"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد دهم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۰
(ص ۴۱-۳۱)
مقاله پژوهشی

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 10, No.: 3, Autumn 2021
(pp: 31-41)
DOI: 10.22034/ijsst.2020.125877.1270
Research Article

ماندگاری بذر پرایم شده کلزا (*Brassica napus* L.) رقم اکاپی در شرایط متفاوت انبارداری با استفاده از سه نوع بسته‌بندی

سپیده نیکومرام[1]، رضا توکل افشاری[2*]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر دانشگاه تهران
۲. استاد گروه آموزشی اگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۱/۲۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۵/۲۰)

چکیده

به منظور بررسی اثر شرایط مختلف نگهداری بذر بر قابلیت انبارداری بذور پرایم شده کلزا(رقم اکاپی) آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل پرایم بذر با استفاده از محلول ۰,۵ درصد نیترات پتاسیم به مدت ۱۲ ساعت (دو سطح پرایم نشده و پرایم شده)، نوع بسته‌بندی بذور (سه سطح نانو، پلاستیک همراه با خلأ و فویل آلومینیوم)، محیط نگهداری بذور شامل دو سطح دمایی (۱۵ و ۳۰ درجه‌سانتیگراد)، و چهار سطح رطوبتی (۵، ۹، ۱۳ و ۱۷ درصد) و مدت زمان انبارداری در شش سطح (۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰ و ۱۸۰ روز) بودند. نتیجه تجزیه واریانس نشان داد که با افزایش مدت زمان انبارداری، همچنین با افزایش مقدار رطوبت محتوی بذر و دمای انبارداری بنیه بذرها به مرور کاهش پیدا می کند و در شاخص‌های مورد بررسی این کاهش در همان ماه‌های ابتدایی در تیمار رطوبت ۱۷ درصد و دمای ۳۰ درجه‌سانتی گراد رخ داد که نشان دهنده تاثیر بیشتر شرایط نگهداری نسبت به زمان انبارداری و نوع بسته‌بندی‌ها در حفظ کیفیت بذرها بود. برای شاخص‌های درصد و سرعت جوانه‌زنی کلزا، بین اثرات اصلی و اثرات متقابل دو و سه‌گانه تفاوت معنی‌داری درسطح احتمال یک درصد وجود داشت. بذرهای نگهداری شده در بسته نانو در دما و رطوبت بالا نسبت به بذرهای موجود در سایر بسته‌ها زوال کمتری نشان دادند. بنابراین بسته‌بندی نانو باعث حفظ کیفیت بذر در شرایط رطوبت و دمای بالا می‌شوند و به عنوان بسته‌بندی مناسبی برای نگهداری آنها در این شرایط توصیه می‌شوند.

کلمات کلیدی: انبارداری، بذر کلزا، بسته‌بندی، زوال

Storability of rapeseed primed seeds under various storage conditions using three packaging materials

S. Nikoumaram[1], R. Tavakol Afshari[2*]

1. M. Sc. Student, Seed Science and Technology, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
2. Professor, Department of Agrotechnology, faculty of Agriculture, Ferdowsi University, Mashhad, Iran
(Received: Apr. 15, 2019 – Accepted: Aug. 11, 2019)

Abstract

An experiment was done in the research laboratory of Tehran University in order to evaluate the effect of various conditions of seed storage on storability of rapeseed primed seed. The experiment factors have included the seed priming using .05% lotion of KNO3 for 12 hours (primed and non primed with a this lotion)–package (vaccum packaging, nano and aluminium bags)–seed storage condition including: moisture content (5, 9, 13 and 17 %), temperatures (15 and 30) and storage periods (1, 2, 3, 4, 5 and 6 months). Analysis of variance demonstrated that with increasing the duration of storage and also with increasing seed content humidity amount and storage temperature, the seeds vigour would be decreased and in studing indexes, this decrease occurred in the first month of storage in 17% seed water content and 30 C temperature treatment and not in other onces, which shows that storage condition in more important in storage than other factors. For all indices, germination rate and percentage in rapeseed seed, there were significant differences in main, double and triple interaction effects at 1% probability level. The nano packagings is usually suggested as a suitable packaging to preserve the seeds in these condition.

