Archive of SID

"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد نهم، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۹
(ص ٤٤-۲۷)
مقاله پژوهشی

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 9, No.: 3, Autumn 2020
(pp: 27-44)
DOI: 10.22034/ijsst.2019.125455.1261
Research Article

بررسی خصوصیات جوانه‌زنی و قابلیت ماندگاری بذور قره یونجه (*Medicago sativa* L.) در رطوبت‌های مختلف انبارداری

شعله بهرامی[۱]، مهدی تاج‌بخش[۲] و اسماعیل رضائی چیانه[۳*]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
۲،۳. هیئت علمی گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۰۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۰۹)

چکیده

انبارداری نامساعد موجب زوال بذر و ایجاد خسارت فیزیکی و فیزیولوژیکی متعدد در بذر می‌شود. زوال بذر بستگی به دما، محتوای رطوبت بذر و در شرایط انبارداری دارد. به‌منظور ارزیابی خصوصیات جوانه‌زنی و قابلیت ماندگاری بذور یونجه ذخیره شده در شرایط مختلف انبارداری آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در آزمایشگاه تحصیلات تکمیلی گروه زراعت دانشگاه ارومیه در سال ۱۳۹۶-۱۳۹۵ انجام گردید. آزمایش شامل رطوبت نسبی در شش سطح (۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ درصد) و شاهد (رطوبت اتاق در محدوده ۳۵ تا ۴۵ درصد) و مدت زمان نگهداری (۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹ و ۱۰ ماه) با سه تکرار انجام گردید. نتایج نشان داد که تمام شاخص‌های جوانه‌زنی تحت تأثیر رطوبت نسبی و مدت زمان انبارداری قرار گرفتند. اثر متقابل رطوبت در مدت زمان انبارداری به‌جز یکنواختی جوانه‌زنی بر تمام شاخص‌های مورد بررسی معنی‌دار بود. بیشترین درصد جوانه‌زنی در شرایط شاهد یا رطوبت اتاق (۹۶/۹ درصد) بود که بعد از ۱۰ ماه انبارداری به ۷۹/۴ درصد رسید. سرعت جوانه‌زنی در ماه اول با میانگین ۰/۰۷۱ جوانه در روز، بالاترین مقدار بود که در رطوبت نسبی ۹۰ درصد در ۱۰ ماه بعد از انبارداری به میانگین ۰/۰۱۸ جوانه در روز کمترین مقدار را به خود اختصاص داد. طول ریشه‌چه در شرایط شاهد بعد از انبارداری از ۵/۹۵ به ۳/۹۸ سانتی‌متر رسید که مقدار آن از ۶/۲۶ به ۱/۹۷ سانتی‌متر در رطوبت ۹۰ درصد رسید. به‌طورکلی افزایش رطوبت نسبی سبب افزایش شدت زوال در بذور یونجه گردید. در شرایط شاهد شیب تغییرات ۳/۸ بود که این شیب تغییرات در رطوبت ۹۰ درصد به ۴/۸۴ رسید. بذور در رطوبت شاهد بعد از ۱۰ ماه کمتر از ۴۰ درصد افت نشان داد. این در حالی بود که در رطوبت ۹۰ درصد بعد از ۴/۵ ماه جوانه‌زنی به ۵۰ درصد مقدار اولیه خود کاهش یافت. در بین شاخص‌های جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی و در بین شاخص‌های رشد گیاهچه، طول گیاهچه کمترین تغییر در شرایط نگهداری را به خود اختصاص دادند.

واژه‌های کلیدی: درصد جوانه‌زنی، رطوبت نسبی، قابلیت انبارداری، وزن خشک گیاهچه.

Evaluation of germination characteristics and durability of qareh alfalfa (*Medicago sativa* L.) seeds under different storage conditions

Sh. Bahrami [1], M. Tajbakhsh [2], E. Rezaei- Chiyaneh*[3]

1. Master of Science in Seed Technology, Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran
2, 3. Department of Plant Production and Genetics, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran
(Received: Feb. 25, 2019 – Accepted: Jun. 30, 2019)

Abstract

Unfavorable storage results in seed deterioration, physical and physiological damage to the seed. Seed deterioration depends on temperature, seed moisture content and storage condition. In order to evaluate germination characteristics and storage capability of alfalfa seeds stored under different storage conditions, a factorial experiment was conducted in a completely randomized design in laboratory of Urmia University of Agriculture in 2016. The experiments included relative humidity in six levels (50, 60, 70, 80 and 90%) and control (humidity in the range of 35 to 45%) and storage period (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 and 10 months) with three replications. The results showed that all germination indices were affected by relative humidity and storage period. The interaction between seed moisture and storage period significantly affected all germination indices, except germination uniformity. The highest germination percentage (96.9 %) was recorded for the control, which decreased to 79.4 after 10 months of storage. The highest germination rate (0.071 per day) was obtained for the first month, while the lowest (0.018 per day) was achieved in 90 % relative humidity and 10 months storage. Radical length decreased from 5.95 to 3.98 cm under control condition and from 6.26 to 1.97 cm under 90 % relative humidity. Overall, a high relative humidity resulted in an increased severity of deterioration. Slope of change was 3.8 under control condition, but 4.85 under 90 % relative humidity. Under control condition Seed germination reduced by 50% after 15 month of storage, while under 90 % relative humidity, it reduced by 50% only after 4.5 month. Among germination indices, coefficient of velocity of germination, and among seedling growth index, seedling length display the least change after storage.

Keywords: Germination percentage, Relative humidity, Storage capability, Seedling dry weight.

* Email: e.rezaeichiyaneh@urmia.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

یونجه یکی از مهم‌ترین گیاهان خانواده نیامداران است که به دلیل اهمیت فراوان در تغذیه دام و تولید فرآورده‌های دامی، جایگاه ویژه‌ای در بین گیاهان زراعی یافته است. این گیاه به دلیل دارا بودن ۱۵ تا ۲۲ درصد پروتئین خام، ویتامین‌ها و مواد معدنی به‌عنوان ملکه گیاهان علوفه‌ای مطرح شده است (Mcdonald *et al*., 2011).

بذر از مهم‌ترین نهاده‌های کشاورزی است که زمینه ازدیاد، بقاء و گسترش گیاه را فراهم می‌کند. کیفیت بذر بیان گر تأثیر توأم شرایط محیطی تولید بذر و شرایط برداشت، فرآوری و انبارداری آن می‌باشد (Gholami Tilebeni and Golpayegani, 2011). از آنجایی که ذخیره بذر همیشه با کاهش در سیستم جوانه‌زنی بذر همراه است، لذا شرایط ذخیره‌ای باید برای نگهداری منابع ژنتیکی و ذخیره تجاری بذر مناسب باشد (Rajjou *et al*., 2007). جلوگیری یا به حداقل رساندن کاهش کیفیت بذر و قابلیت حیات در طی انبارداری به‌منظور کاشت در فصول بعدی برای گیاهان زراعی حیاتی و ضروری است (Bewley *et al*., 2013). انبارداری بذر یکی از بهترین راهکارها برای حفظ تنوع گیاهی و ژرم‌پلاسم است. انبارداری بذر تا فصل بعدی کاشت یا زمان فروش بذر یکی از مراحل مهم صنعت بذر است. عدم توجه کافی به آن سبب می‌شود بذر دچار خسارت فیزیکی و فیزیولوژیکی شده و در نتیجه زوال بذر تشدید می‌شود (Balesevic-Tubic, 2001).

زوال بذر بستگی به دما، محتوای رطوبت بذر و طول مدت انبارداری دارد (Spanò *et al*., 2004)، افزایش در میزان دما و رطوبت سبب کاهش قابلیت حیات بذرها می‌گردد، این امر ثابت می‌کند که از مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر طول عمر بذور، دما و رطوبت بذرها طی انبارداری می‌باشد (Lehner *et al*., 2008). رطوبت نسبی بالا، مقدار رطوبت بذر را افزایش می‌دهد که نتیجه آن افزایش فعالیت‌های بیوشیمیایی نظیر افزایش آنزیم‌های هیدرولیز کننده، افزایش تنفس و افزایش اسیدهای چرب آزاد می‌باشد (Ellis and Hong, 2007). در طی انبارداری، برخی تغییرات در زوال بذر نقش دارد. اگرچه سازوکار دقیق زوال بذر هنوز مشخص نشده است، ولی تجمع برخی گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) از قبیل رادیکال سوپراکسید و پراکسید هیدروژن از دلایل عمده دخیل در زوال بذر است (Lehner *et al*., 2008).

نتایج تحقیقات مندنی و همکاران (Mandani *et al*, 2012)، نشان داد با افزایش زمان انبارداری متوسط زمان جوانه‌زنی بذر گندم افزایش یافت. همچنین زمان انبارداری از طریق کاهش درصد جوانه‌زنی، درصد گیاهچه‌های نرمال، طول ساقه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه باعث ایجاد اثرات منفی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم شد. همچنین ورما و همکاران (Verma *et al*., 2003)، مشاهده کردند که در اثر فرسودگی بذر شلغم روغنی (*Brassica campestris* L.) در دوره نگهداری قبل از کاشت درصد جوانه‌زنی، طول گیاه‌چه، سرعت ظهور گیاهچه در مزرعه به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. شعبان‌زاده و همکاران (Shabanzadeh *et al*., 2008)، نشان دادند با افزایش انبارداری طول ساقه‌چه و ریشه‌چه و متناسب با آن‌ها، قدرت بذر گندم به‌شدت کاهش یافت. محققان در آزمایش دیگر بذور ماش را با رطوبت‌های اولیه ۷، ۹، ۱۱ و ۱۳ درصد و دماهای نگهداری ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۲۷ سانتی‌گراد برای یک دوره ۱۸ ماه انبار کردند. نتایج نشان داد که با افزایش رطوبت بذر و درجه حرارت، زوال بذر افزایش یافت (Pradidwong *et al*, 2004). پرمون و همکاران (Parmoon *et al*., 2013) در مطالعه خود نشان دادند که فرسودگی بذر موجب کاهش طول گیاهچه و وزن خشک ماریتیغال شد. با توجه به اهمیت قوه‌ی نامیه در طی انبارداری، ضرورت توجه به حفظ و نگهداری بذور و ارزیابی سازوکارهای زوال بذر بیش از

