

ارتباط فنولوژی و صفات فیزیولوژیک با عملکرد دانه در ارقام مختلف کلزا (*Brassica napus* L) تحت شرایط دیم

* حسین سلیمانزاده^۱، ناصر لطیفی^۲ و افشین سلطانی^۳

^۱ دانشجوی دکتری زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج و عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد پارس آباد مغان،
^۲ استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
^۳ دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
تاریخ دریافت: ۸۵/۸/۸؛ تاریخ پذیرش: ۸۵/۱۲/۲۱

به منظور تعیین مهمترین صفات فنولوژیک و فیزیولوژیک مؤثر بر افزایش عملکرد دانه در کلزا، رابطه بین آنها با اجزای عملکرد و عملکرد دانه بررسی شد. آزمایش با استفاده از ۹ رقم کلزا که در سالیان اخیر در منطقه گرگان کشت و کار می شود به نام های: آپشن ۵۰۰، اکسل، پی-اف ۷۰۴۵/۹۱، پیس، سیکلن، کوانتوم، کیو ۲، گولیاس و هایولا ۴۰۱ در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۴ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال زراعی ۱۳۸۱-۱۳۸۲ به صورت دیم اجرا شد. ارقام مورد بررسی، اختلاف معنی داری از نظر عملکرد دانه نشان دادند و از این لحاظ در سه گروه پرمحصول (هایولا ۴۰۱)، متوسط (اکسل، پی-اف ۷۰۴۵/۹۱، پیس، کوانتوم و کیو ۲) و کم محصول (آپشن ۵۰۰، سیکلن و گولیاس) قرار گرفتند. ارقام مختلف بخصوص رقم پرمحصول و ارقام کم محصول، اختلاف معنی داری از نظر عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، سرعت پرشدن دانه، طول دوره گلدهی، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف نشان دادند. همبستگی این صفات با عملکرد دانه نیز بسیار معنی دار ($P < 0/01$) بود. روز تا رسیدگی فیزیولوژیک با عملکرد دانه همبستگی منفی و معنی داری ($P < 0/01$) داشت، اما صفاتی مانند دوره پرشدن دانه، بیوماس کل در گلدهی و وزن هزار دانه با عملکرد دانه، ارتباط معنی داری نداشتند.

واژه های کلیدی: کلزا، فنولوژی، صفات فیزیولوژیک، عملکرد دانه

۳- کارایی مصرف آب و ۴- کارایی مصرف نیتروژن،
گروه بندی نمود (عطارباشی و همکاران، ۲۰۰۲).
اصولاً طول دوره رشد گیاه و نیز طول هر مرحله
فنولوژیک می تواند از طریق مصرف بیشتر منابع یا از طریق
کاهش تنش های محیطی و کاهش طول هر دوره، عملکرد
را تحت تأثیر قرار دهد. تورلینگ (۱۹۷۴) با تحقیق بر روی
ارقام مختلف کلزا گزارش کرد که در طول تاریخ به نژادی،

متخصصان فیزیولوژی گیاهان زراعی می بایست
شاخص های فیزیولوژیک مهمی را که در گذشته باعث
افزایش عملکرد شده اند و در آینده نیز می توانند به
پیشرفت به نژادی در افزایش کمی و کیفی محصول
کمک کنند، شناسایی نمایند. این صفات را می توان به:
۱- کارایی تولید ماده خشک ۲- اجزای عملکرد اقتصادی

تعداد غلاف در بوته بوده است (آلن و همکاران، ۱۹۷۲؛ تورلینگ، ۱۹۷۴). این محققان گزارش کرده‌اند که افزایش تعداد دانه در غلاف تا حدودی افزایش عملکرد دانه را توجیه می‌کند زیرا تعداد بیشتر دانه، تقاضای زیادی را برای مواد فتوسنتزی ایجاد کرده و در نتیجه تولید مواد فتوسنتزی را افزایش می‌دهد و هر عاملی که باعث افزایش این پارامتر شود منجر به افزایش عملکرد دانه خواهد شد. با آنکه به نژادی جهت بهبود عملکرد دانه، تا حدود زیادی باعث افزایش تعداد دانه در غلاف شده است اما کاهش وزن دانه تا اندازه‌ای موجب خستگی شدن این تلاش‌ها گردیده است (کلارک و سیمپسون، ۱۹۷۸؛ لوتمن و دیکسون، ۱۹۸۷؛ مازور و همکاران، ۱۹۷۸). به نظر می‌رسد عملکرد دانه را نمی‌توان از یک حد نهایی بالاتر برد. با این وجود، انجام آزمایش‌های متعدد و شناخت عوامل مؤثر بر عملکرد و محدودیت‌هایی که در رابطه با عملکرد بالا در این گیاه وجود دارد می‌تواند اقدام مؤثری در جهت تولید ارقام پرمحصول باشد.

