

"نهال و بذر"
جلد ۲۰، شماره ۴، سال ۱۳۸۳

تأثیر زمان برداشت و دما و مدت خشک کردن بر قوه نامیه، بنيه و برخی ویژگی‌های
مرتبط با بذر دو رقم کلزا (*Brassica napus* L.)
Effects of Harvesting Time and Drying Temperature and Duration on Seed
Viability, Vigour and some other Related Traits of Two Oilseed Rape
(*Brassica napus* L.) Cultivars

آیدین حمیدی

مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر

تاریخ دریافت: ۸۲/۴/۲۹

چکیده

حمیدی، آ. ۱۳۸۳. تأثیر زمان برداشت و دما و مدت خشک کردن بر قوه نامیه، بنيه و برخی ویژگی‌های مرتبط با بذر دو رقم کلزا (*Brassica napus* L.). نهال و بذر ۲۰: ۵۱۱-۵۲۷.

به منظور بررسی تأثیر زمان برداشت و دما و مدت خشک کردن بر قوه نامیه، بنيه بذر و برخی از ویژگی‌های مرتبط با بذر دو رقم کلزای PF7045/91 (ساری گل) و SLM064، پژوهشی به مدت دو سال در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر به اجرا درآمد. بذرهای با رطوبت‌های ۴۵٪، ۳۰٪ و ۱۵٪ به ترتیب ۲۲۹، ۲۳۲ و ۲۳۶ روز پس از کاشت برداشت شده و در دماهای ۵۵، ۴۵ و ۶۵ درجه سانتی‌گراد به وسیله هوای گرم درون آن خشک گردیدند. ویژگی‌هایی نظیر درصد جوانه‌زنی اولیه و نهایی (قوه نامیه)، تعداد گیاهچه‌های عادی و غیرعادی، طول گیاهچه، وزن تر و خشک گیاهچه، شاخص بنيه گیاهچه اندازه‌گیری شدند. تجزیه و تحلیل مرکب داده‌ها مشخص نمود که درصد جوانه‌زنی اولیه و نهایی، متوسط جوانه‌زنی روزانه و طول گیاهچه تحت تأثیر اثر متقابل رقم × رطوبت بذر هنگام برداشت × سال قرار گرفته است. بیشترین درصد جوانه‌زنی اولیه و نهایی مربوط به بذر رقم PF7045/91 برداشت شده با ۴۵٪ رطوبت ۲۲۲ روز پس از کاشت و رقم SLM046 برداشت شده با ۱۵٪ رطوبت ۲۳۶ روز پس از کاشت بود. بذرهای رقم SLM046 برداشت شده با رطوبت ۱۵٪ دارای بیشترین تعداد گیاهچه عادی و متوسط جوانه‌زنی روزانه بیشتر بودند. بذرهای رقم PF7045/91 گیاهچه‌هایی با طول، وزن تر و خشک بیشتری نسبت به بذرهای رقم SLM046 داشتند و شاخص بنيه گیاهچه رقم PF7045/91 بیشتر از رقم SLM046 بود. بذرهای رقم PF7045/91 که با ۱۵٪ رطوبت ۲۳۶ روز پس از کاشت برداشت شده و با دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت خشک شده بودند، قوه نامیه بالاتری داشتند. با افزایش دما و مدت خشک کردن قوه نامیه بذرهای رقم PF7045/91 افزایش و قوه نامیه بذرهای رقم SLM046 کاهش یافت. با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش مشخص گردید که بذرهای رقم SLM046 که با ۱۵٪ رطوبت ۲۳۶ روز پس از کاشت برداشت شده و با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شده بودند و نیز بذرهای رقم PF7045/91 که با ۳۰٪ رطوبت ۲۲۹ روز پس از کاشت برداشت شده و با دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۸ ساعت خشک شده بودند از کیفیت بالاتری برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: کلزا، زمان برداشت، رطوبت بذر، قوه نامیه بذر، بنيه گیاهچه.

این مقاله براساس نتایج به دست آمده از اجرای طرح‌های تحقیقاتی شماره ۷۹۳۶۸-۱۲-۱۰۷ و ۸۰۰۶۴-۱۲-۱۰۷ مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر تدوین گردیده است.

مقدمه

کلزا (*Brassica napus* var. *napus*) یکی از مهم ترین گیاهان روغنی است و از لحاظ سطح زیر کشت بعد از سویا مقام دوم و از نظر تأمین روغن مصرفی بعد از سویا و نخل روغنی مرتبه سوم را دارد (Anonymus, 2001) و در ایران نیز در سال های اخیر کشت و تولید آن توسعه قابل ملاحظه ای یافته است.

کیفیت بذر به عنوان اندام تکثیر گیاهان و مهم ترین نهاده تولید محصولات زراعی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. قوه نامیه (Viability)، بنيه (Vigour)، قابلیت ماندگاری (Longevity) و سلامت بذر (Seed health) از جمله مهم ترین جنبه های کیفیت بذر محسوب می گردند که دستیابی به حد مطلوبی از آنها هدف اصلی یک برنامه موفق تولید بذر می باشد (Galanopoulou et al., 1996). کیفیت و کمیت بذر به عوامل متعددی مانند خاک، اقلیم و اجرای عملیات زراعی در دوره رشد و نمو گیاه مادری از کاشت تا برداشت و نیز دوره پس از برداشت بستگی دارد (McDonald and Copeland, 1997). عملیات برداشت بذر به ویژه زمان آن از نظر کیفیت بذر با اهمیت است و برداشت زودهنگام و دیرهنگام بذر می تواند منجر به کاهش قوه نامیه و بنيه بذر گردد (Witte, 1992). زمان برداشت بذر، معمولاً پس از مرحله رسیدگی (Maturation) بر مبنای

میزان رطوبت بذر (Moisture content) و وضعیت ظاهری بذر تعیین می گردد (Fenwick Kelly and George, 1998).

رسیدگی بذر تأثیر قابل ملاحظه ای بر کیفیت فیزیکی، نیازهای عملیاتی پس از برداشت به ویژه فرآوری، قابلیت نگهداری و بنيه بذر و گیاهچه دارد (McDonald and Copeland, 1997). بسیاری از گونه های گیاهان زراعی قادرند مدت کوتاهی پس از شکل گیری جنین جوانه بزنند ولی برداشت بذر در این مرحله با توجه به ناکافی بودن میزان تجمع مواد ذخیره ای در مرحله پر شدن منجر به افت عملکرد و خسارت ناشی از برداشت بذر با رطوبت بالا و در نتیجه کاهش کیفیت آن می گردد (Ellis et al., 1987). بنابراین برداشت بذر باید در مرحله رسیدگی برای برداشت (Harvest maturity) یا وزن رسیدگی (Mass maturity) انجام شود که زمان آن در اواخر دوره رشد و نمو و پس از مرحله رسیدگی فیزیولوژیک (Physiological maturity) است. در این حال مرحله پر شدن و انتقال مواد از بوته مادری به بذر پایان یافته و حداکثر وزن خشک حاصل گردیده است.

به طور معمول موقع برداشت، کاهش میزان رطوبت بذر تا حد امکان پذیر شدن برداشت بدون خسارت به بذر باید مورد توجه قرار گیرد.

