

بررسی صفات فنولوژیکی و فیزیولوژیکی مرتبط با عملکرد دانه ۴ رقم کلزا

Study of the Phenological and Physiological Traits Associated with the Seed Yield in Different Canola (*Brassica napus* L.) Cultivars

سعید صفی خانی^۱، عباس بیابانی^{۲*}، ابوالفضل فرجی^۳، علی راحمی کاریزکی^۴ و عبدالطیف قلی زاده^۴

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۷/۱۳

چکیده

به منظور تعیین مهم ترین صفات فنولوژیکی مؤثر بر افزایش عملکرد دانه و رابطه‌ی بین آن‌ها با عملکرد دانه و اجزای عملکرد ارقام بهاره کلزا، آزمایشی به صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در سال زراعی ۱۳۹۲-۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبد کاووس انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل چهار رقم کلزا (هایولا ۴۰۱، C₁، زرفام C₂، هایولا ۳۰۸ C₃ و RGS003 C₄)، دو تاریخ کاشت (۲۰ آبان ماه D₁ و ۳۰ آذرماه D₂) و سه سطح کود نیتروژن (صفر N₁=۵۰ درصد توصیه‌ی کودی و N₂=۱۰۰ درصد توصیه‌ی کودی) بودند. نتایج آزمایش نشان داد که بیشترین عملکرد دانه در رقم RGS003 (۴/۴ تن در هکتار) در تاریخ کاشت ۲۰ آبان و کمترین مقدار در رقم هایولا ۳۰۸ (۱/۱ تن در هکتار) در تیمار کود ازت صفر مشاهده شد و از این لحاظ ارقام در سه گروه پرمحصول (RGS003)، متوسط (هایولا ۴۰۱ و زرفام) و کم محصول (هایولا ۳۰۸) قرار گرفتند. بیشترین سرعت پر شدن دانه (۶/۱ گرم در روز) در رقم RGS003 و تیمار ۱۰۰ درصد کود ازت توصیه شده و کمترین مقدار آن (۳/۷ گرم در روز) در رقم هایولا ۳۰۸ در تاریخ کاشت ۳۰ آذرماه مشاهده شد. به علاوه در تاریخ کاشت ۳۰ آذرماه، رقم هایولا ۳۰۸ کمترین وزن هزاردانه (۳/۵۲ گرم) و در تیمار ۱۰۰ درصد کود ازت، رقم RGS003 بیشترین وزن هزاردانه (۴/۰۴ گرم) را داشتند. عملکرد دانه به جز در صفات روز تا گل دهی ($r = -0.70^{***}$) و وزن هزاردانه (۰/۱۹) با سایر صفات همبستگی مثبت و معنی داری داشت.

واژه‌های کلیدی: ارقام بهاره، سرعت پر شدن دانه، تاریخ کاشت، وزن هزاردانه

۱، ۲، ۴. به ترتیب دانشجوی دکتری، دانشیار و استادیاران گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران
۳. استادیار بخش باغبانی و زراعت، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان، ایران

Email: abs346@yahoo.com

* نویسنده مسئول

جهت بهبود عملکرد دانه تا حدود زیادی باعث افزایش تعداد دانه در غلاف شده است اما کاهش وزن دانه تا اندازه‌ای موجب خنثی شدن این تلاش‌ها شده است (لوتمن و دیکسون^۶، 1987؛ کلارک و سیمپسون^۷، 1998). از آنجایی که شرایط محیطی و هم‌چنین تغذیه نیتروژنی بر خصوصیات اکوفیزیولوژیکی کلزا تأثیر زیادی داشته و افزایش عملکرد دانه تا حد معینی می‌تواند امکان‌پذیر باشد، درحالی‌که تحقیقات انجام شده در این خصوص اندک است. لذا تلاش محققان و متخصصان فیزیولوژی گیاهان زراعی باید در جهت شناخت صفات فنولوژیکی و فیزیولوژیکی مؤثر در افزایش عملکرد دانه و شناسایی و تولید ارقام پر محصول معطوف گردد.

بنابراین این آزمایش با هدف شناسایی مهم‌ترین صفات فنولوژیکی و فیزیولوژیکی مؤثر در عملکرد دانه ارقام مختلف کلزا بهاره تحت تغذیه با سطوح مختلف کود نیتروژن و تاریخ کاشت‌های مختلف در منطقه گنبد کاووس اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در آبان‌ماه سال ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه گنبد کاووس انجام شد. ارتفاع منطقه مورد آزمایش از سطح دریا ۴۵ متر و بر اساس طبقه‌بندی کوپن دارای اقلیم مدیترانه‌ای گرم و نیمه‌خشک با مشخصات جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۱۶ دقیقه عرض شمالی و متوسط بارندگی ده‌ساله ۴۵۰ میلی‌متر می‌باشد (جدول ۱). آزمایش با ۲۴ تیمار و ۴ تکرار به‌صورت فاکتوریل اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گردید. تیمارهای آزمایش شامل چهار رقم کلزا (هایولا ۴۰۱، هایولا ۳۰۸، RGS003 و زرفام (ویژگی این ارقام در جدول ۲ بیان شده است)، دو تاریخ کاشت (۲۰ آبان و ۳۰ آذر) و سه سطح کود نیتروژن (صفر، ۵۰ درصد توصیه کودی و ۱۰۰ درصد توصیه کودی) بود. بر اساس آزمون خاک انجام شده، میزان کود نیتروژن (به‌شکل اوره) موردنیاز خاک محل آزمایش، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (میزان یک سوم کود به‌هنگام کاشت و در کنار بذر در خطوط کاشت و به‌صورت نواری استفاده گردید و دو سوم باقی‌مانده کود اوره به‌صورت یک سوم در مرحله‌ی شروع ساقه‌دهی و یک سوم در مرحله‌ی شروع گل‌دهی به‌صورت سرک مصرف شد) و کود فسفره نیز به‌شکل سوپرفسفات تریپل (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در زمان کاشت) توصیه گردید. در این آزمایش، تاریخ‌های کاشت و سطوح کود

