اثر زوال مصنوعی و انبارداری طبیعی بر جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و تخلیه ذخایر بذرهای نخود (*Cicer arietinum* L.)

مهدی شعبان [۱،*]، فرشید قادری‌فر [۲]، حمیدرضا صادقی‌پور [۳]، احد یامچی [۴]

[۱] دانشجوی دکتری 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 زیست‌شناسی، دانشگاه گلستان
[۴] استادیار گروه اصلاح نباتات و بیوتکنولوژی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
[*] پست الکترونیک نویسنده مسئول: Shaaban.mehdi@gua.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۷/۱۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۴/۱۲)

چکیده

این تحقیق به‌منظور بررسی اثر زوال مصنوعی و انبارداری طبیعی بر جوانه‌زنی بذرها و رشد هتروتروفیک گیاهچه نخود زراعی در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال ۱۳۹۳ اجرا شد. آزمایش به‌صورت طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل ۸ سطح (انبارداری طبیعی ۲ و ۴ سال، زوال مصنوعی ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ روز و شاهد) بودند. نتایج نشان داد اثر تیمار زوال بر کل صفات اندازه‌گیری شده معنی‌دار بود. کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه، شاخص قدرت بذر و وزن خشک گیاهچه در شدت‌های زوال مصنوعی ۴ و ۵ روز بیشتر از انبارداری طبیعی ۲ و ۴ سال بود. هدایت الکتریکی نیز با افزایش شدت زوال مصنوعی تا ۴ و ۵ روز نسبت به انبارداری طبیعی افزایش بیشتری یافت که به دلیل عدم توانایی غشاها در حفظ انسجام خود بوده و ناشی از حساسیت بیشتر بذرهای به شرایط زوال مصنوعی می‌باشد. کاهش میزان و کارایی استفاده از ذخایر و کسر ذخایر پویا شده در انبارداری طبیعی کمتر از زوال‌های شدید ۴ و ۵ روز بود ولی بیشترین میزان و کارایی استفاده از ذخایر و کسر ذخایر پویا شده در تیمار ۲ روز زوال رخ داد که می‌توان دلیل آن را به افزایش سرعت واکنش‌های ترمیمی بذر طی این شرایط و فعال شدن بیشتر آنزیم‌های هیدرولیتیک نسبت داد. در نهایت نتایج این مطالعه نشان داد زوال مصنوعی در شدت‌های ۴ و ۵ روز نسبت به انبارداری طبیعی ۲ و ۴ سال سبب خسارت بیشتری به بذرهای نخود شده که منجر به کاهش بیشتر درصد و سرعت جوانه‌زنی شد.

واژه‌های کلیدی: انبارداری، زوال، کارایی استفاده از ذخایر، کیفیت بذر

مقدمه

نخود زراعی (*Cicer arietinum* L.) یکی از گیاهان زراعی متداول در مناطق خشک و نیمه‌خشک بوده و شرایط نامساعد محیطی سبب کاهش کیفیت بذر و اجزای مختلف عملکرد و در نهایت عملکرد دانه در این گیاه می‌گردد (سینگ و ساکسنا[1]، ۱۹۹۹). بذرهایی که دارای کیفیت بالاتری هستند بهتر سبز شده و در مواجه با تنش‌های محیطی درصد سبز و سرعت جوانه‌زنی بالاتری داشته و در نهایت گیاهچه‌های قوی‌تری نیز تولید می‌نمایند (صالحیان، ۱۳۷۴).

سرعت زوال بذر به ساختار ژنتیکی، محیط تولید بذر و شرایط انبارداری بستگی دارد (کالپانا و ماهاوارائو[2].

[1] Singh and Saxena

[2] Kalpana and Madhava-Rao

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.2.7.8]
[DOI: 10.29252/yujs.3.2.89]

۱۹۹۶). تغییرات دما و رطوبت انبار سبب کاهش قابلیت حیات بذرها می‌گردد (لهنر[1] و همکاران، ۲۰۰۸).

پیامد اصلی زوال بذر، کاهش رشد و تولید ماده خشک در گیاهچه می‌باشد. کاهش وزن خشک گیاهچه در اثر زوال می‌تواند به دلیل کاهش میزان پویایی ذخایر بذرها یا کاهش کارایی تبدیل ذخایر پویا شده باشد و کاهش میزان پویایی ذخایر بذر و یا کاهش کارایی تبدیل ذخایر پویا شده سبب کاهش وزن خشک گیاهچه می‌گردد (سلطانی و همکاران، ۱۳۸۷). مؤمنی و همکاران (۱۳۹۲) نیز بیان نمودند که زوال سبب کاهش کارایی استفاده از ذخایر بذر می‌گردد. به عقیده‌ی ربتزک و ریچاردز[2] (۱۹۹۹) با افزایش میزان ذخایر قابل دسترس میزان قدرت بذر نیز افزایش می‌یابد. محسن نسب و همکاران (۱۳۸۹) بیان نمودند بذرهای گندمی که زوال یافته‌اند به دلیل قابلیت حیات پایین‌تر، درصد جوانه‌زنی و شاخص بنیه بذر کمتری نیز بودند. آن‌ها دلیل بالاتر بودن شاخص بنیه بذر در شرایط عدم زوال را به دلیل بالاتر بودن ذخایر و اندوخته پویا عنوان نمودند.

آنچه مشهود است اکثر این مطالعات انجام‌شده در قالب آزمون تسریع پیری می‌باشد. آزمون تسریع پیری یکی از آزمون‌های قدرت بذر بوده که برای تعیین کیفیت محموله‌های بذر و پیش‌بینی سبز شدن آن‌ها در مزرعه استفاده می‌شود. در این آزمون بذرها در دمای ۴۱ الی ۴۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی بالا (نزدیک ۱۰۰ درصد) به مدت چند روز پیر شده و پس از طی این دوره از محیط خارج‌شده و آزمون جوانه‌زنی استاندارد روی آن‌ها صورت می‌گیرد. محموله‌های بذری که پس از این دوره تنش، درصد سبز شدن بالایی داشته باشند به‌عنوان محموله بذری با قدرت بالا در نظر گرفته می‌شوند (همپتون و تکرونی[3]، ۱۹۹۵؛ تکرونی[4]، ۲۰۰۳). در آزمون تسریع پیری شدت زوال شدید و سریع صورت گرفته اما آنچه در انبار با آن مواجه هستیم زوال آهسته و کند می‌باشد و مدت زمانی که طول می‌کشد بذرها زوال یافته و قابلیت حیات خود را از دست بدهند به دما و رطوبت نسبی انبار بستگی دارد؛ اما با این حال این دوره در انبار طولانی است و حتی برخی اوقات به چندین سال نیز می‌رسد. از این رو مطالعه مقایسه این دو شکل زوال مصنوعی و طبیعی و تأثیر آن بر جوانه‌زنی و رشد هتروتروفیک گیاهچه مهم می‌باشد. از این رو این مطالعه با هدف بررسی اثر زوال مصنوعی و طبیعی بر جوانه‌زنی رشد هتروتروفیک گیاهچه نخود زراعی انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر زوال مصنوعی و انبارداری طبیعی بر جوانه‌زنی بذرها و رشد هتروتروفیک گیاهچه نخود زراعی آزمایشی در سال ۱۳۹۳ در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام گردید. در این آزمایش بذرهای نخود رقم هاشم که به مدت دو و چهار سال در شرایط طبیعی انبار نگهداری شده بودند به‌عنوان بذرهای دارای زوال طبیعی در نظر گرفته شدند. از بذرهای تازه برداشت‌شده به‌عنوان شاهد و همچنین برای بذرهای دارای زوال مصنوعی استفاده گردید. برای این کار بذرهای نخود در داخل ظروف پلاستیکی به ابعاد ۳/۵×۱۱×۱۱ سانتی‌متر که حاوی ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر بود، قرار داده شد. سپس درب ظرف‌ها کاملاً بسته‌شده و در دمای ثابت ۴۳ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ روز در داخل انکوباتور قرار داده شد. در طول آزمایش رطوبت نسبی داخل ظرف‌های پلاستیکی ۱۰۰ درصد بود. پس از گذشت زمان‌های موردنظر بذرها از ظرف‌ها خارج شده و آزمون جوانه‌زنی استاندارد انجام شد.