www.SID.ir

Archive of SID

پیش احساس می‌گردد. هدف از اجرای این آزمایش بررسی شرایط رطوبتی و مدت زمان نگهداری بذور یونجه در حفظ قوه نامیه‌ی و خصوصیات جوانه‌زنی بذور در شرایط انبارداری بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور مطالعه اثر رطوبت‌های مختلف و مدت زمان انبارداری بر روی بذور قره یونجه (تیپ چند ساله) پژوهشی در سال ۱۳۹۶-۱۳۹۵ در آزمایشگاه تحصیلات تکمیلی گروه زراعت دانشگاه ارومیه انجام گردید. آزمایش شامل رطوبت نسبی در شش سطح (۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ درصد) و شاهد (رطوبت اتاق در رطوبت ۳۵ تا ۴۰ درصد و دمای ۲۵ تا ۳۰ درجه) و مدت زمان نگهداری (۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹ و ۱۰ ماه) با سه تکرار می‌باشد. به‌منظور ایزوله نمودن، مسدود کردن و جلوگیری از خروج رطوبت از ظروف دسیکاتور استفاده شد. بذور قبل از انجام آزمایش دارای رطوبت ۱۳درصد و قوه‌نامیه ۹۷ درصد بوده‌اند. برای تهیه رطوبت‌های مد نظر از اسید سولفوریک و آب بهره گرفته شد که برای این منظور با مخلوط کردن مقدار اسید سولفوریک در آب به ترتیب درصدهای ۴۲/۹، ۳۷/۳، ۳۱/۸، ۲۶/۳ و ۲۰/۸ از اسید سولفوریک برای رطوبت‌های نسبی (۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰ درصد) در ظروف دسیکاتور تهیه و مقدار ۳ هزار عدد (۱۰ گرم) در هر رطوبت قرار داده شده و پس از قرار دادن بذور یونجه مورد نیاز، درب دسیکاتورها بسته و سپس با پارافیلم مسدود و غیرقابل نفوذ گردید و در دمای ۲۵ درجه نگهداری شد (Tajbakhsh, 1990). این مرحله از آزمایش به مدت ۱۰ ماه به طول انجامید؛ و هر ماه درب دسیکاتورها باز کرده، از هر نمونه رطوبتی مقدار بذر لازم جهت آزمون جوانه‌زنی مورد استفاده قرار گرفت؛ سپس درب دسیکاتورها بعد از جایگزین با اسید سولفوریک جدید، مجدداً بسته و با پارافیلم جهت ممانعت از خروج رطوبت مسدود شد. جهت آزمون جوانه‌زنی ابتدا بذور با هیپوکلرید سدیم به مدت ۳ دقیقه ضدعفونی شده و سپس با آب مقطر شست و شو شدند (Khoramdel et al., 2012). در هر پتری دیش ۵۰ عدد بذر به‌طور تصادفی انتخاب و روی کاغذ صافی قرار داده شد. سپس مقدار ۵ میلی‌لیتر آب مقطر به هر پتری دیش افزوده و در نهایت در ژرمیناتور با دمای ۲۰ درجه قرار داده شدند و شمارش بذور جوانه‌زده به صورت روزانه تا ده روز انجام شد (ISTA, 2013). صفات مورد بررسی شامل درصد، میزان و سرعت جوانه‌زنی، شاخص جوانه‌زنی، یکنواختی ضریب و متوسط زمان جوانه‌زنی، سرعت و متوسط زمان جوانه‌زنی روزانه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، طول گیاهچه، وزن خشک گیاهچه، شاخص طولی و وزنی بنیه بذر و قابلیت انبارداری بذور اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری درصد جوانه‌زنی[1] از رابطه‌ی زیر استفاده شد.

$$GP = \sum Ni / \sum n \qquad \text{رابطه (۱)}$$

$\sum Ni$ مجموع کل بذور جوانه‌زده تا پایان آزمایش و $\sum n$ کل تعداد بذور می‌باشد.

متوسط زمان لازم برای جوانه‌زنی[2] که شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی محسوب می‌گردد از روی رابطه زیر محاسبه گردید (Ellis and Roberts, 1981).

$$MGT = \frac{\sum (nt)}{\sum n} \qquad \text{رابطه (۲)}$$

در این رابطه، n تعداد بذور جوانه‌زده در طی t روز، t تعداد روزها از ابتدا جوانه‌زنی $\sum n$ کل تعداد بذور جوانه‌زده می‌باشد.

ضریب یکنواختی جوانه‌زنی[3] با استفاده از رابطه سلطانی و همکاران (Soltani *et al.*, 2008) محاسبه شد:

[1] Germination Percentage
[2] Mean Germination Time
[3] Germination uniformity coefficient

www.SID.ir

Archive of SID

رابطه (۳) $GUC = D90 - D10$

D_{10} متوسط زمان لازم برای رسیدن به ۱۰ درصد جوانه‌زنی و D_{90} نیز متوسط زمان لازم برای رسیدن به ۹۰ درصد جوانه‌زنی می‌باشد. ضریب سرعت جوانه‌زنی[1]، مشخصه سرعت و شتاب جوانه‌زنی بذور می‌باشد که از رابطه زیر محاسبه گردید (Scott et al., 1984).

رابطه (۴)

$$CVG = \frac{G_1 + G_2 + G_3 + ... + G_n}{(1\times G_1) + (2\times G_2) + (3\times G_3) + ... + (n\times G_n)}$$

تعداد بذور جوانه‌زده از روز اول تا روز آخر را نشان می‌دهد.

متوسط جوانه‌زنی روزانه[2] که شاخصی از سرعت جوانه‌زنی روزانه می‌باشد از رابطه زیر تعیین گردید (Maguire, 1962).

رابطه (۵) $$MDG = \frac{FGP}{d}$$

در این رابطه FGP درصد جوانه‌زنی نهایی (قوه نامیه) و d تعداد روز تا رسیدن به حداکثر جوانه‌زنی نهایی (طول دورهٔ آزمایش) می‌باشد. سرعت جوانه‌زنی روزانه[3]، این شاخص، عکس متوسط جوانه‌زنی روزانه است (Maguire, 1962).

رابطه (۶) $$DGS = \frac{1}{MDG}$$

برای اندازه‌گیری طول گیاهچه، از مجموع طول ریشه‌چه و ساقه‌چه ۱۰ گیاهچه اندازه‌گیری شده، استفاده شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک، گیاهچه‌ها به آون با دمای ۸۰ درجه منتقل شدند و پس از گذشت ۲۴ ساعت از آون خارج کرده و با ترازو ۰/۰۰۱ وزن خشک نمونه‌ها ثبت شد. برای محاسبه ویگور (بنیه) بذور بر حسب طول گیاهچه[4] از فرمول زیر استفاده شد.

رابطه (۷)

درصد جوانه‌زنی × طول گیاهچه= (بنیه طولی) $SLVI_{(1)}$

برای محاسبه ویگور (بنیه) بذور بر حسب وزن خشک گیاهچه[5] از فرمول زیر استفاده شد.

رابطه (۸)

درصد جوانه‌زنی × وزن خشک گیاهچه = (بنیه وزنی) $SWVI_{(2)}$

برای محاسبه قابلیت انبارداری نیز درصد تفاوت ماه اول و آخر برای هر رطوبت جداگانه محاسبه شد که میانگین ماه‌های مختلف برای قابلیت انبارداری در رطوبت‌های مختلف و میانگین رطوبت‌های نسبی مختلف نیز برای تعیین قابلیت انبارداری صفات استفاده شد. برای مطالعه روند تغییرات صفات مورد بررسی از روش فیت کردن تغییرات (مدل‌ها شامل Linear، Quadratic، Cubic، Sigmoid و Single Exponential Growth) با استفاده از نرم‌افزار سیگما پلات نسخه۱۱ استفاده شد. در این روش بر اساس نوع تغییرات معادلات مختلفی بر روی روند تغییرات برازش شده و بر اساس R^2 بالاتر بهترین معادله انتخاب شد.جهت تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده از نرم افزار SAS 9.2 و مقایسه میانگین‌ها آماری توسط آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

جهت بررسی ناهنجاری‌های کروموزومی از طریق کاریوتایپ میتوزی، مقداری از بذور انبار شده در رطوبت‌های مختلف در ماه‌های ۱، ۳، ۵، ۷ و ۱۰ انتخاب و به مدت دو تا سه روز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و پس از جوانه زنی، از نوک ریشه‌چه بذور جوانه‌زده ۴-۳ میلی متر، جدا و جهت تثبیت (Fixation) در محلول استوالکل (اسید استیک: اتانول) با نسبت۱:۳ به

[1] Coefficient of velocity of germination
[2] Mean daily germination
[3] Daily germination speed
[4] Seedling length vigor index
[5] Seedling weight vigor index

www.SID.ir

Archive of SID

مدت ۲۰ ساعت قرار گرفتند تا سلول‌ها در یک مرحله مناسب از تقسیم سلولی بدون تغییر شکل ثابت بمانند. پس از این عمل ریشه‌ها جهت آبگیری (دهیدراسیون) ۱۲ ساعت داخل الکل ۷۰ درصد نگه‌داری شدند. همچنین، برای رنگ آمیزی کروموزوم‌ها از محلول استو اورسئین استفاده شد. سپس، ریشه‌ها ۴۸ ساعت داخل محلول رنگی در شرایط تاریکی قرار گرفته و در نهایت نیم میلی‌متر از انتهای ریشه قطع و بر روی لام قرار گرفت. یک قطره استیک اسید ۴۵ سپس بر روی آن ریخته شد، بلافاصله لامل بر روی آن گذاشته و عمل اسکوواش انجام شد و توسط میکروسکوپ مشاهده شد. تعداد ناهنجاری‌های کروموزومی در ۱۰۰ سلول آنافاز بررسی و بر اساس درصد بیان شد (Mujeebkazi and Miranda 1985).

نتایج و بحث

شاخص‌های جوانه‌زنی

نتایج نشان داد که تمام شاخص‌های جوانه‌زنی در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر رطوبت نسبی و مدت زمان انبارداری قرار گرفتند. برهمکنش رطوبت نسبی در مدت زمان انبار نیز به‌جز یکنواختی جوانه‌زنی بر تمام شاخص‌های جوانه‌زنی اثر معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱). نتایج اثرات برهمکنش درصد جوانه‌زنی نشان داد که تغییرات درصد جوانه‌زنی در مدت زمان‌های مختلف به‌صورت سیگموئیدی افت نشان داد. افزایش رطوبت نسبی در طی انبارداری موجب شد که درصد جوانه‌زنی با شدت بیشتری کاهش یابد. درصد جوانه‌زنی در شرایط شاهد (رطوبت اتاق) ۹۶/۹ درصد بود که بعد از ۱۰ ماه انبارداری به ۷۹/۴ درصد رسید، این در حالی بود که در رطوبت نسبی ۵۰ درصد، جوانه‌زنی از ۹۲/۳ درصد به ۷۵ درصد و در رطوبت نسبی ۹۰ درصد از ۸۸/۳ درصد به ۱۳ درصد کاهش یافت (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به ضریب سرعت جوانه‌زنی نشان داد که تغییرات ضریب سرعت جوانه‌زنی در رطوبت نسبی مختلف به‌صورت رشد نمایی سینگل بود. در شرایط شاهد ضریب سرعت جوانه‌زنی ۴۶/۷ درصد بود که بعد از ۱۰ ماه انبارداری به ۳۶/۸ درصد کاهش یافت. افزایش رطوبت انبار موجب کاهش شدید در ضریب سرعت جوانه‌زنی شد. در ماه اول انبارداری ضریب سرعت جوانه‌زنی در رطوبت ۵۰ تا ۹۰درصد به ترتیب برابر ۴۴/۶، ۴۳/۷، ۴۵/۳، ۴۳/۳، ۴۵/۶ درصد بود که بعد از ۱۰ ماه انبارداری به ۳۶، ۳۵/۳، ۳۶/۲، ۳۳ و ۲۷/۵ درصد کاهش یافت (جدول ۳).