در اثر (*Brassica campestris* var. *toria*) تأخیر در برداشت و کاهش رطوبت بذر در هنگام برداشت مستقیم بذر را گزارش نمودند. زاك (Zak, 1995) نیز مشاهده نمود که تأخیر ۳-۵ روزه در برداشت مستقیم بذر کلزا سبب افزایش اُفت عملکرد در اثر ریزش و افزایش تعداد بذرهای دچار خسارت شکستگی و ترک خوردگی گردید.

براون و همکاران (Brown et al., 1999) مزیت برداشت دو مرحله‌ای کلزا به صورت کف برکردن بوته‌ها (Swating) نسبت به برداشت مستقیم با استفاده از کمباین را از لحاظ کمیت و کیفیت بذرهای برداشت شده تأیید نمودند.

گوروسامی و تیآگاراجان (Gurusamy and Tiagarajan, 1998) با بررسی روند رسیدگی تدریجی بذرهای گل کلم (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) مشاهده نمودند که بذرها ۲۸ روز پس از گرده‌افشانی قابلیت جوانه‌زنی داشتند و ۴۲ روز پس از گرده‌افشانی به مرحله رسیدگی فیزیولوژیک رسیده و یک هفته بعد یعنی ۴۹ روز پس از گرده‌افشانی که رنگ بذرها از سبز و زرد به قهوه‌ای تغییر یافت، مناسب‌ترین هنگام برداشت بذر بود. سنیا و همکاران (Sinniah et al., 1998) نیز با برداشت تدریجی بذر شلغم روغنی (*Brassica campestris* var. *rapa*) ملاحظه نمودند که بذرها ۱۲ روز پس از گرده‌افشانی

(Ellis and Pieta-Filho, 1992). در مراحل نهایی رشد و نمو و رسیدگی، بذر رطوبت خود را به‌طور طبیعی و به تدریج از دست می‌دهد و در نواحی که شرایط اقلیمی اجازه خشک‌شدگی (Dessication) طبیعی بذر را نمی‌دهد، خشک کردن مصنوعی بذر جزو عملیات ضروری پس از برداشت و فرآوری محسوب می‌گردد. از این رو شرایط خشک کردن بذر از جمله رطوبت اولیه بذر، میزان دما و طول مدت خشک کردن از نظر کیفیت بذر اهمیت قابل ملاحظه‌ای دارند (McDonald and Copeland, 1997).

کلزا از جمله گیاهان زراعی است که دوره گلدهی نسبتاً طولانی داشته و رسیدگی بذرها نامنظم است و بنابراین میزان رطوبت بذرها، غلاف‌ها (Siliques) و کل بوته در طی مرحله رسیدگی به تدریج کاهش می‌یابد و از این رو تعیین تاریخ مناسب برداشت بذر کلزا از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Mendham et al., 1981a,b). مندهام و همکاران (Mendham et al., 1991) مشخص کردند که بذرهای زودتر برداشت شده کلزا که دارای رطوبت‌های بالاتری می‌باشند دچار تغییر شکل و خسارت مکانیکی در هنگام برداشت مستقیم می‌شوند. سنینگ و همکاران (Singh et al., 1976) کاهش عملکرد بذر شلغم روغنی هندی

(*Brassica napus var. napobrassica*) دارای ۲۰٪ رطوبت که با دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد خشک شده بودند، القای خواب ثانویه را عامل کاهش قوه نامیه بذر دانستند.

با توجه به برداشت مستقیم بذر کلزا با رطوبت پایین که خطر کاهش عملکرد در اثر ریزش و افت کیفیت به علت فرسودگی بذر را به دنبال دارد و نظر به اهمیت زمان برداشت بذر و تعیین آن به وسیله میزان رطوبت بذر و ضرورت خشک کردن مصنوعی بذر به عنوان یکی از مراحل فرآوری آن در شرایط محیطی بالا بودن رطوبت نسبی هوا در هنگام برداشت، همچنین تأثیر شرایط خشک کردن بذر (رطوبت اولیه، دما و طول مدت خشک کردن) بر کیفیت بذر، این پژوهش به منظور تعیین مناسب‌ترین زمان برداشت بر مبنای رطوبت بذر و بررسی تأثیر دما و مدت خشک کردن بر قوه نامیه، بیه بذر و گیاهچه و برخی ویژگی‌های مرتبط در بذر دو رقم کلزای PF7045/91 (ساری گل) و SLM046 برداشت شده با رطوبت‌های مختلف اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ در مزرعه پژوهشی و آزمایشگاه مرکزی تجزیه بذر مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج (طول جغرافیایی ۵۱ درجه و شش دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقه شمالی و

قابلیت جوانه‌زنی پیدا کرده و ۲۸ روز پس از گرده‌افشانی به مرحله رسیدگی برای برداشت رسیدند.

کرایگر (Kreyger, 1960) گزارش نمود که بذره‌های دارای رطوبت ۱۳٪ که به مدت دو ساعت در گرمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد، نیم ساعت در حرارت ۶۰ درجه سانتی‌گراد و ۱۰ دقیقه در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد خشک شده بودند دچار کاهش معنی‌دار قوه نامیه شدند. وودفورد و لواتون (Woodford and Lawton, 1965) نیز مشاهده نمودند که دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد در بذره‌های کلم بروکسل (*Brassica oleracea var. gemmifera*)، دمای ۶۴ درجه سانتی‌گراد در بذره‌های کلم علوفه‌ای (*Brassica oleracea convar. Acephala*) و دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد در بذره‌های خردل (*Sinapis sp.*) دارای رطوبت ۲۰٪ سبب کاهش قوه نامیه گردید. این در حالی است که مک‌نایت و مویسی (McKnight and Moysey, 1971) در بذره‌های کلزای دارای ۱۴/۶٪ رطوبت که به مدت ۲۴ ساعت با دمای ۵۴ درجه سانتی‌گراد خشک شده بودند فرسودگی (Deterioration) بذر را عامل کاهش قوه نامیه دانستند ولی ژانگ و همپتون (Zhang and Hampton, 1999) با خشک کردن بذره‌های شلغم علوفه‌ای

در دمای 10.3 ± 2 درجه سانتی گراد به مدت 17 ± 1 ساعت تعیین گردید. به منظور تعیین قوه نامیه و برخی ویژگی‌های مرتبط، بذره‌های دارای رطوبت‌های مورد نظر در آزمون جوانه‌زنی استاندارد (Standard germination test) مطابق با معیارهای انجمن بین‌المللی آزمون بذر (Anonymus, 2003b) قرار گرفتند. بدین منظور تعداد 400 بذر (4 تکرار یکصد بذری) روی بستر کاغذ جوانه‌زنی درون ظرف‌های پلاستیکی درب‌دار کشت گردیدند و به مدت هفت روز در دمای $20-30$ درجه سانتی گراد درون ژریناتور قرار داده شدند. پس از پایان اجرای این آزمون درصد جوانه‌زنی اولیه (تعداد بذره‌های جوانه زده در روز پنجم) و درصد جوانه‌زنی نهایی (تعداد بذره‌های جوانه زده در روز هفتم) تعیین گردید. همچنین تعداد گیاهچه‌های عادی و غیرعادی بر مبنای معیارهای انجمن بین‌المللی آزمون بذر (Anonymus, 2003a) مشخص گردید. با شمارش روزانه تعداد بذره‌های جوانه زده ویژگی‌هایی مانند متوسط جوانه‌زنی روزانه (Mean daily germination) که شاخصی از سرعت جوانه‌زنی روزانه می‌باشد با استفاده از رابطه:

