Archive of SID

پژوهش‌های بذر ایران/ سال ششم/ شماره دوم/ ۱۳۹۸ / صفحات: ۶۰-۴۵

مقاله پژوهشی

# تأثیر پرایمینگ بر قابلیت حیات بذر ارقام کلزا (*Brassica napus*) تحت شرایط مختلف انبارداری

محسن ملک [۱]، فرشید قادری‌فر [۲،*]، بنیامین ترابی [۲]، حمیدرضا صادقی پور [۳]

**چکیده مبسوط**

**مقدمه:** پرایمینگ یکی از رایج‌ترین روش‌های بهبود بذر می‌باشد. وقایعی مثل افزایش سنتز اسیدهای نوکلئیک، فعال شدن فرآیندهای ترمیمی، افزایش فعالیت‌های تنفسی و بهبود ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در طی پرایمینگ موجب مجهز شدن بذر به متابولیسم پیشرفته می‌شود. ازجمله مهم‌ترین آثار پرایمینگ افزایش درصد، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و سبز شدن می‌باشد. با این‌حال محققان مهم‌ترین عامل محدودکننده استفاده از این شیوه را ماندگاری بذرهای پرایمینگ شده می‌دانند. برخی محققان معتقدند پرایمینگ باعث کاهش قابلیت انبارداری بذرها می‌گردد. درحالی‌که عده‌ای دیگر از محققان افزایش ماندگاری بذرها با استفاده از تیمارهای پرایمینگ را گزارش کرده‌اند. ازاین‌رو این مطالعه به‌منظور بررسی تأثیر پرایمینگ بر قابلیت انبارداری بذرهای ارقام کلزا تحت شرایط متفاوت انبارداری طراحی و اجرا شد.

**مواد و روش‌ها:** در این مطالعه اثرات پرایمینگ بر قابلیت ماندگاری بذرهای سه رقم کلزا با نام‌های دی‌کا-ایکس‌پاور، تراپر و هایولا ۵۰ بررسی شد. به این منظور بذرها ابتدا با دو روش هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ کلرید سدیم تیمار شدند. سپس بذرهای پرایمینگ شده و شاهد با رطوبت‌های ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ درصد در دماهای ۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵ درجه سلسیوس به مدت ۸ ماه نگهداری شدند و طی دوره انبارداری نمونه‌برداری از تیمارهای مختلف بذری با فواصل یک تا ۳۰ روز انجام و مورد آزمون جوانه‌زنی قرار گرفتند. در پایان با برازش مدل لجستیک سه‌پارامتره به داده‌های درصد جوانه‌زنی تجمعی در مقابل روز پس از انبارداری، زمان تا کاهش جوانه‌زنی به ۵۰ درصد محاسبه و به‌عنوان معیار مقایسه انبارداری بذرها مورداستفاده قرار گرفت.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد رفتار انبارداری بذرهای کلزا بسته به رقم بسیار متفاوت بود و هر رقم رفتار متمایزی از خود نشان داد. همچنین اثرات پرایمینگ بر قابلیت ماندگاری بذرها بسته به شرایط انبارداری، رقم و نوع پرایمینگ متفاوت بود. مقایسه اثرات پرایمینگ بر ماندگاری بذرها در شرایط مختلف انبارداری نشان داد که به‌طورکلی تیمارهای پرایمینگ در شرایط انبارداری با رطوبت بذر و دمای انبار بالاتر کارایی بیشتری نسبت به شرایط انبارداری با رطوبت بذر و دمای انبار پایین‌تر داشتند. همچنین تیمارهای پرایمینگ در رقم دی‌کا-ایکس‌پاور اغلب موجب افزایش ماندگاری بذرها شدند. درحالی‌که در رقم‌های تراپر و هایولا ۵۰ هیدروپرایمینگ اغلب موجب بهبود ماندگاری بذرها و در مقابل اسموپرایمینگ منجر به کاهش ماندگاری بذرها شد.

**نتیجه‌گیری:** با توجه به یافته‌های این آزمایش مشخص شد آثار پرایمینگ بر قابلیت حیات بذرهای کلزا می‌تواند از عوامل مختلفی مثل رقم، شرایط مختلف انبارداری و همچنین نوع تیمار پرایمینگ تأثیرپذیر باشد. همچنین در این مطالعه تیمار هیدروپرایمینگ اغلب باعث افزایش قابلیت انبارداری بذرها شد و در مقابل تیمار اسموپرایمینگ غالباً باعث افزایش شدت زوال و کاهش ماندگاری بذرها شد.

**واژه‌های کلیدی:** طول عمر بذر، زوال بذر، رفتار انبارداری بذر، هیدروپرایمینگ، اسموپرایمینگ

**جنبه‌های نوآوری:**

۱- رفتار انبارداری بذرهای ارقام کلزا تحت شرایط انبارداری طبیعی مقایسه شد.

۲- تأثیر پرایمینگ بر قابلیت انبارداری بذرهای ارقام کلزا تحت شرایط مختلف انبارداری بررسی گردید.

[۱] دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

[۲] دانشیار گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

[۳] دانشیار گروه زیست شناسی دانشگاه گلستان

[*] رایانامه نویسنده مسئول: farshidghaderifar@gau.ac.ir

DOR: 98.1000/2383-1251.1398.6.45.12.2.1578.1610

DOI: 10.29252/yujs.6.2.45

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۲۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۲۳)

CrossMark

www.SID.ir

Archive of SID

**مقدمه**

بذرهای با کیفیت و قدرت بالا می‌توانند بهتر سبز شوند و همچنین در مواجهه با شرایط تنش‌های محیطی از سرعت، درصد و یکنواختی جوانه‌زنی و سبز شدن بالاتری برخوردار باشند (مک‌دونالد[1] و همکاران، ۲۰۰۴). از طرفی بذرها نیز مانند سایر اشکال حیات نمی‌توانند تا ابد زنده بمانند و درنهایت به تدریج زوال یافته و از بین می‌روند. زوال بذر در مزرعه و قبل از برداشت شروع می‌شود و از زمانی که بذر به بلوغ فیزیولوژیکی می‌رسد تا زمان برداشت، زوال در مزرعه ادامه دارد. بذرهای گیاهان زراعی به ندرت بلافاصله پس از برداشت کشت می‌شوند و معمولاً برای چندین روز، هفته، ماه یا سال نگهداری می‌شوند (قادری فر[2] و همکاران، ۲۰۱۰). بذرها در طول زمان پس از برداشت بسیار مستعد آسیب‌های زیستی و مکانیکی هستند. ازآنجاکه زوال بذر پدیده‌ای غیرقابل‌برگشت می‌باشد (کاپور[3] و همکاران، ۲۰۱۱) جلوگیری یا به حداقل رساندن کاهش کیفیت و قابلیت حیات بذر طی انبارداری بسیار مهم است و باعث پیش‌گیری از ایجاد خسارات اقتصادی، اکولوژیکی و زراعی می‌شود؛ که این امر مستلزم مطالعه و پیش‌بینی کیفیت بذر طی فرایند انبارداری می‌باشد (عالیوند[4] و همکاران، ۲۰۱۳؛ بیولی[5] و همکاران، ۲۰۱۲).

سرعت زوال از یک‌گونه به گونه دیگر و نیز در میان ارقام مختلف یک‌گونه نوسان زیادی دارد (جاتوی[6] و همکاران، ۲۰۰۱). پیامدهای زوال شامل عواملی ازجمله کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی، کاهش و از دست رفتن قدرت بذر، ایجاد گیاه‌چه‌های ضعیف و درنهایت مرگ بذر می‌باشد (خاتون[7] و همکاران، ۲۰۰۹). درصد سبز شدن محموله‌های بذری زوال یافته کم‌تر از بذرهای سالم است. از این‌رو، استفاده از محموله‌های بذری زوال یافته منجر به تراکم غیریکنواخت، مزارع لکه‌دار و در نهایت کاهش عملکرد می‌گردد (بیابانی[8] و همکاران، ۲۰۱۱). قابلیت انبارداری بذر، بطور عمده یک صفت کنترل‌شده ژنتیکی است و تحت تأثیر عوامل متعددی ازجمله کیفیت اولیه بذر، دما و رطوبت محیط نگهداری، طول مدت نگهداری و عوامل زیستی مثل آلودگی‌های قارچی هستند (بلوچی[9] و همکاران، ۲۰۱۷؛ شلر[10] و همکاران، ۲۰۰۸).

مهم‌ترین عوامل محیطی دخیل در فرایند زوال طی انبارداری بذرها دما، رطوبت نسبی محیط و به دنبال آن رطوبت بذر می‌باشد (قادری فر و همکاران، ۲۰۱۰). افزایش دما و محتوی رطوبت بذر منجر به تسریع زوال و کاهش کیفیت بذر می‌گردد. دمای بالا سرعت فرآیندهای بیوشیمیایی را تسریع کرده و منجر به افزایش سرعت زوال می‌شود (شلر و همکاران، ۲۰۰۸). همچنین حساسیت بذرها به دماهای بالا به‌شدت تحت تأثیر محتوای آب بذر می‌باشد. به‌طورکلی از دست دادن زیست پذیری بذرها با افزایش دما و رطوبت بذر رابطه مستقیم دارد (کیبینزا[11] و همکاران، ۲۰۰۶).