کلزا با نام علمی *Brassica napus* L. به‌عنوان سومین گیاه روغنی مهم دنیا شناخته شده است که کشت آن در سال‌های اخیر به‌دلیل بهبود کیفیت روغن و کنجاله آن، موردتوجه قرار گرفته است. اختلاف در عملکرد دانه ارقام مختلف یک گیاه از مبنای صفات فنولوژیکی و فیزیولوژیکی برخوردار است، بنابراین تلاش‌های متخصصان فیزیولوژی گیاهان زراعی می‌بایست در جهت شناخت آن دسته از خصوصیات فنولوژیکی و فیزیولوژیکی مؤثر بر افزایش عملکرد که در گذشته نقش داشته و یا آن‌هایی که می‌توانند در آینده نقش داشته باشند، متمرکز گردد (مورینن^۱ و همکاران، ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷). طول دوره گل‌دهی و گرده‌افشانی نقش مهمی در تفکیک ارقام کلزا از نظر اجزای عملکرد دارد (روماگوسا^۲ و همکاران، ۱۹۹۳).

آبروان و همکاران (۱۳۸۲) نشان دادند که تعداد روز از کاشت تا مراحل گل‌دهی و غلاف‌بندی همبستگی منفی و معنی‌داری با عملکرد دانه دارند که می‌تواند به‌دلیل گرمای بالا باشد؛ زیرا دمای بالا میزان انتقال مواد به دانه را کاهش داده و باعث کاهش وزن دانه‌ها می‌گردد. حجازی (۱۳۷۷) با بررسی خصوصیات فنولوژیکی ۹ رقم کلزا دریافت که طول دوره گل‌دهی مناسب سبب تولید تعداد دانه و غلاف بیشتری در ارقام گردید. با بررسی تحقیقات انجام شده بر روی کلزا می‌توان دریافت که صفاتی از قبیل طول دوره گل‌دهی، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف نقش به‌سزایی در افزایش عملکرد داشته‌اند (دیین بروک^۳، ۲۰۰۰). محققین، بررسی اختلاف عملکرد ارقام مختلف کلزا را در سال‌های متفاوت از نظر اجزای عملکرد موردتوجه قرار داده و دریافته‌اند که فعالیت‌های به‌نژادگران در جهت افزایش عملکرد کلزا و از طریق افزایش قدرت مخزن (تعداد غلاف در بوته و تعداد دانه در غلاف) و در بیشتر موارد به‌دلیل افزایش تعداد غلاف در کلزا بوده است (تورلینگ^۴، ۱۹۹۴؛ آلن و مورگن^۵، ۱۹۷۲). محققان دیگری گزارش نمودند 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، لذا هر عاملی که باعث افزایش این صفت شود می‌تواند منجر به افزایش عملکرد گردد. با آن‌که به‌نژادی در

1. Murinen
2. Romagosa
3. Diepenbrock
4. Thurling
5. Allen and Morgen

6. Lutman and Dixon
7. Clark and Simpson

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن توسط آزمایشگاه خاک‌شناسی اندازه‌گیری شد که نتایج آن در جدول ۳ آمده است.

نیترژنه به صورت فاکتوریل ترکیب شده و سطوح کرت‌های اصلی را تشکیل دادند و ارقام کلزا به‌عنوان عامل فرعی در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. پیش از شروع آزمایش نمونه‌ای از خاک مزرعه تهیه و

جدول ۱: شرایط آب و هوایی گنبد کاووس طی سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۲

Table 1: Climate conditions during the crop year 2013-2014 in Gonbad-e Qabus

میانگین درجه حرارت (سانتی‌گراد) Average temperature (°C)		بارندگی (میلی‌متر) Rain (mm)	ماه Month
حداکثر Maximum	حداقل Minimum		
21.2	10.4	15.5	آبان November
15.7	6	70.8	آذر December
12.8	1.6	6.5	دی January
13	0	25.7	بهمن February
16.2	5.3	46.8	اسفند March
21.5	7.2	55.4	فروردین April
30.4	15.3	28.4	اردیبهشت May
35.2	20	42.4	خرداد June

عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت، از سه خط کاشت میانی هر کرت و پس از حذف نیم متر از ابتدا و انتهای خطوط کاشت به‌منظور از بین بردن اثر حاشیه، از مساحت دو مترمربع هر کرت بوته‌های کلزا با داس کف‌بر و جمع‌آوری شدند. در تحقیق حاضر تعداد ۱۰ صفت به شرح ذیل اندازه‌گیری شدند:

- روز تا گل‌دهی: تعداد روز از کاشت تا زمانی که اولین گل در ساقه اصلی مشاهده شود.
- بیوماس کل در زمان گل‌دهی بر حسب گرم در مترمربع.
- طول دوره گل‌دهی: تعداد روز از ظهور اولین گل تا ناپدید شدن آخرین گل.
- طول دوره پر شدن دانه.
- روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی: تعداد روز از کاشت تا سیاه و سخت شدن دانه.
- متوسط سرعت پر شدن دانه: حاصل تقسیم عملکرد دانه بر طول دوره پر شدن دانه بر حسب گرم در مترمربع.
- شاخص برداشت: حاصل تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک است.
- وزن هزاردانه بر حسب گرم.

