

## ارزیابی رطوبت‌های مختلف بذر در هنگام برداشت بر شاخص‌های جوانه‌زنی ارقام ذرت مبتنی بر آزمون استاندارد و پیری تسریع شده

کوروش رهبری<sup>۱</sup>، مهدی مدن دوست<sup>۲\*</sup>، فرهاد مهاجری<sup>۳</sup>، محمد رحیم اوجی<sup>۳</sup>

۱. دانش آموخته دکتری زراعت، واحد فسا، دانشگاه آزاد اسلامی، فسا، ایران

۲. دانشیار گروه زراعت، واحد فسا، دانشگاه آزاد اسلامی، فسا، ایران

۳. استادیار گروه زراعت، واحد فسا، دانشگاه آزاد اسلامی، فسا، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۲۰؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۰۲)

### چکیده

زمان نامناسب برداشت باعث تولید بذر با کیفیت پایین می‌گردد، زیرا در این شرایط نشت مواد از پوسته بذر افزایش می‌یابد. بنابراین تعیین رطوبت مناسب بذر در هنگام برداشت اهمیت بسزایی دارد. این پژوهش در دو سال شامل سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل اول سه رقم ذرت (AS71، Simon، KSC703) و عامل دوم چهار زمان برداشت از نظر درصد رطوبت دانه (۳۰، ۳۵، ۴۰ و ۴۵ درصد) بود. نتایج نشان داد که بیشترین هدایت الکتریکی در تیمار برداشت زود هنگام با رطوبت ۴۵ درصد و کمترین هدایت الکتریکی بذرهاى ذرت در تیمار ۳۰ درصد رطوبت در زمان برداشت مشاهده شد. برداشت زود هنگام با رطوبت ۴۵ درصد سبب کاهش زنده‌مانی، درصد و سرعت جوانه‌زنی بذرهاى ذرت گردید. بیشترین زنده‌مانی بذرهاى ذرت در رطوبت ۳۵ درصد در زمان برداشت در رقم AS71 مشاهده شد. جوانه‌زنی بذرهاى ذرت ارقام Simon و KSC703 در تیمار ۳۰ درصد رطوبت در زمان برداشت با ۳۵ و ۴۰ درصد رطوبت اختلاف آماری معنی‌داری نشان نداد. تیمار ۴۵ درصد رطوبت در زمان برداشت سبب تاخیر در سرعت جوانه‌زنی شده است. در مجموع با توجه به کاهش پاسخ جوانه‌زنی در رطوبت‌های بالا در زمان برداشت برای آزمون‌های استاندارد و پیری تسریع شده، رطوبت ۳۰ و ۳۵ درصد در زمان برداشت جهت تولید بذر با کیفیت برای ذرت توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: تترازولیوم، هدایت الکتریکی، ذرت، زمان برداشت

## Investigating different seed moisture at harvesting time on germination indices of corn varieties based on the standard and aging acceleration test conditions

K. Rahbari<sup>1</sup>, M. Madandoust<sup>2\*</sup>, F. Mohajeri<sup>3</sup>, M.R. Owji<sup>3</sup>

1. Ph.D Graduated in Agronomy, Fasa Branch, Islamic Azad University, Fasa, Iran

2. Associate Professor of agronomy, Fasa Branch, Islamic Azad University, Fasa, Iran

3. Assistant Professor of agronomy, Fasa Branch, Islamic Azad University, Fasa, Iran

(Received: Jan. 09, 2021 – Accepted: May 23, 2021)

### Abstract

The improper harvesting time can result in producing poor quality seed because leakage from the seed coat increases under these conditions. As such, it is critical to determine the proper seed moisture at the harvesting time. This study is included two years conducted in 2018 and 2019 as a factorial in the form of a randomized complete design under three replications. The first factor contains three corn varieties (Simon, AS71 and KSC703) whereas the second factor contains four harvesting times in terms of the seed moisture content (30, 35, 40 and 45%). The obtained results indicate that the highest electrical conductivity is observed in the early harvest treatment with 45% moisture, whereas the lowest electrical conductivity of corn seeds is observed in the treatment with 30% moisture at the harvesting time. The early harvest with 45% moisture decreases the viability as well as the percentage and germination rate of corn seeds. The highest viability of corn seeds at 35% moisture at the harvesting time is observed in AS71 varietie. Moreover, the germination of corn seeds of the Simon and KSC703 varieties did not reveal a statistically significant difference in the treatment of 30% moisture at the harvesting time with 35% and 40% moisture. The treatment with 45% moisture delayed the germination rate. In general, due to the reduction in the germination response at high moisture content at maturity time for standard and aging acceleration test, 30 and 35% moisture content at maturity time were found to be appropriate to produce high quality corn seeds.