ارتفاع 1331 متر از سطح دریا) اجرا گردید. بدین منظور در پانزدهم مهر ماه 1378 و 1379 مزرعه تکثیر بذر دو رقم کلزای SLM046 و PF7045/91 کشت گردید و برای تهیه نمونه بذر با رطوبت‌های 30، 45 و 15 درصد از پانزدهم اردیبهشت ماه به بعد به طور مرتب از مزرعه بازدید به عمل آمد. با استفاده از رطوبت‌سنج الکتریکی قابل حمل (مدل Dikky John) رطوبت بذرها ارزیابی گردید و با رسیدن میزان رطوبت بذر به حدود تیمارهای مورد نظر نمونه‌ها برداشت شدند. این زمان به ترتیب 222، 229 و 236 روز پس از کاشت و مطابق با مراحل نموی 6/4 که اکثر بذرها دارای نقش‌های سبز-قهوه‌ای می‌باشند، 6/6 اکثر بذرها قهوه‌ای تیره‌اند و 6/8 که اکثر بذرها تیره و سخت هستند (Sylvester-Bradley and Makepeace, 1984) بود. برای برداشت، بوته‌ها کف‌بر شدند و بذرها پس از خارج نمودن از خورجین‌ها درون ظروف در بسته قرار داده شدند. پس از انتقال بذرها به آزمایشگاه میزان دقیق رطوبت بذر به روش استاندارد دمای پایین و ثابت به وسیله آون (Low constant temperature oven method)

تعداد روزها تا رسیدن به حداکثر جوانه‌زنی نهایی / درصد جوانه‌زنی نهایی = متوسط جوانه‌زنی روزانه تعیین گردید (Hunter et al., 1984).

اجرای آزمون جوانه‌زنی استاندارد درصد جوانه‌زنی نهایی و تعداد گیاهچه‌های عادی تعیین و با شمارش روزانه بذرهای جوانه زده متوسط زمان جوانه‌زنی (Mean time two germination) که شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی محسوب می‌گردد از رابطه زیر محاسبه گردید:

$$\text{متوسط زمان جوانه‌زنی} = \frac{\sum(nd)}{\sum n}$$

که در آن d تعداد روزها، n تعداد بذرهای جوانه زده در طی d روز و $\sum n$ تعداد کل بذرهای جوانه زده می‌باشند (Ellis and Roberts, 1981).

همچنین سرعت جوانه‌زنی روزانه (Daily germination speed) که عکس متوسط جوانه‌زنی روزانه می‌باشد (Maguire, 1962) محاسبه گردید. با انتخاب تصادفی تعداد ده گیاهچه از هر تکرار طول گیاهچه، طول ریشه اولیه و طول ساقه اولیه به وسیله خط کش مدرج بر حسب سانتی‌متر و وزن تر گ گیاهچه با ترازوی دقیق بر حسب گرم و وزن خشک گیاهچه پس از خشک کردن نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت درون آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد، با ترازوی دقیق توزین و تعیین گردیدند. داده‌های به دست آمده پس از بررسی چولگی، کشیدگی و نرمال بودن و اعمال تبدیل مناسب با استفاده از یک آزمایش فاکتوریل $2 \times 3 \times 3 \times 3$ (دو رقم، سه هنگام برداشت، سه مدت خشک کردن و سه دمای خشک کردن) بر مبنای طرح پایه کاملاً

به منظور اندازه‌گیری بنيه گیاهچه تعداد ۱۰ گیاهچه عادی به طور تصادفی از هر تکرار انتخاب شد و طول گیاهچه با استفاده از خط کش مدرج بر حسب سانتی‌متر و وزن تر گیاهچه به وسیله ترازوی دقیق بر حسب گرم تعیین گردید. سپس برای اندازه‌گیری وزن خشک گیاهچه، پس از خشک کردن گیاهچه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد درون آون، از ترازوی دقیق استفاده شد. همچنین از رابطه: قوه نامیه \times وزن خشک گیاهچه (Abdul-Baki and Anderson, 1973) جهت تعیین شاخص بنيه گیاهچه (Seedling vigour index) استفاده گردید. داده‌های به دست آمده پس از بررسی چولگی (Skewness)، کشیدگی (Courtosis) و نرمال بودن داده‌ها و اعمال تبدیل داده‌های مناسب با استفاده از یک آزمایش فاکتوریل 2×3 (دو رقم و سه هنگام برداشت) بر مبنای طرح پایه کاملاً تصادفی با چهار تکرار و با فرض تصادفی بودن اثر سال تجزیه و تحلیل مرکب گردیدند.

به منظور بررسی تأثیر دماها و مدت‌های خشک کردن بر کیفیت بذر با استفاده از آون نمونه بذرهای برداشت شده با رطوبت‌های ۳۰، ۴۵ و ۱۵ درصد به مدت ۱۸، ۱۲ و ۲۴ ساعت با دماهای ۵۵، ۴۵ و ۶۵ درجه سانتی‌گراد تا میزان رطوبت ۸٪ خشک گردیده و به دنبال آن با

قوه نامیه بذر گل کلم در اثر تأخیر برداشت را مشاهده کردند. آنان بروز فرسودگی بذر ناشی از تخریب ساختار غشای سلولی در اثر شرایط محیطی بعد از مرحله رسیدگی فیزیولوژیک که بذرها روی بوته مادری تحت تأثیر آن قرار داشتند را عامل اثرهای مشاهده شده معرفی کردند. چنین به نظر می‌رسد که بذرهای برداشت شده با رطوبت ۱۵٪ دچار کمترین فرسودگی قبل از برداشت بوده و بنابر این دارای بیشترین درصد جوانه‌زنی بوده‌اند.

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم × رطوبت بذر زمان برداشت × سال برای متوسط جوانه‌زنی روزانه مشخص ساخت که بذر رقم SLM046 برداشت شده با رطوبت ۱۵٪ در سال اول بیشترین مقدار (۱۴/۲۳۳) بوده است (جدول ۱). متوسط جوانه‌زنی روزانه معیاری از سرعت جوانه‌زنی و قوه نامیه بذر محسوب می‌گردد (Hunter *et al.*, 1984). گوروسامی (Gurusamy, 1999) کاهش سرعت جوانه‌زنی با تأخیر در برداشت بذر را ملاحظه کرد. وی علت کاهش سرعت جوانه‌زنی را فرسودگی بذرها قبل از برداشت ذکر نمود. به نظر می‌رسد برخورداری بذرهای برداشت شده با رطوبت ۱۵٪ از سرعت جوانه‌زنی بیشتر به علت فرسودگی کمتر بذرها قبل از برداشت باشد. کمترین طول گیاهچه برای بذرهای رقم SLM046 و PF7045/91 برداشت شده با

تصادفی با چهار تکرار تجزیه و تحلیل شدند. برای هر دو آزمایش مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن برای کلیه ویژگی‌های مورد بررسی انجام گردید. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار آماری (MSTAT-C (Ver. 2,1) انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها مشخص نمود که سرعت جوانه‌زنی روزانه تحت تأثیر عوامل مورد بررسی قرار نگرفته و به جز تعداد گیاهچه‌های عادی و غیرعادی و وزن خشک گیاهچه و شاخص قدرت گک یا هچه سایر ویژگی‌های مورد بررسی تحت تأثیر اثر متقابل رقم × رطوبت بذر زمان برداشت × سال قرار گرفتند.

