

## ارزیابی میزان روغن، عملکرد روغن و محتوای کلروفیل دانه در مراحل مختلف رسیدگی ارقام کلزا Evaluation of oil content, oil yield and chlorophyll content of grain at maturity stages in rapeseed cultivars

فرناز شریعتی<sup>۱</sup> و امیر حسین شیرانی راد<sup>۲</sup>

### چکیده

شریعتی، ف. و ا. ح. شیرانی راد. ۱۳۹۰. ارزیابی میزان روغن، عملکرد روغن و محتوای کلروفیل دانه در مراحل مختلف رسیدگی ارقام کلزا. مجله علوم زراعی ایران. ۱۳ (۱) ۸۶-۷۸.

به منظور ارزیابی کیفیت دانه کلزا در مراحل مختلف رسیدگی، آزمایشی در سال‌های زراعی ۸۴-۱۳۸۲ به مدت دو سال در مزرعه تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر انجام شد. در این تحقیق، شش رقم تجاری کلزا به نام‌های Okapi، SLM046، Licord، Orient، Zarfam و Opera و پنج زمان برداشت شامل برداشت در مراحل ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ درصد رسیدگی خورجین‌های ساقه اصلی در نظر گرفته شدند. این آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید که در آن رقم به عنوان عامل اصلی و زمان برداشت به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. میزان کلروفیل دانه، میزان روغن، عملکرد روغن دانه و میزان رطوبت دانه با استفاده از روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شدند. نتایج حاصل از تجزیه مرکب نشان داد که اثر رقم بر چهار صفت مذکور در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. رقم Okapi با میانگین ۲/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم، کمترین میزان کلروفیل دانه و با میانگین ۱۶۶۱ کیلوگرم در هکتار، بیشترین عملکرد روغن دانه را به خود اختصاص داد و از این جهت نسبت به سایر ارقام مورد ارزیابی، برتری معنی‌داری داشت. همچنین دو رقم Okapi و Zarfam به ترتیب با میانگین ۴۸/۷ و ۴۸/۰ درصد، بالاترین میزان روغن دانه را دارا بودند. اثر زمان برداشت نیز بر این صفات در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. برداشت در مرحله ۸۰ درصد رسیدگی با میانگین ۱/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم، کمترین میزان کلروفیل دانه را نشان داد، در حالی که بیشترین عملکرد روغن دانه با میانگین ۱۵۴۸ کیلوگرم در هکتار مربوط به برداشت در مرحله ۹۰ درصد رسیدگی بود. اثر متقابل رقم و زمان برداشت بر میزان کلروفیل دانه و میزان رطوبت دانه نیز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بر اساس نتایج این آزمایش به نظر می‌رسد که در برداشت مستقیم کلزا، مرحله رسیدگی ۹۰ درصد و در برداشت غیر مستقیم مرحله رسیدگی ۷۰ تا ۸۰ درصد جهت حفظ کیفیت و به حداقل رساندن افت محصول مناسب‌تر می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: رطوبت دانه، کلزا، کلروفیل دانه، مراحل رسیدگی و محتوای روغن دانه.

## مقدمه

کلزا مهم‌ترین گونه جنس براسیکا بوده که روغن ارقام خوراکی آن از کمیت و کیفیت مطلوبی برخوردار است و گیاه روغنی مناسبی جهت کشت و تولید روغن در ایران محسوب می‌شود. یکی از مسائل مهم در گیاه کلزا، زمان برداشت مناسب است که عدم انتخاب زمان مناسب برداشت آن مشکلات زیادی را بوجود خواهد آورد. با عنایت به وجود مشکل ریزش دانه در برداشت کلزا و کمبود تجهیزات مناسب برداشت، این محصول زودتر از موعد برداشت می‌شود و در این صورت بالا بودن محتوای کلروفیل و رطوبت دانه مشکلات زیادی را در مراحل نگهداری و پالایش روغن در پی خواهد داشت. رنگدانه‌های کلروفیل موجود در کلزا عامل کیفی مهمی تلقی می‌شوند، زیرا رنگ نا مطلوبی را در روغن ایجاد کرده، اکسیداسیون روغن را در حضور نور سرعت می‌بخشند و مانع هیدروژناسیون روغن نیز می‌شوند (Ward et al., 1984; Endo et al., 1984; Bahmaei et al., 2005; al., 1991) و همچنین حذف آنها نیازمند صرف هزینه‌های بسیار در مرحله رنگبری روغن می‌باشد (Muralidhara, 2002). از این رو شناخت تغییرات محتوای کلروفیل، میزان روغن و میزان رطوبت دانه در مراحل مختلف رسیدگی دانه در ارقام تجاری کلزا، اطلاعات موثری برای تصمیم‌گیری در باره انتخاب زمان بهینه برداشت هر رقم خواهد بود. به این ترتیب ضایعات ناشی از ریزش دانه به حداقل رسیده و در عین حال کیفیت دانه نیز در حد مطلوبی حفظ خواهد شد.

