



ارزیابی تاثیر زمان و شرایط نگهداری بر ویژگی‌های کیفی و میکروبی دانه کنجد مقاوم به-

ریزش

جلال محمدزاده^{۱*}، کمال پیغام زاده^۲

۱-استاد یار بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج

کشاورزی، گرگان ایران.

۲-استاد یار بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی کشاورزی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گلستان، سازمان تحقیقات آموزش

و ترویج کشاورزی، گرگان ایران.

چکیده

اطلاعات مقاله

کنجد یکی از گیاهان دیرینه زراعی و با ارزش است که از نظر ارزش غذایی مقام دوم را پس از روغن زیتون به خود اختصاص داده است. دانه کنجد (*Sesamum indicum* L.) معمولاً پس از برداشت به مدت چند ماه در انبار نگهداری می‌شوند. شرایط نگهداری دانه بر کمیت و کیفیت روغن استحصالی دانه و کیفیت بذری کنجد تاثیر به‌سزایی دارد. بنابراین تعیین شرایط مناسب نگهداری و حفظ خصوصیات کیفی روغن و بذر کنجد، به جهت کاهش ضایعات پس از برداشت اهمیت دارد. لذا در این تحقیق نمونه‌هایی از کنجد مقاوم به‌ریزش در دو محیط (شرایط محیطی و شرایط سرد با دمای یخچال)، با سه نوع بسته‌بندی (بدون بسته‌بندی، کیسه پارچه‌ای متقالی و کیسه کاغذی لایه‌دار) به مدت دوازده ماه نگهداری شدند و در طی این مدت هر سه ماه یک‌بار نمونه برداری و اسیدیته و میزان پراکسید، درصد جوانه زنی و میزان آفلاتوکسین دانه و به روش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد اثر عامل‌های محیط، نوع بسته‌بندی و مدت زمان نگهداری و اثرات متقابل بین آنها بر خصوصیات مورد ارزیابی معنی‌دار است ($P < 0.05$). با افزایش زمان نگهداری خصوصیات کیفی روغن کاهش یافت، اما آزمون مقایسه میانگین‌ها نشان داد این کاهش در شرایط نگهداری سرد (یخچال) و بسته‌بندی در کیسه کاغذی تا نه ماه، در کیسه پارچه‌ای تا شش ماه و بدون بسته‌بندی تا سه ماه معنی‌دار نبود ($P > 0.05$). همچنین درصد جوانه زنی بذرکنجد در انبار سرد، در تمام مواد بسته بندی و در هر دو محیط نگهداری در کیسه کاغذی در طول دوره نگهداری به‌طور معنی‌داری بالاتر بود. نتایج حاکی از آن بود که بهینه شرایط نگهداری کنجد مقاوم به‌ریزش با کمینه تغییرات کیفی و میکروبی به مدت نه ماه در شرایط سرد و بسته بندی با کیسه کاغذی لایه‌دار است.

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۲/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۳/۱۹

کلمات کلیدی:

کنجد مقاوم به‌ریزش،
زمان و شرایط نگهداری
ویژگی‌های کیفی و میکروبی.

DOI: 10.48311/fsct.2026.84043.0

* مسئول مکاتبات:

jmohamadzadeh@yahoo.com

۱-مقدمه

کنجد به عنوان یک دانه روغنی با توجه به میزان بالای روغن (۴۰ تا ۵۰ درصد) و سازگاری آن با شرایط آب و هوایی اکثر نقاط کشور، می تواند در تامین روغن و کاهش وابستگی کشور به واردات روغن بسیار موثر باشد. کنجد از نظر ارزش غذایی رتبه دوم را پس از روغن زیتون به خود اختصاص داده است و منبع مناسبی از چربی های مفید، پروتئین، ویتامین های گروه B، مواد معدنی، فیبر و آنتی اکسیدان ها است. دانه کنجد نه تنها منبع عالی مس و منگنز است بلکه منبع خوبی از کلسیم، منیزیم، آهن، فسفر، روی، مولیبدن، سلنیوم و ویتامین E نیز است [۱]. برخی پژوهش ها نشان داده که مصرف خوراکی روغن کنجد باعث درمان تنگی نفس، انسداد روده، تشنج و التهاب چشم می شود و همچنین سطح آنتی اکسیدان را در بیماران مبتلا به فشار خون و دیابت بهبود می بخشد [۲]. کنجاله کنجد نیز با پروتئین بالا از نظر اسیدهای آمینه متیونین، کلسیم، فسفر و نیاسین غنی است و در خوراک دام نیز کاربرد دارد [۳]. در ارقام کنجد معمول، کپسول های حاوی دانه ها پس از رسیدگی باز شده و دانه های موجود در آن هنگام برداشت رها و سبب افزایش ضایعات برداشت می شوند. اخیرا ارقام جدیدی از کنجد با عنوان ارقام مقاوم به ریزش *Sesamum indicum* L.) در حال گسترش است که امکان برداشت مکانیزه کنجد را فراهم می کند [۴]. ایران با تولید ۵۶ هزار تن کنجد در سال در رتبه شانزدهم دنیا قرار دارد. توسعه کنجد مقاوم به ریزش، می تواند تولید کنجد را از ۵۶ هزار تن فعلی به ۶۲ هزار تن افزایش دهد [۵].