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم × رطوبت بذر زمان برداشت × سال مشخص ساخت که در هر دو سال، بیشترین درصد جوانه‌زنی اولیه (۹۷/۵٪) مربوط به رقم SLM046 برداشت شده با میزان رطوبت بذر ۱۵٪ بود (جدول ۱). همچنین بیشترین درصد جوانه‌زنی نهایی نیز مربوط به رقم SLM046 برداشت شده با رطوبت ۱۵٪ بود و با کاهش میزان رطوبت بذر رقم SLM046 درصد جوانه‌زنی نهایی (قوه نامیه) آن افزایش یافت (جدول ۱). گوروسامی و تیآگاراجان (Gurusamy and Tiagarajan, 1998) کاهش

یکی از شاخص‌های مهم بنیه گیاهچه محسوب می‌شود و از آن به صورت معیاری برای ارزیابی بنیه گیاهچه استفاده می‌گردد (Hampton and Tekrony, 1995). با توجه به این که وزن خشک گیاهچه‌های بذرهای برداشت شده با رطوبت‌های مختلف اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشته‌اند لذا به نظر می‌رسد که زمان برداشت بنیه گیاهچه را تحت تأثیر قرار نداده است.

نتایج به دست آمده بیانگر این واقعیت می‌باشند که زمان برداشت بذر از طریق تأثیر شرایط محیطی در دوره پس از رسیدگی فیزیولوژیک بر فرآیند پیری و فرسودگی بر کیفیت بذر مؤثر بوده است. گوروسامی (Gurusamy, 1999) تأثیر عوامل اقلیمی در دوره رشد و نمو بر کیفیت بذر را به صورت کاهش قوه نامیه و بنیه بذر در اثر اضمحلال تمامیت ساختار غشاء سیتوپلاسمی سلول‌های بذر گزارش نمود.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های به دست آمده از آزمایش خشک کردن بذرهای برداشت شده با رطوبت‌های متفاوت دو رقم مورد بررسی با دماها و مدت‌های مختلف مشخص ساخت که کلیه ویژگی‌های مورد بررسی تحت تأثیر اثر متقابل رقم × رطوبت بذر × مدت خشک کردن × دمای خشک کردن واقع شدند.

رطوبت ۳۰٪ به ترتیب به میزان ۸/۸۷۵ و ۸/۹۷۵ و بیشترین آن برای بذرهای رقم SLM046 برداشت شده با رطوبت ۴۵٪ مشاهده گردید. طول گیاهچه معیاری از بنیه گیاهچه محسوب می‌شود و در بسیاری از گونه‌های گیاهان همبستگی بین طول گیاهچه و بنیه آن مشخص شده و بنابراین از آن به عنوان معیاری برای ارزیابی رشد گیاهچه و بنیه آن استفاده می‌شود (Hampton and Tekrony, 1995).

گوروسامی و تیساگاراچان (Gurusamy and Tiagarajan, 1998) عدم تأثیر زمان برداشت بذر بر طول گیاهچه را گزارش کردند. کمتر بودن طول گیاهچه بذرهای برداشت شده با رطوبت کمتر احتمالاً ناشی از آغاز فرآیند فرسودگی قبل از برداشت بذر می‌باشد. بالاترین مقدار وزن تر گیاهچه برای بذرهای رقم PF7045/91 برداشت شده با رطوبت ۴۵٪ در سال اول و دوم (به ترتیب ۰/۳۹۸ و ۰/۳۹۶ گرم) مشاهده شد (جدول ۱). همچنین گیاهچه‌های رقم PF7045/91 نسبت به گیاهچه‌های رقم SLM046 از وزن خشک بیشتری برخوردار بودند (جدول ۱). گوروسامی (Gurusamy, 1999) ضمن مشاهده عدم تأثیر زمان برداشت بر وزن تر گیاهچه کاهش وزن خشک گیاهچه‌ها در سال دوم نسبت به سال اول اجرای آزمایش را مشاهده کرد. وزن خشک گیاهچه

جدول ۱- مقایسه میانگین معیارهای مختلف بذره‌های برداشت شده با رطوبت‌های متفاوت دو رقم کلزا در دو سال آزمایش

Table 1. Mean comparison of different criteria of two oilseed cultivars seeds, harvested with different moisture contents in two years

Treatments	تیمارها	میانگین‌ها Means						
		درصد جوانه‌زنی اولیه FG (%)	درصد جوانه‌زنی نهایی FGP (%)	تعداد گیاهچه‌های عادی NS	تعداد گیاهچه‌های غیرعادی AS	متوسط جوانه‌زنی روزانه MDG	طول گیاهچه SL(cm)	وزن تر گیاهچه FSW (g)
رقم Cultivar	A ₁	83.58 b	95.79 b	-	2.87 a	-	-	0.37 a
	A ₂	94.46 a	97.42 a	-	2.71 b	-	-	0.36 b
رطوبت بذر زمان برداشت Seed moisture content	B ₁	94.00 a	95.22 c	-	-	13.60 b	12.08 a	-
	B ₂	91.84 b	98.53 a	-	-	14.08 a	9.01 c	-
	B ₃	81.22 c	96.13 b	-	-	13.73 b	10.89 b	-
رقم × رطوبت زمان برداشت Cultivar × seed moisture content	A ₁ B ₁	94.00 a	96.31 c	94.81 c	-	13.76 c	10.14 d	0.39 a
	A ₁ B ₂	91.81 ab	98.44 b	94.75 c	-	14.06 b	8.94 f	0.34 d
	A ₁ B ₃	91.84 b	92.76 e	89.38 e	-	13.25 e	10.22 c	0.38 b
	A ₂ B ₁	94.00 a	94.13 d	91.31 d	-	13.45 d	12.52 a	0.38 b
	A ₂ B ₂	91.88 ab	98.63 b	96.13 b	-	14.09 b	9.08 e	0.37 c
	A ₂ B ₃	94.50 a	99.50 a	96.81 d	-	14.21 a	11.55 b	0.37 c

در هر ستون برای هر معیار، میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف یکسان باشند در سطح احتمال (P < 0.05) با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.

Means within the same column for each factor, followed by the same letter are not significantly different (P < 0.05) by Duncan's Multiple Range Test.

A₁ و A₂: به ترتیب رقم‌های PF7045/91 و SLM046؛ B₁، B₂ و B₃: به ترتیب رطوبت‌های بذر ۴۵٪، ۳۰٪ و ۱۵٪. A₁ and A₂: PF7045/91 and SLM046 cultivars, respectively; B₁, B₂ and B₃: 45%, 30% and 15% seed moisture contents, respectively.