رطوبت نسبی بالا سبب افزایش فعالیت‌های کاتابولیکی و در نتیجه کاهش درصد جوانه‌زنی می‌شود. پرمون و همکاران (Parmoon *et al.*, 2013) در مطالعه خود نشان دادند که فرسودگی تسریع شده (رطوبت نسبی ۹۵درصد و دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد) موجب کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی ماریتیغال شد. همچنین ورما و همکاران (Verma *et al.*, 2003) مشاهده کردند که در اثر فرسودگی بذر شلغم روغنی (*Brassica campestris* L.) در دوره نگهداری قبل از کاشت فعالیت آنزیم‌های دهیدروژناز و پراکسیداز، هدایت الکتریکی و کل هیدرات‌های کربن محلول افزایش و درصد جوانه‌زنی، طول گیاهچه، سرعت ظهور گیاهچه در مزرعه و عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. شرایط انبارداری متفاوت، سبب اختلاف در جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهان می‌شود (Marshal and Lewis, 2004). عالیوند و همکاران (Alivand *et al.*, 2013) در مطالعه خود نشان دادند که در دما و رطوبت پایین کمترین افت درصد جوانه‌زنی کلزا مشاهده شد. نتایج عجم نوروزی و همکاران (Ajam Norouzi *et al.*, 2009) نیز نشان داد که بین سطوح مختلف زوال بذر در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد از نظر حداکثر درصد جوانه‌زنی، روز تا رسیدن به ۵۰ درصد جوانه‌زنی بذور و وزن هتروتروفی گندم اختلاف نشان دادند. در آزمایشی بر روی بذور ماش با رطوبت‌های اولیه

www.SID.ir

Archive of SID

۷، ۱۱، ۹ و ۱۳ درصد و دماهای نگهداری ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۲۷ درجه سانتی‌گراد برای یک دوره انبارداری ۱۸ ماهه دریافتند که با افزایش رطوبت بذر و درجه حرارت، زوال بذر افزایش یافت (Pradidwong *et al*., 2004). طباطبایی (Tabatabaei, 2014) در بررسی خود بر روی بذور جو انبار شده تحت شرایط رطوبتی و دماهای مختلف مشاهده کرد که با افزایش دوره انبارداری درصد جوانه‌زنی روند کاهشی را سپری کرد و با افزایش در رطوبت و دمای انبارداری سرعت کاهش درصد جوانه‌زنی افزایش یافت.

مقایسه میانگین‌های اثرات اصلی یکنواختی جوانه‌زنی نیز نشان داد که رطوبت موجب کاهش یکنواختی جوانه‌زنی (افزایش ضریب یکنواختی) بذور یونجه شد. بالاترین یکنواختی جوانه‌زنی با میانگین ۳ روز از بذور شاهد و پایین‌ترین یکنواختی جوانه‌زنی نیز مربوط به رطوبت نسبی ۹۰درصد با میانگین ۴/۶ روز بود (شکل ۱، الف). همچنین تغییرات یکنواختی جوانه‌زنی در مدت زمان انبارداری به‌صورت سیگموئیدی کاهش یافت (شکل۱، ب). متوسط زمان جوانه‌زنی نیز به‌صورت سیگموئیدی در مدت زمان‌های مختلف انبارداری افزایش نشان داد و رطوبت نسبی موجب افزایش آثار مخرب انبارداری بر زمان جوانه‌زنی شده و موجب افزایش مقدار این صفت شد. رطوبت نسبی ۹۰ درصد با میانگین ۱/۴۱ روز کمترین متوسط زمان جوانه‌زنی و رطوبت نسبی ۸۰ درصد با میانگین ۱/۶۷ روز بیشترین متوسط زمان جوانه‌زنی در .ماه اول را نشان داد. کمترین و بیشترین متوسط زمان جوانه‌زنی در ۱۰ ماه انبارداری به ترتیب با میانگین ۱/۹۷ و ۲/۸۷ روز مربوط به رطوبت نسبی ۷۰ و ۹۰ درصد بود (جدول ۳).

سرعت جوانه‌زنی نیز تحت تأثیر برهمکنش رطوبت نسبی و زمان انبارداری قرار گفت. انبارداری موجب کاهش سرعت جوانه‌زنی شده و رطوبت نسبی بالا، موجب تشدید تأثیر منفی انبار شد. سرعت جوانه‌زنی در بذور شاهد در ماه اول، بالاترین مقدار(۰/۰۷۱) بوده که در رطوبت ۹۰درصد در ۱۰ ماه بعد از انبارداری به کمترین مقدار(۰/۰۱۸) خود رسید (جدول ۳).

جدول ۱- تجزیه واریانس شاخص‌های جوانه‌زنی بذور یونجه در رطوبت‌های نسبی مختلف انبار و مدت زمان انبارداری

Table 1- Analysis of variance of seed germination indices of alfalfa in different relative humidity and storage duration

منابع تغییر Sources of variation	درجه آزادی Df	میانگین مربعات Ms						
		درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	یکنواختی جوانه‌زنی Germination uniformity	متوسط زمان جوانه‌زنی Mean germination time	ضریب سرعت جوانه‌زنی Coefficient of velocity of germination	متوسط زمان جوانه‌زنی روزانه Daily Mean germination time	سرعت جوانه‌زنی روزانه Daily germination speed
رطوبت نسبی Relative humidity (RH)	5	6301.82**	0.00046*	220.25**	945.38**	107.65**	237.848**	0.043**
زمان انبارداری Storage duration (SD)	9	1636.11**	0.00126**	92.69**	333.72**	106.17**	64.909**	0.01**
RH× SD	45	205.10**	0.00038**	46.95^{ns}	108.07**	32.89**	8.248**	0.007**
خطا Error	120	7.06	0.00005	32.85	15.28	4.02	0.279	0.001
ضریب تغییرات (٪) C.V (٪)	-	3.4	17.5	14.2	8.2	5.2	3.4	14.2

ns ,* و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

Not significant,*and **significant at 5 and 1%, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

سرعت و متوسط زمان جوانه‌زنی روزانه تحت تأثیر برهمکنش رطوبت نسبی و مدت زمان انبارداری در سطح ۱ درصد قرار گرفتند (جدول ۱). تغییرات متوسط زمان جوانه‌زنی روزانه، همانند درصد جوانه‌زنی به‌صورت سیگموئیدی و تغییرات سرعت جوانه‌زنی روزانه به‌صورت سینگل بود. متوسط زمان جوانه‌زنی در شرایط شاهد ۱۹/۴ بود که بعد از ۱۰ ماه انبارداری به ۱۵/۹ رسید، ولی رطوبت نسبی ۹۰درصد موجب کاهش متوسط زمان جوانه‌زنی روزانه از ۱۷/۷ به ۲/۶ شد. سرعت جوانه‌زنی روزانه نیز در شرایط شاهد ۰/۰۵۷ این در حالی است که بالاترین سرعت جوانه‌زنی روزانه از رطوبت نسبی ۹۰ درصد بعد از ۱۰ ماه انبارداری با میانگین ۰/۴۲۴ به دست آمد (جدول ۴). اسدی آغبلاغی و همکاران (Asadi Aghblaghi *et al*., 2015) گزارش دادند که مدت زمان لازم برای رسیدن به ۵۰درصد و ۱۰درصد جوانه‌زنی کدو تخم کاغذی با افزایش دوره پیری، افزایش یافت که از دوره پیری ۱۶ روز به بعد این افزایش متوسط زمان لازم چشم‌گیر بود. همپتون و تکرونی (Hampton and TecKrony, 1995) کاهش میانگین جوانه‌زنی بذر پیر شده را ناشی از تغییرات در فیزیولوژی سلولی بذر دانسته‌اند. قادری‌فر و همکاران (Ghaderi Far *et al*., 2014) گزارش کردند که افزایش دما و رطوبت موجب کاهش جوانه‌زنی بذور کدوی تخم کاغذی شد. آن‌ها بیان کردند، با افزایش دما و رطوبت بذر، انباشت قندهای احیایی در بذور کدوی تخم کاغذی بیشتر شده و مقدار پروتئین‌های محلول و قندهای غیره احیایی کاهش یافت که بیانگر زوال در بذر کدوی تخم کاغذی است. رینا و واهیدا (Rina and Wahida, 2006) دریافتند که با افزایش طول دوره انبارداری بذر سویا درصد جوانه‌زنی کاهش یافت. محتوای رطوبتی بالای بذر سبب افزایش سرعت تنفس می‌شود که خود سبب بالا رفتن دما می‌شود.

جدول ۲- تجزیه واریانس شاخص‌های رشد گیاهچه و بنیه بذور یونجه در رطوبت‌های نسبی مختلف و مدت زمان انبارداری

Table 2- Analysis of variance of seedling growth index and seed vigour of alfalfa in different relative humidity and storage duration

منابع تغییر	درجه آزادی Df	میانگین مربعات Ms					
		طول ریشه‌چه Radicle length	طول ساقه‌چه Shoot length	طول گیاهچه Seedling length	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	شاخص طولی بنیه گیاهچه Seedling length vigor index	شاخص وزنی بنیه گیاهچه Seedling weight vigor index
Sources of variation	5	3.64**	0.091**	4.198**	0.0000041**	312627.1**	0.893**
رطوبت نسبی Relative humidity (RH)	9	13.84**	3.461 **	29.263**	0.0000791**	465393.7**	1.332**
زمان انبارداری Storage duration (SD)	45	1.05**	0.219**	1.845*	0.0000027*	17445.79**	0.021**
RH× SD	120	0.54	0.035	0.658	0.0000007	4657.496	0.004
خطا Error	-	17.8	5.8	11.1	6.7	11.5	6.6

ns ,* و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

Not significant,*and **significant at 5 and 1%, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

مهم‌ترین عاملی که تنفس و تولید گرما را در بذر تحت تأثیر قرار می‌دهد، رطوبت بذر است. به ازای یک درصد کاهش در محتوای رطوبت بذر طول عمر آن دو برابر می‌شود (Harrington, 1972). به طور کلی فرسودگی موجب تولید تنش اکسیداتیو در بذر شده و این عامل موجب تخریب پروتئین‌ها، پایداری غشاء و همچنین سنتز DNA می‌شود و موجب آسیب می‌شود (Bhattacharjee and Mukherjee, 2003).