Key words: seed storage- deterioration- packaging - rapeseed seeds

* Email: tavakolafshari@um.ac.ir

مقدمه

مصرف روغن های گیاهی با توجه به افزایش جمعیت و تغییر الگوی غذایی مردم در حال افزایش است. لذا با عنایت به اینکه بخش زیادی از روغن مورد نیاز کشور از طریق واردات تامین می‌گردد، افزایش تولید و کیفیت محصولات دانه روغنی در داخل کشور بسیار حائز اهمیت می‌باشد. خوشبختانه بسیاری از گیاهان دانه روغنی دارای سازگاری وسیعی با شرایط اقلیمی کشور می‌باشند و امکان تولید دانه‌های روغنی در داخل فراهم است. کلزا با نام علمی (*Brassica napus* L.) و از تیره شب‌بو یا چلیپائیان[1] است. روغن کلزا دارای مقادیر اندک اسیدهای چرب اشباع شده (کمتر از ۷٪) است و در عوض مقادیر بالایی از اسیدهای چرب اشباع نشده چون اسید اولئیک (۶۱٪)، اسید آلفا لینولنیک (۱۱٪) و اسید لینولئیک (۲۱٪)دارد. اسید اولئیک و آلفالینولنیک باعث کاهش کلسترول خون و جلوگیری از حمله قلبی می‌شود. این ویژگی‌ها باعث افزایش مصرف روغن کلزا در جیره غذایی مردم کشورهای مختلف شده است. بذر به عنوان واحد بنیادین تکوین حیات گیاه از دیرباز مورد توجه بوده و شناخت آن به نقطه آغاز کشاورزی بر می‌گردد. موفقیت در مسیر تولید و برداشت به فرآیند های پس از برداشت شامل خشک کردن، انبار داری بذر و نهایتاً بازگشت دوباره بذر به مزرعه بستگی دارد (Black and Bewley, 2009). پیش بینی کیفیت بذر در طی انبارداری به درک رابطه بین سه عامل رطوبت بذر، دمای نگهداری و زمان نگهداری آن بستگی دارد که در واقع بر میزان زنده‌مانی بذر موثرند (Yaja *et al.*, 2005). زوال بذر که در طی انبارداری اتفاق می‌افتد باعث کاهش کیفیت بذر، استقرار گیاهچه و در نهایت عملکرد در مزرعه می‌گردد (Verma *et al.*, 2003). شرایط نامساعد انبارداری منجر به زوال و کاهش کیفیت بذرها طی نگهداری می‌شود که به شدت تحت تاثیر شرایط محیطی انبارداری قرار می‌گیرد (Ellis and Hong, 2007). بسته‌بندی بذر به حفظ قوه‌نامیه و کیفیت آن‌ها می‌انجامد و برای رسیدن به این هدف موادی که برای بسته‌بندی به کار می‌روند، از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردارند. آگاهی از وقوع بهبود زوال در طی آبنوشی بذر، سبب شده است تا در صنعت بذر، پرایم کردن برای بسیاری از محصولات مورد استفاده قرار گیرد. پرایم کردن بذر شامل هیدراتاسیون بذور با استفاده از دستورالعمل‌های مختلف و سپس خشک کردن بذر به منظور مدیریت معمول آن می‌باشد. افزایش سرعت جوانه‌زنی، یکنواختی بیشتر در سبز شدن، جوانه‌زنی تحت دامنه وسیع‌تری از شرایط محیطی و بهبود بنیه و رشد گیاهچه از مزایای پرایمینگ می‌باشند (Hardegree, 1994؛ *Basra et al*,. 2005). محققین زیادی بهبود سرعت جوانه‌زنی و خروج اندام هوایی از خاک را در بذور پرایم شده خصوصاً بذور ضعیف یا خسارت دیده در شرایط نامساعدی نظیر دمای بالایا خشکی، گزارش کرده‌اند (Carpenter and Boucher., 1991).

با توجه به اهمیت گیاهان دانه روغنی در تأمین روغن و پروتئین گیاهی و نیز تعیین شرایط محیطی مناسب جهت حفظ کیفیت بذر های روغنی، هدف نهایی طرح، ارزیابی استفاده از پوشش‌های مختلف بسته‌بندی جهت بررسی ماندگاری بذر کلزا (رقم اکاپی) در شرایط متفاوت انبارداری و حفظ کیفیت بذر خواهد بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در آزمایشگاه علوم و تکنولوژی بذر گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران در سال ۱۳۹۴ - ۱۳۹۳ انجام گرفته است. در این بررسی از بذر گواهی شده کلزا (*Brassica napus*) رقم اکاپی تولید شده درسال ۱۳۹۲، استفاده شدکه از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه گردید. قبل از تعیین رطوبت محتوی بذرها، آزمون جوانه‌زنی استاندارد را برای اطمینان از درصد

[1] *Brassicaceae Cruciferea*

جوانه زنی قابل قبول هر بذر انجام داده شد. سه تکرار پنج گرمی از بذرهای پرایم و غیر پرایم شده را به دقت توزین و به مدت ۱۷ ساعت در آون ۱۰۳ درجه بدون آسیاب برای کلزا قرار داده شد، سپس دوباره وزن شده و میزان رطوبت بذر بر پایه وزن تر[1] بر حسب درصد از طریق فرمول زیر محاسبه گردید (ایستا[2]، ۲۰۰۹). در این فرمول M_1 وزن بذر (بر حسب گرم) قبل از خشک کردن و M_2 وزن بذر (بر حسب گرم) بعد از خشک کردن است.

$$\left(\frac{M_1 - M_2}{M_2}\right)\times 100 \qquad \text{(رابطه ۱)}$$

ایجاد رطوبت‌های بذر: برای ایجاد رطوبت‌های مورد نظر از رابطه۲ استفاده شد.

$$w2 = w1\frac{(A - B)}{(100 - A)} \qquad \text{(رابطه ۲)}$$

در این رابطه B درصد رطوبت اولیه بذر، A درصد رطوبت مورد نظر، W1 جرم اولیه توده بذر بر حسب گرم و W2 جرم آب مقطر بر حسب گرم می‌باشد (Hampton and TeKrony., 1995). مقدار آب مورد نیاز به توده‌های بذری اضافه ، و برای اطمینان از عدم تبادل رطوبت با بیرون آنها را مهر و موم کرده و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند تا بذرها هم رطوبت گردند.