سوما و همکاران (۲۰۱۳) گزارش دادند نوسان مکرر دما، میزان رطوبت و طول زمان نگهداری، کیفیت روغن و ذخیره بذر کنجد را با مشکل روبرو می کند. رطوبت زیاد دانه، همراه با درجه حرارت بالای نگهداری، روند تخریب طبیعی سیستم های بیولوژیکی را تسریع می کند که تحت این شرایط اکسایش چربی و افزایش اسیدهای چرب آزاد انجام می شود. از طرف دیگر افزایش تنفس سلولی در این شرایط سبب کاهش کربوهیدرات ها و در نتیجه بذرها

به سرعت بنیه خود را از دست می دهند و پس از آن ظرفیت آنها برای جوانه زنی به شدت کاهش می یابد [۶]. تیدا-نیو و همکاران (۲۰۲۱) اثرات شرایط نگهداری کنجد را بررسی کردند. آنان نشان دادند استفاده از کیسه های بافته شده از مواد پلی پروپیلن در شرایط محیطی تا ۶۰ روز و محیط سرد تا ۱۸۰ روز سبب حفظ خصوصیات کیفی روغن و بذر شده است [۷]. اولوسوندی و همکاران (۲۰۱۸) بیان کردند دانه های کنجد به دلیل میزان بالای روغن و اسیدهای چرب اشباع نشده پس از بلوغ فیزیولوژیکی یا برداشت از مزرعه به سرعت فاسد می شوند. آنان به ارزیابی خصوصیات کیفی روغن دانه و بذر کنجد در محیط های مختلف شرایط محیطی و انبار سرد به مدت ۱۸ ماه ذخیره سازی پرداختند و نشان دادند اثر زمان، دمای نگهداری و جنس بسته بندی بر خصوصیات بذر و کیفیت روغن استحصال کنجد اثر معنی داری دارند [۸]. ویجیاگیتا و باسکران (۲۰۲۰) نشان دادند خشک شدن بذرها نقش اساسی در حفظ کیفیت روغن در طول انبارداری دارد و بیان داشتند قرار گرفتن بذرها در معرض دماهای بالا، منجر به ترک خوردن پوشش بذر شده که منجر به افزایش اسیدیته، رشد انواع کپک ها و تولید مایکوتوکسین ها و جوانه زنی ضعیف می شود [۹]. لذا بررسی فرایندهای پس از برداشت آن به خصوص شرایط مناسب نگهداری دانه به منظور روغن کشی و یا استفاده بذری می تواند در جلوگیری و کاهش ضایعات کمی و کیفی دانه و روغن بعد از برداشت کمک کند که در این تحقیق به تعیین شرایط مناسب و عمر انباری کنجد با حفظ خصوصیات کیفی روغن و بذر پرداخته شده است.

۲-مواد و روش ها

نمونه کنجد مورد بررسی واریته اولتان (مقاوم به ریزش) بود که با مدیریت زراعی مناسب در ایستگاه تحقیقاتی گرگان کشت و بعد از رسیدگی دانه برداشت شد. عملیات خشک کردن توسط یک نوع خشک کن کابینتی (ساخت شرکت لترون، چین) تا رطوبت ۷-۸ درصد انجام شد. سپس نمونه ها در دو شرایط دمای محیطی (روش سنتی

معمول) و دمای سرد یخچالی (حدود ۵ درجه سلسیوس)، در سه شکل (بدون بسته بندی، بسته بندی در کیسه پارچه‌ای و کیسه کاغذی لایه‌دار) به مدت (۰، ۳، ۶، ۹ و ۱۲ ماه) نگهداری شدند. لازم به ذکر است کیسه کاغذی سه لایه (لایه بیرونی کاغذ ضخیم + لایه میانی پلیمر + لایه داخلی کاغذ نرم کرافت) بود. در طول نگهداری خصوصیات کیفی و میکروبی ذیل مورد ارزیابی قرار گرفتند.

-اندازه گیری درصد اسیدهای چرب آزاد: ۵ گرم نمونه روغن را برداشته و به آن حدود ۵۰ میلی لیتر حلال خشی شده الکل - کلروفرم به آن افزوده و درمقابل فنل فتالین توسط محلول پتاس ۰/۱ نرمال (شکل ۶) تیترا شد [۱۰].

-اندازه گیری شاخص پراکسید: شاخص پراکسید بر اساس روش شانتاودکر، (۱۹۹۴) طبق رابطه ذیل محاسبه شد: [۱۱].

$$P.V = \frac{A_s - A_b \times m}{111.68 \times W} \quad (1)$$

m: شیب به دست آمده از منحنی کالیبراسیون غلظت آهن III در برابر جذب خوانده شده:

A_s : جذب نمونه در طول موج ۵۰۰ نانومتر ، A_b : جذب شاهد، W: وزن نمونه روغن

-تعیین میزان آفلاتوکسین: میزان شاخص آفلاتوکسین نمونه‌ها به روش کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا و خالص سازی با ستون ایمونوآفیتی تعیین و مقدار آن بر حسب میکروگرم بر کیلوگرم گزارش شد [۱۲].

-آزمون جوانه زنی استاندارد: برای انجام این آزمون ۳ تکرار ۵۰ تایی از بذر کنجد بر روی دو عدد کاغذ حوله‌ای پیچیده و با کاغذ دیگر روی بذرها پوشانده شد. سپس در داخل انکوباتور و در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۷ روز قرار گرفته و تعداد بذور جوانه زده اندازه گیری شد [۱۳].

تجزیه و تحلیل آماری: داده‌های حاصل با استفاده از روش فاکتوریل سه عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی (با سه تیمار محیط نگهداری در دو سطح، نوع بسته بندی در سه سطح و زمان نگهداری در پنج سطح) با سی تیمار و در سه تکرار مورد تحلیل آماری قرار گرفت. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد. میانگین اثرات اصلی و متقابل آنها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد مورد بررسی قرار گرفت.

۳-نتایج و بحث

برهمکنش اثر شرایط و مدت زمان نگهداری دانه بر میزان اسیدیته روغن کنجد:

تجزیه آماری نتایج نشان داد اثر عامل‌های محیط، مدت نگهداری و نوع بسته بندی و اثرات برهمکنش آنها معنی دار بوده است ($P < 0.05$). جدول ۱ اثر برهمکنش شرایط محیط نگهداری، نوع بسته بندی و مدت زمان نگهداری دانه را بر میزان درصد اسیدیته روغن کنجد نشان می دهد میانگین میزان اسیدیته روغن از ۰/۶۵ تا ۳/۹۶ درصد و در طول مدت نگهداری تغییر کرده است.