جدول ۳- تغییرات شاخص های جوانه‌زنی در رطوبت‌های نسبی مختلف و مدت زمان انبارداری.

Table 3- Changes in the germination index in different relative humidity and storage duration

انبارداری (ماه) Storage (month)	جوانه‌زنی (درصد) Germination (%)						ضریب سرعت جوانه‌زنی (درصد) Coefficient of velocity of germination (%)					
	رطوبت نسبی Relative humidity						رطوبت نسبی Relative humidity					
	50%	60%	70 %	80 %	90 %	Control	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	Control
1	92.3a-c	91.7a-d	91.3a-d	90.3a-e	88.3 a-g	96.9 a	44.6 ab	43.7 a-d	45.3 a	43.3 a-d	45.6a	46.7 a
2	91.3a-d	90.3a-e	89.7a-f	89.0a-f	85.3b-k	95.9 ab	45.0 a	43.1 a-d	44.1 a-c	41.4 a-h	45.4a	46.2 a
3	90.0a-e	88.0a-g	89.0a-f	88.3a-g	61.3 qr	94.5 a-c	41.0 a-i	41.8 a-i	42.4 a-h	41.0 a-i	34.4j-q	43.1 a-d
4	88.7a-g	87.0a-i	85.0b-k	86.3a-j	60.7 qr	93.0 a-c	40.2 a-j	40.1 a-j	40.8 a-j	39.5 a-l	33.6k-q	41.0 a-i
5	87.7a-h	85.3b-k	85.0b-k	84.3b-k	58.0 r	92.0 a-c	38.7 a-m	39.2 a-l	38.4 b-m	38.3 b-m	33.2p-r	39.9 a-l
6	87.7a-h	84.0b-k	83.0d-m	81.7e-n	40.7s	92.0 a-c	37.9 d-p	38.9 a-m	38.0 c-p	37.5 d-p	31.7p-r	38.9 a-l
7	84.3b-k	82.0e-n	79.3g-o	78.3h-o	37.0s	88.5 a-g	37.7 d-p	38.1 c-p	37.3 d-p	36.8 e-q	31.9p-r	38.9 a-l
8	82.7d-m	78.7h-o	77.0i-p	75.7l-p	31.0s	86.7 a-j	36.3 g-q	37.9 d-p	36.8 e-q	36.2 f-q	31.3p-r	37.8 d-p
9	78.7h-o	74.0m-p	75.7l-p	71.3op	16.7s	82.5e-n	36.1 h-q	37.6 d-p	36.4 g-q	35.1 i-q	30.6qr	37.8 d-p
10	75.7l-p	70.7op	73.0n-p	68.7pq	13.0s	79.4 g-o	36.0 h-q	35.3 i-q	36.2 f-q	33.0 l-q	27.5r	36.8 e-q
مدل Model	Sigmoid	Sigmoid	Sigmoid	Sigmoid	Sigmoid	Sigmoid	Single	Single	Single	Single	Single	Single
R^2	0.98	0.99	0.98	0.99	0.96	0.98	0.95	0.96	0.98	0.98	0.88	0.97

انبارداری (ماه) Storage (month)	متوسط زمان جوانه‌زنی (روز) Average time germination (day)						سرعت جوانه‌زنی (جوانه در روز) Germination rate (seed per day)					
	50%	60%	70 %	80 %	90 %	Control	50%	60%	70 %	80 %	90 %	Control
1	1.55 j-l	1.66 i-l	1.53 j-l	1.67 i-l	1.41 l	1.47 kl	0.067 ab	0.060 a-f	0.068 ab	0.060 a-f	0.069 a	0.071 a
2	1.68 i-l	1.65 i-l	1.64 i-l	1.74 h-l	1.47 kl	1.60 i-l	0.066 a-d	0.057 a-h	0.063 a-f	0.050 a-k	0.066 a-d	0.060 a-f
3	1.81 g-l	1.78 g-l	1.68 i-l	1.78 g-l	2.50 a-d	1.72 i-l	0.050 a-k	0.053 a-j	0.054 a-j	0.048 a-l	0.033 h-n	0.053 a-j
4	1.90 f-l	1.83 g-l	1.82 g-l	1.85 g-l	2.59 a-d	1.81 g-l	0.048 a-l	0.044 c-m	0.048 a-l	0.048 a-l	0.031 i-n	0.051 a-k
5	1.92 f-l	1.86 g-l	1.87 g-l	1.95 e-l	2.63 a-c	1.82 g-l	0.042 c-n	0.043 c-m	0.041 d-n	0.037 f-n	0.030 i-n	0.044 b-m
6	1.94 e-l	1.89 f-l	1.88 f-l	2.02 d-l	2.68 ab	1.84 g-l	0.039 e-n	0.042 c-n	0.036 f-n	0.035 f-n	0.028 k-n	0.041 d-n
7	1.97 e-k	1.95 e-l	1.89 f-l	2.05 d-j	2.72 ab	1.87 g-l	0.037 f-n	0.038 f-n	0.035 f-n	0.034 h-n	0.025 l-n	0.039 e-n
8	1.98 e-k	2.03 d-j	1.91 f-l	2.27 b-h	2.76 ab	1.88 g-l	0.033 h-n	0.037 f-n	0.034 h-n	0.034h-n	0.022 mn	0.035 f-n
9	1.99 e-k	2.11c-i	1.95 e-k	2.34 a-g	2.77 ab	1.90 f-l	0.032 h-n	0.036 f-n	0.032 h-n	0.031 i-n	0.028 k-n	0.034 h-n
10	2.11 c-i	2.07 d-j	1.97 e-k	2.44 a-f	2.87 a	2.00 d-j	0.032 h-n	0.026 l-n	0.033 h-n	0.027 k-n	0.018 n	0.034 h-n
مدل Model	Sigmoid	Sigmoid	Sigmoid	Sigmoid	Linear	Sigmoid	Single	Single	Single	Single	Single	Single
R^2	0.95	0.96	0.97	0.97	0.91	0.95	0.96	0.94	0.98	0.91	0.88	0.99

میانگین‌هایی، در هر صفت، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means, in each trait, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% level of probability-using Duncan's Multiple Range Test.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- تغییرات متوسط زمان و سرعت جوانه‌زنی روزانه و طول ریشه چه و ساقه‌چه در رطوبت‌های نسبی مختلف و مدت زمان انبارداری.

Table 4. Changes in the mean time and germination rate and radical and shoot length in different relative humidity and storage duration

انبارداری (ماه) Storage (month)	سرعت جوانه‌زنی روزانه (یک بر روز) Daily Germination Speed (1.day^{-1})						متوسط زمان جوانه‌زنی روزانه (روز) Daily average germination time (day)					
	رطوبت نسبی Relative humidity						رطوبت نسبی Relative humidity					
	50%	60%	70 %	80 %	90 %	Control	50%	60%	70 %	80 %	90 %	Control
1	0.054 e	0.055 e	0.055 e	0.055 e	0.057 de	0.057 de	18.5 ab	18.3 ab	18.3 ab	18.1 ab	17.7 a-d	19.4 a
2	0.055 e	0.055 e	0.056 e	0.056 e	0.059 de	0.058 de	18.3 ab	18.1 ab	17.9 a-d	17.8 a-d	17.1 a-h	19.2 a
3	0.056 e	0.057 de	0.056 e	0.057 de	0.087 de	0.058 de	18.0 a-c	17.6 a-e	17.8 a-d	17.7 a-d	11.6 no	18.9 ab
4	0.056 e	0.058 de	0.059 de	0.058de	0.082 de	0.059 de	17.7 a-d	17.4 a-g	17.0 a-h	17.3 a-g	12.3 no	18.7 ab
5	0.057 de	0.059 de	0.059 de	0.059 de	0.083 de	0.060 de	17.5 a-g	17.1 a-h	17.0 a-h	16.9 a-i	12.1 no	18.4 ab
6	0.057 de	0.060 de	0.060 de	0.061 de	0.125 c-e	0.060 de	17.5 a-g	16.8 a-h	16.6 b-j	16.3 c-k	8.1 p	18.4 ab
7	0.059 de	0.061 de	0.063 de	0.064 de	0.137 cd	0.062 de	16.9 a-i	16.4 b-j	15.9 e-l	15.7 f-l	7.4 pq	17.7 a-d
8	0.061 de	0.064 de	0.065 de	0.066 de	0.166 c	0.064 de	16.5 b-j	15.7 f-l	15.4 h-m	15.1 i-m	6.2 q	17.4 a-e
9	0.064 de	0.068 de	0.066 de	0.070 de	0.300 b	0.067 de	15.7 f-l	14.8 j-m	15.1 i-m	14.3 lm	3.3 r	16.5 b-j
10	0.066 de	0.071 de	0.069 de	0.073 de	0.424 a	0.070de	15.1 i-m	14.1 lm	14.6 k-m	13.7 mn	2.6 r	15.9 e-l
مدل Model	Single	Single	Single	Single	Single	Single	Sigmoid	Sigmoid	Sigmoid	Sigmoid	Sigmoid	Sigmoid
R^2	0.99	0.99	0.98	0.99	0.98	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	0.94	0.98