واژه پرایمینگ به آبنوشی کنترل‌شده و خشک‌کردن مجدد بذر اطلاق می‌شود که باعث افزایش کارایی محموله‌های بذری به‌ویژه در شرایط تنش می‌گردد (پاپارلا[12] و همکاران، ۲۰۱۵؛ اکرم قادری[13] و همکاران؛ ۲۰۰۸) مطالعات زیادی در خصوص سازوکار افزایش کارایی بذرها طی پرایمینگ صورت گرفته است و سودمندی این روش به تغییرات فیزیولوژیک، بیوشیمیایی، سلولی و مولکولی طی آبنوشی و خشک‌کردن بذرها نسبت داده‌شده است (ابراهیم[14]، ۲۰۱۶). با این حال برخی مزایای پرایمینگ هنگام خشک‌کردن بذرهای پرایمینگ‌شده کاهش می‌یابد. همچنین اگر بذرهای پرایمینگ شده بلافاصله مورد استفاده قرار نگیرند ممکن است در هنگام انبارداری آسیب بینند. ازاین‌رو محققان یکی از عمده‌ترین محدودیت‌های این روش را ماندگاری بذرهای پرایمینگ شده می‌دانند (حسین[15] و همکاران، ۲۰۱۵). گزارش‌های

[1] Mcdonald
[2] Ghaderi-Far
[3] Kapoor
[4] Alivand
[5] Bewley
[6] Jatoi
[7] Khatun
[8] Biabani
[9] Balouchi
[10] Shelar
[11] Kibinza
[12] Paparella
[13] Akram-Ghaderi
[14] Ibrahim
[15] Hussain

www.SID.ir

Archive of SID

ضدونقیضی در خصوص ماندگاری بذرهای پرایمینگ شده وجود دارد. برای مثال کاهش قابلیت انبارداری بذرهای پرایمینگ شده در گیاهان مختلف ازجمله ذرت شیرین (چیو[1] و همکاران، ۲۰۰۲)، کاهو (هیل[2] و همکاران، ۲۰۰۷)، گوجه‌فرنگی (گروسینگه[3] و همکاران، ۲۰۰۲) و همچنین در گونه‌هایی دیگری از گیاهان زراعی و سبزیجات (آرگریچ[4] و همکاران، ۱۹۸۹؛ هاکیاسالیهوگلو[5] و همکاران، ۱۹۹۹) گزارش‌شده است. از طرفی گزارش‌هایی مبنی بر افزایش ماندگاری بذرها تحت تأثیر پرایمینگ نیز وجود دارد (دارمن[6] و همکاران، همکاران، ۱۹۸۶؛ چیو و همکاران، ۲۰۰۲؛ بوتلر[7] و همکاران، ۲۰۰۹). بنابراین مطالعه آثار پرایمینگ بر قابلیت حیات محموله‌های بذری به‌منظور بهره‌وری بیشتر از اثرات مثبت این روش در حوضه علوم بذر و همچنین تجاری شدن این شیوه، می‌تواند بسیار مفید واقع شود.

اکثر مطالعات در حوضه بررسی قابلیت ماندگاری بذرهای پرایمینگ شده در گونه‌های مختلف گیاهی تحت آزمون‌های زوال مصنوعی انجام شده‌اند (شومبر و برادفورد[8]، ۲۰۰۵؛ هیل و همکاران، ۲۰۰۷؛ مک‌دونالد[9]، مک‌دونالد[9]، ۱۹۹۹). درحالی‌که آزمون‌های سریع برآورد طول عمر بذرها نمی‌تواند شرایط طبیعی انبار را به‌طور صحیح شبیه‌سازی کند و موجب بیان نتایج اشتباه می‌گردد و این یک امر ضروری است که قابلیت ماندگاری محموله‌های بذری تحت شرایط طبیعی بررسی شود تا به نتایج واقعی‌تری رسید (شومبر و برادفورد[10]، ۲۰۱۰).

با پیشرفت فن‌آوری و صنعتی شدن محصولات کشاورزی نیاز به انبارداری به‌طور روزافزون مورد توجه تولیدکنندگان و کشاورزان قرار گرفته است. تولیدکنندگان بذر باید بذرهای تولیدی خود را حداقل برای مدت کوتاهی تا رسیدن فصل رشد بعدی نگهداری کنند، طی این دوره کیفیت بذر باید تضمین‌شده باشد تا از تلفات و خسارات جلوگیری شود. از طرفی امروزه استفاده از روش‌های بهبود بذر به‌ویژه پرایمینگ مورد توجه تولیدکنندگان بذر و حتی کشاورزان قرارگرفته است. لذا با توجه به اهمیت پرایمینگ و بررسی قابلیت انبارداری بذرهای پرایمینگ شده، هدف از این پژوهش، بررسی قابلیت انبارداری بذرهای پرایمینگ شده طی شرایط مختلف انبارداری در ارقام مختلف کلزا می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۹۷-۱۳۹۶ در آزمایشگاه تحقیقات بذر دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. در این مطالعه از بذرهای سه رقم کلزا بانام‌های دی‌کا-ایکس‌پاور[11]، تراپر[12] و هایولا ۵۰[13] تولیدشده در سال ۱۳۹۶ (۲۰۱۷) استفاده شد. بذرها از مرکز مدیریت جهاد کشاورزی شهرستان گرگان تهیه شدند. همچنین کیفیت اولیه بذرها بلافاصله پس از تهیه، توسط آزمون زوال کنترل‌شده تعیین شد. آزمون زوال کنترل‌شده با استفاده از روش ارائه‌شده توسط بورگینک[14] و همکاران (۱۹۹۹) همراه با تغییراتی انجام شد. در این آزمون بذرهای هر رقم جداگانه توسط توری سیمی درون ظرف‌های وکیوم حاوی ۴۰ میلی‌لیتر محلول اشباع کلرید سدیم قرار گرفتند و به مدت ۴۸ ساعت به دمای ۵ درجه سلسیوس منتقل شدند. این کار باعث می‌شود رطوبت بذرها افزایش‌یافته و به مقدار ۹±۰/۳ درصد (بر مبنای وزن‌تر) برسد. سپس بذرها در لوله‌های فالکن ۱۴ میلی‌لیتری قرار گرفتند. به‌منظور اطمینان از عدم تبادل رطوبت بذرها با محیط بیرون درب لوله‌های فالکن توسط چسب پلاستیکی پلمپ شد. سپس لوله‌ها به بن ماری با دمای ۴۵ درجه سلسیوس منتقل شدند و به مدت ۱۰ روز نگهداری و با فواصل ۲۴ ساعت از تیمارهای بذری نمونه‌گیری و آزمون جوانه‌زنی انجام و روند کاهش قابلیت حیات بذرها موردبررسی قرار گرفت.

[1] Chiu
[2] Hill
[3] Gurusinghe
[4] Argerich
[5] Hacisalihoglu
[6] Dearman
[7] Butler
[8] Schwember and Bradford
[9] Mcdonald
[10] Schwember and Bradford
[11] Dk-xpower
[12] Traper
[13] Hayola50
[14] Bruggink

www.SID.ir

Archive of SID

به‌منظور اعمال تیمارهای پرایمینگ، از دو روش هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ استفاده شد. در روش هیدروپرایمینگ بذرها درون بشر به حالت غوطه‌ور در آب با نسبت ۱ به ۵ (به ازای هر گرم بذر ۵ میلی‌لیتر آب استفاده شد) به مدت ۱۲ ساعت قرار گرفتند (جعفر[1] و همکاران، ۲۰۱۲). طی مدت آبنوشی به‌منظور اکسیژن‌رسانی و جلوگیری از خسارات ناشی از کمبود اکسیژن، هوادهی با استفاده از پمپ آکواریوم صورت گرفت (بوجالسکی و نینا[2]، ۱۹۹۱). هوادهی به صورتی انجام می‌شد که بذرها طی آبنوشی به‌صورت معلق در آب بودند. به‌منظور اعمال تیمار اسموپرایمینگ از روش ارائه‌شده توسط فرهودی[3] و همکاران (۲۰۰۶) همراه با تغییراتی استفاده شد. در این روش بذرهای کلزا به مدت ۱۶ ساعت در محلول ۱۴ دسی زیمنس بر متر کلرید سدیم غوطه‌ور شدند. در این روش نیز هوادهی در طی پرایمینگ صورت گرفت. پس از اتمام پرایمینگ، بذرهای پرایمینگ شده در دمای اتاق با دمای ۲۳ تا ۲۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند تا به رطوبت اولیه خود (بین ۶-۵ درصد) برسند.