در این آزمایش از اسموپرایمینگ استفاده شد، که میزان مورد نیاز بذرها را بر حسب گرم وزن کرده و در محلول ۰/۵درصد KNO_3 ، در ژرمیناتور ۱۰ درجه سانتی گراد قرار دادیم، برای جلوگیری از تبخیر و تغییر غلظت محلول درب ظرف با فویل آلومینیومی بسته شد. پس از گذشت زمان ۱۲ ساعت و اتمام مدت زمان پرایم، بذرها را از ظرف خارج کرده و سه مرتبه با آب مقطر شست‌وشو داده و تا رسیدن به رطوبت اولیه در محیط عاری آلودگی به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق و سپس ۲۴ ساعت هم در ژرمیناتور ۱۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند.

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی اجرا شد. فاکتورهای مورد مطالعه شامل چهار سطح رطوبت بذر (۵، ۹، ۱۳ و ۱۷ درصد)، که پس از رساندن بذرها به رطوبت‌های مورد نظر، در بسته‌های مربوطه شامل سه نوع پوشش بسته بندی بذر (آلومینیومی و نانو و پلاستیک خلاء) قرار داده شدند که بسته‌های نانو از شرکت نانو بسپار آیتک، پاکت‌های آلومینیومی آماده از گروه زراعت و اصلاح نباتات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، تهیه و بذرها توسط دستگاه وکیوم بانک ژن بسته‌بندی شدند؛ و بسته‌های پلاستیک از شرکت فود سیور، تهیه و عمل بسته بندی بذرها توسط دستگاه وکیوم سیلر انجام شد. بعد از ارزیابی انواع ظروف بسته‌بندی بهترین ظرف برای نگهداری بذرها انتخاب می‌شود و در دو سطح دمایی (۱۵ و ۳۰ درجه سلسیوس) به مدت شش ماه در انبار نگهداری شد. به فاصله هر یک ماه یک‌بار نمونه برداری انجام شده (یک، دو، سه، چهار، پنج و شش ماه) و آزمون جوانه‌زنی استاندارد انجام شد. بذرهایی که انبارداری شدند، به فواصل زمانی معین بیرون آورده شده و آزمون‌های کیفی روی آن‌ها انجام شد. این آزمون‌ها شامل، درصد و سرعت جوانه‌زنی، می‌باشد (ISTA., 2010). در هر ماه سه تکرار ۵۰ بذری را توسط پنس استریل در پتری نه سانتی‌متری استریل، بر روی یک لایه کاغذ صافی ضدعفونی شده (درون اتوکلاو در دمای ۱۲۰ درجه‌سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت)، به روش (top of paper) قرار داده، به هر پتری پنج میلی‌لیتر آب مقطر استریل اضافه شد. بذرها به منظور آزمون جوانه‌زنی استاندارد به ژرمیناتور به مدت هفت روز در دمای ۲۰ درجه‌سانتی‌گراد منتقل شدند (ISTA., 2010). به فاصله هر یک ماه یک بار نمونه برداری انجام شده است و آزمون جوانه‌زنی استاندارد انجام می‌شود؛ که شاخص‌های مورد بررسی شامل:

[1] Fresh basis
[2] International Seed Testing Association

* درصد جوانه‌زنی:

(رابطه۳)

$$\text{درصد جوانه‌زنی} = \frac{\text{تعداد بذرهای جوانه زده}}{\text{تعداد کل بذرها}} \times ۱۰۰$$

* سرعت جوانه‌زنی:

(رابطه ۴)

$$\text{سرعت جوانه‌زنی} = \frac{\text{تعداد بذر جوانه زده در شمارش اول}}{\text{تعداد روز شمارش اول}} + \cdots + \frac{\text{تعداد بذر جوانه زده در شمارش آخر}}{\text{تعداد روز شمارش آخر}}$$

(ISTA., 2010).

* شاخص طولی بنیه: پس از آخرین روز جوانه‌زنی طول گیاهچه‌ها (cm) اندازه‌گیری و شاخص طولی بنیه از طریق فرمول زیر محاسبه شد (ISTA., 2010).

(رابطه ۷) = شاخص طولی بنیه

میانگین طول گیاهچه (cm) × درصد جوانه‌زنی استاندارد

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده های این مطالعه نشان داد که کلیه اثرات اصلی شامل مدت زمان انبارداری، میزان رطوبت، نوع بسته‌بندی و همچنین اثرات متقابل دوگانه و سه گانه بر روی صفت‌های مورد بررسی دارای تاثیر معنی‌دار بودند ($p\leq0.01$) (جدول۱، ۲، ۳ و ۴).

جدول ۱- تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات جوانه‌زنی بذر کلزا غیر پرایم تحت تاثیر دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد

Table 1- Analysis of variance or germination traits of non-primed rapeseed seed under the influence of temperature (15°C)

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی Df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	شاخص بنیه یک Vigour Index
مدت زمان انبارداری Duration of storage	5	10454**	164**	301635**
رطوبت Moisture	3	8918**	192**	106843**
مدت زمان انبارداری * رطوبت Duration of storage * Moisture	15	708**	10**	37586**
نوع بسته‌بندی Package type	2	22339**	350**	93814**
نوع بسته‌بندی * مدت زمان انبارداری Packing type * Duration of storage	10	1050**	13**	35093**
نوع بسته‌بندی * رطوبت Packing type * Moisture	6	1390**	18**	53380**
مدت زمان انبارداری * نوع بسته‌بندی * رطوبت Duration of storage* Package type * Moisture	30	828**	12**	29098**
خطا Error	144	17	0.59	287
درصد ضریب تغییرات Coefficient of variation (%)	-	12	17.44	18