Table 1- Percentage of acidity of sesame seeds over time and under different storage conditions

Storage time	Storage conditions					
	without packaging		Cloth bag		Paper bag	
	ambient	Cold storage	ambient	Cold storage	ambient	Cold storage
Zero time	0.66±0.04 ^a	0.65±0.04 ^a	0.65±0.04 ^a	0.65±0.04 ^a	0.65±0.04 ^a	0.65±0.04 ^a
Three months	1.21±0.04 ^{cd}	0.72±0.02 ^a	1.05±0.05 ^{cd}	0.7±0.02 ^a	0.9±0.02 ^{bc}	0.67±0.06 ^a
Six months	2.23±0.03 ^h	1.2±0.03 ^{cd}	1.9±0.06 ^{fg}	0.85±0.02 ^{ab}	1.53±0.06 ^c	0.75±0.03 ^a
Nine months	3.54±0.05 ^j	1.75±0.02 ^{ef}	2.92±0.03 ⁱ	1.25±0.06 ^d	2.41±0.05 ^h	0.79±0.05 ^a
Twelve months	3.96±0.04 ^k	2.05±0.04 ^g	3.42±0.02 ^j	1.65±0.02 ^g	3.16±0.03 ⁱ	1.1±0.07 ^{bc}

* Unlike letters indicate significant differences at the 5% level.

اسیدیته در شرایط سرد نگهداری و در کیسه کاغذی در همه زمان‌های نگهداری کمتر است. در شرایط سرد در

نتایج حاصل از تحلیل آماری برهمکنش اثر هر سه عامل نوع بسته بندی محیط و زمان نگهداری حاکی از آن بود تغییرات

نوسانات رطوبتی در کیسه‌های پارچه‌ای نسبت به کاغذی بیشتر است و نسبت به هوا نفوذپذیرتر هستند. به دلیل نفوذپذیری کیسه‌پارچه‌ای به رطوبت و اکسیژن هوا، اسیدهای چرب آزاد بیشتر افزایش یافته است. اسیدهای چرب آزاد به دلیل داشتن بخش‌های آب‌دوست و آب‌گریز و کاهش کشش سطحی باعث افزایش ورود اکسیژن به درون روغن و در نتیجه تسریع اکسیداسیون طی زمان ماندگاری و افزایش عدد اسیدی می‌شود. افزایش اسیدهای چرب آزاد را می‌توان به فعالیت آنزیم لیپاز نیز نسبت داد. خاصیت آب‌دوستی پروتئین‌های دانه روغنی، افزایش جذب رطوبت و بالا بودن درصد روغن آن سبب تسریع زوال از طریق افزایش فعالیت آنزیم‌های هیدرولیزکننده ناشی از افزایش تنفس سلولی و افزایش اسیدهای چرب آزاد می‌شود که نتایج این تحقیق به‌خوبی گواه این مطلب بود [۱۵].

برهمکنش اثر شرایط و مدت زمان نگهداری دانه بر میزان پراکسید روغن کنجد:

برهمکنش اثر محیط نگهداری، نوع بسته‌بندی و مدت زمان نگهداری دانه بر میزان پراکسید روغن دانه کنجد در جدول ۲ آمده است. میانگین میزان پراکسید روغن از ۲/۱۴ تا ۳۰/۱۵ میلی اکی والان اکسیژن بر کیلوگرم روغن در شرایط مختلف نگهداری تغییر کرده است.

کیسه‌کاغذی تا نه ماه و در کیسه‌پارچه‌ای تا شش ماه و در فله بدون بسته‌بندی تا سه ماه کنجد بدون تغییر معنی‌دار در اسیدیته قابلیت نگهداری داشت ($P > 0.05$) (لازم به ذکر است استاندارد اسیدیته روغن کنجد خام تا ۲ درصد قابل قبول است). در بررسی عامل محیط نگهداری مقایسه میانگین‌ها نشان داد اسیدیته در نگهداری کنجد در شرایط سرد بطور معنی‌داری کمتر از نگهداری در شرایط محیطی است و میانگین تغییرات اسیدیته در کیسه‌کاغذی نسبت به کیسه‌پارچه‌ای و بدون بسته‌بندی بطور معنی‌داری کمتر است. همچنین در بررسی عامل زمان نگهداری نتایج نشان داد با افزایش زمان نگهداری اسیدیته افزایش یافته است. افزایش اسیدیته در کیسه پارچه و بدون بسته‌بندی یکسان بود و در شش ماه نگهداری تا دوازده ماه بطور معنی‌داری این افزایش در کیسه پارچه‌ای کمتر از بدون بسته‌بندی بود ($P < 0.05$). کومار و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند عواملی مانند آسیب‌های مکانیکی، شرایط دما و رطوبت هوا، رطوبت بذر، تاخیر در برداشت می‌توانند سبب افزایش اسیدیته روغن گردد که در این میان رطوبت به همراه گرما از همه عوامل مهم‌تر هستند. وجود اسیدهای چرب چند غیر اشباعی اسید لینولئیک و اسید لینولنیک روغن کنجد را مستعد در برابر اکسایش کرده است و با افزایش زمان نگهداری و دمای نگهداری در شرایط محیطی اسیدیته افزایش داشته است. [۱۴].

Table 2- Percentage of peroxide of sesame seeds over time and under different storage conditions

Storage time	Storage conditions					
	without packaging		Cloth bag		Paper bag	
	ambient	Cold storage	ambient	Cold storage	ambient	Cold storage
Zero time	2.18±0.5 ^a	2.16±0.4 ^a	2.18±0.5 ^a	2.14±0.3 ^a	2.18±0.5 ^a	2.15±0.4 ^a
Three months	9.61±0.6 ^c	5.46±0.6 ^c	6.37±0.7 ^d	3.41±0.5 ^b	5.81±0.6 ^d	2.6±0.5 ^a
Six months	16.65±0.5 ^j	10.28±0.5 ^f	13.25±0.5 ^h	7.35±0.8 ^d	11.75±0.5 ^g	3.15±0.7 ^{ab}
Nine months	24.11±0.7 ^l	13.37±0.7 ^h	19.23±0.4 ^k	10.64±0.4 ^f	17.2±0.8 ^j	5.75±0.5 ^c
Twelve months	30.15±0.5 ⁿ	15.21±0.8 ⁱ	26.25±0.6 ^m	13.35±0.5 ^h	23.52±0.6 ^l	9.2±0.4 ^c

* Unlike letters indicate significant differences at the 5% level.