هدف از این تحقیق، تعیین مهمترین خصوصیات فنولوژیکی و فیزیولوژیکی مؤثر بر عملکرد کلزا در شرایط دیم به منظور دستیابی به معیارهایی برای انتخاب در جهت بهبود عملکرد این گیاه در برنامه‌های به نژادی در شرایط منطقه بود.

در این آزمایش، ۹ رقم کلزا به نام‌های گولیا^۱ (از فرانسه)، آپشن ۵۰۰^۲، پی - اف ۷۰۴۵/۹۱^۳ (از آلمان) و اکسل^۴، پیس^۵، سیکلن^۶، کوانتوم^۷، کیو^۸ و هایولا^۹ (از کانادا) در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی

هیچ تغییر اساسی در زمان سبزشدن تا رسیدگی فیزیولوژیک ایجاد نشده است ولی لوتمن و دیکسون (۱۹۸۷) و مندهام و همکاران (۱۹۸۱) روند مثبت و معنی‌داری را در رابطه با طول مدت سبزشدن تا گلدهی مشاهده کردند. همچنین تاپینکا و همکاران (۱۹۹۱) نیز با تحقیق بر روی کلزا در آبرتهای جنوبی گزارش کردند که ارقام پرمحصول کلزا حدود یک هفته زودتر از ارقام کم محصول به گلدهی رسیدند.

حجازی (۱۹۹۸) ضمن بررسی خصوصیات فنولوژیکی و سازگاری ۹ رقم کلزای اروپایی نتیجه گرفت ارقامی که گلدهی آنها به موقع بوده یعنی بعد از سرمای زمستان به گل رفتند و تعداد دانه و غلاف آنها بیشتر بود، نسبت به سایر ارقام برای محیط جدید کاشت مناسب‌تر هستند. آبروان و صادق‌زاده حمایتی (۲۰۰۳) نیز نشان دادند که تعداد روز از کاشت تا مراحل گلدهی و غلاف‌بندی به ترتیب با $I = -0/55*$ و $II = -0/52*$ همبستگی منفی و معنی‌داری با عملکرد دانه دارند. یکی از دلایل چنین امری ممکن است دمای بالا باشد زیرا گرما مکانیزم انتقال مواد به دانه‌ها را تحت تأثیر قرار داده و سبب پوکی دانه‌ها و پشدن ناقص آنها می‌گردد (مندهام و همکاران، ۱۹۸۱؛ تی لور و اسمیت، ۱۹۹۲).

دیین براک (۲۰۰۰) با بررسی تحقیقات انجام شده در ۳۰ سال اخیر بر روی کلزا دریافت که صفات طول دوره گلدهی، زودرسی، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف، نقش قابل توجهی در بهبود عملکرد دانه کلزا به‌طور مستقیم و غیرمستقیم داشته‌اند.

اختلاف عملکرد ارقام کلزای معرفی شده در سال‌های مختلف از نظر اجزای عملکرد یعنی تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه نیز مورد بررسی قرار گرفته است. برخی از محققان گزارش کرده‌اند که به نژادی در جهت افزایش عملکرد بالقوه در کلزا تا حدود زیادی ناشی از افزایش قدرت مخزن (تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف) و در اکثر موارد از طریق

- 1- Golliath
- 2- Option500
- 3- P. F.7045.91
- 4- Excell
- 5- Peace
- 6- Cyclone
- 7- Quantum
- 8- Q2
- 9- Hyola401

عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت تعیین شد.

در این آزمایش ۱۰ صفت به شرح زیر مورد اندازه‌گیری قرار گرفت:

- ۱) روز تا گلدهی: تعداد روز از کاشت تا زمانی که اولین گل در ساقه اصلی ظاهر شود. (۲) بیوماس کل در زمان گلدهی برحسب گرم در مترمربع. (۳) طول دوره گلدهی: تعداد روز از ظهور اولین گل تا ناپدید شدن آخرین گل.
- ۴) طول دوره پرشدن دانه (سیلستر - برادلی و میکپیس، ۱۹۸۴). (۵) روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی: تعداد روز از کاشت تا سیاه و سخت شدن کامل بذور. (۶) متوسط سرعت پر شدن دانه: حاصل تقسیم عملکرد دانه بر طول دوره پر شدن دانه برحسب گرم در مترمربع در روز. (۷) شاخص برداشت: حاصل تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک. (۸) وزن هزار دانه برحسب گرم. (۹) عملکرد دانه. (۱۰) اجزای عملکرد دانه.