پس از خشک شدن، بذرهای پرایمینگ شده همراه با بذرهای شاهد توسط روش هامپتون و تکرونی[4] (۱۹۹۵) (رابطه ۱) به رطوبت‌های ۶، ۹، ۱۲ و ۱۵ درصد رسانده شدند.

$$W_2 = \frac{(100-A)}{(100-B)} \times W_1$$

رابطه (۱):

در این رابطه A درصد رطوبت اولیه بذر، B درصد رطوبت موردنظر، $W_1$ وزن اولیه نمونه بذری و $W_2$ وزن ثانویه نمونه بذری پس از اضافه کردن رطوبت برای رسیدن به رطوبت موردنظر می‌باشد. به‌عنوان‌مثال، اگر درصد رطوبت اولیه یک نمونه بذری ۵ درصد و وزن اولیه بذر ۱۰ گرم باشد و رطوبت مورد نظر ۱۰ درصد باشد، مقدار $W_2$ برابر ۱۰/۵۵ گرم محاسبه می‌شود. برای رساندن رطوبت بذرها به ۱۰ درصد می‌بایست ۰/۵۵ گرم (میلی‌لیتر) آب مقطر به بذرها اضافه کرد. قبل از اضافه کردن آب به بذرهای تیمارهای مختلف، بذرها با وزن مشخص درون ظرف‌های وکیوم به قطر ۵ و ارتفاع ۳ سانتی‌متر ریخته شدند و مقدار آب محاسبه‌شده برای رسیدن به رطوبت موردنظر به آن‌ها اضافه شد. برای اطمینان از عدم‌تغییر رطوبت بذرها، درب ظرف‌ها توسط چسب پلاستیکی مهروموم شد. سپس برای به تعادل رسیدن رطوبت بین بذرها، ظروف به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۵ درجه سلسیوس قرار گرفتند و در ساعات اولیه به‌منظور پخش شدن همگن رطوبت، ظرف‌ها به‌آرامی تکان داده شد. پس از ۴۸ ساعت ظرف‌های حاوی بذر تیمارهای مختلف به دماهای ۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵ درجه سلسیوس منتقل شدند و نمونه‌برداری از آن‌ها به مدت ۸ ماه از دماهای ۱۵ و ۲۵ درجه و ۴ ماه از دماهای ۳۵ و ۴۵ (به دلیل بالا بودن سرعت زوال) انجام شد. بسته به دمای انبارداری و رطوبت بذر نمونه‌گیری از نمونه‌های بذری با فواصل ۱ تا ۳۰ روز انجام شد.

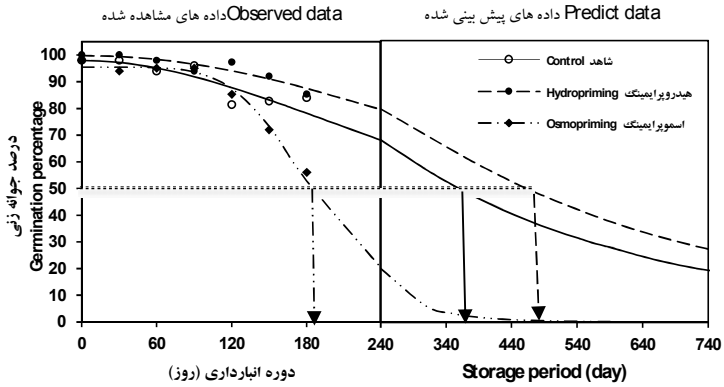
آزمون جوانه‌زنی در سه تکرار ۲۵ بذری در ظرف‌های پتری ۹ سانتی‌متری با یک‌لایه حوله کاغذی و با اضافه کردن ۵ میلی‌لیتر آب مقطر در دمای ۲۰ درجه سلسیوس انجام شد. بذرهای جوانه‌زده در روزهای چهارم، هشتم و دهم شمارش و از پتری‌ها حذف شدند و درنهایت درصد جوانه‌زنی محاسبه شد. لازم به ذکر است معیار جوانه‌زنی خروج ریشه‌چه به میزان ۲ میلی‌متر یا بیشتر در نظر گرفته شد و همچنین برای اطمینان از عدم زنده‌بودن بذرهای باقی‌مانده، قابلیت حیات با استفاده از آزمون فشار تعیین شد.

درنهایت برای مقایسه روند زوال در تیمارهای مختلف، ابتدا مدل لجستیک سه پارامتره (رابطه ۲) به داده‌های درصد جوانه‌زنی در مقابل روز پس از انبارداری برای هر دما و رطوبت و هر تیمار بذری توسط نرم‌افزار Sigmaplot 14.0 برازش داده شد، سپس با استفاده از درون‌یابی و برون‌یابی مدل لجستیک سه پارامتره، مقادیر زمان تا کاهش جوانه‌زنی به ۵۰ درصد (p50) برای هر تیمار محاسبه و به‌عنوان معیار مقایسه در نظر گرفته شد (تیمپل و هی[5]، ۲۰۱۸) (شکل ۱).

[1] Jafar
[2] Bujalski and Nienow
[3] Farhoudi
[4] Hampton and Tekrony
[5] Timple and Hay

www.SID.ir

Archive of SID


**شکل ۱.** مثالی از برازش مدل لجستیک سه پارامتره به داده‌های درصد جوانه‌زنی در مقابل روز پس از انبارداری و نحوه درون‌یابی و برون‌یابی به‌منظور محاسبه زمان تا کاهش جوانه‌زنی به ۵۰ درصد (فلش‌ها نمایانگر زمان رسیدن جوانه‌زنی به ۵۰ درصد می‌باشند). (داده‌ها مربوط به رفتار انبارداری بذرهای رقم تراپر با محتوی رطوبت ۱۲ درصد و دمای انبارداری ۲۵ درجه سلسیوس می‌باشد).

**Fig. 1.** An example of the fitting of a three-parameter logistic model to germination percentage versus the day after storage, and the method of interpolation and extrapolation in order to calculate the germination time to 50% (Arrows represent the time to reach germination to 50%). (Data on the storage behavior of the Traper cultivar seeds with 12% moisture content and 25 °C storage temperature).

رابطه (۲):

$$Y = \frac{G_{max}}{(1+(\frac{X}{D_{50max}})^{\wedge}b)}$$

در این رابطه $Y$ درصد جوانه‌زنی، $G_{max}$ حداکثر مقدار جوانه‌زنی (درصد)، $D_{50max}$ مدت‌زمان رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی (روز)، $X$ زمان (روز) و $b$ شیب منحنی می‌باشد.

## نتایج و بحث

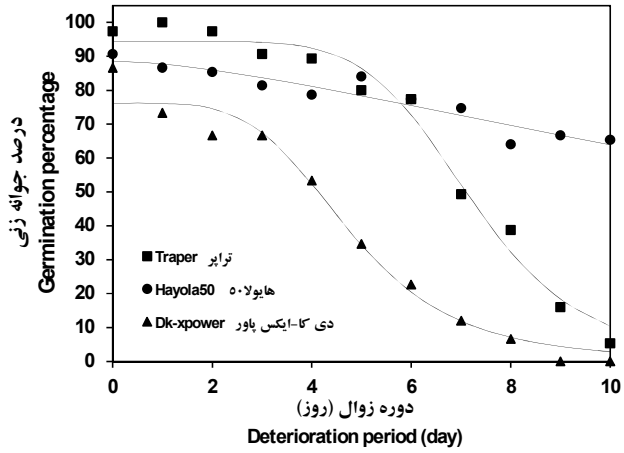
محموله‌های بذری استفاده‌شده در ارقام دی‌کا-ایکس‌پاور، تراپر و هایولا ۵۰ به ترتیب دارای جوانه‌زنی اولیه معادل ۸۹، ۹۲ و ۹۸ درصد بودند. همچنین نتایج آزمون زوال کنترل‌شده بذرهای ارقام کلزا بیانگر وجود سطوح متفاوتی از مقاومت نسبت به زوال در ارقام مختلف بود. به‌طوری‌که در رقم دی‌کا-ایکس‌پاور بذرها تا روز سوم تحت تأثیر زوال قرار نگرفتند و توانستند قابلیت جوانه‌زنی خود را تا حد قابل‌توجهی حفظ کنند؛ اما با افزایش دوره زوال، جوانه‌زنی بذرها شروع به کاهش کرد و در روز نهم به صفر رسید. در رقم تراپر جوانه‌زنی بذرها تا روز هفتم با شیب کندی و تنها به مقدار ۲۰ درصد کاهش یافت ولی پس از آن کاهش جوانه‌زنی با شدت بیشتری صورت گرفت و در روز دهم زوال به ۵/۳۳ درصد رسید. درحالی‌که رقم بذرهای هایولا ۵۰ به مقدار کمی تحت تأثیر آزمون زوال قرار گرفتند. به‌طوری‌که جوانه‌زنی طی دوره ۱۰ روز زوال، تنها به مقدار ۲۵ درصد کاهش یافت (شکل ۲). به‌طورکلی با در نظر گرفتن نتایج آزمون زوال کنترل‌شده به‌عنوان معیار کیفیت اولیه بذرها مشخص شد ارقام هایولا ۵۰ و دی‌کا-ایکس‌پاور به ترتیب دارای بیشترین و کم‌ترین کیفیت اولیه بودند.

منحنی‌های روند جوانه‌زنی بذرها و همچنین برازش مدل‌های خطی و غیرخطی در طی انبارداری به‌تنهایی نمی‌توانند برای مقایسه دقیق قابلیت ماندگاری بذرها مورداستفاده قرار بگیرند. از این‌رو در این مطالعه شاخص زوال برای مقایسه اثرات پرایمینگ بر قابلیت ماندگاری بذرها در تیمارهای رطوبتی و دمایی مختلف، زمان تا کاهش جوانه‌زنی به ۵۰ درصد (p50) در نظر گرفته شد.