($P < 0.05$). در تمامی طول مدت نگهداری افزایش پراکسید در کیسه‌کاغذی نسبت به پارچه و بدون بسته‌بندی کمتر بود به طوری که تغییرات آن از زمان صفر تا دوازده ماه نگهداری بدون در نظر گرفتن عامل محیط نگهداری در

نتایج حاصل از تحلیل آماری اثرات متقابل هر سه عامل نوع بسته‌بندی محیط و زمان نگهداری حاکی از آن بود تغییرات پراکسید در شرایط سرد نگهداری و در کیسه‌کاغذی در همه زمان‌های نگهداری کمتر است

است. افزایش تجمع ترکیبات فعال اکسیژن در بذرها به علت کاهش فعالیت های ضد اکسندگی، موجب افزایش اکسایش لیپیدها در دانه گلرنگ می شود که با نتایج تحقیق ما هم راستا است [۱۷].

کوماری و همکاران (۲۰۱۱) از بسته های کاغذی، پارچه ای و بسته بندی خلا جهت نگهداری دانه ذرت استفاده کردند و بیان داشتند دانه های بسته بندی شده در موادی که امکان تبادل بخار آب با محیط را فراهم می کند، بهتر می توانند آب را تحت رطوبت نسبی بالا جذب کنند و دلنه ها به راحتی پوسیده و فاسد شوند. نتایج آنان نشان داد دانه های ذخیره شده در کیسه های کاغذی تبادل رطوبتی کمتری با محیط دارند و در حفظ رطوبتی دانه نسبت به کیسه پارچه عملکرد بهتری دارند. اما پس از شش ماه نگهداری حفظ رطوبت کمتر است که می تواند دلیلی بر حفظ بهتر دانه در کیسه های کاغذی باشد که تاییدی بر نتایج این تحقیق نیز است. [۱۸].

برهمکنش اثر شرایط و مدت زمان نگهداری دانه بر میزان آفلاتوکسین کنجد:

تجزیه آماری نتایج نشان داد اثر عامل های دمای نگهداری، مدت نگهداری و نوع بسته بندی و برهمکنش آنها معنی دار بوده است ($P < 0.05$). برهمکنش اثر شرایط نگهداری، نوع بسته بندی و مدت زمان نگهداری دانه را بر میزان آفلاتوکسین دانه کنجد در جدول ۳ آمده است. میانگین میزان آفلاتوکسین در طول نگهداری در شرایط مختلف از صفر تا ۲۸/۱۵ میکروگرم در کیلوگرم است.

کیسه کاغذی از ۲/۱۵ تا ۹/۲۰ و در کیسه پارچه ای این تغییرات از ۲/۱۴ تا ۱۳/۳۵ و در بدون بسته بندی از ۲/۱۶ تا ۱۵/۲۱ میلی اکی والان گرم بر کیلوگرم تغییر کرد. مقایسه میانگین های اثر نوع ماده بسته بندی بر تغییرات عدد پراکسید حاکی از آن بود که میانگین تغییرات پراکسید بطور معنی داری در کیسه کاغذی کمتر از کیسه پارچه و بدون بسته بندی است. همچنین در بررسی عامل زمان نگهداری نتایج آزمون مقایسه میانگین ها نشان داد با افزایش زمان نگهداری پراکسید بطور معنی داری افزایش یافته است ($P < 0.05$).

از آنجا که عدد پراکسید استاندارد در روغن کنجد بیشینه مقدار آن ۲۰ میلی اکی والان گرم بر کیلو گرم روغن است، لذا در شرایط نگهداری سرد این تغییرات اگرچه از نظر آماری معنی دار بود اما کمتر از حد استاندارد است. اما در شرایط محیطی در هر سه نوع بسته بندی در طول مدت نگهداری میزان پراکسید از ۲۰ میلی اکی والان گرم بر کیلوگرم بیشتر شده و روغن از استاندارد خارج شده است. دانه های روغنی دارای اسیدهای چرب غیراشباع بسیار مستعد زوال هستند. اسیدهای چرب غیراشباع نسبت به اکسایش خیلی حساس بوده و در اثر اکسایش به ترکیباتی مانند پراکسید، ان دیول، کتوهیدروکسید و اپوکسید تبدیل می شوند که خود سبب افزایش شاخص پراکسید در طول نگهداری می شود [۱۶].

نتایج ذخیره سازی دانه گلرنگ در شرایط محیطی نشان داد، محتوای اسید لینولئیک و لینولنیک روغن کاهش یافته که علت آن دمای بالا و اکسایش روغن در دانه گلرنگ بوده

Table 3- Percentage of aflatoxin of sesame seeds over time and under different storage conditions

Storage time	Storage conditions					
	without packaging		Cloth bag		Paper bag	
	ambient	Cold storage	ambient	Cold storage	ambient	Cold storage
Zero time	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Three months	7.15±0.3 ^e	ND	5±0.4 ^d	ND	ND	ND
Six months	16.15±0.2 ^h	ND	13.15±0.4 ^g	ND	5.15±0.3 ^d	ND
Nine months	23.24±0.5 ^k	2.5±0.3 ^b	18.24±0.5 ⁱ	1.33±0.4 ^a	12.24±0.5 ^f	ND
Twelve months	28.15±0.4 ^l	5.74±0.3 ^d	22.15±0.6 ^j	3.58±0.3 ^c	16.15±0.4 ^h	2.1±0.2 ^{ab}

* Unlike letters indicate significant differences at the 5% level.
ND: Not Determinable