داده‌های آزمایش به‌صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی با استفاده از نرم افزار رایانه‌ای SAS (۲۰۰۰) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین‌های هر صفت با استفاده از آزمون دانکن و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

داده‌های مربوط به فصل رشد در جدول ۲ درج شده است. دمای حداکثر و حداقل ماهانه در اکثر ماه‌های دوره آزمایش (به جز ماه‌های آذر و بهمن) در مقایسه با آمار دراز مدت کاهش نشان داد. بنابراین، سال مورد آزمایش در مقایسه با آمار دراز مدت، سال سردتری بوده است. میزان بارندگی طی دوره آزمایش در ماه‌های آبان، اسفند و فروردین بیشتر و در ماه‌های آذر، دی، بهمن، اردیبهشت و خرداد کمتر از آمار دراز مدت بود.

با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده علوم زراعی گرگان در سال زراعی ۱۳۸۲ - ۱۳۸۱ مورد مقایسه قرار گرفتند. کاشت به‌صورت دستی و به محض آماده شدن زمین در تاریخ ۷ آبان ماه انجام شد. کنترل علف‌های هرز به‌صورت وجین دستی صورت گرفت.

قبل از اجرای آزمایش، نمونه‌ای از خاک مزرعه تهیه و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن توسط آزمایشگاه خاکشناسی اندازه‌گیری شد که نتایج آن در جدول ۱ آمده است. براساس نتایج حاصل، بافت خاک سیلتی رسی لومی (شن ۲۰ درصد، رس ۲۶ درصد و سیلت ۶۴ درصد) بود.

میزان ۲۰۰ کیلوگرم کود فسفات آمونیم قبل از کاشت استفاده شد. برای افزایش راندمان نیتروژن، کود اوره در سه نوبت (قبل از کاشت، ساقه رفتن و یک هفته قبل از گلدهی) به مقدار ۱۵۰ کیلوگرم به‌صورت سرک مصرف شد (براساس آزمایش خاک و توصیه کودی سازمان کشاورزی استان گلستان).

هر کرت آزمایشی شامل ۱۱ ردیف به طول ۴ متر و فواصل ۳۰ سانتی‌متری بود تا تراکم ۸۰ بوته در مترمربع حاصل شود. در طول رشد گیاه به‌منظور ثبت مراحل فیزیولوژیک، زمان سبز شدن، گلدهی و رسیدگی فیزیولوژیک دانه، طبق روش سیلستر - برادلی و میکپیس (۱۹۸۴) برای هر رقم ثبت گردید. جهت تعیین اجزای عملکرد دانه در موقع رسیدگی فیزیولوژیک هر رقم، تعداد ۱۰ بوته از هر کرت پس از حذف دو خط انتهایی کاشت (به‌عنوان اثر حاشیه) برداشت و اجزای عملکرد شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه در آزمایشگاه مشخص گردید. در مرحله نهایی از هر کرت مساحت ۲ مترمربع با داس برداشت و

جدول ۱- مشخصات خاک مزرعه مورد آزمایش.

عمق خاک (سانتی متر)	درصد کربن	درصد	اسیدپته	نیتروژن کل (درصد)	فسفر قابل جذب (قسمت در میلیون)	پتاسیم قابل جذب (قسمت در میلیون)
۰ - ۳۰	۱/۳۹	۴۵	۷/۸۸	۰/۱۴	۸/۰۴	۴۴۰

جدول ۲- داده‌های هواشناسی ایستگاه هواشناسی گرگان در سال ۸۲ - ۱۳۸۱.

ماه	دمای هوا (درجه سانتی‌گراد)			تبخیر روزانه (میلی‌متر)	ساعات آفتابی	بارندگی ماهانه (میلی‌متر)
	میانگین حداقل	میانگین حداکثر	میانگین ماهانه			
مهر	۱۱/۹ (۱۰/۴)	۲۱/۸ (۱۹/۱)	۱۶/۹ (۱۴/۸)	۲/۲ (۱/۸)	۵/۹ (۶/۷)	۶۷/۷ (۶۷)
آذر	۳/۸ (۶/۳)	۱۲/۵ (۱۵/۲)	۸/۲ (۱۰/۸)	۰/۹ (۱)	۴ (۵/۹)	۴۸/۷ (۶۷/۲)
دی	۲/۷ (۳/۸)	۱۳/۶ (۱۴/۵)	۸/۲ (۹/۲)	۱/۱ (۱)	۴/۷ (۵/۹)	۲۵/۵ (۵۶/۹)
بهمن	۳/۵ (۳/۴)	۱۳/۵ (۱۲/۴)	۸/۵ (۷/۹)	۱/۳ (۱/۴)	۴/۴ (۶/۲)	۳۶/۳ (۵۷/۶)
اسفند	۵/۱ (۵/۲)	۱۲/۲ (۱۸/۸)	۸/۴ (۱۲)	۱/۴ (۲)	۲/۸ (۶/۴)	۹۶/۲ (۷۳/۳)
فروردین	۸/۲ (۹)	۱۶/۵ (۲۱/۶)	۱۲/۴ (۱۵/۳)	۱/۷ (۲/۶)	۲/۲ (۶/۹)	۷۷/۸ (۶۰/۳)
اردیبهشت	۱۱/۲ (۱۳/۸)	۲۳/۳ (۲۶/۸)	۱۷/۳ (۲۰/۳)	۳/۹ (۳/۹)	۷/۷ (۷/۵)	۲۴/۵ (۴۷/۲)
خرداد	۱۷/۵ (۱۸/۴)	۲۸/۹ (۳۰/۵)	۲۳/۲ (۲۴/۵)	۵/۹ (۶/۷)	۸/۱ (۸)	۷۹/۸ (۳۵/۷)