FG: First germination percentage
FGP: Final germination percentage
NS: Normal seedlings
AS: Abnormal seedlings

MDG: Mean daily germination
SL: Seedling length
FSW: Fresh seedlings weight

میانگین‌های درصد جوانه‌زنی نهایی مشخص ساخت که به طور کلی بذره‌های رقم PF7045/91 برداشت شده با رطوبت ۳۰٪ در دماها و مدت‌های مختلف خشک کردن از قوه نامیه بالاتری برخوردار بودند و این در حالی بود که بذره‌های رقم SLM046 برداشت شده با

مقایسه میانگین‌های درصد جوانه‌زنی نهایی مشخص ساخت که بیشترین درصد جوانه‌زنی نهایی مربوط به بذره‌های رقم PF7045/91 برداشت شده با رطوبت ۳۰٪ و خشک شده با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۸ ساعت بود (جدول ۲). بررسی روند تغییرات

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرهای متقابل چهارگانه معیارهای مختلف بذرهای برداشت شده با رطوبت‌های مختلف و خشک شده با دماها و مدت‌های متفاوت دو رقم کلزا

Table 2. Quadruple interactions means comparison of different criteria of two oilrape cultivars seed harvested with different moisture contents and dried at various temperatures and durations

شماره‌ها Treatments*	درصد جوانه‌زنی نهایی FGP (%)	تعداد گیاهچه‌های عادی NS	متوسط زمان جوانه‌زنی MGT	متوسط سرعت جوانه‌زنی MGR	طول گیاهچه SL (cm)	طول ریشه اولیه PRL (cm)	طول ساقه اولیه PSL (cm)	وزن تر گیاهچه SFW (g)	وزن خشک گیاهچه SDW (g)	شاخص بینه گیاهچه SVI ¹
A ₁ B ₁ C ₁ D ₁	95.75p	95.75n	9.03t	0.10c	13.25o	8.28j	6.38c	0.19d	0.01e	1.01s
A ₁ B ₁ C ₁ D ₂	96.50m	96.50k	9.28v	0.10g	12.00v	7.68o	5.18q	0.17g	0.01e	0.99u
A ₁ B ₁ C ₁ D ₃	98.25f	97.25h	9.45a	0.10h	11.75w	6.35w	5.08t	0.15f	0.01e	1.03r
A ₁ B ₁ C ₂ D ₁	96.25n	96.25l	9.28v	0.10b	14.00j	8.08l	6.08i	0.18e	0.01e	0.96y
A ₁ B ₁ C ₂ D ₂	97.75h	97.75g	9.53n	0.16f	12.75s	7.98m	5.20a	0.16h	0.01e	0.98w
A ₁ B ₁ C ₂ D ₃	99.25b	98.00f	9.70i	0.10h	12.25u	6.35w	5.00u	0.15m	0.01c	1.22e
A ₁ B ₁ C ₃ D ₁	95.00s	93.50u	9.40s	0.10b	12.90r	6.98u	6.05j	0.18c	0.01c	1.11k
A ₁ B ₁ C ₃ D ₂	95.25r	94.50q	9.63k	0.10d	13.00q	7.55p	5.60n	0.15i	0.01c	1.11l
A ₁ B ₁ C ₃ D ₃	97.25j	94.00s	9.78f	0.10g	10.70y	5.36v	5.28r	0.16l	0.01a	1.35b
A ₁ B ₂ C ₁ D ₁	95.50q	95.50o	9.20x	0.10c	12.40v	7.58p	5.33q	0.18f	0.01c	1.1n
A ₁ B ₂ C ₁ D ₂	96.75l	96.75j	9.30u	0.10g	11.88v	7.00u	4.63x	0.16j	0.01c	0.99u
A ₁ B ₂ C ₁ D ₃	98.25f	97.50f	9.53n	0.10h	10.88y	6.53v	4.00z	0.15n	0.01e	0.98v
A ₁ B ₂ C ₂ D ₁	97.75h	97.75g	9.23w	0.10b	12.63s	7.98m	6.25g	0.17f	0.01d	1.1n
A ₁ B ₂ C ₂ D ₂	99.00c	99.00b	9.33t	0.10f	11.75w	7.43q	5.27r	0.16x	0.01d	1.07r
A ₁ B ₂ C ₂ D ₃	99.75a	99.00b	9.53n	0.10h	11.75w	6.03x	5.00u	0.15m	0.01e	0.99u
A ₁ B ₂ C ₃ D ₁	96.50m	96.50k	9.53n	0.10a	14.50f	8.98c	7.15b	0.20e	0.01d	1.09o
A ₁ B ₂ C ₃ D ₂	99.25b	99.25a	9.78f	0.10e	13.93k	7.83n	6.4d	0.17g	0.01l	1.07p
A ₁ B ₂ C ₃ D ₃	99.00c	98.25c	9.85c	0.10g	13.13q	6.35w	5.53o	0.14s	0.01e	1.02s
A ₁ B ₃ C ₁ D ₁	92.25x	92.25w	9.33t	0.10d	14.40g	8.08l	6.53d	0.17g	0.01e	0.95x
A ₁ B ₃ C ₁ D ₂	94.25i	94.25i	9.23w	0.10h	14.03f	7.03t	5.25r	0.16k	0.01c	0.97x
A ₁ B ₃ C ₁ D ₃	97.75h	96.25l	9.20x	0.10h	13.13q	6.00x	5.00u	0.12v	0.01c	0.99w
A ₁ B ₃ C ₂ D ₁	93.00w	93.00v	9.23w	0.10c	12.00v	7.63o	5.15s	0.15l	0.01d	1t
A ₁ B ₃ C ₂ D ₂	94.25u	94.25r	9.23w	0.10g	10.88y	7.08s	5.13s	0.15o	0.01e	0.82z
A ₁ B ₃ C ₂ D ₃	98.00g	97.00i	9.40s	0.10h	10.38i	6.00x	4.73w	0.14r	0.01e	0.98v
A ₁ B ₃ C ₃ D ₁	93.75v	93.50u	9.45q	0.10b	13.88l	7.65o	6.00k	0.16j	0.01c	1.1m
A ₁ B ₃ C ₃ D ₂	95.75p	95.50o	9.55m	0.10f	12.50t	7.03t	5.48p	0.15n	0.01c	0.98v
A ₁ B ₃ C ₃ D ₃	98.00g	97.25g	9.78f	0.10g	11.75w	6.40v	5.28r	0.13u	0.01c	0.98v
A ₂ B ₁ C ₁ D ₁	96.75l	96.75j	9.58t	0.10f	13.5n	9.38c	7.28a	0.21b	0.01c	1.11l
A ₂ B ₁ C ₁ D ₂	96.25n	96.25l	9.43r	0.10f	12.25u	8.63g	6.43d	0.19d	0.01e	1.01s
A ₂ B ₁ C ₁ D ₃	96.50q	94.5q	9.4s	0.10f	12w	7.88n	6.13h	0.17f	0.01c	1.17h
A ₂ B ₁ C ₂ D ₁	96.75l	96.75j	9.75g	0.10b	13.75m	8.93f	6.33f	0.19d	0.01e	0.97x
A ₂ B ₁ C ₂ D ₂	96.25n	96.25l	9.58t	0.10b	12.5t	7.7o	5.75m	0.17g	0.01c	0.96x
A ₂ B ₁ C ₂ D ₃	95.25r	94.25r	9.48p	0.10f	12.25u	6.5u	5.33q	0.17h	0.01a	1.36a
A ₂ B ₁ C ₃ D ₁	97.00k	97l	9.5o	0.10f	14.83d	9.85b	5.23r	0.18e	0.01c	1.12j
A ₂ B ₁ C ₃ D ₂	95.50q	95.25p	8.78y	0.10c	15.08b	10.5a	4.6x	0.16j	0.01e	0.74z
A ₂ B ₁ C ₃ D ₃	95.5q	93.75t	8.2z	0.10c	13.15p	8.19k	4.9v	0.14s	0.01b	1.27d
A ₂ B ₂ C ₁ D ₁	97.75h	97.75g	9.9a	0.10a	13.5n	8.45i	6.13h	0.18f	0.01b	1.27c
A ₂ B ₂ C ₁ D ₂	97.5l	96m	9.8c	0.10a	12.75s	8.15l	6k	0.16i	0.01e	1t
A ₂ B ₂ C ₁ D ₃	97.25j	97.25h	9.7j	0.10b	12.5t	7.95m	5.75m	0.15n	0.01e	0.96w
A ₂ B ₂ C ₂ D ₁	97.5l	97.25h	9.88b	0.10a	13r	7.95m	6k	0.17f	0.01c	1.15e
A ₂ B ₂ C ₂ D ₂	79.00k	97j	9.8e	0.10a	12.5t	7.83n	6.25g	0.16j	0.01d	1.05a
A ₂ B ₂ C ₂ D ₃	96.25n	95.25p	9.8g	0.10a	12w	7.45q	5.88f	0.15l	0.01e	0.96w
A ₂ B ₂ C ₃ D ₁	96.00o	96m	9.83d	0.10a	14.5f	8.65g	7e	0.20b	0.01c	1.18g
A ₂ B ₂ C ₃ D ₂	96.50m	96.5k	9.73h	0.10b	14.75c	8.93f	7.25b	0.17c	0.01c	1.10m
A ₂ B ₂ C ₃ D ₃	96.75l	95.5o	9.7l	0.10b	14.5f	8.28j	7.25b	0.14i	0.01e	1.01n
A ₂ B ₃ C ₁ D ₁	90.00c	99b	9.83d	0.10a	15.5a	9.08d	6.5d	0.17h	0.01e	0.98w
A ₂ B ₃ C ₁ D ₂	98.75d	98.75c	9.73h	0.10b	15c	9.05c	5.75m	0.16k	0.01d	1.09q
A ₂ B ₃ C ₁ D ₃	98.5e	98.5d	9.78f	0.10b	14.25h	8.63g	5.63n	0.22a	0.01e	1.01a
A ₂ B ₃ C ₂ D ₁	98.75d	97.75g	9.88b	0.10a	13.5n	8.38l	5.88l	0.16h	0.01c	1.14f
A ₂ B ₃ C ₂ D ₂	98.5e	98.5d	9.75g	0.10a	12.75s	7.85n	5.55o	0.14q	0.01e	0.99v
A ₂ B ₃ C ₂ D ₃	98g	95.25p	9.78f	0.10a	12.5t	7.23r	5.13s	0.14p	0.01e	0.86g
A ₂ B ₃ C ₃ D ₁	96.75l	96.5k	9.78f	0.10a	14.75c	8.23h	5.13s	0.14p	0.01c	1.16l
A ₂ B ₃ C ₃ D ₂	96.5m	96.5k	9.78f	0.10b	13.5n	8.73g	5.75m	0.15m	0.01e	1.02s
A ₂ B ₃ C ₃ D ₃	94.75t	93.75t	9.7l	0.10b	13.5n	8.2k	6.38c	0.14p	0.01e	0.83z