برای انجام آزمون جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در هر تیمار زوال طبیعی و مصنوعی، ۴ تکرار ۲۵ تایی از بذر شمارش و روی دو عدد کاغذ حوله‌ای به ابعاد ۴۵×۳۰ سانتی‌متر قرار گرفته و با کاغذی دیگر روی بذرها پوشانده شد و طبق دستورالعمل ایستا به مدت ۸ روز در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از این مرحله وزن خشک و طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نیز اندازه‌گیری شد (روش ساندویچ) (ایستا[5]، ۱۹۸۵). برای

[1] Lehner
[2] Rebetzke and Richards
[3] Hampton and Tekrony
[4] Tekrony
[5] ISTA

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.2.7.8]
[DOI: 10.29252/yujs.3.2.89]

جلوگیری از تبخیر رطوبت، حوله‌های کاغذی درون جعبه پلاستیکی دردار گذاشته شد. شمارش بذرها روزانه سه بار صورت می‌گرفت. معیار بذرهای جوانه‌زده خروج ریشه‌چه، به‌اندازه ۲ میلی‌متر یا بیشتر بود. در کلیه تیمارهای دمایی منحنی پیشرفت جوانه‌زنی در مقابل زمان (ساعت)، ترسیم و زمان لازم برای ۵۰ درصد (D_{50}) جوانه‌زنی از طریق درون‌یابی برآورد گردید. همچنین معکوس زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی ($1/D_{50}$) به‌عنوان سرعت جوانه‌زنی در نظر گرفته شد (با استفاده از برنامه جرمین) (سلطانی و مداح، ۱۳۸۹).

برای انجام آزمایش هدایت الکتریکی از هر رقم تعداد ۵۰ بذر در ۴ تکرار وزن شده و در بشرهای ۵۰۰ میلی‌لیتری قرار داده شدند و ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر (به‌منظور هم‌دمایی آب مقطر ۲۴ ساعت قبل در انکوباتور ۲۰ درجه قرار داده شده بود) به آن‌ها اضافه شد و بشرها به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. بعد از این مدت هدایت الکتریکی نمونه‌ها اندازه‌گیری و نتایج به‌صورت میکروزیمنس بر سانتی‌متر بر گرم محاسبه شد (همپتون و تکرونی، ۱۹۹۵).

همچنین در این آزمایش میزان و کارایی استفاده از ذخایر و کسر ذخایر پویا شده بذر نیز محاسبه گردید. برای این منظور با استفاده از وزن اولیه لپه‌ها و وزن باقیمانده و همچنین استفاده از روابط زیر رشد هتروتروفیک گیاهچه بررسی گردید (سلطانی[1] و همکاران، ۲۰۰۶):

مقدار استفاده از ذخایر بذر= وزن خشک باقیمانده بذر- وزن خشک اولیه بذر

کارایی استفاده از ذخایر بذر= مقدار استفاده از ذخایر بذر/ وزن خشک گیاهچه

کسر ذخایر مصرف‌شده بذر= وزن خشک اولیه بذر / کارایی استفاده از ذخایر بذر

شاخص قدرت بذر نیز از حاصل‌ضرب درصد جوانه‌زنی نهایی در طول گیاهچه به دست آمد (آگراوال[2]، ۲۰۰۳):

شاخص قدرت بذر= (طول ریشه‌چه+طول ساقه‌چه) طول گیاهچه × درصد جوانه‌زنی

که در این رابطه طول گیاهچه بر حسب سانتی‌متر می‌باشد.

تجزیه داده‌های اصلی بدون تبدیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسات میانگین با آزمون LSD در سطح پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر تیمار زوال بر همه صفات اندازه‌گیری شده از قبیل درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، هدایت الکتریکی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، شاخص بنیه بذر، وزن خشک گیاهچه، وزن خشک لپه‌های باقیمانده، مقدار استفاده از ذخایر بذر، کارایی استفاده از ذخایر بذر و کسر ذخایر پویا شده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد در شرایط زوال مصنوعی با افزایش تعداد روزهای زوال درصد جوانه‌زنی بذرها کاهش یافت به‌طوری که بیشترین میزان جوانه‌زنی در تیمار شاهد به میزان ۹۶ درصد و کمترین میزان جوانه‌زنی به میزان ۲۴ درصد در تیمار پنج روز زوال مشاهده شد (شکل ۱). همچنین بذرهایی که به مدت ۴ سال در انبار نگه‌داری شدند نسبت به بذرهایی که دو سال انبار شدند درصد جوانه‌زنی کمتری داشتند (شکل ۲). با توجه به افت درصد و سرعت جوانه‌زنی در بذرهای نخود مشاهده شد که در تیمار سه روز زوال درصد جوانه‌زنی بذرها نسبت به شاهد حدود ۱۵ درصد کاهش‌یافته و در تیمار چهار سال انبارداری نیز افت جوانه‌زنی بذرهای به همین میزان بود. در زوال طبیعی دو و چهار سال نسبت به زوال‌های شدید چهار و پنج روز افت درصد و سرعت جوانه‌زنی کمتر مشاهده شد و افت درصد جوانه‌زنی در تیمار سه روز با تیمار چهار سال تفاوت معنی‌داری نداشت. پیری تسریع شده و کنترل‌شده به‌عنوان یک نشانگر برای طول عمر بذر در شرایط انبارداری طبیعی مورد استفاده قرار گرفته است (دمیر و مأوی[3]، ۲۰۰۸). زوال مصنوعی می‌تواند درجه خسارت به بذرها را ارزیابی نموده و از این طریق می‌توان طول مدت انبارداری طبیعی را پیش‌بینی نمود

[1] Soltani
[2] Agrawal
[3] Demir and Mavi

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.2.7.8]
[DOI: 10.29252/yujs.3.2.89]

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر زوال مصنوعی و انبارداری طبیعی بر صفات مربوط به جوانه‌زنی بذر و رشد هتروتروفیک گیاهچه بذرهای نخود

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	هدایت الکتریکی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	شاخص بنیه بذر
تیمار زوال	۷	۲۵۵۶**	۰/۰۰۰۰۵۷**	۷۴۷/۲**	۱۱۷**	۲۷/۹**	۳۲۶۴۷۱۸**
خطا	۲۴	۱۷	۰/۰۰۰۰۰۱	۱۰/۲	۲/۲	۱/۰۶	۳۸۲۵۴
ضریب تغییرات (درصد)		۵/۳	۳/۹	۸/۴	۱۱/۶	۱۲/۲۱	۱۰/۶

* و ** به ترتیب سطوح معنی‌داری پنج و یک درصد

ادامه جدول ۱-

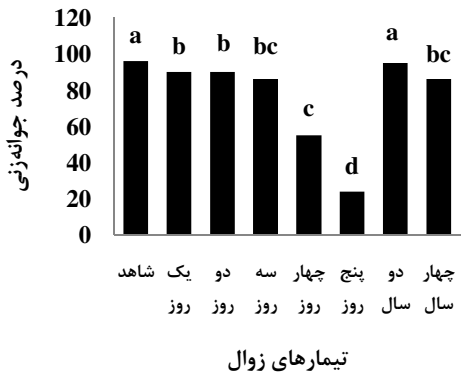
منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن خشک گیاهچه	وزن خشک لپه‌های باقیمانده	میزان استفاده از ذخایر بذر	کارایی استفاده از ذخایر	کسر ذخایر پویا شده
تیمار زوال	۷	۰/۰۰۰۹۹**	۰/۰۰۱**	۰/۰۰۱**	۰/۰۶۵**	۱/۶۹**
خطا	۲۴	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۶	۰/۱۷
ضریب تغییرات (درصد)		۸/۴	۳/۷۲	۱۰/۷	۱۲/۴۸	۱۶/۴۵