کاشت به‌صورت دستی در دو تاریخ ۲۰ آبان‌ماه و ۳۰ آذرماه انجام شد. هر کرت آزمایشی شامل پنج ردیف کاشت به طول ۷ متر و عرض یک متر بود. فاصله بین ردیف‌های کاشت ۲۵ سانتی‌متر، بین بوته‌ها ۵ سانتی‌متر، بین کرت‌های فرعی نیم متر و بین کرت‌های اصلی یک متر بود. برای اعمال تراکم موردنظر (۱۰۰ بوته در مترمربع) بذرها با تراکم بیش‌تری کشت و در مرحله سه برگی گیاهچه‌های اضافی حذف گردیدند. در طی فصل رشد با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه بخش زیادی از نیاز آبی گیاه با بارندگی تأمین ولی عملیات آبیاری مزرعه به‌منظور حفظ رطوبت محیط رطوبتی خاک در یک وضعیت مطلوب و به حداقل رساندن تنش رطوبتی در فصل رشد، در مراحل مختلف انجام گرفت. به‌علاوه براساس روش سیلوستر-برادلی^۱ (1984) مراحل فنولوژیک برای ارقام کلزا ثبت شد. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک و به‌منظور تعیین اجزای عملکرد تعداد ۱۰ بوته از هر کرت پس از حذف دو خط کاشت کناری (به‌عنوان حاشیه) برداشت و اجزای عملکرد شامل تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف و وزن هزار دانه شمارش و محاسبه گردید. در برداشت پایانی، جهت تعیین

1. Silvester - Bradly

نرم افزار کامپیوتری SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. مقایسه میانگین های هر صفت با استفاده از آزمون LSD و در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

۹) عملکرد دانه بر حسب تن در هکتار.

۱۰) اجزای عملکرد دانه.

داده های جمع آوری شده از این آزمایش با استفاده از

جدول ۲: ویژگی های ارقام کلزا مورد آزمایش

Table 2: Canola cultivars characteristics of experimental field

عملکرد (تن در هکتار) Yield (ton ha ⁻¹)	تیپ رشد Growth type	وزن هزاردانه (گرم) 1000- seed weight (g)	درصد روغن Oil percentage	دوره رویش Period of growth	ارقام کلزا Cultivars of canola
>3	بهاره	3.2	40-43	160-170	هایولا ۴۰۱ Hyolla 401
>3	بهاره	3.5	42-45	170-180	هایولا ۳۰۸ Hyolla 308
≤3	بهاره	3.2	40-44	175-185	RGS003
>3.5	حد واسط	3.5	42-45	185-200	زرغام Zarfam

جدول ۳: مشخصات خاک مزرعه مورد آزمایش

Table 3: Soil characteristics of experimental field

پتاسیم (میلی گرم در کیلوگرم) K (mg/kg)	فسفر (میلی گرم در کیلوگرم) P (mg/kg)	نیتروژن کل (درصد) Total N (%)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC (dS/m)	اسیدیته pH	کربن آلی (درصد) O.C (%)	عمق خاک (سانتی متر) Soil depth (cm)
356	13.4	0.07	1.19	7.9	0.68	0-30