هر چه مقدار عددی این پارامتر بیشتر باشد، محموله بذری دارای قابلیت ماندگاری بیشتری خواهد بود. به عبارت بهتر بالا بودن مقدار این پارامتر نشان‌دهنده این است که کاهش جوانه‌زنی بذرها از مقدار اولیه تا زمان رسیدن (کاهش) جوانه‌زنی به ۵۰ درصد، با سرعت کمتری انجام‌گرفته است و درنتیجه روند زوال نیز کندتر و در مقابل قابلیت ماندگاری محموله بذری بالاتر است.

www.SID.ir

Archive of SID




**شکل ۲.** تأثیر آزمون زوال کنترل‌شده بر کاهش قابلیت جوانه‌زنی بذرهای ارقام کلزا. (به‌منظور مقایسه کیفیت اولیه بذرها).

**Fig. 2.** Effect of controlled deterioration test on germination ability of the seeds of canola cultivars (for the purpose of comparing the seeds' primary quality).

همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، در رقم دی‌کا-ایکس‌پاور در دمای ۱۵ درجه سلسیوس و رطوبت‌های ۶ و ۹ درصد به دلیل عدم برازش مدل لجستیک به داده‌های درصد جوانه‌زنی در طول دوره انبارداری و به علت عدم کاهش جوانه‌زنی، مقایسه دقیق قابلیت ماندگاری ممکن نبود؛ اما در رطوبت‌های ۱۲ و ۱۵ درصد، زمان تا کاهش جوانه‌زنی به ۵۰ درصد در بذرهای پرایمینگ شده بیشتر از بذرهای شاهد بود. همچنین مقدار این پارامتر در تیمار هیدروپرایمینگ شده بیشتر از تیمار اسموپرایمینگ بود. در دمای ۲۵ درجه سلسیوس مقدر p50 در رطوبت‌های ۶ و ۹ درصد در بذرهای شاهد بیشتر از تیمارهای پرایمینگ بود، درحالی‌که در رطوبت‌های ۱۲ و ۱۵ درصد عکس این روند مشاهده شد، در مقابل در دماهای ۳۵ و ۴۵ درجه سلسیوس و تمام سطوح رطوبت بذر اعمال پرایمینگ به روش هیدروپرایمینگ قابلیت ماندگاری بذرها را به‌طور قابل‌توجهی افزایش داد.

درحالی که پرایمینگ به روش اسموپرایمینگ تأثیر قابل‌توجهی بر افزایش یا کاهش قابلیت ماندگاری بذرها نداشت. همچنین تأثیر هیدروپرایمینگ بر افزایش ماندگاری بذرها در سطوح رطوبتی پایین‌تر بیشتر از رطوبت‌های بالاتر بود.

در رقم تراپر نیز تیمارهای هیدروپرایمینگ و اسموپرایمینگ، در دمای ۱۵ درجه سلسیوس و رطوبت‌های ۱۲ و ۱۵ درصد به ترتیب موجب افزایش و کاهش قابلیت ماندگاری بذرها شدند. درحالی‌که تیمارهای پرایمینگ در سطوح رطوبتی ۶ و ۹ درصد در دمای ۲۵ درجه سلسیوس موجب کاهش ماندگاری بذرها شدند ولی در سطوح رطوبتی ۱۲ و ۱۵ هیدروپرایمینگ قابلیت ماندگاری بذرها را افزایش و تیمار اسموپرایمینگ موجب کاهش اندک قابلیت ماندگاری بذرها شد. در دماهای ۳۵ و ۴۵ درجه سلسیوس تیمار هیدروپرایمینگ در تمام سطوح رطوبت بذر قابلیت ماندگاری بذرها را افزایش داد اما تیمار اسموپرایمینگ به‌جز در تیمار رطوبت ۶ درصد و دمای ۴۵ درجه سلسیوس که موجب کاهش ماندگاری بذرها شد، تأثیر قابل‌توجهی در قابلیت ماندگاری بذرها نداشت (جدول ۲).

در رقم هایولا ۵۰ پرایمینگ توانست ماندگاری بذرها را در رطوبت ۱۵ درصد و دمای ۱۵ درجه سلسیوس افزایش دهد. در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت‌های ۶ و ۹ درصد پرایمینگ باعث کاهش ماندگاری بذرها شد درحالی‌که در رطوبت‌های ۱۲ و ۱۵ درصد تیمارهای پرایمینگ به‌خصوص تیمار هیدروپرایمینگ باعث افزایش ماندگاری بذرها شد. در دمای ۳۵ درجه سلسیوس پرایمینگ با روش هیدروپرایمینگ قابلیت ماندگاری بذرها را به‌طور قابل‌توجهی در تمام سطوح رطوبتی افزایش داد.

www.SID.ir

Archive of SID


**جدول ۱.** مقادیر برآورد شده زمان (روز) تا کاهش جوانه‌زنی به ۵۰ درصد (p50) برای بذرهای شاهد و پرایمینگ شده رقم دی‌کا-ایکس‌پاور در شرایط مختلف انبارداری

**Table 1.** Estimated values of time (day) to reduce germination to 50% (p50) for control and primed seeds of Dk-xpower cultivar at different storage conditions

| دمای انبارداری Storage temperature ºC | محتوی رطوبت بذر Seed moisture content % | شاهد Control | هیدروپرایمینگ Hydropriming | اسموپرایمینگ Osmopriming |
|---|---|---|---|---|
| 15 | 6 | - | - | - |
| | 9 | - | - | - |
| | 12 | 132.56 | 268.48 | 142.12 |
| | 15 | 96.84 | 189.66 | 107.55 |
| 25 | 6 | 184.41 | 172.03 | 153.8 |
| | 9 | 120.58 | 109.82 | 60.63 |
| | 12 | 43.03 | 71.53 | 52.95 |
| | 15 | 22.84 | 68.25 | 43.11 |
| 35 | 6 | 94.46 | 157.11 | 68.05 |
| | 9 | 30.07 | 44.44 | 20.06 |
| | 12 | 8.96 | 19.9 | 9.29 |
| | 15 | 7.14 | 20.02 | 7.72 |
| 45 | 6 | 21.87 | 34.57 | 15.21 |
| | 9 | 5.11 | 7.46 | 4.02 |
| | 12 | 2.1 | 5.18 | 2.5 |
| | 15 | 1.39 | 2.98 | 1.59 |

(-) نشان‌دهنده عدم برآورد p50 به دلیل عدم کاهش قابل‌توجه قابلیت جوانه‌زنی بذرها در دوره انبارداری می‌باشد.

(-) indicates a lack of estimation of p50 due to the significant reduction in germination ability of seeds in the storage period.

**جدول ۲.** مقادیر برآورد شده زمان (روز) تا کاهش جوانه‌زنی به ۵۰ درصد (p50) برای بذرهای شاهد و پرایمینگ شده رقم تراپر در شرایط مختلف انبارداری

**Table 2.** Estimated values of time (day) to reduce germination to 50% (p50) for control and primed seeds of Traper cultivar under different storage conditions

| دمای انبارداری Storage temperature ºC | محتوی رطوبت بذر Seed moisture content % | شاهد Control | هیدروپرایمینگ Hydropriming | اسموپرایمینگ Osmopriming |
|---|---|---|---|---|
| 15 | 6 | - | - | - |
| | 9 | - | - | - |
| | 12 | 359.19 | 461.66 | 184.29 |
| | 15 | 193.94 | 209.92 | 176.64 |
| 25 | 6 | 261.46 | 180.53 | 147.92 |
| | 9 | 162.51 | 148.91 | 109.98 |
| | 12 | 89.57 | 108.61 | 71.37 |
| | 15 | 63.43 | 77.22 | 65.03 |
| 35 | 6 | 140.33 | 655.57 | 114.68 |
| | 9 | 75.08 | 102.38 | 47.3 |
| | 12 | 20.57 | 24.3 | 18.43 |
| | 15 | 13.08 | 20.18 | 13.68 |
| 45 | 6 | 38.47 | 84.2 | 21.52 |
| | 9 | 8.36 | 10.1 | 7.98 |
| | 12 | 4.5 | 5.73 | 4.48 |
| | 15 | 2.52 | 3.26 | 2.24 |

(-) نشان‌دهنده عدم برآورد p50 به دلیل عدم کاهش قابل‌توجه قابلیت جوانه‌زنی بذرها در دوره انبارداری می‌باشد.

(-) indicates a lack of estimation of p50 due to the significant reduction in germination ability of seeds in the storage period

.

www.SID.ir

Archive of SID

**جدول ۳.** مقادیر برآورد شده زمان (روز) تا کاهش جوانه‌زنی به ۵۰ درصد (p50) برای بذرهای شاهد و پرایمینگ شده رقم هایولا ۵۰ در شرایط مختلف انبارداری

**Table 3.** Estimated values of time (day) to reduce germination to 50% (p50) for control and primed seeds of Hayola50 cultivar under different storage conditions

| دمای انبارداری Storage temperature ºC | محتوی رطوبت بذر Seed moisture content % | شاهد Control | هیدروپرایمینگ Hydropriming | اسموپرایمینگ Osmopriming |
|---|---|---|---|---|
| 15 | 6 | - | - | - |
| | 9 | - | - | - |
| | 12 | - | - | - |
| | 15 | 202.25 | 233.59 | 206.74 |
| 25 | 6 | 261.2 | 193.55 | 182.03 |
| | 9 | 171.2 | 146.24 | 127.62 |
| | 12 | 120.24 | 133.8 | 126.78 |
| | 15 | 97.03 | 106.93 | 88.89 |
| 35 | 6 | - | - | - |
| | 9 | 113.49 | 162.13 | 85.11 |
| | 12 | 34.48 | 37.31 | 25.49 |
| | 15 | 32.68 | 38.59 | 26.92 |
| 45 | 6 | 51.42 | 53.64 | 31.15 |
| | 9 | 9.55 | 11.21 | 9.75 |
| | 12 | 5.84 | 8.33 | 4.28 |
| | 15 | 4.26 | 5.49 | 4.45 |

(-) نشان‌دهنده عدم برآورد p50 به دلیل عدم کاهش قابل‌توجه قابلیت جوانه‌زنی بذرها در دوره انبارداری می‌باشد.