اعداد داخل پرانتز مربوط به آمار دراز مدت (۲۰ ساله) می‌باشند.

تغییرات آن ۸/۲ روز بود. زودرس ترین رقم، هایولا ۴۰۱ (۱۹۸ روز) و دیررس‌ترین ارقام، سیکلن و آپشن ۵۰۰ (به ترتیب با ۲۰۶/۲ و ۲۰۵/۸ روز) بودند. همبستگی منفی بین عملکرد دانه و روز تا رسیدگی نشان می‌دهد که این مدت از ارقام کم‌محصول تا پرمحصول کاهش یافته است ($r = -0.69$). با توجه به اینکه در انتهای فصل رشد، بارندگی حداقل بوده و دمای هوا به بیش از ۳۰ درجه سانتی‌گراد رسید به نظر می‌رسد زودرسی یک مزیت باشد. فاصله زمانی بین کاشت و گلدهی نیز در ارقام مختلف، تفاوت معنی‌داری نشان داد و ۲۷/۷ روز دامنه تغییرات آن بود. همبستگی منفی و معنی‌دار ($r = -0.61$) بین عملکرد دانه و روز تا گلدهی نشان می‌دهد که این تغییرات با بهبود عملکرد کلزا هماهنگ بوده است. لوتمن و دیکسون (۱۹۸۷) و مندهام و همکاران (۱۹۸۱) نیز با تحقیق بر روی کلزا در نواحی مختلف، روند مثبت و معنی‌داری را در رابطه با طول مدت سبز شدن تا گلدهی به دست آوردند. تاپینکا و همکاران (۱۹۹۱) نیز با تحقیق بر روی کلزا در آبرتای جنوبی گزارش کردند که ارقام پرمحصول کلزا حدود یک هفته زودتر از ارقام کم محصول به گلدهی رسیدند.

از آنجایی که میزان بارندگی در ماه‌های اردیبهشت و خرداد کمتر از نیاز آبی گیاهان مورد مطالعه بود و این طرح به صورت دیم اجرا می‌شد در این دو ماه ارقام مورد مطالعه تحت تنش رطوبتی قرار گرفتند. میزان ساعات آفتابی در اکثر ماه‌های دوره آزمایش (به جز اردیبهشت ماه) نسبت به ساعات آفتابی دراز مدت کاهش نشان داد و این کاهش در ماه‌های اسفند و فروردین (که مصادف با دوره گلدهی و گرده‌افشانی گیاهان مورد مطالعه بود) شدیدتر بود به طوری که ساعات آفتابی در طی آزمایش مزرعه‌ای در این دو ماه به ترتیب ۴۴ و ۳۲ درصد ساعات آفتابی دراز مدت بود. از آنجا که کمبود نور در زمان گلدهی و تشکیل غلاف ممکن است منجر به کاهش باروری و ریزش غلاف گردد بنابراین لازم است این شرایط در مورد نتایج گزارش شده از این تحقیق مد نظر قرار گیرد.

خصوصیات فنولوژیکی: میانگین خصوصیات فنولوژیکی ارقام در جدول ۳ درج شده است. روز تا رسیدگی فیزیولوژیک در ارقام، اختلاف معنی‌دار داشت و دامنه

جدول ۳- میانگین های طول پرشدن دانه، سرعت پرشدن دانه، روز تا گلدهی، طول دوره گلدهی، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک و بیوماس کل در گلدهی ارقام مورد آزمایش.