جدول ۴: تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده در ارقام کلزا

Table 4: Analysis of variance of measured traits in canola cultivars

شاخص برداشت Harvest index	عملکرد بیولوژیک Biological yield	عملکرد دانه Seed yield	وزن هزاردانه 1000-seed weight	تعداد دانه در غلاف seed number in pod	تعداد غلاف در بوته Pod number in plant	بیوماس کل در گل‌دهی Total biomass in flowering	زمان تا رسیدگی Day to physiological maturity	سرعت پرشدن دانه Seed filling rate	طول دوره پرشدن Seed filling duration	درجه آزادی df	منابع تغییر Source of variation
73 ^{ns}	0.17 ^{ns}	0.09 ^{ns}	0.06 ^{ns}	3.7 ^{ns}	1.7 ^{ns}	3.58 ^{ns}	21 ^{ns}	0.27 ^{ns}	24 ^{ns}	3	تکرار Repeat
10.25 ^{ns}	10.94 ^{**}	0.91 ^{**}	0.45 ^{**}	77.4 ^{**}	1846 ^{**}	4338 ^{**}	1530 ^{**}	174 ^{**}	486 ^{**}	1	تاریخ کاشت Planting date
680 [*]	0.13 ^{ns}	0.10 ^{**}	4.5 ^{**}	685 ^{**}	2783 ^{**}	3909 ^{**}	926 ^{**}	0.71 ^{**}	1176 ^{**}	2	کود نیتروژن Nitrogen fertilizer
27 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.7 ^{**}	0.24 ^{**}	12 ^{**}	23 ^{**}	20 ^{**}	38 ^{**}	9.7 ^{**}	104 ^{**}	2	کود نیتروژن × تاریخ کاشت Planting date × Nitrogen fertilizer
2072	0.003	0.003	0.19	69.9	52	76.4	45	1.4	51	15	اشتباه اصلی Main error (Ea)
110 [*]	0.12 [*]	0.02 ^{**}	0.6 [*]	14 ^{**}	26 ^{**}	4381 ^{**}	364 ^{**}	0.6 ^{**}	283 ^{**}	3	رقم Cultivar
43 ^{ns}	0.03 ^{ns}	0.4 ^{**}	0.09 ^{**}	3.4 [*]	21 ^{**}	361 ^{**}	17 ^{**}	0.4 ^{**}	6.4 ^{**}	1	تاریخ کاشت × رقم Cultivar × Planting date
53 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.005 ^{**}	0.01 ^{ns}	1.9 ^{ns}	0.6 ^{ns}	91 ^{**}	11.7 ^{**}	0.4 ^{**}	7.7 ^{**}	6	کود × رقم Cultivar × Nitrogen fertilizer
86 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.001 ^{**}	0.04 ^{ns}	6.4 ^{ns}	2.5 ^{ns}	8 ^{ns}	4.7 ^{**}	0.24 ^{ns}	3.7 ^{ns}	2	کود × تاریخ کاشت × رقم Cultivar × Planting date × Nitrogen fertilizer
1950	2.7	0.003	0.05	37.3	53.9	85.7	41	1.1	55	54	اشتباه فرعی Sub error (Eb)
17.2	10.4	8.2	4.07	4.4	5.09	9.1	14	7.6	15	-	ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)

ns, * و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد
 ns, * and **: Non significant and significance at P level of 0.01 and 0.05

جدول ۵: مقایسه میانگین‌های صفات فنولوژیکی و پرشدن دانه ارقام مورد آزمایش برای اثرات متقابل تیمارهای تاریخ کاشت × رقم

Table 5: Means comparisons of phenological and seed filling traits in experimental cultivars for treatment interaction of sowing date × cultivars

شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	عملکرد دانه (تن در هکتار) Seed yield (ton ha ⁻¹)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار) Biological Yield (ton ha ⁻¹)	وزن هزاردانه (گرم) Thousand seed weight (g)	بیوماس کل در گل‌دهی (گرم در مترمربع) Total biomass in flowering (gr m ²)	زمان تا رسیدگی فیزیولوژیک (روز) Day to physiological maturity (day)	طول دوره گل‌دهی (روز) Flowering duration (day)	زمان تا گل‌دهی (روز) Day to flowering (day)	سرعت پرشدن دانه (گرم در روز) Seed filling rate (g day)	طول دوره پرشدن (روز) Seed filling duration (day)	تیمار Treatment
35.9b	3.8b	11770ab	3.64a	84.41c	200b	36b	132ab	6.5b	32b	هایولا ۴۰۱ × تاریخ ۲۰ آبان Date of 20 November × Hyolla 401
31.1c	3.9b	11410b	3.61a	70.58e	193c	30c	135a	5.5c	28c	هایولا ۳۰۸ × تاریخ ۲۰ آبان Date of 20 November × Hyolla 308
35.5b	4.05a	11650ab	3.65a	94.03b	202b	38b	131ab	6.3b	33b	زرغام × تاریخ ۲۰ آبان Date of 20 November × Zarfam
37.6a	4.2a	13750a	3.68a	105.03a	210a	45a	129b	7.1a	36a	هایولا ۴۰۱ × تاریخ ۲۰ آبان Date of 20 November × RGS003
27.6de	2.8c	5330c	3.47c	67.35f	160e	30b	105d	4.6d	24.66d	هایولا ۴۰۱ × تاریخ ۳۰ آبان Date of 30 November × Hyolla 401
24.9e	1.9d	4840c	3.51b	60.56fg	153f	22d	110c	3.7e	20.66e	هایولا ۳۰۸ × تاریخ ۳۰ آبان Date of 30 November × Hyolla 308
27.95de	2.9c	5500c	3.52b	77.38de	162e	30c	106d	4.4d	25.66d	زرغام × تاریخ ۳۰ آبان Date of 30 November × Zarfam
28.91d	3.2b	5900c	3.60a	80.99d	170d	35b	108cd	5.4c	27c	هایولا ۴۰۱ × تاریخ ۳۰ آبان Date of 30 November × RGS003

میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند
Means with the same letters are not significantly different at 5% level of probability

بیش‌تری قرار گیرد. نتایج این آزمایش با نتایج سلیمان‌زاده و همکاران (۱۳۸۶) مطابقت داشت.

خصوصیات رشد دانه

سرعت پرشدن دانه

ارقام از نظر سرعت پر شدن دانه اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد نشان دادند (جدول ۴). سرعت پر شدن دانه تا حد زیادی به طول دوره گل‌دهی ($r=0/51^*$) وابسته بود از طرفی با افزایش سرعت پرشدن دانه، عملکرد دانه ($r=0/78^{**}$) به‌طور معنی‌داری افزایش یافت (جدول ۷). بیش‌ترین سرعت پر شدن دانه (۶/۱ گرم در روز) مربوط به رقم RGS003 و تیمار ۱۰۰ درصد کود ازت توصیه شده و کم‌ترین مقدار آن (۳/۷ گرم در روز) مربوط به رقم هایولا ۳۰۸ در تاریخ کاشت ۳۰ آذرماه بود. فراهم بودن شرایط محیطی و تغذیه‌ای مناسب سبب می‌گردد که سهم بیش‌تری از مواد فتوسنتزی با سرعت بیش‌تری به دانه انتقال یافته و موجب افزایش عملکرد گردد (سلیمان‌زاده و همکاران، ۱۳۸۶). سرعت رشد دانه تابع عرضه‌ی مواد پرورده، عناصر غذایی و آب است. تأمین مواد پرورده برای رشد دانه به اثر متقابل پیچیده‌ی بین عوامل مختلف بستگی خواهد داشت (عزیزی و همکاران، ۱۳۸۵).