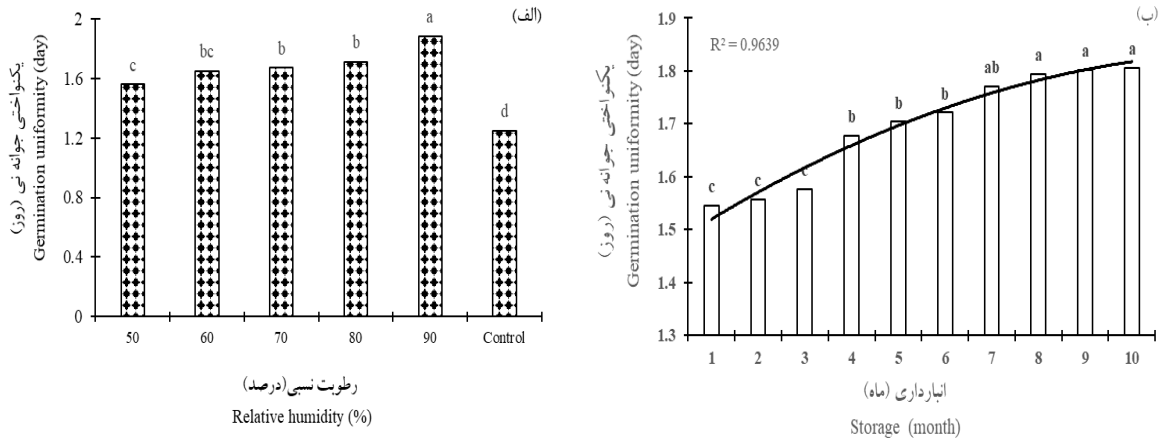
انبارداری (ماه) Storage (month)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) Radicle length (cm)						طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) Shoot length (cm)					
	50%	60%	70 %	80 %	90 %	Control	50%	60%	70 %	80 %	90 %	Control
1	5.80 a-d	5.79 a-d	5.87 a-c	5.73 a-e	6.26 a	5.95 a-c	3.71 a-f	4.24 a	4.18 ab	3.61 a-i	3.99 a-c	4.05 a-c
2	5.32 a-e	5.04 a-h	5.14 a-f	4.97 a-h	6.11 ab	5.45 a-e	3.61 a-i	3.87 a-d	4.00 a-c	3.61 a-i	3.71 a-f	3.94 a-c
3	4.62 a-h	4.33 a-h	4.52 a-h	4.39 a-h	4.32 a-h	4.47 a-h	3.59 b-j	3.41 c-k	3.31 d-l	3.56 b-j	3.67 a-h	3.91 a-c
4	4.62 a-h	4.05 a-h	4.16 a-h	3.98 b-h	4.22 a-h	4.73 a-h	3.17 e-o	3.17 e-o	3.25 d-n	3.35 c-l	3.41 c-k	3.46 c-k
5	4.32 a-h	3.86 b-h	3.87 b-i	3.73 c-i	4.20 a-h	4.43 a-h	3.04 i-o	3.28 d-n	3.2 e-o	3.30 d-n	3.39 c-k	3.31 d-m
6	4.18 a-h	3.83 b-i	3.72 c-i	3.55 c-i	3.13 f-j	4.28 a-h	2.96 j-o	3.13 e-o	3.03 i-o	3.12 f-o	3.36 c-k	3.23 d-n
7	4.04 a-h	3.78 b-i	3.69 c-i	3.49 c-i	2.99 f-j	4.14 a-h	2.95 j-o	3.07 i-o	3.05 i-o	3.12 f-o	3.34 d-m	3.22 d-n
8	4.05 a-h	3.65 c-i	3.61 c-i	3.26 e-j	2.67 h-j	4.15 a-h	2.95 j-o	3.04 i-o	2.79 k-q	2.95 j-o	2.68 m-q	3.22 d-n
9	3.95 b-h	3.64 c-i	3.33 f-j	3.12 f-j	2.36 ij	4.05 a-h	2.94 j-o	2.75 l-q	2.96 j-o	2.86 k-p	2.21 q	3.21 d-n
10	3.88 b-i	3.17 f-j	3.05 f-j	2.82 g-j	1.97 j	3.98 b-h	2.66 oq	2.57 o-q	2.85 k-p	2.29 pq	1.40 r	2.90 k-p
مدل Model	Single	Single	Single	Single	Single	Single	Cubic	Cubic	Cubic	Cubic	Cubic	Cubic
R^2	0.98	0.96	0.98	0.98	0.95	0.98	0.91	0.98	0.94	0.95	0.98	0.91

میانگین هائی، در هرصفت، که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each trait, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% level of probability-using Duncan's Multiple Range Test.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- تغییرات یکنواختی جوانه‌زنی در رطوبت‌های نسبی (الف) و زمان‌های مختلف انبارداری(ب). حروف مشابه نشان دهنده وجود عدم اختلاف معنی‌دار آزمون دانکن در سطح ۵ درصد می‌باشد.

Figure 1- Changes in uniformity of germination in relative humidity and storage duration. The dissimilar letters show non-significant differences at $P<0.05$.

شاخص‌های رشد گیاهچه

طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر انبارداری، رطوبت نسبی و برهمکنش آنها قرار گرفتند. طول و وزن خشک گیاهچه در سطح احتمال ۱ درصد تحت تأثیر اثرات اصلی و در سطح احتمال ۵ درصد تحت تأثیر برهمکنش رطوبت نسبی و مدت زمان انبارداری قرار گرفتند (جدول ۲). روند تغییرات طول ریشه‌چه در ماه-های مختلف انبارداری به‌صورت سینگل بوده و افزایش رطوبت نسبی انبار موجب شدت بخشیدن به کاهش طول ریشه‌چه شد. کمترین تغییرات طول ریشه‌چه مربوط به بذور شاهد و بیشترین افت طول ریشه‌چه نیز از رطوبت نسبی ۹۰درصد به‌دست آمد. طول ریشه‌چه در شرایط شاهد بعد از انبارداری از ۵/۹۵ به ۳/۹۸ سانتی‌متر رسیده که مقدار آن از ۶/۲۶ به ۱/۹۷ سانتی‌متر در رطوبت ۹۰درصد رسید (جدول ۴). تغییرات طول ساقه‌چه در رطوبت‌های مختلف به‌صورت کوادراتیک یا درجه سوم و تغییرات طول گیاهچه به‌صورت سینگل (به‌جز رطوبت ۹۰درصد) بود. طول گیاهچه در شرایط شاهد ۹/۶۱ سانتی‌متر بوده که بعد از ۱۰ ماه انبارداری به ۶/۷۹ سانتی‌متر رسید. کمترین طول گیاهچه در پایان دوره انبارداری از رطوبت نسبی ۹۰درصد مشاهده شده که در این تیمار طول گیاهچه از ۱۰/۲۴ به ۲/۲۷ سانتی‌متر کاهش یافت که تغییرات به‌صورت خطی بود. تغییرات وزن خشک گیاهچه نیز به‌صورت خطی بود. رطوبت نسبی مختلف موجب افزایش شدت تغییرات شد. در ماه اول انبارداری بالاترین وزن خشک گیاهچه مربوط به شاهد و رطوبت نسبی ۸۰ درصد بود، این در حالی بود که بالاترین وزن خشک گیاهچه در ۱۰ ماه بعد انبارداری از شاهد و کمترین از رطوبت نسبی ۸۰ درصد و ۹۰درصد مشاهده شد (جدول ۵).

پرمون و همکاران (Parmoon *et al.*, 2013) نشان دادند که فرسودگی موجب کاهش طول گیاهچه و وزن خشک ماریتیغال شد. زوال موجب گلیکولیز و تنفس گیاهچه، پروتئیناز و DNA سنتاز در گیاهچه و کاهش تحرک ذخایر و رشد گیاهچه می‌شود (McDonald., 2004). تأخیر در سبز شدن از اولین علائم قابل مشاهده زوال می‌باشد که سرعت کندتر رشد گیاهچه و نمو و کاهش جوانه‌زنی را به همراه دارد. با تداوم زوال بذر، شرایط محیطی که بذرها در آن جوانه‌زده محدودتر

www.SID.ir

Archive of SID

می‌شود. از دست رفتن پتانسیل ظهور در مزرعه از علائم دیگر زوال بذر می‌باشد که به کرات مشاهده شده است (Mohammadi *et al.*, 2008. Soltani *et al.*, 2008). کاهش مقاومت به تنش‌های محیطی در طول جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاهچه از علائم دیگر زوال بذر می‌باشد. کاهش پتانسیل عملکرد نیز از جمله این علائم است. کاهش پتانسیل عملکرد حتی ممکن است بدون مشاهده علائم در جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه رخ دهد. از دست رفتن کامل قابلیت جوانه‌زنی و نابودی بذر عامل نهایی بذر است (Roberts, 1986). همچنین زمان انبارداری از طریق کاهش درصد جوانه‌زنی، درصد گیاهچه‌های نرمال، طول ساقه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه باعث ایجاد اثرات منفی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گندم شد (Mandani *et al.*, 2012).

شاخص‌های بنیه بذر

شاخص طولی و وزنی بنیه در سطح ۱ درصد تحت تأثیر انبارداری و رطوبت نسبی و در سطح ۵ درصد تحت تأثیر برهم‌کنش آن‌ها قرار گرفتند (جدول ۲). انبارداری موجب کاهش شاخص‌های طولی و وزنی بنیه بذر شد. تغییرات شاخص طولی به‌صورت سینگل و شاخص وزنی بنیه به‌صورت سیگموئدی بود (جدول ۵). شاخص طولی و وزنی بنیه بعد از انبارداری در رطوبت اتاق یا شاهد به ۵۸۶/۵ و ۰/۷۴ رسید که در مقایسه با ماه اول ۳۷ و ۴۸ درصد کاهش داشتند. افزایش رطوبت نسبی موجب شدت بخشیدن به زوال بذور در انبار شد. در رطوبت نسبی‌های ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۸۰ و ۹۰درصد به‌ترتیب افت شاخص طولی بنیه ۳۷، ۵۰، ۵۰، ۵۳ و ۹۷ درصد و شاخص وزنی بنیه به‌ترتیب، ۴۷، ۵۹، ۵۷، ۶۶ و ۹۰ درصد بود (جدول ۵).

انبارداری از عوامل مهم تأثیرگذار بر بذر می‌باشد. بنیه بذر در زمان رسیدگی فیزیولوژیک در محصولات در حداکثر مقدار خود است که پس از برداشت و در طول دوره انبارداری بنیه بذر در وضعیت ثابت باقی نمانده و زوال پیدا می‌کند. زمانی که بذرها طی نگهداری فرسوده می‌شوند، بنیه خود را از دست داده و حساسیت آن‌ها به تنش‌های محیطی طی جوانه‌زنی بیشتر شده و سرانجام قادر به جوانه‌زنی نخواهند بود. سرعت پیری تحت تأثیر ژنتیک و عوامل محیطی مثل دما، رطوبت بذر و کیفیت آن قرار می‌گیرد. لارسن و پوولسن (Larsen and Povlsen, 1998) نشان دادند که بذور زوال یافته کلزا، بنیه و قوه‌نامیه کمتری در مقایسه با بذور شاهد دارند. مک دونالد (McDonald, 1999) مهم‌ترین عامل بروز زوال را رادیکال‌های آزاد معرفی کرد. همپتون (Hampton, 2003) بیان کرد که زوال بذر منجر به افزایش فعالیت آنزیمی، تنفس و نفوذپذیری غشاءهای سلولی می‌شود که کاهش قوه نامیه و عملکرد را به دنبال دارد. قدرت بذر اولین جزِ کیفیت بذر است که کاهش می‌یابد و به دنبال آن جوانه‌زنی و قوه نامیه نیز کاهش می‌یابد (Basra *et al.*,2003). شرایط انبارداری متفاوت، سبب اختلافات معنی‌داری در جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهان می‌شود (Marshal and Lewis, 2004). محتوای رطوبتی بالا سبب افزایش سرعت تنفس می‌شود که خود سبب بالا رفتن دما خواهد شد. همچنین در طی انبارداری بذر چربی‌ها به آسانی بوسیله آنزیم لیپاز تجزیه شده و به اسیدهای چرب آزاد و گلیسرول تبدیل می‌شوند. این امر در رطوبت‌ها و دمای بالا تشدید می‌شود، این امر موجب کاهش شدید در بنیه بذر می‌شود (Copeland and McDonald, 1985).