اتفاق بیفتند. وجود محتوای روغن بالا و تنفس سلولی سریع دانه کنجد در دانه‌های بارطوبت بالا و دمای نگهداری نامناسب منجر به رشد قارچ‌ها و تولید سم قارچی آفلاتوکسین می‌شود. فعالیت قارچی در دانه‌های ذخیره شده علاوه بر تولید سم قارچی می‌تواند باعث ایجاد اثرات نامطلوب دیگری از جمله گرم شدن، تغییر رنگ دانه، چروکیدگی یا آسیب و کاهش ارزش غذایی و جوانه زنی شود. گسترش رشد قارچ‌ها و سموم قارچی باعث بدتر شدن کیفیت روغن دانه نیز می‌شود. الگوهای دمای انبار، رطوبت نسبی، محتوای رطوبت دانه، سطح غلظت گاز با رشد کپک و تجمع میکوتوکسین در دانه روغنی ذخیره شده به روش‌های مختلف در ارتباط است. استفاده از بسته بندی مناسب از انتقال رطوبت، نفوذ حشرات و کپک‌ها جلوگیری می‌کند و سبب کاهش فعالیت و گسترش قارچ‌ها و تولید سم آفلاتوکسین می‌شود [۲۰].

در ابتدای ذخیره سازی، میزان آفلاتوکسین دانه کنجد در بین شرایط مختلف ذخیره سازی و زمان صفر تفاوت معنی‌داری نداشت. اما سطوح شناسایی شده در ماه‌های ۶، ۹ و ۱۲ به‌طور قابل توجهی متفاوت بود. دانه‌های کنجد ذخیره‌شده در نمونه بدون بسته‌بندی و شرایط محیطی بالاترین سطح آفلاتوکسین را در ماه دوازدهم داشتند و پس از آن نمونه کیسه‌پارچه‌ای قرار داشت. در مقابل، کنجد ذخیره شده در کیسه کاغذی دارای کمترین سطح آفلاتوکسین کلی بود که ناشی از تبادل رطوبتی پایین آن است. ذخیره‌سازی مناسب به طور قابل توجهی افزایش میکوتوکسین‌ها را با حفظ شرایط ذخیره‌سازی کاهش می‌دهد. رابطه مثبت و معنی‌داری بین سطوح میکوتوکسین و تغییرات رطوبت و گرما در طول نگهداری وجود دارد. افزایش دما، رطوبت نسبی و تامین اکسیژن در دانه‌های ذخیره‌شده بدون بسته‌بندی می‌تواند در گسترش قارچ‌های مولد آفلاتوکسین نقش داشته باشد. افزایش رشد قارچ و تجمع میکوتوکسین در شرایط محیطی منجر به افزایش

نتایج حاصل از تحلیل آماری برهمکنش اثر هر سه عامل نوع بسته‌بندی، محیط و زمان نگهداری نشان داد تغییرات آفلاتوکسین در شرایط سرد نگهداری و در کیسه‌کاغذی در همه زمان‌های نگهداری کمتر است. در شرایط سرد در کیسه‌کاغذی تا نه ماه و در کیسه پارچه و بدون بسته بندی تا شش ماه کنجد بدون تغییر معنی‌دار و غیر قابل تعیین باقی ماند ($P>0/05$). در بررسی عامل محیط نگهداری بدون عامل‌های نوع ماده بسته بندی و زمان نگهداری نتایج آزمون مقایسه میانگین‌ها نشان داد افزایش میزان آفلاتوکسین کل در نگهداری کنجد در شرایط سرد بطور معنی‌داری کمتر از شرایط محیطی است. در بررسی عامل نوع ماده بسته بندی مقایسه میانگین‌ها حاکی از آن بود که میانگین تغییرات معنی‌دار آفلاتوکسین در کیسه‌کاغذی کمتر از کیسه پارچه و کیسه‌پارچه‌ای کمتر از بدون بسته‌بندی است. همچنین در بررسی عامل زمان نگهداری مقایسه میانگین‌ها نشان داد با افزایش زمان نگهداری آفلاتوکسین کل بطور معنی‌داری افزایش یافته‌است.

آلودگی قارچی در دانه‌های روغنی یکی از مهمترین خسارت‌های کمی و کیفی در طول نگهداری است. از یک‌طرف سبب کاهش ارزش غذایی محصول و از طرف دیگر سبب تولید سم‌های قارچی شده که برای انسان و حیوان خطرناک است. در حال حاضر بیش از ۳۰۰ نوع سم قارچی شناسایی شده‌است که آفلاتوکسین‌ها از اهمیت بیشتری برخوردار هستند. سم‌های قارچی به‌ویژه آفلاتوکسین‌ها به‌عنوان متابولیت‌های ثانویه از قارچ‌ها ترشح می‌شوند. سموم قارچی سبب انواع سرطان‌ها، کاهش سیستم ایمنی بدن و اختلالات فیزیولوژیک در انسان و حیوان می‌شود و سالانه خسارت زیادی را به‌بار می‌آورند [۱۹].

با توجه به اقلیم مناطق مرطوب کشور که شرایط بسیار مناسبی را برای رشد قارچ‌ها فراهم می‌نماید، در صورت عدم رعایت شرایط مناسب نگهداری، آلودگی دانه‌های روغنی به قارچ‌ها و سم‌های ناشی از آن می‌تواند به‌راحتی

تجزیه آماری نتایج نشان داد اثر عامل های، شرایط نگهداری و نوع بسته بندی و برهمکنش آنها بر میانگین درصد جوانه زنی، معنی دار است ($P < 0.05$). جدول ۴ برهمکنش اثر شرایط نگهداری، نوع بسته بندی و مدت زمان نگهداری دانه را بر میزان درصد جوانه زنی دانه کنجد نشان می دهد. میزان درصد جوانه زنی در شرایط مختلف نگهداری در طول دوازده ماه نگهداری از ۷۹/۶ تا ۵۹/۱ درصد تغییر کرده است.