* و ** به ترتیب سطوح معنی‌داری پنج و یک درصد

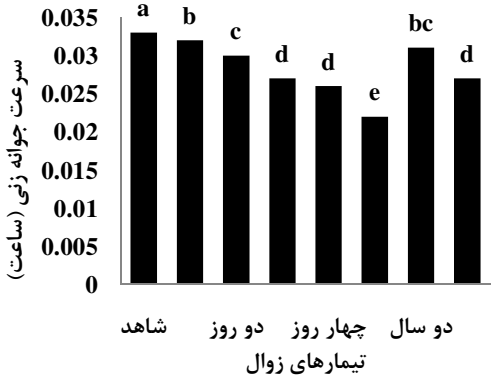
(فابریزیوس[1] و همکاران، ۱۹۹۹). بر همین اساس نیز در این مطالعه می‌توان این گونه استنباط نمود که زوال سه‌روزه در بذرهای نخود می‌تواند معادل با انبارداری چهارساله طبیعی بوده هر چند که مکانیسم زوال در آن‌ها ممکن است متفاوت باشد. تینا[2] و همکاران (۲۰۰۸) نیز عنوان نمودند آزمون تسریع پیری بذر تحت شرایط دما و رطوبت نسبی بالا منجر به کاهش قدرت بذر شده و این روش می‌تواند برآوردی از نقصان خسارت به بذر طی انبارداری طبیعی را به ما ارائه دهد. در این آزمایش درصد جوانه‌زنی در زوال تسریع شده نسبت به انبارداری طبیعی کاهش بیشتری را نشان داد و مشاهده گردید که انبارداری بذرها به مدت دو سال نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری را در درصد جوانه‌زنی نشان نداد. در شرایط مختلف زوال طبیعی و مصنوعی دما و رطوبت نسبی محیط بر میزان جوانه‌زنی بذرها اثر گذاشته و افزایش دما و رطوبت محیط نگه‌داری بذر سبب تسریع زوال بذر می‌گردد (نکانگ و اومو[3]، ۱۹۹۷) و با توجه به اینکه در شرایط زوال مصنوعی رطوبت و دمای محیط بالاست میزان خسارت وارد شده به بذر بیشتر بود و همین امر سبب نقصان درصد جوانه‌زنی بذرهای نخود گردید. افزایش طولانی‌مدت بذرها در انبار سبب افت جوانه‌زنی بذرها می‌گردد (اختر[4] و همکاران، ۱۹۹۲). در این تحقیق نیز مشاهده گردید که شدت زوال در زوال‌های طبیعی و مصنوعی سبب کاهش کیفیت و در نهایت سبب کاهش حداکثر میزان جوانه‌زنی شد و شدت‌های زوال چهار و پنج روز سبب افت بیشتر درصد جوانه‌زنی نسبت به زوال طبیعی شد. محسن نسب و همکاران (۱۳۸۹) عنوان نمودند که افزایش شدت زوال سبب کاهش سرعت جوانه‌زنی بذرها می‌گردد. آن‌ها عنوان نمودند سرعت جوانه‌زنی یکی از شاخص‌های مهم در تعیین کیفیت بذر می‌باشد و هر چه بذرها بتوانند در مدت‌زمان کمتری، درصد جوانه‌زنی بالاتری داشته باشند از سرعت جوانه‌زنی بالاتری نیز برخوردار خواهند بود. قدرت بالاتر بذرها سبب افزایش سرعت جوانه‌زنی آن‌ها می‌گردد (حسینی، ۱۳۸۷). بذرهای دارای قدرت بالاتر کارکرد بهتری داشته و در نتیجه درصد و سرعت جوانه‌زنی آن‌ها تحت شرایط تنش‌های مختلف محیطی بیشتر شده و در نهایت درصد

[1] Fabrizius
[2] Tina
[3] Nkang and Umoh
[4] Akhter

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.2.7.8]
[DOI: 10.29252/yujs.3.2.89]



شکل ۱- اثر زوال مصنوعی و انبارداری طبیعی بر درصد جوانه‌زنی بذرهای نخود ایرانی (ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه باشند بر اساس آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌دار با هم نمی‌باشند).



شکل ۲- اثر زوال مصنوعی و انبارداری طبیعی بر سرعت جوانه‌زنی بذرهای نخود ایرانی (ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه باشند بر اساس آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌دار با هم نمی‌باشند).

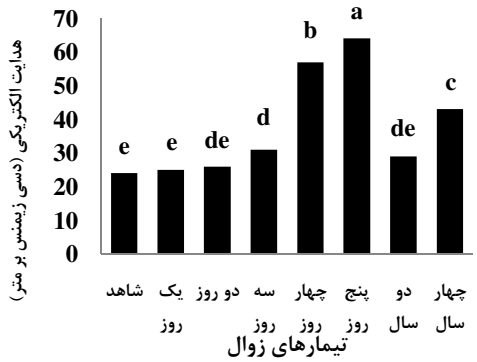
سبز و عملکرد بالاتری در مزرعه دارند (قاسمی گلعذانی و همکاران، ۱۳۷۵). سلطانی و همکاران (۱۳۸۷) با بررسی اثر زوال بذر بر ذخایر بذر و رشد هتروتروفیک گیاهچه گندم بیان کردند که بذرهای زوال یافته نسبت به بذرهای شاهد سرعت جوانه‌زنی کمتری داشته و به ازای هر روز افزایش در دوره زوال بذر این سرعت به میزان ۰/۹ درصد کاهش یافته است.

با افزایش شدت زوال مصنوعی و همچنین با افزایش مدت‌زمان انبارداری طبیعی میزان هدایت الکتریکی بذرها افزایش‌یافته و این نتیجه خسارت بیشتر زوال بر غشاهای سلولی و افزایش نشت الکترولیت‌ها در این شرایط می‌باشد (شکل ۳). در تیمار زوال سه روز و همچنین انبارداری دوساله میزان هدایت الکتریکی برابر با ۳۰ دسی‌زیمنس بر متر بوده که از نظر وارد آمدن خسارت به غشا مشابه می‌باشند. از اثرات مهمی که زوال بر بذر می‌گذارد تخریب پروتئین‌های غشای سلولی می‌باشد که در نتیجه نشت الکترولیت‌ها افزایش می‌یابد. هرچه میزان هدایت الکتریکی و نشت پذیری سلولی بیشتر باشد درصد جوانه‌زنی بذرها نیز کاهش خواهد یافت (روزرخ، ۱۳۷۷).

در این تحقیق مشاهده گردید که زوال‌های طبیعی و مصنوعی سبب کاهش کیفیت و در نهایت کارکرد طبیعی بذرها شده و بر میزان نشت الکترولیت‌های آن‌ها افزوده شد. در انبارداری چهارساله میزان نشت الکترولیت‌ها بیشتر از انبارداری دوساله بود ولی با این حال میزان نشت الکترولیت‌ها در این تیمار از زوال چهار و پنج روزه کمتر بود که نشان‌دهنده خسارت کمتر به غشاها در این تیمار نسبت به تیمارهای چهار و پنج روزه می‌باشد. انبارداری طبیعی سبب تغییرات فیزیکی و شیمیایی در پوشش‌های بذر می‌گردد (موریسون[1] و همکاران، ۱۹۹۲). در این تحقیق مشاهده شد که با افزایش مدت‌زمان نگه‌داری بذرهای نخود در انبار میزان نشت الکترولیت‌ها افزایش‌یافته ولی این میزان کمتر از چهار و پنج روز زوال بود. این موضوع نشان می‌دهد که شرایط انبارداری طبیعی خسارت کمتری را نسبت به زوال تسریع شده چهار و پنج روز به بذر وارد می‌نماید. افزایش هدایت الکتریکی در اثر زوال بذر رخداده و این افزایش در هدایت الکتریکی به دلیل افزایش پراکسیداسیون لیپید و تغییر کارکرد میتوکندری‌ها و در نتیجه کاهش میزان انرژی تولیدی می‌باشد که در نهایت سبب کاهش میزان جوانه‌زنی می‌گردد (مک دونالد[2]، ۱۹۹۹). در شرایط انبارداری طبیعی که محتوای آبی بالا نیست پراکسیداسیون لیپید با سرعت کمتری سبب زوال بذر شده ولی با افزایش محتوای رطوبتی پراکسیداسیون لیپید و همچنین هیدرولیز قندها شدت می‌گیرد (نارایانا و وندل[3]، ۲۰۰۰). در نتیجه در شرایط زوال مصنوعی

[1] Morrison
[2] McDonald
[3] Narayana and Wendell

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.2.7.8]
[DOI: 10.29252/yujs.3.2.89]



شکل ۳- اثر زوال مصنوعی و انبارداری طبیعی بر هدایت الکتریکی بذرهای نخود ایرانی (ستون‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه باشند بر اساس آزمون LSD دارای تفاوت معنی‌دار با هم نمی‌باشند).

چهار و پنج روز میزان خسارت به غشاها افزایش‌یافته و نشت الکترولیت‌ها نیز بیشتر از شرایط انبارداری طبیعی بود. اثرات کلی پراکسیداسیون لیپید افزایش سیالیت غشا، افزایش نشت مواد از غشا، آسیب به پروتئین‌های غشا و در نهایت غیرفعال شدن گیرنده‌ها، آنزیم‌ها و کانال‌های یونی می‌باشد (جیل و توتجا[1]، ۲۰۱۰). در طول دوره انبارداری بذر در حالی که محتوای رطوبتی بذرها پایین است اکسیداسیون خودبه‌خود لیپیدها موجب تولید رادیکال‌های آزاد می‌گردد (بیلی[2]، ۲۰۰۴، مک‌دونالد، ۱۹۹۹).

