"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد نهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۹
(ص ۲۶-۱۵)
مقاله پژوهشی

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 9, No.: 1, Spring 2020
(pp: 15-26)
DOI: 10.22034/ijsst.2018.121530.1193
Research Article

اثر اندازه بذر بلال‌های اول و دوم و روش‌های خشکاندن بر کیفیت بذر ذرت هیبرید ماکسیما(*MV 524 Maxima*)

زهرا رادمنش[1*]، مسعود اصفهانی[2]، صمد مبصّر[3]

۱. کارشناسی ارشد علوم و تکنولوژی بذر - موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال
۲. استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان
۳. عضو هیات علمی موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۳۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۵/۳۰)

چکیده

به منظور تعیین اثر اندازه و شکل بذر برروی بلال‌های اول و دوم و همچنین روش‌های خشکاندن بر کیفیت بذر ذرت هیبرید ماکسیما (*MV 524 Maxima*) دوآزمایش جداگانه شامل مزرعه تولید بذر و آزمایشگاه در سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ در ایستگاه تحقیقات و آزمایشگاه تجزیه کیفی بذر اجرا شد. مزرعه تولید بذر در ایستگاه شهید مطهری موسسه تحقیقات چغندرقند شامل شش ردیف مادری و دو ردیف پدری بودند. آزمایش دوم در قالب طرح کامل تصادفی در ۴ تکراردر آزمایشگاه اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل دو سطح اندازه بذر، دو نوع بلال (اول و دوم) و دو روش خشکاندن بلال بود وپارامترهای فیزیولوژیکی مانند صفات جوانه‌زنی و بیوشیمیایی بذر اندازه‌گیری گردید. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل نوع بلال و اندازه بذر بر صفات طول گیاهچه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز، درصد جوانه‌زنی، و میانگین جوانه‌زنی روزانه معنی‌دار شدند. اثر متقابل نوع بلال و روش‌های خشکاندن بلال بر کلیه صفات به جز طول ساقه‌چه، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین جوانه‌زنی روزانه و ضریب آلومتریک دارای اختلاف معنی‌دار بود. اثر متقابل اندازه بذر و روش‌های خشکاندن بلال بر صفات وزن تر ریشه‌چه، فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز، وزن هکتولیتر، درصد جوانه‌زنی و میانگین جوانه‌زنی روزانه معنی‌دار بود. اثر متقابل نوع بلال، اندازه بذر و روش‌های خشکاندن بلال بر صفات درصد جوانه‌زنی، میانگین جوانه‌زنی روزانه، ضریب آلومتریک، طول ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز و وزن هکتولیتر دارای اختلاف معنی‌دار بود. بالاترین و پایین‌ترین مقادیر طول گیاهچه به ترتیب ۳۴/۴۸ و ۳۰/۴۲ سانتی‌متر بود که مربوط به بذر۷ میلی‌متر بلال اول و بذر ۷ میلی‌متر بلال دوم بود. همچنین بیشترین درصد جوانه‌زنی (۱۰۰ درصد) در بذر اندازه ۶ میلی‌متر و ۷ میلی‌متر بلال اول و بلال دوم خشکانده شده با دستگاه خشک کن مشاهده گردید. کمترین درصد جوانه‌زنی (۸۳ درصد) مربوط به بذر اندازه ۶ میلی‌متر بلال اول خشکانده شده به روش هواخشک بود. بر اساس نتایج آزمایش به نظر می‌رسد که بذرهای ذرت هیبرید ماکسیما با اندازه ۷ میلی‌متر خشکانده شده با دستگاه خشک کن به دلیل برتری در صفات جوانه‌زنی برای کشت مناسب تر هستند.

کلید واژه: اندازه بذر، بلال اول و دوم، خشکاندن بلال ذرت

Effect of the size of the seeds of the main and second ear of maize hybrid *maxima* on physiologic quality of seeds being dried by dryer and air-dried

Z.Radmanesh[1], M. Esfahani[2], S. Mobasser[3]

1- MSc. Student of Seed Science and Technology, Seed and Plant Certification and Registration Institute.
2-Member of Staff, Faculty of Agriculture, University of Guilan.
3- Memer of Faculty, Seed and Plant Certification and Registration Institute.
(Received: May. 20, 2018 – Accepted: Aug. 21, 2018)

Abstract

This study was aimed to determine the effect of seed size of the first (main) ear and the second ear and drying methods on seed quality of maize hybrid *Maxima*. For this purpose, two different experiments, including seed production field and laboratory experiment were conducted in 2014 and 2015, in Karaj. Six rows of maternal line and two rows of paternal line were planted in seed producing field in Shahid Motahari research Station in Sugar Beet Seed research Institute. The second experiment was conducted in qualified seed testing laboratory in SPCRI. The treatments composed of two levels of seed size (7mm and 6mm), two ears position (the first (main) and the second) and two drying methods (air drying and artificial drying). Results showed that the effect of interaction of ear position and sees size on SL, RL, SL, Alpha-amylase activity, GP and GMD was significant. The effect of interaction of ear position and drying methods was significant for all traits except SL, GP, GR, GMD and Allometric index. The interaction of seed size and drying methods was significant on WWR, Alpha-amylase activity, HD, GP and GMD. The interaction of ear position, seed size and drying methods was significant for GP, GMD, Allometric index, SL, RWW, HW and Alpha-amylase activity. Maximum and minimum of seedling length was 34.48 cm and 30.42 cm respectively and related to seed size of 7 mm of the main ear. Moreover, maximum of germination percentage was 100% that related to seed size of 7mm and 6mm of the first ear which dried by dryer, while minimum value was 83% that related to seed size of 6mm of air dried ears. According to the results of this experiment it seems that seeds of maize hybrid *Maxima* of 7 mm that were dried by dryer machine because of priority of germination traits are more suitable for cultivation.