**Keywords:** Corn, Electrical conductivity, Harvesting time, Tetrazolium

\* Email: mehdimadandoust@yahoo.com

## مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی از خانواده غلات است که در اکثر کشورهای جهان کشت می‌شود. تولید ذرت در سال ۲۰۲۰ تقریباً حدود ۱۴ درصد از سطح زمین‌های زراعی جهانی را اشغال کرده است (FAO, 2020). پیش‌بینی مبنی بر محدودیت تولید مواد غذایی برای جمعیت رو به رشد جهان برای جمعیت ۹ میلیارد در سال ۲۰۵۰ وجود دارد. بنابراین ذرت پتانسیل مناسبی جهت تامین تقاضای مواد غذایی بخش عمده‌ای از کشورهای در حال توسعه را دارد (Ricetto et al., 2020).

برای حصول عملکرد مناسب در گیاهان زراعی، استفاده از بذور با کیفیت بالا ضروری است؛ چرا که جوانه‌زنی بذر از مهمترین مراحل رشدی گیاهان زراعی است و در صورتی با موفقیت پشت سر گذاشته می‌شود که از بذرهایی با کیفیت بالا استفاده شود (Rifna et al., 2019). کیفیت بذر بیانگر تأثیر توأم شرایط محیطی تولید بذر و شرایط برداشت و انبارداری آن می‌باشد (Moncaleano-Escandon et al., 2013). در اکثر گیاهان، بذر پیش از بلوغ و رسیدگی فیزیولوژیک قادر به جوانه‌زنی است، به طوری که بعضی از بذرها توانایی جوانه‌زنی خود را تنها چند روز پس از لقاح و قبل از زمان معمول برداشت بدست می‌آورند (Cruz-Tejada et al., 2018). برداشت زود هنگام بذر می‌تواند منجر به کاهش قوه نامیه و قدرت بذر گردد. با این وجود با افزایش اندازه و پیشرفت رسیدگی بذر به تدریج قوه نامیه و قدرت بذر افزایش می‌یابد. به طوری که رسیدگی بذر تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر کیفیت بذر، قابلیت نگهداری بذر و قدرت بذر دارد (Creech et al., 2018). خشک شدن در هنگام رسیدگی بذر جزء جدایی ناپذیری از مراحل تکوین قابلیت جوانه‌زنی بذر محسوب می‌گردد، به طوری که کاهش رطوبت بذر پس از مرحله رسیدگی

فیزیولوژیک یا به عبارتی رسیدگی برداشت، قوه نامیه بذر افزایش می‌یابد. بنابراین افزایش درصد جوانه‌زنی و کیفیت بذر توأم با میزان مناسب رطوبت در بذر حاصل می‌گردد (Carvalho et al., 2019; Duquette and Kimball, 2019). از سوی دیگر تأخیر در برداشت بذر موجب افت قابل توجه کیفیت بذر به علت فرسودگی بذر، ناشی از عوامل محیطی نامساعد در هنگام برداشت، شکستگی بذر و صدمه به جنین در هنگام برداشت می‌شود. بنابراین تعیین زمان مناسب برداشت اثرات موفقیت آمیزی بر کیفیت بذر گیاهان دارد (Benaseer et al., 2018). تحقیقات نشان می‌دهد که بالاترین درصد جوانه‌زنی و بنیه بذر ذرت متعلق به بذرهایی بود که در رطوبت ۳۰ درصد برداشت شدند. از سوی دیگر رطوبت ۱۵ درصدی بذرها منجر به کاهش ۱۴ درصدی گیاهچه‌های عادی در بذرهایی ذرت شد و بر ترکیبات ذخیره‌ای بذر نیز تأثیر منفی گذاشت (Oskouei et al., 2018). گزارش‌های محققان بیانگر این واقعیت است که نقش شرایط محیطی بر زمان برداشت بذر از طریق تأثیر بر فرآیند پیری و فرسودگی بذر صورت می‌گیرد (Rao et al., 2017). مطالعه اثرات محیطی به ویژه به علت اثر برهم کنش آن با میزان رطوبت بذر امکان تولید بذر دارای کمیت و کیفیت مطلوب امکان پذیر می‌گردد (Elias et al., 2012).