تاثیر میزان رسیدگی کلزا بر کیفیت روغن آن تا اواسط دهه ۱۹۶۰ چندان جدی تلقی نمی‌شد. موضوع درجه بندی کیفی کلزای پاییزه (با اسید اروسیک بالا) برای اولین بار در سال ۱۹۶۲ در سوئد مطرح شد. در نهایت پس از تحقیقات مستمر در جهت یافتن معیاری برای درجه بندی، میزان کلروفیل به عنوان شاخص و معیار ارزیابی کیفیت و رسیدگی دانه کلزا مورد توجه

قرار گرفت. محرک اصلی تحقیقات در این زمینه، صنعت مارگارین کشور سوئد بود که عمده‌ترین متقاضی کلزا در آن زمان محسوب می‌شد، زیرا بالا بودن محتوای کلروفیل، هیدروژناسیون روغن استحصالی را با مشکل مواجه می‌کرد (Dahlen, 1973). نتایج تحقیقات نشان داد که رنگدانه‌های کلروفیل به عنوان سموم کاتالیستی عمل کرده و با احاطه کردن جایگاه فعال کاتالیست‌های نیکلی، عمل هیدروژناسیون را با مشکل مواجه می‌سازند (Ward et al., 1991). در تحقیقات انجام شده ارتباط مستقیم میزان کلروفیل دانه کلزا و میزان کلروفیل وارد شده به روغن استحصالی به اثبات رسیده است (Mailer, 2002). برای دستیابی به روغنی با کیفیت عالی مقدار بیشینه کلروفیل روغن ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم و مقدار بیشینه کلروفیل در دانه‌های کلزای استاندارد ۲۲ میلی‌گرم در کیلوگرم اعلام شده است (Daun, 1982). بر اساس استانداردهای ارائه شده توسط کمیسیون دانه کانادا (Canadian Grain Commission) دانه کلزا بسته به مقدار کلروفیل، به سه گروه طبقه بندی می‌شود. به طوری که کلزای درجه یک حاوی کمتر از ۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم کلروفیل، کلزای درجه ۲ و درجه ۳ به ترتیب حاوی ۴۵-۲۶ و ۱۰۰-۴۶ میلی‌گرم در کیلوگرم کلروفیل می‌باشند (Anonymus, 2007). محققان دریافته‌اند که مقدار کلروفیل و درصد دانه‌های سبز در کلزا، با رطوبت دانه ارتباط دارد (Cenkowski and Digvir, 1993). مقدار کلروفیل دانه در ارقام مختلف، متفاوت است. به طور کلی کلزای معمولی (آرژانتینی) (*B. napus*) نسبت به شلغم روغنی (*B. rapa*) مقدار کلروفیل بیشتری دارد و همچنین ارقامی که فصل رشد طولانی‌تری دارند، در زمان برداشت، باقیمانده کلروفیل بیشتری دارند و برداشت پیش از موعد یا صدمات ناشی از یخ زدگی دانه نارس منجر به باقیماندن بیشتر کلروفیل در دانه می‌شود (Ward et al., 1991). نتایج تحقیقات نشان داده است