طول دوره پرشدن دانه

سرعت و دوره پرشدن دانه به‌عنوان دو صفت فیزیولوژیک مهم، نقش به‌سزایی در تعیین عملکرد دانه دارند. طول دوره پرشدن دانه نیز در بین ارقام، اختلاف معنی‌داری نشان داد. بیش‌ترین مقدار (۴۰ روز) مربوط به رقم RGS003 و تیمار ۱۰۰ درصد کود ازت توصیه شده و کم‌ترین مقدار (۲۰ روز) مربوط به رقم هایولا ۳۰۸ در تیمار کودی صفر بود. اثرات متقابل دوگانه نیز همگی معنی‌دار بودند (جدول ۶). طول دوره پرشدن دانه در رقم پر محصول RGS003 و رقم کم محصول هایولا ۳۰۸ به‌ترتیب ۲۰ درصد و ۱۴ درصد از کل دوره رشد آن‌ها را شامل شد. بنابراین، رقم RGS003 زمان بیش‌تری را به پر کردن دانه‌های خود اختصاص داده است (جدول ۵). ضرایب همبستگی بین سرعت و مدت پرشدن دانه معنی‌دار نبود ($r=0/17$)، بدین معنی که بین این دو ارتباطی وجود ندارد. از طرفی در ارقام مورد آزمایش، طول دوره پرشدن دانه بر خلاف سرعت پرشدن با اکثر صفات مؤثر بر عملکرد دانه، همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت (جدول ۷). بین عملکرد دانه و مدت پرشدن همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد اما وجود رابطه مثبت ($r=0/37$) نشان داد که هرچه طول این مدت افزایش یابد پتانسیل تولید نیز افزایش خواهد یافت. لذا به‌نظر می‌رسد که باید در انتخاب ارقام پر محصول این صفت موردتوجه

اجزای عملکرد

تعداد غلاف

ارقام از نظر تعداد غلاف در بوته تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشتند (جدول ۴). میانگین این صفت بین ارقام مورد مطالعه از حداقل ۸۸ غلاف در رقم هایولا ۳۰۸ تا تیمار کودی صفر تا حداکثر ۱۳۹ غلاف در رقم RGS003 با تیمار کودی ۱۰۰ درصد متغیر بود (جدول ۶). همبستگی زیاد و مثبت بین تعداد غلاف در بوته و عملکرد دانه ($r=0/78^{**}$) نشان می‌دهد که یکی از دلایل اصلی افزایش عملکرد دانه ارقام مورد آزمایش، افزایش تعداد غلاف در بوته بوده است (جدول ۷). نتایج تحقیقات انجام شده بر روی ارقام مختلف کلزا حاکی از آن است که عملکرد بالا در این گیاه، اغلب با تولید تعداد بیش‌تر غلاف در بوته یا واحد سطح همراه است (آلن و مورگن، ۱۹۷۲؛ تورلینگ، ۱۹۹۴). در تحقیق حاضر نیز از بین اجزای عملکرد دانه، تعداد غلاف در بوته بالاترین همبستگی را با عملکرد دانه داشت (جدول ۷).

تعداد دانه در غلاف

طبیعی است که هرچه تعداد دانه در غلاف بیش‌تر باشد مخزن بزرگ‌تری برای مواد متابولیکی تولید می‌شود و هر عاملی که باعث افزایش این پارامتر گردد منجر به افزایش عملکرد دانه خواهد شد (تیلور و اسمیت^۱، ۱۹۹۲). در تحقیق حاضر، تعداد دانه در غلاف مقدار زیادی از تغییرات عملکرد در ارقام را توجیه کرد ($r=0/75^{**}$). در تیمار ۱۰۰ درصد کود ازت رقم RGS003 با ۳۱ دانه در غلاف، بیش‌ترین مقدار و رقم هایولا ۳۰۸ در تاریخ کاشت ۳۰ آذرماه با ۱۵ دانه در غلاف، کم‌ترین مقدار را دارا بودند (جدول ۵). بررسی‌های مندهام^۲ و همکاران (۱۹۸۱) نشان می‌دهد شرایط محیطی و تغذیه‌ای 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 می‌شود. سلیمان‌زاده و همکاران (۱۳۸۶) نیز همبستگی مثبت و معنی‌دار بین تعداد دانه در غلاف و عملکرد دانه را گزارش کردند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (جدول ۷).

1. Tylor and Smith
2. Mendham

وزن هزاردانه

یکی دیگر از اجزای عملکرد دانه در کلزا میانگین وزن هزاردانه است. جدول ۴ نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار میانگین وزن هزاردانه ارقام کلزا مورد آزمایش است. در تاریخ کاشت ۳۰ آذرماه، رقم هایولا ۳۰۸ کم‌ترین وزن هزاردانه (۳/۵۲ گرم) و در تیمار ۱۰۰ درصد کود ازت، رقم RGS003 بیش‌ترین وزن هزاردانه (۴/۰۴ گرم) را داشتند (جدول ۵).

