

## بررسی تأثیر فرآیند پس از برداشت بر کیفیت بذر دو رقم تجاری سویای ویلیامز و صبا (L17) در منطقه مغان

آیدین حمیدی<sup>۱\*</sup>، حسین صادقی<sup>۱</sup>، حمیدرضا گازر<sup>۲</sup>، سامان شهیدائی<sup>۳</sup>، بیتا اسکویی<sup>۴</sup>، حسن میوهچی لنگرودی<sup>۵</sup>، محمد نوری<sup>۶</sup>، شاپور علیزاده<sup>۷</sup>، صابر سیف امیری<sup>۱</sup>، لیلای زارع<sup>۱</sup>، اعظم دشتی<sup>۴</sup>

- ۱- دانشیار پژوهش سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال-کرج
  - ۲- استادیار پژوهش سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال-کرج
  - ۳- دانشیار پژوهش مؤسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران
  - ۴- کارشناس سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال-کرج
  - ۵- کارشناس سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل-مغان
  - ۶- استادیار پژوهش، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل-مغان
  - ۷- محقق سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال-کرج
- (تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۹/۰۶؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۹/۲۳)

### چکیده

این تحقیق به منظور بررسی اثر فرآیند پس از برداشت بر کیفیت بذر ۲ رقم تجاری سویا ویلیامز و صبا (L17) در منطقه مغان به صورت یک آزمایش عاملی برپایه طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. عوامل بررسی شده ۲ رقم تجاری مذکور و ۵ مرحله فرآیند پس از برداشت، شامل: خشک کردن، بوجاری، بسته بندی و پارت چینی و ۴ ماه انبارداری بودند. صفات مورد بررسی درصد گیاهچه های عادی و شاخص وزنی بینه گیاهچه اندازه گیری شده با آزمون جوانه زنی استاندارد، درصد گیاهچه های عادی پس از آزمون پیری تسریع شده، درصد بذرهای شکسته، درصد بذرهای با پوسته ترک خورده و هدایت الکتریکی بودند. نتایج نشان داد، درصد گیاهچه های عادی و شاخص وزنی بینه گیاهچه پس از آزمون پیری تسریع شده رقم ویلیامز بیشتر و درصد بذرهای با پوسته ترک خورده کمتر از رقم صبا (L17) بود. بیشترین و کمترین درصد گیاهچه های عادی در آزمون جوانه زنی استاندارد به ترتیب از مراحل بوجاری (۸۶/۶۳ درصد) و خشک کردن و بسته بندی (۸۵/۵۹ درصد) حاصل شد. همچنین بیشترین (۴/۰۹ درصد) و کمترین (۱/۳۰ درصد) درصد بذر شکسته به ترتیب مربوط به مراحل خشک کردن و پس از بوجاری بودند. از این رو، براساس نتایج بذرهای رقم ویلیامز در خلال مراحل فرآیند پس از برداشت نسبت به رقم صبا (L17) از قابلیت جوانه زنی و بینه بهتری برخوردار بودند. همچنین کاهش قابلیت جوانه زنی و بینه بذر پس از مراحل خشک کردن و انبارداری نامناسب بودن فرآیند خشک کردن بذر را مشخص کرد.

**کلمات کلیدی:** خشک کردن، بوجاری، انبارداری، آزمون جوانه زنی استاندارد، پیری تسریع شده، هدایت الکتریکی

## Study on effect of postharvest process on soybean two commercial cultivars Williams and Saba (L17) seed quality in Moghan region

A. Hamidi<sup>1</sup>, H. Sadeghi<sup>2</sup>, H. Gazor<sup>3</sup>, S. Sheidaei<sup>2</sup>, B. Oskoui<sup>2</sup>, H. Mivechi Langroodi<sup>4</sup>,  
M. Nouri<sup>5</sup>, Sh. Alizadeh<sup>5</sup>, S. Seifamiri<sup>6</sup>, L. Zare<sup>7</sup>, A. Dashti<sup>4</sup>

- 1- Research Associate Professor of Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Seed and Plant Certification and Registration Institute (SPCRI), Karaj
  - 2- Research Assistant Professor of Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Seed and Plant Certification and Registration Institute (SPCRI), Karaj
  - 3- Research Associate Professor of Agricultural Engineering Research Institute (AERI), Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran
  - 4- Expert of Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Seed and Plant Certification and Registration Institute (SPCRI), Karaj
  - 5- Expert of Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Seed and Plant Certification and Registration Institute (SPCRI), Ardabil province Agriculture and Natural Resources Research and Education center (Moghan)
  - 6- Research Assistant Professor of Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Ardabil province Agriculture and Natural Resources Research and Education center (Moghan)
  - 7- Researcher of Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Seed and Plant Certification and Registration Institute (SPCRI), Karaj
- (Received: Nov. 27, 2018 – Accepted: Dec. 14, 2019)

### Abstract

In order to study the effect of postharvest process on soybean two commercial cultivars, Williams and Saba (L17), seed germination and vigour this study was conducted as factorial experiment based on completely randomized design by three replications. Studied factors were included two soybean above mentioned cultivars and five different seed postharvest process stages including: harvesting, drying, cleaning, packaging and partitioning, and storage during 4 months. Studied traits also included, normal seedlings percent and seedling weight vigor index measured by standard germination test, normal seedlings percent after accelerated ageing test conduction, broken seeds percent, cracked coat seeds percent and electrical conductivity. Results revealed, Williams cultivar normal seedlings percent after accelerated ageing test and seedling weight vigor index in standard germination test were higher and cracked coat seeds percent lower than Saba (L17) cultivar. The highest and lowest normal seedlings percent by standard germination test respectively was obtained after cleaning (86.63%) and packaging (85.59%) stages and after drying and storage stages. Also, the highest (4.09%) and lowest (1.03%) rates of broken seed percentage was related to drying stage and after cleaning stages, respectively. Therefore, based on the results Williams cultivar seeds had better germination ability and vigour than Saba (L17) cultivar during the postharvest process stages. Also, seed germination ability and vigour decrease after drying and storage stages revealed drying and storage were unsuitable postharvest process stages.

**Key words:** drying, cleaning, storage, standard germination test, accelerated ageing test, electrical conductivity.

\* Email: a.hamidi@areeo.ac.ir

## مقدمه

محسوب می شود (Hamidi, 2018). فرآوری بذر سویا برای دستیابی به کیفیت بالای بذر با: ۱- رساندن رطوبت بذرهای به رطوبت استاندارد برای انبار کردن ایمن<sup>۱</sup>، ۲- خارج کردن بذرهای محصولات دیگر و علف های هرز از توده بذر برداشت شده، ۲- حذف کردن بذرهای سویای آسیب دیده، نارس و ناسالم، ۳- خارج کردن مواد زاید (بقایای ساقه، نیام ها و غیره) از توده بذر برداشت شده، ۴- تیمار کردن برای به کار بردن سم های ضد عفونی کننده بذر، ۵- جداسازی بذرهای براساس شکل و چگالی بهبود دادن کیفیت و ۶- حفظ یا افزایش قابلیت جوانه زنی بذر، سبب ارتقای کیفیت بذرهای می گردد (TeKrony et al., 1987).

توده بذرهای برداشت و خرمن کوبی<sup>۲</sup> شده سویا قبل از نگهداری در انبار تحت مراحل مختلف فرآوری شامل خشک کردن و بوجاری قرار می گیرند (TeKrony et al., 1987). بوجاری بذر سویا در چند مرحله انجام می شود (Vearasilpa et al., 2001) و ممکن است با استفاده از دستگاه های پوست کن<sup>۳</sup>، پیش بوجار<sup>۴</sup>، جدا کننده با جریان هوا<sup>۵</sup>، جدا کننده مارپیچ<sup>۶</sup> و جدا کننده ثقلی<sup>۷</sup> انجام شود. تیمار کردن بذرهای با قارچ کش ها یا سایر سموم برای ضد عفونی و یا تلقیح با باکتری های تثبیت کننده زیستی نیتروژن از جمله دیگر مراحل فرآوری بذر سویا محسوب می گردند و در پایان فرآوری بسته بندی بذرهای انجام و به انبار منتقل می شوند (Gregg and Billups, 2010). ویراسیلا و همکاران (Vearasilpa et al., 2001) بیان داشتند خرمن کوبی و فرآوری نامناسب ممکن است سبب آسیب به کیفیت بذر سویا گردد و دستگاه های بوجاری می توانند به بذر آسیب

سویا [*Glycine max* (L.) Merrill] یکی از مهم ترین گیاهان روغنی و پروتئینی است و تولید جهانی سویا در حال حاضر (سال ۲۰۱۷-۲۰۱۸) ۳۴۶/۰۲ میلیون تن می باشد (FAO, 2018). براساس آمار وزارت جهاد کشاورزی، در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ سطح کشت، میزان تولید و عملکرد سویا به ترتیب ۴۰۳۲۷ هکتار، ۸۳۳۰۳ تن و ۲۱۸۵ کیلوگرم در هکتار بوده اند (Ministry of Jihad-e-Agriculture, 2019). عوامل مختلفی عملکرد بذر و کیفیت بذر گیاهان زراعی از جمله سویا را تحت تأثیر قرار می دهند. ژنوتیپ، فن آوری های مدیریت زراعی و محیط از جمله این عوامل می باشند. این عوامل از زمان کاشت گیاه مادری تا زمان برداشت و پس از برداشت می توانند بر کیفیت بذر سویا تأثیر گذار باشند. از این عوامل می توان به عواملی مثل تاریخ کاشت، تراکم کاشت، تغذیه گیاه مادری، تنش هایی که گیاه در طی دوران رشد با آنها روبرو است، زمان برداشت، رطوبت های و روش های برداشت، روش ها و دما و مدت خشک کردن، نحوه حمل بذرهای از مزرعه به کارخانه های فرآوری بذر<sup>۸</sup>، نوع انبار و شرایط و مدت انبارداری و ... اشاره کرد (Askari Dermanaki et al., 2013; Afrakhteh et al., 2013; Sadeghi et al., 2014a; Sadeghi et al., 2014b; Sadeghi et al., 2014c; Sadeghi et al., 2016; Sheidaei et al., 2016; Sheidaei et al., 2017). عملیات پس از برداشت بذر<sup>۹</sup> از مهم ترین عوامل تأثیر گذار بر کیفیت و ماندگاری بذر محسوب می شوند (Gazor et al., 2017a; Gazor et al., 2017b). فرآوری بذر مهم ترین عملیات پس از برداشت بذر است که سبب تبدیل توده بذر خام برداشت شده به محصول بذری با کیفیت و قابل کاشت می گردد. فرآوری مشتمل بر مراحل مختلفی است و در مناطق مرطوب که بذرهای به طور طبیعی روی گیاه مادری به رطوبت استاندارد نمی رسند، خشک کردن از جمله مراحل فرآوری بذر