(-) indicates a lack of estimation of p50 due to the significant reduction in germination ability of seeds in the storage period

درحالی‌که تیمار اسموپرایمینگ موجب کاهش ماندگاری بذرها نسبت به بذرهای شاهد شد. در دمای ۴۵ درجه سلسیوس تیمار هیدروپرایمینگ در تمامی سطوح رطوبت بذر موجب افزایش ماندگاری بذرها نسبت به تیمار شاهد شد، اما تیمار اسموپرایمینگ به‌جز رطوبت ۶ درصد که باعث کاهش قابل‌توجه ماندگاری بذرها شد، تأثیر چندانی بر قابلیت ماندگاری بذرها در سایر سطوح رطوبتی نداشت (جدول ۳).

زوال بذر پدیده‌ای فیزیولوژیک است که پس از رسیدگی فیزیولوژیک بذرها و در دوره‌های قبل و پس از برداشت، در شرایط نامساعد محیطی مثل بالا بودن دما، رطوبت و فشار اکسیژن (در بذرهای خشک) به‌تدریج آغاز و موجب تخریب ساختار DNA و RNA، افزایش فعالیت‌های آنزیمی مخرب، افزایش تنفس و آسیب غشاء سلولی که منجر به کاهش قابلیت حیات و درنهایت مرگ بذرها می‌گردد (دماوندی[1] و همکاران، ۲۰۰۷).

علت افزایش کارایی ماندگاری بذرهای پرایمینگ شده در شرایط دما و رطوبت بالا را می‌توان به فرایند ترمیم مرتبط دانست. در رطوبت و دمای بالا به علت بالا بودن تحرک سلولی و همچنین وجود مولکول‌های آب کافی برای انجام متابولیسم، فعالیت ترمیم کارایی بیشتری نسبت به دما و رطوبت پایین دارند (بیولی و همکاران، ۲۰۱۳) و همان‌طور که گفته شد از آنجا که بذرهای پرایمینگ شده دارای متابولیسم فعال هستند عمل ترمیم با کارایی بیشتری در حال انجام است، آن‌چنان‌که محققان پرایمینگ را یک روش برای بهبود کارایی بذر به‌ویژه در شرایط تنش معرفی کردند (باسرا[2] و همکاران، ۲۰۰۴؛ سلطانی[3] و همکاران، ۲۰۰۹).

نتایج این مطالعه نشان داد که بین ارقام مختلف کلزا از لحاظ واکنش به شرایط متفاوت انبارداری و همچنین سرعت و الگوی زوال اختلافات زیادی وجود دارد (جدول ۱، ۲ و ۳). چراکه قابلیت ماندگاری بذرها علاوه بر دمای انبار و رطوبت بذر به عوامل دیگری مثل کیفیت اولیه بذرها و مهم‌تر از آن به ژنوتیپ بذرها وابسته است

[1] Damavandi

[2] Basra

[3] Soltani

www.SID.ir

Archive of SID


(جاتوی و همکاران، ۲۰۰۱؛ راجو و دیبوجین[1]، ۲۰۰۸؛ ما[2] و همکاران، ۲۰۰۴).

همان‌طور که در نتایج این مطالعه مشاهده شد، الگوی زوال در سطوح رطوبتی متفاوت می‌تواند بسیار مختلف باشد. بین سازوکارهای زوال در رطوبت‌های مختلف تفاوت‌های زیادی وجود دارد. در رطوبت‌های پایین به علت ویسکوزیته بالا و تحرّک پایین مولکولی، متابولیسم سلولی به‌ویژه فرایندهای کاتابولیک مخرب نمی‌تواند در سطح بالایی رخ دهد، در مقابل در رطوبت‌های بالا عکس این موضوع صادق است؛ یعنی سرعت متابولیسم و تنفس به علت کاهش ویسکوزیته و افزایش تحرک مولکولی بسیار شدید است که نتیجه این فرایند، افزایش گونه‌های فعال اکسیژن، اختلال فعالیت آنتی‌اکسیدانتی و مرگ سلول‌ها می‌باشد (بیولی و همکاران، ۲۰۱۳) بنابراین الگو و سرعت زوال در سطوح مختلف دما و رطوبت بذر بسیار متفاوت است.

مطالعات گسترده در حوضه پرایمینگ باعث شده است که استفاده‌های تجاری از این روش رونق بگیرد؛ اما همچنان عدم وجود اطلاعات کافی در خصوص ماندگاری بذرهای پرایمینگ شده استفاده از این شیوه مفید را محدود می‌سازد (حسین و همکاران، ۲۰۱۵). در این مطالعه که به بررسی اثرات دو نوع پرایمینگ بر قابلیت ماندگاری بذرهای ارقام کلزا تحت شرایط متفاوت انبارداری پرداخته شد، نتایج حاکی از این مطلب بود که به‌طورکلی هیدروپرایمینگ نه‌تنها ماندگاری بذرها را کاهش نداد بلکه مدت‌زمان نگهداری را افزایش و باعث بهبود قابلیت حیات بذرها در طی انبارداری در شرایط مختلف دمایی و رطوبت بذر شد. در مقابل تیمار اسموپرایمینگ بیشتر موجب کاهش کارایی بذرها طی دوران انبارداری شد. این موضوع بطور مستقیم به دامنه مختلف اثرات پرایمینگ مربوط می‌گردد. به عبارت بهتر پرایمینگ با روش‌های مختلف و در زمان‌های مختلف می‌تواند اثرات بسیار متفاوتی روی یک محموله بذری مشخص داشته باشد (کوینترو[3] و همکاران، ۲۰۱۸). از این‌رو می‌توان تأثیر منفی تیمار اسموپرایمینگ در کاهش ماندگاری بذرها را به بالا بودن زمان آب‌نوشی طی پرایمینگ در این روش و از دست دادن تحمل به پسابیدگی نسبت داد، چراکه زمان پرایمینگ در تیمار اسموپرایمینگ ۱۶ ساعت و در تیمار هیدروپرایمینگ ۱۲ ساعت بود.

البته گزارش‌هایی مبنی بر اثرات سمیّت کلرید سدیم طی پرایمینگ و کاهش کارایی پرایمینگ نیز وجود دارد (آیمن و هاناچی[4]، ۲۰۱۲). در مطالعه‌ای تقی ذوقی[5] و همکاران (۲۰۱۷) نیز گزارش کردند که اعمال تیمارهای مختلف پرایمینگ از جمله هیدروپرایمینگ اثر منفی بر قابلیت ماندگاری بذرهای کلزا نداشت و بذرهای پرایمینگ شده نیز همانند بذرهای شاهد توانستند قابلیت حیات خود را طی دوره انبارداری حفظ کنند. از طرفی نیز با مشاهده نتایج متوجه خواهید شد که اثرات مثبت پرایمینگ در خصوص ماندگاری بذرها در ارقام مختلف نیز متفاوت بوده است. چنانکه درمجموع پرایمینگ در رقم دی‌کا-ایکس‌پاور سودمندی بیشتری در افزایش کارایی محموله بذر نسبت به بذرهای پرایمینگ نشده، در مقایسه با سایر ارقام داشته است و حتی تیمار اسموپرایمینگ که در رقم‌های تراپر و هایولا ۵۰ موجب کاهش ماندگاری بذرها شد، در بسیاری از سطوح دمایی و رطوبتی بذر به‌خصوص در سطوح بالای رطوبت بذر، در رقم دی‌کا-ایکس‌پاور مفید واقع‌شده و باعث افزایش ماندگاری بذرها شد. این مطلب نیز با اثرات متفاوت پرایمینگ بر گونه‌های مختلف مرتبط است (ولبام و برادفورد[6]، ۱۹۸۸). پاول[7] و همکاران (۲۰۰۰) بیان داشت که بذرهای باقدرت اولیه کمتر نسبت به بذرهای دارای قدرت اولیه بالا بیشتر تحت تأثیر پرایمینگ قرارگرفته و از سودمندی بیشتری برخوردار می‌گردند. ایشان علت این اتفاق را انجام فرایند ترمیم طی آبنوشی بذرها در طول پرایمینگ عنوان کرد؛ و بیان کرد در بذرهای باقدرت اولیه پایین، در طی پرایمینگ به علت وجود بافت‌های آسیب یافته عمل ترمیم صورت می‌گیرد و فرایندهای مربوط به متابولیسم جوانه‌زنی با سرعت کمتری پیش می‌روند. درحالی‌که در

[1] Rajjou and Debeaujon
[2] Ma
[3] Quintero
[4] Aymen and Hannachi
[5] Taghi Zoghi
[6] Welbaum and Bradford
[7] Powell

www.SID.ir

Archive of SID

بذرهای دارای قدرت و کیفیت اولیه بالا انجام پرایمینگ موجب پیشروی متابولیسم جوانه‌زنی با سرعت زیاد می‌گردد و این امر ممکن است باعث شود متابولیسم جوانه‌زنی و سوخت‌وسازهای مرتبط با آن تا حدی افزایش یابد که بذر تحمل به پسابیدگی را ازدست‌داده و پس از خشک شدن، بافت‌های سلولی دچار آسیب و درنهایت باعث بروز اثرات منفی پرایمینگ شود. این روند در مورد بذرهای بالغ و نابالغ که تحت تیمارهای پرایمینگ قرار می‌گیرند نیز صدق می‌کند. به‌طوری‌که سودمندی پرایمینگ در بذرهای نابالغ بیشتر از بذرهای بالغ یک‌گونه گزارش‌شده است (ولبام و برادفورد، ۱۹۹۱؛ ولبام و برادفورد، ۱۹۸۸).