در کلزا نیز مانند اکثر گیاهان زراعی بین اجزای عملکرد روابط معکوسی مشاهده شده است به‌طوری‌که 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 (1998)، دیپن براک (2000)، مازورا و همکاران (1987) و لوتمن و دیکسون (1987) گزارش نموده‌اند. در تحقیق حاضر، بین تعداد دانه در غلاف و وزن هزاردانه همبستگی منفی و معنی‌داری مشاهده شد ($r = -0/49^*$). زیرا با افزایش تعداد دانه در غلاف، قابلیت دسترسی به مواد فتوسنتزی برای دانه‌ها کاهش یافته و در نتیجه میانگین وزن هزاردانه کاهش می‌یابد.

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 پر محصول (RGS003)، متوسط (هایولا ۴۰۱ و زرقام) و کم محصول (هایولا ۳۰۸) تقسیم‌بندی شدند. بیش‌ترین عملکرد دانه در رقم RGS003 (۴/۴ تن در هکتار) در تاریخ کاشت ۲۰ آبان و کم‌ترین مقدار در رقم هایولا ۳۰۸ (۱/۱ تن در هکتار) در تیمار کود ازت صفر مشاهده شد (جدول ۵ و ۶). شرایط محیطی مطلوب و دسترسی مناسب به مواد غذایی موردنیاز علاوه بر تولید بیش‌تر مواد فتوسنتزی، سرعت انتقال این مواد به دانه را نیز افزایش می‌دهد و همین عامل منجر به افزایش اجزای عملکرد دانه و در نهایت بهبود عملکرد دانه می‌گردد (ساجدی و کرمی، ۱۳۸۸).

عملکرد بیولوژیک ارقام از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد و این اختلاف با افزایش عملکرد دانه ارقام هماهنگ بود ($r = 0/75^{**}$). همبستگی قوی و مثبت 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 ($r = 0/70^{**}$). بنابراین، شاخص برداشت نیز در

افزایش عملکرد دانه نقش داشته، ولی نقش عملکرد بیولوژیک مؤثرتر و مهم‌تر بوده است (جدول ۷). محققین 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 همکاران، ۱۳۸۲؛ تیلور و اسمیت، 1992). بیوماس کل در زمان گل‌دهی ارتباط معنی‌داری با عملکرد دانه داشت ($r = 0/71^{**}$) که نشان‌دهنده تأثیر بیوماس گیاه در زمان گل‌دهی بر حداکثر عملکرد دانه می‌باشد.

نتایج این تحقیق نشان داد که تاریخ کاشت و کود نیتروژن تأثیر زیادی بر عملکرد دانه، اجزای عملکرد، صفات فنولوژیکی و فیزیولوژیکی ارقام مختلف کلزا داشتند. به‌طوری‌که با تأخیر در کاشت اکثر پارامترهای فوق‌الذکر کاهش معنی‌داری نشان دادند. در مجموع همه‌ی ارقام مورد آزمایش در تیمار ۱۰۰ درصد توصیه کودی و تاریخ کاشت ۲۰ آبان‌ماه نسبت به سایر تیمارها از لحاظ عملکرد و اجزای عملکرد دانه در سطح بالاتری قرار گرفتند که این امر مؤید واکنش‌پذیری گیاه کلزا به مدیریت مصرف کود نیتروژن و اعمال تاریخ کاشت مناسب می‌باشد. در بین ارقام موردبررسی رقم RGS003 از میانگین عملکرد دانه بیش‌تری نسبت به سایر ارقام برخوردار بود که این برتری را می‌توان به ویژگی‌های زراعی مطلوب و خصوصیات ژنتیکی این رقم از جمله رسیدگی به‌موقع، یکنواختی رسیدگی، پتانسیل عملکرد بالا، تطبیق مناسب پدیده‌های فنولوژیک با شرایط آب و هوایی منطقه، استفاده بهینه از شرایط محیطی، به‌همراه برتری در تمام شاخص‌های فیزیولوژیک نسبت داد.

جدول ۶: مقایسه میانگین‌های صفات فنولوژیکی و پرشدن دانه ارقام مورد آزمایش برای اثرات متقابل تیمارهای کود ازت × رقم

Table 6: Means comparisons of phenological and seed filling traits in experimental cultivars for treatment interaction of nitrogen fertilizer × cultivars