**، * و ns به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم معنی داری

**, * , ns- significant at the 1%, 5% level and non significant

جدول ۲- تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات جوانه‌زنی بذر کلزا غیر پرایم تحت تاثیر دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد

Table 2- Analysis of variance of germination of traits of non-primed rapeseed seed under the influence of temperature (30°C)

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی Df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	شاخص بنیه یک Vigour Index
مدت زمان انبارداری Duration of storage	5	18.291 **	35.98 **	21300 **
رطوبت Moisture	3	4389 **	77.62 **	11754 **
مدت زمان انبارداری * رطوبت Duration of storage * Moisture	15	443 **	8.47 **	3047 **
نوع بسته‌بندی Package type	2	11973 **	265.48 **	57098 **
نوع بسته‌بندی * مدت زمان انبارداری Packing type * Duration of storage	10	1466 **	22.46 **	13116 **
نوع بسته‌بندی * رطوبت Packing type * Moisture	6	1162 **	25.43 **	4236 **
مدت زمان انبارداری * نوع بسته‌بندی * رطوبت Duration of storage* Package type * Moisture	30	468 **	9.46 **	2210 **
خطا Error	144	22.15	0.39	77
درصد ضریب تغییرات Coefficient of variation (%)	-	25.81	25.14	36

** ، * و ns به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم معنی داری

**, *, ns- significant at the 1%, 5% level and non significant

جدول ۳- تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات جوانه‌زنی بذر کلزا پرایم شده تحت تاثیر دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد

Table 3- Analysis of variance of germination traits of primed rapeseed seed under the influence of temperature (15°C)

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی Df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	شاخص بنیه یک Vigour Index
مدت زمان انبارداری Duration of storage	5	2237**	44.45**	548184**
رطوبت Moisture	3	10244**	165.44**	565800**
مدت زمان انبارداری * رطوبت Duration of storage * Moisture	15	859**	10.65**	55649**
نوع بسته‌بندی Package type	2	179**	28.13**	26356**
نوع بسته‌بندی * مدت زمان انبارداری Packing type * Duration of storage	10	1524**	34.62**	48758**
نوع بسته‌بندی * رطوبت Packing type * Moisture	6	1846**	19.60**	42736**
مدت زمان انبارداری * نوع بسته‌بندی * رطوبت Duration of storage* Package type * Moisture	30	902**	13.77**	43398**
خطا Error	144	39.10	0.92	2291
درصد ضریب تغییرات Coefficient of variation (%)	-	8.59	10.03	21

** ، * و ns به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم معنی داری

**, * , ns- significant at the 1%, 5% level and non significant

جدول ۴- تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات جوانه‌زنی بذر کلزا پرایم شده تحت تاثیر دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد

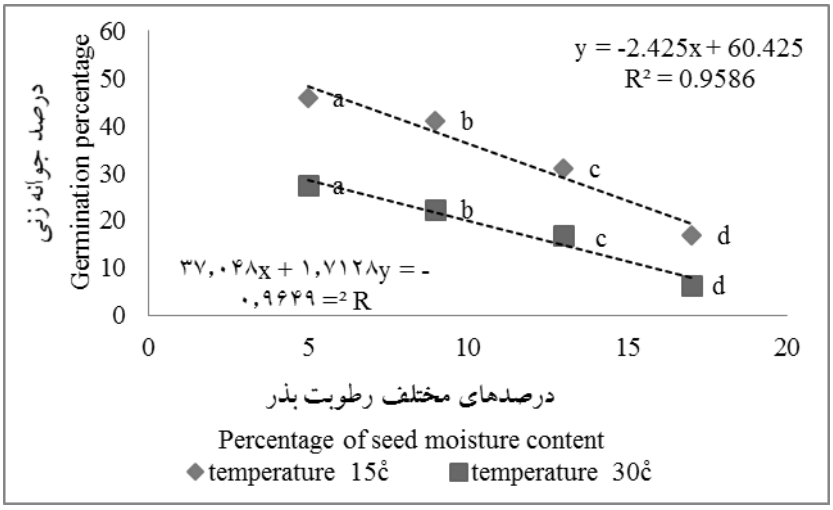
Table 4- Analysis of variance of germination traits of primed rapeseed seed under the influence of temperature (30°C)

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	شاخص بنیه یک Vigour Index
مدت زمان انبارداری Duration of storage	5	**5317	**190	**405710
رطوبت Moisture	3	**30027	**423	**341066
مدت زمان انبارداری * رطوبت Duration of storage * Moisture	15	**460	**10	**20758
نوع بسته‌بندی Package type	2	**7584	**155	**179177
نوع بسته‌بندی * مدت زمان انبارداری Packing type * Duration of storage	10	**1630	**45	**56837
نوع بسته‌بندی * رطوبت Packing type * Moisture	6	**5489	**97	**47911
مدت زمان انبارداری * نوع بسته‌بندی * رطوبت Duration of storage* Package type * Moisture	30	**836	**13	**25371
خطا Error	144	36	0.72	1307
درصد ضریب تغییرات Coefficient of variation (%)	-	9	10.72	22