سریع سطح آفلاتوکسین در دانه های کنجد ذخیره شده در این شرایط شده است. به عبارت دیگر تغییرات گرمایی ناشی از تنفس دانه، دما، رطوبت و آلودگی دانه کنجد به اسپور قارچ ها به طور قابل توجهی بر تولید آفلاتوکسین در طول نگهداری تأثیر دارند. برهمکنش اثر شرایط و مدت زمان نگهداری دانه بر درصد جوانه زنی کنجد:

Table 4- Percentage of germination of sesame seeds over time and under different storage conditions

Storage time	Storage conditions					
	without packaging		Cloth bag		Paper bag	
	ambient	Cold storage	ambient	Cold storage	ambient	Cold storage
Zero time	79.1±1.2 ^a	79.4±1.1 ^a	79.5±1 ^a	79.4±1.6 ^a	79.4±1.6 ^a	79.6±1.2 ^a
Three months	75.1±1.1 ^{cd}	79.1±1.2 ^a	77.1±1.6 ^b	79.1±1.5 ^a	78.9±1.2 ^a	79.4±1.3 ^a
Six months	68±1.6 ^h	76.5±1.5 ^{bc}	71±2.1 ^{ef}	79±2.4 ^a	74.5±2.1 ^d	79.2±1 ^a
Nine months	61.1±1.4 ^j	72.1±2.3 ^e	64.1±1.4 ⁱ	75.1±1.6 ^{cd}	70.1±1.6 ^g	79.1±1.4 ^a
Twelve months	59.1±1.5 ^k	69.1±1.6 ^g	61.1±1.5 ^j	71.1±2.3 ^{ef}	67.7±1.6 ^h	78±1.1 ^b

* Unlike letters indicate significant differences at the 5% level.

**It should be noted that the low overall germination percentage of the seeds at time zero (initial stage) in this study was due to the late-season rainfall in Golestan province during harvest, which coincided with the final physiological maturation stage of the seeds.

آن بود که میانگین کاهش درصد جوانه زنی در کیسه کاغذی کمتر از کیسه پارچه و پارچه کمتر از بدون بسته بندی است. نتایج بررسی عامل زمان نگهداری نشان داد با افزایش زمان نگهداری درصد جوانه زنی بطور معنی داری کاهش یافته است. ($P < 0.05$). نتایج مشخص کرد که قابلیت نگهداری بذر کنجد در انبار سرد، در تمام مواد بسته بندی در طول دوره نگهداری بهتر است. بنابراین اهمیت دمای نگهداری بیشتر از نوع بسته بندی در شاخص جوانه زنی اهمیت داشت. ذخیره سازی یک عمل اساسی در کنترل کیفیت فیزیولوژیکی بذر است و روشی است که از طریق آن می توان زنده ماندن بذر را حفظ کرد و قدرت آنها را در فاصله زمانی بین کاشت و برداشت در سطح معقولی حفظ کرد. زوال بذر بلافاصله پس از رسیدن محصول به مرحله بلوغ فیزیولوژیکی شروع می شود. بنابراین برای جلوگیری از تلفات کمی و کیفی در زمان نگهداری، باید شرایط مناسبی اتخاذ شود. اویکال (۲۰۱۴) گزارش کرد که بذر در طول ذخیره سازی زوال می یابد که به دلیل آسیب

نتایج حاصل از تحلیل آماری برهمکنش اثر هر سه عامل نوع بسته بندی محیط و زمان نگهداری در جدول ۵ حاکی از آن بود تغییرات جوانه زنی در شرایط سرد نگهداری و در کیسه کاغذی در همه زمان های نگهداری کمتر است. در شرایط سرد در کیسه کاغذی تا نه ماه و در کیسه پارچه تا شش ماه و در فله بدون بسته بندی تا سه ماه کنجد بدون تغییر معنی دار شاخص جوانه زنی حفظ شده است ($P > 0.05$). در بررسی عامل محیط نگهداری بدون عامل های نوع ماده بسته بندی و زمان نگهداری مقایسه میانگین ها نشان داد شاخص جوانه در دوره انبارداری، روند کاهشی دارد اما کاهش درصد جوانه زنی در نگهداری کنجد در شرایط سرد بطور معنی داری کمتر از نگهداری در شرایط محیطی است " (لازم به ذکر است پایین بودن درصد کلی جوانه زنی بذر در زمان صفر این تحقیق ناشی از برخورد دوره پایانی نمو فیزیولوژیکی بذر با بارندگی های آخر فصل استان گلستان در زمان برداشت این رقم بوده است). " در بررسی عامل نوع ماده بسته بندی مقایسه میانگین ها حاکی از

غشای سلولی و سایر تغییرات ترکیبی در سیستم ساختار بذر است. چنین تغییراتی منجر به از هم گسیختگی کامل غشاها و اندامک های سلولی و در نهایت باعث مرگ بذر و از دست دادن قابلیت حیات بذر می شود. به عبارت دیگر شناخته شده ترین و قابل پیش بینی ترین تغییرات فراساختاری در تمام اندامک های سلولی، از دست دادن یکپارچگی غشاها است که به طور مداوم منجر به افزایش زوال بذر به ویژه در طول ذخیره سازی می شود. [۲۱]. نتایج تحقیقی نشان داد بذرهای ذخیره شده در شرایط محیطی به دلیل تغییر شرایط نگهداری دما و رطوبت نسبی، زنده ماندن و بنیه خود را خیلی سریع از دست می دهند. او بیان کرد قابلیت نگهداری بذرهای نیز تحت تأثیر نوع مواد بسته بندی است. [۲۲]. علاوه بر آن تغییرات دما، رطوبت و طول مدت نگهداری نیز می تواند به طور موثری بر فرایند نگهداری دانه تاثیرگذار باشد که نتایج ما نیز به خوبی گواه این مطلب بود. شرایط محیطی نگهداری بذر، تعیین کننده مدت زمانی است که جوانه زنی و قدرت آن حفظ می شود. زوال بذر در طی انبارداری باعث کاهش کیفیت، استقرار گیاهچه و در نهایت عملکرد گیاه در مزرعه خواهد شد. بذرهای با کیفیت و قدرت بالاتر می توانند بهتر سبز شده و در مواجه شدن با تنش های محیطی درصد سبز و سرعت جوانه زنی بالاتری را داشته و در نهایت گیاهچه نیرومندتری تولید کنند [۳].