شاخص برداشت (درصد) Harvest index (%)	عملکرد دانه (تن در هکتار) Seed yield (ton ha ⁻¹)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار) Biological yield (ton ha ⁻¹)	وزن هزاردانه (گرم) Thousand seed weight (g)	بیوماس کل در گل‌دهی (گرم در مترمربع) Total biomass in flowering (gr m ²)	زمان تا رسیدگی فیزیولوژیک (روز) Day to physiological maturity (day)	طول دوره گل‌دهی (روز) Flowering duration (day)	زمان تا گل‌دهی (روز) Day to flowering (day)	سرعت پر شدن دانه (گرم در روز) Seed filling rate (g day)	طول دوره پر شدن (روز) Seed filling duration (day)	تیمار Treatment
27.32d	1.4d	7950d	3.52b	54.30g	180f	18a	143a	4.84b	19f	هایولا ۴۰۱ × کود ازت (صفر) Nitrogen fertilizer (0) × Hyolla401
31.9bc	2.1c	9260b	3.57b	73.97e	187e	26a	133a	5.13a	28e	هایولا ۴۰۱ × کودازت (۵۰٪) Nitrogen fertilizer (50%) × Hyolla401
35a	3.8b	8440c	4a	84.37d	200c	38b	125b	5.40a	37b	هایولا ۴۰۱ × کودازت (۱۰۰٪) Nitrogen fertilizer (100%) × Hyolla401
28de	1.5d	7960d	3.45b	55.61g	169g	15a	134a	4.70b	20g	هایولا ۳۰۸ × کودازت (صفر) Nitrogen fertilizer (0) × Hyolla308
32.8d	2.2c	9630b	3.58b	62.46f	180f	22a	133a	4.82b	25f	هایولا ۳۰۸ × کودازت (۵۰٪) Nitrogen fertilizer (50%) × Hyolla308
36.8b	3.9b	8150c	4.01a	74.85e	193e	30c	133a	4.96b	30cd	هایولا ۳۰۸ × کودازت (۱۰۰٪) Nitrogen fertilizer (100%) × Hyolla308
29.3d	1.6d	9620b	3.46b	73.03e	183f	19a	143a	4.54b	21f	زرغام × کودازت (صفر) Nitrogen fertilizer (0) × Zarfam
32.4c	2.4c	9350b	3.59b	89.25c	192d	27a	136a	5a	29d	زرغام × کودازت (۵۰٪) Nitrogen fertilizer (50%) × Zarfam
38.4a	4.2a	10500a	4.04a	94.11b	202b	38b	126ab	5.29a	38b	زرغام × کودازت (۱۰۰٪) Nitrogen fertilizer (100%) × Zarfam
23.3e	1.1d	6570e	3.32b	83.02d	192e	35a	130a	4.8a	27e	کودازت × RGS003 (صفر) Nitrogen fertilizer (0) × RGS003
29.9d	1.9cd	8410c	3.4b	95.25b	200c	40a	136a	5a	29d	کودازت × RGS003 (۵۰٪) Nitrogen fertilizer (50%) × RGS003
33.7c	3.1b	9400b	3.87b	102.27a	210a	45a	125b	6.1a	40a	کودازت × RGS003 (۱۰۰٪) Nitrogen fertilizer (100%) × RGS003

میانگین‌های دارای حروف مشترک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند
 Means with the same letters are not significantly different at 5% level of probability

جدول ۷: ضرایب همبستگی بین صفات اندازه گیری شده در ارقام کلزای مورد آزمایش
Table 7: Correlation coefficients between measured traits in cultivars of canola

12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	صفات Characters
											1	۱. دوره پر شدن دانه Seed filling duration
										1	0.17	۲. سرعت پر شدن دانه Seed filling rate
									1	0.27	0.85**	۳. بیوماس کل در گل دهی Total biomass in flowering
								1	-0.59*	-0.19	-0.21	۴. روز تا گل دهی Day to flowering
							1	-0.60**	-0.47*	0.51*	0.08	۵. طول دوره گل دهی Flowering duration
						1	-0.75**	0.80**	0.71**	0.79**	0.68**	۶. روز تا رسیدگی فیزیولوژیکی Day to physiological maturity
					1	0.73**	0.73**	-0.55*	0.71**	0.36	0.88**	۷. تعداد غلاف در بوته Pod number in plant
				1	0.87**	0.49*	0.55*	0.77**	0.61**	0.17	0.76**	۸. تعداد دانه در غلاف Seed number in pod
			1	-0.49*	0.15	0.11	-0.25	-0.15	0.46*	-0.19	0.59*	۹. وزن هزاردانه 1000 seed weight
		1	-0.1	0.23	0.49*	0.76**	0.75**	-0.45*	0.26	0.70**	0.39	۱۰. عملکرد بیولوژیکی Biological yield
	1	0.75**	0.19	0.75**	0.78**	0.77**	0.60**	-0.70**	0.71**	0.78**	0.37	۱۱. عملکرد دانه Seed yield
1	0.70**	-0.47*	0.31	0.48*	0.45*	-0.62**	0.54*	-0.52*	0.21	0.63**	0.34	۱۲. شاخص برداشت Harvest index

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد
* and **: Significant at P level of 0.05 and 0.01, respectively