سانتی متر بود که در دو طرف هر پشته، دو خط کشت با فاصله ۳۰ سانتی متر ایجاد شد. در هر کرت آزمایشی ۶ خط کاشت به طول ۵ متر و فاصله خطوط ۳۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. پس از سبز شدن و استقرار کامل گیاهان در مزرعه، در مرحله ۲ تا ۴ برگگی، عملیات تنک جهت رساندن تراکم به ۸۰ بوته در متر مربع انجام شد. محصول هر کرت آزمایشی، پس از رسیدگی از چهار خط میانی پس از حذف نیم متر حاشیه از بالا و پایین در سطحی معادل ۴/۸ متر مربع برداشت شد. خورجین های برداشت شده در داخل کیسه های نایلونی سریعاً به آزمایشگاه انتقال داده شدند. به منظور تعیین میزان رطوبت، دانه ها از خورجین های برداشت شده هر کرت آزمایشی جدا شده و ۵ گرم دانه در آون الکتریکی به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی گراد تا ثابت ماندن وزن نهایی خشکانده شدند. میزان رطوبت دانه ها بر اساس وزن تر و به درصد ثبت شدند. اندازه گیری میزان روغن دانه با استفاده از اسپکترومتر NMR (mq20, Bruker, Germany) انجام شد (ISO 10565, 1998).

برای اندازه گیری محتوای کلروفیل از دستگاه اسپکتروفتومتر (Cary100, Varian, Netherlands) استفاده گردید. ابتدا دانه های سالم و صدمه ندیده کلزا به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۴۵ درجه سانتی گراد قرار داده شدند تا میزان رطوبت آنها به زیر ۱۰ درصد یا کمتر برسد و احتمال تخریب رنگدانه های کلروفیلی کاهش یابد. ۵۰ گرم دانه کلزا با استفاده از یک آسیاب مکانیکی ساییده شد. دو گرم نمونه آسیاب شده یکنواخت به داخل لوله آزمایش منتقل شده و پس از افزودن ۳۰ میلی لیتر حلال (مخلوطی از اتانول بدون آب و ایزواکتان با نسبت ۱ به ۳) و سه گلوله فلزی به مدت یک ساعت روی شیکر قرار داده شد. محلول بدست آمده پس از ته نشین شدن مواد جامد، با استفاده از کاغذ صافی، صاف شده و میزان جذب در معرض طول موج های ۶۶۵، ۷۰۵ و ۶۲۵ نانومتر در دستگاه

که میزان کلروفیل دانه در ارتباط با محیط متغیر است و دما در طی رسیدن دانه بر سرعت کاهش کلروفیل موثر است، به طوری که در دمای اتاق کاهش میزان کلروفیل آهسته تر صورت می گیرد و کاهش سریع رطوبت دانه، باعث تثبیت میزان کلروفیل در مقدار بالا می شود (Salunkhe and Desai, 1986). میزان کلروفیل حتی در دانه های یک بوته بسته به موقعیت قرار گرفتن دانه در خورجین های ساقه اصلی یا شاخه های فرعی متغیر است (Cenkowski *et al.*, 1989). برداشت در زمان نامناسب و عدم استفاده از فنون جدید برداشت موجب ریزش دانه شده و در نهایت به کاهش چشمگیر محصول می انجامد. خسارت وارده به محصول کلزا بر اثر ریزش دانه در هنگام رسیدگی و برداشت محصول به ۵۰-۱۰ درصد بالغ شده و عده ای از کشاورزان را از کشت این گیاه دلسرد می سازد (Ahmadi, 1991). تحقیق حاضر به منظور بررسی تغییرات محتوای کلروفیل و میزان رطوبت دانه، عملکرد روغن دانه و مقایسه محتوای کلروفیل، میزان روغن و رطوبت دانه شش رقم کلزا در مراحل مختلف رسیدگی انجام شد.

### مواد و روش ها

به منظور بررسی تغییرات میزان کلروفیل و روغن دانه در مراحل مختلف رسیدگی ارقام تجاری کلزا، آزمایشی به صورت کرت های خرد شده در قالب بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار در سال های زراعی ۸۳-۱۳۸۲ و ۸۴-۱۳۸۳ در کرج در مزرعه ۴۰۰ هکتاری موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر اجرا گردید که در آن رقم به عنوان عامل اصلی، شامل ارقام کلزا شامل Zarfam, Orient, Okapi, SLM046, Licord, Opera، و زمان برداشت به عنوان عامل فرعی در پنج سطح، شامل برداشت در مراحل ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ درصد رسیدگی خورجین های ساقه اصلی، بودند.