کاهش نشت الکترولیت‌ها در زوال‌های مصنوعی یک تا سه روز نسبت به انبارداری طبیعی چهارساله به این دلیل است که سرعت پراکسیداسیون لیپید در این شرایط به دلیل محتوای آبی بالای بذر کم می‌باشد، چون آب خود به‌عنوان بافر بین رادیکال‌های آزاد تولیدی در شرایط زوال و اهداف مولکولی عمل نموده و سبب متوقف شدن خودبه‌خودی زنجیره‌های فعال حین پراکسیداسیون لیپید می‌گردد (مک‌دونالد، ۱۹۹۹). علاوه بر محتوای آبی، دمای انبار نیز بر این رخدادها به‌طور متفاوتی اثر دارد. در گیاه ماش در دماهای ۳۰- ۵۰ درجه سانتی‌گراد پراکسیداسیون لیپید افزایش‌یافته و به دنبال آن نشت الکترولیت‌ها نیز افزایش یافته است (مورتی[3] و همکاران، ۲۰۰۳). این در حالی است که در شرایط انبارداری طبیعی بذرها، رطوبت نسبی اندکی وجود داشته و بذرها در یک حالت کریستالی قرار دارند که تحت این شرایط می‌توانند این حالت را برای مدت طولانی حفظ نمایند و میزان خسارت واردشده به غشای آن‌ها کاهش‌یافته و در نتیجه دوره انبارداری آن‌ها افزایش می‌یابد (برنال لوگو و لئوپولد[4]، ۱۹۹۲؛ لئوپولد[5] همکاران، ۱۹۹۴؛ سان و لئوپولد[6]، ۱۹۹۴). تغییرات پراکسیداتیو در ترکیبات اسیدهای چرب غشاها تغییر در کارکرد غشاهای سلولی شده که این‌ها خود سبب افزایش ویسکوزیته و نفوذپذیری غشاها شده که در نهایت سبب افزایش نشت الکترولیت‌ها و میزان هدایت الکتریکی می‌گردد (پریستلی[7]، ۱۹۸۶). طی انبارداری طبیعی محتوای آبی محیط اثر زیادی بر سرعت واکنش‌های دخیل در زوال بذر می‌گذارد. تحت این شرایط تغییرات فیزیکی و شیمیایی بر پوسته بذر اثر گذاشته و سبب افزایش نفوذپذیری آن‌ها به آب و گازها شده (کادری[8] و همکاران، ۲۰۰۳) و سبب افزایش نشت الکترولیت‌هایی مانند یون‌های آلی و غیر آلی، قندها، آمینواسیدها و حتی پروتئین‌ها می‌گردد (گووندر[9] و همکاران، ۲۰۰۸). در شدت‌های چهار و پنج روز زوال مصنوعی مکانیسم‌های ترمیمی بذر فعال نبوده و غشاها توانایی خود را در نگه‌داری منابع ذخیره‌ای از دست داده و نشت الکترولیت‌ها نیز افزایش می‌یابد (فزل[10] و همکاران، ۲۰۰۶). با افزایش روزهای زوال از یک تا پنج روز طول ریشه‌چه و ساقه‌چه کاهش یافت. در تیمار دو سال انبارداری طبیعی نیز طول ریشه‌چه و ساقه‌چه با تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت ولی تیمار شاهد با انبارداری چهارساله تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۲). مشاهده گردید که زوال پنج‌روزه سبب کاهش طول ساقه‌چه به میزان ۸۰ درصد و کاهش طول ریشه‌چه به

[1] Gill and Tuteja
[2] Bailly
[3] Murthy
[4] Bernal Lugo and Leopold
[5] Leopold
[6] Sun & Leopold
[7] Priestley
[8] Qaderi
[9] Govender
[10] Fessel

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.2.7.8]
[DOI: 10.29252/yujs.3.2.89]

جدول ۲- مقایسه تأثیر زوال مصنوعی و انبارداری طبیعی برای صفات مربوط به جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه نخود

تیمارها	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	شاخص قدرت بذر	وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم)	وزن خشک لپه‌های باقیمانده (میلی‌گرم)	میزان استفاده از ذخایر بذر (میلی‌گرم بر گرم)	کارایی استفاده از ذخایر (میلی‌گرم بر گرم)	کسر ذخایر پویا شده (میلی‌گرم)
شاهد	۱۷/۴a	۱۰/۳a	۲۶۵۴a	۶۲a	۱۳۵e	۷۷a	۰/۸۰۸ab	۰/۰۰۳۸ab
یک روز	۱۷/۶a	۱۰ab	۲۵۸۸a	۴۲cd	۱۴۶c	۶۱b	۰/۶۹bc	۰/۰۰۳۳bc
دو روز	۱۵/۸a	۱۰/۳a	۲۵۴۲a	۵۶b	۱۳۷de	۶۸ab	۰/۸۲a	۰/۰۰۴a
سه روز	۱۳b	۹/۶ab	۲۳۶۵a	۳۹d	۱۴۶c	۶۰b	۰/۶۵c	۰/۰۰۳۱c
چهار روز	۷c	۵/۵bc	۹۰۵d	۳۲e	۱۵۵b	۵۰c	۰/۶۷c	۰/۰۰۳۲bc
پنج روز	۲/۵d	۲/۵d	۱۲۶e	۱۱f	۱۸۳a	۲۴d	۰/۴۵e	۰/۰۰۲۲e
دو سال	۱۷/۱a	۹ab	۲۶۴۲a	۴۴c	۱۴۲cd	۷۳a	۰/۶۱cd	۰/۰۰۲۸cd
چهار سال	۱۱/۵b	۷c	۱۶۰۴c	۳۰e	۱۵۶b	۶۱b	۰/۵۱de	۰/۰۰۲۳de

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه باشند دارای تفاوت معنی‌دار بر اساس آزمون LSD نمی‌باشند.

میزان ۹۰ درصد شده و این نشان‌دهنده خسارت بیشتر زوال به ریشه‌چه نسبت به ساقه‌چه می‌باشد و این در حالی است که در شرایط انبارداری طبیعی دو و چهارساله طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بیشتر از شرایط زوال چهار و پنج روز بود (جدول ۲). بیشترین میزان خسارت زوال به بذر به نوک ریشه‌چه می‌باشد (فو[1] و همکاران، ۱۹۸۸). در این تحقیق نیز مشاهده گردید آسیب زوال طبیعی و مصنوعی به ریشه‌چه بیشتر از ساقه‌چه بود. ماچادو[2] و همکاران (۲۰۰۱) نیز نتایج مشابهی را در مورد طول ریشه‌چه و ساقه‌چه به دست آوردند.

طول گیاهچه معیاری از قدرت بذر محسوب می‌شود و از آن به‌عنوان معیاری برای ارزیابی رشد گیاهچه و قدرت آن استفاده می‌شود (همپتون و تکرونی، ۱۹۹۵).

در این تحقیق نیز مشاهده شد که در شرایط زوال طبیعی دو و چهار سال طول ریشه‌چه و ساقه‌چه بیشتر از شرایط زوال کنترل‌شده چهار و پنج روز بود و به دنبال آن قدرت بذر در این بذرها بیشتر از زوال‌های شدید مصنوعی بود. تیمار شاهد دارای بالاترین میزان شاخص قدرت بذر بود و کمترین میزان آن مربوط به تیمار پنج روز و در بین تیمارهای انبارداری طبیعی مربوط به تیمار چهار سال انبارداری بوده است (جدول ۲). افزایش میزان ذخایر قابل‌دسترس در بذر میزان قدرت آن را نیز افزایش می‌دهد (روبتزک و ریجاردز، ۱۹۹۹). شاخص قدرت بذر در تیمار زوال طبیعی نسبت به زوال‌های مصنوعی چهار و پنج روز بیشتر بود. این شرایط می‌تواند به دلیل بالاتر بودن دما در زوال مصنوعی باشد زیرا دمای بالا در این شرایط به‌طور معنی‌داری سبب کاهش شاخص بنیه بذر می‌گردد (سلطانی و همکاران، ۱۳۸۷).

این نتایج نشان داد که افزایش مدت زمان انبارداری و همچنین شدت‌های بالاتر زوال مصنوعی سبب کاهش میزان قدرت بذر گردید. در شرایط انبارداری طبیعی مدت زمان ذخیره بذر بر میزان قدرت حیات بذر اثر گذاشته (پانوبیانکو[3] و همکاران، ۲۰۰۷) و با افزایش این مدت زمان شاخص قدرت بذر نیز کاهش یافت. در شرایط زوال مصنوعی نیز شاخص قدرت بذر به‌شدت در زوال‌های شدیدتر افزایش یافت. تحت این شرایط دما و رطوبت نسبی بالا سبب افزایش پراکسیداسیون لیپید شده (پانوبیانکو و همکاران، ۲۰۰۷) که شدت زوال بذر را نیز افزایش داده و سبب کاهش شاخص قدرت بذر شد (سانگ و جنگ[4]، ۱۹۹۴). حسینی (۱۳۸۷) بیان نمود که شاخص قدرت بذر به‌شدت تحت تأثیر زوال قرارگرفته و عملکرد نهایی را کاهش می‌دهد. شاخص قدرت بذر معرف درصد و پتانسیل جوانه‌زنی بوده و

[1] Fu
[2] Machado
[3] Panobianco
[4] Sung and Jeng

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.2.7.8]
[DOI: 10.29252/yujs.3.2.89]

هرچه بذر کیفیت پایین‌تری داشته باشد شاخص قدرت بذر آن کاهش‌یافته و در نتیجه درصد جوانه‌زنی نهایی نیز کاهش می‌یابد (آزاد و توبه، ۱۳۷۳). محسن نسب و همکاران (۱۳۸۹) بیان نمودند بذرهای گندمی که زوال یافته‌اند به دلیل قوه نامیه پایین‌تر، درصد جوانه‌زنی و شاخص قدرت بذر کمتری نیز بودند. آن‌ها دلیل بالاتر بودن شاخص قدرت بذر در شرایط عدم زوال را به دلیل بالاتر بودن ذخایر و اندوخته پویا عنوان نمودند. در این تحقیق مشاهده شده که شاخص قدرت بذر از صد درصد در تیمار شاهد به ترتیب به ۱۰ و ۴ درصد در تیمار چهار و پنج روز زوال کاهش یافت. در این تحقیق با توجه به سایر صفات اندازه‌گیری شده مشاهده گردید که کاهش ذخایر کل بذر دلیل کاهش قدرت بذر نبوده بلکه عدم پویایی این ذخایر برای استفاده گیاهچه دلیل اصلی کاهش این صفات بود.