رقم	طول دوره پرشدن دانه (روز)	سرعت پرشدن دانه (گرم در روز)	زمان تا گلدهی (روز)	طول دوره گلدهی (روز)	زمان تا رسیدگی (روز)	بیوماس کل در گلدهی (گرم در مترمربع)
آپشن ۵۰۰	۶۵/۶ ^{bc}	۴/۰۷ ^c	۱۴۰/۲ ^b	۲۶ ^{cd}	۲۰۵/۸ ^a	۷۱۸ ^{bc}
اکسل	۶۲/۳ ^c	۶/۵۵ ^a	۱۴۰/۲ ^b	۲۷ ^{bc}	۲۰۲/۵ ^d	۷۵۴ ^b
پی - اف ۷۰۴۵/۹۱	۶۳/۵ ^c	۵/۵۷ ^b	۱۴۰/۰ ^b	۲۷ ^{bc}	۲۰۳/۵ ^{bc}	۷۶۲ ^b
پیس	۶۸/۰ ^b	۵/۷۰ ^b	۱۳۱/۸ ^c	۲۹ ^b	۱۹۹/۸ ^f	۶۹۵ ^c
سیکلن	۵۸/۰ ^d	۴/۵۰ ^c	۱۴۸/۲ ^a	۲۴ ^d	۲۰۶/۲ ^a	۸۱۰ ^a
کوانتوم	۶۱/۸ ^c	۶/۲۴ ^a	۱۴۱/۲ ^b	۲۶ ^{cd}	۲۰۳/۰ ^{cd}	۷۳۵ ^b
کیو ۲	۶۲/۶ ^c	۵/۶۷ ^b	۱۴۱/۲ ^b	۲۵ ^d	۲۰۳/۸ ^b	۷۴۷ ^b
گولياس	۶۸/۳ ^b	۳/۶۰ ^d	۱۳۳/۲ ^c	۲۶ ^{cd}	۲۰۱/۵ ^e	۷۱۱ ^{bc}
هایولا ۴۰۱	۷۷/۵ ^a	۶/۹۳ ^a	۱۲۰/۵ ^d	۳۸ ^a	۱۹۸/۰ ^g	۶۹۰ ^c

میانگین های دارای حروف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

طول دوره پرشدن دانه نیز در بین ارقام، اختلاف معنی داری نشان داد. بیشترین مقدار (۷۷/۵ روز) مربوط به رقم هایولا ۴۰۱ و کمترین مقدار (۵۸ روز) مربوط به رقم سیکلن بود. همبستگی بین طول دوره پرشدن و عملکرد دانه مثبت و غیرمعنی دار ($I=0/34$) بود. طول دوره پرشدن دانه در رقم پرمحصول هایولا ۴۰۱ و رقم کم محصول سیکلن به ترتیب ۳۹/۱ درصد و ۲۸/۱ درصد از کل دوره رشد آنها را شامل می شد. بنابراین، رقم هایولا ۴۰۱ زمان بیشتری را به پرکردن دانه های خود اختصاص داده است.

ضریب همبستگی بین سرعت و مدت پرشدن دانه معنی دار نبود ($I=-0/12$) بدین معنی که بین این دو ارتباطی وجود ندارد. از طرفی در ارقام مورد آزمایش، سرعت پرشدن دانه برخلاف طول دوره پرشدن با اکثر صفات مؤثر بر عملکرد همبستگی مثبت و معنی دار داشت (جدول ۵). بنابراین به نظر می رسد باید در گزینش ارقام پرمحصول این صفت مورد توجه بیشتری قرار گیرد.

میانگین اجزای عملکرد در ارقام مختلف کلزا در جدول ۴ نشان داده شده است. ارقام از نظر تعداد غلاف در بوته تفاوت معنی داری داشتند. میانگین این صفت بین ارقام مورد مطالعه، ۱۴۳/۱ غلاف در هر بوته بود که از حداقل ۱۲۶ غلاف در رقم گولياس تا حداکثر ۱۸۲/۹

طول دوره گلدهی در ارقام مورد مطالعه، اختلاف معنی داری داشت. بیشترین و کمترین طول دوره گلدهی به ترتیب به ارقام هایولا ۴۰۱ (۳۸ روز) و سیکلن (۲۴ روز) تعلق داشت هرچند طول دوره گلدهی رقم سیکلن با ارقام آپشن ۵۰۰، کوانتوم، کیو ۲ و گولياس، اختلاف معنی داری نداشت. همبستگی مثبت و معنی دار بین طول دوره گلدهی با عملکرد دانه ($I=0/70^{**}$) نشان می دهد که ارقامی با طول دوره گلدهی بیشتر، شانس بیشتری برای تلقیح گل ها و تبدیل آن به غلاف دارند. نتایج مشابهی نیز توسط حجازی (۱۹۹۸) و آلن و مورگان (۱۹۷۲) گزارش شده است.

