه به نمرات استاندارد بالا برای اکثر صفات، برتر از سایر گروه‌ها ارزیابی شد. گروه پنجم شامل پنج عضو SRL-98-2، دلگان، SRL-98-3، SRL-98-5 و SRL-98-9 بود و از نظر صفات تعداد دانه در خورجین (بالاترین مقدار در بین گروه‌ها)، وزن هزار دانه، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت برتر از میانگین کل و نمره استاندارد مثبت، اما از نظر طول خورجین و تعداد خورجین در بوته نمره استاندارد منفی کسب کرد.

گروه‌بندی و ارزیابی لاین‌های کلزا در زمان برداشت سوم

نمودار درختی حاصل از تجزیه خوشه‌ای برای زمان سوم در شکل ۳ ارائه شد. در این مقطع زمانی نیز لاین‌ها به چهار گروه تقسیم شده و مورد تفسیر قرار گرفتند. نتایج گروه‌بندی در جدول ۷ ارائه شد. گروه اول شامل چهار عضو متشکل از رقم صفار و لاین های SRL-98-10، SRL-98-18 و SRL-98-20 بود که به‌طور کلی با توجه به میانگین کمتر از لحاظ بیشتر صفات شامل تعداد خورجین در بوته، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت و اخذ نمره استاندارد منفی به‌عنوان گروه ضعیف ارزیابی شد. گروه دوم شامل هشت عضو متشکل از لاین‌های SRL-98-1، SRL-98-11، SRL-98-16، SRL-98-2، SRL-98-5، SRL-98-6 و SRL-98-8 و رقم دلگان بود. این گروه برای صفات طول خورجین، تعداد دانه در خورجین و وزن هزار دانه دارای برتری نسبت به گروه‌های دیگر بود و نمرات استاندارد مثبت کسب کرد. اما از لحاظ صفات تعداد خورجین در بوته و شاخص برداشت نمره استاندارد منفی و میانگین پایین به خود اختصاص داد. گروه سوم که شامل لاین‌های SRL-98-12، SRL-98-15، SRL-98-17، SRL-98-19، SRL-98-4 و SRL-98-9 بود از نظر طول خورجین کمترین میانگین را نسبت به سایر گروه‌ها دارا بود. اما بالاترین نمره استاندارد را برای عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و تعداد خورجین در بوته کسب کرد و بنابراین در مجموع برترین گروه شناسایی شد. گروه چهارم شامل چهار عضو متشکل از لاین‌های SRL-98-13، SRL-98-14، SRL-98-3 و SRL-98-7 بود. این گروه از لحاظ صفت طول خورجین دارای بیشترین میانگین و نمره استاندارد مثبت و بالا بود که نشان از برتری طول خورجین در این گروه داشت. اما از لحاظ سایر صفات نمره استاندارد منفی کسب کرد و به‌طور کلی این گروه بعد از گروه اول ضعیف‌ترین گروه شناسایی شد. در مجموع با مقایسه نتایج گروه‌بندی در سه زمان برداشت، لاین‌های SRL-98-15، SRL-98-17، SRL-98-19 و SRL-98-4 در هر سه زمان برداشت در گروه برتر قرار گرفتند که نشان می‌دهد در مجموع از نظر صفات مرتبط با عملکرد برترین لاین‌ها هستند و لاین‌های SRL-98-12 و SRL-98-9 در مرتبه بعدی قرار گرفتند.

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش به نظر می‌رسد در بیشتر لاین‌ها بهترین زمان برداشت برای لاین‌های مورد ارزیابی زمانی است که دانه‌های یک سوم پایینی ساقه اصلی دارای ۴۰- درصد رطوبت باشد و در برخی لاین‌ها اختلاف معنی‌داری بین ۳۰

جدول ۷. اعضای گروه‌های تجزیه خوشه‌ای لاین‌های کلزا همراه با میانگین و نمره استاندارد آنها برای هفت صفت در برداشت سوم (رطوبت ۲۰–۱۰ درصد در دانه‌های خورجین‌های یک سوم پایینی ساقه اصلی)