هر کرت آزمایشی شامل ۳ پشته با فاصله ۶۰

روغن دانه را دارا بودند (جدول ۳).

اثرات رقم و زمان برداشت و همچنین اثر متقابل رقم و زمان برداشت بر میزان رطوبت دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). بر اساس مقایسه میانگین‌های ترکیب سطوح رقم و زمان برداشت رقم Licord در زمان ۶۰ درصد رسیدگی، با میانگین ۴۷/۷ درصد بالاترین و رقم Zarfam در زمان ۹۰ درصد رسیدگی، با میانگین ۷/۱ درصد، پایین‌ترین میزان رطوبت دانه را داشتند. این تفاوت‌ها به خصوصیات ژنتیکی ارقام مورد آزمون مرتبط می‌باشد. در زمان‌های ۵۰، ۶۰ و ۸۰ درصد رسیدگی، رقم Licord، در زمان ۷۰ درصد رسیدگی، رقم Orient و در زمان ۹۰ درصد رسیدگی، رقم SLM046، بیشترین و در زمان‌های ۵۰، ۶۰، ۸۰ و ۹۰ درصد رسیدگی، رقم Zarfam و در زمان ۷۰ درصد رسیدگی، رقم Okapi، کمترین میزان رطوبت دانه را داشتند (جدول ۴).

اثرات رقم و زمان برداشت و همچنین اثر متقابل رقم و زمان برداشت بر میزان کلروفیل دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌های ترکیب سطوح رقم و زمان برداشت نیز نشان داد که رقم Orient در زمان ۷۰ درصد رسیدگی با میانگین ۱۹/۷ میلی گرم بر کیلوگرم، بالاترین و رقم Okapi در زمان ۹۰ درصد رسیدگی با میانگین ۱/۲ میلی گرم بر کیلوگرم، پایین‌ترین میزان کلروفیل دانه را دارا بودند. در زمان‌های ۵۰ و ۷۰ درصد رسیدگی، رقم Orient، در زمان ۶۰ درصد رسیدگی، رقم Licord و در زمان‌های ۸۰ و ۹۰ درصد رسیدگی، رقم Opera، بیشترین و در زمان‌های ۵۰ و ۶۰ درصد رسیدگی، رقم Opera، در زمان‌های ۷۰ و ۹۰ درصد رسیدگی، رقم Okapi و در زمان ۸۰ درصد رسیدگی، رقم Zarfam، کمترین میزان کلروفیل دانه را دارا بودند (جدول ۴). رقم Orient در مرحله رسیدگی ۷۰ درصد، بالاترین میزان کلروفیل دانه را داشته و رقم Okapi کمترین میزان کلروفیل را در مقایسه با سایر ارقام دارا بودند.

اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد. میزان جذب در طول موج‌های ۶۲۵ و ۷۰۵ نانومتر به منظور تصحیح جذب نهایی انجام شد (ISO 10519, 1997). میزان کلروفیل دانه با استفاده از رابطه یک محاسبه شد.

$$W = \frac{K \times A_{\text{corr}} \times V}{m \times l} \quad (1)$$

که در آن:

$$A_{\text{corr}} = \left[ A_{655} - \frac{(A_{705} + A_{625})}{2} \right]$$

$A_{\text{corr}}$  = میزان جذب تصحیح شده،  $A_{665}$  = جذب در ۶۶۵ نانومتر،  $A_{705}$  = جذب در ۷۰۵ نانومتر،  $A_{625}$  = جذب در ۶۲۵ نانومتر،  $K$  = مقدار ثابت (۱۳)،  $l$  = طول مسیر بر حسب سانتی متر،  $m$  = وزن نمونه بر حسب گرم،  $V$  = حجم حلال اضافه شده بر حسب میلی لیتر هستند.

داده‌های دوساله به دست آمده طبق مدل طرح آماری کورت‌های خرد شده با استفاده از نرم افزار MSTATC تجزیه واریانس مرکب شدند مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثرات رقم و زمان برداشت بر میزان روغن دانه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ارقام مورد آزمون از لحاظ صفت مذکور در گروه‌های متفاوت آماری قرار می‌گیرند، به طوری که رقم Okapi با میانگین ۴۸/۷ درصد، بالاترین و رقم Opera با میانگین ۴۶/۵ درصد، پایین‌ترین درصد روغن دانه را داشتند (جدول ۲). زمان‌های برداشت نیز از لحاظ میزان روغن دانه در سه گروه آماری قرار گرفتند. زمان ۵۰ درصد رسیدگی با میانگین ۵۰/۶ درصد، بیشترین و زمان ۸۰ درصد رسیدگی با میانگین ۴۶/۰ درصد، کمترین میزان

" ارزیابی میزان روغن، عملکرد روغن....."