قابلیت انبارداری

نتایج مربوط به قابلیت انبارداری نشان داد که رطوبت نسبی موجب تشدید آثار منفی انبارداری بر شاخص‌های جوانه‌زنی شد. در شرایط شاهد بعد از ۱۰ ماه انبارداری شاخص‌های جوانه‌زنی ۲۷/۳ درصد کاهش نشان دادند و افزایش رطوبت نسبی تا ۸۰درصد موجب افزایش این تغییرات به ۳۵ درصد شد، این درحالی بود که رطوبت نسبی ۹۰درصد موجب شد شاخص‌های جوانه‌زنی ۱۴۵ درصد کاهش یابد (شکل ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- تغییرات متوسط زمان و سرعت جوانه‌زنی در رطوبت‌های نسبی مختلف و مدت زمان انبارداری.

Table 5- Changes in the mean time and the germination rate in different relative humidity and storage duration

انبارداری (ماه) Storage (month)	طول گیاهچه (سانتی‌متر) Seedling length (cm)						وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight (g)					
	رطوبت نسبی Relative humidity						رطوبت نسبی Relative humidity					
	50%	60%	70 %	80 %	90 %	Control	50%	60%	70 %	80 %	90 %	Control
1	9.51 a-e	10.03 ab	10.05 ab	9.34 a-c	10.24 a	9.61 a-d	0.015 ab	0.015 ab	0.015 ab	0.016 a	0.015 ab	0.016 a
2	8.93 a-g	8.90 a-g	9.14 a-g	8.58 a-h	9.87 a-c	9.02 a-g	0.014 a-c	0.014 a-c	0.015 ab	0.015 ab	0.014 a-c	0.016 a
3	7.79 a-i	7.74 b-i	7.83 a-i	7.95 a-i	7.99 a-i	7.87 a-i	0.013 b-d	0.013 b-d	0.014 a-c	0.013 b-d	0.013 b-d	0.014 a-c
4	7.76 a-i	7.22 c-i	7.12 c-i	7.33 b-i	7.91 a-i	7.84 a-i	0.013 b-d	0.013 b-d	0.013 b-d	0.013 b-d	0.013 b-d	0.014 a-c
5	7.29 b-i	7.06 d-i	7.01 d-i	7.03 d-i	7.61 a-i	7.36 b-i	0.013 b-d	0.013 b-d	0.012 c-e	0.012 c-e	0.012 c-e	0.014 a-c
6	7.28 b-i	6.99 d-i	6.71 f-i	6.67 f-i	5.54 ij	7.35 b-i	0.013 b-d	0.014 a-c	0.011 de	0.011 de	0.012 c-e	0.014 a-c
7	7.08 d-i	6.68 f-i	6.81 e-i	6.38 g-i	5.42 ij	7.15 c-i	0.012 c-e	0.012 c-e	0.011 de	0.011 de	0.011 de	0.013 b-d
8	7.00 d-i	6.72 f-i	6.68 f-i	5.98 h-j	4.35 ik	7.07 d-i	0.011 de	0.010 ef	0.010 ef	0.009 gh	0.011 de	0.012 c-e
9	6.91 e-i	6.40 g-i	6.38 g-i	5.78 ij	3.57 k	6.87 e-i	0.010 ef	0.010 ef	0.009 gh	0.009 gh	0.009 gh	0.012 c-e
10	6.83 e-i	5.92 h-j	5.85 h-j	5.76 ij	2.27 k	6.79 e-i	0.009 gh	0.008 hi	0.008 hi	0.007 hi	0.007 hi	0.012 c-e
مدل Model	Single	Single	Single	Single	Linear	Single	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear	Linear
R^2	0.97	0.97	0.96	0.99	0.97	0.97	0.92	0.84	0.98	0.97	0.88	0.91

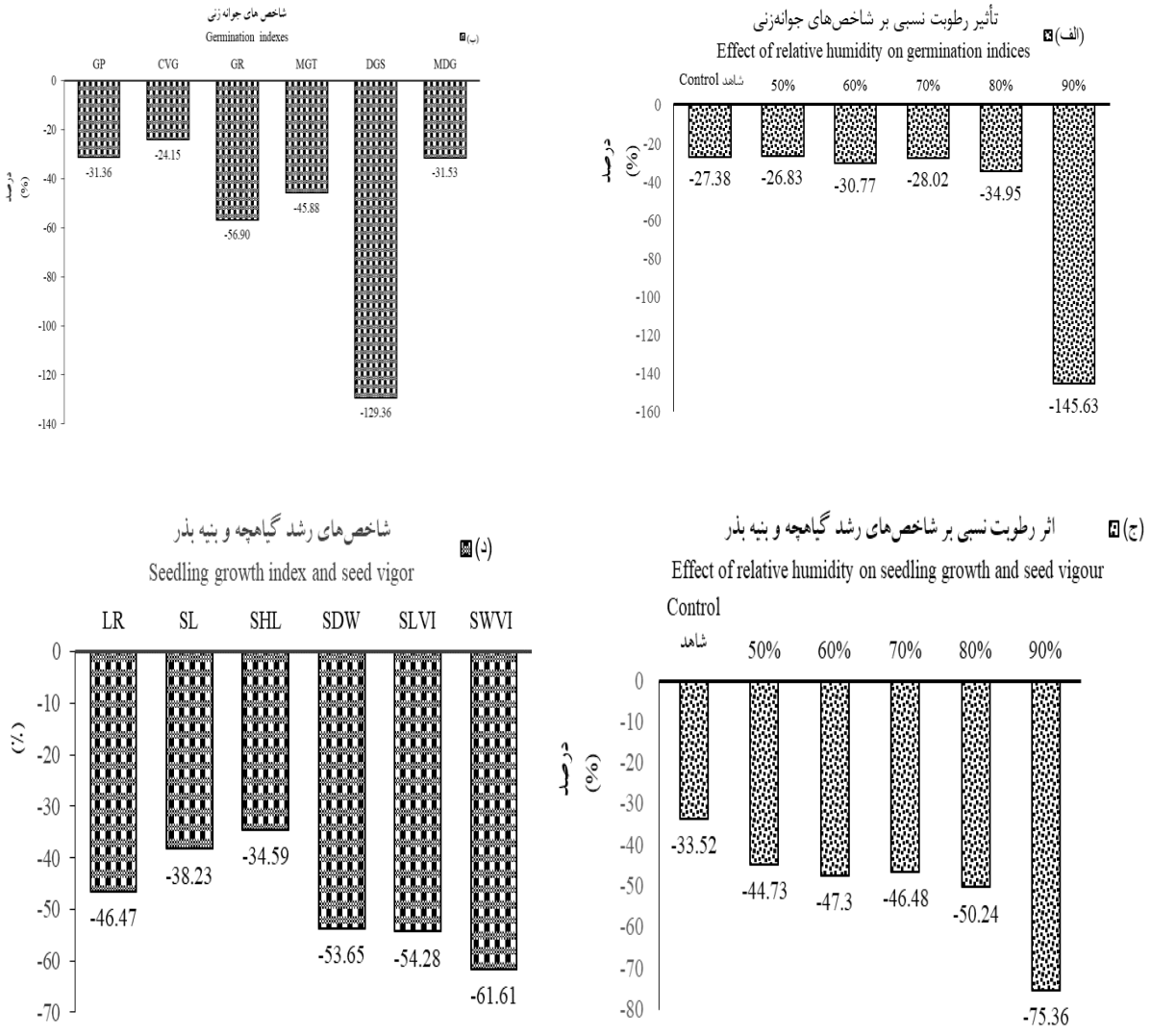
انبارداری (ماه) Storage (month)	شاخص طولی بنیه length vigour index						شاخص وزنی بنیه Weight vigour index					
	50%	60%	70 %	80 %	90 %	Control	50%	60%	70 %	80 %	90 %	Control
1	878.7 a-c	919.0 ab	918.0 ab	843.8 a-c	906.4 ab	931.4 a	1.36 a-c	1.40 ab	1.38 a-c	1.47 a	1.15 b-h	1.43 ab
2	814.7 a-d	803.7 a-d	820.2 a-d	762.5 a-h	843.9 a-c	863.6 a-c	1.31 a-d	1.28 b-f	1.34 a-d	1.37 a-c	1.14 b-h	1.38 a-c
3	701.8 a-i	682.5 a-k	696.8 a-k	701.9 a-i	491.0 i-o	743.9 a-e	1.16 b-h	1.12 c-j	1.25 a-e	1.18 b-g	0.86 f-k	1.22 a-e
4	688.3 a-k	628.8 c-k	605.1 d-k	632.8 c-k	463.1 j-p	729.6 a-e	1.15 b-h	1.12 c-j	1.11 c-k	1.14 b-h	0.84 f-k	1.21 b-f
5	620.3 c-k	596.6 e-l	571.0 g-n	593.0 e-l	459.2 h-n	657.6 b-k	1.14 b-h	1.13 c-j	0.98 e-k	1.04 d-k	0.75 g-k	1.19 b-g
6	614 d-k	593.4 e-l	565.5 h-n	544.6 h-i	271.2 o-q	650.9 c-k	1.14 b-h	1.09 d-k	0.94 e-k	0.89 f-k	0.52 h-i	1.19 b-g
7	582.4 f-m	548.2 h-n	512.8 i-o	499.9 i-o	241.4 p-r	617.3 c-k	1.02 d-k	0.96 e-k	0.87 f-k	0.87 f-k	0.40 ik	1.07 d-k
8	564.4 h-i	467.2 j-p	508.2 i-o	436.0 m-p	172.0 q-s	598.2 e-l	0.92 e-k	0.76 g-k	0.73 g-k	0.69 g-k	0.28 kl	0.96 e-k
9	572.7 g-n	501.1 i-o	506.5 i-o	426.9 m-p	59.7 rs	607.1 d-k	0.80 g-k	0.76 g-k	0.70 g-k	0.65 g-k	0.16 lm	0.84 f-k
10	553.3 h-n	452.8 l-p	451.1 l-p	397.7 n-q	25.9 s	586.5 f-m	0.71 g-k	0.57 h-i	0.59 h-i	0.49 h-k	0.11 m	0.74 g-k
مدل Model	Single	Single	Single	Single	Single	Single	Sigmoid	Sigmoid	Sigmoid	Sigmoid	Sigmoid	Sigmoid
R^2	0.98	0.97	0.98	0.99	0.96	0.98	0.95	0.93	0.98	0.98	0.98	0.95

میانگین هائی، در هر صفت، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each trait, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% level of probability-using Duncan's Multiple Range Test.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- تأثیر رطوبت نسبی بر شاخص‌های جوانه‌زنی (الف) و شاخص‌های رشد گیاهچه و بنیه بذر (ج) و توان تحمل انبارداری شاخص‌های جوانه‌زنی (ب) و رشد گیاهچه و بنیه بذر یونجه (د).