** ، * و ns به ترتیب معنی داری در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و عدم معنی داری

**, * , ns- significant at the 1%, 5% level and non significant

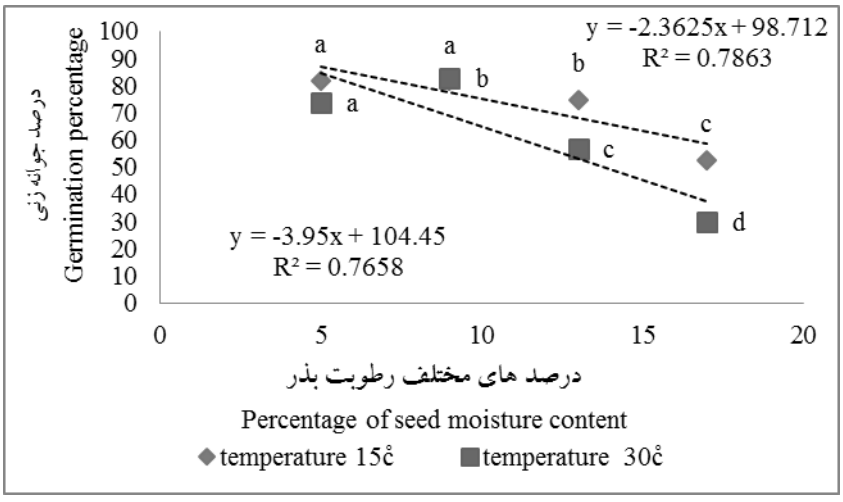
از نظر صفت درصد جوانه‌زنی بیشترین میزان این صفت در تیمارهای مختلف اغلب در مدت زمان ۳۰ روز پس از انبارداری و کمترین آن پس از ۱۲۰ روز انبارداری بوده، و در رطوبت ۵ درصد در تمامی تیمارها، این صفت دارای بیشترین و در رطوبت ۱۷ درصد دارای کمترین مقدار خود بوده است (شکل ۱ و۲)؛ در تیمارهای غیر پرایم در هر دو دمای ۱۵ و ۳۰ درجه‌سانتی گراد، بسته‌بندی نانو دارای درصد بیشتری جوانه زنی بود اما در تیمار پرایم در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد بسته‌بندی نانو و پلاستیک از نظر درصد جوانه‌زنی دارای تفاوت معنی‌دار نبوده ولی در در دمای ۳۰ درجه‌سانتی‌گراد بسته‌بندی پلاستیک دارای بیشترین میزان جوانه‌زنی بوده و در کل درصد جوانه‌زنی با دو برابر شدن دمای انبار به طور معنی‌داری به شدت کاهش یافته و بذرهای پرایم شده نسبت به غیر پرایم‌ها دارای افزایش چشمگیر درصد جوانه زنی بودند که این میزان افزایش در دمای ۳۰ درجه‌سانتی گراد نسبت به ۱۵ درجه سانتی گراد کمتر بوده. کاهش درصد جوانه‌زنی بر اثر زوال در اکثر تحقیقات مشاهده شده است. که از دلایل عمده آن می‌توان به پراکسیداسیون چربی‌ها، خسارت به غشاهای سلولی، آسیب به فرایند سنتز RNA تخریب DNA، رسوب و غیرفعال شدن آنزیم‌ها اشاره کرد (Lehnera *et al.*, 2006). درصد جوانه‌زنی و سبز شدن بالاتر بذور پرایم شده به دلیل انجام یک سری از فرایندهای جوانه‌زنی از جمله آبنوشی و سنتز اسیدهای نوکلوئیک در طی مرحله پرایمینگ بذر است (Wang *et al.*, 2003).



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر درصدهای مختلف رطوبت بر درصد جوانه‌زنی بذر غیر پرایم شده کلزا

(حروف مشابه بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشند بر اساس آزمون دانکن ۵ درصد، خط‌چین بیانگر برازش رگرسیون خطی به میانگین داده‌ها می‌باشد).

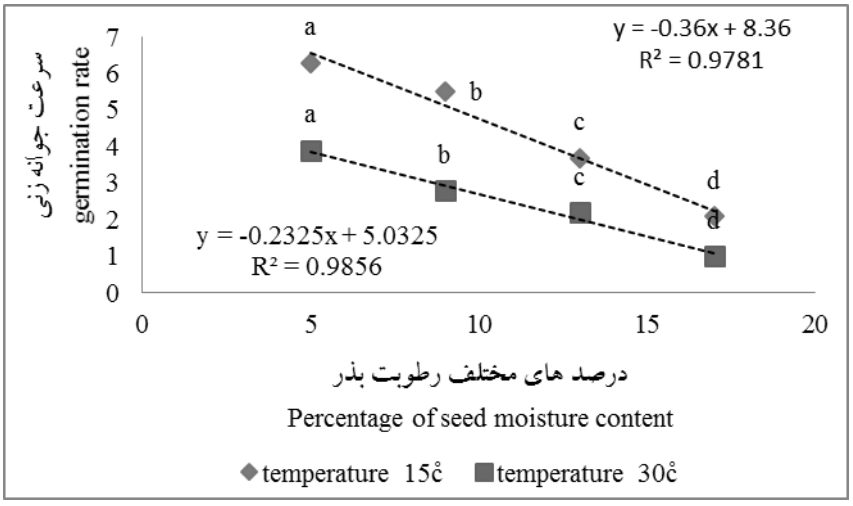
Figure 1- Comparison of the average effect of different moisture content on the seed germination percentage of none primed rapeseed seed in the same letters indicates no significant difference.
According to the Duncan test, 5%, the line represents the fit of linear regression to the mean of data.



شکل ۲- مقایسه میانگین اثر درصدهای مختلف رطوبت بر درصد جوانه‌زنی بذر پرایم شده کلزا (حروف مشابه بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشند بر اساس آزمون دانکن ۵ درصد، خط‌چین بیانگر برازش رگرسیون خطی به میانگین داده‌ها می‌باشد).