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب میزان روغن دانه، میزان رطوبت و میزان کلروفیل دانه ارقام کلزا (۸۴-۱۳۸۲)

Table1. Combined analysis of variance for oil , moisture and chlorophyll content of grains in rapeseed cultivars (2003-2005)

S.O.V.	منابع تغییر	درجه آزادی d.f	میانگین مربعات (MS)			
			میزان کلروفیل دانه Chlorophyll content of grain	میزان رطوبت دانه Moisture content of grain	میزان روغن دانه Oil content of grain	عملکرد روغن Oil yield
Year (Y)	سال	1	0.035 <sup>ns</sup>	47.751 <sup>ns</sup>	0.356 <sup>ns</sup>	32486701.052**
E <sub>1</sub>	سال / تکرار	4	0.114	35.795	4.317	278928.055
Cultivar (C)	رقم	5	55.138**	387.64**	18.188**	701294.349**
C×Y	رقم × سال	5	0.358 <sup>ns</sup>	2.836 <sup>ns</sup>	0.743 <sup>ns</sup>	366185.751*
E <sub>2</sub>	خطای کرت اصلی	20	0.194	17.976	1.786	128916.164
Harvest time (H)	زمان برداشت	4	290.27**	7050.107**	155.24**	208264.258**
H×Y	زمان برداشت × سال	4	0.078 <sup>ns</sup>	3.228 <sup>ns</sup>	0.209 <sup>ns</sup>	6202.889 <sup>ns</sup>
H×C	زمان برداشت × رقم	20	49.472**	52.991**	2.913 <sup>ns</sup>	3480.595 <sup>ns</sup>
H×C×Y	زمان برداشت × رقم × سال	20	0.199 <sup>ns</sup>	3.744 <sup>ns</sup>	0.385 <sup>ns</sup>	1167.647 <sup>ns</sup>
E <sub>3</sub>	خطای کرت فرعی	96	0.31	7.644	2.02	2684.212
C.V (%)	ضریب تغییرات	-	13.79	8.89	2.99	13.63

ns: Non-significant

\* and \*\*: Significant at 5% and 1% probability levels, respectively

ns: غیر معنی دار

\* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد

جدول ۲ - مقایسه میانگین میزان روغن، میزان رطوبت و میزان کلروفیل دانه در ارقام کلزا (۸۴-۱۳۸۲)

Table 2. Mean comparison of oil, moisture and chlorophyll content of grains in rapeseed cultivars (2003-2005)

رقم کلزا Rapeseed cultivar	میزان کلروفیل دانه Chlorophyll content of grain (mg.kg <sup>-1</sup> )	میزان رطوبت دانه Moisture content of grain (%)	میزان روغن دانه Oil content of grain (%)	عملکرد روغن Oil yield (kg.ha <sup>-1</sup> )
Licord	4.2 b	35.1 a	47.0 c	1520 ab
SLM046	3.4 d	33.0 ab	47.2 bc	1411 bc
Okapi	2.3 e	28.0 c	48.7 a	1661 a
Orient	6.4 a	33.4 ab	47.9 ab	1381 bc
Zarfam	4.1 bc	25.6 d	48.0 a	1207 c
Opera	3.9 c	31.6 b	46.5c	1373 bc

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

جدول ۳ - مقایسه میانگین میزان روغن، میزان رطوبت و میزان کلروفیل دانه در ارقام کلزا در زمان‌های برداشت (۸۴-۱۳۸۲)

Table 3. Mean comparison of oil, moisture and chlorophyll content of grains in rapeseed cultivars at harvest times

(2003-2005)