GP: درصد جوانه‌زنی، CVG: ضریب سرعت جوانه زنی، GR: سرعت جوانه‌زنی، GUC: یکنواختی جوانه‌زنی،DGS: سرعت جوانه‌زنی روزانه، MDG: متوسط زمان جوانه‌زنی روزانه، RL: طول ریشه‌چه، HL: طول ساقه‌چه، LP: طول گیاهچه، SDW: وزن خشک گیاهچه، SLVI: شاخص طولی بنیه، SWVI: شاخص وزنی بنیه

Figure 2- Effect of relative humidity on germination indices (a) and growth seedling and vigour (c) and storage tolerance of germination indices (b), seedling growth and seed vigour (d) of alfalfa.
GP; germination percentage, GR; germination rate, GUC; Germination Uniformity Coefficient, CVG; Coefficient of Velocity of Germination, MDG; Mean Daily Germination, DGS; Daily Germination Speed, RL; radical length , HL; hypocotyl length, SL seedling length, SDW; seedling dry weight, SLVI; Seedling length vigor index and SWVI ;Seedling weight vigor index

نتایج مربوط به توان تحمل شاخص‌های جوانه‌زنی نشان داد که ضریب سرعت جوانه‌زنی متحمل‌ترین صفت و سرعت جوانه‌زنی روزانه حساس‌ترین صفت به انبارداری بود؛ به‌طوری که تغییرات آن‌ها به ترتیب ۲۴/۱۵ و ۱۲۹/۴

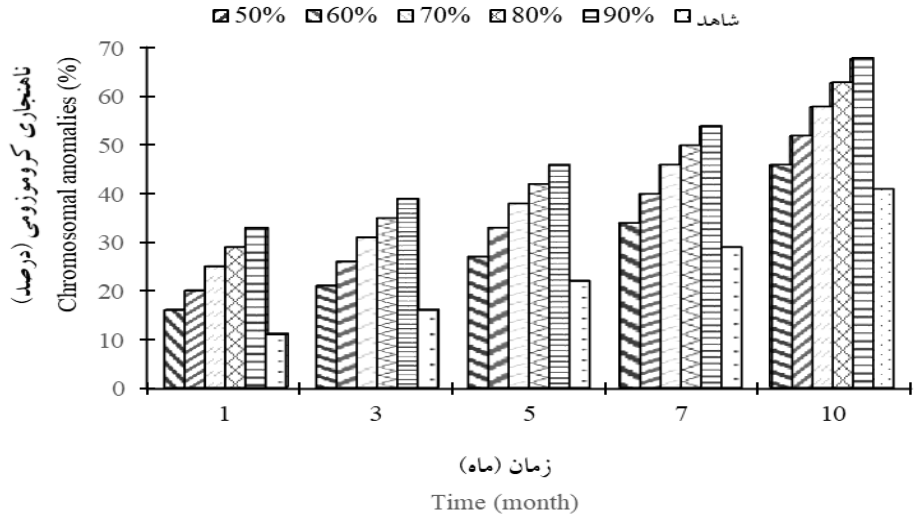
www.SID.ir

Archive of SID

درصد بود (شکل ۲). همچنین نتایج نشان داد که شاخص‌های رشد گیاهچه و بنیه با رطوبت نسبی بالا شدیدتر کاهش نشان دادند، در شرایط شاهد، این شاخص‌ها ۳۳/۵ درصد افت داشته و با رسیدن رطوبت نسبی ۹۰ درصد به ۷۵/۴ درصد رسید. (شکل ۲). در بین شاخص رشد گیاهچه و بنیه، طول گیاهچه متحمل‌ترین و شاخص وزنی بنیه حساس‌ترین صفت به انبارداری می‌باشد که به‌ترتیب ۳۴/۵ و ۶۱/۶ درصد کاهش داشتند (شکل ۲).

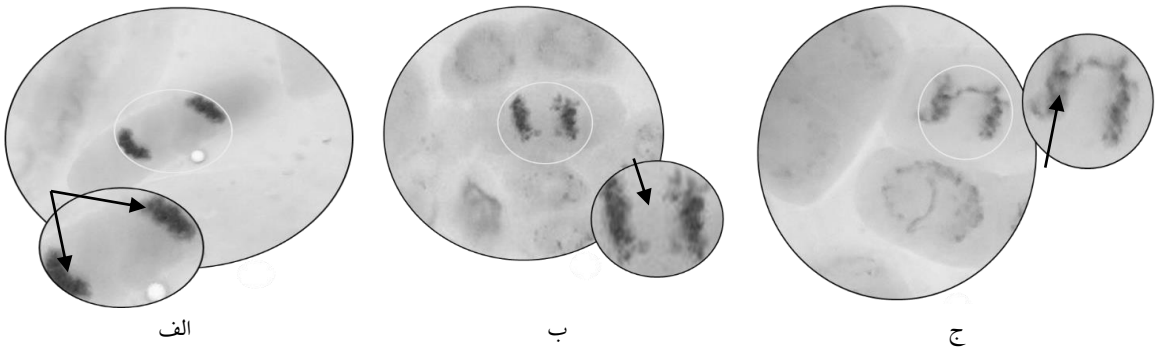
ناهنجاری کروموزومی

نتایج مربوط به ناهنجاری نشان داد، مدت زمان انبارداری و رطوبت نسبی انبار موجب افزایش ناهنجاری ریشه‌چه‌های یونجه شد. تغییرات ناهنجاری به‌صورت خطی بود (شکل ۳). ناهنجاری در هفته اول در شرایط شاهد ۱۰ درصد و در رطوبت نسبی ۹۰ ٪، ۳۲ درصد بود که بعد از ۱۰ ماه انبارداری میزان ناهنجاری در شرایط شاهد به ۳۵ درصد و در رطوبت نسبی ۹۰ ٪ به ۶۷ درصد رسید (شکل ۳).



شکل ۳- اثر رطوبت نسبی و زمان انبارداری بر ناهنجاری کروموزومی بذور یونجه.

Figure 3- Effect of relative humidity and storege period on chromosomal anomalies seed of alfalfa



شکل۴- ناهنجاری کورموزومی ریشه‌چه‌های یونجه بعد از انبارداری.

الف) عدم وجود ناهنجاری کروموزومی در مرحله آنافاز. ب) وجود چند شکستکی در مرحله آنافاز ج) وجود تک پل در مرحله آنافاز

Figure 4- chromosomal anomalies radical of alfalfa after storege.
a) Non chromosomal anomalies in the anaphase stage, b) several fractures in anaphase stage and
c) The existence of a single pols in anaphase stage.

www.SID.ir

Archive of SID

موراتا و همکاران (۱۹۸۴) نیز نشان داد، انحرافات کروموزومی القا شده در طول رشد گیاهان جو با فراوانی آنافازهای نابجا در اولین میتوز در نواحی ریشه با از دست رفتن جوانه‌زنی ارتباط دارد و زوال بذر می‌تواند بر این ناهنجاری تأثیرگذار باشد. رابرتز و همکاران (۱۹۶۷)، رابطه‌ی مشابهی بین فقدان زنده بودن و انباشت آسیب کروموزوم در جو، لوبیا و نخود را گزارش کردند. ناهنجاری‌های کروموزومی به انبارداری و شرایط انبارداری (رطوبت و دما) بستگی دارد. هر چقدر طول انبارداری زیاد شود بذر پیر شده و میزان ناهنجاری‌های کروموزومی افزایش پیدا می‌کند. به‌طور کلی، ناهنجاری‌های کروموزومی بیشتر در زمان پیری سریع‌تر خواهد بود تاجبخش (۱۳۷۱)، نشان داد که در طی ۱۲ ماه انبار بذور گندم، جو و ذرت، وقتی دما از ۲۰ تا ۳۶ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی از ۵۰ تا ۸۰ درصد افزایش پیدا کند، میزان ناهنجاری‌ها تحت تاثیر قرار گرفته و با افزایش مدت انبار کردن میزان آن به‌طور قابل ملاحظه افزایش پیدا می‌کند. مطالعات گزارش کردند بذر نخود با سه دوره پیری ۳، ۵، ۷ به ترتیب ۱۸٪،۳۳٪، ۳۹٪ درصد ناهنجاری‌های کروموزومی افزایش یافت. کاهش درصد جوانه‌زنی با ناهنجاری‌های کروموزومی که در شرایط انبارداری طولانی مدت اتفاق می‌افتد مرتبط است (Roberts et al., 1967). کاهش درصد جوانه‌زنی بذور پیر شده می‌تواند به علت کاهش فعالیت آلفا آمیلاز و محتویات کربوهیدرات باشد (Baily, 2004). در شرایط تنش DNA دچار ناهنجاری‌های کروموزومی می‌گردد. بنابراین تغییرات ساختاری در ساختمان نوکلئوتیدهای DNA اتفاق می‌افتد. نوکلئوتیدها در این شرایط رفتار غیرعادی از خود نشان می‌دهند و جهت بقای خود حتی ممکن است گیاه دچار تغییرات ژنتیکی شود. بنابراین موجب تغییر در کیفیت و کمیت پروتئین می‌گردد. اغلب ناهنجاری‌های سیتولوژیکی اثرات غیرفعال تنش روی کروموزوم‌ها می‌باشد. متداول‌ترین ناهنجاری‌ها ضخیم‌شدگی کروموزوم‌هاست که یک پدیده غیرطبیعی فیزیولوژیکی محسوب می‌شود و این امر به دلیل تغییر در واکنش‌های متعادل سیتوشیمیایی سلول به وقوع می‌پیوندند. همچنین می‌تواند باعث تجزیه و افتراق نوکلئوپروتئین‌ها و تغییر در الگوی سازماندهی آن‌ها باشد (Singh., 2014).