مالک[1] و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کردند پرایمینگ خود می‌تواند بر کیفیت اولیه بذرها در شرایط مختلف انبارداری مؤثر باشد و باعث افزایش یا کاهش کیفیت اولیه محموله‌های بذری شود. آنها بیان داشتند متابولیسم پیشرفته سلولی بذرهای پرایمینگ شده ممکن است علت افزایش کیفیت اولیه در بذرها باشد و از طرفی همین پیشرفت متابولیسم جوانه‌زنی در بذرهای پرایمینگ شده، ممکن است در طول زمان انبارداری موجب کاهش قابلیت ماندگاری بذرهای پرایمینگ شده گردد.

همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود ارقام استفاده‌شده در این مطالعه واکنش متفاوتی به آزمون زوال کنترل‌شده نشان دادند. رقم دی‌کا-ایکس‌پاور کیفیت اولیه کمتری نسبت به رقم تراپر و هایولا ۵۰ داشت. همچنین کیفیت اولیه در رقم هایولا ۵۰ بیشتر از سایر ارقام بود؛ بنابراین همان‌طور که در بالا نیز اشاره شد افزایش کارایی پرایمینگ در رقم دی‌کا-ایکس‌پاور بیشتر از دو رقم دیگر بود و این امر می‌تواند ارتباط مستقیمی باکیفیت اولیه بذرها داشته باشد.

همچنان که پیش‌تر نیز اشاره شد، نتایج این مطالعه بیانگر اثرات مثبت و منفی پرایمینگ بر قابلیت ماندگاری بذرها بود. این موضوع توسط محققان مختلف نیز گزارش‌شده است و آن‌ها عوامل مختلفی مثل شرایط محیطی، ژنوتیپ، نحوه خشک‌کردن بذرهای پرایمینگ شده و تیمارهای مکمل همانند تیمارهای شوک حرارتی را در این امر دخیل دانسته‌اند و بیان کردند که بدون در نظرگیری این شرایط نمی‌توان در مورد کاهش ماندگاری بذرها توسط پرایمینگ به نتیجه دقیقی دست‌یافت (بوتلر و همکاران، ۲۰۰۹؛ شومبر و برادفورد، ۲۰۰۵؛ بورگینک و همکاران، ۱۹۹۹). به‌طور مثال در مطالعه‌ای، باسرا و همکاران (۲۰۰۳) بیان کردند انبارداری بذرهای پرایمینگ شده باعث کاهش شاخص‌های سبز شدن و به دنبال آن شاخص‌های رشد گیاه شد. بااین‌حال اثرات مثبت پرایمینگ در مقایسه با بذرهای پرایمینگ نشده‌ای که به مدت مشابه انبارداری شده بودند حفظ‌شده بود. در مطالعه‌ای دیگر که روی ماندگاری بذرهای پرایمینگ شده و بدون پرایمینگ ذرت شیرین صورت گرفت، گزارش شد بذرهای پرایمینگ شده وقتی در دمای بالا (۲۵ درجه سلسیوس ) نگهداری می‌شوند؛ پرایمینگ کارایی محموله بذری را نسبت به بذرهای پرایمینگ نشده کاهش می‌دهند، بااین‌حال هنگامی‌که شرایط نگهداری بذرها مطلوب باشد (دمای پایین) پرایمینگ همچنان باعث بروز صفات مثبت و افزایش کارایی محموله بذری می‌گردد (چیو و همکاران، ۲۰۰۲). همچنین کاهش ماندگاری بذرها تحت اثر پرایمینگ در گونه‌های مختلفی ازجمله گوجه‌فرنگی و کاهو نیز گزارش‌شده است (هیل و همکاران، ۲۰۰۷؛ آرگریچ و برادفورد، ۱۹۸۹؛ شومبر و برادفورد، ۲۰۰۵). از طرفی دارمن و همکاران (۱۹۸۶) گزارش کردند، پرایمینگ می‌تواند کاهش قابلیت حیات بذرها طی انبارداری را به تأخیر بیندازد. مطالعات دیگری در این زمینه نیز، نشان دادند پرایمینگ بذرهای پیاز و برنج طی شرایط انبارداری باعث بروز اثرات منفی بر ماندگاری بذرها نشد (حسین و همکاران، ۲۰۱۵؛ دارمن و همکاران، ۱۹۸۶).

محققان در مواقعی که پرایمینگ ماندگاری بذرها را افزایش می‌دهد، سازوکار بهبود را مربوط به فرایندهای ترمیم به‌ویژه ترمیم DNA و همچنین بهبود فعالیت آنتی‌اکسیدانتی در بذر توسط پرایمینگ دانسته‌اند. در مقابل اثرات منفی پرایمینگ اغلب به پیشروی بیش‌ازحد متابولیسم جوانه‌زنی و به دنبال آن کاهش تحمل به پسابیدگی بیان‌شده است (بایلی[2] و همکاران، ۲۰۰۰؛ پاول و همکاران، ۲۰۰۰؛ بیولی و همکاران، ۲۰۱۳).

[1] Malek

[2] Bailly

www.SID.ir

Archive of SID


هنگامی‌که بذرها دچار زوال می‌شوند و سپس در معرض آب نوشی برای جوانه‌زنی قرار می‌گیرند فرایند ترمیم موجب کاهش خسارت‌های ناشی از زوال می‌گردد. بورگاس و پاول[1] (۱۹۸۴) بیان کردند که عمل ترمیم در بذرهای پرایمینگ شده می‌تواند به نحو کارآمدتری خسارات ناشی از زوال را بهبود دهد. مهم‌ترین عامل افزایش ترمیم‌پذیری بیشتر بذرهای پرایمینگ شده، می‌تواند به افزایش سنتز پروتئین‌های محافظتی طی پرایمینگ نسبت داده شود (دل آکیولا و بیولی[2]، ۱۹۸۹). همچنین چانگ و سانگ[3] (۱۹۹۸) علت اصلی زوال بذر را کاهش فعالیت آنتی‌اکسیدانی و افزایش رادیکال‌های آزاد و به دنبال آن افزایش پراکسیداسیون لیپیدها دانستند و بیان داشتند، پرایمینگ می‌تواند با افزایش فعالیت آنزیم‌های پالاینده اکسیژن واکنش‌گر موجب کاهش تنش اکسیداتیو و درنهایت مقاومت بذرها به زوال شود؛ اما در مواقعی که پرایمینگ باعث کاهش قابلیت ماندگاری بذرها می‌شود، به عواملی چون اختلال متابولیسم نشاسته، کاهش فعالیت‌های آنزیمی نظیر آلفا آمیلاز، کاهش قندهای محلول، افزایش پراکسیداسیون لیپیدها و آسیب به غشاء سلولی اشاره شده است (حسین و همکاران، ۲۰۱۵؛ بیولی و همکاران، ۲۰۱۳؛ حسین و همکاران، ۲۰۱۶).

به‌طورکلی در این مطالعه اثرات مثبت تیمارهای پرایمینگ در شرایط انبارداری در دمای بالا و سطوح بالای رطوبت بذر، بیشتر بود. در مقابل در سطوح رطوبت پایین (به‌خصوص در دمای ۲۵ درجه سلسیوس) بذرهای پرایمینگ نشده ماندگاری بهتری در مقابل بذرهای پرایمینگ شده نشان دادند (جدول ۱، ۲ و ۳).

دمای پایین انبارداری موجب اختلال در تنفس و فعالیت‌های آنزیمی و همچنین شکستن پروتئین‌ها می‌گردد (جائوآبا و لواتو[4]، ۱۹۹۹) همچنین وقتی بذرها در رطوبت و دمای پایین نگهداری می‌شوند ساختار لیپیدهای غشاء سلولی به‌صورت ژله‌ای است؛ ولی در دما و رطوبت بالا ساختار لیپیدهای غشاء حالت کریستالی سیال به خود می‌گیرند. به همین علت بذرهایی که در دما و رطوبت پایین نگهداری شده‌اند وقتی در معرض آبنوشی قرار می‌گیرند مستعد آسیب در ناحیه غشاء هستند. از طرفی بذرهای پرایمینگ شده می‌توانند در هنگام خشک شدن دچار اختلال در ساختار غشاء شده باشند و درنتیجه خسارت‌های وارده به بذرهای پرایمینگ شده‌ای که در دما و رطوبت پایین نگهداری شده‌اند بیشتر از بذرهای پرایمینگ نشده است. ازاین‌رو ممکن است دلیل کمتر بودن کارایی بذرهای پرایمینگ شده در دما و رطوبت پایین حساسیت و آسیب‌پذیری غشاءها باشند. همچنین بذرهای پرایمینگ شده دارای متابولیسم و سوخت‌وساز فعال سلولی هستند و سطح متابولیسم در بذرهای پرایمینگ نشده بسیار پایین‌تر است (کوینترو و همکاران ، ۲۰۱۸)، از این‌رو بذرهای پرایمینگ شده برای جلوگیری از افزایش فعالیت‌های مخرب به اکسیژن نیاز دارند. در این مطالعه سطح اکسیژن در دسترس بذرها طی انبارداری اندازه‌گیری نشد؛ اما با فرض ثابت در نظر گرفتن میزان اکسیژن برای تمام محموله‌های بذری در تیمارهای مختلف می‌توان نتیجه‌گیری کرد که عدم حضور اکسیژن در دماها و رطوبت‌های پایین موجب ایجاد خسارت در بذرهای پرایمینگ شده می‌گردد درحالی‌که باعث افزایش ماندگاری در بذرهای پرایمینگ نشده می‌شود (راجو و دبایجون، ۲۰۰۸؛ مالیک وجایوتی[5]، ۲۰۱۳).

## نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش تیمارهای پرایمینگ آثار مختلفی بر قابلیت حیات بذر ارقام کلزا در شرایط مختلف انبارداری داشتند و به‌طورکلی هیدروپرایمینگ در اکثر موارد نه‌تنها اثر منفی بر قابلیت انبارداری بذرها نداشت، بلکه در موارد متعددی موجب افزایش ماندگاری بذرها نیز شد. در مقابل تیمار اسموپرایمینگ باوجود تأثیر مثبت در بعضی موارد، اغلب موجب کاهش قابلیت انبارداری بذرها شد. درمجموع می‌توان بیان کرد تأثیر پرایمینگ بر قابلیت انبارداری بذرها به عوامل بسیار مختلفی ازجمله نوع پرایمینگ، گونه و یا رقم گیاهی و همچنین شرایط نگهداری بذرها بستگی داشته و برای بهره‌گیری از این شیوه می‌بایست

[1] Burgass and Powell
[2] Dell'aquila and Bewley
[3] Chang and Sung
[4] Joao Abba and Lovato
[5] Malik and Jayoti

www.SID.ir

Archive of SID

این قبیل مطالعات در سطح وسیع‌تر و روی گونه‌های گیاهی بیشتر، به‌ویژه گیاهان زراعی بررسی شود. همچنین بررسی سازوکارهای بیوشیمیایی دخیل در زوال بذرهای پرایمینگ شده می‌تواند کمک شایانی به استفاده هرچه مؤثرتر از این روش مفید را به دنبال داشته باشد.

## منابع

Akram-Ghaderi, F., Soltani, E., Soltani A. and Miri, A.A. 2008. Effect of priming on response of germination to temperature in cotton. Journal of Agriculture Science and Natural Resources, 15: 44-51. [In Persian with English Summery].

Alivand, R., Tavakkol Afshari, R. and Sharifzadeh, F. 2013. Investigation of rapeseed (*Brassica napus*) seed germination and forecasting of seed deterioration under different storage conditions. Iranian Journal of Field Crop Science, 44: 69-83. [In Persian with English Summery]

Argerich, C.A., Bradford, K.J. and Tarquis, A.M. 1989. The effects of priming and ageing on resistance to deterioration of tomato seeds. Journal of Experimental Botany, 40(5): 593-598. https://doi.org/10.1093/jxb/40.5.593 ; https://doi.org/10.1093/jxb/40.5.599

Aymen, E.M. and Hannachi, C. 2012. Effect of NaCl priming duration and concentration on germination behavior of Tunisian safflower. Journal of Stress Physiology & Biochemistry, 8(3): 30-36.

Bailly, C., Benamar, A., Corbineau, F. and Côme, D. 2000. Antioxidant systems in sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds as affected by priming. Seed Science Research, 10(1): 35-42. https://doi.org/10.1017/S0960258500000040

Balouchi, H., Baladi, S., Moradi, A. and Dehnavi, M.M. 2017. The influence of temperature and moisture content on seed longevity of two genotypes of *Linum usitatissimum*. Seed Science and Technology, 45(1): 130-138. https://doi.org/10.15258/sst.2017.45.1.08

Basra, S., Ashraf, M., Iqbal, N., Khaliq, A. and Ahmad, R. 2004. Physiological and biochemical aspects of pre-sowing heat stress on cottonseed. Seed Science and Technology, 32(3): 765-774. https://doi.org/10.15258/sst.2004.32.3.12

Basra, S.M., Ullah, E., Warriach, E., Cheema, M. and Afzal, I. 2003. Effect of storage on growth and yield of primed canola (*Brassica napus*) seeds. International Journal of Agriculture and Biology, 5(2): 117-120.

Bewley, J.D., Bradford, K. and Hilhorst, H. 2012. Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy. Springer Science & Business Media. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4693-4_4

Biabani, A., Carpenter Boggs, L., Katozi, M. and Sabouri, H. 2011. Effects of seed deterioration and inoculation with *'Mesorhizobium ciceri*' on yield and plant performance of chickpea. Australian Journal of Crop Science, 5(1): 66-70.

Bruggink, G., Ooms, J. and Van Der Toorn, P. 1999. Induction of longevity in primed seeds. Seed Science Research, 9(1): 49-53. https://doi.org/10.1017/S0960258599000057

Bujalski, W. and Nienow, A. 1991. Large-scale osmotic priming of onion seeds: a comparison of different strategies for oxygenation. Scientia Horticulturae, 46(1-2): 13-24. https://doi.org/10.1016/0304-4238(91)90088-G

Burgass, R. and Powell, A.A. 1984. Evidence for repair processes in the invigoration of seeds by hydration. Annals of Botany, 53: 753-757. https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.aob.a086741

www.SID.ir

Butler, L., Hay, F., Ellis, R., Smith, R. and Murray, T. 2009. Priming and re-drying improve the survival of mature seeds of *Digitalis purpurea* during storage. Annals of Botany, 103(8): 1261-1270. https://doi.org/10.1093/aob/mcp059

Chang, S. and Sung, J. 1998. Deteriorative changes in primed sweet corn seeds during storage. Seed Science and Technology, 26: 613-625.

Chiu, K., Chen, C., and Sung, J. 2002. Effect of priming temperature on storability of primed sh-2 sweet corn seed. Crop Science, 42: 1996-2003. https://doi.org/10.2135/cropsci2002.1996

Damavandi, A., Latifi, N. and Dashtban, A. 2008. Evaluation of seed vigour test and it's field efficiency in forage sorghum (*Sorghum bicolor* L.). Journal of Agricultural Science and Natural Resources, 14: 17-24. [In Persian with English Summery].

Dearman, J., Brocklehurst, P. and Drew, R. 1986. Effects of osmotic priming and ageing on onion seed germination. Annals of Applied Biology, 108(3): 639-648. https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1986.tb02003.x

Dell'aquila, A. and Bewley, J.D. 1989. Protein synthesis in the axes of polyethylene glycol-treated pea seed and during subsequent germination. Journal of Experimental Botany, 1001-1007. https://doi.org/10.1093/jxb/40.9.1001

Farhoudi, R., Sharifzadeh, F., Poustini, K., Makkizadeh, M. and Kochak Por, M. 2007. The effects of NaCl priming on salt tolerance in canola (*Brassica napus*) seedlings grown under saline conditions. Seed Science and Technology, 35(3): 754-759. https://doi.org/10.15258/sst.2007.35.3.23

Ghaderi-Far, F., Soltani, A. and Sadeghipour, H.R. 2010. Determination of seed viability constants in medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* L. subsp. Pepo. Convar. Pepo var. styriaca Greb), borago (*Borago officinalis* L.) and black cumin (*Nigella sativa* L.). Journal of Plant Production, 17: 53-66. [In Persian Whit English Summery].

Gurusinghe, S., Powell, A.L. and Bradford, K.J. 2002. Enhanced expression of BiP is associated with treatments that extend storage longevity of primed tomato seeds. Journal of the American Society for Horticultural Science, 127: 528-534. https://doi.org/10.21273/JASHS.127.4.528

Hacisalihoglu, G., Paine, D., Hilderbrand, M., Khan, A. and Taylor, A. 1999. Embryo elongation and germination rates as sensitive indicators of lettuce seed quality: Priming and aging studies. HortScience, 34(7): 1240-1243. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.34.7.1240

Hampton, J.G. and Tekrony, D.M. 1995. Handbook of vigour test methods. The International Seed Testing Association, Zurich (Switzerland).

Hill, H., Cunningham, J.D., Bradford, K.J. and Taylor, A. 2007. Primed lettuce seeds exhibit increased sensitivity to moisture content during controlled deterioration. HortScience, 42(6): 1436-1439. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.42.6.1436

Hussain, S., Khan, F., Hussain, H.A. and Nie, L. 2016. Physiological and biochemical mechanisms of seed priming-induced chilling tolerance in rice cultivars. Frontiers in Plant Science, 7: 116. https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00116

Hussain, S., Zheng, M., Khan, F., Khaliq, A., Fahad, S., Peng, S., Huang, J., Cui, K. and Nie, L. 2015. Benefits of rice seed priming are offset permanently by prolonged storage and the storage conditions. Scientific Reports, 5: 8101. https://doi.org/10.1038/srep08101

Ibrahim, E.A. 2016. Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. Journal of Plant Physiology, 192: 38-46. https://doi.org/10.1016/j.jplph.2015.12.011

Jafar, M., Farooq, M., Cheema, M., Afzal, I., Basra, S., Wahid, M., Aziz, T. and Shahid, M. 2012. Improving the performance of wheat by seed priming under saline conditions. Journal of Agronomy and Crop Science, 198(1): 38-45. https://doi.org/10.1111/j.1439-037X.2011.00485.x

www.SID.ir

Jatoi, S.A., Afzal, M., Nasim, S. and Anwar, R. 2001. Seed deterioration study in pea, using accelerated ageing techniques. Pakistan Journal of Biological Sciences, 4: 1490-1494. https://doi.org/10.3923/pjbs.2001.1490.1494

Joao Abba, E. and Lovato, A. 1999. Effect of seed storage temperature and relative humidity on maize (*Zea mays* L.) seed viability and vigour. Seed Science and Technology, 27(1): 101-114.