<sup>1</sup> Seed processing

<sup>2</sup> Post-harvest

<sup>3</sup> Safe seed storage

<sup>4</sup> Threshing

<sup>5</sup> Scalper

<sup>6</sup> Pre cleaner

<sup>7</sup> Air separator

<sup>8</sup> Spiral separator

<sup>9</sup> Gravity separator

مکانیکی وارد کنند، به طوری که منجر به دو نیمه (لپه) کردن بذر یا شکسته یا ترک خوردن پوسته یا لپه‌ها شود و شدت این خسارت بسته به میزان رطوبت بذر، متفاوت است. بذر سویا، طی فرآوری و بسته بندی پس از برداشت، به خسارت مکانیکی بسیار حساس است و نوع و میزان خسارت مکانیکی ایجادشده بر قابلیت حیات و بنیه بذر سویا طی انبارداری اثر می‌گذارد (Stephens and Foster, 1977). فرآوری بذر سویا در کشور ما پس از برداشت با ماشین برداشت (کمباین) و دریافت محصول بذری توسط کارخانه فرآوری بذر، شامل مراحل خشک کردن و بوجاری بوده و سپس بذور بسته‌بندی، پارت‌چینی<sup>۱</sup> و انبارداری است. کیفیت بذر سویا طی این مراحل فرآوری ممکن است از طرق مختلف از جمله تأثیر شرایط نامناسب کار خشک کن و خسارت مکانیکی ناشی از ماشین‌های بوجاری دوچار کاهش شود (Krittigamas et al., 2001). شکسته شدن بذر و ترک‌های پوسته مهم‌ترین نوع خسارت مکانیکی وارده به پوسته بذر سویا است. در این خصوص رطوبت بذر در میزان خسارت مکانیکی بذر نقش مهمی دارد (Quiroga et al., 2000). خسارت مکانیکی فیزیولوژیک وارد شده به بذر نتیجه اثر متقابل عوامل مختلفی است که کیفیت نهایی بذر را تحت تأثیر قرار می‌دهند. این عوامل شامل فشار وارده به بذر، رطوبت بذر، رقم، اندازه بذر، فشار ناشی از عملیات بارگیری، خصوصیات و جنس دستگاه‌های مورد استفاده هستند (França Neto et al., 2010؛ Baryeh, 2002). به‌علت ماهیت پیچیده خسارت مکانیکی و فیزیولوژیک وارده به بذر، کنترل و تنظیم دقیق دستگاه‌های فرآوری بذر بسیار حساس است (Khazaei et al., 2008).

خسارت مکانیکی وارده به بذر در طی مراحل برداشت، بوجاری و حمل و نقل آن یکی از مشکلات اساسی در صنعت بذر، به‌خصوص برای گونه‌هایی است

که بذر درشت و شکننده دارند. علایم خسارت ممکن است به چندین شکل بروز نماید: (۱) خسارت زیاد به پوسته بذر به‌نحوی که به راحتی قابل رؤیت باشد. خرد شدن و ترک خوردن پوسته بذر از جمله این خسارت است، (۲) خسارت داخلی که تنها پس از جوانه زنی بذر قابل مشاهده خواهد بود، (۳) شکاف‌های میکروسکوپی به‌ویژه در پوسته بذر که کارکرد بذر را کاهش و حساسیت آن را به میکروارگانیزم‌ها افزایش می‌دهد، (۴) خسارت پنهان (مخفی یا داخلی) که احتمالاً ماهیت فیزیولوژیکی دارد و اثر آن در قالب کاهش بنیه جوانه‌زنی، افزایش زمان تا رسیدگی و کاهش عملکرد بروز می‌نماید (McNeal, 1966). خسارت مکانیکی وارده به بذر در طی مراحل برداشت، بوجاری و حمل و نقل آن یکی از مشکلات اساسی در صنعت بذر، به‌خصوص برای گونه‌هایی است که بذر درشت و شکننده دارند. علایم خسارت ممکن است به چندین شکل بروز نماید: (۱) خسارت زیاد به پوسته بذر به‌نحوی که به راحتی قابل رؤیت باشد. خرد شدن و ترک خوردن پوسته بذر از جمله این خسارت است، (۲) خسارت داخلی که تنها پس از جوانه زنی بذر قابل مشاهده خواهد بود، (۳) شکاف‌های میکروسکوپی به‌ویژه در پوسته بذر که کارکرد بذر را کاهش و حساسیت آن را به میکروارگانیزم‌ها افزایش می‌دهد، (۴) خسارت پنهان (مخفی یا داخلی) که احتمالاً ماهیت فیزیولوژیکی دارد و اثر آن در قالب کاهش بنیه جوانه‌زنی، افزایش زمان تا رسیدگی و کاهش عملکرد بروز می‌نماید (Vearasilpa et al., 2001).

اوانز و همکاران (Evans et al., 1990) اثر شدت فشارهای مختلف، جهت‌های مختلف وارد شدن فشار بر بذر سویا در رطوبت‌های مختلف را مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که فشار وارده به بذر ناشی از سطوح فلزی باعث بیشترین خسارت (۴۱ درصد جوانه‌زنی و ۵۴ درصد ترک‌های پوسته بذر و خرد شدن) و سطوح پلی‌اورتان کم‌ترین خسارت (۸۷ درصد جوانه‌زنی بدون ترک‌های پوسته بذر) را ایجاد کرد. همچنین مشخص شد

<sup>1</sup> Stacking

قوه نامیه (درصد جوانه‌زنی) غیراستاندارد و در نتیجه غیرقابل گواهی بود. با توجه به خروج این بذرها از چرخه بذری و اتلاف هزینه‌های تولید برای شرکت‌های تولیدکننده، بررسی و یافتن علت کاهش کیفیت بذر سویای رقم صبا (L17) در این منطقه از اهمیت برخوردار بود. هدف از این پژوهش نیز بررسی تغییرات کیفیت و میزان خسارت وارد شده به بذر دو رقم سویای تجاری ویلیامز و صبا (L17) تولید شده در منطقه مغان در مراحل مختلف پس از برداشت با استفاده از آزمون‌های جوانه‌زنی استاندارد، هدایت الکتریکی و پیری تسریع شده انجام بود.

### مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر مراحل مختلف فرآیند پس از برداشت در شرایط کارخانه فرآوری شرکت سهامی خاص توسعه کشت دانه‌های روغنی واقع در پارس آباد مغان، واقع در ۳۹ درجه و ۴۱ دقیقه عرض شمالی و ۴۷ درجه و ۳۲ دقیقه طول شرقی و ارتفاع ۴۵ تا ۵۰ متر از سطح دریای آزاد، بر کیفیت بذر دو رقم سویای تجاری ویلیامز و صبا (L17) از مهم‌ترین ارقام سویا که بذر آنها در کشور تولید شده و مندرج در فهرست ملی ارقام گیاهی ایران می‌باشند (Seed and Plant Certification and Registration Institute, 2012) هستند، این تحقیق در سال ۹۶-۱۳۹۵ انجام شد. براساس آمار آب و هوایی ایستگاه هواشناسی سینوپتیک پارس آباد مغان، این منطقه جزء اقلیم نیمه‌بیابانی خفیف بوده، دارای زمستان‌های ملایم و تابستان‌های گرم می‌باشد. حداکثر دما در مرداد ماه ۳۱/۴ درجه سانتی‌گراد و حداقل در دی ماه با ۱/۴ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی منطقه ۳۸۹/۵ میلی‌متر گزارش شده است (Ardabil Province Meteorology Office, 2016). این بررسی به صورت یک آزمایش عاملی ۲×۵ برپایه طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار انجام شد که عامل اول دو رقم

که با افزایش شدت فشار وارده از ۱۰ تا ۴۰ متر بر ثانیه میزان خسارت وارده بیشتر شد و با افزایش رطوبت بذر از ۷/۲ تا ۱۶/۲ درصد با کاربرد سطوح فلزی میزان خسارت وارده به بذر کاهش یافت ولی با کاربرد سطوح پلی‌اورتان میزان خسارت وارده افزایش یافت. همچنین مشخص گردید که اگر فشار وارده به بذر در ناحیه اطراف لپه‌ها باشد حداقل میزان خسارت (۶۷ درصد جوانه‌زنی و ۲۵ درصد ترک‌های پوسته) به بذرها وارد می‌شود درحالی که اگر فشار وارده به بذر در ناحیه پشت بذر و مقابل ناف باشد بیشترین خسارت (۵۷ درصد جوانه‌زنی و ۳۵ درصد ترک‌های پوسته) به بذر وارد می‌شود و فشار وارده به ناف و زیر لپه‌ها سبب ایجاد بافت‌های آسیب دیده در گیاهچه‌های جوانه زده و ایجاد حالت غیرعادی می‌گردد (Evans et al., 1990).

در سال ۱۳۹۶ حدود ۳۴۰۰ تن بذر سویا در سه استان گلستان، مازندران و اردبیل (مغان) گواهی گردیده که ارقام ویلیامز و رقم صبا (L17) از مهم‌ترین ارقام مورد کشت در استان اردبیل می‌باشد که در سال ۱۳۹۶ بذر رقم صبا (L17) ۱۲۸۰ تن و رقم ویلیامز ۴۵۰ تن تولید گردیده بود. هر ساله مقدار زیادی از بذر سویا به خصوص در منطقه مغان به دلیل پایین بودن درصد جوانه‌زنی (قوه‌نامیه) و عدم دریافت گواهی استاندارد از چرخه بذری خارج شده و راهی کارخانجات روغن‌کشی می‌شود. طبق گزارش‌های موجود در مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال در سال ۱۳۹۵ حدود ۴۵۰ تن رقم ویلیامز و در سال ۱۳۹۶ حدود ۳۵۰ تن بذر سویای رقم ویلیامز تولید شده در منطقه مغان به دلیل پائین بودن درصد جوانه‌زنی (قوه‌نامیه) و یا بالا بودن رطوبت بذر استاندارد نبوده و مورد تأیید مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال قرار نگرفت. همچنین در سال ۱۳۹۶ حدود ۹۰۰ هکتار مزارع تولید بذر سویا در منطقه مغان کاشت شد که با در نظر گرفتن میانگین عملکرد ۲ تن در هکتار حدود ۱۸۰۰ تن محصول بذر این رقم در این منطقه تولید گردید که حدود ۱۵-۲۰ درصد این محصول (حدود ۳۶۰ تن) از لحاظ

سویای ویلیامز و صبا(L17) و عامل دوم مراحل مختلف فرآیند پس از برداشت بذر شامل: ۱- پس از برداشت، ۲- پس از خشک کردن، ۳- پس از بوجاری، ۴- پس از بسته‌بندی و پارت چینی و ۵- پس از انبارداری به مدت ۴ ماه بودند.