Harvest time	زمان برداشت	میزان کلروفیل دانه Chlorophyll content of grain (mg.kg <sup>-1</sup> )	میزان رطوبت دانه Moisture content of grain (%)	میزان روغن دانه Oil content of grain (%)	عملکرد روغن Oil yield (kg.ha <sup>-1</sup> )
50% maturity	۵۰ درصد رسیدگی	3.4 c	44.7 a	50.6 a	1359 d
60% maturity	۶۰ درصد رسیدگی	3.8 b	41.7 b	48.8 b	1388 c
70% maturity	۷۰ درصد رسیدگی	8.9 a	34.6 c	46.1 c	1384 cd
80% maturity	۸۰ درصد رسیدگی	1.9 e	24.0 d	46.0 c	1450 b
90% maturity	۹۰ درصد رسیدگی	2.2 d	10.5 e	46.2 c	1548 a

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test

حاصل مشخص گردید که در کلیه مراحل رسیدگی (از ۵۰ تا ۹۰ درصد) میزان کلروفیل در حد استاندارد بوده است (منطبق با استانداردهای سال ۲۰۰۷ کمیسیون دانه کانادا و نتایج Daun, 1982). نتایج نشان داد که بهترین زمان برداشت ارقام Licord و Zarfam در مرحله ۷۰ درصد رسیدگی بود، زیرا در این مرحله عملکرد روغن دانه حداکثر بوده و پس از آن به دلیل حساسیت این رقم به ریزش دانه، عملکرد دانه و به تبع آن عملکرد روغن دانه کاهش یافت. در این مرحله، میزان روغن دانه در حد بالایی قرار داشته و میزان کلروفیل دانه نیز در حد استاندارد بود. بنابراین برداشت مستقیم با کمباین که در مرحله ۹۰-۸۰ درصد رسیدگی صورت می‌پذیرد برای این دو رقم مناسب به نظر نمی‌رسد و

اثرات رقم و زمان برداشت بر عملکرد روغن دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). رقم Okapi با میانگین ۱۶۶۱ کیلوگرم در هکتار، بالاترین و رقم Zarfam با میانگین ۱۲۰۷ کیلوگرم در هکتار، پایین‌ترین عملکرد روغن دانه را به خود اختصاص دادند (جدول ۲). زمان ۹۰ درصد رسیدگی نیز با میانگین ۱۵۴۸ کیلوگرم در هکتار، بیشترین و زمان ۵۰ درصد رسیدگی با میانگین ۱۳۵۹ کیلوگرم در هکتار، کمترین عملکرد روغن دانه را تولید نمودند (جدول ۳). به طور کلی در بین ارقام مورد آزمون، رقم Okapi با توجه به دارا بودن بالاترین میزان عملکرد روغن دانه، بیشترین میزان روغن دانه و کمترین میزان کلروفیل، رقم برتر شناخته شد. با توجه به نتایج

جدول ۴ - مقایسه میانگین اثر متقابل رقم و زمان برداشت بر میزان روغن، میزان رطوبت، میزان کلروفیل دانه و عملکرد روغن ارقام کلزا (۸۴-۱۳۸۲)

Table 4. Mean comparison of oil, moisture, chlorophyll content and oil yield of rapeseed cultivars in interaction effect of cultivar × harvest time (2003-2005)