Kapoor, N., Arya, A., Siddiqui, M.A., Kumar, H. and Amir, A. 2011. Physiological and biochemical changes during seed deterioration in aged seeds of rice (*Oryza sativa* L.). American Journal of Plant Physiology, 6: 28-35. https://doi.org/10.3923/ajpp.2011.28.35

Khatun, A., Kabir, G. and Bhuiyan, M. 2009. Effect of harvesting stages on the seed quality of lentil (*Lens culinaris* L.) during storage. Bangladesh Journal of Agricultural Research, 34(4): 565-576. https://doi.org/10.3329/bjar.v34i4.5833

Kibinza, S., Vinel, D., Côme, D., Bailly, C. and Corbineau, F. 2006. Sunflower seed deterioration as related to moisture content during ageing, energy metabolism and active oxygen species scavenging. Physiologia Plantarum, 128(3): 496-506. https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2006.00771.x

Ma, F., Cholewa, E., Mohamed, T., Peterson, C.A. and Gijzen, M. 2004. Cracks in the palisade cuticle of soybean seed coats correlate with their permeability to water. Annals of Botany, 94: 213-228. https://doi.org/10.1093/aob/mch133

Malek, M., Ghaderi-Far, F., Torabi, B., Sadeghipour, H.R. and Hay, F.R. 2019. The influence of seed priming on storability of rapeseed (*Brassica napus*) seeds. Seed Science and Technology, 47: 87-92. https://doi.org/10.15258/sst.2019.47.1.09

Malik, C.P. and Jyoti. 2013. Seed deterioration: A review. International Journal of Life Science Biotechnology and Pharma Research, 2(3): 374-385.

Mcdonald, C., Floyd, C. and Waniska, R. 2004. Effect of accelerated aging on mazie, sorghun and sorghum meal. Journal of Cereal Science, 39: 351-301. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2004.01.001

Mcdonald, M. 1999. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. Seed Science and Technology, 27: 177-237.

Paparella, S., Araújo, S., Rossi, G., Wijayasinghe, M., Carbonera, D. and Balestrazzi, A. 2015. Seed priming: state of the art and new perspectives. Plant Cell Reports, 34(8): 1281-1293. https://doi.org/10.1007/s00299-015-1784-y

Powell, A.A., Yule, L.J., Jing, H.C., Groot, S.P., Bino, R.J. and Pritchard, H.W. 2000. The influence of aerated hydration seed treatment on seed longevity as assessed by the viability equations. Journal of Experimental Botany, 51: 2031-2043. https://doi.org/10.1093/jexbot/51.353.2031

Quintero, M.F.C., Castillo, O.G., Sánchez, P.D., Guzman, A.J. and Guzmán, J.M. 2018. Relieving dormancy and improving germination of Piquín Chili Pepper (*Capsicum annuum* var. glabriusculum) by priming techniques. Journal Cogent Food and Agriculture, 4: 1-13. https://doi.org/10.1080/23311932.2018.1550275

Rajjou, L. and Debeaujon, I. 2008. Seed longevity: survival and maintenance of high germination ability of dry seeds. Comptes Rendus Biologies, 331: 796-805. https://doi.org/10.1016/j.crvi.2008.07.021

Schwember, A.R. and Bradford, K.J. 2005. Drying rates following priming affect temperature sensitivity of germination and longevity of lettuce seeds. HortScience, 40(3): 778-781. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.40.3.778

Schwember, A.R. and Bradford, K.J. 2010. Quantitative trait loci associated with longevity of lettuce seeds under conventional and controlled deterioration storage conditions. Journal of Experimental Botany, 61: 4423-4436. https://doi.org/10.1093/jxb/erq248

www.SID.ir

Shelar, V., Shaikh, R. and Nikam, A. 2008. Soybean seed quality during storage: a review. Agricultural Review, 29: 125-131.

Soltani, E., Miri, A.A. and Ghaderi-Far, F. 2009. The effect of seed priming on emergence and yield of cotton at different sowing dates. Journal of Plant Production, 16: 163-174. [In Persian with English Summery].

Taghi Zoghi, S., Soltani, E., Alahdadi, I. and Sadeghi, R. 2018. The effects of different priming methods on the storability and germination under salinity stress in rapeseed (*Brassica napus*) line Karaj 3. Iranian Journal of Seed Research, 4(2): 79-91. [In Persian with English Summery] https://doi.org/10.29252/yujs.4.2.79

Timple, S.E. and Hay, F.R. 2018. High-temperature drying of seeds of wild Oryza species intended for long-term storage. Seed Science and Technology, 46:107-112. https://doi.org/10.15258/sst.2018.46.1.10

Welbaum, G.E. and Bradford, K.J. 1988. Water relations of seed development and germination in muskmelon (*Cucumis melo* L.): I. Water relations of seed and fruit development. Plant Physiology, 86: 406-411. https://doi.org/10.1104/pp.86.2.406

Welbaum, G.E. and Bradford, K.J. 1991. Water relations of seed development and germination in muskmelon (*Cucumis melo* L.) VI. Influence of priming on germination responses to temperature and water potential during seed development. Journal of Experimental Botany, 42: 393-399. https://doi.org/10.1093/jxb/42.3.393

www.SID.ir

Archive of SID

Iranian Journal of Seed Research, 2020, 6(2):45-60

Yasouj University

Research Article

# The Effect of Priming on Seed Viability of Canola (*Brassica napus*) Cultivars under Different Storage Conditions

**Mohsen Malek[1], Farshid Ghaderi-Far[2,*], Benjamin Torabi[2], Hamid Reza Sadeghipour[3]**

**Extended Abstract**

**Introduction**: Priming is one of the most commonly used seed enhancement techniques. Events such as increased synthesis of nucleic acids, activation of repair processes, increased respiratory activity, and improved antioxidant capacity during priming lead to advanced metabolism in seeds. The most important effects of priming include increased percentage, speed and uniformity of germination and emergence. However, the longevity of primed seeds in storage is the major concern for researchers as it restricts widespread use of this technique. Some researchers believe that priming reduces the storage capacity of seeds, while others have reported increased seed shelf life after using priming treatments. Therefore, this study sought to investigate the effects of priming on the storage capacity of the seeds of canola cultivars under different storage conditions.

**Material and Methods:** In this study, the effects of priming on the shelf life of seeds of three canola cultivars including Dk-xpower, Traper and Hayola50 were investigated. For this purpose, the seeds were first treated with hydropriming and osmopriming methods. Then primed and control seeds with 6, 9, 12 and 15% moisture content were stored for 8 months at 15, 25, 35 and 45 °C. Sampling from different seed treatments was carried out at intervals of 1 to 30 days to assess germination. Finally, by fitting a three-parameter logistic model to cumulative germination data versus the day after storage, the time to germination loss to 50% was calculated and used to compare seed storage behavior between the treatments.

**Results:** The results showed that the storage behavior of canola seed varies greatly depending on the cultivar, and each cultivar showed a distinct behavior. Priming effects on the shelf life of seeds were different depending on the storage conditions, cultivars and also the priming methods. Comparison of the effects of priming on the seeds' shelf life under different storage conditions showed that priming treatments were more efficient under higher seed moisture content and storage temperatures than those with lower seed moisture content and storage temperatures. In addition, priming treatments in Dk-xpower cultivar often increased the seeds' shelf life. However, in the Traper and Hayola 50 cultivars, hydropriming often improved the seeds' shelf life, and in contrast to osmopriming, it led to a decrease in the shelf life of the seeds.

**Conclusion:** Based on the results of this study, it was shown that priming effects on canola seed viability can be a function of various factors such as cultivar, storage conditions, and also the type of priming treatment. Moreover, in this study, hydropriming often increased seed longevity whereas osmopriming often increased the deterioration rate and reduced seed longevity.

***Keywords: Seed longevity, Seed deterioration, Seed storage behavior, Hydropriming, Osmopriming***

***Highlights:***

1- Seed storage behavior of canola cultivars was compared under natural storage conditions.
2- Priming effects on seed longevity of canola cultivars was investigated under different storage conditions.

[1] Graduated of Seed Science and Technology at Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
[2] Associate Professor in Agronomy at Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
[3] Associate Professor of Biology at Golestan University, Golestan, Iran

[*]Corresponding author E-mail: farshidghaderifar@gau.ac.ir

DOR: 98.1000/2383-1251.1398.6.45.12.2.1578.1610

DOI: 10.29252/yujs.6.2.45

(Received: 15.09.2019 ; Accepted: 14.12.2019)

www.SID.ir