گونه های فعال اکسیژن شامل پراکسید هیدروژن، رادیکال سوپراکسید و رادیکال هیدروکسیل در فیزیولوژی بذر —————
به عنوان مولکول های سمی کاهنده درصد جوانه زنی مورد توجه هستند که با توجه به نتایج روند تغییرات شاخص های اسیدیته و پراکسید حاصل در این تحقیق می توان کاهش درصد جوانه زنی را به تولید ترکیبات حاصل از اکسیداسیون روغن کنجد در طول نگهداری نسبت داد و ملاحظه می گردد که نتایج تغییرات آنها با شاخص جوانه زنی هم راستا نیز هستند. محتوی رطوبت بذر و میزان تبادل اکسیژن با محیط از عوامل مهم اکسایش چربی در دانه کنجد است

که منجر به زوال سریع بذر و کاهش کیفیت آن می شود. دما عامل مهم دیگری در انبارداری بذرهای کنجد می باشد، چون تغییرات شیمیایی و رشد و فعالیت قارچ ها با افزایش دما افزایش می یابد به طوری که تجمع آنها باعث پراکسید شدن چربی ها، خسارت به اسیدهای نوکلئیک و تخریب غشاهای سلول و در نهایت کاهش جوانه زنی می شود [۲۳]. یکی از راه های نگهداری بذر کنجد به مدت طولانی و بدون نگهداری از مواد شیمیایی استفاده از بسته بندی با جنس مناسب برای نگهداری بذر است و موادی که برای بسته بندی بذر مورد استفاده قرار می گیرند بایستی توانایی ممانعت از زوال بذر در برابر رطوبت و اکسیژن را داشته باشد [۲۴].

نتایج نشان داد که درصد جوانه زنی، به طور معنی داری تحت تأثیر مواد بسته بندی قرار گرفتند. مواد نگهداری بذر به طور قابل توجهی بر جوانه زنی تأثیر می گذارد. استفاده از بسته بندی هایی با جنس مناسب برای نگهداری بذر است که توانایی لازم در ممانعت از زوال بذر در برابر عواملی مثل رطوبت و اکسیژن را دارا باشد. درصد جوانه زنی، در بذرهای بسته بندی در کیسه پارچه کمتر از کیسه کاغذی مشاهده شد، زیرا نسبت به رطوبت نفوذپذیر بوده و مستعد تغییر شرایط محیطی است. به عبارت دیگر نوسانات رطوبتی در کیسه های پارچه ای بیشتر و نسبت به هوا نفوذ پذیرتر هستند که نتایج مشابه نیز گزارش شده است [۲۵].

نتایج به وضوح نشان داد که نگهداری در یخچال نسبت به دمای محیط از نظر درصد جوانه زنی بهتر است. تحت شرایط نگهداری در دمای پایین، فعالیت های متابولیکی بذر با سرعت پایین تری حفظ می شود و زوال را به حداقل می رسانند. به عبارت دیگر می توان گفت دما کنترل قابل توجهی بر حفظ کیفیت دانه های ذخیره شده دارد، زیرا بر فعالیت های بیولوژیکی تأثیر می گذارد و روند تنفسی دانه ها و میکروارگانیسم ها را کنترل می کند که به خوبی در نتایج این تحقیق نیز دیده شد.

۴- نتیجه گیری

پس از برداشت می‌تواند گام اقتصادی مهمی در جلوگیری از کاهش ضایعات بعد از برداشت کنجد باشد. در این تحقیق مشخص شد شرایط بهینه نگهداری دانه کنجد مقاوم به‌ریش با کمینه تغییرات کیفی و میکروبی به مدت نه ماه در شرایط سرد و بسته بندی با کیسه کاغذی لایه‌دار است.

۵- منابع

- Agriculture and Ecology Research International. 14(3): 1-8.
- [9] Vijaya Geetha, V. and Bhaskaran. M. (2020). Standardization of Suitable Drying Methods for Storing Groundnut and Sesame Seeds. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 9 (5):478-485.
- [10] AOAC. (2005). Official methods of analysis. 17th Ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington. VA. USA.
- [11] Shantha, N. C. and Decker, E. A. (1994). Rapid, sensitive, iron-based spectrophotometric methods for determination of peroxide values of food lipids. Journal of AOAC INTERNATIONAL. 77, 421-424.
- [12] Anonymous. (2011). Measurement of Aflatoxin by High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) and Purification by Immunoaffinity. Iranian National Standards Organization. Standard No. 6872.
- [13] Hunter, E. A., Glasbey, C. A. and Naylor, R. E. L. 1994. The analysis of data from germination tests. Journal Agriculture Science Cambridge. 102, pp: 207-213.
- [14] Kumar, M., SeemaParoha, P., and PrakashMishra, R. (2016). Assessment of storage dependent physiological parameters of sesamum indicum seeds. International Journal of Current Microbiology and Applied. 5(1): 641-653 <http://dx.doi.org/10.20546/ijcmas.2016.501.065>.
- [15] Ettalibi, F., Abderraouf, E Chemseddoha Gadhi, A., and Harrak, M. (2020). Oxidative stability at different storage conditions and adulteration detection of prickly pear seeds Oil. Journal of Food Quality. Article ID 8837090: 12. <https://doi.org/10.1155/2020/8837090>.
- [16] Goel, A., Coel, A. K. and Sheoran, I. S. (2003). Changes in oxidative stress enzymes during artificial ageing in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seeds. Journal of Plant Physiology. 160: 1093-1100
- [17] Zamani, A., Sadat noori, S.A., Tavakkol Afshari, R., Irannejad, H., Akbari, G.H.A. and Tavakoli, A. (2010). Lipid peroxidation and antioxidant enzymes activity under natural and accelerated aging in safflower
- [1] Rajeswari, S., Thiruvengadam, V. and Ramaswamy, N. M. (2010). Production of interspecific hybrids between *Sesamum alatum* Thonn and *Sesamum indicum* L. through ovule culture and screening for phyllody disease resistance. South African Journal of Botany. 76 (2): 252-258.
- [2] Akinoso, R., Olayanju, T. A., Ohioma Idehai, J., and Igbeka. J. (2008). The effects of varieties and moisture content on some physical and aerodynamic properties of sesame seeds (*Sesamum indicum* L) as related to cleaning. International Journal of Food Engineering. 4(8):15-156.
- [3] Olaleye, O. O., Kukwa, R. E., Eke, M. O., Aondo, T. O. (2018). Extraction, physicochemical and phytochemical characterization of oil from sesame seed. Asian Food Science Journal. 1(4): 1-12.
- [4] PayghamZadeh, K., Faraji, A., Kiani, A., Rezaqi, M. H., Sadegh-Nejad, H. (2022). Comprehensive Guide to Sesame Cultivation, Maintenance, and Harvesting in Golestan Province. Agricultural Extension and Education Deputy, Agricultural Education Publications, Agricultural Research, Education and Extension Organization. Publication No. 911.
- [5] Agricultural Statistics Yearbook. (2021). Tehran, Ministry of Agriculture Jihad, Deputy of Planning and Economics, Information and Communication Technology Center.
- [6] Suma, A., Sreenivasan, K., Singh, A.K., and Radhamani, J. (2013). Role of relative humidity in processing and storage of seeds and assessment of variability in storage behaviour in *Brassica* spp. and *Eruca sativa*. The Science World Journal. 9:23-31.
- [7] Thdia Nyo, H., Htwe, N., Win, K. 2020. Effect of different packaging materials and storage environments on seed quality of sesame. Journal of Biology and life Science. 11(1): 1-17.
- [8] Olosunde, A., Awoyomi, A., Okere, A., Afolayan, G., Oluwadare, A., and Aliyu, T. (2018). Assessment of germination and vigour of sesame seeds from four storage environments at different periods. Journal of