اعضای گروه	شماره گروه	صفات						
		طول خورجین (سانتی‌متر)	تعداد خورجین در بوته	تعداد دانه در خورجین	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیکی (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
صفار, SRL-98-10, SRL-98-18, SRL-98-20	۱	۶/۲۰	۸۴/۸۲	۱۹/۱۶	۴/۶۱	۱۷۹۵	۶۲۲۷	۲۸/۷۸	میانگین گروه
		۰/۰۸	-۱/۴۷	-۰/۰۲	۰/۷۷	-۱/۳۸	-۱/۴۲	-۰/۶۰	نمره استاندارد Z-Score
دلگان, SRL-98-5, SRL-98-6, SRL-98-8, SRL-98-1, SRL-98-11, SRL-98-16, SRL-98-2	۲	۶/۱۸	۱۲۵/۶۶	۲۰/۰۶	۴/۴۲	۲۵۹۰	۸۸۹۷	۲۹/۱۰	میانگین گروه
		۰/۰۵	-۰/۰۷	۰/۳۸	۰/۳۲	۰/۲۲	۰/۲۷	-۰/۱۷	نمره استاندارد Z-Score
SRL-98-12, SRL-98-15, SRL-98-17, SRL-98-19, SRL-98-4, SRL-98-9	۳	۵/۶۴	۱۶۲/۰۱	۱۹/۵۰	۴/۲۹	۲۹۹۴	۹۹۸۷	۳۰/۰۹	میانگین گروه
		-۱/۱۱	۲/۰۸	۰/۰۹	۰/۰۱	۱/۵۸	۱/۴۲	۱/۰۲	نمره استاندارد Z-Score
SRL-98-13, SRL-98-14, SRL-98-3, SRL-98-7	۴	۶/۷۴	۱۲۳/۶۸	۱۷/۱۳	۳/۶۹	۲۱۷۹	۷۶۰۴	۲۸/۶۹	میانگین گروه
		۰/۷۵	-۰/۱۴	-۰/۹۲	-۱/۴۲	-۰/۶۱	-۰/۵۵	-۰/۷۲	نمره استاندارد Z-Score
		۶/۱۴	۱۲۷/۷۹	۱۹/۲۱	۴/۲۸	۲۴۸۱	۸۴۷۴	۲۹/۲۴	میانگین کل

زمان اول و دوم مشاهده نشد. لذا زمان برداشت اول مطلوب‌تر به نظر می‌رسد. زیرا ضمن داشتن بیشترین عملکرد دانه با داشتن کمترین ریزش دانه، رسیدگی کلزا را حدود یک هفته تسریع کرد و این امر امکان توسعه کشت کلزا را به‌دلیل عدم همپوشانی آن با نشای برنج فراهم می‌سازد. همچنین از آنجایی که لاین SRL-98-17 دارای بیشترین میزان عملکرد دانه بود می‌تواند به‌عنوان برترین لاین در منطقه گیلان برای بررسی‌های بیشتر معرفی شود.