در هر ستون برای هر معیار، میانگین‌هایی که حداقل در یک حرف یکسان باشند در سطح احتمال (P < 0.05) با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن اختلاف معنی‌داری ندارند.
Means within the same column for each factor, followed by the same letter are not significantly different (P < 0.05) by Duncan's Multiple Range Test.

A₁ and A₂: PF7045/91 and SLM046 cultivars, respectively; B₁, B₂ and B₃: 45%, 30% and 15% seed moisture contents, respectively; C₁, C₂ and C₃: Respectively 12, 18 and 24 hours drying durations, respectively; D₁, D₂ and D₃: 45 °C, 55 °C and 65 °C drying temperatures, respectively.

FGP: Final germination percentage
NS: Normal seedlings
MGT: Mean germination time
MGR: Mean germination rate

SL: Seedling length
PRL: Primary root length
PSL: Primary shoot length
SFW: Seedling fresh weight

SDW: Seedling dry weight
SVI: Seedling vigour index

گیاهچه‌های عادی بیشتری بودند (جدول ۲). با افزایش دمای خشک کردن در زمانی ثابت تعداد گیاهچه‌های عادی رقم SLM046 کاهش یافته و با کاهش رطوبت بذر در تیمارهای مختلف دما و مدت خشک کردن تعداد گیاهچه‌های عادی افزایش می‌یابند (جدول ۲). تعداد گیاهچه‌های غیر عادی از جمله مهم‌ترین علایم خسارت ناشی از خشک کردن بذر می‌باشد که علت آن خسارت وارده به سلول‌های جنین به ویژه ساختار دیواره سلولی در اثر دما و مدت خشک کردن نامناسب می‌باشد (Nellist and Hughes, 1973).

با مقایسه میانگین‌های متوسط زمان و سرعت جوانه‌زنی مشاهده گردید که در هر دو رقم با افزایش دمای خشک کردن متوسط زمان جوانه‌زنی افزایش یافته و با افزایش مدت خشک کردن ثابت متوسط زمان جوانه‌زنی افزایش می‌یابد که بیانگر تأثیر منفی افزایش دما و مدت خشک کردن بر این شاخص می‌باشد و به طور کلی بذرهای رقم SLM046 از متوسط زمان جوانه‌زنی بیشتری نسبت به بذرهای رقم PF7045/91 برخوردار بودند (جدول ۲). دما و زمان خشک کردن نامناسب بذر با تأثیر منفی بر ساختارهای غشایی سلول‌ها می‌تواند به صورت افزایش زمان جوانه‌زنی بروز نماید (Nellist and Hughes, 1973).

بیدین ترتیب چنین به نظر می‌رسد که امکان برداشت زودتر بذرهای دارای قوه نامیه بالاتر رقم PF7045/91 فراهم می‌باشد و قوه نامیه بذرهای این رقم نسبت به دما و مدت خشک کردن بیشتر مقاوم‌تر هستند. این نتیجه بیانگر این حقیقت می‌تواند باشد که ساختارهای سلولی جنین بذرهای رقم PF7045/91 نسبت به دماها و مدت‌های خشک کردن بیشتر در رطوبت‌های بالاتر بذر در زمان برداشت متحمل‌تر است.

بررسی مقایسه میانگین تعداد گیاهچه‌های عادی معلوم نمود که بذرهای رقم PF7045/91 برداشت شده با رطوبت ۳۰٪ که با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شده بودند و نیز بذرهای رقم SLM046 برداشت شده با رطوبت ۱۵٪ که در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت خشک شده بودند بیشترین تعداد گیاهچه‌های عادی را داشتند (جدول ۲).

بررسی روند تغییرات این میانگین‌ها مشخص نمود که تعداد گیاهچه‌های عادی رقم PF7045/91 در مدت ثابت با افزایش دمای خشک کردن افزایش می‌یابد و در تیمارهای مختلف دما و مدت خشک کردن بذرهای برداشت شده با رطوبت ۳۰٪ دارای تعداد

مقایسه میانگین‌های طول ساقه اولیه مشخص ساخت که در مدت خشک کردن ثابت با افزایش دمای خشک کردن طول ساقه اولیه کاهش یافته و با افزایش طول مدت خشک کردن نیز طول ساقه اولیه کاهش یافت (جدول ۲).

طول ریشه اولیه و ساقه اولیه شاخص‌های رشد و نمو و بنیه گیاهچه محسوب می‌شوند و تغییرات آن‌ها به عنوان شاخصی از بنیه گیاهچه مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند (Hampton and Tekrony, 1995). همچنین عبدالباقی و آندرسون (Abdul-Baki and Anderson, 1973) از حاصلضرب قوه نامیه در میانگین طول ریشه اولیه و ساقه اولیه به عنوان شاخصی برای ارزیابی بنیه گیاهچه استفاده کردند.