خصوصیات رشد دانه و اجزای عملکرد: میانگین خصوصیات رشد دانه در جدول ۳ آمده است. ارقام از نظر سرعت پرشدن دانه دارای اختلاف معنی داری بودند. بیشترین سرعت پرشدن دانه (۶/۹۳ گرم در روز) مربوط به رقم هایولا ۴۰۱ (غیرمعنی دار با ارقام اکسل و کوانتوم) و کمترین مقدار آن (۳/۶ گرم در روز) مربوط به رقم گولياس است. همبستگی مثبت و معنی دار بین عملکرد دانه و سرعت پرشدن دانه ($I=0/84^{**}$) نشان می دهد که این صفت در ارقام پرمحصول بیش از ارقام کم محصول است اگرچه در مواردی هم کاهش نشان داده است (جدول ۳).

غلاف در رقم هایولا ۴۰۱ متغیر بود. همبستگی زیاد و مثبت بین تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه (***) ۰/۸۲ (I=) نشان می‌دهد که یکی از دلایل اصلی افزایش عملکرد دانه ارقام مورد آزمایش، افزایش تعداد غلاف در بوته بوده است. نتایج تحقیقات صورت گرفته بر روی ارقام مختلف گونه *Brassica napus* حاکی از آن است که عملکرد بالا در این گونه اغلب با تولید تعداد بیشتر غلاف در بوته یا واحد سطح همراه است (آلن و مورگان، ۱۹۷۲؛ تورلینگ، ۱۹۷۴؛ کای و تورلینگ، ۱۹۸۹).

طبیعی است که هر چه تعداد دانه در غلاف بیشتر باشد مخزن بزرگتری برای مواد متابولیکی تولید می‌شود و هر عاملی که باعث افزایش این پارامتر شود منجر به افزایش عملکرد دانه خواهد شد (تی لور و اسمیت، ۱۹۹۲). در تحقیق حاضر، تعداد دانه در غلاف مقدار زیادی از تغییرات عملکرد در ارقام را توجیه نمود (***) ۰/۸۱ (I=). رقم هایولا ۴۰۱ (۲۶/۲۳ دانه در غلاف) بیشترین مقدار و ارقام گولیس و سیکلن (به ترتیب با ۱۶/۲۰ و ۱۷/۹ دانه در غلاف) کمترین مقدار را دارا بودند. بررسی‌های مندهام و همکاران (۱۹۸۱) نشان می‌دهد شرایط محیطی در مرحله گلدهی در افزایش تعداد

دانه در غلاف بی‌تأثیر نیست. دما، رطوبت بالا و تشعشع کم سبب عدم تلقیح گل‌ها شده و موجب ریزش آنها می‌گردد.

یکی دیگر از اجزای عملکرد دانه در کلزا، میانگین وزن هزار دانه است. جدول ۴ نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار میانگین وزن هزار دانه ارقام است. رقم کیو ۲ کمترین وزن هزار دانه (۳/۸۶ گرم) و رقم گولیس، بیشترین وزن هزار دانه (۴/۸۶ گرم) را داشتند.

در کلزا نیز مانند اکثر گیاهان زراعی بین اجزای عملکرد روابط معکوسی مشاهده شده است به طوری که با تغییرات اجزای عملکرد نمی‌توان میزان محصول را از یک حد نهایی بالاتر برد. همبستگی معکوس بین اجزای عملکرد در کلزا را کلارک و سیمپسون (۱۹۷۸)، دین براک (۲۰۰۰)، ماژور و همکاران (۱۹۷۸) و لوتمن و دیکسون (۱۹۸۷) گزارش کرده‌اند. در تحقیق حاضر، بین تعداد دانه در غلاف و وزن دانه همبستگی منفی و معنی‌داری مشاهده شد (***) -۰/۳۹ (I=)، زیرا با افزایش تعداد دانه در غلاف، قابلیت دسترسی به مواد فتوسنتزی برای دانه‌ها کاهش یافته و در نتیجه میانگین وزن هزار دانه کاهش می‌یابد.

جدول ۴- میانگین‌های عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن دانه در رقم کلزای مورد آزمایش.