Key words: Ear drying, Main and second ear, Seed size

* Email: za_rad@yahoo.com

مقدمه

بذر به‌عنوان واحد بنیادی تکوین حیات در گیاه از دیرباز موردتوجه قرار داشت و شناخت ماهیت بذر نقطه آغاز کشاورزی بوده است. (Akram Ghaderi, 2008). کیفیت بذر به عنوان اندام تکثیری گیاهان و مهمترین نهاده تولید محصولات زراعی از اهمیت ویژه‌ای در رشد و عملکرد مطلوب گیاهان زراعی در مزرعه برخوردار است که تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند خصوصیات ژنتیکی، قوه نامیه یا قابلیت جوانه‌زنی، بنیه، میزان رطوبت، کیفیت انبارداری، قابلیت ماندگاری و سلامت بذر می‌باشد، ولی مهمترین آنها میزان جوانه‌زنی و قدرت بذر است (Akbari *et al*., 2004). از جنبه‌های مهم کیفیت بذر میتوان به چگالی بذر اشاره نمود که معمولاً کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد. چگالی بذر یک شاخص مهم کیفیت فیزیکی بذر محسوب می‌شود (Ohm *et al*., 1987). چگالی بذر در واقع وزن مخصوص بذر بوده و برابر با وزن یک صد لیتر بذر است. چگالی بذر عامل مهمی جهت ارزیابی کیفیت بذر است و در تجارت بسیار مورد توجه می‌باشد. توده‌های بذر با وزن هکتولیتر پایین، معمولاً از حجم بیشتری برخوردارند که این موضوع منجر به افزایش هزینه‌های بسته بندی، انبارداری و حمل و نقل می‌شود. بذرهای لاغر و چروکیده، دانه‌های آلوده به عوامل بیماریزا و آفت زده معمولاً از وزن هکتولیتر کمتری برخوردار هستند، ولی هر گونه تیمار بذر (به طور مثال ضد عفونی کردن)، وزن هکتولیتر آن را افزایش خواهد داد (Khazaei, 2009). جوانه‌زنی اولین مرحله رشد و نمو بذر است که از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است. علاوه بر جوانه‌زنی، سرعت و یکنواختی جوانه‌زنی و سبز شدن نیز از عوامل مهم کیفیت بذر هستند (Soltani *et al*., 2002). بذرهایی که توانایی جوانه‌زنی و رویش گیاهچه بالاتری داشته باشند، از کیفیت مطلوب‌تری برخوردارند. جوانه‌زنی و سبز شدن گیاهچه نیاز به مقدار زیادی انرژی دارد که از طریق اکسیداسیون بخش ذخیره‌ای بذر فراهم می‌گردد. بذر باید مواد غذایی کافی را برای رشد گیاهچه فراهم کند، زیرا گیاهچه تا به اندازه کافی رشد کند، به بذر وابسته است (Gharineh and Moshatati, 2012). اندازه بذر یکی از قابل مشاهده‌ترین ویژگی‌های بذر است که در طول نمو توسط محیط تحت تأثیر قرار می‌گیرد. بذرهای درشت گیاهچه‌های قوی‌تری تولید می‌کنند، زیرا ذخایر غذایی بیشتری دارند که این امر موجب تسریع رشد گیاهچه حاصل از آن‌ها می‌شود (Perry, 1977). مشخص شده است که بذرهای پهن ذرت نسبت به بذرهای گرد و بذرهای درشت نسبت به بذرهای ریز از نظر جوانه‌زنی و سبز شدن در شرایط مزرعه به ویژه در هوای سرد و نیز خاک‌های سله‌دار برتری دارند (Matthews and Khajeh Hosseini, 2006). فروزی و همکاران گزارش کردند که رقم و اندازه بذر اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه گندم داشت. اندازه بذر بر تمام صفات به جز سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه تأثیر معنی‌داری داشت. اثر متقابل رقم و اندازه بذر بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، انرژی جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، وزن تر ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، وزن تر گیاهچه و وزن خشک ساقه‌چه معنی‌دار بود (Forouzi *et al*., 2015). درشتی گیاهچه به اندازه بذر و عمق کاشت آن وابسته است. هرچه بذرهای کاشته شده بزرگ‌تر باشند، گیاهچه‌ها هم درشت‌تر خواهند بود و عمق زیادتر کاشت باعث کوچک‌تر شدن اندازه گیاهچه می‌شود (Emam and Niknejad, 2011). گزارش‌ها حاکی از آن است که درصد جوانه‌زنی آفتابگردان (*Helianthus annus* L.) با افزایش اندازه بذر کاهش یافت، اما تأثیر اندازه بذر بر وزن خشک گیاهچه، بنیه بذر و طول گیاهچه غیر معنی‌دار بود (Aliabadi Farahani *et al*., 2008). وزن هزار دانه بیشتر نیز باعث رشد طولی و وزنی بیشتر گیاهچه گندم میشود که این موضوع احتمالاً باعث استقرار بهتر گیاهچه و رشد و تولید عملکرد بیشتر گیاه در مزرعه می‌گردد (Moshatati *et al*., 2009). در نخود

(*Cicer arietinum* L.) به نظر می‌رسد که بذرهای کوچک در مقایسه با بذرهای متوسط و بزرگ آب را با سرعت بیشتری جذب می‌کنند که نتیجه آن رشد سریع‌تر ریشه است (Kaya *et al*., 2010). گزارش شده است که در گندم اندازه بذر تأثیر معنی داری بر سرعت رشد گیاهچه داشت. بیشترین سرعت رشد گیاهچه در بزرگ‌ترین بذور و کمترین سرعت رشد گیاهچه در کوچک‌ترین اندازه بذر مشاهده شد (Tavakoli Kakhki *et al*., 2010). بذر ذرت هیبرید معمولا پیش از رسیدگی برداشت می‌شود تا از خسارت ناشی از سرما و بیماری‌ها جلوگیری شود و همچنین انبار و فرآوری بذر تسهیل گردد؛ بنابراین اغلب بذرها با رطوبت حدود ۳۰ درصد برداشت می‌شوند. گزارش شده است که اثر خشکاندن بذر ذرت با دستگاه خشک‌کن بر پتانسیل جوانه‌زنی بذر معنی‌دار نبود، در صورتی که خشکاندن بذر با دستگاه خشک‌کن باعث حفظ کیفیت بذر طی دوره انبارداری گردید (Kaaya and Kyamuhangire, 2006). این آزمایش با هدف بررسی و مطالعه نقش اندازه بذر بر خصوصیات مرتبط با جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ذرت در دو شرایط مزرعه و آزمایشگاه انجام شد.

مواد و روش‌ها

بخش مزرعه‌ای

این آزمایش در سال زراعی ۹۴-۱۳۹۳ در ایستگاه تحقیقات شهید مطهری موسسه تحقیقات چغندرقند در کرج (استان البرز) انجام شد. این منطقه دارای میانگین سالانه بارندگی در حدود۲۴۷/۳ میلی‌متر، دمای متوسط۱۴/۴ درجه سانتی گراد و ارتفاع ۱۳۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد. مختصات جغرافیایی ایستگاه تحقیقاتی شهید مطهری `۳۹o۵۹ عرض شمالی و `۵۱o۶ طول شرقی می‌باشد. آزمایش در مزرعه به‌صورت بلوک کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. هر کرت شامل هشت ردیف به طول شش متر، با فواصل هفتاد سانتی‌متر و در هر ردیف مادری ۳۴ عدد بذر و در ردیف پدری ۴۰ عدد بذر با فواصل ۱۸ و ۱۵ سانتی‌متر به ترتیب کشت شدند. لاین‌های پدری و مادری ذرت ماکسیما مورداستفاده عبارتند از *Mo17* به‌عنوان والد پدری و هیبرید (*HMV 5405* × *HMV 5502*) به‌عنوان والد مادری که از شرکت آرمان سبز آدینه تهیه شدند. پس از آنکه بذرها به رطوبت برداشت بین ۲۶ تا ۳۰ درصد رسیدند، از خطوط میانی ردیف‌های مادری، بیست بلال اول و دوم به تصادف برداشت شدند. بلال‌ها به تفکیک سریعا پوست کنی و به منظور خشک شدن به دو قسمت تقسیم شدند. نیمی از آن‌ها در هوای آزاد در سایه، به مدت ۱۴ روز نگهداری شدند تا به رطوبت ۱۴ درصد برسند. در حالی که نیمی دیگر با استفاده از دستگاه خشک کن ذرت به رطوبت ۱۴ درصد رسیدند. دستگاه خشک کن مورد استفاده، سفارشی ساز توسط کارخانه عمران صنعت در ایران است. ظرفیت دستگاه ۱۲ سلول خشک کن، هریک به ظرفیت ۱۵ تن و در مجموع ۱۸۰ تن می‌باشد. حداقل و حداکثر دما به ترتیب ۲۰ درجه سانتی گراد و ۴۰ درجه سانتی گراد بوده، سرعت جابه جایی هوا نیم متر مکعب در ثانیه و مدت زمان خشکاندن بذر بسته به میزان رطوبت محموله هر روز ۲ درصد کاهش رطوبت و سرعت خشکاندن بسته به میزان رطوبت متفاوت است. بذرها به وسیله شیلر آزمایشگاهی دان شدند و به‌صورت دستی و با استفاده از دو اندازه غربال ۷ و ۶ میلی‌متری به دو اندازه درجه بندی شدند. تیمارهای مورد بررسی شامل اندازه ضخامت بذر (۶ و ۷ میلی‌متر)، دو روش خشکاندن بلال (هوا خشک و با دستگاه خشک کن) و جایگاه بلال (بلال اول و دوم) بود.

بخش آزمایشگاهی

بخش آزمایشگاهی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار در آزمایشگاه تجزیه کیفی موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال اجرا شد. تیمارهای آزمایشی همان دو اندازه بذر، دو روش خشکاندن بلال و دو جایگاه بلال تولید شده در آزمایش

مزرعه‌ای بودند. آزمون جوانه‌زنی استاندارد به روش کاشت بین حوله‌های کاغذی انجام شد. بدین منظور پس از ضدعفونی کردن میز کار با الکل (۷۰ درصد) و مرطوب کردن ۲ لایه حوله کاغذی با استفاده از آب مقطر، ۲۵ عدد بذر از هر تیمار با فاصله ۱ سانتی‌متر از لبه، روی این حوله‌ها قرار داده شد و پس از پوشاندن بذور با حوله کاغذی دیگری، حوله‌های کاغذی لوله شده و هر تکرار داخل یک پاکت پلاستیکی قرار داده شد (ISTA, 2010). تیمارها در روشنایی و دمای ۲۵ درجه سانتی گراد به مدت ۷ روز در اتاق کشت قرار داده شدند. در طول دوره به‌صورت روزانه بازدید انجام شد و تعداد بذر جوانه زده یادداشت گردید. در پایان دوره اجرای این آزمون، گیاهچه‌های عادی و غیر عادی شمارش و تعیین شدند. در پایان از بین گیاهچه‌های عادی تعداد ۱۰ گیاهچه به‌صورت تصادفی انتخاب و صفات طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه با خط‌کش با دقت یک میلی‌متر و وزن تر آن‌ها با ترازوی دقیق با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شد. برای اندازه‌گیری وزن تر در روز هفتم، تعدا ۱۰ گیاهچه به صورت تصادفی از هر ظرف انتخاب و پس از جدا کردن ساقه‌چه و ریشه‌چه، وزن تر آنها توسط ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن هکتولیتر بذرهایی که بر اساس ضخامت بذر طبقه‌بندی شده بودند در بشرهایی با حجم یک لیتر طوری که فضای خالی بین آن‌ها وجود نداشته باشد، قرار داده شدند و وزن این مقدار اندازه‌گیری و وزن هکتولیتر بر حسب کیلوگرم در یکصد لیتر بدست آمد. همچنین میزان فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز (Worthington, 1993)، در این آزمایش مورد بررسی قرار گرفت. به منظور سنجش فعالیت آلفا آمیلاز، بذرها بعد از خروج ریشه چه به اندازه نصف قطر بذر در دمای ۲۰- درجه سیلسیوس به مدت ۴۸ ساعت جهت ثابت شدن سطح فعالیت آنزیم‌های درون بذر فریز شدند. استخراج آنزیم آلفا آمیلاز با روش دی نیترو سالسیلیک اسید (DNS) صورت گرفت. بعد از تهیه عصاره مورد نظر از بذور، طیف جذبی عصاره با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۴۰ نانومتر قرائت شد. متوسط جوانه‌زنی روزانه که شاخصی از سرعت جوانه‌زنی روزانه است از رابطه ۱ تعیین گردید (Hoogenboom and Peterson, 1987).

$$MDG = \frac{FGP}{d} \qquad (۱)$$

در این رابطه FGP درصد جوانه‌زنی نهایی و d تعداد روزها تا رسیدن به حداکثر جوانه‌زنی نهایی است. برای محاسبه این شاخص چهار تکرار و در هر تکرار تعداد کل بذرهای مورد آزمایش ۲۵ عدد بود. برای محاسبه ضریب آلومتریک از رابطه ۲-۷ استفاده شد (Ranai *et al*., 2006). برای اندازه‌گیری وزن خشک، پس از توزین و به دست آوردن وزن تر، مجموع ۱۰ ریشه‌چه در یک پاکت، مجموع ۱۰ ساقه‌چه را در یک پاکت دیگر گذاشته و مشخصات پتری را بر روی آن درج و در آون ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. پس از ۲۴ ساعت توزین و پس از ثابت شدن وزن خشک، میانگین ۱۰ نمونه برای محاسبه وزن خشک بر حسب میلی‌گرم در نظر گرفته شد. برای محاسبه این شاخص چهار تکرار و در هر تکرار ۲۵ عدد بذر مورد ارزیابی قرار گرفت.

$$\text{ضریب آلومتریک} = \frac{\text{وزن خشک ریشه‌چه}}{\text{وزن خشک ساقه‌چه}} \qquad (۲)$$

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسات میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس جدول (۱) نشان داد که اثر نوع بلال (بلال اول یا اصلی و بلال دوم) بر صفات طول گیاهچه، طول ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، وزن تر ساقه‌چه، فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز و وزن هکتولیتر معنی‌دار بود. تأثیر اندازه بذر بر صفات وزن تر ریشه‌چه، فعالیت آنزیم

آلفا-آمیلاز، وزن هکتولیتر، درصد جوانه‌زنی، میانگین جوانه‌زنی روزانه و ضریب آلومتریک معنی‌دار گردید. اثر روش‌های خشکاندن بلال بر صفات درصد جوانه‌زنی، میانگین جوانه‌زنی روزانه، ضریب آلومتریک و فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز معنی‌دار بود. اثر متقابل نوع بلال و اندازه بذر بر صفات طول گیاهچه، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز، درصد جوانه‌زنی و میانگین جوانه‌زنی روزانه معنی‌دار شد. اثر متقابل نوع بلال و روش‌های خشکاندن بلال بر کلیه صفات به جز طول ساقه‌چه، درصد جوانه‌زنی، میانگین جوانه‌زنی روزانه و ضریب آلومتریک دارای اختلاف معنی‌دار بود. اثر متقابل اندازه بذر و روش‌های خشکاندن بلال بر صفات وزن تر ریشه‌چه، فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز، وزن هکتولیتر، درصد جوانه‌زنی و میانگین جوانه‌زنی روزانه معنی‌دار بود. اثر متقابل نوع بلال، اندازه بذر و روش‌های خشکاندن بلال بر صفات درصد جوانه‌زنی، میانگین جوانه‌زنی روزانه، ضریب آلومتریک، طول ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز و وزن هکتولیتر دارای اختلاف معنی‌دار بود.

جدول ۱- تجزیه واریانس خصوصیات جوانه‌زنی بذر ذرت هیبرید ماکسیما در تیمارهای نوع بلال، اندازه بذر و روش‌های خشکاندن بلال

Table 1- Analysis of variance (mean square) of germination traits on ear type, seed size and drying methods of maize hybrid Maxima

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF	میانگین مربعات MS				
		طول ساقه‌چه Plumule length	وزن تر ریشه‌چه Radicle wet weight	وزن خشک ریشه‌چه Radicle dry weight	درصد جوانه‌زنی Germination Percentage	میانگین جوانه‌زنی روزانه Mean Daily Germination
نوع بلال Ear type (A)	1	3.6627*	2604903.125*	28203.13*	8^{ns}	0.02^{ns}
اندازه بذر Seed Size (B)	1	0.34317^{ns}	13873278.125**	149878.1**	98**	0.245**
روش خشکاندن بلال Drying Methods (C)	1	0.26273^{ns}	1679028.125^{ns}	13203.13^{ns}	722**	1.805**
نوع بلال*اندازه بذر A×B	1	2.08056*	822403.125^{ns}	14878.13^{ns}	72*	0.18*
نوع بلال*روش خشکاندن بلال A×C	1	0.13182^{ns}	47509003.125**	69378.13**	8^{ns}	0.02^{ns}
اندازه بذر* روش خشکاندن بلال B×C	1	0.02681^{ns}	5338278.125**	58653.13**	98**	0.245**
نوع بلال* اندازه بذر* روش خشکاندن بلال A×B×C	1	4.62116**	2838153.125*	25878.13*	72*	0.18*
خطا Error	24	0.28238	456353.125	5711.458	11.6667	0.02916667
ضریب تغییرات (درصد) CV%		4.56694	16.4427	17.26	3.58598	3.58598

ns: غیرمعنی‌دار و * و **: به ترتیب معنی‌دار درسطوح احتمال پنج و یک درصد

ns: nonsignificant; * and ** significan in 5 and 1%

ادامه جدول ۱

Rest of Table 1

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF	میانگین مربعات MS					
		وزن هکتولیتر Hectoliter weight	طول گیاهچه Seedling Length	طول ریشه‌چه Radicle length	وزن تر ساقه‌چه Plumule wet weight	ضریب آلومتریک Allometry Coefficient	فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز Alpha-amylase Enzyme Activity
نوع بلال Ear type (A)	1	57.0606**	26.1244*	7.58273^{ns}	1095200*	0.1263175^{ns}	0.55467**
اندازه بذر Seed Size (B)	1	77.9158**	6.52207^{ns}	5.26733^{ns}	378450^{ns}	1.3608497**	0.24908**
روش خشکاندن بلال Drying Methods (C)	1	2.82091^{ns}	0.00867^{ns}	0.28555^{ns}	110450^{ns}	1.3138103**	0.55926**
نوع بلال*اندازه بذر A×B	1	7.44884^{ns}	40.4700**	21.08779*	26450^{ns}	0.1697655^{ns}	0.3387**
نوع بلال*روش خشکاندن بلال A×C	1	78.487**	43.6801**	36.4292**	1022450*	0.2136976^{ns}	0.84389**
اندازه بذر* روش خشکاندن بلال B×C	1	28.977**	6.79576^{ns}	4.60778^{ns}	72200^{ns}	0.2250219^{ns}	0.10612**
نوع بلال* اندازه بذر* روش خشکاندن بلال A×B×C	1	78.3909**	17.3909^{ns}	4.13487^{ns}	72200^{ns}	0.67883625*	0.03171**
خطا Error	24	2.20397	4.75003	3.38096	150608.33	0.126154	0.00371
ضریب تغییرات (درصد) CV%		1.99527	6.62382	8.62882	17.9253	17.059689	7.974014

ns: غیرمعنی‌دار و * و **: به ترتیب معنی‌دار درسطوح احتمال پنج و یک درصد

ns: nonsignificant; * and ** significan in 5 and 1%

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها اثر متقابل اندازه بذر، نوع بلال و روش‌های خشکاندن بلال بر طول ساقه‌چه، بیشترین طول ساقه‌چه ۱۲/۴۵ سانتی‌متر در بذر اندازه ۷ میلی‌متر بلال اول خشکانده شده با دستگاه خشک کن و کمترین طول ساقه‌چه ۱۰/۳۷۵ سانتی‌متر در بذر اندازه ۷ میلی‌متر بلال دوم خشکانده شده با دستگاه خشک کن مشاهده گردید. نتایج مقایسه میانگین‌های وزن تر ریشه‌چه در اثر متقابل اندازه بذر، نوع بلال و روش‌های خشکاندن بلال نشان داد که بیشترین وزن تر ریشه‌چه ۶۰۷۵ میلی‌گرم در بذر اندازه ۷ میلی‌متر بلال اول خشکانده شده با دستگاه خشک کن مشاهده شد، در حالی که کمترین وزن تر ریشه‌چه ۲۶۰۰ میلی‌گرم مربوط به بذر اندازه ۶ میلی‌متر

بلال دوم خشکانده شده با دستگاه خشک کن بود. این اختلاف معنی‌دار ممکن است به دلیل وجود ذخیره غذایی بیشتر در بذرهای درشت تر باشد که با نتایج گزارش شده توسط صادقی و همکاران (سال ۱۳۹۲) و فروزی و همکاران (سال ۱۳۹۴) مطابقت دارد. فروزی و همکاران گزارش کردند اثر اندازه بذر گندم بر درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، انرژی جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه، وزن تر ساقه‌چه، وزن تر ریشه‌چه، وزن تر گیاهچه و وزن خشک ساقه‌چه معنی‌دار بود (Forouzi *et al.*, 2015). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها اثر متقابل اندازه بذر، نوع بلال و روش‌های خشکاندن بلال بر درصد جوانه‌زنی مشخص شد که بیشترین درصد جوانه‌زنی (۱۰۰ درصد) در بذر اندازه ۶ میلی‌متر و ۷ میلی‌متر بلال اول و بلال دوم خشکانده شده با دستگاه خشک کن مشاهده گردید. کمترین درصد جوانه‌زنی (۸۳ درصد) مربوط به بذر اندازه ۶ میلی‌متر بلال اول خشکانده شده به روش هواخشک بود. گزارش شده است بالاترین درصد جوانه‌زنی بذر ذرت مربوط به بذرهای خشک شده توسط دستگاه خشک‌کن و پس از آن بذرهای خشک شده در سایه بود وکمترین درصد متعلق به بذرهای خشک شده تحت نور مستقیم خورشید می‌شد(Babiker *et al.*,2010). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل اندازه بذر، نوع بلال و روش‌های خشکاندن بلال بر میانگین جوانه‌زنی روزانه بذر نشان داد که بیشترین مقدار ۵ عدد بذر جوانه زده در روز مربوط به بذر ۶ میلی‌متر و ۷ میلی‌متر بلال اول و دوم خشکانده شده با دستگاه خشک کن بود. کمترین میانگین جوانه‌زنی روزانه ۴/۱۵ بذر جوانه زده در روز در بذر ۶ میلی‌متر بلال اول خشکانده شده به روش هواخشک مشاهده گردید. روش‌های صحیح خشکاندن بذر مانند خشکاندن بذر با دستگاه خشک کن کیفیت، ارزش غذایی و قابلیت زنده مانی بذر را تضمین می‌کند (Sahai, 2010). افزایش جوانه‌زنی در بذرهای بزرگ نسبت به بذرهای کوچک می‌تواند به دلیل بیشتر بودن محتوای کربوهیدرات بذر باشد (Gunaga *et al.*, 2007). بر اساس نتایج مقایسه میانگین اثر اندازه بذر، نوع بلال و روش‌های خشکاندن بلال بر ضریب آلومتریک مشاهده گردید که بیشترین ضریب آلومتریک ۲/۵۳ مربوط به بذر ۷ میلی‌متر بلال اول خشکانده شده با دستگاه خشک کن و کمترین مقدار ۱/۶۶ مربوط به بذر ۶ میلی‌متر بلال دوم خشکانده شده با دستگاه خشک بود. کاهش ضریب آلومتریک به طور مستقیم نشان‌دهنده کاهش رشد ریشه‌چه و ماده خشک ریشه‌چه میباشد و به طور غیرمستقیم نشان‌دهنده تولید گیاهچه‌های ضعیف و بذرهای با بنیه پایین می‌باشد (سید احمدی، ۱۳۹۲). نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر متقابل اندازه بذر، نوع بلال و روش‌های خشکاندن بلال بر فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز نشان داد که بیشترین فعالیت این آنزیم (۱/۲۷۵ میکرومول بر میلی لیتر) در بذر اندازه ۷ میلی‌متر بلال اول خشکانده شده با دستگاه خشک کن و کمترین میزان (۰/۳۹) میکرومول بر میلی لیتر در بذر اندازه ۶ میلی‌متر بلال دوم خشکانده شده با دستگاه خشک کن مشاهده گردید. اهمیت بالا بودن میزان محتوای آلفا آمیلاز در بذر به دلیل تسهیل انتقال کربوهیدرات به جنین است که نتیجه آن افزایش سرعت جوانه‌زنی و بنیه بذر است (Franco *et al.*, 2002). اسکویی و همکاران بیان کردند که بالا بودن فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز موجب افزایش شاخص‌های جوانه‌زنی در بذر ذرت گردید (Oskoiee *et al.*, 2014). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر متقابل اندازه بذر، نوع بلال و روش‌های خشکاندن بلال بر وزن هکتولیتر مشخص شد که بیشترین وزن هکتولیتر (۷۸/۸۷۵ کیلوگرم در یکصد لیتر) در بذر اندازه ۷ میلی‌متر بلال اول خشکانده شده با دستگاه خشک کن و کمترین (۶۸/۵۲ کیلوگرم در یکصد لیتر) در بذر اندازه ۶ میلی‌متر بلال اول خشکانده شده به روش هواخشک مشاهده شد. در گندم دوروم، دانه‌های بزرگ عموما وزن هکتولیتر بالایی دارند (Gupta *et al.*, 2002).

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل نوع بلال، اندازه بذر و روش‌های خشکاندن بلال در صفات جوانه‌زنی بذر ذرت هیبرید ماکسیما

Table2- Interaction effects of ear type, seed size and drying methods on germination traits of maize hybrid Maxima

نوع بلال Ear Type	اندازه بذر Seed Size	روش خشکاندن بلال Drying Methods	طول ساقه‌چه Plumule Length	وزن تر ریشه جه Radicle Wet Weight	درصد جوانه‌زنی Germination Percentage
بلال اول First Ear	۶ میلی‌متر 6mm	با دستگاه خشک کن Artificial Dry	11.44b	3025cd	100a
		هواخشک Air Dry	12.2ab	4125b	88c
	۷ میلی‌متر 7mm	با دستگاه خشک کن Artificial Dry	12.45a	6075a	100a
		هواخشک Air Dry	11.8ab	4350b	96ab
بلال دوم Second Ear	۶ میلی‌متر 6mm	با دستگاه خشک کن Artificial Dry	11.91ab	2600d	100a
		هواخشک Air Dry	11.40b	4050bc	91b
	۷ میلی‌متر 7mm	با دستگاه خشک کن Artificial Dry	10.37c	3817bc	100a
		هواخشک Air Dry	11.50b	4825b	92b

در هر ستون میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means of each parameter in each treatment with similar letters are not significantly different (Duncan 5%)

ادامه جدول ۲

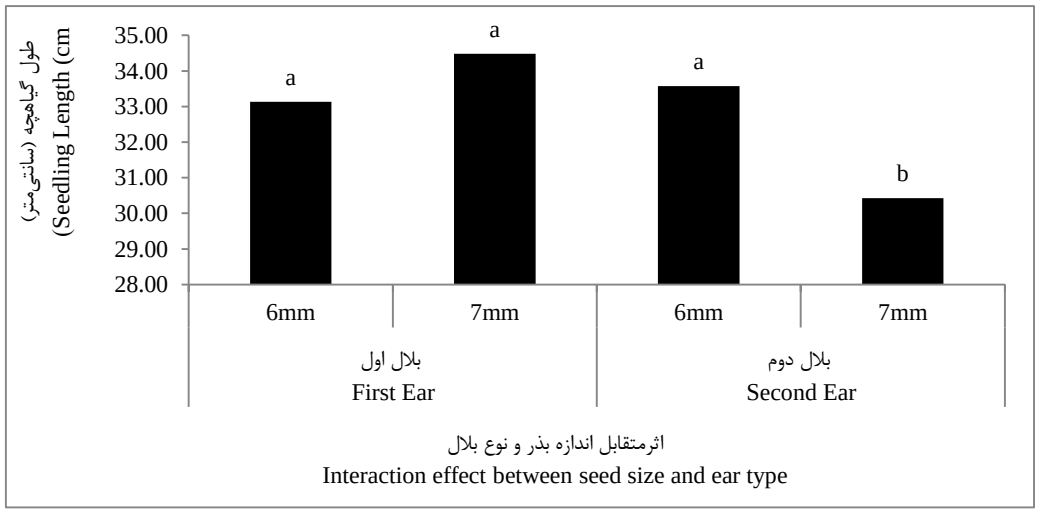
Rest of Table2

نوع بلال Ear Type	اندازه بذر Seed Size	روش خشکاندن بلال Drying Methods	میانگین جوانه‌زنی روزانه Mean Daily Germination	ضریب آلومتریک Allometry Coefficient	فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز Alpha-amylase Enzyme Activity	وزن هکتولیتر Hectoliter Weight
بلال اول First Ear	۶ میلی‌متر 6mm	با دستگاه خشک کن Artificial Dry	5a	1.515d	1.11b	77.93a
		هواخشک Air Dry	4.15c	2.216ab	0.575e	68.522e
	۷ میلی‌متر 7mm	با دستگاه خشک کن Artificial Dry	5a	2.532a	1.275a	78.875a
		هواخشک Air Dry	4.8ab	2.315ab	0.63de	77.64ab
بلال دوم Second Ear	۶ میلی‌متر 6mm	با دستگاه خشک کن Artificial Dry	5a	1.663cd	0.39f	69.312e
		هواخشک Air Dry	4.55b	2.108abc	0.63de	74.67cd
	۷ میلی‌متر 7mm	با دستگاه خشک کن Artificial Dry	5a	1.806bcd	0.812c	72.7d
		هواخشک Air Dry	4.6b	2.498a	0.695d	75.6bc

در هر ستون میانگین‌هایی که حروف مشترک دارند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

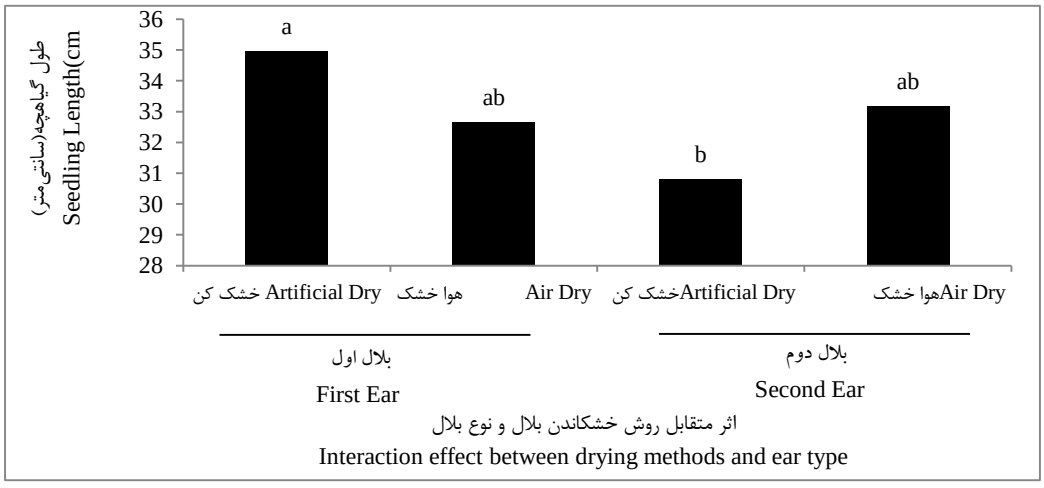
Means of each parameter in each treatment with similar letters are not significantly different (Duncan 5%)

بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر متقابل نوع بلال و اندازه بذر بر طول گیاهچه در آزمون جوانه‌زنی استاندارد که بین بذر ۶ میلی‌متر بلال اول و بلال دوم و بذر انـدازه ۷ میلـی‌متـر بـلال اول اخـتلاف معنـی‌داری وجـود نداشت، هرچند بیشترین طـول گیاهچـه ۳۴/۴۸ سـانتی‌متـر مربوط بـه بـذر ۷ میلـی‌متـر بـلال اول بـود. کمتـرین طـول گیاهچـه ۳۰/۴۲ سـانتی‌متـر در بـذر ۷ میلـی‌متـر بـلال دوم مشاهده گردید (شکل۱). همچنین با مشاهده نتایج مقایسـه میانگین اثر متقابل نوع بلال و روش‌هـای خشـکاندن بـلال مشـخص گردیـد کـه بیشـترین طـول گیاهچـه ۳۴/۹۵۸ سانتی‌متر در بلال اول خشکانده شده با دستگاه خشک کن بود. کمترین طول گیاهچه ۳۰/۸۱۵ سانتی‌متر در بـلال دوم خشکانده شده با دستگاه خشک کن مشاهده شد. بین بلال اول و دوم خشکانده شده بـه روش هـوا خشـک اخـتلاف معنی‌داری دیده نشد (شکل۲). گزارش شـد در بـذر ذرت طول گیاهچه و شاخص طـولی بنیـه گیاهچـه تحـت تـأثیر شکل و اندازه بذر قرار گرفتند و مشخص شد که بـذرهای پهن و بزرگ ذرت بیشترین طول گیاهچه و شاخص طولی بنیه گیاهچه داشتند (هاشمی فشارکی و همکاران، ۱۳۹۵).



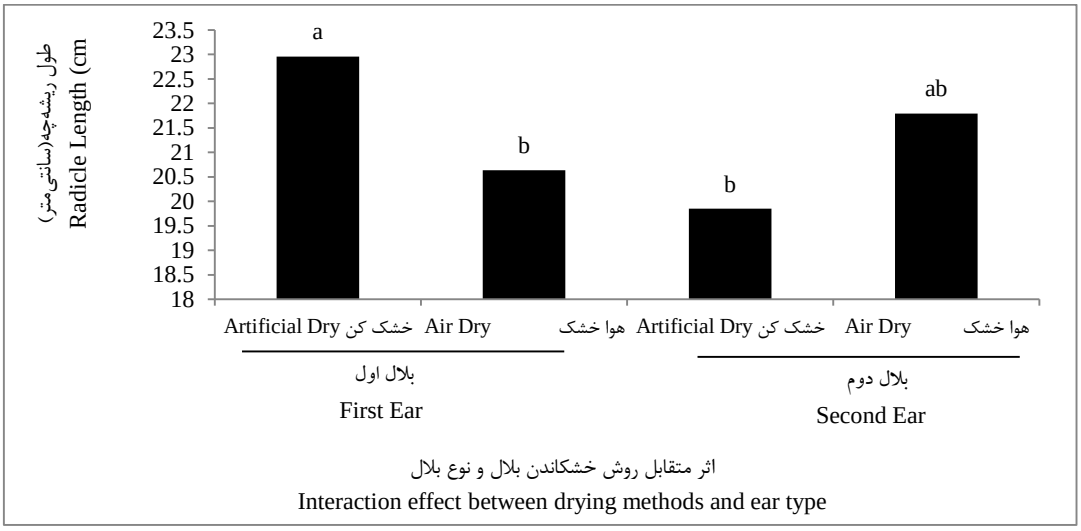
شکل۱- اثر متقابل تیمارهای اندازه بذر و نوع بلال بر شاخص طول گیاهچه بذر ذرت هیبرید ماکسیما

Fig. 1- Interaction effect between seed size and ear type on seedling length



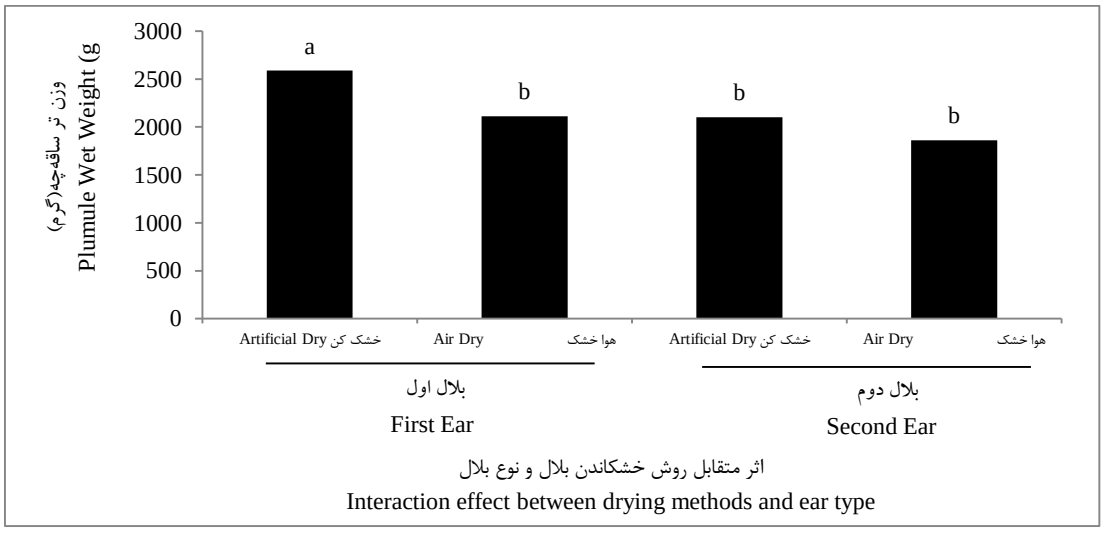
شکل۲-اثر متقابل تیمارهای نوع بلال و روش خشکاندن بلال بر شاخص طول گیاهچه بذر ذرت هیبرید ماکسیما

Fig. 2- Interaction effect between ear type and drying methods on seedling length



شکل ۳- اثر متقابل تیمارهای نوع بلال و روش خشکاندن بلال بر شاخص طول ریشه‌چه بذر ذرت هیبرید ماکسیما

Fig. 3- Interaction effect between ear type and drying methods on radicle length



شکل ۴- اثر متقابل تیمارهای نوع بلال و روش خشکاندن بلال بر شاخص وزن تر ساقه‌چه بذر ذرت هیبرید ماکسیما

Fig. 4- Interaction effect between ear type and drying methods on radicle length

همانطور که نتایج اثر متقابل نوع بلال و روش‌های خشکاندن بلال مشخص کرد که بیشترین طول ریشه‌چه ۲۲/۹۵۷ سانتی‌متر در بلال اول خشکانده شده با دستگاه خشک کن و کمترین ۱۹/۸۵ سانتی‌متر در بلال دوم خشکانده شده با دستگاه خشک کن مشاهده گردید(شکل۳). اندازه بذر بر طول ریشه‌چه تأثیر معنی‌داری نداشت، اگرچه کمترین طول ریشه‌چه در بذرهای کوچک بذر گندم مشاهده گردید (Forouzi *et al*., 2015). در یولاف گزارش شده است که بذرهای متوسط و بزرگ تفاوت معنی‌داری از نظر طول ریشه‌چه ندارند، اما بلندترین طول ریشه‌چه در بزرگترین بذرها و کوتاه‌ترین طول ریشه‌چه در کوچک‌ترین بذرها مشاهده شد (Mut and Akay, 2010). در آزمایشی که بر روی ارقام مختلف جو انجام شد، نتایج نشان داد که طول ریشه‌چه و ساقه‌چه تحت تأثیر اندازه بذر قرار نمی‌گیرد (Gharoobi, 2011).

مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر متقابل نوع بلال و روش‌های خشکاندن بلال نشان داد که بیشترین وزن تر ساقه‌چه (۲۵۸۷ میلی‌گرم) در بلال اول خشکانده شده با دستگاه خشک کن مشاهده شد، اما کمترین وزن تر ریشه‌چه (۱۸۶۰ میلی‌گرم) مربوط به بلال دوم خشکانده شده به روش هواخشک بود. اختلاف معنی‌داری بین بلال اول و دوم خشکانده شده به روش هواخشک و بلال اول خشکانده شده با دستگاه خشک کن وجود نداشت (شکل۴). گوپتا و همکاران گزارش کردند که دمای خشکاندن بذر، سرعت باد و رطوبت اولیه بذر بر صفات جوانه‌زنی بذر گندم تأثیر معنی‌داری داشت (Gupta *et al.*, 2002).

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که روش خشکاندن بلال با دستگاه خشک کن، بهترین روش خشکاندن بلال است. همچنین در شرایط نامساعد محیطی بهتر است تا بذرها غربال شده و از بذر اندازه هفت میلی‌متر بلال اول و دوم برای کشت استفاده شود. در مناطق با طول دوره رشد مناسب که بلال‌ها در مزرعه خشکانده می‌شوند، می‌توان از بذر اندازه هفت میلی‌متر هر دو بلال استفاده نمود. پیشنهاد می‌شود در شرایطی که بلال با رطوبت بالا برداشت می‌شود و با دستگاه خشک می‌شود، بلال‌های اول و دوم به‌صورت جداگانه فرآوری شوند.

منابع

Reference

Akbari, G.H.A., M.G. Pirbalouti, M.N. Farahani, and M. Shahverdi. 2004. Effect of harvesting time on soybean seed germination and vigor. JAS. 6: 9-18.

Akram Ghaderi, F., B. Kamkar, and A. Soltani. 2008. Seed Science and technology. Mashhad University Press.

Aliabadi Farahani, H., M. H. Lebaschi, A. H. Shiranirad, A. R. Valadabadi, and J. Daneshian. 2008. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi, different levels of phosphorus and drought stress on water use efficiency, relative water content and proline accumulation rate of coriander (*Coriandrum sativum* L.). JMPR. 2(6): 125-131.

Babiker, L, M.E. Dulloo, M. A. Mustafa, and E.Tahir. 2010. Effects of low cost drying methods on seed quality of Sorghum bicolor. AJPS. 4(9): 339-345.

Emam, Y., and M. Niknejad. 2011. An introduction to the physiology of crop yield. Third Edition, Shiraz University Press, Shiraz, Iran. (In Persian)

Franco, O.L., D.J. Rigden, F.R. Melo, and M.F. Grossi-de-Sá. 2002. Plant α-amylase inhibitors and their interaction with insect α-amylases. Eur. J. Biochem. 269(2): 397–412.

Forouzi,M., S.M.R. Ehteshami, M. Esfahani, and M. Rabiee. 2015. Effect of seed size on emergence rate, germination indices, seedling growth and yield of four bread wheat cultivars. C.R. No.1: 67-82.

Gharoobi, B. 2011. Effects of seed size on seedlings characteristics of five barley cultivars. IJPP. 1(4): 265-270.

Gharineh, M.H., and A. Moshatati. 2012. Effect of grain weight on germination and seed vigor of wheat. IJACS. 4(8): 458-460.

Gunaga, R., and R.Vasudeva. 2011. Influence of seed size on germination and seedling growth in Mammea Suriga. Kernataka J. Agric. Sci. 24(3): 221-244.

Gupta, P. K., H.S. Balyan, K.J. Edwards, P. Isaac, V. Korzun, M. Röder, M.F. Gautier, P. Joudrier, A. R. Schlatter, J. Dubcovsky, R.C. De la Pena, M. Khairallah, G. Penner, M. J. Hayden, P. Sharp, B. Keller, R.C.C. Wang, J P. Hardouin, P. Jack, and P. Leroy. 2002. Genetic mapping of 66 new microsatellite (SSR) in bread wheat. Theor. Appl. Genet.105:413-422.

Kaya, C., A. L. Tuna, A. M. Okant. 2010. Effect of foliar applied kinetin and indole acetic acid on maize plants grown under saline conditions. Turk. J. Agric. For. 34: 529–538.

Kaaya, A.N and W. Kyamuhangire. 2006. The effect of storage time and agro ecological zone on mold incidence and aflatoxin contamination of maize from traders in Uganda. INT J FOOD MICROBIO. 110: 217–223.

Khazaei, J. 2009. Influence of impact velocity and moisture content on mechanical damage of white kindey beans under impact loadings Cercetari agronomice in Moldova (Romania). 1(137): 5-18.

Mathews, S and M. Khajeh Hosseini. 2006. Mean germination time as an indicator of emergence performance in soil of seed lots of maize (*Zea mays* L.). SST. 34: 339-347.

Moshatati, A., A. Hejazi, M.H. Kian Mehr, S.A. Sadat Noori and M.H. Gharineh. 2009. Effect of seed weight on germination and growth of wheat (*Triticum aestivum* L.) seedling in Pishtaz variety. EJCP. 2(1): 137-144. (In Persian)

Mut, Z. and H. Akay. 2010. Effect of seed size and drought stress on germination and seedling growth of naked oat. BJAS. 16(4): 459-467.

Ohms, J.P. 1987. Determination of seed purity of hybrid wheat varieties using electrophoresis of seed proteins. International the 99th VDLUFA Congr. Proc.

Oskouie,B., E. Majid Hervan, A. Hamidi, F. Moradi, A. Moghadam. 2014. Study on seed vigor determination in hybrid corn single cross 704. Bulletin of Environment, Pharmaecol. Life Sci. 3(6): 207-210.

Perry, D. A. 1977. A vigour test for seeds of barley (*Hordeum vulgare*). Based on measurement of plumule growth. SST. 5: 709-719.

Rafiee, G. R., C. R. Saad, M. S. Sijam, K. Ismail, M. R. Yusop. 2002. Use of aquaculture wastewaters as nutrient solutions for growth of lettuce (*Lactuca sativa var longifolia*). Proceeding of Asia-Pacific Conference on marine Science and technology, Marine Science into the New Millennium, Kuala Lumpur, Malaysia. 1: 354 – 360.

Sahai, S. 2014. Coping with climate change. Gene Campaign, New Delhi, India.

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. SST. 30: 51-60.

Tavakkoli Kakhki, H.R., A.R. Beheshti, and M. Kazemi. 2010. Effect of seed size on seed vigour indices in wheat different cultivars. IJFCR. 8(2): 194-202.