در تیمارهای زوال طبیعی میزان وزن خشک گیاهچه در انبارداری چهار سال نسبت به انبارداری دو سال افت بیشتری داشت. بیشترین میزان وزن خشک گیاهچه به میزان ۶۲ میلی‌گرم در تیمار شاهد حاصل شد و کمترین میزان آن مربوط به تیمار پنج روز زوال به میزان ۱۱ میلی‌گرم بود. وزن خشک گیاهچه در تیمار چهار روز زوال ۳۲ میلی‌گرم بود که تقریباً مشابه با انبارداری چهارساله (۳۰ میلی‌گرم) بذرها بوده و می‌توان این گونه استنباط نمود که هر یک روز زوال مصنوعی می‌تواند مشابه با یک سال انبارداری در شرایط طبیعی باشد هر چند که مکانیسم آن‌ها می‌تواند متفاوت باشد (جدول ۲).

کمترین میزان وزن لپه باقیمانده پس از جوانه‌زنی در تیمار شاهد به دست آمد و با افزایش زوال مصنوعی بر وزن لپه‌های باقیمانده افزوده شد. در تیمارهای زوال مصنوعی کمترین میزان وزن لپه‌های باقیمانده به مقدار ۱۳۷ میلی‌گرم در تیمار زوال دو روز حاصل شد که نشان‌دهنده پویایی بیشتر ذخایر بذر در این تیمار نسبت به سایر تیمارهای زوال می‌باشد. در تیمارهای انبارداری طبیعی بیشترین میزان وزن لپه باقیمانده در تیمار چهار سال زوال حاصل شد. با افزایش مدت زمان انبارداری بذر و همچنین با افزایش شدت زوال مصنوعی مشاهده گردید که میزان وزن خشک باقیمانده لپه‌ها نیز افزایش‌یافته و نشان‌دهنده کاهش پویایی ذخایر در این تیمارها نسبت به شاهد می‌باشد (جدول ۲). تیمار شاهد دارای بیشترین میزان استفاده از ذخایر به مقدار ۷۷ میلی‌گرم در بذر بود. در بین تیمارهای زوال مصنوعی نیز بیشترین میزان استفاده از ذخایر در تیمار دو روز زوال حاصل شد و کمترین میزان آن نیز در تیمار پنج روز زوال حاصل شد. در تیمار انبارداری طبیعی نیز با افزایش مدت زمان انبارداری میزان استفاده از ذخایر نیز کاهش یافت (جدول ۲). شدت کاهش در وزن خشک گیاهچه و به دنبال آن میزان و کارایی استفاده از ذخایر بذر در تیمارهای زوال مصنوعی شدید بیشتر از زوال طبیعی بود. مشابه با میزان استفاده از ذخایر بذر، کارایی استفاده از ذخایر بذر در تیمار شاهد بالاترین میزان بود و با افزایش شدت زوال از کارایی آن‌ها کاسته شده است و در شرایط انبارداری طبیعی کارایی استفاده از ذخایر نسبت به شرایط زوال چهار و پنج روز کاهش کمتری داشت. مشاهده گردید که بیشترین میزان کارایی استفاده از ذخایر در تیمارهای زوال مصنوعی در تیمار دو روز زوال به دست آمده است (جدول ۲) که این میزان از شرایط انبارداری دو و چهار سال نیز بیشتر بود. کسر ذخایر پویا شده بذر نیز مانند میزان و کارایی استفاده از ذخایر بذر در تیمار شاهد بیشترین مقدار را داشت و با افزایش میزان زوال بذر در تیمارهای زوال مصنوعی از میزان این کسر کاسته شده است. کسر ذخایر پویا شده در بذر در تیمارهای زوال طبیعی کمتر از شرایط زوال مصنوعی پنج روز بود ولی میزان آن کمتر از سایر تیمارهای زوال مصنوعی بود (جدول ۲).

مؤمنی و همکاران (۱۳۹۲) بیان نمودند که با افزایش شدت زوال از وزن خشک گیاهچه کاسته می‌شود. کاهش میزان وزن خشک گیاهچه می‌تواند به دلیل کاهش پویایی ذخایر بذرها یا کاهش کارایی تبدیل ذخایر پویا شده در اثر زوال باشد (سلطانی و همکاران، ۱۳۸۷). اثر منفی انبارداری طولانی‌مدت طبیعی و همچنین شرایط زوال مصنوعی بر کاهش میزان ذخایر در بذر به‌صورت خطی می‌باشد (جاناتان[1] و همکاران، ۲۰۱۳). آن‌ها بیان داشتند که میزان ذخایر در بذرهایی که به مدت یک سال ذخیره شدند نسبت به بذرها شاهد

[1] Jonathan

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.2.7.8]
[DOI: 10.29252/yujs.3.2.89]

بیشتر بود. در این تحقیق مشاهده گردید که افزایش شدت زوال مصنوعی و همچنین افزایش مدت زمان انبارداری بذرها سبب کاهش میزان ذخایر پویا شده بذر نخود شده که به دنبال آن کارایی استفاده از ذخایر و همچنین کسر ذخایر پویا شده تحت این شرایط کاهش یافت. زوال تسریع شده در شدت‌های چهار و پنج روز بر وزن خشک گیاهچه، میزان و کارایی استفاده از ذخایر و کسر ذخایر پویا شده بذر بیشتر از انبارداری طبیعی بذرها به مدت دو و چهار سال بود. توانایی بذر برای تبدیل و استفاده از ذخایر و تبدیل آن‌ها به وزن خشک به درجه حرارت و رطوبت شرایط نگهداری بذر بستگی دارد و انبارداری نامناسب سبب تشدید زوال بذرها شده (کریشنان[1] و همکاران، ۲۰۰۳) و این نشان می‌دهد که در شرایط زوال تسریع شده با توجه به بالا بودن دما و رطوبت، شرایط برای بذر بدتر از شرایط انبارداری طبیعی می‌باشد که با افزایش مدت زمان تا چهار و پنج روز میزان زوال در بذر بیشتر از انبارداری بذرها در انبار به مدت چهار سال شد. در شرایط زوال تسریع شده دما بالاست و تنفس بذرها زیاد شده و همین امر سبب تخلیه سریع‌تر اندوخته‌های بذر شده (مارشال و لویز[2]، ۲۰۰۴) و در نتیجه در زمان جوانه‌زنی در بذرهای زوال یافته میزان اندوخته غذایی کمتری در دسترس جنین قرار می‌گیرد. ولی در شرایط انبارداری طبیعی شدت زوال کمتر بود و در این شرایط اندوخته غذایی کمتری از ذخایر بذر مصرف‌شده و در زمان جوانه‌زنی این اندوخته در اختیار جنین قرار می‌گیرد.

کاهش وزن خشک ساقه‌چه در شرایط زوال به‌واسطه تولید ماده خشک کمتر بوده است که به نظر می‌رسد عدم تبدیل ذخایر به ماده خشک در این شرایط دلیل اصلی این کاهش می‌باشد (سلطانی و همکاران، ۱۳۸۷). به نظر می‌رسد که زوال چهار و پنج روز سبب کاهش متابولیسم بذرها شده (زمردی و همکاران، ۱۳۹۲) و همین امر سبب کاهش تبدیل ذخایر و مصرف آن‌ها در بذر شده که به دنبال آن میزان وزن خشک تولیدی در بذرها نیز کاهش‌یافته ولی در تیمار زوال طبیعی این روند کندتر بوده و نسبت به زوال چهار و پنج‌روزه میزان کارایی استفاده از ذخایر بالاتری داشتند.