Figure 2- Comparison of the average effect of different moisture content on the seed germination percentage of primed rapeseed seed in the same letters indicates no significant difference.
According to the Duncan test, 5%, the line represents the fit of linear regression to the mean of data

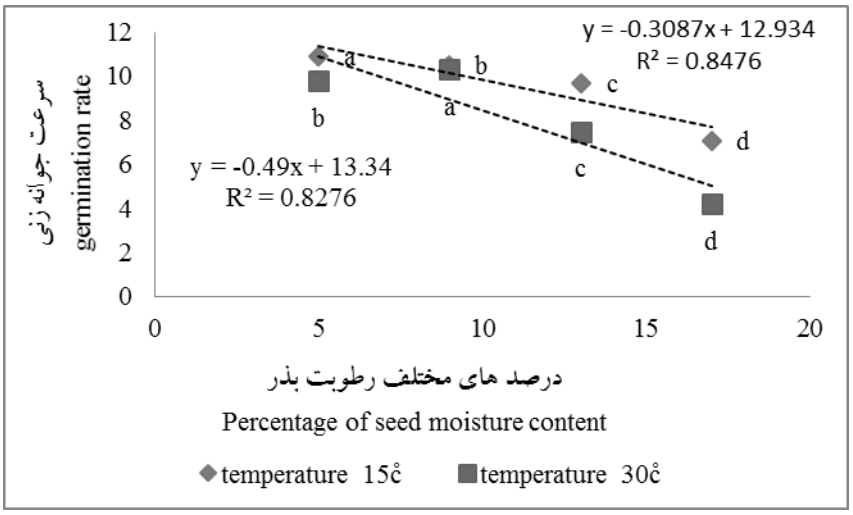
در مورد صفت سرعت جوانه‌زنی بررسی میانگین داده‌های به دست آمده نشانگر این بود که با گذشت زمان و افزایش مدت زمان انبارداری به طور کل سرعت جوانه‌زنی بذور کلزا کاهش یافت و همچنین این صفت در بذر پرایم شده کلزا نسبت به بذور غیرپرایم بیشتر بوده است. در دمای ۱۵ درجه‌سانتی‌گراد نیز سرعت جوانه‌زنی به مراتب بیشتر (حدود دو برابر) نسبت به دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد بود (شکل ۳ و ۴).



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر درصدهای مختلف رطوبت بر سرعت جوانه‌زنی بذر غیر پرایم شده کلزا

(حروف مشابه بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشند بر اساس آزمون دانکن ۵ درصد، خط‌چین بیانگر برازش رگرسیون خطی به میانگین داده‌ها می‌باشد).

Figure 3- Comparison of the average effect of different moisture content on the seed germination rate of none primed rapeseed seed in the same letters indicates no significant difference.
According to the Duncan test, 5%, the line represents the fit of linear regression to the mean of data.



شکل ۴- مقایسه میانگین اثر درصدهای مختلف رطوبت بر سرعت جوانه‌زنی بذر ا پرایم شده کلزا

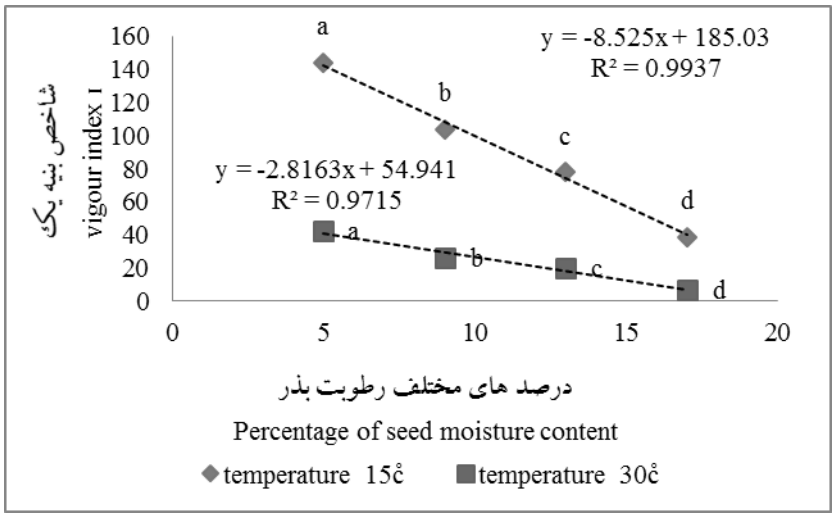
(حروف مشابه بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشند بر اساس آزمون دانکن ۵ درصد، خط‌چین بیانگر برازش رگرسیون خطی به میانگین داده‌ها می‌باشد).

Figure 4- Comparison of the average effect of primed rapeseed seed in the same letters indicates no significant difference.
According to the Duncan test, 5%, the line represents the fit of linear regression to the mean of data.