صفت	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه (گرم)
آپشن ۵۰۰	۲۶۷۱/۳ ^c	۱۰۵۴۹ ^{cde}	۲۵/۰ ^c	۱۳۸/۱ ^{bc}	۱۸/۸ ^d	۴/۵۴ ^{ab}
اکسل	۴۰۷۸/۸ ^b	۱۳۲۹۹ ^b	۳۰/۶ ^{ab}	۱۴۵/۸ ^b	۲۱/۸ ^{bc}	۳/۹۹ ^{cd}
پی-اف ۷۰۴۵/۹۱	۳۵۱۸/۵ ^b	۱۲۳۱۶ ^{bcd}	۲۸/۶ ^b	۱۴۳/۳ ^{bc}	۲۲/۳ ^{bc}	۴/۲۸ ^{bcd}
پیس	۳۸۷۶/۳ ^b	۱۳۱۳۱ ^b	۲۹/۶ ^{ab}	۱۳۹/۸ ^{bc}	۲۱/۵ ^c	۴/۶۶ ^{ab}
سیکلن	۲۶۱۱/۳ ^c	۱۰۳۶۵ ^{de}	۲۵/۱ ^c	۱۲۷/۶ ^{bc}	۱۷/۹ ^{de}	۴/۲۶ ^{bcd}
کوانتوم	۳۸۵۵/۳ ^b	۱۲۷۵۲ ^{bc}	۳۰/۲ ^{ab}	۱۴۵/۵ ^b	۲۳/۷ ^b	۴/۴۴ ^{abc}
کیو ۲	۳۵۴۶/۳ ^b	۱۲۳۹۲ ^{bcd}	۲۸/۷ ^b	۱۳۹/۱ ^{bc}	۲۲ ^{bc}	۳/۸۶ ^d
گولیس	۲۴۶۰/۰ ^c	۹۷۳۵ ^e	۲۳/۰ ^c	۱۲۶/۰ ^c	۱۶/۲ ^e	۴/۸۶ ^a
هایولا ۴۰۱	۵۳۶۷/۳ ^a	۱۶۹۷۱ ^a	۳۲/۱ ^a	۱۸۲/۹ ^a	۲۶/۳ ^a	۴/۴۷ ^{ab}

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر مبنای آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت:

نتایج مقایسه میانگین حاکی از اختلاف معنی‌دار ارقام از نظر عملکرد دانه می‌باشد و براساس عملکرد دانه به سه گروه پرمحصول (هایولا، ۴۰۱)، متوسط (اکسل، پی - اف ۷۰۴۵/۹۱، پیس، کوانتوم و کیو۲) و کم‌محصول (آپشن، ۵۰۰، سیکلن و گولیا) تقسیم‌بندی شدند. میانگین عملکرد دانه ارقام کلزای مورد بررسی، ۳۵۵۳/۹ کیلوگرم در هکتار بود. بیشترین و کمترین مقدار عملکرد دانه به ترتیب در رقم هایولا ۴۰۱ (۵۳۶۷/۳ کیلوگرم در هکتار) و در رقم گولیا (۲۴۶۰ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد (جدول ۴).

عملکرد بیولوژیک ارقام از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری نشان داد. و این اختلاف با افزایش عملکرد دانه ارقام هماهنگ بود ($r = 0.93^{***}$). همبستگی مثبت و قوی بین این دو نشان می‌دهد که در جریان افزایش عملکرد دانه ارقام، عملکرد بیولوژیک نقش مهمی داشته است از سوی دیگر تغییرات شاخص برداشت ارقام نیز با افزایش عملکرد دانه آنها همگام بود ($r = 0.78^{***}$). بنابراین، شاخص برداشت نیز در افزایش عملکرد دانه نقش داشته ولی نقش عملکرد بیولوژیک مؤثرتر و مهم‌تر است.

محققان دیگر نیز گزارش کرده‌اند که در جریان بهبود عملکرد دانه ارقام کلزا در نواحی مختلف، شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک افزایش یافته است (آبروان و صادق‌زاده حمایتی، ۲۰۰۳؛ راثو و مندهام، ۱۹۹۱؛ تایلور و اسمیت، ۱۹۹۲).

عملکرد بیولوژیک در زمان گلدهی برای ارقام مختلف از نظر آماری اختلاف معنی‌داری داشت (جدول ۳). اما این تغییرات با تغییرات عملکرد دانه ارتباط معنی‌داری نداشت ($r = -0.17$) زیرا ارقام کم‌محصول گلدهی خود را دیرتر شروع کردند و در نتیجه از بیوماس کل بیشتری نیز در این زمان برخوردار بودند.

از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان که منابع مورد نیاز این تحقیق را به‌عنوان پایان‌نامه کارشناسی ارشد فراهم کردند، تشکر می‌شود. همچنین از مرکز تحقیقات کشاورزی استان گلستان برای همکاری جهت تهیه تعدادی از بذور ارقام مورد آزمایش قدردانی می‌گردد.