با توجه به اینکه در شرایط انبارداری طبیعی میزان رطوبت بذر کمتر از حالت زوال مصنوعی است، میزان ویسکوزیته بذرها بالا رفته و سبب تغییر شکل آن‌ها به حالت شیشه‌ای شده (بویتینگ و لپرینس[3]، ۲۰۰۸) در نتیجه میزان زوال این گونه بذرها روند کندی داشته (سان و لئوپولد، ۱۹۹۵) و همین امر سبب کاهش خسارت به این بذرها نسبت به زوال‌های شدید مصنوعی و افزایش کارایی تبدیل ذخایر در این بذرها شد. طی زوال طبیعی و مصنوعی میزان تولید آنزیم‌های هیدرولیتیک کاهش می‌یابد (مک‌دونالد، ۱۹۹۹) که این کاهش در زوال مصنوعی نسبت به طبیعی بیشتر بوده و همین امر میزان کارایی تبدیل ذخایر بذر را کاهش داده است. به عقیده جاناتان و همکاران (۲۰۱۳) در شرایط زوال طبیعی فعالیت‌های تنفسی بذر در محیط انبار به‌تدریج سبب کاهش میزان ذخایر بذر شده و این کاهش با افزایش مدت زمان انبارداری در شرایط دمایی و رطوبتی کنترل‌شده نیز افزایش داشته است. این در حالی است که در شرایط زوال مصنوعی به‌واسطه بالا بودن دما و رطوبت در محیط تغییرات فراسلولی در بذرها رخداده که همین امر سبب کاهش کارایی تبدیل ذخایر به پیش‌ماده در دسترس جنین می‌گردند (جاناتان و همکاران، ۲۰۱۳). در حقیقت می‌توان این گونه بیان نمود که میزان ذخایر پویا شده و همچنین کارایی استفاده از این ذخایر طی زوال مصنوعی و انبارداری طبیعی کم شده و با توجه به اینکه مکانیسم زوال در آن‌ها متفاوت است در شدت‌های بیشتر زوال مصنوعی نسبت به زوال طبیعی بیشتر کاهش یافته است. نتایج مشابهی نیز روی بذرهای ذرت (تورز[4] و همکاران، ۲۰۰۴) و پیاز (رائو[5] و همکاران، ۲۰۰۶) حاصل شد.

با توجه به اینکه زوال طبیعی و مصنوعی هر دو سبب کاهش کارایی و میزان استفاده از ذخایر می‌شوند ولی در تیمار دو روز زوال مصنوعی میزان و کارایی استفاده از ذخایر و همچنین کسر ذخایر پویا شده بذر

[1] Krishnan
[2] Marshal and Lewis
[3] Buitink and Leprince
[4] Torres
[5] Rao

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.2.7.8]
[DOI: 10.29252/yujs.3.2.89]

نسبت به شاهد بیشتر می‌باشد. در شرایط زوال کنترل‌شده دما و رطوبت نسبی بالا سبب افزایش سرعت فعالیت‌های متابولیکی در بذر شده و همین امر بر کیفیت فیزیولوژیکی بذرها اثر می‌گذارد (جاناتان و همکاران، ۲۰۱۳). پویایی ذخایر بذر وابسته به فعالیت آنزیم‌های هیدرولیتیک بوده که سبب تجزیه مواد ذخیره‌ای بذر و در نهایت مصرف آن‌ها توسط گیاهچه می‌شود. زمان بین آبنوشی و جوانه‌زنی بذرها زمانی است که بذر شروع به بازسازی و ترمیم اندامک‌ها، پروتئین‌ها و همچنین فعال شدن آنزیم‌های لازم برای جوانه‌زنی می‌کند (رایس و دیر[1]، ۲۰۰۱)، به‌احتمال زیاد در تیمارهای زوال چهار و پنج روز که میزان پویایی ذخایر کمتر از شرایط زوال طبیعی بود توانایی‌ترمیم و همچنین بازسازی آنزیم‌های هیدرولیتیک کمتر از شرایط انبارداری طبیعی بوده است. کاهش میزان پویایی ذخایر بذر به دلیل اثر مخرب درجه حرارت و رطوبت بالا بر کارکرد این آنزیم‌ها بوده که در نهایت سبب کاهش رشد گیاهچه به دلیل گرسنگی آن می‌شود (محسن نسب و همکاران، ۱۳۸۹).

بیشتر بودن میزان و کارایی استفاده از ذخایر در تیمار دو روز زوال مصنوعی می‌تواند نتیجه سرعت بیشتر فعالیت‌های متابولیک باشد که سبب تسریع سنتز آنزیم‌های هیدرولیتیک شده و بر پویایی ذخایر بذر اثر مثبت داشته و فعال‌سازی مکانیسم‌های ترمیم با دریافت رطوبت از محیط افزایش یافته است (ساندوال[2] و همکاران، ۲۰۰۲). در شرایط زوال طبیعی بذرها در انبار شرایط به‌گونه‌ای است که روند فعال شدن آنزیم‌های هیدرولیتیک برای افزایش پویایی ذخایر کمتر است.

سلطانی و همکاران (۱۳۸۷) اظهار داشتند که کاهش مقدار استفاده از ذخایر بذر و همچنین کاهش کسر ذخایر مصرف‌شده بذر به دلیل کاهش سنتز هورمون جیبرلین و سایر آنزیم‌های هیدرولیتیک دخیل در جوانه‌زنی بذر می‌باشد. کاستلیون[3] و همکاران (۲۰۱۰) بیان نمودند که طی مراحل اولیه زوال تغییراتی در پروتئین‌های بذر رخداده و علاوه بر خسارت‌زایی آن‌ها طی واکنش‌های آمادوری و مایلارد ممکن است در بذر به‌عنوان منبع غذایی مورد استفاده قرار گیرند. در تیمار دو روز زوال نیز با شروع آبگیری بذر مکانیسم‌های ترمیمی سرعت بیشتری گرفته و بر این مهم افزوده و سبب افزایش میزان و کارایی و همچنین کسر ذخایر پویا شده در بذر گردید. از طرفی افزایش مدت زمان زوال به بیشتر از سه روز سبب افت این روند شده که میزان آن در تیمار پنج روز زوال قابل توجه بود. در این شرایط رادیکال‌های آزاد تولیدی سبب افزایش پراکسیداسیون لیپید می‌گردند (مک‌دونالد، ۱۹۹۹) و همین امر دلیل اصلی افزایش واکنش‌های اصلی دخیل در زوال بذر موسوم به واکنش‌های آمادوری و مایلارد تحت این شرایط می‌باشند (سان و لئوپولد، ۱۹۹۵). یکی از دلایل کمتر شدن میزان استفاده از ذخایر در بذر در شدت‌های زوال مصنوعی بیشتر (چهار و پنج روز) نیز می‌تواند تولید بیشتر اتیلن تحت این شرایط باشد که منجر به تولید گیاهچه‌های غیرطبیعی بیشتری می‌گردد (تاکایانیگی و هارینگتون[4]، ۱۹۷۱).

با افزایش مدت زمان انبارداری طبیعی میزان پروتئین و قندهای موجود در بذر کاهش‌یافته و همین امر سبب کاهش کیفیت تغذیه‌ای و ذخایر موجود در بذر می‌گردد (سندوال و همکاران، ۲۰۰۲). پس در شرایط انبارداری طبیعی زوال نتیجه هیدرولیز طبیعی قندهای محلولی است که طی جوانه‌زنی به‌عنوان پیش‌ماده‌ی اولیه جهت تغذیه جنین مورد استفاده قرار گرفته و رشد اولیه جنین را تضمین می‌کنند (جاناتان و همکاران، ۲۰۱۳). تحت شرایط انبارداری طبیعی همگام با افزایش هیدرولیز قندهای محلول، تجمع قندهای احیایی افزایش‌یافته و با توجه به واکنش‌پذیری بالای این قندها با پروتئین‌ها سبب افزایش واکنش‌های آمادوری و مایلارد تحت این شرایط شده (سان و لئوپولد، ۱۹۹۵) و همین امر شدت زوال بذر را افزایش داده و سبب کاهش میزان و کارایی استفاده از ذخایر و کسر ذخایر مصرف‌شده بذر تحت شرایط انبارداری طبیعی می‌شود. در واقع واکنش‌های آمادوری و مایلارد سبب تغییر شکل پروتئین‌ها با واکنش دادن آن‌ها با قندهای احیایی و آلدئیدها شده و زوال بذر را به‌واسطه تغییرات شیمیایی

[1] Rice and Dyer
[2] Sandoval
[3] Castellión
[4] Takayanagi and Harrington

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.2.7.8]
[DOI: 10.29252/yujs.3.2.89]

در عملکرد پروتئین‌ها و کاهش ظرفیت سیستم متابولیکی بذر از طریق خسارت رادیکال‌های آزاد افزایش داده و سبب کاهش کارایی تبدیل ذخایر بذرهای زوال یافته طی جوانه‌زنی می‌شوند (کاستلیون و همکاران، ۲۰۱۰).