مقایسه میانگین‌های وزن تر گیاهچه نشان داد که بیشترین وزن تر گیاهچه مربوط به رقم SLM046 برداشت شده با رطوبت ۱۵٪ و خشک شده با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت بوده (۰/۲۲ گرم) بود (جدول ۲). بررسی روند تغییرات این میانگین‌ها مشخص نمود که در زمان ثابت خشک کردن با افزایش دما و افزایش مدت خشک کردن وزن تر گیاهچه کاهش یافت و بذرهاى رقم PF7045/91 برداشت شده با رطوبت ۳۰٪ و بذرهاى برداشت شده با رطوبت ۱۵٪ رقم SLM046 در تیمارهای

مقایسه میانگین‌های متوسط سرعت جوانه‌زنی مشخص ساخت که بذرهاى رقم SLM046 در کلیه تیمارهای رطوبت بذر، دما و مدت خشک کردن از متوسط سرعت جوانه‌زنی بالاتری نسبت به رقم PF7045/91 برخوردار بوده و با افزایش مدت خشک کردن سرعت جوانه‌زنی در هر دو رقم افزایش یافت (جدول ۲). افزایش تحمل سلول‌های جنینی در اثر افزایش تدریجی دما و مدت خشک کردن ناشی از ساز و کار تشکیل ترکیبات سازگار کننده پروتئینی در آن‌ها می‌باشد (Bewley and Black, 1994).

بررسی میانگین‌های طول گیاهچه معلوم نمود طول گیاهچه در هر دو رقم با افزایش دمای خشک کردن در مدت خشک کردن ثابت کاهش یافته و به طور کلی طول گیاهچه رقم SLM046 در کلیه تیمارهای رطوبت بذر، مدت و دمای خشک کردن نسبت به رقم PF7045/91 بیشتر بود (جدول ۲).

با مقایسه میانگین‌های طول ریشه اولیه مشخص گردید که در هر دو رقم، در مدت خشک کردن ثابت با افزایش دمای خشک کردن طول ریشه اولیه کاهش یافته و به طور کلی طول ریشه اولیه گیاهچه‌های رقم SLM046 در تیمارهای مختلف دما و مدت خشک کردن بیشتر از رقم PF7045/91 بود (جدول ۲).

گیاچه بالاتری داشتند (جدول ۲).

مقایسه میانگین‌های وزن خشک گیاچه مشخص نمود که بیشترین وزن خشک گیاچه را بذره‌های رقم PF7045/91 که با رطوبت ۴۵٪ برداشت شده و با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شده بودند و بذره‌های رقم SLM046 که با رطوبت ۴۵٪ برداشت شده و با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۸ ساعت (۱۴٪ گرم) خشک شده بودند، داشتند (جدول ۲).

بررسی مقایسه میانگین‌های شاخص بنیه گیاچه مشخص ساخت که بیشترین مقدار این شاخص مربوط به بذره‌های رقم SLM046 بود که با رطوبت ۱۵٪ برداشت شده و دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۸ ساعت خشک شده بودند (جدول ۲).

به طور کلی دماها و مدت‌های خشک کردن نامناسب بذر سبب بروز علائم نقصان بنیه رشد و نمو گیاچه به صورت کاهش وزن و اندازه گیاچه ناشی از ناهنجاری‌های سلولی می‌گردد (Nellist, 1978).

نلیست و هیوز (Nellist and Hughes, 1973) با مطالعه تأثیر دما و مدت خشک کردن بر کیفیت بذر گونه‌های مختلف گیاهان زراعی بیان داشتند که کاهش قوه نامیه و افزایش تعداد گیاچه‌های غیر عادی مهم‌ترین علائم آثار

مخرب دمای نامناسب خشک کردن بذر محسوب می‌گردند. همچنین رابرتز (Roberts, 1981) خسارت به ساختارهای درون سلولی را عمده‌ترین ساز و کار اثر مخرب دمای نامناسب خشک کردن بر جوانه‌زنی و رشد و نمو گیاچه عنوان داشت. سلول‌های جنین بذرهایی که در اثر دمای نامناسب خشک کردن دچار کاهش جوانه‌زنی شده‌اند گسیختگی ساختار میتوکندری‌ها و سایر اندامک‌های درون سلولی، کاهش توانایی تولید RNA و پروتئین، کاهش تنفس، غیر فعال شدن آنزیم‌ها و تخریب ساختمان ریبوزومی را بروز می‌دهند (Cherry and Skadsen, 1986). تخریب ساختار و تمامیت غشاء سلولی و غشاهای درون سلولی در اثر فعالیت اکسیداسیونی رادیکال‌های آزاد حاصل از اسیدهای چرب غیراشباع به عنوان عمده‌ترین عامل تأثیر مخرب دمای بالا در کاهش کیفیت بذر شناخته شده است (Bewley and Black, 1994). مطالعه این اثر مخرب به ویژه به علت اثر متقابل دما با مدت خشک کردن و میزان رطوبت بذر با یکدیگر پیچیده می‌باشد به طوری که تفکیک دقیق اثر هر یک از این عوامل از یکدیگر مشکل می‌باشد و تفسیر نتایج حاصل از چنین پژوهش‌هایی را دشوار می‌سازد (Nellist and Hughes, 1973). به طور معمول دما و طول مدت خشک کردن بذر با یکدیگر رابطه عکس دارند و بین دمای

برداشت و فرسودگی گردد لذا برداشت با رطوبت بالاتر بذر و خشک کردن آن می تواند سبب بهبود کمی و کیفی بذر کلزا گردد.

با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش چنین نتیجه گیری می گردد که در شرایط محل اجرای آزمایش مرحله رسیدگی بذره‌های رقم PF7045/91 زودتر از رقم SLM046 فرا رسیده و از این رو بذره‌های دارای رطوبت بیشتر رقم PF7045/91 از قوه نامیه و بنه بیشتری نسبت به بذره‌های رقم SLM046 برخوردار می باشند. همچنین بذره‌های رقم SLM046 در مقایسه با بذره‌های رقم PF7045/91 نسبت به خشکیدگی طبیعی و خشک کردن مصنوعی تحمل بیشتری دارند و بنابراین برداشت بذره‌های این رقم با رطوبت ۱۵٪ (۲۳۶ روز پس از کاشت که اکثر بذرها تیره و سخت هستند) و خشک کردن با دمای ۵۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت و برداشت بذره‌های رقم PF7045/91 با رطوبت ۳۰٪ (۲۲۹ روز پس از کاشت که اکثر بذرها قهوه‌ای تیره هستند) و خشک کردن با دمای ۴۵ درجه سانتی گراد به مدت ۱۸ ساعت قابل توصیه می باشد. بدین ترتیب با برداشت و خشک کردن بذر دو رقم PF7045/91 و SLM046 به روش فوق الذکر امکان تولید بذر دارای کمیت و کیفیت مطلوب امکان پذیر می گردد.