کاهش در سرعت جوانه‌زنی احتمالا به دلیل وقفه‌ای است که در شروع فرآیند در بذرهای زوال یافته ایجاد می‌شود. علت وقفه ایجاد شده احتمالا این است که بذرها برای تعمیر خسارت‌های وارد شده به غشاء و دیگر قسمت‌های سلول همچنین آغاز مجدد فعالیت سیستم آنتی‌اکسیدانتی و جلوگیری از بروز تنش اکسیداتیو نیاز به زمان دارد و تعمیر این خسارت‌ها فقر پس از جذب آب توسط بذر امکان‌پذیر است. بنابراین مدت زمان لازم برای تکمیل

فرآیند جوانه‌زنی در بذرهای زوال یافته افزایش می‌یابد که نتیجه آن کاهش سرعت جوانه‌زنی است (Bailly C., 2004). تغییرات سرعت جوانه‌زنی بذر کلزا تحت تأثیر رطوبت دارای روند کاهشی بوده است. از دست رفتن عملکرد غشاء سلولی و نشت مواد مختلف یکی از عوامل اصلی کاهش پتانسیل جوانه‌زنی و رشد گیاهچه و در نتیجه کاهش سرعت جوانه‌زنی می‌باشد (Goel and Sheoran., 2003). محققان در مورد کلزا نشان دادند که سرعت جوانه‌زنی در پاسخ به پرایمینگ افزایش می‌یابند. پرایمینگ بذرها باعث بهبود در سرعت جوانه‌زنی و یکنواختی جوانه‌زنی و کاهش حساسیت بذرها به عوامل محیطی می‌گردد (Afzal *et al*., 2006؛ Basra *et al*., 2003).

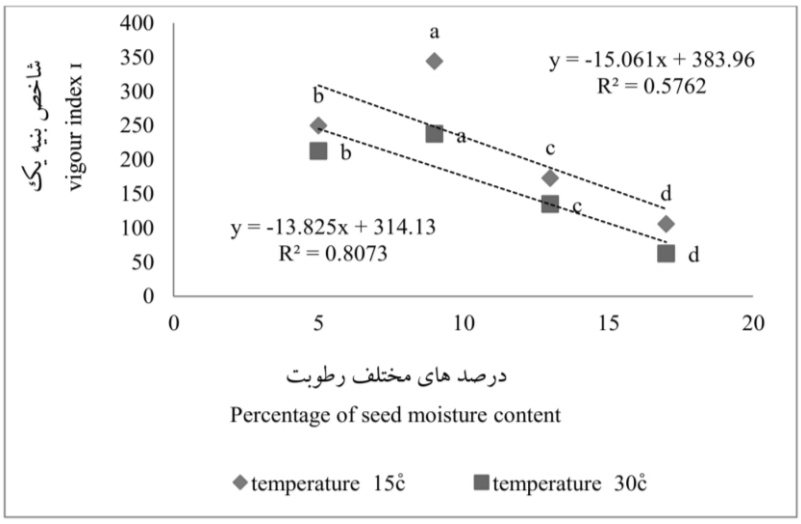
مقایسه میانگین داده‌های بدست آمده بیانگر این بود که با گذشت زمان و افزایش مدت زمان انبارداری، به طور کلی شاخص بنیه یک و دو روند کاهشی داشتند. نتایج مقایسه میانگین شاخص بنیه یک و دو نشان داد که با مقدار کمتر رطوبت بذر کلزا این شاخص‌ها افزایش می‌یابند. اثر متقابل مدت زمان انبارداری و نوع بسته‌بندی نشان داد که بسته‌بندی نانو و پلاستیک در مدت زمان‌های مختلف دارای بیشترین مقدار شاخص بنیه یک و دو کلزا بود. در طی بررسی هایی که بر روی محتوای رطوبت بذر پیاز و مواد بسته بندی بر روی شاخص بنیه بذر صورت گرفت؛ نشان داد که بذور با ۵درصد رطوبت و بسته بندی آلومینیوم همراه با خلاء مدت زمان بیشتری در مقایسه با تیمارهای مورد آزمایش، ماندگاری داشتند؛ شاخص ویگور نیز در این تیمار از سایر تیمارها بالاتر بود (Tripathi and Lawande., 2014). همچنین در پژوهشی بر روی بذر ارزن مرواریدی، با افزایش زوال بذر به طور معنی‌داری شاخص بنیه بذر نیز کاهش می‌یابد (Gupta *et al*., 2017). در تحقیقی که بر روی تجزیه تکفرول بذر کلزا، در شرایط انبارداری صورت گرفت نشان داده شد که بذور با محتوای رطوبت بالا، تجزیه تکفرول افزایش پیدا می‌کند (Gawrysiak *et al*., 2015). در مطالعه‌ای تاثیر دما و محتوای رطوبت بذور پرایم شده کلزا بر میزان تجزیه فیتوسترول صورت گرفت؛ آنالیزهای انجام شده نشان داد که دما، رطوبت و مدت زمان انبارداری تاثیر معنی‌داری بر تجزیه فیتوسترول دارد و تجزیه ی آن به دنبال افزایش دما و رطوبت، افزایش می‌یابد (Gawrysiak *et al*., 2012).



شکل۵- مقایسه میانگین اثر درصدهای مختلف رطوبت بر بنیه بذر غیر پرایم شده کلزا

(حروف مشابه بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشند بر اساس آزمون دانکن ۵ درصد، خط‌چین بیانگر برازش رگرسیون خطی به میانگین داده‌ها می‌باشد).

Figure 5- Comparison of the average effect of different moisture content on the seed vigour of none primed rapeseed seed in the same letters indicates no significant difference.
According to the Duncan test, 5%, the line represents the fit of linear regression to the mean of data.



شکل۶- مقایسه میانگین اثر درصدهای مختلف رطوبت بر بنیه بذر پرایم شده کلزا

(حروف مشابه بیانگر عدم تفاوت معنی‌دار می‌باشند بر اساس آزمون دانکن ۵ درصد، خط‌چین بیانگر برازش رگرسیون خطی به میانگین داده‌ها می‌باشد).