- آبروان، پ. و صادقزاده حمایتی، س. ۱۳۸۲. ارزیابی نحوه تأثیر عوامل آب و هوایی روی عملکرد کلزای بهاره دیم در منطقه کالته، خلاصه مقالات نخستین همایش تحقیق و توسعه کلزا در استان گلستان. گرگان.
- حجازی، ا. ۱۳۷۷. بررسی رشد و نمو و میزان محصول چند رقم کلزای اروپایی در شرایط آب و هوایی شمال ورامین. چکیده مقالات پنجمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران. انتشارات انجمن علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران. صفحه ۱۲۵.
- عزیزی، م.، سلطانی، ا. و خاوری خراسانی، س. ۱۳۸۵. کلزا (فیزیولوژی، زراعت، به‌نژادی و تکنولوژی زیستی). انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۳۰ صفحه.
- سلیمانزاده، ح.، لطیفی، ن. و سلطانی، ا. ۱۳۸۶. ارتباط فنولوژی و صفات فیزیولوژیک با عملکرد دانه در ارقام مختلف کلزا تحت شرایط دیم. فصلنامه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۴ (۵): ۶۷-۷۶.
- ساجدی، س. ز.، راهنما، ع. ا. و کرمی، ث. ۱۳۸۸. تأثیر فاصله ردیف و میزان بذر بر عملکرد روغن و روند پرشدن دانه رقم RGS003 کلزا در منطقه بهبهان. مجله پژوهش در علوم زراعی، ۳ (۱): ۹۳-۷۷.
- قلی‌پور، ا.، گلعدانی، ک.، لطیفی، ن. و مقدم، م. ۱۳۸۲. مقایسه رشد و عملکرد واریته‌های کلزا در شرایط دیم. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۳ (۱): ۱۲۱-۱۱۱.
- خیاط، م. ۱۳۸۵. منحنی رشد، عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های امید بخش کلزا در شرایط مختلف کشت خوزستان (اهواز). پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات خوزستان. ۲۵۰ صفحه.
- پوررضا، م.، نبی‌پور، م. و مامقانی، ر. ۱۳۸۵. همبستگی خصوصیات فنولوژیکی ارقام کلزا با عملکرد دانه. مجله کشاورزی، ۳۰ (۱): ۱۹۵-۲۰۰.
- Allen, E. J. and Morgen, D. G. 1972. A quantitative analysis of the effects of nitrogen on the growth, development and yield of oilseed rape. *Journal of Agricultural Science -Cambridge*, 78 (2): 315-324.
- Clark, J. M. and Simpson, G. M. 1998. The influence of irrigation and seedling rate on yield and yield components of *Brassica napus* cv. Tower. *Canadian Journal of Plant Science*, 58: 731-737.
- Diepenbrock, W. 2000. Yield analysis of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.): a review. *Field Crops Research*, 67: 35-49.
- Lutman, P. J. W. and Dixon, F. L. 1987. The effect of drilling date on growth and yield of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Journal of Agricultural Science -Cambridge*, 108 (1): 195-200.
- 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. *Journal of Agricultural Science -Cambridge*, 96 (2): 389-416.
- Muurinen, S., Kleemola, J. and peltonen-Sainio, P. 2007. Accumulation and translocation of nitrogen in spring cerealcultivars differing in nitrogen use efficiency. *Agronomy Journal*, 99: 441-449.
- Muurinen, S., Slafer, G. A. and peltonen-Sainion, P. 2006. Breeding effects on nitrogen use efficiency of spring cereals under northern conditions. *Crop Science*, 46: 561-568.
- Romagosa, I. and Fox, P. N. 1993. Genotype environment interaction and adaption in: Hyward. M. D., Bosemark, N. and Romagosa. I. (eds). *Plant breeding: principles and prospects* Chapman and Hall, London. pp. 373-390.
- Thurling, N. 1994. Morphophysiological determinates of yield in rapeseed (*B. campestris* and *B. napus*). II. Yield components. *Australian Journal of Agricultural Research*, 25: 711-721.
- Topinka, A. K. C., Downey R. K. and Rakow G. F. W. 1991. Effects an agronomic practices on the over wintering of winter canola in southern Alberta. *Proceeding of GCRIC congress*. PP: 665-670.

Study of the Phenological and Physiological Traits Associated with the Seed Yield in Different Canola (*Brassica napus* L.) Cultivars

Safikhani¹, S., Biabani^{2*}, A., Faraji³, A., Rahemi-karizaki⁴, A. and Gholizadeh⁴, A.

Abstract

In order to determine the most important phenological traits influencing the increase in seed yield and their relationship with yield and yield components in spring cultivars of canola, a factorial Split plot experiment was conducted based on randomized complete block design with four replications in 2013-2014 growing season in the Research Field of Gonbad Kavous University. Treatments included four canola cultivars (C1= Hyolla401, C2= Zarfam, C3= Hyolla308 and C4= RGS003), two planting dates (D1= 20 November and D2= 30 December) and three levels of nitrogen fertilizer (N1= zero, N2= 50% and N3=100%). The results showed significant differences in seed yield and other traits. The highest yield in the RGS003 (4.4ton ha⁻¹) planted on 20 November and the lowest in Hyolla308 (1.1ton ha⁻¹), were observed using nitrogen fertilizer and in this respect they were divided into three groups: high yielding (RGS003), medium (Hyolla401 and Zarfam) and low (Hyolla308). The maximum seed filling rate (6.1g/day) for the treatment RGS003 and 100% of the recommended nitrogen fertilizer and lowest (3.7g/day) the date of 30 November was Hyolla 308. In addition, on the date of 30 December, Hyolla308 lowest seed weight (3.52g) with 100% nitrogen fertilizers, and RGS003 had the highest seed weight (4.04g), respectively. Seed yield except in the days to flowering ($r=0.70^{**}$) and 1000 seed weight (0.19g) had a significant positive correlation with the other traits.

Keywords: Spring cultivars, Seed filling rate, Planting date, 1000 seed weight

1, 2 and 4. PhD Student, Associate Professor and Assistant Professors, Respectively, Department of Plant Production, Faculty of Agriculture, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran
3. Assistant Professor, Department of Horticulture and Agronomy, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran

*: Corresponding author

Email: abs346@yahoo.com