خشک کردن و نیز میان رطوبت بذر رابطه عکس وجود دارد (Nellist, 1978). سلول‌ها با ساز و کارهای ویژه از جمله آب کشیدگی (Dehydration) پروتوپلاسم سلول در طی مراحل نهایی رسیدگی و کاهش رطوبت بذر به طور طبیعی و مصنوعی با تحریک تشکیل برخی ترکیبات پروتئینی مانند پروتئین‌های شوک حرارتی (HSPs)، دی هایدترین‌ها (Dehydrins) و پروتئین‌های فراوان شونده در اواخر مرحله جنین‌زایی (LEAs: Late Embryogenesis Abundant proteins) سلول‌ها را در مقابل خسارت دمای بالای خشک کردن محافظت می کند (Betty and Finch-Savage, 1998). بدین ترتیب چنین به نظر می رسد که با پیشرفت مراحل نهایی رسیدگی بذر و خشک شدگی طبیعی تحمل نسبت به تنش گرمایی در حین خشک کردن بذر افزایش یافته و از این رو برداشت غیرمستقیم بذر به صورت دو مرحله‌ای با رطوبت بالاتر و خشک شدن نسبی بذرها قبل از بوجاری و خشک کردن نهایی بذر می تواند موجب بهبود کیفیت بذر گردد.

نظر به این که در حال حاضر برداشت بذر کلزا به صورت مستقیم و با رطوبت کمتر از ۱۰٪ صورت می پذیرد که این امر علاوه بر اُفت عملکرد در اثر ریزش ممکن است موجب کاهش کیفیت بذر در اثر تأخیر

References

- Abdul-Baki, A. A., and Anderson, J. D. 1973.** Vigor determination in soybean by multiple criteria. *Crop Science* 13: 630-633.
- Anonymous, 2001.** Year Book, Production. Vol. 54, F. A. O. Rome, Italy.
- Anonymous, 2003a.** Hand Book for Seedling Evaluation (3rd.Ed.). International Seed Testing Association (ISTA), Zurich, Switzerland.
- Anonymous, 2003b.** International rules for seed testing. International Seed Testing Association (ISTA) , Zurich , Switzerland.
- Betty, M., and Finch-Savage, W. E. 1998.** Stress protein content of mature Brassica seed and their germination performance. *Seed Science Research* 8: 347-355.
- Bewley, J.D., and Black, M. 1994.** Seeds: Physiology of Development and Germination (2nd ed.). Plenum Press, New York.
- Brown, J., Davis, J. B., Erickson , D. A., and Brown, A. P. 1999.** Effects of swating on yield and quality of spring canola in northern Idaho. *Journal of Production Agriculture* 12: 33-37.
- Cherry, J. H., and Skadsen, R. W. 1986.** Nucleic acid and protein metabolism during seed deterioration. pp. 152-186. In: McDonald, M.B., and Nelson, C. J. (eds.) Physiology of seed deterioration. Crop Science Society of America, Special Publishing, No. 11.
- Ellis, R. H., Hong, T. D., and Roberts, E. H. 1987.** The development of desiccation tolerance and maximum seed quality during seed maturation in six grain legumes. *Annals of Botany* 20: 23-27.
- Ellis, R. H., and Pieta-Filho, C. 1992.** The development of seed quality in spring and winter cultivars of barley and wheat. *Seed Science Research* 2: 9-15.
- Ellis, R. H., and Roberts, E. H. 1981.** The quantification of ageing and survival in orthodox seeds. *Seed Science and Technology* 9: 377-409.
- Fenwick Kelly, A., and George, R. A. T. 1998.** Encyclopedia of Seed Production of World Crops. John Wiley and Sons, England.

- Galanoppoulou, S., Fallcinelli, M., and Lorenzetti, F. 1996.** General agronomic aspects of seed production. pp. 175-187 In: van Gastel, A. J. G, Pagnotta, M. A., and Proceddu, E. (ed.). Seed Science and Technology. ICARDA, Aleppo, Syria.
- Gurusamy, C. 1999.** Effect of stage of harvesting on seed yield and quality of cauliflower. Seed Science and Technology 27: 927-936.
- Gurusamy, C., and Thiagarajan, C. P. 1998.** The pattern of seed development and maturation in cauliflower (*Brassica oleracea* L.var. *botrytis*). Phyton. 38: 259-268.
- Hampton, J. G., and Tekrony, D. M. 1995.** Handbook of Vigour Test Methods (3rd.Ed.). International Seed Testing Association (ISTA). Zurich, Swirztland.
- Hunter, E. A., Glasbey, C. A., and Naylor, R. E. L. 1984.** The analysis of data from germination tests. Journal of Agricultural Science, Cambridge 102: 207-213.
- Kreyger, J. 1960.** Drying of seeds. Proceedings of International Seed Testing Association 25: 590-601.
- Maguire, J. D. 1962.** Speed of germination, aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. Crop Science 2: 176-177.
- McDonald, M. B., and Copeland, L. 1997.** Seed Production, Principles and Practices. Chapman and Hall, U.S.A.
- McKnight, K. E., and Moysey, E. B. 1971.** The effect of air humidity on through drying of wheat grain. Transaction Instrumental Chemistry Engineers 35: 135-154.
- Mendham, N. J., Russell, J., and Jarosz, N.K. 1991.** Response to sowing time of three contrasting Australian cultivars of oil-seed rape (*Brassica napus* L.). Journal of Agricultural Science, Cambridge 114: 275-283.
- Mendham, N. J., Shipway, P. A., and Scott, R. K. 1981 a.** The effects of delayed sowing and weather on growth, development and yield of winter oil-seed rape (*Brassica napus* L.) . Journal of Agricultural Science, Cambridge 96: 389-416.
- Mendham, N. J., Shipway, P. A., and Scott, R. K. 1981b.** The effect of seed size, autumn nitrogen and plant population density on the response to delayed sowing in winter oil-seed rape (*Brassica napus* L.). Journal of Agricultural Science, Cambridge 96: 417-428.

- Nellist, M. E. 1978.** Safe drying temperatures for seed grain. *Seed Science and Technology* 6: 371-387.
- Nellist, M. E., and Hughes, M. 1973.** Physical and biological processes in the drying of seed. *Seed Science and Technology* 1: 613-643.
- Roberts, E. H. 1981.** Physiology of ageing and its application to drying and storage. *Seed Science Technology* 9: 359-372.
- Singh, V., Singh, C., and Singh, L. R. 1976.** Effect of stage of harvesting on yield and seed quality of toria (*Brassica campestris var.toria*). *Seed Research* 4: 108-113.
- Sinniah, U. R., Ellis, R. H., and John, P. 1998.** Irrigation and seed quality development in rapid-cycling Brassica: Seed germination and longevity. *Annals of Botany*, 82: 309-314.
- Sylvester-Bradley, R., and Makepeace, R. J. 1984.** A code for stages of development in oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Aspects of Applied Biology* 6: 399-419.
- Witte, C. 1992.** Moisture determination. pp. 54-60. In: Agrawal, P. K., and Dadlani, M. (ed.). *Techniques in Seed Science and Technology*. South Asian Pub. PVT. LTD. New Delhi, India.
- Woodford, J., and Lawton, P. J. 1965.** The drying of seeds. *Journal of Agricultural Engineering Research* 10: 283-297.
- Zak, W. 1995.** Optimum technological parameters of two-stage harvesting of rape. *Zeszyty-Problemy-Postepow-Nauk-Rolniczych* 427: 45-50.
- Zhang, T., and Hampton, J. G. 1999.** The controlled deterioration test induces dormancy in swede (*Brassica napus var. napobrassica*) seed. *Seed Science and Technology* 27: 1033-1036.

آدرس نگارنده:

آیدین حمیدی- مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، صندوق پستی ۱۵۱۶، کرج ۳۱۵۸۵.