رقم کلزا Rapeseed cultivar	زمان برداشت Harvest time	میزان کلروفیل دانه Chlorophyll content of grain (mg.kg <sup>-1</sup> )	میزان رطوبت دانه Moisture content of grain (%)	میزان روغن دانه Oil content of grain (%)	عملکرد روغن Oil yield (kg.ha <sup>-1</sup> )
Licord	50%	2.2 ij	47.7 a	49.5 bcd	1427 fgh
	60%	6.3 d	47.7 a	48.5 def	1347 im
	70%	9.2 b	37.4 de	45.3 jk	1786 a
	80%	1.9 ijklm	33.3 fg	45.4 jk	1176 o
	90%	1.3 klm	9.1 lm	46.3 ijk	1393 hijk
SLM046	50%	2.3 ij	45.3 ab	51.2 ab	1375 hijkl
	60%	4.2 g	41.8 bc	48.4 defg	1684 b
	70%	5.2 e	36.1 ef	45.1 jk	1145 o
	80%	1.7 jklm	25.7 ij	45.1 jk	1329 klm
	90%	3.4 h	15.8 k	46.4 hijk	1373 hijkl
Okapi	50%	4.4 fg	42.7 bc	51.5 a	1665 b
	60%	2.4 ij	38.4 dc	49.5 bcd	1496 de
	70%	1.8 ijklm	28.6 hi	49.1 cde	1344 ijklm
	80%	1.6 jklm	22.7 j	47.0 fghij	1680 b
	90%	1.2 m	7.3 m	46.2 ijk	1601 c
Orient	50%	4.9 ef	45.0 ab	51.3 ab	1400 ghij
	60%	3.2 h	42.3 bc	49.2 cde	1310 lm
	70%	19.7 a	37.8 de	46.2 ijk	1550 cd
	80%	2.1 ij	27.2 i	46.2 ijk	1566 c
	90%	2.1 ij	15.0 k	46.7 fghijk	1329 klm
Zarfam	50%	4.2 g	40.9 cd	50.6 abc	1285 mn
	60%	5.3 e	37.7 de	49.1 cde	1463 efg
	70%	7.8 e	30.7 gh	46.3 ijk	1550 cd
	80%	1.3 lm	11.8 i	47.5 efghi	1347 ijklm
	90%	2.0 ijkl	7.1 m	46.6 ghijk	1262 n
Opera	50%	2.1 ijk	46.9 a	49.6 bcd	1483 ef
	60%	1.7 jklm	42.2 bc	48.2 defgh	1413 ghi
	70%	9.7 b	37.0 e	44.9 k	1335 jklm
	80%	2.6 i	23.3 j	44.8 k	1168 o
	90%	3.4 h	8.8 lm	45.1 jk	1490 def

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی داری ندارند

Means in each column followed by similar letter(s) are not significantly different at 5% probability level, using Duncan's Multiple Range Test

در مرحله ۹۰-۸۰ درصد رسیدگی انجام می‌شود، بنابراین برداشت غیر مستقیم (با رطوبت بالاتر) برای این رقم قابل توصیه است. در دو رقم Okapi و Orient بهترین زمان برداشت در مرحله ۸۰ درصد رسیدگی تشخیص داده شد، زیرا در این مرحله عملکرد روغن دانه حداکثر بوده و بعد از آن به دلیل حساسیت نسبی این رقم به ریزش، عملکرد دانه و به تبع آن عملکرد روغن دانه کاهش یافت. در این مرحله میزان روغن دانه در حد قابل قبولی قرار داشته و میزان کلروفیل دانه نیز

برداشت دو مرحله‌ای (swath) قابل توصیه است. رقم SLM046 در مرحله ۶۰ درصد رسیدگی حداکثر عملکرد روغن دانه را داشت. در این مرحله میزان روغن دانه در حد قابل قبولی قرار داشته و با افزایش میزان رسیدگی، تغییر محسوسی در روغن دانه آن رخ نمی‌دهد. در حالی که عملکرد روغن دانه به علت ریزش شدید دانه دچار افت می‌شود. علاوه بر این، در مرحله ۶۰ درصد رسیدگی، میزان کلروفیل دانه در حد استاندارد بود. از آنجایی که برداشت مستقیم با کمباین

بالایی قرار داشت و میزان کلروفیل دانه نیز در حد استاندارد بود. از این رو، در این رقم می توان برداشت مستقیم با کمباین را انجام داد و از این جهت به نظر می رسد که رقم Opera برای برداشت مستقیم حتی نسبت به دو رقم Okapi و Orient برتری دارد.

بسیار پایین و در حد استاندارد بود. بنابراین در این رقم می توان برداشت مستقیم با کمباین را توصیه نمود. در رقم Opera بهترین زمان برداشت در مرحله ۹۰ درصد رسیدگی تشخیص داده شد، زیرا در این مرحله عملکرد روغن دانه در حداکثر بوده و میزان روغن دانه در حد