سویای رقم ویلیامز یکی از ارقام تجاری سویای مناسب اقلیم معتدل مقاوم به ریزش و خوابیدگی با تحمل نسبی به کم آبی با متوسط عملکرد ۳ تن در هکتار گروه رسیدن ۳ با منشاء ایالات متحده امریکا است در سال ۱۳۵۲ به وسیله مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر به روش معرفی اصلاح شده است. سویای رقم صبا(L17) در سال ۱۳۹۰ معرفی شده یکی از ارقام تجاری سویا مناسب اقلیم معتدل گرم و سرد؛ مقاوم به ریزش دانه و خوابیدگی بوته با عملکرد دانه: ۳-۳/۵ تن در هکتار است که با دورگ گیری بین ارقام (Union× Elf) به وسیله مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر اصلاح و شده است (Seed and Plant Certification and Registration ) (Institute, 2012).

با رسیدن محتوای رطوبت بذر در مزرعه تولید بذر طبقه گواهی شده به ۱۴-۱۳ درصد، برداشت بذر با استفاده از کمباین انجام شد. عملیات فرآوری بذر نیز در کارخانه فرآوری بذر شرکت سهامی خاص توسعه کشت دانه‌های روغنی، نمایندگی مغان با خشک کن عمودی ساخت شرکت کارینو و بوجاری با دستگاه بوجاری (جداکننده) با جریان هوا مدل وستراپ<sup>۱</sup> انجام گرفت. بذرهای پس از فرآوری و بسته‌بندی در پاکت‌های کاغذی سه لایه ۲۵ کیلوگرمی و پارت چینی روی پالت در محل انبار بذر سرپوشیده کارخانه مذکور به مدت ۴ ماه (از دی ماه تا اردیبهشت ماه) در شرایط محیطی غیر کنترل شده تا زمان توزیع برای مصرف نگهداری شدند. پس از هر مرحله فرآوری نمونه‌برداری استاندارد انجمن بین‌المللی آزمون بذر (ISTA)<sup>۲</sup> انجام و بذرهای در

کیسه‌های پلاستیکی ریخته شدند و سر کیسه‌ها کاملاً بسته شد تا نمونه‌ها رطوبت خود را از دست ندهند و بلافاصله به آزمایشگاه تجزیه بذر مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال کرج منتقل شدند. علاوه بر اندازه‌گیری محتوای رطوبت بذرهای، آزمون‌های جوانه‌زنی استاندارد و پیری تسریع شده استاندارد انجام شدند. در آزمایشگاه محتوای رطوبت بذرهای به روش استاندارد انجمن بین‌المللی آزمون بذر (ISTA) با خشک کردن در آون در دمای  $103 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد به مدت  $17 \pm 1$  ساعت تعیین شد (International Seed Testing Association, 2020).

به منظور تعیین گیاهچه‌های عادی (به عنوان معیار درصد جوانه‌زنی برای گواهی بذر)، آزمون جوانه‌زنی استاندارد طبق دستورالعمل انجمن بین‌المللی آزمون بذر (ISTA) با کشت تعداد ۴۰۰ بذر (چهار تکرار یک‌صد بذر) از هر تیمار درون ظرف‌های پلاستیکی در پوش دار در بستر کشت بین دو لایه کاغذ جوانه‌زنی و قراردادن ظرف‌های کشت شده درون ژرمیناتور به مدت ۸ روز تحت دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و افزودن میزان رطوبت کافی به بستر کشت اجرا گردید (International Seed Testing Association, 2020). در پایان دوره اجرای آزمون جوانه‌زنی استاندارد در روز هشتم تعداد گیاهچه‌های عادی و غیرعادی بر مبنای معیارهای انجمن بین‌المللی آزمون بذر (ISTA) تعیین شد (Don, and Ducournau, 2014).

به منظور ارزیابی بنیه بذر آزمون پیری تسریع شده اجرا شد. برای اجرای این آزمون به میزان  $42 \pm 0.5$  گرم بذر توزین شد و بر روی سینی که درون اتاقک تسریع پیری درونی که جعبه‌ای پلاستیکی حاوی ۵۰-۴۰ میلی‌لیتر آب بود، قرار داده شد. اتاقک تسریع پیری درونی درون یک اتاقک تسریع پیری بیرونی قرار داده شده و در دمای  $30 \pm$  ۴۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت دچار پیری تسریع شده گردیدند. بذرهای درون اتاقک تسریع درونی را بلافاصله پس از اتمام زمان لازم برای تسریع پیری از اتاق تسریع بیرونی خارج کرده و حداکثر تا یک ساعت بعد برای آزمون جوانه‌زنی استاندارد به شرح بالا کشت شدند

<sup>1</sup> Westrup

<sup>2</sup> International Seed Testing Association (ISTA)

(International Seed Testing Association, 2018).

به منظور بررسی و ارزیابی بینه بذر و گیاهچه تیمارهای مورد نظر پس از پایان آزمون جوانه زنی استاندارد تعداد ۱۰ گیاهچه عادی به طور تصادفی از هر تکرار انتخاب و پس از خشک کردن گیاهچه‌ها به وسیله آون با دمای ۷۵ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت و توزین با ترازوی دقیق با دقت یک هزارم گرم مشخص گردید. با استفاده از داده‌های بدست آمده شاخص وزنی بینه گیاهچه پس از آزمون جوانه زنی استاندارد از طریق رابطه زیر تعیین شد (Abdul-Baki and Anderson, 1973):

$$\text{رابطه ۱} = \text{شاخص وزنی بینه گیاهچه} \\ \text{درصد جوانه زنی نهایی} \times \text{وزن خشک گیاهچه}$$

همچنین به منظور ارزیابی بینه بذرهای تحت تیمارهای مورد بررسی همچنین آزمون تعیین قابلیت هدایت الکتریکی اجرا شد. برای اجرای این آزمون ابتدا مقدار ۲۵۰ میلی لیتر آب دایونیزه را درون ظرف با حجم ۵۰۰ میلی لیتر ریخته و در ظرف‌ها را با فویل آلومینیومی پوشانده شد تا از آلودگی آن‌ها جلوگیری شود سپس ظرف‌ها را به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد قرار گرفت تا از لحاظ دما به تعادل برسند. چهار نمونه شامل ۵۰ عدد بذر از نمونه بذر خالص مربوط به یک توده بذر به صورت تصادفی تهیه کرده وزن آن‌ها را تا دو رقم اعشار تعیین نموده و بعد از ریختن بذرهای درون ظرف آن‌ها را به آرامی چرخانده تا مطمئن شویم همه بذرهای درون ظرف کاملاً شناور شده‌اند. بعد از گذشت ۲۴ ساعت که ظرف‌های محتوی بذر در دمای ۱ ± ۲۰ قرار داده شدند هدایت الکتریکی محلول با استفاده از دستگاه هدایت سنج الکتریکی اندازه گیری گردید. دقت شد که خواندن دستگاه هدایت سنج الکتریکی در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد انجام شود. میزان هدایت الکتریکی آب دیونیزه ظرف شاهد در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد نیز اندازه گیری و مقدار آن از میزان

هدایت الکتریکی هر ظرف کم شد. سپس، میزان قابلیت هدایت الکتریکی به ازای هر گرم وزن بذر برای هر نمونه با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد (International Seed Testing Association, 2018):

$$\text{رابطه ۲} \quad EC = (\text{میکروزیمنس/سانتی متر گرم}) \\ \frac{\text{میزان قابلیت هدایت الکتریکی (میکروزیمنس) برای هر ظرف}}{\text{وزن نمونه بذر (برحسب گرم)}}$$

به منظور تعیین درصد بذرهای شکسته پس از هر مرحله، مقدار ۲۰۰ گرم بذر از هر یک از نمونه‌ها با یک غربال با منافذ گرد با قطر ۴ میلی متری به صورت دستی الک شد و بذرهای شکسته که از غربال عبور کردند، وزن شدند و به صورت درصد (درصد وزنی) بیان شد. همچنین، به منظور بررسی اثر هریک از مراحل مورد بررسی بر درصد بذرهای با پوسته ترک خورده تعداد ۱۰۰ عدد بذر از هر واحد آزمایشی انتخاب و به مدت ۱۰ دقیقه در محلول یک درصد هیپوکلریت سدیم قرار گرفت، بذرهایی که به پوسته آن‌ها خسارت وارد شده و ترک دار بود متورم شده و آماس نمودند. با شمارش بذرهای متورم شده میزان بذرهای ترک خورده به صورت درصد بیان شد. به منظور تعیین خسارت مکانیکی وارده به پوسته بذرهای از هریک از نمونه‌ها تعداد ۱۰۰ عدد بذر به مدت ۱۰ دقیقه در محلول ۱ درصد هیپوکلریت سدیم قرار داده شد، پوسته بذرهایی که به آنها خسارت وارد شده بود، متورم شدند و آماس کردند و از بذر جدا شدند. با شمارش بذرهایی که پوسته آنها جدا شده بود، خسارت مکانیکی وارده به بذر به صورت درصد بذرهای با پوسته ترک خورده بیان شد (Kachru et al., 1994).

تبعیت توزیع داده‌ها از توزیع نرمال، بررسی شد و تبدیل داده‌های صفات به نحو مقتضی (تبدیل به روش آرک سینوس Arc Sin داده‌های درصدی) انجام شد. سپس تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با آزمون حداقل تفاوت معنی دار (LSD) با استفاده از نرم افزار آماری SAS (Ver.۹) انجام شد و نمودارها نیز با استفاده

از نرم افزار EXCEL رسم گردیدند.

معنی دار نبود ولی ارقام مورد بررسی به لحاظ درصد گیاهچه‌های عادی پس از آزمون پیری تسریع شده و شاخص وزنی بینه گیاهچه تفاوت معنی داری داشتند و اثر مراحل فرآیند پس از برداشت بر تمامی صفات بررسی شده معنی دار بود (جدول ۱).

### نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد اثر متقابل رقم × مراحل فرآوری بر هیچیک از صفات مورد بررسی

جدول ۱- تجزیه واریانس (MS) صفات مورد بررسی در مراحل فرآیند پس از برداشت بذر.

Table 1-Analysis of variance(mean sqaters) of studied traits in seed post harvest proces stages.