به گفته روزتو و مارکوس فیلهو[1] (۱۹۹۵) محتوای آبی بذر طی انبارداری طبیعی اثر زیادی بر سرعت واکنش‌های دخیل در زوال بذر گذاشته و سبب افزایش نفوذپذیری آن‌ها به آب و گازها شده (کادری و همکاران، ۲۰۰۳) که سبب افزایش خروج یون‌های آلی و غیر آلی، قندها و آمینواسیدها به اطراف بذر شده (گووندر و همکاران، ۲۰۰۸) و به دنبال آن منابع در دسترس برای جنین از بین رفته و در زمان جوانه‌زنی میزان و کارایی استفاده از ذخایر و همچنین کسر ذخایر پویا شده در بذرهای انبارداری شده کاهش یافت. در شرایط زوال مصنوعی شدید (چهار و پنج روز) تغییرات درون‌سلولی سبب افزایش خسارت وارده به جنین می‌شوند (مک‌دونالد، ۱۹۹۹). همچنین در این شدت‌های زوال اغلب مکانیسم‌های ترمیمی بذر با شکست مواجه شده و توانایی بازیابی تمهیدات لازم جهت پویا کردن ذخایر و به دنبال آن جوانه‌زنی بذر را نداشته (سانگ و جنگ، ۱۹۹۴) و غشاها توانایی خود را در نگه‌داری منابع ذخیره‌ای از دست داده (فزل و همکاران، ۲۰۰۶) و همین امر میزان ذخایر در دسترس جنین را تحت این شرایط کاهش داده است و به دنبال آن قدرت بذر جهت جوانه‌زنی کاهش یافته است (پانوبیانکو و همکاران، ۲۰۰۷).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این تحقیق مشخص نمود که زوال طبیعی و مصنوعی هر دو سبب افت درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرهای نخود شده و این افت در شدت‌های بالاتر زوال مصنوعی بیشتر از زوال طبیعی بود. طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و همچنین شاخص بنیه بذر نیز تحت تأثیر از زوال‌های طبیعی و مصنوعی قرار گرفته و کاهش یافتند و در تیمار زوال طبیعی نسبت به زوال مصنوعی چهار و پنج روز کمتر کاهش یافتند. میزان هدایت الکتریکی نیز با افزایش مدت زمان انبارداری طبیعی به دلیل توانایی غشاها در حفظ انسجام خود افزایش یافت ولی میزان این نشت در شدت‌های بالاتر زوال مصنوعی بیشتر از زوال طبیعی بود. وزن خشک گیاهچه نیز در شرایط زوال طبیعی دو و چهار سال نسبت به زوال‌های شدید چهار و پنج روز افت کمتری داشت. احتمال می‌رود وقوع پراکسیداسیون لیپید در شرایط انبارداری مصنوعی و هیدرولیز قندها در شرایط انبارداری طبیعی سبب وقوع واکنش‌های آمادوری و مایلارد شده که به دنبال آن میزان و کارایی استفاده از ذخایر و کسر ذخایر پویا شده بذر کاهش یافت و این کاهش در زوال طبیعی کمتر از زوال‌های شدید چهار و پنج روز بود ولی با این حال بیشترین میزان این سه مؤلفه در تیمار دو روز زوال رخ داد که می‌توان دلیل آن را به افزایش سرعت واکنش‌های ترمیمی بذر طی این شرایط و همچنین فعال شدن بیشتر آنزیم‌های هیدرولیتیک و در دسترس بودن پیش ماده‌ی بیشتر جهت رشد جنین نسبت داد.

[1] Rosseto and Marcos-Filho

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.2.7.8]
[DOI: 10.29252/yujs.3.2.89]

منابع

آزاد، ف. و توبه، ا. ۱۳۷۳. ارتباط راندمان سبز کردن گندم با ماده خشک تولیدی و برخی صفات دیگر در کشت آزمایشگاهی و گلخانه. خلاصه ششمین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران (بابلسر) دانشگاه مازندران، ۴ صفحه.

حسینی، ف. ۱۳۸۷. بررسی اثر زوال بذر بر جوانه‌زنی، استقرار و عملکرد پنج رقم کلزا در شرایط آب و هوایی اهواز. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی اهواز. ۲۵۸ صفحه.

روزرخ، م. ۱۳۷۷. تأثیر زوال بذر بر سبز کردن و عملکرد و اجزا عملکرد دو رقم نخود تحت شرایط آبیاری کامل و آبیاری محدود. پایان‌نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. ۱۳۶ صفحه.

زمردی، م.، محمودی، م.، خواجه حسینی، م.، قشم، ر. و انورخواه، س. ۱۳۹۲. بررسی اثر پرایمینگ و پیری مصنوعی بر جوانه‌زنی بذر ارقام گوجه‌فرنگی. نشریه تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی، ۱(۱): ۱۱۴-۹۷.

سلطانی، ا. و مداح، و. ۱۳۸۹. برنامه‌های کاربردی ساده برای آموزش و پژوهش در کشاورزی. انجمن علمی بوم‌شناختی ایران، ۷۲ صفحه.

سلطانی، ا.، کامکار، ب.، گالشی، س. و اکرم قادری، ف. ۱۳۸۷. اثر زوال بذر بر ذخایر ژنتیکی بذرها و رشد هتروتروفیک گیاهچه گندم. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۵(۱): ۷۶-۶۷.

صالحیان، خ. ۱۳۷۴. اثر قدرت بذر بر سبز کردن، نمو و عملکرد دانه گندم. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. ۱۲۱ صفحه.

قاسمی گلعذانی، ک.، صالحیان، م.، رحیمزاده خوی، ف. و مقدم، م. ۱۳۷۵. اثر قدرت بذر بر سبز شدن گیاهچه گندم و عملکرد دانه گندم. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۳(۳): ۵۶-۴۸.

محسن‌نسب، ف.، شرفی‌زاده، م. و سیادت، ع. ۱۳۸۹. بررسی اثر زوال بذر (پیری تسریع شده) بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ارقام گندم در شرایط آزمایشگاه. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی، ۲(۷): ۷۱-۵۹.

مؤمنی، ج.، شکرپور، م.، صدقی، م.، انتصاری، م. و عباسیان، ا. ۱۳۹۲. تأثیر زوال تسریع شده و تنش خشکی بر برخی صفات فیزیولوژیک و مورفولوژیک گندم در شرایط آزمایشگاهی. نشریه علوم و فناوری بذر ایران، ۲(۲): ۲۳۹-۲۲۹.

Agrawal, R. 2003. Seed technology. Publication. Co. PVT. LTD. New Delhi. India. 64: 229-236.

Akhter, F.N., Kabir, G., Mannan, M.A., and Shaheen, N.N. 1992. Aging effect of wheat and barley seeds upon germination mitotic index and chromosomal damage. Journal of Islamic Academic of Science, 5(1): 44-48.

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

Bernal Lugo, I., and Leopold, A.C. 1992. Changes in soluble carbohydrates during seed storage. Plant Physiology, 98(3): 1207–1210.

Buitink, J., and Leprince, O. 2008. Intracellular glasses and seed survival in the dry state. Comptes Rendus Biologies, 331(10): 788–795.

Castellion, M., Matiacevich, S., Buera, P., and Maldonado, S. 2010. Protein deterioration and longevity of quinoa seeds during long-term storage. Food Chemistry, 121(4): 952–958.

Demir, I., and Mavi, K. 2008. Controlled deterioration and accelerated aging tests to estimate the relative storage potential of cucurbit seed lots. Hort Science, 43(5): 1544–1548

Fabrizus, E., Tekrony, D.M., Egli, D.B., and Rucker, M. 1999. Evaluation of a viability model for predicting soybean seed germination during warehouse storage. Crop Science, 39(1): 194-201.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.2.7.8]
[DOI: 10.29252/yujs.3.2.89]

Fessel, S.A., Vieira, R.D., Cruz, M.C.P., Paula, R.C., and Panobianco, M. 2006. Electrical conductivity testing of corn seeds as influenced by temperature and period of storage. Pesquisa Agropecuaria Brasileira, 41(10): 1551–1559.

Fu, J.R., Lu, X.H., Chen, R.Z., Zhang, B.Z., Liu, Z.S., Ki, Z.S., and Cai, C.Y. 1988. Osmoconditioning of peanut (*Arachis hypogaea* L.) seeds with PEG to improve vigor and some biochemical activities. Seed Science and Technology, 16(1): 197-212.

Gill, S.S., and Tuteja, N. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. Plant Physiology and Biochemistry, 48(12): 909-930.

Govender, V., Aveling, T.A.S., and Kritzinger, Q. 2008. The effect of traditional storage methods on germination and vigour of maize (*Zea mays* L.) from northern KwaZulu-Natal and southern Mozambique. Southern African Journal of Botany, 74(2): 190–196.