نتیجه‌گیری کلی

به طور کلی نتایج نشان داد که انبارداری اثر منفی بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه یونجه داشته و افزایش رطوبت نسبی موجب تشدید این آثار شد. بیشترین افت جوانه‌زنی در شرایط رطوبت ۹۰ درصد و مدت زمان ۱۰ ماه انبارداری مشاهده شد که موجب افت شدید شاخص‌های جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و قدرت بذر شد. در شرایط شاهد شیب تغییرات درصد جوانه زنی ۳/۸ بود که این شیب تغییرات در رطوبت ۹۰ درصد به ۴/۸۴ رسید. در رطوبت شاهد بذور بعد از ۱۰ ماه انبارداری کمتر از ۴۰ درصد افت داشته این در حالی بود که در رطوبت ۹۰ درصد بعد از ۴/۵ ماه درصد جوانه‌زنی ۵۰ درصد کاهش یافت. در بین شاخص‌های جوانه‌زنی ضریب سرعت جوانه‌زنی کمترین تغییرات و سرعت جوانه‌زنی روزانه بیشترین تغییرات به انبارداری را نشان دادند. در بین شاخص‌های رشد گیاهچه و بنیه بذر نیز طول ساقه‌چه و گیاهچه کمترین تغییرات به انبارداری را نشان داد. همچنین نتایج نشان داد که انبارداری نا مساعد موجب افزایش ناهنجاری‌های کروموزومی در ریشه‌چه یونجه شده که این تغییرات با افزایش رطوبت انبارداری شدیدتر شد.

www.SID.ir

Archive of SID

Reference منابع

Ajam Norouzi, H., A. Soltani, and A.A. Norinia. 2009. Evaluation of effects of seed size and seed deterioration on seed germination and seedling growth of wheat. J. Plant Sci. Res. 4(2): 53-60. (In Persian**)**

Alivand, R., R. Tavakol Afshari, and F. Sharif Zadeh. 2013. Germination Response and Estimation of Seed Deterioration of *Brassica napus* under Various Storage Conditions. Iranian J. Field Crop Sci. 44(1): 69-83. (In Persian)

Asadi Aghblaghi, M., Gh. Parmoon, and H. Masnaei. 2015. Investigation of the aging effect of aging on germination and seedling growth of pumpkin eggs (*Cucurbita Pepo*). Iranian J. Seed Res. 5(2): 60- 68. (In Persian)

Bailly, C. 2004. Active oxygen species and antioxidants in seed biology. Seed Sci Res. 14.93-107.

Balesevic-Tubic, S. 2001. The influence of aging process on seed viability and biochemical changes in sunflower seed. Ph.D. Thesis – University of Novi Sad, Novi Sad (Yugoslavia).

Basra, S.M, E. Ullah E.A. Warriach, M. Cheema, and A. Afzal .2003. Effect of storage on growth and yield of primed canola (*Brassica napus* L.) seeds Int. J. Agric. Biol. 5: 111-1120.

Bewley, J.D., K.J. Bradford, H.W. Hilhorst, and H. Nonogaki. 2013. Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy, New York. 392 p. Springer, New York–Heidelberg– Dordrecht–London. Seed Sci. Res. 23(4): 289-289.

Bhattacharjee, S., and A.K. Mukherjee. 2003. Implication of reactive oxygen species in heat shock induced germination and early growth impairment in *Amaranthus lividus* L. Biologia Plantarum. Springer. 47(04):517-522.

Copeland, L.O., and M.B. McDonald. 1985. The chemistry of seeds. Principles of seedscience and technology, 2nd Ed.; Macmillan Publishing Company, Macmillan Inc.: New York: 34–49.

Ellis, R.H., and E.H. Roberts. 1981. The quantification of aging and survival in orthodox seeds. Seed Sci. Technol. 9: 373-409.

Ellis, R.H. and T.D. Hong. 2007. Seed longevity- moisture content relationshipin hermetic and open storage. Seed Sci. Technol. 35: 423-431.

Ghaderi Far, F., A. Soltani, and H.R. Sdeghipour. 2014. Changes in soluble carbohydrates and reactive oxygen species scavenger enzymes activity in Medicinal Pumpkin during storage at different temperature and seed moisture. Electronic journal of Crop Production. 7(1): 157-179. (In Persian)

Gholami Tilebeni, H. and A. Golpayegani. 2011. Effect of seed ageing on physiological and biochemical changes in rice seed (*Oryza sativa* L.). Int. J. AgriSci. 1(3): 138-143.

Hampton, J.G. 2003. Methods of viability and vigour testing: a critical and appraisal. Pp. 81-118. In: A.S. Basra(ed.). Seed Quality, Basic Mechanisims and Agricultural Implications.CBS Publishers, New Delhi, India.

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

Harrington, J.F. 1972. Seed storage and longevity, P 145-245. In: T.T. Kozlowski (ed.) Seed biology. Vol. 3. Academic Press, New York.

Khazaei, H. 2016. Evaluation of Seed Characteristics of Wheat Cultivars Storeed Outdoors before Processing. Iranian J. Seed Sci. Technol. 5(1): 39-50. (In Persian)

Khoramdel, S., P. Rezvani Moghadam, A. Amin Ghaforin, and J. Shabahang. 2012. Study effect periiming by salicylic avid and drought stress on germination chractericts of Charnushka. Iraninan Crop Res. 10(4): 709-725. (In Persian)

Larsen, S.U. and F.V. Povlsen. 1998. The influence of seed vigour on field performance and the evaluation of applicability of the controlled deterioration vigour test in oil-seed rape (*Brassica napus* L.) and pea (*Pisum sativum* L.). Seed Sci. Technol. 26: 627-41.

www.SID.ir

Archive of SID

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

Macdonald, C.M., C.D. Floyd, and R.D. Waniska. 2004. Effect of accelerated aging on mazie, Sorghun and sorghum. J. Cereal Sci. 39: 351- 301.

Maguire, J.D. 1962. Speed of germination, aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. Crop Sci. 2: 176-177.

Mandani, F., Sh. Riahinia, and M. khajeh Hoseini. 2012. Study of the effect of storage time and seed size on seedling and seedling properties of different varieties of wheat. Seed Res. (J. Seed Sci. Technol.). 2(1): 70-78. (In Persian)

Marshal, A., and D.N. Lewis. 2004. Influence of seed storage conditions on seedling emergence, seedling growth and dry matter production of temperate forage grasses. Seed Sci. Technol. 32: 493-501.

McDonald, M. B. (1999). Seed deterioration: physiology, repair and assessment. Seed Sci. Technol. 27: 177–237.

Mcdonald, P., R.A. Edwards, J.F.D. Greenhalgh, C.A. Morgan, L.A. Sinclair, and R.G. Wilkinson. 2011. Animal Nut. Person Education Limited. Seven Ed.

Mohammadi, H., A. Soltani, H. SAdeghipour, E. Zeinali, and R. Hezarjaribi. 2008. Efeect of deterioration on vegetative growth and chlorophyll fluorescence in soybean (*Glycine max*). J. Agric. Sci. Resour. 15(5):33- 38. (In Persian)

Mujeeb-Kazi A., and J.L. Miranda. 1985. Enhanced resolution of somatic chromosome constriction as an aid to identifying intergeneric hybrids among some Triticeae. Cytologia, 50:701-709.

Murata, M.1., T. Tsuchiya, and E.E. Roos. 1984. Chromosome damage induced by artificial seed aging in barley: 3. chromosomal aberrations during plant growth. 67(2-3):161-70.

Parmoon, Gh., A. Ebadi, and S. Jahanbakhsh Godahkahriz. 2013. Effect of seed priming by salicylic acid on the physiological and biochemical traits of aging milk thistle (*Silybum marianum*) seeds. Electron. J. Crop Prod. 7(4): 223-234. (In Persian)

Pradidwong, S., A. Isarasenee, and E. Pawelzik. 2004. Prediction of mungbean seed longevity and qualit using the relationship of seed moisture content and storage temperature. Deutscher Tropentag, October 5-7, Berlin.

Rajjou, L., Y. Lovigny, C. Job, M. Belghazi, S. Groot, and D. Job. 2007. Seed quality and germination. In Seeds: Biology, Development and Ecology [Online]. 324-332. Available at https://doi.org/10.1079/9781845931971.0324.

Rina, R.S. and S. Wahida. 2006. Influence of seed ageing on growth and yield of soybean. Bangladesh J. Bot. 37(1): 21-26.

Roberts, E. H., F. H. Abdalla, and R.J. Owen. 1967. Nuclear damage and the aging of seeds with a model for seed survival curves. Symp. Soc. Exp. Biol. 21:65-100.

Roberts, E.H. 1986. Quantifying seed deterioration. Pp. 101-123. In: M.B. McDONALD JR., and C.J. NELSON (Eds). Physiology of seed deterioration. Madison, Crop Sci. Soc. Am. (Special Publication, 11).

Scott, S. J., R. A. Jones, and W.A. Williams. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. Crop Sci. 24: 1192-1199.

ISTA, 2013. International rules for seed testing. International Seed Testing Association**.**

Shabanzadeh, S., S. Siadat, and F. Hosseini. 2008. Effect of seed storage on germination indices and seedling growth of five wheat cultivars. Proc. Int. Congr. Agron. Soc. for Agron. Plant Breed. Karaj. Iran.

Singh, V. 2014. Effect of water stress on microsporogenesis of a cultivated barley. Int. J. Adv. Res. 2(6): 110-115.

Soltani, A., B. Kamkar, S. Galeshi, and F. Akram Ghaderi. 2008. Effect of seed storage on resource depletion and heterotrophic growth of wheat seedling. Iranian J. Agric. Sci. 15: 229-259.

www.SID.ir

Archive of SID

Soltani, A., B. Kamkar, S. Galeshi, and F. Akram GHaderi. 2008. The effect of seed deterioration on seed reserves depletion and hetroterophic seedling growth of wheat. J. Agric. Sci. Resour. 15(1): 67-76. (In Persian)

Spanò, C., M.R. Castiglione, S. Bottega, and I. Grilli. 2004. Natural ageing of wheat seeds. Curr. Top. Plant Biol. 5: 89–94.

Tabatabaei, S.A. 2014. Determination of seed viability constants in sorghum under various storage conditions. . Iranian J. Field Crop Sci. 45(3): 377-387. (In Persian)

Tajbakhsh, M. 1990. Grain Storage and the Iranian Climate Ph.D. Thesis University of Sulford, England.

Tajbakhsh, M. 1992. Effect of temperature and relative humidity of storage in vitro and chromosomal anomalies of wheat, barley and corn. J. Agric. Sci. 3(1): 78-98.

Verma, M., P.J. Bhat, and K.V. Venkatesh. 2003. Quantitive analysis of GAL genetic switch of Saccharomyces cerevisiae reveals that nucleocytoplasmic shuttling of Gal80p results in a highly sensitive response to galactose. J. Biol. Chem. 278(49): 4-9.

Verma, S.S., U. Verma, and R.P.S. Tomer. 2003. Studies on seed quality parameters in deteriorating seedin Brassica *(Brassica compestris* L*).* Seed Sci. Technol. 31: 389-396.

www.SID.ir