منابع تغییرات Source of Variation	درجه آزادی df	میانگین مربعات (MS)					
		درصد گیاهچه‌های عادی در آزمون جوانه‌زنی استاندارد Normal seedlings percent in standard germination test	درصد گیاهچه‌های عادی پس از آزمون پیری تسریع شده Normal seedlings percent after accelerated ageing	شاخص وزنی بینه گیاهچه پس از آزمون جوانه‌زنی استاندارد Seedling weight vigour index after standard germination test	درصد بذرهای شکسته Broken seeds percent	درصد بذرهای با پوسته ترک خورده Cracked coat seeds percent	هدایت الکتریکی Electrical conductivity
رقم Cultivar	1	0.337 <sup>ns</sup>	36.520*	13.200**	0.043 <sup>ns</sup>	20.832 <sup>ns</sup>	20.832 <sup>ns</sup>
مراحل فرآیند پس از برداشت Post-harvest process stages	4	76.090**	60.338**	49.453**	11.350**	11.854**	93.635**
رقم × مراحل فرآیند پس از برداشت Post-harvest process Cultivar×stages	4	0.258 <sup>ns</sup>	0.750 <sup>ns</sup>	0.7213 <sup>ns</sup>	0.003 <sup>ns</sup>	2.354 <sup>ns</sup>	4.18 <sup>ns</sup>
خطا Error	20	1.921	7.732	1.377	0.057	2.216	8.312
ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (CV %)		1.67	3.98	10.11	11.1	17.1	6.6

<sup>ns</sup>, \* و \*\* به ترتیب غیر معنی دار در سطوح بالا و معنی دار در سطوح ۵ درصد و ۱ درصد.

<sup>ns</sup>, \*, \*\*; Non significant, significant at the 5 درصد and 1 درصد levels of probability, respectively.

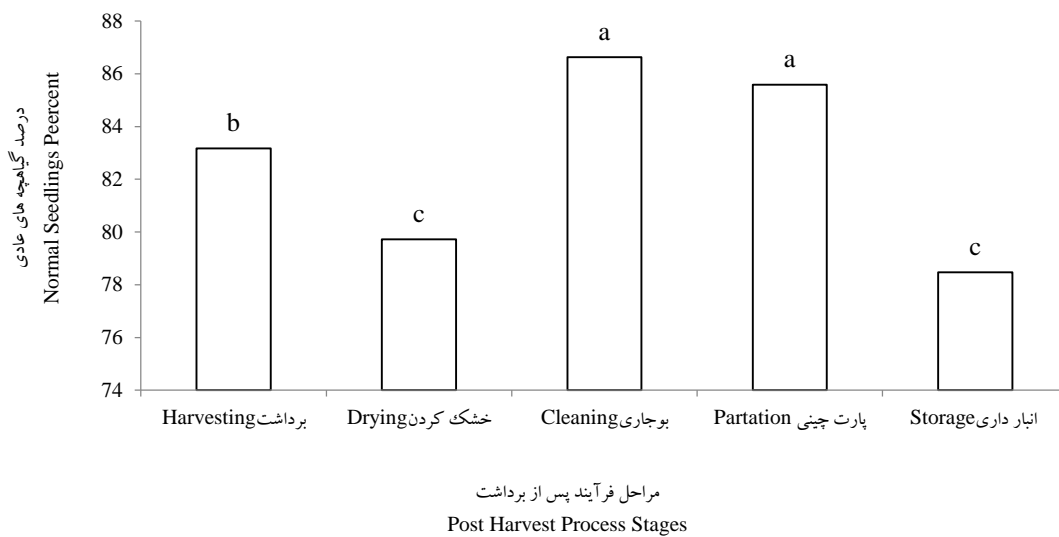
سویای مورد بررسی مشاهده نمودند.

مقایسه میانگین اثر مراحل فرآیند پس از برداشت بر درصد گیاهچه‌های عادی نشان داد بیشترین درصد گیاهچه‌های عادی پس از مراحل بوجاری ۸۶/۶۳ درصد و پارت چینی ۸۵/۵۹ درصد و درصد گیاهچه‌های عادی پس از مرحله برداشت ۸۳/۱۷ درصد بود و در مرتبه بعدی

مقایسه میانگین ارقام مورد بررسی نشان داد که درصد گیاهچه‌های عادی پس از آزمون پیری تسریع شده در رقم ویلیامز (۷۰/۹۲ درصد) نسبت به رقم صبا (L17) (۶۸/۷۱ درصد) بیشتر بود و در دو گروه آماری جداگانه قرار گرفتند (شکل ۲). صادقی و همکاران (Sadeghi et al., 2014c) نیز تفاوت درصد جوانه‌زنی در آزمون پیری تسریع شده در ارقام

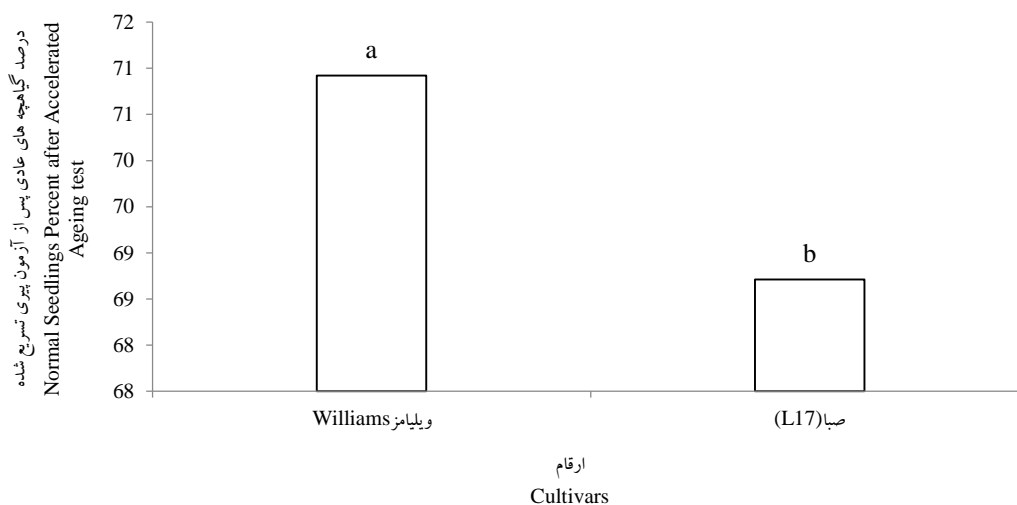
ندیده در آزمون‌های جوانه‌زنی و بینه، قادر به تنظیم سرعت جذب آب بوده و از جنین در برابر صدمات احتمالی ناشی از جذب سریع حفاظت می‌کنند در حالی که بذرهایی با پوسته آسیب دیده قادر به تنظیم جذب آب نمی‌باشند و همین امر سبب نتایج ضعیف آنها و افزایش بذرهایی فاسد در آزمون‌های جوانه‌زنی می‌گردد.

قرار گرفت. کمترین درصد گیاهچه‌های عادی نیز مربوط به مرحله پس از خشک کردن و انبارداری بود (شکل ۱). میرشکاری و همکاران (Mirshekarnezhad *et al.*, 2014) مشاهده کردند بیشترین درصد گیاهچه‌های عادی ارقام سویای ۰۳۳، ساری و تلار مربوط به مراحل پس از بوجاری، خشک کردن و انبارداری بود. بذرهایی آسیب



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر مراحل پس از برداشت بر درصد گیاهچه‌های عادی در آزمون جوانه‌زنی استاندارد.

Figure 1- Means comparisons of post harvest process stages effect on normal seedlings percent in standard germination test.



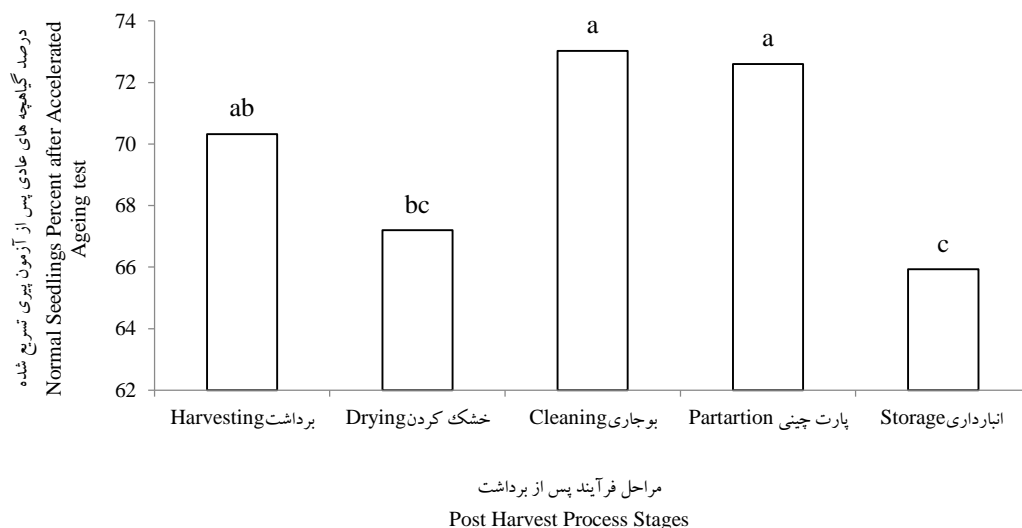
شکل ۲- مقایسه میانگین درصد گیاهچه‌های عادی ارقام مورد بررسی پس از آزمون پیری تسریع شده.

Figure 2- Means comparisons of studied cultivars normal seedlings percent after accelerated ageing test.



انبارداری حاصل شد که این موضوع نشان می دهد شرایط نامناسب انبارداری سبب کاهش بینه بذر گردیده است (شکل ۳). در آزمون پیری تسریع شده هم وقتی بذرها در دمای بالا و رطوبت زیاد که جزء شرایط سخت و نامناسب محسوب می شوند، قرار گیرند بذرها با پوسته سالم و بدون خسارت درونی توانایی تحمل این شرایط سخت را بهتر داشته و نتایج جوانه زنی بهتری نسبت به بذرها آسید دیده نشان می دهند (Rahman *et al.*, 2004). آسیدهای فیزیکی و فیزیولوژیک وارد آمده به غشای سلول اساسی ترین عامل پیری و زوال بذر هستند (Powell, 1988).

مقایسه میانگین اثر مراحل فرآیند پس از برداشت بر درصد گیاهچه های عادی پس از آزمون پیری تسریع شده نشان داد که بیشترین درصد گیاهچه های عادی پس از آزمون پیری تسریع شده در مرحله پس از بوجاری و پارت چینی بود که روند آن شبیه درصد گیاهچه های عادی در آزمون جوانه زنی استاندارد بود بعد از آن ها مرحله پس از برداشت قرار گرفت که تفاوت آن با دو مرحله قبلی معنی دار نبود، درصد گیاهچه های عادی پس از آزمون پیری تسریع شده در مرحله پس از خشک کن در رتبه بعدی قرار گرفت ولی با مرحله پس از برداشت تفاوت معنی داری نداشت و در نهایت کم ترین درصد گیاهچه های عادی پس از آزمون پیری تسریع شده در مرحله پس از



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر مراحل پس از برداشت بر درصد گیاهچه های عادی پس از آزمون پیری تسریع شده.

Figure 3- Means comparisons of post harvest process stages effect on normal seedlings percent after accelerated ageing test.