- (*Carthamus tinctorius* L.) seed. Iranian Journal of Field Crop. 41(3): 545-554.
- [18] KumaRai, P., Kumar, g., and singh, k. k. (2011). Influence of packaging material and storage time ov seed germination and chromosome biology of line maize. Journal of Agricultural Technology. 7(6): 1765-1774.
- [19] Wu, T., Yang, C., Ding, B., Feng, Z., Wang, Q., He, J., and Wan, J. (2016). icroarray-based gene expression analysis of strong seed dormancy in rice cv. N 22 and less dormant mutant derivatives. Plant Physiology and Biochemistry, 99, 27-38. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2015.12.001>.
- [20] Alemayehu, S Fetien Abay, A., Kiros Meles, A., Ross. D., Rizana, M. Jagger, H. and Bhadriraju, S. (2023). Effects of storage duration and structures on sesame seed germination, mold growth, and mycotoxin accumulation. Toxins. 15: 39. <https://doi.org/10.3390/toxins15010039>.
- [21] Oyekale, K. O., Nwangburuka, C. C., Denton O. A., Adeyeye J. A., Ayeni S. E. and Raheem, O. K. (2014). Predicting the Longevity of Sesame Seeds under Short- Term Containerized Storage with Charcoal Desiccant. American Journal of Experimental Agriculture. 4 1: 1-11.
- [22] Adriana, L., Tassi, W., Santos, J. F., and Panizzi, R. D. (2012). Seed-born pathogens and electrical conductivity of soyabean seeds. Science. Agricultural. 69:19-25.
- [23] Macdonald, C.M., Floyd, C.D., and Waniska, R. D. (2004). Effect of accelerated aging on mazie, Sorghun and sorghum. Journal of cereal scince. 39: 351- 361.
- [24] Kavitha, S., Menaka, C., and Ananthi, M. (2017). Deterioration in sesame (*Sesamum indicum* L.) seeds under natural and accelerated ageing. International Journal of Chemical Studies. 5(4): 1141-1146.
- [25] Monira, U. S., Amin, M. H. A., Aktar, M. M. and Mamun, M. A. A. (2012). Effect of containers on seed quality of storage soybean seed. Bangladesh Research. 10: 34-42.ni, A., Sa A., Sa



Scientific Research

The Effect of Storage period and Conditions on the Qualitative and microbial characteristics of sesame tolerant to seeds loss

J. Mohamadzadeh*, K. PayghamZadeh,

Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, Golestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Gorgan, Iran.

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article History: Received:2025/5/9 Accepted:2025/6/9 Keywords: Qualitative and microbial characteristics, Storage period and Conditions, Sesame tolerant to seeds loss DOI: 10.48311/fsct.2026.84043.0. *Corresponding Author E- jmohamadzadeh@yahoo.com	Sesame (<i>Sesamum indicum</i> L.) is one of the most ancient and valuable oilseed crops, ranking second in nutritional value after olive oil. After harvest, sesame seeds are typically stored for several months. Storage conditions significantly affect the quantity and quality of the extracted oil as well as the seed quality. Therefore, determining optimal storage conditions to preserve the qualitative characteristics of sesame oil and seeds is crucial for reducing post-harvest losses. In this study, sesame tolerant to seeds loss samples were stored under two environments (ambient conditions and refrigerated conditions) using three packaging types (unpackaged, cloth bags, and layer paper bags) for twelve months. Every three months, samples were evaluated for acidity, peroxide value, aflatoxin levels, and seed germination percentage using a factorial experiment in a completely randomized design. The results showed that the effects of storage environment, packaging type, storage duration, and their interactions on the evaluated traits were significant ($P < 0.05$). While the quality of oil and seeds declined over time, mean comparisons indicated that this decline was not significant ($P > 0.05$) for up to nine months in refrigerated conditions with paper bags, six months with cloth bags, and three months without packaging. The germination percentage of sesame seeds in cold storage was also significantly higher in all packaging materials and in both storage environments in paper bags throughout the storage period. The results indicated that the optimal storage conditions for sesame seeds, with minimal changes in the qualitative and microbial characteristics, were achieved over nine months in cold conditions using layer paper bags for packaging.