1. Abravan, P., and Sadeghzadeh Hemayati, S. 2003. Investigation of climate factors effects on spring rapeseed yield at rainfed conditions in Kalaleh region. The 1st congress of rapeseed research and development in Gorgan, Iran. Pp: 79.
2. Allen, E.J., and Morgan, D.G. 1972. A quantitative analysis of the effects of nitrogen on the growth, development and yield of oilseed rape. J. Agric. Sci. Camb. 78: 315 – 324.
3. Attarbashi, R., Galeshi, S., and Soltani, A. 2002. Relationship of phenology and physiological traits with grain yield in Wheat. Iranian Journal of Agricultural Sciences. 33: 21 – 27.
4. Chay, P., and Thurling, N. 1989. Variation in pod length in spring rape (*B. napus*) and its effect on seed yield and yield components. J. Agric. Sci. Camb. 113: 139 – 147.
5. Clarke, J.M., and Simpson, G.M. 1978. The influence of irrigation and seeding rates on yield and yield components of *Brassica napus* cv. Tower. Can. J. Plant Sci. 58: 731 – 737.
6. Diepenbrock, W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. Field crops Res. 67: 35 – 49.
7. Hejazi, A. 1998. Investigation of growth, development and grain yield of European rapeseed in north Varamin conditions. The 5th Iranian Crop Sciences Congress. Pp: 125.
8. Lutman, P.J.W., and Dixon, F.L. 1987. The effect of drilling date on growth and yield of oilseed rape (*Brassica napus* L.). J. Agric. Sci. Camb. 108: 195 – 200.
9. Major, D.J., Bole, J.B., and Charnetski, W.A. 1978. Distribution of photosynthates after CO₂ assimilation by stem, leaves, and pods of rape plants. Can. J. Plant. Sci. 28: 783 – 787.

10. Mendham, N.J., Shipway, P.A., and Scott, R.K. 1981. The effect of delayed sowing and weather on growth, development and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.). *J. Agric. Sci. Camb.* 96: 389 – 416.
11. Rao, M.S., and Mendham, N.J. 1991. Comparison of chinoli (*Brassica campestris*) and *B. napus* oilseed rape using different growth regulators plant population treatments. *J. Agric. Sci. Camb.* 117: 177 – 187.
12. SAS Institute. 2000. SAS/STAT user's guide. SAS Institute Inc, Cary.
13. Sylvester-Bradley, R., and Makepeace, R.G. 1984. A code for stage of development in oilseed rape (*B. napus* L.). *Aspects of Applied Biology.* 6: 399 – 420.
14. Taylor, A.J., and Smith, C.J. 1992. Effect of sowing date and seeding rate on yield and yield components of irrigated canola (*Brassica napus* L.) growing on a red-brown earth in south-eastern Australia. *Aust. Agric. Res.* 43: 1929 – 1941.
15. Thurling, N. 1974. Morphophysiological determinants of yield in rapeseed (*B. campestris* and *B. napus*) .II. yield components. *Aust. J. Agric. Res.* 25: 711 – 721.
16. Topinka, A.K.C., Downey, R.K., and Rakow, G.F.W. 1991. Effect of agronomic practices on the over wintering of winter canola in southern Alberta. *Proceeding of GCIRC congress.* PP: 665– 670.

**Relationship of phenology and physiological traits with grain yield
in different cultivars of Rapeseed (*Brassica napus* L.) under
rainfed conditions**

***H. Soleimanzadeh¹, N. Latifi² and A. Soltani³**

¹Ph. D. student of Agronomy, Karaj Islamic Azad University, Iran, ²Prof. Dept. of Agronomy Gorgan, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, ³Associate Prof. of Dept. of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

Abstract

In order to determine phenological and physiological traits affecting high grain yield in rapeseed, relation of between them with yield and yield components were investigated. This study was carried out by using of nine rapeseed cultivars that cultivated currently in Gorgan region, including Cyclone, Excell, Golliath, Hyola401, Option500, Peace, P.F.7045.91, Q2 and Quantum in randomized complete blocks design (RCBD) with four replications at Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources in rainfed conditions during 2002-2003 growing seasons. The cultivars had significant differences and were divided into three groups based on grain yield: high (Hyola401), medium (Excell, Peace, P. F.7045.91, Q2 and Quantum) and low yielding cultivars (Cyclone, Golliath and Option500). The cultivars especially high yielding cultivar and low yielding cultivars had significant differences in biological yield, harvest index, grain filling rate, and length of flowering stage, pod number per plant and seed number per pod traits. This trait also had significant correlation ($P<0.01$) with grain yield. Days to physiological maturity exhibited a negative correlation ($P<0.01$) with grain yield. Traits such as seed filling period, total biomass in flowering and 1000 seed weight were not significantly related to grain yield.

Keywords: Rapeseed; Phenology; Physiological traits; Grain yield