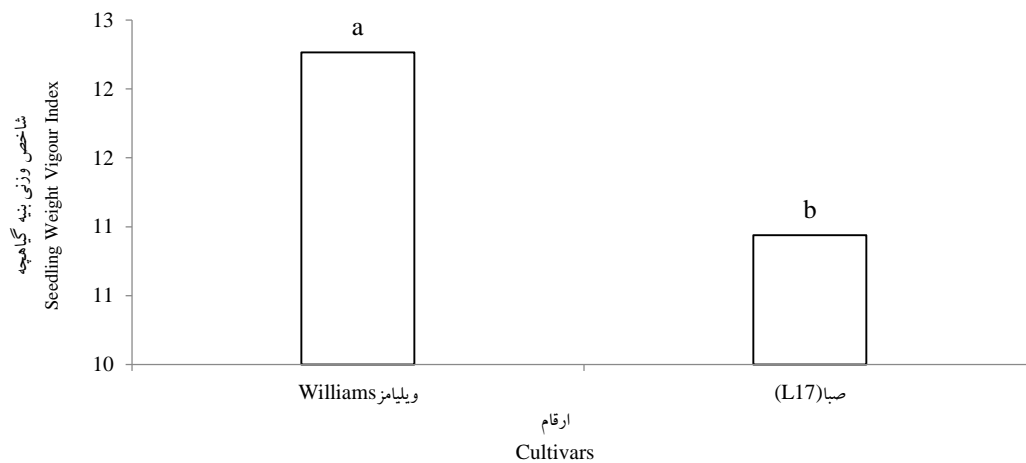
(Divsalar *et al.*, 2012) مشاهده کردند میزان وزن خشک گیاهچه بذر سویای رقم کتول (DPX) در مرحله پس از بوجاری نسبت به مرحله پیش از بوجاری کاهش یافت.

مقایسه میانگین اثر مراحل فرآیند پس از برداشت بر شاخص وزنی بینه گیاهچه پس از آزمون جوانه زنی استاندارد

مقایسه میانگین ارقام مورد بررسی نشان داد که شاخص وزنی بینه گیاهچه در رقم ویلامز نسبت به رقم صبا (L17) بیشتر بود و در دو گروه جداگانه قرار گرفتند (شکل ۴). صادقی و همکاران (Sadeghi *et al.*, 2014c) تفاوت شاخص وزنی بینه گیاهچه را در ارقام سویای مورد بررسی مشاهده کردند. همچنین دیوسالار و همکاران

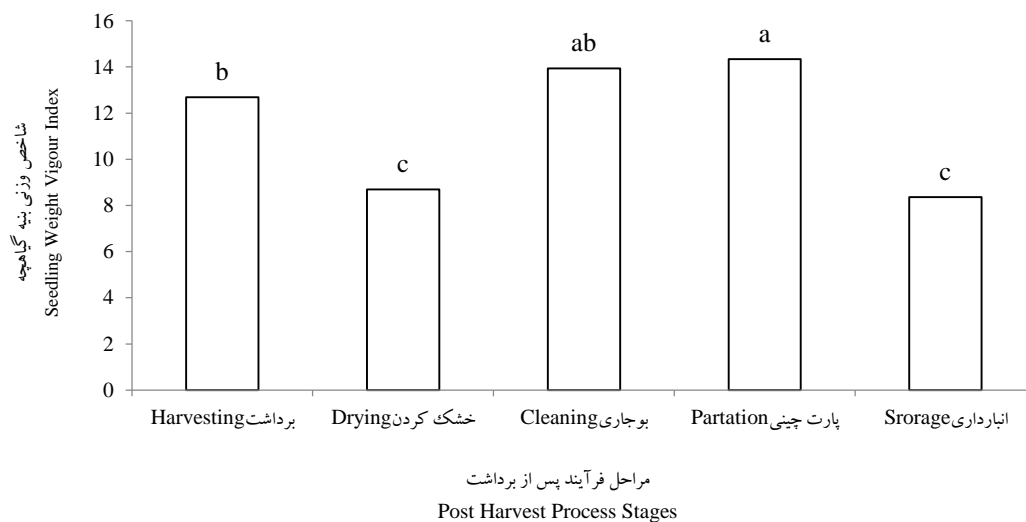
فرآیند پس از برداشت بر کاهش جوانه‌زنی و بنیه بذر را به دلیل ضربه و خسارت وارده به جنین بذر سویا که در نزدیکی پوسته قرار گرفته و بسیار آسیب پذیر می‌باشد بیان کرد. در واقع هرچه خسارت به محور جنینی نزدیک‌تر باشد، احتمال ایجاد گیاهچه‌های غیرعادی بیشتر است اما اگر خسارت از محور جنینی دورتر باشد امکان این که بذر بتواند گیاهچه عادی و آسیب ندیده تولید کند بیشتر خواهد بود. کاهش بنیه بذر در اثر خسارت مکانیکی نیز به دلیل آسیب به جنین و قسمت‌های حیاتی بذر است.

نشان داد که بیشترین شاخص وزنی بنیه گیاهچه در مرحله پس از بوجاری (۱۳/۹۳) و پارت چینی (۱۴/۳۳) بود که با هم تفاوت معنی‌داری نداشتند و به ترتیب در گروه‌های ab و a قرار گرفتند. بعد از آن‌ها مرحله پس از برداشت (۱۲/۶۸) قرار گرفت و هرچند مقدار آن بیشتر از مرحله پس از بوجاری بود ولی تفاوت آنها معنی‌دار نبود، شاخص وزنی بنیه گیاهچه در مرحله پس از خشک کن (۸/۶۹) و انبارداری (۸/۳۶) هم در گروه c قرار گرفتند (شکل ۵).



شکل ۴- مقایسه میانگین شاخص وزنی بنیه گیاهچه پس از آزمون پیری تسریع شده ارقام مورد بررسی.

Figure 4- Means comparisons of studied cultivars seedling weight vigour index after accelerated ageing test.



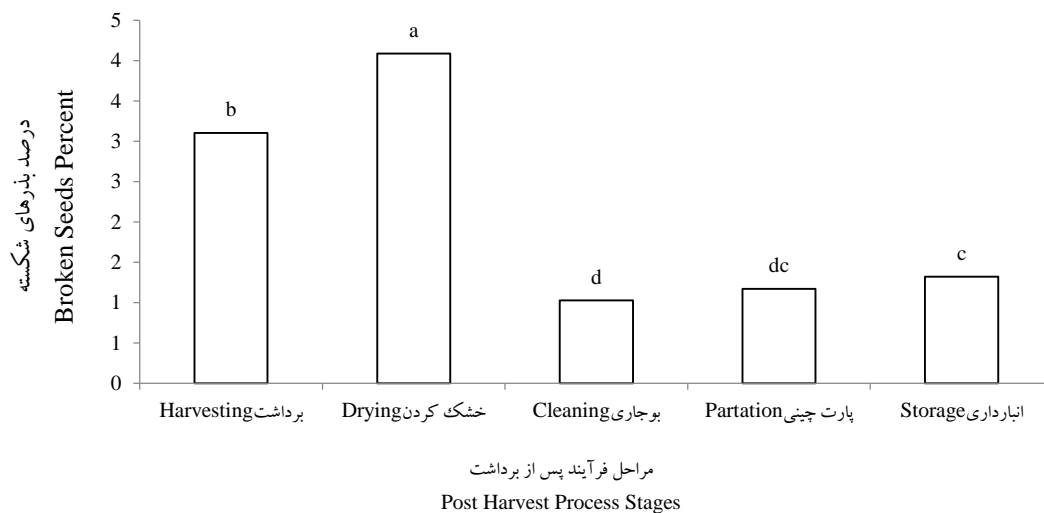
شکل ۵- مقایسه میانگین اثر مراحل پس از برداشت بر شاخص وزنی بنیه گیاهچه پس از آزمون جوانه زنی استاندارد.

Figure 5- Means comparisons of post harvest process stages effect on seedling weight vigour index after standard germination test.

شکسته شدن و افزایش درصد بذره‌های شکسته می‌شود. پس از مرحله خشک کن، بذره‌های شکسته در مرحله بوجاری تا حد امکان از توده بذری جدا شده و در نتیجه درصد بذره‌های شکسته در توده بذری کاهش یافته است در مرحله کیسه‌گیری و پارت‌چینی مجدداً درصد بذره‌های شکسته افزایش یافته است که این امر می‌تواند در اثر ضرباتی باشد که در زمان جابجایی کیسه‌ها توسط کارگران و یا رها کردن کیسه از ارتفاع بالا بر روی زمین یا بر روی کیسه‌های دیگر ایجاد شده باشد، در مرحله پس از انبارداری نیز میزان شکستگی نسبت به مرحله پس از پارت‌چینی افزایش یافته ولی این افزایش معنی‌دار نبوده است که احتمالاً به دلیل زوال بذرها در شرایط نامناسب انبار و مهیا شدن شرایط لازم برای لپه شدن بذرها در رطوبت و دمای بالای انبار بوده است. خسارت مکانیکی، یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش کیفیت بذر سویا در برداشت و بوجاری می‌باشد. خسارت مکانیکی به بذر در طی برداشت، فرآوری و بسته‌بندی، جوانه‌زنی، استقرار و در نهایت عملکرد محصول را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. کنترل دقیق طی این مراحل می‌تواند سبب کاهش خسارت گردد (Alvarez, 1997).