## References

## منابع مورد استفاده

- Ahmadi, M. R. 1991.** Botanical specifications and some fundamental problems in canola. Zeitoun.104 ,105. (In Persian).
- Anonymous. 2007.** Canadian Grain Commission. Quality of Western Canadian Canola. Canada; available at [www.grainscanada.gc.ca](http://www.grainscanada.gc.ca).
- Bahmaei, M., E. S. Sabbaghian and E. Farzadkish. 2005.** Development of a method for chlorophyll removal from canola oil using mineral acids. JAOCS 82: 679-684.
- Cenkowski, S. and S. J. Digvir. 1993.** Potential of in - field and low temperature drying for reducing chlorophyll contents in canola (*Brassica napus* L.) J. Sci. Food Agric. 63: 377-383.
- Cenkowski, S., S. Sokhansanj and F. W. Sosulski. 1989.** Effect of harvest date and swathing on moisture content and chlorophyll content of canola seed. Can. J. Plant Sci. 69: 925-928.
- Dahlen, J. A. H. 1973.** Chlorophyll content monitoring of swedish rapeseed and its significance in oil quality. JAOCS 50:312A.
- Daun, J. K. 1982.** The relationship between rapeseed chlorophyll, rapeseed oil chlorophyll and percentage of green seeds. JAOCS 59: 15-18.
- Endo, Y., R. Usuki and T. Kaneda. 1984.** The photooxidative alteration of chlorophylls in methylinoleate and prooxidant activity of their decomposition products, Agric. Biol. Chem. 48: 985-989.
- International Standard Organization. 1997.** Rapeseed - determination of chlorophyll content spectrometric method. 2nd ed. ISO: 10519.
- International Standard Organization. 1998.** Simultaneous determination of oil & water contents method using pulsed nuclear magnetic resonance spectrometry. ISO: 10565.
- Mailer, R. J. 2002.** Final report: Chlorophyll in canola. Publication AOF 15-1, Australian Oilseeds Federation Incorporation, Royal Exchange, New South Wales.
- Muralidhara, H. S., G. F. Seymour, B. F. Jirjis, D. D. Otten and X. Luo. 2002.** Removal of gum and chlorophyll-type compounds from vegetable oils. U.S. Patent 6,376,689 B1.
- Salunkhe, D. K. and B. B. Desai. 1986.** Postharvest Biotechnology of Oilseeds. CRC Press Inc, Boca Roton, FL, USA.
- Ward, K. R., Scarth, P. B. E. McVetty and J. K. Daun. 1991.** Genotypic and environmental effects on seed chlorophyll levels in canola (*Brassica napus*). Proceedings of the Eight International Rapeseed Congress, Saskatoon. Jul. 9-11, 241-245.



## Evaluation of oil content, oil yield and chlorophyll content of grain at different maturity stages in rapeseed cultivars

Shariati, F.<sup>1</sup> and A. H. Shirani-Rad<sup>2</sup>

### ABSTRACT

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 Sciences*. 13 (1) 78-86. (In Persian)

To evaluate rapeseed grain quality at different maturity stages, an experiment was conducted in the experimental field of Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran in 2003-2005 growing seasons. Six commercial rapeseed cultivars including; Okapi, Orient, Zarfam, Opera, Licord and SLM046 and five harvesting times including; 50%, 60%, 70%, 80% and 90% siliques maturity of the main stems were studied using split plot arrangement in randomized complete block design with three replications. Cultivars were assigned to main plots and harvesting times were randomized in sub-plots. Chlorophyll contents, oil yield and oil and moisture content of the grain were determined by standard methods. Combined analysis of variance revealed that the differences among cultivars for the measured traits were significant ( $P < 0.01$ ). Okapi had the lowest chlorophyll content ( $2.3 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) and the highest oil yield ( $1661 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) and was superior to other cultivars. Okapi also had the highest (48.7%) oil content. Effect of harvest time on measured traits were significant ( $P < 0.01$ ). Harvesting in 80% maturity of siliques had the lowest ( $1.9 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) chlorophyll content while the highest oil yield ( $1548 \text{ kg.ha}^{-1}$ ) belonged to 90% maturity of siliques. Cultivar  $\times$  harvest time effects on chlorophyll and moisture contents were significant ( $P < 0.01$ ). Direct and indirect harvesting are suggested at 90% and 70-80% maturity of siliques to maximize grain quality and minimize yield losses.

**Key words:** Grain chlorophyll content, Grain moisture content, Grain oil content, Maturity stages and Rapeseed.

---

Received: May, 2008 Accepted: June, 2010

1-Faculty member, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran (Corresponding author)

(Email: fshariati@spii.ir)

2- Faculty member, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran