



بررسی اثر خصوصیات ظاهری و اندازه‌های مختلف بذر ارقام تجاری سویا (*Glycine max* (L.) Merrill) بر جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه

فرشاد حسن پور^۱، آیدین حمیدی^{۲*}، جهانفر دانشیان^۳

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، واحد تاکستان، دانشگاه آزاد اسلامی، تاکستان، ایران
۲- دانشیار پژوهش سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، کرج، ایران
۳- استادیار پژوهش سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۶/۲۰

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۴/۲۲

چکیده

به‌منظور بررسی اثر خصوصیات ظاهری و اندازه‌های مختلف بذر هفت رقم تجاری سویا: ۱- کتول (DPX)، ۲- سحر، ۳- ساری (JK)، ۴-۰۳۳، ۵- ویلیامز، ۶- کوثر (M7) و ۷- تلار بر جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه درجه‌بندی اندازه بذر با استفاده از غربال با منافذ گرد با قطر منافذ ۶/۲۵ و ۷ میلی‌متر آزمایشی در سال ۱۴۰۱ انجام گردید که در آن نمونه شاهد بدون درجه‌بندی بذر از لحاظ اندازه بود. صفات ظاهری بذر شامل: وزن هزار بذر، چگالی، درصد چروکیدگی، درصد ترک‌خوردگی بذر و طول، عرض و ضخامت بذر آزمون جوانه‌زنی استاندارد براساس دستورالعمل انجمن بین‌المللی آزمون بذر (ISTA) انجام شد و متوسط زمان جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی، متوسط جوانه‌زنی روزانه، سرعت جوانه‌زنی روزانه، درصد جوانه‌زنی نهایی، درصد گیاهچه‌های عادی، طول گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، شاخص طولی بنیه گیاهچه و شاخص وزنی بنیه گیاهچه اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد بذرهای سویای رقم ویلیامز با برخورداری از ابعاد و چگالی بیشتر و رقم ۰۳۳ از بیشترین وزن هزار بذر و کمترین درصد چروکیدگی و رقم کتول با کمترین درصد شکستگی از خصوصیات ظاهری و فیزیکی برتری برخوردار بودند. همچنین رقم ویلیامز از لحاظ درصد جوانه‌زنی نهایی و شاخص‌های سرعت جوانه‌زنی برتر از دیگر ارقام بررسی شده بود. رقم کتول نیز از نظر خصوصیات مرتبط با بنیه گیاهچه برتری داشت. همچنین در ارقام بررسی شده بذرهای اندازه درشت (بذرهایی با قطر بالاتر از ۷ میلی‌متر) از لحاظ خصوصیات ظاهری و فیزیکی و جوانه‌زنی بذر و بنیه گیاهچه از برتری برخوردار بودند. بنابراین مشخص شد استفاده از غربال با منافذ گرد با قطر منافذ ۷ میلی‌متر به‌عنوان غربال بالا در دستگاه بوجاری با غربال و جریان هوا برای بوجاری و فرآوری بذرهای ارقام بررسی شده به‌منظور استحصال بذهای با جوانه‌زنی بالا و بنیه قوی این ارقام مناسب است.

واژه‌های کلیدی: بوجاری و فرآوری بذر، جوانه‌زنی و بنیه بذر، درجه‌بندی اندازه بذر

* نگارنده مسئول (a.hamidi@areeo.ac.ir)

مقدمه

گیاه دانه روغنی سویا [*Glycine max* (L.) Merrill] در تأمین روغن و پروتئین گیاهی برای جمعیت رو به افزایش کشور دارای اهمیت فراوان و به‌سزایی می‌باشد. شناسایی عواملی که باعث کاهش و یا افزایش عملکرد این محصول می‌شود می‌تواند در پیشنهاد راهکارهای افزایش میزان تولید در واحد سطح و تدوین برنامه‌های توسعه این محصول روغنی-پروتئینی مهم باشد (Singh, 2010). در سال زراعی ۲۰۲۴-۲۰۲۵، سویا در جهان در سطح ۱۲۲ میلیون هکتار کشت شده و کل تولید آن ۳۳۹ میلیون تن بوده و برزیل با تولید ۱۶۹ میلیون تن، ۴۰ درصد از کل تولید سویای جهان را به خود اختصاص داده است. ایالات متحده با تولید ۱۱۸/۸۴ میلیون تن، ۲۸ درصد از کل تولید را به خود اختصاص داده است. آرژانتین و چین نیز به‌ترتیب با ۴۹ میلیون و ۲۰/۶۵ میلیون تن، تولیدکنندگان عمده سویا در جهان هستند (USDA, 2025).

سطح زیر کشت سویا در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ در ایران ۱۴۶۱۹ هکتار بوده که ۲۱۰۰

هکتار آن دیم و ۱۲۵۱۹ هکتار آن به‌صورت کشت آبی کشن شده است. همچنین میزان تولید سویا در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ در کشور ۲۵۲۲۳ تن بوده که تن ۳۳۱۴ آن به‌صورت دیم با عملکرد ۱۵۷۸ کیلوگرم در هکتار و ۲۲۵۵۱ تن آن در کشت آبی با عملکرد ۱۴۲۶ کیلوگرم در هکتار تولید شده است. همچنین استان‌های گلستان، اردبیل و مازندران به‌ترتیب بیشترین سطح زیر کشت سویا در کشور را به خود اختصاص داده‌اند. به‌طوری‌که استان گلستان با سطح زیر کشت ۸۷۹۲ هکتار، استان مازندران با ۴۶۵۷ هکتار و استان اردبیل با ۱۹۰۲ هکتار و استان مازندران با ۴۴۴۲ هکتار به‌ترتیب با تولید ۱۴۵۵۹، ۸۱۱۹ و ۳۰۱۱ تن بیشترین سطح زیر کشت و تولید سویای کشور را به خود اختصاص داده‌اند (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۴۰۳).

محصول سویا به‌شدت تحت تأثیر محیط قرار دارد. رشد و نمو سویا و در نتیجه، عملکرد دانه، ناشی از تعامل بین رقم و عوامل محیطی، مانند تراکم جمعیت و عوامل محیطی قابل پیش‌بینی و غیرقابل پیش‌بینی است. تلاش‌های مداومی برای

بهبود تکنیک‌ها و روش‌های تولید برای افزایش عملکرد و کیفیت در تمام بخش‌های زنجیره تولید کشاورزی وجود دارد. میزان تأثیر بر عملکرد کشاورزی و سود حاصل از استفاده از ارقام جدید و برتر ژنتیکی، ارتباط نزدیکی با کیفیت فیزیولوژیکی بذرهای موجود برای کشاورزان دارد (França-Neto *et al.*, 2016). شاخص‌های کیفیت فیزیولوژیکی بذر که، قوه‌نامیه^۱، جوانه‌زنی^۲ و بنیه^۳ بذر هستند، می‌توانند به‌طور مستقیم بر بسیاری از جنبه‌های عملکرد، مانند سرعت جوانه‌زنی و کل جوانه‌زنی، تأثیر بگذارد و اندازه بذر یکی دیگر از مؤلفه‌های کیفیت است که در بسیاری از گونه‌ها ارزیابی شده است (Rodrigues *et al.*, 2018).

رشد و نمو بذر در گیاه سویا در شرایط محیطی بسیار متفاوتی رخ می‌دهد که باعث ایجاد تنوع در اندازه و کیفیت بذر می‌شود. جوانه‌زنی بذر، ظهور گیاهچه و این مراحل، تحت تنش‌های غیرزیستی با موفقیت به مرحله دیگری تبدیل می‌شوند که عمدتاً به قدرت بذر بستگی دارد (Day & Koçak Şahin, 2024).

کیفی مهم گیاهان زراعی است و یکی از عوامل کلیدی مؤثر بر عملکرد محصول محسوب می‌شود، با این حال، چگونگی تأثیر اندازه بذر بر تفاوت‌های رشدی و فیزیولوژیکی، مقاومت در برابر تنش و ویژگی‌های عملکرد مشخص نیست (Wang *et al.*, 2025). اندازه بذر یکی از اجزای کیفیت بذر است که بر عملکرد محصول تأثیر می‌گذارد و تفاوت‌هایی در اندازه بذر بین ارقام مختلف وجود دارد. اندازه بذر عامل کلیدی در بهبود محصول است. با این حال، اطلاعات کمی در مورد رابطه بین اندازه بذر، کیفیت بذر و ویژگی‌های عملکرد در سویای در دسترس است (Adebisi *et al.*, 2013). همچنین اندازه بذر یکی از اجزای کیفیت بذر است که بر عملکرد محصول تأثیر می‌گذارد و بین گونه‌های مختلف، تفاوت‌هایی در اندازه بذر وجود دارد. اندازه بذر یک عامل کلیدی در بهبود محصول است. با این حال، اطلاعات کمی در مورد رابطه بین اندازه بذر، رقم و ویژگی‌های ظهور گیاهچه سویا در دسترس است (Msaakpa, 2016).

اندازه بذر قابل دستیابی، وزن بذر یا افزایش وزن بذر در روز، مدت زمان پر شدن بذر و تعداد بذر

^۱ - Viability-
^۲ - Germination-
^۳ - Vigor -

دارند. علاوه بر این، استانداردسازی بر اساس اندازه بذر با دقت کاشت مکانیکی (Krzyzanowski *et al.*, 1991) و همچنین بهبود جنبه‌های ظاهری و تجاری توده‌های بذر (Lima & Carmona, 1999) مرتبط است. درجه‌بندی براساس اندازه^۱ بذر سویا از جمله مراحل فرآوری بوده (Gregg & Billups, 2010) و امروزه اجرای آن توسط برخی تولیدکنندگان بذر به‌طور فزاینده‌ای مورد توجه قرار گرفته است. با این وجود اما اطلاعات کمی در مورد تأثیر اندازه بذر سویا بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در مناطقی که از مشکلات شوری رنج می‌برند، وجود دارد (Day & Koçak Şahin, 2024).

اندازه بذر سویا نیاز به مطالعه بیشتر دارد، زیرا رابطه آن با کیفیت فیزیولوژیکی، استقرار در مزرعه و عملکرد بحث برانگیز است. Bianchi *et al.* (2022) اثرات اندازه بذر بر استقرار سویا و کیفیت فیزیولوژیکی در مزرعه را بر اساس یک طرح فاکتوریل ۳×۳×۲ با دو رقم

M5947IPRO و HO124IPRO59، سه

در هر نیام تحت تأثیر شرایط آب و هوایی در طول پر شدن بذر قرار می‌گیرد (Bianchi *et al.*, 2022). اندازه بذرهای سویا نیاز به مطالعه بیشتر دارد زیرا رابطه آن با کیفیت فیزیولوژیکی، استقرار در مزرعه و عملکرد بحث‌برانگیز است (Bianchi *et al.*, 2022). با این وجود، مطالعات متعدد در این زمینه، هنوز هیچ مدرک قطعی مبنی بر این که درجه‌بندی بذرهای سویا براساس اندازه بر کیفیت فیزیولوژیکی آنها تأثیر می‌گذارد، وجود ندارد (Soltani *et al.*, 2002). یکنواختی در اندازه، به‌همراه خلوص فیزیکی، پتانسیل ژنتیکی، جوانه‌زنی بالا، عدم آسیب و کیفیت خوب سلامت، عواملی هستند که در واقع نشان دهنده کیفیت فیزیولوژیکی خوب بذرها هستند (Jauer *et al.*, 2002). Costa *et al.* (2004) نتیجه گرفتند که اندازه بذر سویا بر کیفیت فیزیولوژیکی آنها تأثیری ندارد، درحالی‌که (Pauda *et al.* 2010) به نتیجه‌ای کاملاً متضاد دست یافتند. طبق نتایج به‌دست آمده آنان، بذرهای بزرگ‌تر جوانه‌زنی و قدرت رشد بالاتری دارند، گیاهان بلندتری تولید می‌کنند که در زمان برداشت، بهره‌وری بالاتری

^۱Size grading-

اندازه بذر ۵/۵، ۶/۰ و ۶/۵ میلی‌متر و سه تراکم بوته ۲۸۰،۰۰۰، ۳۲۰،۰۰۰ و ۳۶۰،۰۰۰ بوته در هکتار بر جوانه‌زنی، ظهور گیاهچه، پیری زودرس، ماده خشک گیاهچه و شاخص سرعت ظهور گیاهچه در مزرعه صفات زراعی و عملکرد دانه ارزیابی کردند. پس از برداشت، فقط بذره‌ای حاصل از کرت‌هایی با تراکم بوته ۳۲۰،۰۰۰ بوته را با استفاده از الک‌های دایره‌ای با اندازه‌های ۵/۵ میلی‌متر، ۶/۰ میلی‌متر، ۶/۵ میلی‌متر و ۷/۰ میلی‌متر براساس اندازه درجه‌بندی اندازه کردند. نتایج نشان داد بذره‌ای کوچک‌تر، بوته‌های با ارتفاع کم‌تری با ارتفاع کمتر اولین نیام از سطح خاک ایجاد کردند اما ارتفاع کمتر اولین نیام مانع برداشت مکانیزه نمی‌شد. بذره‌ای بزرگ‌تر کیفیت فیزیولوژیکی بالاتری داشتند و رقم M5947IPRO عملکرد و کیفیت بذر بهتری داشت.

مطالعات متعددی تأثیر اندازه بذر سویا بر کیفیت فیزیولوژیکی و عملکرد را ارزیابی کرده‌اند (Coelho et al., Soares et al., 2015b; 2019; Peripolli et al., 2019). Soares et al (2015b) دریافتند که اندازه بذر سویا بر

جوانه‌زنی یا طول گیاهچه تأثیری ندارد. به نوبه خود، (Peripolli et al (2019) با کار بر روی دو رقم که قبلاً با استفاده از الک‌های ۵/۰ و ۷/۰ میلی‌متری درجه‌بندی اندازه شده بودند، به این نتیجه رسیدند که اندازه بذره‌ای سویا بر سرعت جوانه‌زنی و اندازه ریشه‌چه تأثیر می‌گذارد، و برای بذره‌ای کوچک‌تر سرعت جوانه‌زنی و اندازه ریشه‌چه بیشتری داشتند.

طبق نتایج تحقیقات (Krishnan et al (2014 و (Marcos-Filho (2015، اندازه بذر سویا تأثیر قابل توجهی بر رشد اولیه بوته دارد که این اثر با رشد گیاهان کاهش می‌یابد. بوته‌ای که از یک بذر کوچک حاصل می‌شود، در ابتدا رشد کندتری نسبت به بوته‌ای که از یک بذر بزرگ حاصل می‌شود، دارد، اما در طول رشد، رشد و نمو بوته بهبود می‌یابد و در نهایت به اندازه بوته مشخصه رقم می‌رسد.

بارآوری یک گیاه زراعی توسط تعامل بین گیاه، محیط کشت و شیوه‌های مدیریتی تعیین می‌شود. تراکم کاشت یک ابزار مدیریتی مهم است که علاوه بر ایجاد تغییرات مورفوفیزیولوژیکی در گیاهان، مستقیماً بر رقابت بین گونه‌ای و درون

(Adebisi *et al* 2013) تأثیر اندازه بذر بر صفات کیفیت بذر، عملکرد بذر و اجزای عملکرد پنج رقم سویای گرمسیری مطالعه کردند. بذرهای هر رقم به درشت، متوسط و ریز درجه‌بندی اندازه شدند. بذرهای درجه‌بندی اندازه شده در آزمایشگاه برای جوانه‌زنی بذر و تعیین وزن ۱۰۰ بذر آزمایش شدند و سپس همان توده‌های بذر در مزرعه کشت داده شدند و از نظر جوانه‌زنی، عملکرد بذر و ویژگی‌های عملکرد ارزیابی شدند. رقم TG×1485-ID قبل از کاشت در هر سه اندازه بذر، وزن ۱۰۰ دانه برتر بین ۱۲/۱۸ تا ۱۶/۶۴ گرم را نشان داد. بذرهای رقم M-351 با اندازه بذر بزرگ، از حداکثر جوانه‌زنی بذر به میزان ۱۰۰ درصد در هر سه اندازه بذر برخوردار بود و درصد ظهور گیاهچه بذرهای اندازه درشت ۹۵ درصد و اندازه متوسط ۹۳ درصد بود. توده‌های بذر با اندازه بذر کوچک، حداکثر جوانه‌زنی بذر ۹۷ درصد و درصد ظاهر شدن گیاهچه ۹۰ را داشتند، درحالی‌که توده‌هایی با اندازه بذر بزرگ، بیشترین تعداد بذر در هر بوته (۸۸)، تعداد نیام در هر بوته (۵۴) و عملکرد بذر در هر بوته (۹/۷۲ گرم) را تولید کردند. بنابراین درجه‌بندی بذر برای

گونه‌ای برای منابع خاک، به ویژه آب و مواد مغذی، تأثیر می‌گذارد (Luiz *et al.*, 2020). Lima *et al* (2012) تأکید می‌کنند که تنظیم تراکم کاشت، ابزاری مهم در بهینه‌سازی رشد گیاه، افزایش زیست‌توده و تولید دانه است، زیرا بر استفاده از نور، آب و مواد مغذی تأثیر می‌گذارد (Procópio *et al.*, 2013). Freitas *et al* (2011) همچنین دریافتند که اندازه بذر تأثیر معنی‌داری بر قدرت رشد دارد، زیرا بذرهای سویا با قطر بزرگتر، ظرفیت فیزیولوژیکی بیشتری نشان دادند. نتایج مثبت، که نشان دهنده کیفیت فیزیولوژیکی برتر بذرهای بزرگتر نسبت به بذرهای کوچکتر در سویا است، توسط (Place *et al* 2011)، (Derre *et al* 2017)، (Coelho *et al* 2019) و (Prado *et al* 2021) به‌دست آمد. با این حال، بذرهای بزرگتر بیشتر در معرض آسیب مکانیکی هستند، به‌ویژه هنگامی که در طول برداشت مکانیزه از ساختارهای گیاهی که آنها را در بر می‌گیرند، جدا می‌شوند و در نتیجه بر پتانسیل جوانه‌زنی آنها تأثیر می‌گذارند.

جداسازی بذرهای کوچک برای کیفیت برتر بذر و بذرهای بزرگ برای عملکرد بالای محصول را پیشنهاد کردند.

Pereira *et al* (2013) برای بررسی اثر اندازه بذر و تنش خشکی بر جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه بذرهای سویا را براساس ضخامت با استفاده از الک فلزی با منافذ مستطیلی شکل با قطر چشمه مش شماره ۱۲ ($12/64 \times 3/4''$)، ۱۳ ($13/64 \times 3/4''$) و ۱۴ ($14/64 \times 3/4''$) درجه‌بندی اندازه کردند و مشاهده کردند در شرایط رطوبتی مطلوب رطوبت محیط کشت بذرهای بزرگتر گیاهچه‌های با بنیه قوی‌تر ایجاد کردند.

Hoy & Gamble (1987) اثرات چگالی و اندازه بذر را بر عملکرد بذر سویا در مزرعه بررسی کردند و مشاهده نمودند بذرهای با بزرگ و چگالی کم، کمترین درصد جوانه‌زنی و کمترین سرعت جوانه‌زنی را داشتند. همچنین اثرات چگالی و اندازه بذر زمانی که بذرها در مزرعه در معرض شدت بیشتری از تنش‌های دمای پایین و رطوبت یا فشردگی بیشتر خاک قرار گرفتند، بیشتر بود. این درحالی بود که بذرهای با چگالی

بالا در تاریخ‌های کاشت دیرتر، عملکرد بیشتری نسبت به بذرهای با چگالی پایین تولید کردند. یکی از مشکلات عمده‌ای رویاروی تولید سویا در کشور، پائین‌بودن کیفیت بذر برای کاشت است. اگرچه کیفیت بذر توسط ساختار ژنتیکی آن تعیین می‌شود. اندازه بذر پارامتر مهمی از بنیه بذر است زیرا بر کارکرد بذر در خاک تأثیر می‌گذارد. کیفیت پائین بذرهای سویا ممکن است به دلیل جابجایی نامناسب بذر در زمان پس از برداشت باشد و نیز کیفیت بذر سویا در طول دوره انبارداری کاهش می‌یابد، منجر به ظهور ضعیف و نامنظم گیاهچه در مزرعه و عدم استقرار مناسب گیاهچه در مزرعه شود که متعاقباً منجر به بهره‌وری پایین می‌شود. استفاده از الک‌های مناسب برای به‌دست آوردن حداکثر بازیابی بذر با کیفیت بالاتر بذر، هدف مهمی از فرآوری بذر است. اگرچه اندازه الک‌های توصیه شده برای فرآوری سویا، بارها با معرفی ارقام جدید نیاز به تغییر دارد. گاهی اوقات، شرایط تولید به گونه‌ای است که بذر تولید شده اندازه‌های متفاوتی خواهد داشت. اگر چنین بذرهایی با الک‌های توصیه شده

گرد^۲ با اندازه منافذ ۸، ۹ و ۱۰ و غریال کشیده (مستطیلی)^۴ یا ۴/۵ میلی‌متر برای بوجاری و فراوری بذر سویا مرسوم است و اغلب مشاهده می‌شود که تولیدکنندگان بذر سویا در کشور مقدار قابل‌توجهی از بذر خوب را در فرآیند بوجاری و فراوری به‌صورت ضایعات و بذره‌های ترک خورده و شکسته و لپه شده از دست می‌دهند که به عنوان افت بذر تلقی می‌شود. از این‌رو، و باتوجه به اهمیت درجه‌بندی اندازه بذر سویا بر جوانه‌زنی و بنیه بذر و رشد اولیه گیاهچه در مزرعه و تولید محصول و عملکرد دانه سویا، تحقیق حاضر برای بررسی اثر خصوصیات ظاهری و اندازه‌های مختلف بذر هفت رقم تجاری سویا: ۱- کتول (DPX)، ۲- سحر، ۳- ساری (JK)، ۴- ۰۳۳، ۵- ویلیامز، ۶- کوثر (M7) و ۷- تلار انجام شد.

فراوری شوند، ممکن است منجر به رد شدن تعداد زیادی بذر شود که در غیر این صورت ممکن است از کیفیت خوبی برخوردار باشند و برعکس. بنابراین، مطلوب است که اندازه بهینه بذر تعیین شود که جوانه‌زنی، رشد، قدرت و عملکرد بهتری را ایجاد کند. باوجود این که خط بوجاری و فراوری کامل بذر سویا مشتمل بر دستگاه‌های: دستگاه جداکننده با جریان هوا و غربال^۱، جداکننده مارپیچی^۲، جداکننده ثقلی^۳، جداکننده با استفاده از رنگ^۴، ضدعفونی کننده بذر^۵، خشک‌کن برای کاهش رطوبت^۶ بذره‌های ضدعفونی شده (برای بسته‌بندی^۷ غیرقابل نفوذ نسبت به رطوبت^۸ بذرها) و دستگاه بسته‌بندی^۹ و توزین بسته‌های بذر سویا برای انبارکردن^{۱۰} و حمل و نقل و توزیع^{۱۱} بذرها می‌باشد (Gregg & Billups, 2010)، در حال حاضر، استفاده از دستگاه بوجاری با جریان هوا و غربال با غربال

Air-Screen Cleaner-^۱Spiral Separator-^۲Gravity Separator-^۳Color Sorter-^۴Treater-^۵Dehumidified Dryer-^۶Packaging-^۷vapor proof-^۸Bagger-Weigher-^۹Storage-^{۱۰}Shipping, Distribution-^{۱۱}Round-^{۱۲}Slot-^{۱۳}

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر اندازه بذر بر بنیه بذر و گیاهچه ارقام تجاری سویا پژوهشی با انجام آزمون‌های خلوص فیزیکی بذر، ارزیابی‌های ظاهری بذر، آزمون جوانه‌زنی استاندارد و بنیه بذر در آزمایشگاه تجزیه بذر مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال در کرج در سال ۱۴۰۱ انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شامل ۴ اندازه مختلف بذر ۷ رقم سویای تجاری شامل: ۱- کتول (DPX)، ۲- سحر، ۳- ساری (JK)، ۴-۰۳۳، ۵- ویلیامز، ۶- کوثر (M7) و ۷- تلار و ۳ اندازه بذر: ریز (بذرهایی با قطر کوچکتر از ۶/۲۵ میلی‌متر)، متوسط (بذرهایی با قطر بین ۶/۲۵ تا ۷ میلی‌متر) درشت (بذرهایی با قطر بالاتر از ۷ میلی‌متر) بودند. درجه‌بندی اندازه بذر با استفاده از غربال کردن بذر با به‌ترتیب با غربال‌های با منافذ گرد با قطر منافذ ۶/۲۵ و ۷ میلی‌متر و غریال با منافذ کشیده (مستطیلی) با عرض ۴/۵ میلی‌متر انجام گردید و نمونه شاهد بدون درجه‌بندی بذر از لحاظ اندازه بود.

صفات ظاهری بذر شامل: وزن هزار بذر، چگالی، درصد چروکیدگی، درصد ترک‌خوردگی بذر و

طول، عرض و ضخامت بذر اندازه‌گیری شدند. برای ارزیابی وزن هزار بذر تعداد ۴۰۰ بذر (۴ تکرار ۱۰۰ بذری) از هر تیمار به‌صورت تصادفی انتخاب و سپس با ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شده، بعد حاصل توزین ۴۰۰ بذر بر ۴ تقسیم و در ۱۰ ضرب گردید (ISTA, 2025).

به‌منظور محاسبه حجم بذور برای تعیین چگالی بذر (Pb) از روش جابه‌جایی مایع (آب) استفاده شد. برای اندازه‌گیری چگالی بذر به این روش، ابتدا مقدار ۵۰ گرم بذر از هر تیمار را در یک استوانه مدرج ریخته و حجم آن را برحسب سانتی‌مترمکعب یادداشت کرده و سپس با یک پیپت آب را درون استوانه مدرج ریخته و حجم مقدار آب پرکننده فضای بین بذر را یادداشت کرده، حجم آب را از حجم بذر درون استوانه مدرج کم نموده و سپس وزن بذر (۵۰ گرم) را بر حاصل منها تقسیم کرده و طبق رابطه زیر نتیجه به‌عنوان چگالی بذر محسوب گردید و این آزمایش برای هر تیمار، در ۴ تکرار انجام شد (Kachru *et al.*, 1994).

$$p_b = \frac{m_b}{v_b} \quad \text{(رابطه ۱)}$$

پلاستیکی دردار منتقل گردید. بذرها به مدت ۸ روز در شرایط ۸ ساعت روشنایی و دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و ۱۶ ساعت تاریکی با دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد (ISTA, 2025) در ژرمیناتور قرار داده شدند. در طول دوره آزمون، ظرف‌های کشت شده به‌صورت روزانه بازدید و تعداد بذر جوانه‌زده یادداشت برداری گردید و در پایان آزمون جوانه‌زنی استاندارد، گیاهچه‌های عادی و غیرعادی براساس معیارهای انجمن بین‌المللی آزمون بذر (ISTA) مشخص شدند (Don & Ducournau, 2018). و از بین گیاهچه‌های عادی تعداد ۱۰ گیاهچه به‌صورت تصادفی انتخاب و صفات طول گیاهچه، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه با خط‌کش با دقت یک میلی‌متر و وزن خشک آنها با ترازوی دقیق با دقت ± 0.001 گرم توزین گردید با شمارش روزانه بذرها جوانه‌زده، برخی از شاخص‌های جوانه‌زنی مرتبط با بنیه بذر شامل موارد زیر محاسبه گردید:

۱- متوسط زمان جوانه‌زنی (MGT) که شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی محسوب می‌گردد با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Ranal & De Santana, 2006).

در این رابطه، m_b برحسب گرم، g ، جرم توده و V_b برحسب میلی‌لیتر مکعب (ml^3)، حجم توده درون استوانه مدرج می‌باشند (Kachru *et al.*, 1994).

برای اندازه‌گیری درصد بذرها چروکیده و ترک‌خورده، تعداد بذرها چروکیده و دارای ترک‌خورده در ۴۰۰ بذر (۴ تکرار ۱۰۰ عددی) انتخاب شده به‌صورت تصادفی از هر تیمار، شمارش شدند. میزان ترک‌خوردگی بذرها با استفاده از روش چشمه نورانی و دستگاه ترک بین برحسب درصد وزنی محاسبه شد. در این روش برای هر تیمار تعداد بذرها ترک‌خورده رؤیت شده ثبت و با ترازوی دقیق با دقت 0.01 توزین گردید و میانگین درصد وزن بذرها ترک‌خورده مشخص گردید (Peyman, *et al.*, 2000).

آزمون جوانه‌زنی استاندارد براساس دستورالعمل انجمن بین‌المللی آزمون بذر (ISTA) به‌روش کاشت در لابلای کاغذ جوانه‌زنی انجام گردید. بدین‌صورت که دولایه کاغذ در زیر و یک لایه بر روی بذرها قرار داده شده و کاغذها قبل از کشت با آب مقطر مرطوب شده و بذرها به‌صورت ردیفی در وسط کاغذ قرار داده شده، سپس به ظرف‌های

$$MTG = \sum(nd) / \sum n \quad \text{:(رابطه، ۲)}$$

که در این رابطه n تعداد بذر جوانه‌زده در طی d روز، d تعداد روزها و $\sum n$ کل تعداد بذرهای جوانه‌زده هستند (Ranal & De Santana, 2006).

۲- ضریب سرعت جوانه‌زنی (CVG) نیز که مشخصه سرعت و شتاب جوانه‌زنی بذر است از رابطه زیر محاسبه گردید (Ranal & De Santana, 2006).

$$CVG = G_1 + G_2 + \dots + G_n / (1 \times G_1) + (2 \times G_2) + \dots + (n \times G_n) \quad \text{:(رابطه، ۳)}$$

در پایان تعداد کل بذر جوانه‌زده (گیاهچه‌های عادی تولید شده) در هر آزمون شمارش و یادداشت‌برداری شد. داده‌های هر آزمون به‌عنوان درصد جوانه‌زنی نهایی به‌منظور محاسبه شاخص‌های زیر مورد استفاده قرار گرفت.

۳- متوسطه جوانه‌زنی روزانه (MDG) که شاخصی از سرعت جوانه‌زنی روزانه است، با استفاده از رابطه زیر تعیین گردید (Ranal & De Santana, 2006).

$$MDG = FGP/D \quad \text{:(رابطه، ۴)}$$

FGP درصد جوانه‌زنی نهایی و D تعداد روز تا رسیدن به حداکثر جوانه‌زنی نهایی می‌باشد.

۴- سرعت جوانه‌زنی روزانه نیز عکس متوسط جوانه زنی روزانه است (Ranal & De Santana, 2006).

$$DGS = 1/MDG \quad \text{:(رابطه، ۵)}$$

تجزیه داده‌های به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی صورت گرفت با نرم‌افزار SAS صورت گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) و با نرم‌افزار MSTATC انجام شد و نمودارها با نرم‌افزار Excel رسم گردیدند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات نشان داد که اثر رقم، اندازه بذر و اثر متقابل رقم $\times$ اندازه بذر بر روی کلیه خصوصیات ظاهری بذر مورد بررسی شامل: درصد چروکیدگی، درصد ترک‌خوردگی، چگالی، طول، ضخامت، عرض و وزن هزار بذر در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بودند (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس میانگین مربعات برخی خصوصیات ظاهری بذر ارقام تجاری سویا در اندازه‌های مختلف بذر

منابع تغییرات	آزادی	درجه- درصد	درصد چروکیدگی	درصد ترک- خوردگی بذر	چگالی بذر	طول بذر	ضخامت بذر	عرض بذر	وزن هزار بذر
رقم	۶	۱۸۵/۰۳**	۲۷۳/۰۹**	۰/۰۱۵**	۰/۲۹۰**	۰/۷۲۱**	۰/۲۷۹**	۴۸۶۱/۷۵**	
اندازه	۳	۹۲/۷۳**	۱۶۵/۴۳**	۰/۱۰**	۷/۳۸۰**	۶/۴۲**	۶/۷۷**	۴۶۴۹۲/۳۲**	
رقم×اندازه	۱۸	۲۵/۹۶**	۵۶/۵۴**	۰/۰۱۱**	۰/۱۸۵**	۰/۲۵**	۰/۲۴**	۹۸۰/۵۹**	
خطا	۸۴	۲/۵۵	۹/۴۸	۰/۰۰۴	۰/۰۳	۳/۵۶	۰/۰۳۱	۲۰/۸۶	
ضریب تغییرات (درصد)	-	۶/۴۶	۱۲/	۵/۹۳	۲/۵۸	۳/۵۶	۲/۷۰	۲/۶۳	

ns غیرمعنی‌دار و * و ** به ترتیب بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد می‌باشند.

چگالی بذر را داشتند (۱/۱۴۶ و ۰/۸۵). همچنین نتایج مقایسه میانگین‌های طول، عرض و ضخامت بذر نشان داد که بذرهای ارقام تجاری از نظر طول، عرض و ضخامت بذر متفاوت بودند به‌طوری که بذرهای رقم ویلیامز بدون درجه‌بندی اندازه بذر، بیشترین مقدار طول (۸/۰۵۸ میلی‌متر) عرض (۷/۲۸ میلی‌متر) و ضخامت بذر (۶/۳۱ میلی‌متر) را دارا بود و همچنین کمترین مقدار طول بذر (۶/۳۴۱ میلی‌متر) در رقم ۰۳۳ با اندازه ریز، و کمترین عرض و ضخامت بذر در بذرهای ریز رقم کتول (DPX) (به ترتیب ۵/۶۳ و ۴/۶۱ میلی‌متر) مشاهده شد. بذرهای ریز رقم ۰۳۳ و بذرهای متوسط رقم تلار به ترتیب با ۲۵۰/۴ و ۳۲/۸۶ گرم بیشترین و کمترین وزن هزار بذر را داشتند. (جدول ۲). وزن یکصد بذر سویا بسیار

براساس نتایج مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم×اندازه بذر بر روی خصوصیات ظاهری بذر مشخص گردید در بین ارقام بررسی شده با اندازه بذرهای مختلف، رقم ۰۳۳ با اندازه درشت و بذرهای ویلیامز با اندازه بذر ریز به ترتیب کمترین و بیشترین درصد چروکیدگی بذر را داشتند (صفر و ۲۰ درصد). درصد ترک خوردگی بذر نیز در بین ارقام مختلف و همچنین اندازه‌های مختلف بذر اختلاف قابل توجهی داشت و بذرهای بدون درجه‌بندی اندازه بذر (شاهد) رقم ویلیامز، بیشترین و بذرهای ریز رقم سحر، کمترین درصد ترک خوردگی بذر را نشان دادند. در بررسی تغییرات چگالی بذر نیز براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها بذرهای درشت رقم ویلیامز و بذرهای ریز رقم تلار به ترتیب بیشترین و کمترین میزان

متغیر و بسته به رقم از ۵ تا ۴۰ گرم متفاوت است (Weiss, 1999). Kostić et al (2008). نیز با درجه‌بندی اندازه بذرهای پنج رقم سویا به اندازه‌های بزرگتر از ۵/۵ میلی‌متر، ۵/۵-۵/۰ میلی‌متر و ۴/۵-۵/۰ میلی‌متر با مشاهده تفاوت معنی‌دار وزن هزار بذر ارقام بررسی شده تفاوت وزن هزار بذر این ارقام در اندازه‌های مختلف را ۱۱۳/۶۷ تا ۲۰۲/۲۷ گرم گزارش نمودند. همچنین Kostić et al (2013) تفاوت معنی‌دار خصوصیات فیزیکی بذر چهار رقم سویا گزارش کردند. براساس نتایج آزمایش‌های a (Mirshekarnezhad et al (2014)، تفاوت معنی‌داری بین ارقام بررسی شده سویا تحت از لحاظ میزان ترک‌خوردگی و شکستگی پوسته بذر تحت تأثیر آسیب مکانیکی در مراحل مختلف بوجاری و فراآوری بذر مشاهده شد، به‌طوری‌که رقم ۰۳۳ پوسته بذرهای بیشترین تحمل را در برابر فشار نشان داد. همچنین در بین مراحل مختلف بوجاری و فراآوری، مرحله انتقال بذر ها در بالابر ها کیفیت بذر را به‌شدت کاهش داد.

جدول ۲- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم × اندازه بذر، بر روی خصوصیات ظاهری بذر ارقام تجاری سویا

رقم × اندازه	عرض بذر (میلی‌متر)	ضخامت بذر (میلی‌متر)	طول بذر (میلی‌متر)	چگالی بذر (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	درصد ترک‌خوردگی بذر	درصد چروکیدگی	وزن هزار بذر (گرم)
تار × شاهد	۶/۳۳ hgi	۵/۳۹۰ h	۶/۹۸۴ klm	۰/۹۷ efghi	۱۶/۰ d-g	۰/۴۵ fg	۱۷۰/۱۰ i
تار × ریز	۵/۸۰ mno	۶/۴۵۰ jkl	۶/۴۵۲ op	۰/۸۵ k	۱۳/۰ d-g	۰/۷۵ fg	۲۱۸/۳۰ de
تار × متوسط	۶/۵۱ fgh	۷/۲۴۰ e-h	۷/۲۴۰ hijk	۱/۱۳ ab	۱۴/۵ d-g	۰/۲۵ fg	۸۶/۳۲ p
تار × درشت	۷/۰۲ bc	۷/۵۸۰ bc	۷/۵۸۰ cdef	۱/۰۶ a-e	۱۴/۰ d-g	۰/۲۵ fg	۱۱۵/۴۰ no
سحر × شاهد	۶/۲۹ hgi	۵/۴۹۰ hgi	۷/۰۰۷ jkl	۱/۰۰۳ d-i	۸/۰ jk	۱/۰۰ fg	۱۶۳/۱۰ j
سحر × ریز	۵/۹۵ imn	۵/۰۴۰ hgi	۶/۵۱۸ nop	۰/۹۲ ijk	۶/۰ k	۲/۰۰ efg	۲۱۳/۹۰ e
سحر × متوسط	۶/۷۲ ef	۵/۹۴۰ hgi	۷/۲۴۸ hij	۱/۰۲ c-h	۸/۰ jk	۱/۷۵ efg	۲۴۲/۷۰ b
سحر × درشت	۶/۹۹ bcd	۶/۰۹۶ hgi	۷/۷۵۶ bcd	۱/۰۱ d-i	۱۶/۰ d-g	۰/۲۵ fg	۱۲۱/۶۰ lmn
۰۳۳ × شاهد	۶/۵۶ efg	۵/۳۴۰ hi	۷/۲۴۴ hijk	۰/۹۸ e-i	۱۷/۰ c-f	۰/۷۵ fg	۱۸۸/۱۰ g
۰۳۳ × ریز	۵/۸۲ imno	۴/۷۶۰ klm	۶/۳۴۱ p	۰/۹۶ ghi	۱۰/۷۵ d-g	۲/۰۰ efg	۲۵۰/۴۰ a
۰۳۳ × متوسط	۶/۵۷ efg	۵/۴۲۰ jh	۷/۲۶۶ hij	۰/۹۸ e-i	۱۳/۲۵ d-g	۰/۲۵ fg	۱۸۹/۴۰ g
۰۳۳ × درشت	۷/۱۰ ab	۶/۰۷۶ ab	۷/۷۹۷ abc	۱/۰۴ c-g	۱۹/۰ d-g	۰/۲۰ g	۱۲۷/۶۰ l
ویلیامز × شاهد	۷/۲۸ a	۶/۳۱۰ a	۸/۰۵۸ a	۰/۹۷ f-i	۲۹/۰ a	۴/۲۵ cd	۱۸۰/۵۰ h
ویلیامز × ریز	۶/۰۵ jkl	۴/۹۹۰ jkl	۶/۶۱۰ no	۰/۹۶ f-i	۱۹/۰۰ b-e	۲۰/۰۰ a	۲۳۷/۷۰ c
ویلیامز × متوسط	۶/۷۷ cde	۵/۹۲۰ bcd	۷/۴۷۱ e-h	۱/۰۱۲ d-i	۹/۰۰ ijk	۷/۰۰ b	۱۸۹/۸۰ g
ویلیامز × درشت	۶/۷۲ ef	۵/۷۹۰ cde	۷/۵۸۲ c-f	۱/۱۴۶ a	۱۶/۰ d-g	۹/۰۰ b	۱۱۲/۹۰ o
کوثر (M7) × شاهد	۶/۰۱۷ klm	۴/۹۱۰ jkl	۷/۰۳۲ i-l	۱/۰۱۵ d-i	۲۱/۰ bc	۱/۵۰ efg	۱۶۴/۲۰ ij
کوثر (M7) × ریز	۵/۷۲ no	۴/۷۶۰ ik	۶/۷۳۸ mn	۰/۹۴ hij	۱۹/۰ b-e	۳/۲۵ cde	۲۱۸/۴۰ de
کوثر (M7) × متوسط	۶/۳۵ ijk	۴/۹۵۰ jkl	۷/۲۷۸ ghi	۱/۰۱۱ d-i	۲۱/۰ b	۰/۷۵ fg	۲۰۴/۵۰ f
کوثر (M7) × درشت	۷/۱۲ ab	۶/۰۸ ab	۷/۸۰۶ abc	۱/۰۳ c-h	۲۰/۰ bcd	۰/۵۰ fg	۱۲۰/۲۰ mn
کتول × شاهد	۶/۷۶ de	۵/۶۸۸ d-g	۷/۵۳۴ d-g	۱/۱۱ abc	۱۳/۰ f-i	۴/۷۵ c	۱۷۷/۴۰ h
کتول × ریز	۵/۶۳ o	۴/۶۱۰ m	۶/۴۷۵ op	۱/۰۱ d-i	۸/۰ jk	۷/۲۵ b	۲۲۷/۴۰ c
کتول × متوسط	۶/۶۰ ef	۵/۴۸۰ fgh	۷/۳۲۱ fgh	۱/۰۵۴ b-f	۵/۷۵ k	۰/۷۵ fg	۱۸۰/۸۰ h
کتول × درشت	۷/۱۶ ab	۶/۰۴۸ abc	۷/۹۹۷ ab	۱/۱۴۲ ab	۱۲/۰ g-h	۰/۵۰ fg	۱۲۰/۶۰ mn
ساری × شاهد	۶/۶۶ ef	۵/۹۲۰ bcd	۷/۳۰۲ gh	۱/۰۷۶ abcd	۱۵/۰ e-h	۱/۵۰ efg	۱۷۰/۴۰ i
ساری × ریز	۵/۸۰ mno	۵/۱۱۰ ij	۶/۴۰۰ op	۰/۸۶ jk	۱۴/۰ fgh	۲/۲۵ def	۲۲۳/۳۰ cd
ساری × متوسط	۶/۲۳ ijk	۵/۷۲۰ def	۶/۹۵۰ lm	۰/۹۹ d-i	۱۳/۷۵ fgh	۱/۰۰ fg	۱۳۷/۱۰ k
ساری × درشت	۷/۰۳ ab	۶/۳۲۰ a	۷/۶۶۷ cde	۱/۱۰۵ abc	۱۹/۷۵ bcd	۰/۵۰ fg	۱۲۶/۵۰ lmn

در هر صفت اعدادی که دارای حروف مشابه هستند با آزمون (LSD) در سطح ۵ درصد، در گروه آماری مشابهی قرار دارند.

سرعت جوانه‌زنی روزانه از نظر آماری در سطح

احتمال یک درصد معنی‌دار گردید و درصد

گیاهچه‌های عادی تنها تحت تأثیر رقم قرار

گرفت. همچنین، اثر متقابل رقم × اندازه بر طول

گیاهچه، وزن خشک ریشه‌چه، وزن خشک

بر اساس نتایج تجزیه واریانس صفات، ارزیابی

شاخص‌های جوانه‌زنی بذر با استفاده از آزمون

جوانه‌زنی استاندارد اثر متقابل رقم × اندازه بر

متوسط زمان جوانه‌زنی، ضریب سرعت جوانه‌زنی،

درصد جوانه‌زنی نهایی، متوسط جوانه‌زنی روزانه و

(Kostić *et al* 2008) با درجه‌بندی اندازه

بذرهای پنج رقم سویا به اندازه‌های بزرگتر از ۵/۵

میلی‌متر، ۵/۵-۵/۰ میلی‌متر و ۴/۵-۵/۰ میلی‌متر

با مشاهده تفاوت معنی‌دار درصد جوانه‌زنی

بذرهای ارقام بررسی شده تفاوت درصد جوانه‌زنی

بذر این ارقام در اندازه‌های مختلف را ۸۸/۶۷ تا

۹۶/۶۷ درصد مشاهده کردند. (Wang *et al* 2025)

نیز بذرهای ارقام سویا را براساس

وزن ۱۰۰ به چهار گروه بزرگ، متوسط، ریز و

بسیار ریز تقسیم کردند و با انجام آزمایش جوانه-

زنی مشاهده کردند بذرهای متوسط جوانه‌زنی

بیشتری برخوردار بودند. همچنین با مشاهده

تفاوت معنی‌دار شاخص سرعت جوانه‌زنی ارقام

سویای بررسی شد گزارش کردند بذرهای بزرگ

دارای شاخص سرعت جوانه‌زنی بیشتری بودند.

(Moshtaghi-Khavarani *et al* 2014)

گزارش کردند بذرهای اندازه کوچک سویای رقم

صبا (L17) از سرعت جوانه‌زنی بیشتری برخوردار

بودند. (Lambat *et al* 2017) بالاتر بودن

سرعت جوانه‌زنی بذرهای اندازه بزرگ و متوسط

در مقایسه با بذرهای اندازه کوچک و درجه‌بندی

نشده اندازه ارقام گلرنگ را مشاهده کردند. سرعت

ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه، طول ریشه‌چه،

طول ساقه‌چه و شاخص وزنی بنیه گیاهچه از نظر

آماري تفاوت معنی‌داری داشت و تفاوت شاخص

طولی بنیه گیاهچه نیز فقط در ارقام مورد بررسی

در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

در آزمون جوانه‌زنی استاندارد علایم ظاهری زوال

بذور یک توده بذر به‌صورت گیاهچه‌های غیرعادی

ظهور می‌کند تعداد گیاهچه‌های عادی و غیرعادی

می‌تواند جهت برآورد بنیه گیاهچه به‌طور

موفقیت‌آمیزی مورد استفاده قرار گیرند

(Hampton & TeKrony, 1995).

مقایسه میانگین نشان داد بیشترین متوسط زمان

جوانه‌زنی بذر در رقم ویلیامز بدون درجه‌بندی

اندازه بذر و کمترین مقدار آن در رقم ۰۳۳ با

اندازه بذری ریز مشاهده گردید، درحالی‌که

ارزیابی ضریب سرعت جوانه‌زنی بذر تغییرات

محسوسی را نشان داد. درصد جوانه‌زنی نهایی،

متوسط جوانه‌زنی روزانه و سرعت جوانه‌زنی روزانه

در بین ارقام مورد بررسی با اندازه بذر مختلف،

تفاوت معنی‌داری داشت به استثنای رقم ویلیامز و

کتول (DPX) که در بین اندازه‌های بذر مختلف

آنها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴).

جوانه‌زنی یکی از اولین و مهم‌ترین شاخص‌های بنیه بذر است و سرعت جوانه‌زنی همبستگی زیادی با کیفیت جوانه‌زنی بذر دارد و عکس متوسط جوانه‌زنی روزانه است (Ranal & De Santana, 2006).

Msaakpa (2016) وجود همبستگی بسیار نزدیک وزن خشک گیاهچه سویا (به جز لپه‌ها) با بنیه بذر را گزارش کردند. متوسط زمان جوانه‌زنی که شاخصی از سرعت و شتاب جوانه‌زنی محسوب می‌شود و به‌عنوان معیاری از یکنواختی جوانه‌زنی و وضعیت بنیه گیاهچه محسوب می‌گردد (Ranal & De Santana, 2006). با افزایش وزن بذر سرعت جوانه‌زنی در برخی گیاهان بیشتر می‌شود و کاهش جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر، از نشانه‌های زوال بذر است (Hampton & TeKrony, 1995).

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و برخی خصوصیات مرتبط با گیاهچه در آزمون بنبه گیاهچه و تجزیه و تحلیل رشد گیاهچه در آزمون جوانه‌زنی استاندارد در ارقام مورد بررسی سویا

میانگین مربعات (MS)														
منابع تغییرات	درجه - آزادی	متوسط زمان جوانه‌زنی	ضریب سرعت جوانه‌زنی	متوسط جوانه‌زنی روزانه	سرعت جوانه‌زنی روزانه	درصد جوانه - زنی نهایی	درصد گیاهچه - های عادی	طول گیاهچه	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	شاخص طولی بنبه گیاهچه
رقم	۶	۰/۰۸**	۰/۰۰۰۱۲**	۰/۹۵**	۰/۰۰۰۱۴**	۱۲۵/۱۴**	۱۸۸۹/۶**	۴/۴۹*	۰/۰۷۹ ^{ns}	۰/۰۱۶**	۰/۰۱۲**	۳/۸۸۲*	۲/۳۹**	۴۲۵۹۰۸**
اندازه بذر	۳	۰/۰۴**	۰/۰۰۰۱**	۰/۵۱**	۰/۰۰۰۱۲**	۳۲/۷۶**	۲۷/۸ ^{ns}	۴/۴۹*	۰/۲۸۱**	۰/۰۵۶**	۰/۲۸۵**	۱/۲۰۱ ^{ns}	۳/۸۷**	۱۱۱۱ ^{ns}
رقم×اندازه	۱۸	۰/۰۳**	۰/۰۰۰۱**	۰/۱۷**	۰/۰۰۰۱**	۱۰/۹۸**	۷۵/۴ ^{ns}	۳/۸۵*	۰/۰۶۸**	۰/۰۰۸**	۰/۰۱۵**	۲/۹۵۲*	۰/۷۷*	۴۱۴۹ ^{ns}
خطا	۸۴	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰۰۰۱	۰/۰۷	۰/۰۰۰۰۰۲	۴/۹۵	۵۷/۱	۲/۰۰۲	۰/۰۷۹	۰/۰۰۲	۰/۰۰۴	۱/۵۸۳	۰/۴۵	۲۵۲۵۸
ضریب تغییرات (درصد)	-	۶/۲۶	۰/۶۱	۲/۲۸	۲/۳۷	۲/۲۸	۹/۹۳	۵/۳۹	۱۰/۶۵	۱۱/۷۴	۹/۰۳	۷/۸۱	۶/۶۲	۱۲/۹۸

ns،*،**، به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم × اندازه بر روی برخی خصوصیات مرتبط با گیاهچه در آزمون بنیه گیاهچه و تجزیه

و تحلیل رشد گیاهچه در ارقام مورد بررسی سویا

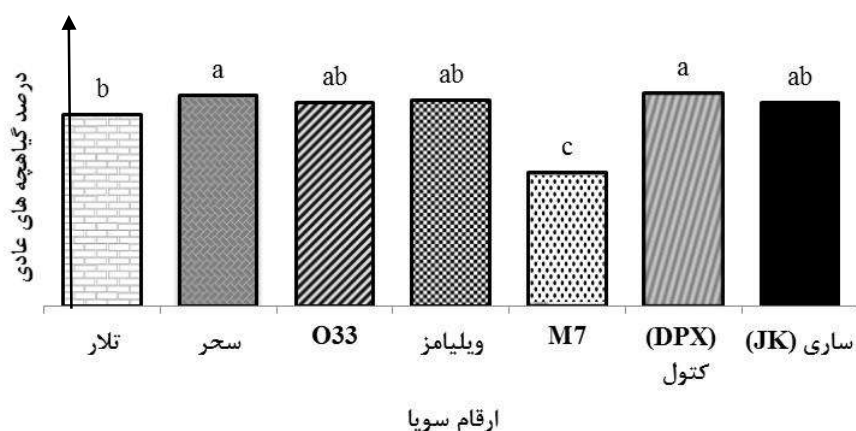
رقم × اندازه	متوسط زمان جوانه‌زنی (روز)	ضریب سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی نهایی	متوسط جوانه‌زنی روزانه (بذر/روز)	سرعت جوانه‌زنی روزانه (بذر/روز)
تلار × شاهد	۱/۱۲ fg	۰/۰۶ a	۹۶ bc	۱۲/۰ bc	۰/۰۸ cd
تلار × ریز	۱/۱۸ d-g	۰/۰۶ ab	۹۲ d	۱۱/۵ d	۰/۰۹ b
تلار × متوسط	۱/۱۵ efg	۰/۰۶ a	۹۷ abc	۱۲/۱۳ abc	۰/۰۸ de
تلار × درشت	۱/۱۸ d-g	۰/۰۶ a	۹۸ abc	۱۲/۲۵ abc	۰/۰۸ def
سحر × شاهد	۱/۱۶ d-g	۰/۰۶ ab	۹۸ abc	۱۲/۲۵ abc	۰/۰۸ def
سحر × ریز	۱/۱۲ fg	۰/۰۶ a	۹۸ abc	۱۲/۲۵ abc	۰/۰۸ def
سحر × متوسط	۱/۱۱ g	۰/۰۶ a	۹۹ ab	۱۲/۳۸ ab	۰/۰۸ ef
سحر × درشت	۱/۱۸ d-g	۰/۰۶ a	۱۰۰ a	۱۲/۵۰ a	۰/۰۸ f
۰۳۳ × شاهد	۱/۳۱ bc	۰/۰۶۱ ab	۹۹ ab	۱۲/۳۸ ab	۰/۰۸ ef
۰۳۳ × ریز	۱/۰۹ g	۰/۰۶۲ a	۹۹ ab	۱۲/۳۸ ab	۰/۰۸ ef
۰۳۳ × متوسط	۱/۱۱ g	۰/۰۶۰ a	۹۹ ab	۱۲/۳۸ ab	۰/۰۸ ef
۰۳۳ × درشت	۱/۱۱ g	۰/۰۶۰ a	۹۷ abc	۱۲/۱۳ abc	۰/۰۸ de
ویلیامز × شاهد	۱/۵۴ a	۰/۰۶ b	۱۰۰ a	۱۲/۵۰ a	۰/۰۸ f
ویلیامز × ریز	۱/۲۹ bcd	۰/۰۶۱ ab	۱۰۰ a	۱۲/۵۰ a	۰/۰۸ f
ویلیامز × متوسط	۱/۱۰ g	۰/۰۶۰ a	۱۰۰ a	۱۲/۵۰ a	۰/۰۸ f
ویلیامز × درشت	۱/۱۴ efg	۰/۰۶۰ a	۱۰۰ a	۱۲/۵۰ a	۰/۰۸ f
کوثر (M7) × شاهد	۱/۲۹ bcd	۰/۰۶ ab	۹۲ d	۱۱/۵۰ d	۰/۰۸ b
کوثر (M7) × ریز	۱/۳۸ bc	۰/۰۶ b	۸۷ e	۱۰/۸۸ e	۰/۰۹ a
کوثر (M7) × متوسط	۱/۳۳ bc	۰/۰۶ b	۹۵ cd	۱۱/۸۸ cd	۰/۰۸۴ c
کوثر (M7) × درشت	۱/۲۵ c-f	۰/۰۶ ab	۹۵ cd	۱۱/۸۸ cd	۰/۰۸ c
کتول × شاهد	۱/۱۴ efg	۰/۰۶ a	۱۰۰ a	۱۲/۵۰ a	۰/۰۸ f
کتول × ریز	۱/۱۰ g	۰/۰۶ a	۱۰۰ a	۱۲/۵۰ a	۰/۰۸ f
کتول × متوسط	۱/۱۴ efg	۰/۰۶ a	۱۰۰ a	۱۲/۵۰ a	۰/۰۸ f
کتول × درشت	۱/۲۶ b-e	۰/۰۶۰ ab	۱۰۰ a	۱۲/۵۰ a	۰/۰۸ f
ساری × شاهد	۱/۳۴ efg	۰/۰۶ ab	۱۰۰ a	۱۲/۵۰ a	۰/۰۸ f
ساری × ریز	۱/۲۶ efg	۰/۰۶ ab	۹۷ abc	۱۲/۱۳ abc	۰/۰۸ de
ساری × متوسط	۱/۳۸ efg	۰/۰۶ ab	۹۹ ab	۱۲/۳۸ ab	۰/۰۸ ef
ساری × درشت	۱/۱۵ efg	۰/۰۶۲ a	۹۹ ab	۱۲/۳۸ ab	۰/۰۸ ef

در هر صفت اعدادی که دارای حروف مشابه هستند با آزمون (LSD) در سطح ۵ درصد، در گروه آماری مشابهی قرار دارند.

از برداشت نسبت به رقم صبا (L17) از قابلیت جوانه‌زنی و بنیه بهتری برخوردار بودند. همچنین کاهش قابلیت جوانه‌زنی و بنیه بذر پس از مراحل خشک‌کردن و انبارداری نامناسب بودن فرآیند خشک‌کردن بذر را مشخص کرد.

مطالعه (Goli *et al* (2016 نشان داد بذر سویای رقم صبا (L17) پس از فرآوری مستعد زوال است و آسیب مکانیکی باعث کاهش جوانه‌زنی بذر شد. همچنین مشخص شد که با افزایش سرعت ضربه تجهیزات بوجاری و فرآوری، آسیب فیزیکی و مکانیکی به بذر افزایش می‌یابد. (Wang *et al* (2025 نیز بذرهای ارقام سویا را براساس وزن ۱۰۰ به چهار گروه بزرگ، متوسط، ریز و بسیار ریز تقسیم کردند و با انجام آزمایش جوانه‌زنی مشاهده کردند بذرهای متوسط از درصد جوانه‌زنی بیشتری برخوردار بودند. (Moshtaghi *et al* (2014 بذرهای اندازه کوچک و درجه‌بندی اندازه نشده سویای رقم صبا (L17) دارای کمترین درصد گیاهچه‌های عادی بودند.

برطبق نتایج مقایسه میانگین، درصد گیاهچه‌های عادی ارقام مورد بررسی سویا از نظر آماری تفاوت معنی‌داری داشتند به‌طوری که بیشترین درصد گیاهچه‌های عادی در رقم کتول (DPX)، (۸۸ درصد) و سحر و کمترین درصد گیاهچه‌های عادی در رقم کوثر (M7) (۵۴ درصد) مشاهده گردید (شکل ۱). (Kostić *et al* (2013 تفاوت معنی‌دار جوانه‌زنی بذر چهار رقم سویا گزارش کردند. نتایج بررسی (Hamidi *et al* (2020 نشان داد، درصد گیاهچه‌های عادی و شاخص وزنی بنیه گیاهچه رقم ویلیامز بیشتر و درصد بذرهای با پوسته ترک خورده کمتر از رقم صبا (L17) بود. بیشترین و کمترین درصد گیاهچه‌های عادی در آزمون جوانه‌زنی استاندارد به‌ترتیب از مراحل بوجاری (۸۶/۶۳ درصد) و خشک‌کردن و بسته‌بندی (۸۵/۵۹ درصد) حاصل شد. همچنین بیشترین (۴/۰۹ درصد) و کمترین (۱/۳۰ درصد) درصد بذر شکسته به‌ترتیب مربوط به مراحل خشک‌کردن و پس از بوجاری بودند. از این‌رو، براساس نتایج بذرهای رقم ویلیامز در خلال مراحل فرآیند پس



شکل ۱- نمودار مقایسه میانگین‌های درصد گیاهچه‌های عادی در ارقام مورد بررسی سویا

(M7) و از نظر طول ساقچه و طول گیاهچه نیز بذرهای بدون درجه‌بندی اندازه (شاهد) رقم تلار دارای بیشترین مقدار بودند. همچنین نتایج مقایسه میانگین‌های صفات گویای تغییرات شاخص وزنی بنیه گیاهچه در اندازه‌های بذر ارقام مختلف سویا بود به‌طوری- که بیشترین مقدار شاخص وزنی بنیه گیاهچه مربوط به بذرهای رقم کتول (DPX) بدون درجه‌بندی از لحاظ اندازه (شاهد) بود (جدول ۵).

مقایسه میانگین صفات در آزمون بنیه گیاهچه و تجزیه و تحلیل رشد گیاهچه، نشان داد از نظر وزن خشک ریشه‌چه بذرهای رقم ویلیامز با اندازه درشت، بذرهای بدون درجه‌بندی از لحاظ اندازه (شاهد) در رقم کتول (DPX)، بذرهای با اندازه درشت رقم کتول (DPX) و بذرهای با اندازه درشت رقم ساری (JK)، از نظر وزن خشک ساقچه، بذرهای بدون درجه‌بندی از لحاظ اندازه (شاهد) در رقم تلار، از نظر وزن خشک گیاهچه، بذرهای بدون درجه‌بندی اندازه (شاهد) رقم کتول (DPX)، از نظر طول ریشه‌چه، بذرهای درشت رقم کوثر

اگرچه گزارش شده است که بذره‌های کوچک‌تر جوانه‌زنی بالاتر و گیاهچه‌های بلندتر و سویا در مقایسه با بذره‌های بزرگ، از نظر انتقال سنگین‌تر از بذره‌های بزرگ به‌دلیل ذخایر بالای مجدد ذخایر، کارآمدتر هستند، اما درصد آنها است که ممکن است منجر به افزایش

ادامه جدول ۴- مقایسه میانگین‌های اثر متقابل رقم × اندازه بذر بر برخی خصوصیات مرتبط با بنیه گیاهچه در آزمون بنیه گیاهچه و تجزیه و تحلیل رشد گیاهچه

در ارقام مورد بررسی سویا

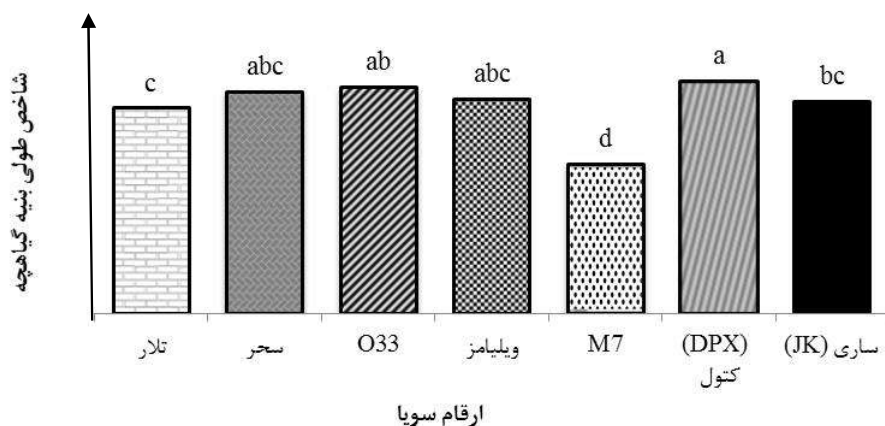
رقم × اندازه	شاخص وزنی بنیه گیاهچه	وزن خشک ریشه‌چه (گرم)	وزن خشک ساقه‌چه (گرم)	وزن خشک گیاهچه (گرم)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	طول گیاهچه (سانتی‌متر)
تلاز × شاهد	۵۹/۲۶b-e	۰/۲۳ghi	۰/۵۲a	۰/۷۵b-e	۱۷/۳۴ab	۱۱/۳۱a	۲۸/۶۵a
تلاز × ریز	۳۷/۹۴klm	۰/۱۷mn	۰/۳۵f-i	۰/۵۲gh	۱۵/۶۱ abc	۱۱/۰۱ab	۲۶/۴۱a-d
تلاز × متوسط	۵۳/۱۲e-i	۰/۲۴fgh	۰/۴۲c-f	۰/۶۶ef	۱۵/۶۶abc	۱۰/۹۷abc	۲۶/۶۳a-d
تلاز × درشت	۵۲/۲۲e-i	۰/۳۰cde	۰/۴۴b-e	۰/۷۴b-e	۱۵/۴۴bc	۹/۸۳c-g	۲۵/۲۷cde
سحر × شاهد	۶۰/۳۹a-e	۰/۲۷c-g	۰/۴۷abc	۰/۷۵b-e	۱۶/۷۴abc	۱۰/۴۹a-d	۲۷/۲۳a-d
سحر × ریز	۴۴/۹۲g-l	۰/۱۹ij	۰/۳۳hij	۰/۵۰gh	۱۵/۳۶bc	۱۰/۴۵a-d	۲۵/۸۲b-e
سحر × متوسط	۶۰/۳۱a-e	۰/۲۹c-f	۰/۴۳c-f	۰/۷۲c-f	۱۴/۸۲c	۱۰/۰۱b-f	۲۴/۸۳cde
سحر × درشت	۶۸/۰۶abc	۰/۳۲bc	۰/۵۰ab	۰/۸۳ab	۱۶/۱۷abc	۹/۹۶b-f	۲۶/۱۳b-e
۰۳۳ × شاهد	۵۰/۳۱e-j	۰/۳۰cde	۰/۳۶e-i	۰/۶۷ef	۱۵/۱۴c	۱۰/۱۵b-f	۲۵/۲۸cde
۰۳۳ × ریز	۴۷/۰۲f-k	۰/۲۱hij	۰/۳۴g-j	۰/۵۵gh	۱۶/۱۲abc	۹/۹۷b-f	۲۶/۰۹b-e
۰۳۳ × متوسط	۵۹/۲۲b-e	۰/۳۰cde	۰/۴۱c-g	۰/۷۱c-f	۱۷/۵۳ab	۹/۴۲d-g	۲۶/۹۴a-d
۰۳۳ × درشت	۶۱/۰۰a-e	۰/۳۶ab	۰/۴۴b-e	۰/۸۰abc	۱۷/۵۲ab	۹/۰۸fg	۲۶/۶۰a-d
ویلیامز × شاهد	۵۴/۲۹d-h	۰/۳۱bcd	۰/۳۴g-j	۰/۶۵ef	۱۵/۷۸abc	۱۰/۸۹abc	۲۶/۶۷a-d
ویلیامز × ریز	۴۳/۳۸h-l	۰/۲۱hij	۰/۳۳hij	۰/۵۵gh	۱۵/۸۶abc	۱۰/۰۹b-f	۲۵/۹۵b-e
ویلیامز × متوسط	۵۶/۰۶d-g	۰/۲۷c-g	۰/۳۹d-h	۰/۷۱ef	۱۵/۶۷abc	۹/۸۸ b-f	۲۵/۵۶b-e
ویلیامز × درشت	۶۱/۰۴ a-e	۰/۳۹a	۰/۴۳ c-f	۰/۸۰a-d	۱۴/۷۲c	۹/۲۵efg	۲۳/۹۸e
کوثر (M7) × شاهد	۳۹/۸۰jkl	۰/۲۸c-g	۰/۴۲c-f	۰/۷۱ c-f	۱۶/۲۸ abc	۱۰/۳۴a-e	۲۶/۶۲a-d
کوثر (M7) × ریز	۲۸/۲۸m	۰/۲۷d-g	۰/۳۶f-i	۰/۶۳ fg	۱۷/۴۷ab	۱۰/۴۷a-d	۲۷/۹۴ab
کوثر (M7) × متوسط	۳۳/۹۵lm	۰/۳۱bcd	۰/۳۷e-h	۰/۶۹def	۱۶/۰۱abc	۱۰/۸۸abc	۲۶/۸۹a-d
کوثر (M7) × درشت	۴۳/۷۶h-l	۰/۳۱bcd	۰/۴۱ c-g	۰/۷۴ b-e	۱۷/۶۶a	۹/۵۳d-g	۲۷/۱۹a-d
کتول × شاهد	۷۱/۷۹a	۰/۳۹a	۰/۴۹abc	۰/۸۸ a	۱۶/۷۷abc	۹/۹۰b-f	۲۶/۶۷a-d
کتول × ریز	۴۷/۲۹f-k	۰/۲۱hij	۰/۳۳ hij	۰/۵۵ gh	۱۶/۳۰abc	۱۰/۱۲b-f	۲۶/۴۲a-d
کتول × متوسط	۵۶/۳۸c-g	۰/۳۲bc	۰/۳۸d-h	۰/۷۱ c-f	۱۶/۳۲abc	۱۰/۱۹a-f	۲۶/۵۱a-d
کتول × درشت	۶۵/۵۷a-d	۰/۳۹a	۰/۳۷e-h	۰/۷۶ b-e	۱۶/۰۲abc	۸/۷۸ g	۲۴/۸۱de
ساری × شاهد	۴۱/۸۵il	۰/۲۵e-h	۰/۲۹ij	۰/۵۵gh	۱۵/۷۲abc	۹/۸۹ b-f	۲۵/۶۲b-e
ساری × ریز	۳۶/۴۰klm	۰/۲۱hij	۰/۲۷j	۰/۴۸ h	۱۶/۸۳abc	۱۰/۴۸a-d	۲۷/۳۱abc
ساری × متوسط	۵۸/۰۴bf	۰/۳۲bcd	۰/۳۷e-i	۰/۶۹def	۱۴/۶۵c	۱۰/۱۹a-f	۲۴/۸۴cde
ساری × درشت	۶۹/۸۲ab	۰/۳۹a	۰/۴۵bcd	۰/۸۴ ab	۱۵/۷۳abc	۱۰/۸۷ abc	۲۶/۶۰a-d

در هر صفت اعدادی که دارای حروف مشابه هستند با آزمون (LSD) در سطح ۵ درصد، در گروه آماری مشابهی قرار دارند.

پرشدن بذر می‌باشد. (Harnowo 2004) دریافت بذرهای بزرگتر سویا بیشتر از بذرهای کوچکتر دوچار زوال می‌شوند. برعکس، زوال، وزن خشک گیاهچه‌های سوبای تولید شده از توده بذر کوچک را بیشتر از بذرهای بزرگتر کاهش داد.

تفاوت شاخص طولی بنیه گیاهچه ارقام مورد بررسی سویا معنی‌دار بود و رقم کتول (DPX) و کوثر (M7) به ترتیب بیشترین و کمترین شاخص طولی بنیه گیاهچه را داشتند و مقادیر مربوط به این شاخص در دو رقم سحر و ویلیامز یکسان بود (شکل ۲).

عملکرد دانه سویا شود (Cochran, 2015). رشد بعدی گیاهچه پس از جوانه‌زنی بذر مستقیماً به کمیت و کارایی انتقال ذخایر بذر بستگی دارد (Soltani *et al.*, 2006). Moshtaghi-Khavarani *et al.* (2014) مشاهده کردند گیاهچه‌های تولید شده از بذرهای بزرگ و متوسط سویا، بلندتر و سنگین‌تر از گیاهچه‌های بذرهای درجه‌بندی اندازه نشده و بذرهای کوچک بودند. این موضوع به‌طور مشخص به اندوخته غذایی بذر ارتباط می‌یابد که خود نیز تحت تأثیر متقابل ساختار ژنتیکی و شرایط محیطی در زمان



شکل ۲- نمودار مقایسه میانگین‌های شاخص طولی بنیه گیاهچه در ارقام مورد بررسی سویا

- Soltani (2002) در تحقیقات خود بر روی جوانه‌زنی و اندازه بذور اعلام کردند که کارایی تبدیل ذخایر بذر در بذرهای کوچک بیشتر از بذرهای بزرگ است. (Moshtaghi-Khavarani et al (2014 گزارش نمودند بذرهای با اندازه بزرگ و متوسط سویای رقم صبا (L17) دارای شاخص بنیه گیاهچه بالاتری بودند. (Wang et al (2025 نیز تفاوت معنی‌دار شاخص بنیه گیاهچه ارقام بررسی شده را مشاهده نمودند و نیز مشاهده کردند، بذرهای بزرگ در ارقام مورد بررسی شده بیشتر از بذرهای کوچکتر بود. (Moshtaghi-Khavarani et al (2014 مشاهده کردند، بذرهای با اندازه بزرگ سویای رقم صبا (L17) دارای بیشترین طول گیاهچه بودند. همچنین بیشتر بودن وزن خشک گیاهچه بذرهای سویای رقم صبا (L17) با اندازه بزرگ و متوسط را مشاهده کردند. (Gadewar et al (2015 بذرهای اندازه بزرگ و متوسط آفتابگردان نسبت به بذرهای اندازه کوچک و درجه‌بندی اندازه نشده از طول ریشه اولیه و طول ساقه
- اولیه بیشتری برخوردار بودند. مطالعه (Ganiger et al (2019 استانداردسازی اندازه الک برای درجه‌بندی اندازه بذرهای سویای رقم JS-335 با استفاده از الک‌های فلزی سوراخ‌دار با اندازه‌های ۳/۷۵ میلی‌متر، ۴/۰۰ میلی‌متر، ۴/۲۵ میلی‌متر، ۴/۵ میلی‌متر و ۴/۷۵ میلی‌متر نشان داد که بذرهای بزرگ‌تر از الک‌های ۴/۵ میلی‌متر و ۴/۷۵ میلی‌متر دارای حداکثر جوانه‌زنی و بنیه گیاهچه بودند. درصد بازیابی بذر در الک ۳/۷۵ میلی‌متری بالاتر از سایر الک‌ها بود و همچنین کیفیت بذرهای به‌دست‌آمده در الک‌های ۳/۷۵ میلی‌متری بالاتر از حداقل استانداردهای گواهی بذر سویا در کشور هندوستان بود. بذرهای درجه‌بندی‌شده به‌دست‌آمده از الک ۳/۷۵ میلی‌متری، دارای بالاترین درصد بازیابی (۸۳/۹۰ درصد)، خلوص فیزیکی (۹۸/۴۹ درصد)، جوانه‌زنی (۷۵/۰۰ درصد)، وزن ۱۰۰ دانه (۱۵/۶۸۵ گرم)، بذر زنده خالص (۷۴/۱۱ درصد) و شاخص بنیه (۲۸۲۶) را ثبت کردند. از این رو، درجه‌بندی اندازه بذر

^۱ Seed recovery percentage-
^۲ Pure live seed (PLS)-

سویا رقم JS-335 با الک ۳/۷۵ میلی‌متری مؤثرتر و اقتصادی‌تر از الک ۴/۰۰ میلی‌متری توصیه‌شده فعلی است. با استفاده از الک پیشنهادی ۳/۷۵ میلی‌متری، می‌توان بازیابی بالاتری از بذر خوب با درصد جوانه‌زنی و درصد خلوص فیزیکی بالاتر از حد قابل قبول استاندارد حداقل گواهی بذر (IMSCS)^۱ به‌دست آورد. Msaakpa (2016) مشاهده کردند بذرهای درشت سویا به‌دلیل استفاده سودمندتر از ذخایر بذری گیاهچه قوی‌تر تولید می‌کنند و گزارش نمودند که بین اندازه بذر با رشد اولیه گیاهچه‌ها ارتباط مثبتی وجود دارد. وزن خشک گیاهچه از جمله معیارهای ارزیابی بنیه بذر و گیاهچه است (Hampton & TeKrony, 1995).

Andrade Pereira *et al* (2013) در طی بررسی‌های خود اظهار داشتند که بذرهای درشت سویا در مقایسه با بذرهای ریز، از لحاظ جوانه‌زنی، بنیه و پتانسیل عملکرد محصول در وضعیت بهتری قرار دارند. ارقام با وزن صد دانه

بیشتر و زوال کمتر از وزن خشک ریشه‌چه بالاتری نیز برخوردار بودند. این امر می‌تواند مربوط به پتانسیل‌های ژنتیکی ارقام باشد. وجود گیاهچه‌های کوچک، ضعیف و غیرعادی، ضعیف بودن بنیه بذر را نشان می‌دهد. طول گیاهچه معیاری از بنیه گیاهچه محسوب می‌شود و در بسیاری از گونه‌های گیاهان، همبستگی بین طول گیاهچه و بنیه آن مشخص شده است (Hampton & TeKrony, 1995). طویل شدن ریشه و ساقه اولیه از اهمیت خاصی برخوردار است. بذرهایی که از رشد ریشه و ساقه اولیه بیشتری برخوردار باشند، می‌توانند استقرار بیشتر و سریع‌تری پیدا کنند و در شرایط نامساعد محیطی، تضمین‌کننده عملکرد بالاتری باشند. گزارش کردند که افزایش طول ریشه‌چه را می‌توان به افزایش وزن بذر و جوانه‌زنی بالا نسبت داد (Hampton & TeKrony, 1995). Egli *et al* (2005) در آزمایشی بر روی سویا گزارش کردند که نامناسب بودن آب و هوا هنگام پر شدن بذر سویا، تأخیر در برداشت و

^۱- India Minimum Seed Certification Standards(IMSCS)

آلودگی‌های قارچی موجب افزایش گیاهچه‌های
غیرعادی و کاهش کیفیت بذر می‌شود.

جوانه‌زنی بالا و بنیه قوی این ارقام مناسب
است.

منابع

Adebisi, M.A., T.O. Kehinde, A.W. Salau, L.A. Okesola, J.B.O. Porbeni, A.O. Esuruoso, and K.O. Oyekale. 2013. Influence of Different Seed Size Fractions on Seed Germination, Seedling Emergence and Seed Yield Characters in Tropical Soybean (*Glycine max* L. Merrill). International Journal of Agricultural Research, 8: 26-33.

Andrade Pereira, W.A. S.M. Andrade Pereira, and D.C. Fernandes dos Santos Dias. 2013. Influence of seed size and water restriction on germination of soybean seeds and on early development of seedlings. Journal of Seed Science, 35(3): 316-322.

Bagateli, J.R., J.J. Franco, J.A. Cavalcante, T.A. da Silva, C.T. Borges, G.I. Gadotti, G.E. Meneghello, and F.A. Villela. 2024. Physical and physiological quality of soybean seeds processed in a static spiral separator. Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering, 28(12): 1-7.

نتیجه‌گیری

بذرهای سویای رقم ویلیامز با برخورداری از ابعاد و چگالی بیشتر و رقم ۰۳۳ از بیشترین وزن هزار بذر و کمترین درصد چروکیدگی و رقم کتول با کمترین درصد شکستگی از خصوصیات ظاهری و فیزیکی برتری برخوردار بودند. همچنین رقم ویلیامز از لحاظ درصد جوانه‌زنی نهائی و شاخص‌های سرعت جوانه‌زنی برتر از دیگر ارقام بررسی شده بود. رقم کتول نیز از نظر خصوصیات مرتبط با بنیه گیاهچه برتری داشت. همچنین در ارقام بررسی شده بذرهای اندازه درشت (بذرهایی با قطر بالاتر از ۷ میلی‌متر) از لحاظ خصوصیات ظاهری و فیزیکی و جوانه‌زنی بذر و بنیه گیاهچه از برتری برخوردار بودند. بنابراین مشخص شد استفاده از غربال با منافذ گرد با قطر منافذ ۷ میلی‌متر به عنوان غربال بالا در دستگاه بوجاری با غربال و جریان هوا برای بوجاری و فرآوری بذرهای این ارقام به منظور استحصال بذهای با

Soybean Cultivars and Their Response under Salinity during Early Growth. Legume Research- An International Journal, 47(6): 945-951.

Derre, L.O.D., J.A. Daltoé, V. Sarubo, and F.L. Abrantes. 2017. Influência do tamanho de sementes na germinação e vigor inicial da soja (*Glycine max*). Colloquium Agrariae, 13: 100-107.

Divsalar, M., B. Oskouei, and SH. Hashemi. 2012. Assessment of mechanical damage effect in processing on soybean seed germination. Iranian Journal of Seed Science and Tehnology, 1(1 - 1): 57-63.

Egli, D.B., D.M. TeKrony, J.J. Heitholt, and J. Rupe. 2005. Air Temperature during Seed Filling and Soybean Seed Germination and Vigor. Crop Science, 45:1329–1335.

França-Neto, J.B., F.C. Krzyzanowski, A.A. Henning, G.P. Pádua, I. Lorini, and F.A. Henning. 2016. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. Londrina: Embrapa Soja, 82p. (Embrapa Soja. Documentos, 380).

Bianchi, M.C., N. Júnior Dias Vilela, E.R. Carvalho, R.M. de Oliveira Pires, H.O. dos Santos, and A.T. Bruzi. 2022. Soybean seed size: how does it affect crop development and physiological seed quality? Journal of Seed Science, 44: e202244010.

Cochran, K.A. 2015. Soybean Seed Quality and Vigor: Influencing Factors, Measurement, and Pathogen Characterization. A dissertation submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy in Plant Science, University of Arkansas.

Costa, P.R., C.C. Custodio, N.B. Machado Neto, and O.M. Marubayashi. 2004. Estresse hídrico induzido por manitol em sementes de soja de diferentes tamanhos. Revista Brasileira de Sementes, 26(2): 105-113.

Coelho, E.B., J.E.B. Souza, T.A. Martinis, and D.P. Santos. 2019. Influence of seed size on soy physiological quality. Ipê Agronomic Journal, 3(1): 71-79.

Day, S. and N. Koçak Şahin. 2024. Determination of Seed Size Properties of

Hamidi, A., H. Sadeghi, H. Gazor, S. Sheidaei, B. Oskoui, H. Mivechi Langroodi, M. Nouri, Sh. Alizadeh, S. Seifamiri, L. Zare, and A. Dashti. 2020. Study on effect of postharvest process on soybean two commercial cultivars Williams and Saba (L17) seed quality in Moghan region. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 8(2): 271-288.

Hampton, J.G. and D.M. TeKrony. 1995. Handbook of Vigour Test Methods. 3rd Edition, the International Seed Testing Association, Zurich.

Harnowo, D. 2004. Effect of time of harvest and seed size on seed quality of soybean. University of Putra Malaysia, PhD Thesis.

Jauer, A., N.L. Menezes, and D.C. Garcia. 2002. Tamanho das sementes na qualidade fisiológica de cultivares de feijoeiro comum. Revista da FZVA, 9(1): 65-72.

Kachru, R.P., R.K. Gupta, and A. Alam. 1994. Physico-Chemical Constituents and Engineering Properties of Food Crops. Scientific Publishers, Jodhpur, India.

Gadewar, R., S. Charjan, A. Lambat, R. Deotale, V. Babhulkar, R. Parate, and P.N. Charde. 2015. Effect of seed size and shape on germination and seedling vigour in hybrid varieties of Sunflower. International Journal of Research in Biosciences, Agriculture and Technology, 3 (2): 78-80.

Ganiger, B.S., B. Gowda, K. Lokesh, G.Y. Lokesh, U. Hiremath, and M.S. Harish. 2019. Standardization of Sieve Size for Seed Grading in Soybean. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 9: 71-77.

Goli, A., J. Khazaei, M. Taheri, A.J. Khojamli, and A. Sedaghat. 2016. Effect of Mechanical Damage on Soybean Germination. International Academic Journal of Science and Engineering, 3(10): 48-58.

Gregg, B.R. and G.L. Billups. 2010. Seed conditioning (Volume Three) Crop seed conditioning, A compendium of information on physical properties and conditioning requirements of some seed kinds. CRC Press, Taylor & Francis Group an informa business.

Biophysical Research Communications, 444(4): 485- 490.

Krzyzanowski, F.C., J.B. França-Neto, and N.P. Costa. 1991. Efeito da classificação de sementes de soja por tamanho sobre sua qualidade e a precisão de semeadura. Revista Brasileira de Sementes, 13:59-68.

Lambat, P., V. Babhulkar, S. Gadewar Charjan, A. Lambat, R. Parate and S. Dhapke. 2017. Effect of seed size on germination and seedling vigor in Safflower. International Journal of Research in Biosciences, Agriculture and Technology, 5 (2): 1-2.

Lima, A.M.M.P. and R. Carmona. 1999. Influência do tamanho da semente no desempenho produtivo da soja. Revista Brasileira de Sementes, 21(1):157- 163.

Lima, S.F., R.C.F. Alvarez, G.F. Theodoro, M. Bavaresco, and K.S. Silva. 2012. Efeito da semeadura em linhas cruzadas sobre a produtividade de grãos e a severidade da ferrugem asiática da soja. Bioscience Journal, 28(6): 954-962.

Kibar, H. and T. Öztürk. 2008. Physical and mechanical properties of soybean. International Agrophysics, 22: 239-244.

Kostić, M., S. Balešević-Tubić, V. Đorđević, A. Ilić, V. Gajičić, and P. Bečej. 2008. Changes in soybean seed quality depending on a seed fraction. PTEP, 12(1-2): 78-79

Kostić, M., S., Balešević-Tubić, M. Tatić, V. Đorđević, V. Lončarević, V. Đukić, and A. Ilić. 2013. Soybean seed germination and initial seedling growth as affected by seed size. Journal on Processing and Energy in Agriculture, 17(3): 127-129.

Kostić, M., V. Đukić, A. Ilić, D. Dujović, V. Lončarević, M. Radin, and M. 2020. Specifics of soybean seed production and processing in 2019. Journal on Processing and Energy in Agriculture, 24(2): 85-88.

Krishnan, P., R. Singh, A.P.S. Verma, D.K. Joshi, and S. Singh. 2014. Changes in seed water status as characterized by NMR in developing soybean seed grown under moisture stress conditions. Biochemical and

Moshtaghi-Khavarani, A., S. Khomari, and N. Zare. 2014. Soybean seed germination and seedling growth in response to deterioration and priming: effect of seed size. *Plant Breeding and Seed Science*, 70: 55-76.

Neves, J.M.G., H.P. Oliveira, da Silva, R. de G.E. Reis, J. Zuchi, and A.R. Vieira. 2016. Quality of soybean seeds with high mechanical damage index after processing and storage. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 20(11):1025-1030.

Peyman, M.H., T. Tavakoli, and S. Minaee. 2000. Optimum roll clearance of rubber-roll huller for processing three common varieties of Glian paddy. *J. Agric. Sci*, 5(20): 37-48.

Peripolli, M., D.M. Sanchotene, C.S. Lima, L.P. Cristofari, M. Pivetta, G.M. Conceição, G.F. Rosado. 2019. Qualidade fisiológica de sementes de soja provenientes de dois tamanhos de peneira. *Revista Vivências*, 15(29): 267-277.

Place, G.T., S.C. Reberg-Horton, T.E. Carter, and A.N. Smith. 2011. Effects of soybean seed size on weed

Luiz, M.C.P., A.P.O. Nogueira, O.T. Hamawaki, T.P. Mattos, S.C. Costa, F.G.P. Pierdonã, R.L. Hamawaki, and C.D.L. Hamawaki. 2020. Effects of sowing time and plant population on the productive potential and agronomic characters in soy. *Bioscience Journal*, 36(1): 161-172.

Marcos-Filho, J. 2015. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. ABRATES. Londrina, 659p.

Msaakpa, T.S. 2016. Effects of Variety and Seed Size on Seedling Emergence Characteristics of Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) in Makurdi. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 6(8): 401- 401.

Mirshekarnezhad, B., H. Sadeghi, F. Paknezhad, S. Sheidaie, and H. Gholami. 2014. Effect of Cultivars and Processing Stages on Soybean Seed Quality. *Annual Research and Review in Biology*, 4(18): 2795-2803.

Moreano, T.B., A. de Lucca e Braccini, C.A. Scapim, J. de Barros França-Neto, F.C. Krzyzanowski, and O.J. Marques. 2013. Physical and physiological qualities of soybean seed as affected by processing and handling. *Journal of Seed Science*, 35(4):466-477.

- Risse, J.H., M.K. Misra, A.D. Knapp, and C.J. Bern.** 1991. Conditioning shriveled soybean seed part II correlation of physiological characteristics with physical properties. *American Society of Agricultural Engineers*, 34(2): 487- 491.
- Rodriguez, D.S., L.O.B. Schuch, G.E. Menghello, and S.T. Peske.** 2018. Desempenho de plantas de soja em função do vigor das sementes e do estresse hídrico. *Revista Científica Rural*, 20:144-158.
- Singh, G.** 2010. *The Soybean, Botany, Production and Uses*. CAB International.
- Soars, M.M., H.C. dos Santos Junior, M.G. Simões, D. Pazzin, and L.J. da Silva.** 2015. Estresse hídrico e salino em sementes de soja classificadas em diferentes tamanhos. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 45(4): 370-378.
- Soltani, A., S. Galeshi, E. Zeinali, and N. Latifi.** 2002. Germination, seed reserve utilization and seedling growth of chickpea as affected by salinity and seed size. *Seed Science and Technology*, 30(1): 51-60.
- Suman, N., M. Khetarpaul, and D.K. Sharma.** 2016. Assessment of physical competition. *Agronomy Journal*, 103(1): 175-181.
- Pereira, W.A., S.M.A. Pereira, D.C. Fernandes, and S. Dias.** 2013. Influence of seed size and water restriction on germination of soybean seeds and on early development of seedlings. *Journal of Seed Science*, 35(3): 316-322.
- Pires, L.P.M., J.M. Peluzio, L.L. Cancellier, G.R.R. Santos, G.A. Colombo, and F.S. Afférri.** 2012. Performance of soybean genotypes in Central-South region on Tocantins state, Crop Season 2009/2010. *Bioscience Journal*, 23(2): 214-223.
- Prado, K.S., L.F. Umberlino, and C.F.A. Rezende.** 2021. Seed size and its influence on the initial development of soy. *Ipê Agronomic Journal*, 5(1): 1-7.
- Procópio, S.O., A.A. Balbinot Junior, H.J.C. Debiase, M. Francini, and F. Panison.** 2013. Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar de hábito de crescimento indeterminado. *Revista de Ciências Agrárias*, 56(4): 319-325.

characteristics of soybean seeds. *Annals of Agri-Bio Research*, 21(2): 183-186.

Wang, X., J. Sun, Z. Yi, and S. Dong. 2025. Effects of seed size on soybean performance: germination, growth, stress resistance, photosynthesis, and yield. *BMC Plant Biology*, 25(219): 1-15.

Weiss, E.A. 1999. *Oilseed Crops* (2nd Ed.). Oxford: Blackwell Science.

Study on effect of seed morphological characteristics and sizes of Soybean [*Glycine max* (L.) Merrill.] commercial cultivars on germination and seedling vigour

Farshad Hassanpour¹, Aidin Hamidi^{2*}, Jahanfar Daneshian³

1. M.Sc Graduated, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Takestan Branch, Islamic Azad University, Takestan, Iran.

2- Research Associate Professor of Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Seed and Plant Certification and Registration Institute (SPCRI), Karaj, Iran.

3- Research Professor of Agriculture Research, Education and Extension Organization (AREEO), Seed and Plant Improvement Institute (SPII), Karaj, Iran.

Received: 2025.7.13

Accepted: 2025.9.11

Abstract

In order to investigate the effect of different seed morphological traits and sizes of seven commercial soybean cultivars: 1- Katool (DPX), 2- Sahar, 3- Sari (JK), 4-033, 5-Williams, 6- Kowsar (M7), and 7-Telar on germination and seedling vigor, seed size grading was performed during 2022 using a sieve with round holes with hole diameters of 6.25 and 7 mm, and the control sample was without seed size grading. Seed morphological traits including: 1000 seed weight, density, percentage of shrinkage, percentage of seed cracking, and seed length, width, and thickness. Standard germination test was performed according to the International Seed Testing Association (ISTA) protocol, and mean germination time, coefficient of velocity of germination, mean daily germination, daily germination rate, final germination percentage, percentage of normal seedlings, seedling length, primary root dry weight, primary shoot dry weight, seedling dry weight, primary root length, primary shoot length, seedling length vigor index, and seedling weight index vigor were measured. The results showed that the Williams soybean seeds cultivar had greater dimensions and density, and the 033 cultivar had the highest 1000 seed weight and the lowest shrinkage percentage, and the Katool (DPX) cultivar had the lowest breakage percentage in terms of morphological and physical characteristics. Also, the Williams cultivar was superior to the other cultivars in terms of final germination percentage and germination rate indices. The Katool (DPX) cultivar also had superiority in terms of characteristics related to seedling vigor. Also, in the studied cultivars, large-sized seeds (seeds with a diameter of more than 7 mm) had superiority in terms of appearance and physical characteristics, seed germination, and seedling vigor. Therefore, it was determined that using a round-pored sieve with a pore diameter of 7 mm as the upper sieve in an air separator seed cleaning equipment is suitable for cleaning and processing the seeds of studied cultivars in order to obtain seeds with high germination and strong vigor of these cultivar.

Keywords: Seed cleaning and processing, Seed germination and vigor, Seed size grading

* Corresponding author (a.hamidi@areeo.ac.ir)