از آنجا که شاخص وزنی بنیه گیاهیچه تابعی از وزن خشک گیاهیچه و درصد جوانه‌زنی است با توجه به تأثیر مراحل مختلف بوجاری بر درصد جوانه‌زنی بدیهی است که این شاخص نیز همانند درصد جوانه‌زنی تحت تأثیر قرار گیرد. کاهش بنیه بذر بر اثر خسارت مکانیکی در بسیاری از مطالعات به اثبات رسیده است. نتایج سایر تحقیقات نیز همین مطلب را ثابت می‌کند (Sosnowski and Kuzniar, 1999; Vearasilpa *et al.*, 2001; Herbek and Bitzer, 2001; Berglund and Helms, 2003).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین درصد بذره‌های شکسته (۴/۰۹ درصد) مربوط به مرحله بعد از خشک کن بود و بعد از آن مرحله پس از برداشت با ۳/۱۰ درصد بذره‌های شکسته در رتبه بعدی قرار گرفت، کم‌ترین میزان درصد بذره‌های شکسته (۱/۰۳ درصد) مربوط به مرحله پس از بوجاری بود (شکل ۶). همان‌طور که مشاهده شد در مرحله پس از برداشت درصد بذره‌های شکسته ۳/۱۰ درصد بود و این درصد ناشی از خسارت مکانیکی است که در اثر برداشت با کمپاین ایجاد شده است پس از برداشت بذرها به برای خشک کردن به خشک کن در کارخانه فرآوری بذر منتقل می‌شوند و در این بین نیز در اثر عواملی مثل بارگیری، تخلیه و غیره، ضرباتی به بذرها وارد می‌شود که سبب



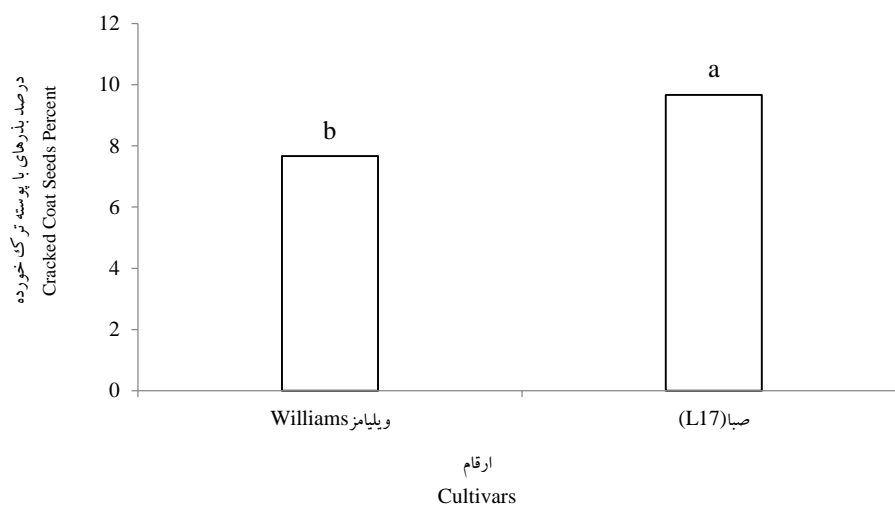
شکل ۶- مقایسه میانگین اثر مراحل پس از برداشت بر درصد بذره‌های شکسته.

Figure 6- Means comparisons of post harvest process stages effect on broken seeds percent.

(L17) باشد. همچنین احتمالاً چون بذره‌های رقم صبا (L17) نسبت به بذره‌های ویلیامز درشت تر هستند و از طرفی این دو رقم با یک نوع خشک کن و یک دم‌ای ثابت خشک شده‌اند در نتیجه بذره‌های این رقم بیشتر در پوسته خود دچار ترک خوردگی شده‌اند (شکل ۷). صادقی و همکاران (Sadeghi et al., 2014c) تفاوت درصد بذره‌های با پوسته ترک خورده را در ارقام سویای مورد بررسی مشاهده کردند. به دلیل تفاوت‌های ژنتیکی ارقام مختلف سویا، مقاومت در برابر خسارت مکانیکی در بذره‌های ارقام مختلف سویا متفاوت است (França Neto and Henning, 1984). تحقیقات نشان داده که کیفیت بذر ارقامی که بذره‌های کوچک تر و ریزتری دارند نسبت به ارقامی که بذر درشت تری دارند بهتر است (Keng Feng et al., 1991). به نظر می‌رسد رقم ویلیامز با دارا بودن بذره‌های کوچک تر از توانایی بالاتری برای تحمل شرایط نامناسب در طی فرایند فرآوری برخوردار است. نتایج تحقیقات بسیاری از محققان از جمله ویاراسیلا و همکاران (Vearasilpa et al., 2001) نیز این نکته را تأیید می‌کند.

بذورسویا در طی خرمن‌کوبی و خشک کردن متحمل خسارت مکانیکی زیادی می‌شوند که نتیجه آن به صورت بذور شکسته و ترک‌های پوسته بذر و همچنین خسارت درونی غیرقابل مشاهده می‌باشد. میزان رطوبت بذر یک پارامتر اصلی تعیین کننده میزان خسارت وارده است. دانستن محدوده بهینه میزان رطوبت بذر در به حداقل رساندن خسارت در طی خرمن‌کوبی کمک می‌کند. تنها با انداختن یک کیسه بذر سویا روی سطح سخت می‌تواند منجر به ۱۰ درصد کاهش جوانه‌زنی گردد (Evans et al., 1990).

مقایسه میانگین نشان داد که درصد بذره‌های با پوسته ترک خورده در رقم صبا (L17) نسبت به رقم ویلیامز بیشتر بود و این مطلب حساسیت بیشتر بذره‌های رقم صبا (L17) نسبت به ترک خوردگی پوسته را نشان می‌دهد، ترک خوردگی پوسته بذر در اثر دماهای نامناسب خشک کن و یا در اثر شرایط نامساعد محیطی تشکیل بذر بر روی گیاه مادری به خصوص در بذره‌های درشت ایجاد می‌شود، کمتر بودن میزان ترک وردگی در بذره‌های رقم ویلیامز احتمالاً به دلیل مقاومت بیشتر پوسته بذر این رقم در برابر ضربات وارده به آن باشد که این امر احتمالاً می‌تواند به دلیل بالاتر بودن میزان لیگنین در پوسته بذر آن نسبت به رقم صبا



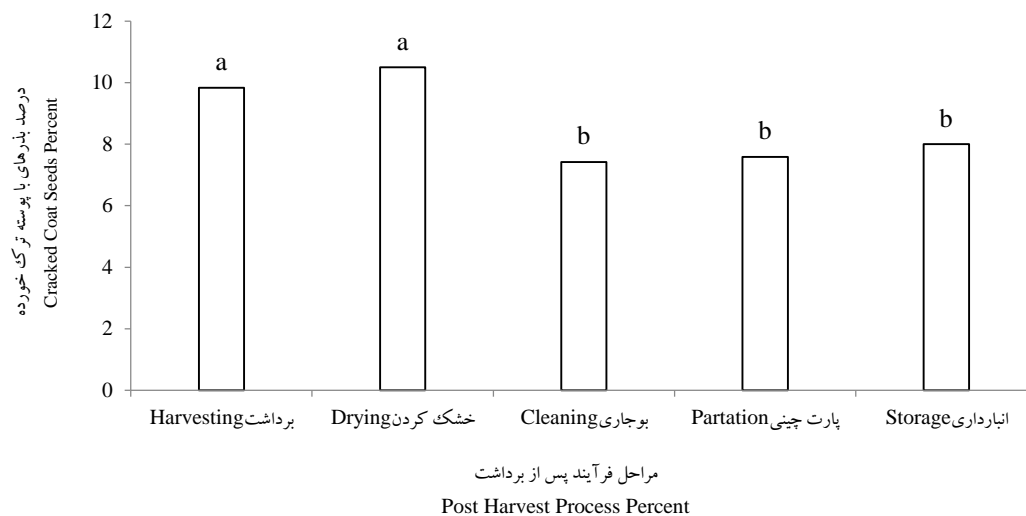
شکل ۷- مقایسه میانگین درصد بذره‌های با پوسته ترک خورده در ارقام مورد بررسی.

Figure 7- Means comparisons of studied cultivars cracked coat seeds percent.

مقایسه میانگین اثر مراحل پس از برداشت بر درصد بذرهای با پوسته ترک خورده نشان داد که در ابتدا و پس از برداشت درصد بذرهای با پوسته ترک خورده ۹/۸ درصد بوده که در مرحله بعد یعنی، در مرحله خشک کردن، بذرهایی که رطوبت بالاتری داشته‌اند به دلیل مواجه شدن با دمای بالا دچار این آسیب گردیده‌اند و در نتیجه درصد بذرهای با پوسته ترک خورده افزایش یافته است (شکل ۸). در مرحله بوجاری، احتمالاً تعدادی از بذرهای با پوسته ترک خورده به دلیل ضرباتی که به آنها وارد شده دچار شکستگی و لپه شدن شده و در نتیجه در مرحله بوجاری از توده بذری خارج شده‌اند و نهایتاً درصد بذرهای با پوسته ترک خورده کاهش یافته‌است، در مراحل بعد، یعنی پارت‌چینی و انبارداری درصد بذرهای با پوسته ترک خورده افزایش چندانی نداشته و تفاوت‌ها معنی‌دار نبوده است و هر سه مرحله آخر در یک گروه آماری قرار گرفته‌اند. خزائی (Khazaei, 2008) اظهار داشت بذور سویا در طی برداشت در اثر فشار دستگاه متحمل خسارت مکانیکی به صورت بذور شکستگی، ترک خوردگی و همچنین آسیب‌های درونی نامرئی قابل ملاحظه‌ای می‌شوند. بذر سویا به دلیل خصوصیات فیزیولوژیکی نسبت به خسارت مکانیکی بسیار حساس است. پوسته بذر (تستا) بسیار نازک بوده، به آسانی ترک بر می‌دارد و ریشه‌چه و برگ اولیه<sup>۱</sup> به آسانی صدمه می‌بینند. اورتیزریبینگ (Ortiz-Ribbing, 2008) گزارش نمود پوسته نازک بذر سویا مهم‌ترین عامل خسارت مکانیکی آن طی فرآیند بوجاری و فرآوری می‌باشد که منجر به کاهش قوه نامیه می‌گردد. وجود لیگنین در پوسته بذر مقاومت آن را در مقابل خسارت مکانیکی افزایش می‌دهد و سبب محافظت سلول‌ها در برابر میکروارگانیزم‌ها می‌شود (Schoorl and Holt, 1983). اگر پوسته بذر سویا نازک و شکننده باشد، ریشه‌چه که در زیر پوسته بذر قرار گرفته است، به خوبی محافظت نمی‌شود. به همین دلیل خسارت مکانیکی یکی از مهم‌ترین دلایل کاهش کیفیت بذر

سویا است (França Neto and Henning, 1984). مشخص شده است که لیگنین بخش اصلی دیواره سلولی را تشکیل می‌دهد و سبب استحکام و نفوذناپذیری این سلول‌ها نسبت به آب می‌شود. در خلال بوجاری، بذرها به طور مداوم در معرض فشارهای مختلف ناشی از قطعات فلزی و سایر بذرها قرار می‌گیرند. این فشار ممکن است بر اثر بخش‌های گردان متحرک، بخش‌های متحرک بالابر، تخلیه‌گریز از مرکز، تخلیه و بارگیری و نقاله‌های چرخشی به بذر وارد شود (Palusen, 1978; Palusen *et al.*, 1981). در تحقیقی اثر شدت‌ها و جهت‌های مختلف فشار وارد شده به بذرهای سویا با رطوبت‌های متفاوت بررسی شد، نتایج نشان داد فشاری که از سطوح فلزی به بذر وارد می‌شود بیشترین خسارت (۴۱ درصد جوانه‌زنی و ۵۴ درصد ترک‌های پوسته بذر و خرد شدن) و فشار ناشی از سطوح پلی‌اورتان کمترین خسارت (۸۷ درصد جوانه‌زنی بدون ترک‌های پوسته بذر) را در بذر ایجاد کرد و با افزایش شدت فشار از ۱۰ تا ۴۰ متر بر ثانیه خسارت وارده افزایش یافت. همچنین، مشخص شد اگر فشار به بذر در ناحیه اطراف لپه‌ها وارد شود، حداقل خسارت (۶۷ درصد جوانه‌زنی و ۲۵ درصد ترک‌های پوسته) به بذرها وارد شده است، در حالی که، اگر فشار وارده به بذر در ناحیه پشت بذر و مقابل ناف باشد، بیشترین خسارت (۵۷ درصد جوانه‌زنی و ۳۵ درصد ترک‌های پوسته) به بذر وارد می‌شود، زیرا فشاری که به ناحیه ناف وارد می‌شود، سبب ایجاد بافت‌های آسیب دیده می‌شود و در نتیجه گیاهچه‌های غیرعادی تولید می‌شوند. تحقیقات نشان داده است که برداشت و فرآوری بذور سویا با ماشین در مقایسه با برداشت و فرآوری آن به صورت سنتی و بدون استفاده از ماشین‌آلات باعث ایجاد ترک‌هایی روی پوسته بذر سویا و افزایش تعداد گیاهچه‌های غیرعادی شده است و در نتیجه، جوانه‌زنی و بنیه بذر سویا را کاهش می‌دهد؛ از طرفی مشخص شده است که افتادن بذرهای سویا ارتفاع بیشتر از ۱ متری سبب وارد شدن خسارت مکانیکی به بذر می‌شود که باعث کاهش ۱۰ درصد جوانه‌زنی و کاهش بنیه گیاهچه می‌شود (Sosnowski and Kuzniar, 1999).

<sup>1</sup> Plumule



شکل ۸- مقایسه میانگین اثر مراحل پس از برداشت بر درصد بذرهای با پوسته ترک خورده.

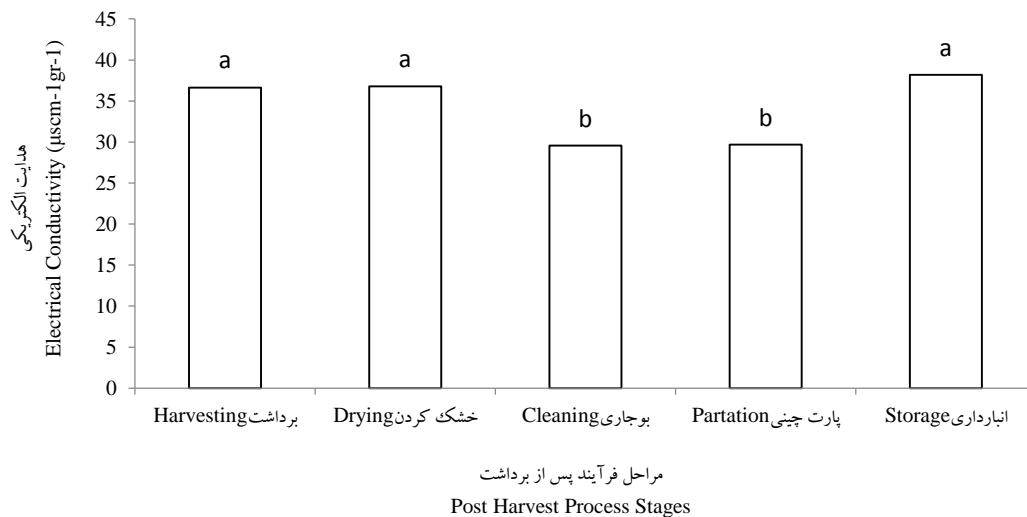
Figure 8- Means comparisons of post harvest process stages effect on cracked coat seeds percent.

رسانایی الکترولیت‌های نشت یافته از بافت گیاهی را اندازه‌گیری می‌کند (Hampton and TeKrony, 1996). ضعف ساختار غشاء معمولاً با زوال و بنیه پایین بذرها همراه است (Mc Donald, 1999). هنگامی که این بذرها در آب خیس می‌خورند، نشت بیشتر الکترولیت‌ها به‌ویژه اسیدهای آمینه و آلی موجب می‌شوند رسانایی آبی افزایش یابد که خیس‌اندن در آن انجام شده است و این ناشی از بنیه پایین بذر است. در این آزمون میزان آسیب وارد شده به غشای سلولی از طریق تخریب بذر به‌طور غیرمستقیم و با اندازه‌گیری میزان یون‌ها در محلول تعیین می‌شود. بذرهایی که توان فیزیولوژیک کمتری دارند، به‌دلیل کم‌بودن خاصیت انتخابی غشا سلولی، حجم زیادتری از الکترولیت‌ها را در این محلول آزاد می‌کنند و کاهش توان فیزیولوژیک بذر و کاهش درصد جوانه‌زنی با افزایش مقدار یون‌های تجزیه‌گر ارتباط مستقیم دارد که حاصل کاهش یکپارچگی غشاء است (Hampton and TeKrony, 1996). اگر میزان هدایت الکتریکی کمتر از ۲۵ میکروزیمنس بر سانتی‌متر بر گرم باشد بذرها دارای بنیه قوی هستند، اگر این میزان بین ۲۵ تا ۲۹ باشند بنیه بذر خوب است و برای کاشت در

مقایسه میانگین اثر مراحل فرآیند پس از برداشت بر هدایت الکتریکی نشان داد که بیشترین میزان هدایت الکتریکی (۳۸/۱۹ میکروزیمنس بر سانتی‌متر بر گرم) بعد از انبارداری مشاهده گردید که البته با مراحل بعد از خشک کردن (۳۶/۷۹ میکروزیمنس بر سانتی‌متر بر گرم) و بعد از برداشت (۳۶/۶۲ میکروزیمنس بر سانتی‌متر بر گرم) در یک گروه آماری بودند و تفاوت معنی‌داری نداشتند. کم‌ترین مقدار هم در مراحل بعد از بوجاری (۲۹/۵۵) و بعد از پارت‌چینی (۲۹/۶۸) مشاهده گردید که در گروه b قرار گرفتند (شکل ۹). آزمون هدایت الکتریکی یکی از آزمون‌های اندازه‌گیری قابلیت حیات و بنیه بذر است به علت آسیب به پوسته بذر و ترک خوردن آن مواد و عناصر داخل بذر اجازه عبور می‌یابند، از بذر خارج می‌شوند و بذر آسیب دیده، میزان تراوش بیشتر و هدایت الکتریکی بالاتری خواهد داشت. در این آزمون هم به علت آسیب به پوسته بذر و ترک خوردن آن مواد و عناصر داخل بذر اجازه عبور یافته، از بذر خارج می‌شوند و بذر آسیب دیده میزان تراوش بیشتری داشته و هدایت الکتریکی بالاتری خواهد داشت (Vearasilpa et al., 2001; Rahman et al., 2004). آزمون هدایت الکتریکی

سبب کاهش شدید قوه نامیه و قابلیت جوانه زنی بذور محسوب می گردند (Mehravari et al., 2014). همچنین تغییرات آنزیمی، تنفسی و هورمونی، کاهش ساخت پروتئین، آسیب های ژنتیکی و تجمع متابولیت های سمی نیز در خلال زوال بذر حادث می شوند (Hampton and TeKrony, 1996). باتوجه به این گروه بندی، کیفیت برای کاشت بذرها پس از برداشت، خشک کردن و انبار کردن ضعیف بوده و در سایر مراحل از کیفیت نسبتاً مطلوبی برخوردار بوده است. این نتیجه همچنین نشان دهنده زوال بذرها در مرحله پیش از برداشت، آسیب ناشی از خشک کردن و زوال در انبار می باشد.

اوایل فصل مناسب است، ولی کاشت در شرایط نامناسب با خطر ظهور و استقرار ضعیف گیاهچه همراه است، در صورتی که هدایت الکتریکی بین ۳۰ تا ۴۳ باشد بذرها دارای بنیه نسبتاً ضعیف هستند و برای کاشت زود هنگام به ویژه تحت شرایط نامساعد مناسب نیستند و اگر هدایت الکتریکی بیش از ۴۳ میکروزیمنس بر سانتی متر بر گرم باشد بنیه بذر ضعیف است و برای کاشت مناسب نیست (Hampton and TeKrony, 1996). بذرها گیاهان دانه روغنی از جمله سویا بذرها حساس به شرایط انبارمانی هستند و آسیب به تمامیت ساختار غشای سلولی در اثر پیری و افزایش پراکسیداسیون لیپید که منجر به افزایش مواد نشت یافته و هدایت الکتریکی عوامل اصلی هستند که



شکل ۹- مقایسه میانگین های اثر مراحل پس از برداشت بر هدایت الکتریکی.

Figure 9- Means comparisons of post harvest process stages effect on Electrical conductivity.

### نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد رقم ویلامز از درصد گیاهچه های عادی پس از آزمون پیری سریع شده و شاخص وزنی بنیه گیاهچه پس از آزمون جوانه زنی استاندارد بیشتر و درصد بذرها با پوسته ترک خورده کمتری برخوردار بود. همچنین کمترین درصد

بذر سویا دارای لیپید و پروتئین بالا است و قابلیت جوانه زنی خود را فقط تا چند ماه در شرایط معمولی حفظ می کند، نگهداری و انبارداری بذر تا فصل بعدی رشد یا زمان فروش یکی از مراحل مهم در صنعت بذر سویا است و عدم توجه دقیق و کافی به آن سبب می شود بذر سویا دچار خسارت فیزیکی و فیزیولوژیکی شده و زوال بذر تشدید شود (Sergio and Natal, 2004).

خشک کردن و انبارداری مشخص کننده نامناسب بودن فرآیند خشک کردن و تشدید آن در شرایط انبارداری بذرها بود. براساس نتایج این تحقیق استفاده از خشک کن عمودی مخصوص خشک کردن دانه ذرت را می توان عامل خشک شدن نامناسب بذرهای سویا و افزایش بذرهای شکسته و با پوسته ترک خورده محسوب داشت که موجب زوال بذر شده و به صورت افزایش هدایت الکتریکی و کاهش قابلیت جوانه زنی و بنیه پس از انبارداری بروز نموده است. لذا استفاده از خشک کن مناسب خشک کردن بذر قابل توصیه می باشد.

گیاچه های عادی در آزمون جوانه زنی استاندارد، درصد گیاچه های عادی پس از آزمون پیری تسریع شده و شاخص وزنی بنیه گیاچه پس از آزمون جوانه زنی استاندارد و بیشترین درصد بذرهای شکسته، درصد بذرهای با پوسته ترک خورده و هدایت الکتریکی پس از مراحل خشک کردن و انبارداری مشاهده شدند. براساس نتایج این تحقیق بذرهای رقم ویلیامز از حفظ قابلیت جوانه زنی و بنیه بیشتری در خلال مراحل فرآیند پس از برداشت نسبت به رقم صبا (L17) برخوردار بود. همچنین کاهش قابلیت جوانه زنی و بنیه بذر پس از مراحل

## Reference

## منابع

- Abdul – Baki, A. A., and J. D. Anderson. 1973.** Vigor determination in soybean by multiple criteria. *Crop Sci.* 13:630-633.
- Afrakhteh, S., E. Frahmandfar, A. Hamidi, and H. Darzi Ramandi. 2013.** Evaluation of Growth Characteristics and Seedling Vigor in Two Cultivars of Soybean dried under different Temperature and Fluidized bed dryer. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences (IJACS)*. 5 (21): 2537-2544.
- Alvarez, P.J.C., F.C. Krzyzanowski, J.M.G. Mandarino, and J.B. Franca Neto. 1997.** Relationship between soybean seed coat lignin content and resistance to mechanical damage. *Seed Sci. Technol.* 25: 209-214.
- Ardabil Province Meteorology Office. 2016.** Long term Ardabil province weather almanac. Ardabil province meteorology office scientific gazette. (In Persian)
- Askari Dermanaki, V., A., Hamidi, G. Tohidloo, and H.R. Gazor. 2013.** Effect of fluidized-bed drying method on seed vigor of two Soybean cultivars by cold test. *Iranian J. Seed Sci. Technol.* 2(2): 219-228. (In Persian, with English Abstract)
- Baryeh E.A. 2002.** A simple grain impact damage assessment device for developing countries. *J. Food Eng.* 56: 37-42.
- Berglund, D.R. 2002.** Soybean Production Field Guide for North Dakota and Northwestern Minnesota NDSU Extension Service North Dakota Soybean Council Minnesota Soybean Research and Promotion Council.
- Divsalar, M., B. Oskouei, and SH. Hashemi. 2012.** Assessment of mechanical damage effect in processing on soybean seed germination. *Iranian J. Seed Sci. Technol.* 1(1): 57-63. (In Persian, with English Abstract)
- Evans M.D., R.G. Holmes, and M.B. McDonald. 1990.** Impact damage to soybean seed as affected by surface hardness and seed orientation. *Trans. ASAE.* 33:234-240.
- FAO. 2018.** World Food and Agriculture Statistical Pocketbook 2018. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- França Neto, J.B., and A.A. Henning. 1984.** Qualidades fisiológica e sanitária de sementes de soja. (Physiological and pathological qualities of soybean seed. EMBRAPA – National Soybean Research Centre. Circular Técnica, 09, 39 p. Londrina, Paraná, Brazil.
- França Neto, J.B., F.C. Krzyzanowski, and A.A. Henning. 2010.** The Importance of Using High Quality Soybeans. *Informativo Abrates.* 20(1-2): 37-38.



- Gazor, H.R., A. Javadi, A. Vahedi, M. Younesi, and A. Hamidi. 2017a.** Digestion of seed lost in wheat seed processing systems. *Iranian J. Seed Sci. Res.* 4(1): 113-121 (In Persian, with English Abstract)
- Gazor, H.R., A. Hamidi, and R. Adelzade. 2017b.** Study of physical losses in corn seed processing in Moghan. *Iranian J. Seed Sci. Technol.* 6(1): 131-149. (In Persian, with English Abstract)
- Gregg, B., and G. Billups. 2010.** Seed conditioning (vol. 3) crop seed conditioning. CRC Press.
- Hamidi, A. 2018.** Principles and practices of seed technology (vol. 1). Iran University Press. (In Persian)
- Hampton, J.G., and D.M. TeKrony. 1996.** Handbook of vigour test methods. International Seed Testing Association (ISTA). Zurich, Switzerland.
- Herbek, J.H., and M.J. Bitzer. 2001.** Soybean production in Kentucky PART II: Seed Selection, Variety Selection and Fertilization Issued: 1-88 .Agr-129 .University of Kentucky Pub.
- Don, R., and S. Ducournau. 2018.** ISTA Handbook on Seedling Evaluation Fourth Edition 2018 International Seed Testing Association (ISTA). Zurich, Switzerland.
- International Seed Testing Association. 2020.** International rules for seed testing. International Seed Testing Association (ISTA), Zurich, Switzerland.
- Kachru, R.P., R.K. Gupta, and A. Alam. 1994.** Physico-chemical constituents and engineering properties of food crops. Scientific Publishers, India.
- Keng Feng Chen, S. H., S.T.C. Lai, and S. Shanmugasundaram. 1991.** Vegetable Soybean Seed Production Technology in Taiwan. Asian Vegetable Research and Development Center. P.O. BOX 42, Shanhua, Tainan 74199, Taiwan.
- Khazaei J., F. Shahbazi, J. Massah, M. Nikraves, and M.H. Kianmehr. 2008.** Evaluation and modeling of physical and physiological damage to Wheat seeds under successive impact loading: mathematical and neural networks modeling. *Crop Sci.* 48: 1532- 1544.
- Krittigamas, N.S., S.T. Veerasilp, S. Suriyong, S. Paoblek, and E. Pawelzik. 2001.** Investigation of Post-harvest Soybean Seed Storability after Passing the Different Steps of Processing. Conference on International Agricultural Research for Development. Deutscher Tropentag - Bonn, 9-11 October 2001.
- McDonald, M.B. 1999.** Seed deterioration: Physiology, repair and assessment. *Seed S. Technol.* 27(1):177-237.
- McNeal, X. 1966.** Conditioning and Storage of Soybeans. Bulletin 714. Arkansas Agricultural Experiment Station, University of Arkansas.
- Mehravar, M., A. Satei, A. Hamidi, M. Ahmadi, and M. Salehi. 2014.** Accelerated ageing effect on lipid peroxidation and antioxidant enzymes activity of two soybean cultivars. *Iranian J. Seed Sci. Technol.* 3(1): 17-30. (In Persian, with English Abstract)
- Ministry of Jihad-e-Agriculture. 2019.** Agriculture statistics, first volume-horticultural and field crops. 2013-14 crop year. Ministry of Jihad-e-Agriculture, Programming and economics deputy, Statistics and Information Technology Office. (In Persian).
- Mirshekarnezhad, B., H. Sadeghi, F. Paknezhad, S. Sheidaie and H. Gholami, 2014.** Effect of Cultivars and Processing Stages on Soybean Seed Quality. *Ann. Res. Rev. Biol.* 4(18): 2795-2803.
- Ortiz-Ribbing., L. 2008.** Addressing Seed Treatment Questions and Soybean Germination. The University of Illinois Extension Ag Advice Printed, U.S.
- Palusen M.R., W.R. Nave, T.L. Mounts, and L.E. Gray. 1981.** Storability of harvest-damaged soybeans. *Trans. ASAE.* 24(6): 1583-1589.
- Paulsen M.R. 1978.** Fracture resistance of soybeans to compressive loading. *Trans. A.S.A.E.* 21(6): 1210-1216.
- Powell A.A. 1988.** Seed vigor and field establishment. *Advanced Res. Technol. Seeds.* 11: 29-80.
- Quiroga, M., C. Guerrero, M.A. Botella, A. Barceló, I. Amaya, M.I. Medina, F.J. Alonso, S.M. Forchetti, H. Tigier, and V. Valpuesta. 2000.** A tomato peroxidase involved in the synthesis of lignin and suberin. *Plant Physiol.* 122: 1119-1127.

- Rahman, M.M., J.G., Hampton, and M.J. Hill. 2004.** Effect of seed moisture content following hand harvest and machine threshing on seed quality of cool tolerant soybean. *Seed Sci. Technol.* 32(10): 149-158.
- Sadeghi, H., H., Heidari Sharif Abad, A. Hamidi, G. Nour Mohammadi, and H. Madani. 2014a.** Effect of planting management on soybean agronomic traits. *Int. J. Biosciences (IJB)*. 4(5): 85-91.
- Sadeghi, H., H., Heidari Sharif Abad, A. Hamidi, G. Nour Mohammadi and H. Madani. 2014b.** Influence of canopy temperature during soybean seed filling on seed germination and vigor. *Int. J. Biosciences (IJB)*. 5(9): 174-180.
- Sadeghi, H., B. Mirshekarnejad, S. Sheidaei, and B. Oskouei. 2014c.** Evaluation of germination traits and mechanical damage to soybean seed during processing, under standard germination, electrical conductivity and accelerated aging tests. *Agric. Crop Manage. (J. Agric.)*. 15(3): 187-199. (In Persian)
- Sadeghi, H., H. Heidari Sharif Abad, A. Hamidi, G. Nour Mohammadi, and H. Madani. 2016.** Effect of Harvesting Time and Drying Temperature on Soybean Seed Quality. *Iranian J. Seed Res.* 2(2): 85-97. (In Persian)
- Schoorl, D., and J.E. Holt 1983.** Mechanical Damage in Agricultural Products: A Basis for Management. *Agric. Systems*. 11: 143-157.
- Seed and Plant Certification and Registration Institute. 2012.** Iran plant varieties national list (1st. vol. Agricultural crops). Ministry of Jihad-e-Agriculture, Agricultural Research Education and Extensions Organization (AREEO), Seed and Plant Certification and Registration Institute (SPCRI). (In Persian)
- Sheidaei, S., H. Heidari Sharifabad, A. Hamidi, G. Nourmohammadi, and A. Moghaddam. 2014.** Evaluation of soybean seed quality under long term storage. *Int. J. Biosci. (IJB)*. 5(3): 214-219.
- Sheidaei, S., H. Heidari Sharif Abad, A. Hamidi, G. Nour Mohammadi, and A. Moghaddam. 2016.** Effect of Storage Condition, Initial Seed Moisture Content and Germination on Soybean Seed Deterioration. *Iranian J. Seed Res.* 2(2): -31-45. (In Persian, with English Abstract)
- Sosnowski S., and P. Kuzniar. 1999.** Effect of dynamic loading on the quality of soybean. *Int. Agrophysics*. 13:125-132.
- Stephens, L.E., and G.H. Foster. 1977.** Reducing damage to corn handled through gravity spouts. *Trans. A.S.A.E.* 20(2): 367-371.
- TeKrony, D. M., D.B. Egli, and G.M. White. 1987.** Seed production and technology. In: J. R. Wilcox (ed). *Soybeans: improvement, production and uses* (2nd. Ed.). Agronomy Monograph, no. 16, ASA-CSSA-SSSA, 677 S. Segoe Rd., Madison, WI 53711. USA.
- Vearasilpa, S., S. Pa-oblekb, N. Krittigamasa, S. Thanapornpoonponga, S. Suriyonga, and E. Pawelzick. 2001.** Assessment of post-harvest soybean seed quality loss. Conference on International Agricultural Research for Development Institute for Agricultural Chemistry, Georg-August University, Göttingen, 37075 Germany.