منابع مورد استفاده

1. Abbasdokht, H., P. Azizi, S. Ghomi and M. Esfahani. 2001. Effect of cultivar and harvest date on yield and yield components of winter rapeseed as a second crop in Rasht. *Iranian Journal Agricultural Science* 3: 551-558 (In Farsi).
2. Agahi, K., J. Ahmadi, H. A. Oghan, M. H. Fotokian and S. F. Orang. 2020. Analysis of genotype× environment interaction for seed yield in spring oilseed rape using the AMMI model. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 20(1).
3. Ahmadi, M. R. 2004. Time and Method of Harvesting Rapeseed. Publication of Ministry of Agriculture Jihad. 20p. Tehran. (In Farsi).
4. Amiri Oghan, H., H. Zeinalzadeh-Tabrizi, H. R. Fanaei, N. Kh. Kazerani, Gh. Ghodrati, A. Danaie and M. B. Valipuor. 2019. Stability study of seed yield in promising lines of spring oilseed rape in southern-worm regions of Iran. *Journal of Crop Breeding* 11(31): 42-54. (In Farsi).
5. Azizi, M., A. Soltani and S. Khavari khorasani. 1999. Canola (Physiology, Agronomy, Breeding and Biotechnology). Jihad, Mashhad University Publication, Mashhad. (In Farsi).
6. Berglund, D. R., B. Hanson and M. Zarnstorff. 1999. Swathing and Harvesting Canola. The NDSU Extension Service, Fargo, North Dakota.
7. Betty, M. and W. E. Finch-Savage. 1998. Stress protein content of mature Brassica seed and their germination performance. *Seed Science Research* 8: 347-355.
8. Daniels, R. W., D. H. Scarisbrick and L. G. Smith. 1986. Oilseed rape physiology. pp. 83-126, In: D. H. Scarisbrick and R. W. Daniels (eds.), Oilseed Rape. Collins, London UK.
9. Ebrahimi, M. S. 2013. Effect of different Harvest time on quantitative time and qualitative characteristics of rapeseed cultivars in Ardabil. MSc thesis. Mohaghegh Ardabili University. Ardabil, Iran. (In Farsi).
10. Elias, S. G. and L. O. Copeland. 2001. Physiological and harvest maturity of canola in relation to seed quality. *Agronomy Journal* 93(5): 1054-1058.
11. Fanaei, H. R., H. Akbari-Moghaddam, Gh. A. Keykha, M. Naroueirad and S. S. Modares-Najafabadi.. 2007. Effect of harvesting time on yield and yield components of oilseed rape cultivars in Sistan region. *Seed and Plant Journal* 23(1): 59-74. (In Farsi)
12. Fanaei, H. R., H. Amiri Oghan, M. H. Alam Khomram, A. Askari, Gh. R. Ghodrati, A. Kh. Danaei, N. Kazerani, A. Faraji, A. Hazarjaribei, V. Rame, B. Samadi, S. Seif Amiri, F. Shariati, S. Rahmanpour, A. H. Shirani Rad and H. Sadeghi. 2019a. Introduction of early rapeseed cultivar (Saffar), suitable for the hot climate of the country. *Achievements of Agricultural and Horticultural Research and Technology* 2(5): 18-19. (In Farsi).
13. Fanaei, H. R., H. Amiri Oghan, M. H. Alam Khomram, A. Kh. Danaei, N. Kazerani, A. Askari, S. Rahmanpour, D. Roodei, G. Ghodratei, A. Faraji, A. Hazarjaribei, V. Rame, B. Samadi, S. Seif Amiri, H. Akbari Moghadam and M. Khajehdad Keshtegar. 2019b. Dalgan, new-cultivar of canola by high yield potential for cultivation in warm and dry region in south of country. *Research Achievements for Field and Horticulture Crops* 7(2): 161-173. (In Farsi).
14. Faraji, A. and A. Mohtasham Amiri. 2013. Management of Environmental Stress in Canola Fields. Agricultural Education and Extension Press, Karaj, Iran. (In Farsi).
15. Friedt, W., R. Snowdon, F. Ordon and J. Ahlemeyer. 2007. Plant breeding: assessment of genetic diversity in crop plants and is exploitation in breeding. *Progress in Botany* 168: 152-177.
16. Hashemi, S. M. R., M. Esfahani, J. Asghari and M. Rabiei. 2009. The effect of harvest time on grain yield and yield components of preferred rapeseed (*Brassica napus* L.) cultivars. *Agricultural Science (Tabriz)* 19(1): 234-247. (In Farsi).
17. Jaworski, C. A. and S. C. Phatak, 1993. Canola seed yield in relation to harvest methods. pp. 300-301, In: J. Janick and J. E. Simon. (eds.), New Crops. John Wiley, New York.
18. Madani, H., Gh. Naderi Broujerdi, H. Aghajani, M. Changizi and A. Pazoki. 2008. Effect of harvesting time on yield and grain shattering of rapeseed (*Brassica napus* L. Cv. Okapi) in Arak conditions. *New Findings of*

Agriculture 7: 286-295. (In Farsi).
19. Mazhari, R. N., S. A. Peighambari and H. Amiri Oghan. 2019. Stabilization analysis of advanced rapeseed lines. *Iranian Journal of Field Crop Science* 50(1): 171-179. (In Farsi).
20. Pauly, D. 2004. Canola harvesting time frequently asked questions. Center Alberta Agriculture. *Food and Rural Developement* 3: 51-59.
21. Rabiee, M., M. M. Karimi and F. Safa. 2004. Effect of planting dates on grain yield and agronomical characters of rapeseed cultivars as a second crop after rice at Kouchesfahan. *Iranian Journal of Agricultural Sciences* 35(1): 177-187. (In Farsi).
22. Rabiei, M. and M. Rahimi. 2014. Selection of the best rapeseed genotypes as second crop in paddy fields of Guilan. *Journal of Plant Production* 7(1): 201-213.
23. Rabiei, M., M. Esfahani, S. S. Hosseini-Imani and M. Jilani. 2014. Determination of the best harvesting time of rapeseed cultivars as second crop in paddy fields of North of Iran. *Iranian Journal of Field Crop Science* 45: 227-233. (In Farsi).
24. Sadeghi, M. 2007. Assessment of effect of harvest time on grain yield, yield components and oil content of several varieties rapeseed in Guilan province. MSc thesis. University of Guilan. Rasht, Iran (In Farsi).
25. Samizadeh, H., B. Yazdi-Samadi, M. R. Ghannadha, M. A. Malbobi, A. R. Taleei and G. R. Stringam. 2003. A study of molecular marker associated with Silique length trait in canola (*B. napus*) doubled haploid population. *Iranian Journal of Agriculture Science* 4: 871-879. (In Farsi).
26. Samizadeh, H., B. Yazdi-Samadi, M. R. Behamta, A. R. Taleii and G. R. Stringam. 2007. Study of silique length trait in doubled haploid *Brassica napus* population by molecular markers. *Journal of Agricultural Science and Technology* 9: 129-136.
27. Seyedi, S. R., H. Amir-Shekari, H. Omidi and M. Rabiei. 2018. Effect of ethephon application and harvesting date on yield, seed losses and oil percent of rapeseed. *Crop Physiology Journal* 39: 113-130. (In Farsi).
28. Shariati, F. and A. H. Shirani-Rad. 2011. Evaluation of oil content, oil yield and chlorophyll content of grain at different maturity stages in rapeseed cultivars. *Iranian Journal of Crop Science* 13(1): 78-86. (In Farsi).
29. Shariati, Sh. and P. Ghazishahnizade. 2000. Rapeseed. Publication of Ministry of Agriculture Jihad. Tehran. (In Farsi).
30. Shirani-Rad, A. H. and A. Dehshiri. 2002. Canola Guide (Planting, Crop Production, Harvest). Agricultural Education Pub. *Agricultural Research and Education*. Tehran. (In Farsi).
31. Thomas, P. 2003. Canola Growers Manual. Canola Council of Canada, Winnipeg, Manitoba, Canada.
32. Walker, K. C. and E. J. Booth. 2001. Agricultural aspects of rape and other *Brassica* products. *European Journal of Lipid Science Technology* 103(7): 441-446.

Journal of Crop Production and Processing
Vol. 11, No. 4, Winter 2022, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Yield Comparison and Determining the Best Harvesting Time of Different Rapeseed (*Brassica napus* L.) Lines as the Second Crop in Rotation after Rice in Guilan Region

E. Mehdipour[1], A. Sabouri[1*] and M. Rabiee[2]

(Received: June 13-2021; Accepted: September 25-2021)

Abstract

The pod drop and seed losses in rapeseed is one of the most important problems in the cultivation of this plant and determining the most appropriate harvesting time can greatly prevent this problem and subsequently reduce the grain yield reduction. Thus, the present research was conducted as a split-plot in time in the form of a randomized complete block design with three replications during the crop year of 2019-2020 in the Research Station of the Rice Research Institute of Iran in Rasht. The main factor was rapeseed genotypes at 22 levels and the subfactor was harvesting time at three levels (including the amount of moisture between 30-40, 20-30, and 10-20% in the third grade of the lower stage of the original stem). The results of analysis of variance showed that in addition to the significance of yield-related traits in rapeseed lines, the interaction of lines in time was also significant, which shows the effect of harvesting time on rapeseed lines is different. In most of the lines, the highest and lowest grain yields were related to the first and second harvesting time, respectively. The highest grain yield was found for SRL-98-17 with a mean of 3662 kg ha^{-1}. Number of siliques per line due to loss of pods decreased from the first to the third harvesting time. However, SRL98-9, SR-98-19, SRL-98-1 and SRL-98-11 had the lowest loss of grains. According to these results, it seems that the first harvesting time results in the highest grain yield, hastens the harvest of rapeseed by one week, and potentiates it as a suitable choice for inclusion in the rotation after a rice crop.

Keywords: Canola, Grain moisture, Agronomic traits

1, 2. M.Sc. Student and Associate Professor of Genetics and Plant Breeding, Respectively, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran
3. Research Assistant Professor of Agronomy, Rice Research Institute of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran
*: Corresponding Author, Email: a.sabouri@guilan.ac.ir