Hampton, J.C., and Tekrony, D.M. 1995. Hand book of vigor test and method (3rd ed.). International Seed Testing Association (ISTA), Zurich, Switzerland, 117p.

International Seed Testing Association. 1985. International rules for seed testing annexes 1985. Seed Science and Technology, 13: 356-513.

Jonathan M.E., Barbara C.F., Silva, R.S., Joao, A.A., Granja-Maria, C.J.L., Alves, M., and Pompelli, F. 2013. Germination responses of (*Jatropha curcas* L.) seeds to storage and aging. Industrial Crops and Products, 44: 684–690.

Kalpana, R., and Madhava-Rao, K.V. 1996. Lipid changes during accelerated ageing of seeds of pigeonpea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) cultivars. Seed Science and Technology, 24(3): 475-483.

Krishnan, P., Nagarajan, S., Dadlani, M., and Moharir, A.V. 2003. Characterization of wheat (*Triticum aestivum*) and soybean (*Glycine max*) seeds under accelerated ageing conditions by proton nuclear magnetic spectroscopy. Seed Science and Technology, 31(3): 541-550.

Lehner, A., Mamadou, N., Poels, P., Come, D., Bailly, C., and Corbineau, F. 2008. Change in soluble carbohydrates, lipid peroxidation and antioxidant enzyme activityes in the embryo during aging in wheat grains. Journal of Cereal Science, 47(3): 555-565.

Leopold, A.C., Sun, W.Q., and Bernard-Lugo, I. 1994. The glassy state in seed: analysis and function. Seed Science Research, 4(3): 267–274.

Machado, N.N.B., Custodio, C.C., and Takaki, M. 2001. Evaluation of naturally and artificially aged seeds of (*Phaseolus vulgaris* L.). Seed Science and Technology, 29(1): 137-149.

Marshal, A.H., and Lewis, D.N. 2004. Influence of seed storage conditions on seedling emergence, seedling growth and dry matter production of temperate forage grasses. Seed Science and Technology, 32(2): 493-501.

McDonald, M.B. 1999. Seed deterioation: Physiology, repair and assessment. Seed Science and Technology, 27(1): 177-237.

Morrison, D.A., Auld, T.D., Rish, S., Porter, C., and McClay, K. 1992. Patterns of testa-imposed seed dormancy in native Australian legumes. Annals of Botany, 70(2): 157-163.

Murthy, U.M.N., Kumar, P.P., and Sun, W.Q. 2003. Mechanisms of seed ageing under different storage conditions for *Vigna radiate* (L.) Wilczek: lipid peroxidation, sugar hydrolysis, Maillard reactions and their relationship to glass state transition. Journal of Exprimental Botany, 54(384): 1057-1067.

Narayana, U.M., and Wendell, Q.S. 2000. Protein modification by amadori and maillard reactions during seed storage: roles of sugar hydrolysis and lipid peroxidation. Journal of Experimental Botany, 51(348): 1221-1228.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.2.7.8]
[DOI: 10.29252/yujs.3.2.89]

Nkang, A., and Umoh, E.O. 1997. Six month storability of five soybean cultivars as influenced by stage of harvest, storage temperature and relative humidity. Seed Science and Technology, 25(1): 93-99.

Panobianco, M., Vieira, R.D., and Perecin, D. 2007. Electrical conductivity as an indicator of pea seed aging of stored at different temperatures. Scientia Agricola, 64(2): 119-124.

Priestley, D.A. 1986. Seed aging. Cornell University Press, Ithava, New York. 153p.

Qaderi, M.M., Cavers, P.B., and Bernards, M.A. 2003. Pre-and post-dispersal factors regulate germination patterns and structural characteristics of Scotch thistle (*Onopordum acanthium*) cypselas. New Phytology, 159(1): 263–278.

Rao, R.G.S., Singh, P.M., and Rai, M. 2006. Storability of onion seeds and effects of packaging and storage conditions on viability and vigour. Scientia Horticulturae, 110(1): 1-6.

Rebetzke, G.S., and Richards, R.A. 1999. Genetic improvement of early vigour in wheat. Australian Journal of Agricultural Research, 50: 291-301.

Rice, K.J., and Dyer, A.R. 2001. Seed aging, delayed germination and reduced competitive ability in *Bromus tectorum*. Plant Ecology, 155(2): 237–243.

Rosseto, C.A.V., and Marcos-Filho, J. 1995. Comparac¸ao entre os metodos de envelhecimento acelerado e de deteriorac¸ao controlada para avaliac¸ao da qualidade fisiológica de sementes de soja. Sciencia Agriculture, 52(1): 123–131.

Sandoval, M., Okuhama, N.N., Clark, M., Angeles, F.M., Lao, J., Bustamante, S., and Miller, M.J. 2002. Sangre de grado Croton palanostigma induces apoptosis in human gastrointestinal cancer cells. Journal of Ethnopharmacology, 80(2): 121–129.

Singh, K.B., and Saxena, M.C. 1999. The tropical agriculturalist: chickpeas. London and Basingstoke: Macmillan Education Ltd. 134p.

Soltani, A., Gholipoor, M., and Zeinali, A. 2006. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. Environmental and Experimental Botany, 55(1): 195–200.

Sun, W.Q., and Leopold, A.C. 1994. Glassy state and seed storage stability: A viability equation analysis. Annals of Botany, 7(6): 601-604.

Sun, W.Q., and Leopold, A.C. 1995. The Maillard reaction and oxidative stress during aging of soybean seeds. Physiologia Plantarum, 94(1): 94–104.

Sung, J.M., and Jeng, T.L. 1994. Lipid peroxidation and peroxide-scavenging enzymes associated with accelerated ageing of peanut seed. Physiologia Plantarum, 91(1): 51–55.

Takayanagi, K., and Harrington, J.F. 1971. Enhancement of germination rate of aged seeds by ethylene. Plant Physiology, 47(4): 521–524.

Tekrony, D.M. 2003. Review: precision is an essential component of seed vigour testing. Seed Science and Technology, 31(2): 435–447.

Tina, X., Song, S., and Lei, Y. 2008. Cell death and reactive oxygen species metabolism during accelerated ageing of soybean axes. Russian Journal of Plant Physiology, 55(1): 33-40.

Torres, R.M., Vieira, R.D., and Panobianco, M. 2004. Accelerated aging and seedling field emergence in soybean. Scientia Agricola, 61(5): 476-480.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]
[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.2.7.8]
[DOI: 10.29252/yujs.3.2.89]

Iranian Journal of Seed Research, Vol: 3(2), 2017

Effect of Accelerated Ageing and Natural Storage on Germination, Seedling Growth and Reserves Depletion of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Seeds

Mehdi Shaban [1,*], Farshid Ghaderifar [2], Hamidreza Sadeghipour [3], Ahad Yamchi [4]

[1] *PhD Student in Seed Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran*
[2] *Associate Professor of Agronomy Department, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gogan, Iran,*
[3] *Associate Professor of Biology Department, University of Golestan, Golestan, Iran*
[4] *Assistant Professor of Plant Breeding and Biotechnology Department, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran*
[*]Corresponding author, E-mail address: Shaaban.mehdi@gua.ac.ir

(Received: 06.10.2015 ; Accepted: 02.07.2016)

Abstract

This study was conducted to evaluate the effects of accelerated ageing and natural storage on seed germination and seedling heterotrophic growth of chickpea in Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources in 2014. The experiment was carried out, adopting a completely randomized design with four replications. Treatments were 8 ageing levels (i.e., 2 years, and 4 years natural storage; 1, 2, 3, 4, 5 days of accelerated ageing and a control). The results showed that the effect of ageing treatment on all the traits was significant. Reduction of germination percentage, germination rate, root and shoot length seed vigor index and seedling dry weight of 4 and 5 accelerated ageing days was higher than 2 and 4 natural storage years. Electrical conductivity of seed lots increased by an increase in accelerated ageing to 4 and 5 days, which was higher than 2 and 4 natural storage years. This is due to incapability of a membrane to keep its permeability, which is the result of higher sensitivity of seeds to accelerated ageing. Reduction of the rate and efficiency of reserves used and also dynamic reserves in natural storage was lower than 4 and 5 accelerated ageing days. However, maximum rate and efficiency of reserves used and also dynamic reserves were obtained at 2 accelerated ageing days. This could be due to increase in repair reaction rates under these conditions and activation of hydrolytic enzymes in seeds. Finally, the results of the present study revealed that damages to chickpea seed at 4 and 5 accelerated ageing days are more than 2 and 4 natural storage years, which leads to the reduction of germination percentage and rate.

Keywords: Storage, Ageing, Efficiency of reserves used, Seed quality

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-10]

[DOR: 20.1001.1.23831251.1395.3.2.7.8]
[DOI: 10.29252/yujs.3.2.89]