Figure 6- Comparison of the average effect of different moisture content on the seed vigour of primed rapeseed seed in the same letters indicates no significant difference.
According to the Duncan test, 5%, the line represents the fit of linear regression to the mean of data.

نتیجه تجزیه واریانس نشان داد که با افزایش مدت زمان انبارداری، مقدار رطوبت محتوی بذر و دمای انبارداری، بنیه بذرها به مرورکاهش پیدا می‌کند. برای شاخص‌های درصد و سرعت جوانه‌زنی کلزا، بین اثرات اصلی و اثرات متقابل دو و سه‌گانه تفاوت معنی‌داری درسطح احتمال یک درصد وجود داشت. بذرهای نگهداری شده در بسته نانو در دما و رطوبت بالا نسبت به بذرهای موجود در سایر بسته ها زوال کمتری نشان دادند. بنابراین بسته‌بندی نانو باعث حفظ کیفیت بذر در شرایط رطوبت و دمای بالا می‌شوند و به عنوان بسته‌بندی مناسبی برای نگهداری آنها در این شرایط توصیه می‌شوند.

سپاسگزاری

با سپاس فراوان از جناب آقای مهندس ایرج بازرگان مدیر عامل شرکت نانوبسپارآیتک که ما را در اجرای این پژوهش یاری نمودند.

منابع

Reference

Afzal. I., N. Aslam, F. Mahmood, A. Hameed, S. Irfan, and G. Ahmad. 2006. Enhancement of germination and emergence of canola seeds by different priming Techniques. Caderno de Pesquisa série Biologia. 16(1):19- 34.

Bailly. C. 2004. Active oxygen species and antioxidants in seed biology. Seed Sci. Res. 14(2): 93-107.

Basra. S.M.A., M. Farooq, R. Tabassam, and N. Ahmad. 2005. Physiological and biochemical aspects of seed vigor enhancement treatments in fine rice (*Oryza sativa* L.). Seed Sci. Technol. 33: 623-628.

Basra. S.M.A., I. A. Pannu, and I. Afzal. 2003. Evaluation of seedling vigor of hydro and matriprimed wheat (Triticum aestivum L.) seeds. Int. Agric. Biol. 5:121- 123.

Black. M., and J. D. Bewley. 2009. Seed Technology and its biological basis. Translated by R. Tavakkol Afshari. A, Abbasi Surki. E. Ghasemi. University of Tehran press, Tehran, Iran. (In Persian)

Carpenter. W. J., and J. F. Boucher. 1991. Priming improves high-temperature germination of pansy seed. Hortic. Sci. 26: 541–544.

Ellis. R. H., and T. D. Hong. 2007. Quantitive response of the longevity of seed of twelve crops to temperature and moisture in hermetic storage. Seed Sci. Technol.35:432-444.

Gawrysiak-Witulska. M., M. Rudzińska, J. Wawrzyniak, and A. Siger. 2012. The Effect of Temperature and Moisture Content of Stored Rapeseed on the Phytosterol Degradation Rate. J. Am. Oil Chemists' Soc. 89(9): 1673-1679.doi: 10.1007/s11746-012-2064-4.

Gawrysiak-Witulska. M., A. Siger, and R. Rusinek. 2015. Degradation of tocopherols during rapeseed storage in simulated conditions of industrial silos. Int. Agrophys. 30: 39-45. doi: 10.1515/intag-2015-0078.

Goel. A., and I.S. Sheoran. 2003. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes in cotton seeds under natural ageing. Biol. Plant 46:429-434.

Gupta. A., R. C. Punia, and O. S. Dhaiya. 2017. Seed ageing and deterioration during storage of pearl millet hybrid along with their parental line. Res. Environ. Life Sci. 10(6): 554-556.

Hampton. J. G., and D. M. TecKrony. 1995. Handbook of vigor test methods. The International Seed Testing Association, Zurich.

Hardegree. S. P. 1994. Drying and storage effects on germination of primed grass seeds. J. Range Manage. 47:196-199.

ISTA. 2010. International rules for seed testing. The International Seed Testing Association (ISTA), Zurich.

Lehner. A., C. Bailly, B. Flechel, P. Poels, D. Côme, and F. Corbineau. 2006. Changes in wheat seed germination ability, soluble carbohydrate and antioxidant enzyme activities in the embryo during the desiccation phase of maturation. J. Cereal Sci. 43: 175-82.

Tripathi. P. C., and K. E. Lawande. 2014. Effect of Seed Moisture and Packing Material on Viability and Vigour of Onion Seed. J. Eng. Comput. Appl. Sci. (JECAS). 3(7): 1-6.

Yaja. J. E., E. Pawelzik, and S. Vearasilp. 2005. Prediction of soybean seed quality in relation to seed moisture content and storage temperature. Chaingmai University, Department of Agronomy, Thailand. Conference on International Agricultural Research for Development.

Verma. S. S., U. Verma, R. P. S. Tomor .2003. Studies on seed quality parameters in deteriorating seeds in Brassica (*Brassica campestris*). Seed Sci. Technol. 31: 389-396.

Wang. H. Y., C. L. Chen, and J. M. Sung. 2003. Both warm water soaking and solid priming treatments enhance anti-oxidation of bitter gourd seeds germinated at sub-optimal temperature. Seed Sci. Technol. 31: 47-56.