با توجه به اینکه بذرهایی دارای قابلیت جوانه‌زنی بالا برای جوانه‌زنی الزاماً در مزرعه از جوانه‌زنی کافی برخوردار نبوده و تعداد گیاهچه‌های کمتر در مزرعه ایجاد می‌کنند، لذا تعیین بنیه بذر با آزمون‌های مختلف بذر از اهمیت خاصی برخوردار است (Hassan and Hassan, 2018). ساده‌ترین ارزیابی‌ها جهت تعیین کیفیت بذر با استفاده از آزمون جوانه‌زنی استاندارد صورت می‌گیرد. در عین حال استفاده از این آزمون در شرایط بروز تنش‌های محیطی در مزرعه، تخمین قابل قبولی را موجب نمی‌شود. لذا آزمون‌های مختلف همراه با آزمون جوانه‌زنی استاندارد می‌تواند ارزیابی‌های دقیق‌تری را به همراه داشته باشد

دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۱۸ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۴۲۰ متر از سطح دریا انجام گردید. این پژوهش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار بصورت تجزیه مرکب انجام شد. عامل اول سه رقم ذرت (AS71، Simon) و KSC703 و عامل دوم چهار زمان برداشت از نظر درصد رطوبت دانه (۳۰، ۳۵، ۴۰ و ۴۵ درصد) بود.

### اجرای آزمایش

ارقام مختلف بذر ذرت از شرکت توسعه کشت بذر ذرت تهیه شد. تاریخ کاشت بذرها ۱۰ اردیبهشت در دو سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ و برداشت گیاه در آبان ماه برای هر دو سال انجام گرفت. کاشت بذرها روی ردیف‌های کاشت، به طول ۵ متر و فاصله ردیف‌ها ۷۵ سانتی‌متر و تراکم ۹ بوته در متر مربع بود. هر کرت شامل ۴ ردیف کاشت بود. به طوری که در هر کرت ۲ ردیف حاشیه پایه پدری و دو ردیف وسط پایه مادری بود. بلال‌های پایه مادری برای محافظت از گرده‌های غریبه بلافاصله بعد از ظهور با پاکت پوشانده گردید. از زمان پذیرش دانه گرده بلال‌های مذکور (مصادف با شروع گرده افشانی گل‌های نر ردیف‌های پدری) پاکت‌هایی برای یک شب روی گل‌های نر قرار گرفته تا گرده جمع‌آوری شد. سپس پاکت حاوی گرده روی بلال ردیف‌های وسط قرار گرفت تا لقاح صورت گیرد. برای اطمینان از بسته شدن کامل دانه‌ها در ردیف‌ها (جلوگیری از کچلی) جمع‌آوری گرده برای سه شب تکرار شد. در انتها برای حفظ بلال‌ها، پاکت تا پایان دوره گرده‌افشانی باقی ماند. در زمان رسیدن بلال‌ها به رطوبت‌های مورد نظر بذرها برداشت شد. برای اندازه‌گیری رطوبت بذر به طور مداوم رطوبت به وسیله دستگاه رطوبت‌سنج دیجیتالی تعیین گردید (ISTA, 2008). سپس بذرها از بلال جدا گردید. برای اعمال آزمون پیری تسریع شده، بذرها برای مدت ۷۲ ساعت در دمای ۴۳ درجه سلیسیوس و رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد قرار گرفت (AOSA, 1983). بذرها روی یک

(van de Venter, 2001). آزمون‌های بنیه بذر شرایط محیطی مزرعه را به طور مصنوعی ایجاد کرده و جوانه‌زنی بذرها و ظهور گیاهچه را در تنش‌های مزرعه‌ای تعیین می‌کنند (Marcos Filho, 2015). آزمون‌های زیادی برای بررسی بنیه بذر وجود دارد که تنها تعداد محدودی از آنها مورد قبول متخصصان بذر و موسسات آزمون بذر است (Rezvani *et al.*, 2017; AOSA, 1983). از جمله این آزمون‌ها می‌توان به آزمون پیری تسریع شده اشاره کرد (ISTA, 2012). محققان اثر آزمون پیری تسریع شده بر پارامترهای جوانه‌زنی و رشد گیاهچه دو رقم ذرت بررسی کردند. نتایج نشان داد که اثر زوال بذر بر تمامی صفات مورد مطالعه، شامل درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ساقه چه، نسبت رشد آلومتریکی و شاخص بنیه طولی گیاهچه معنی‌دار بود، اما اثر معنی‌داری بر صفات رشد گیاهچه نداشت (Nahofte Esterabad *et al.*, 2016).

بر اساس حقایق بیان شده نکته مهم در تولید بذر گیاهان، بهبود شاخص‌های مختلف جوانه‌زنی با تعیین رطوبت مناسب بذر در هنگام برداشت است. گزارش‌های محققان نشان می‌دهد که برداشت در زمان مناسب اثرات موفقیت آمیزی بر کیفیت و قابلیت جوانه‌زنی بالای بذر در شرایط نرمال دارد. با این حال فقدان دانش علمی در رابطه با اثر عوامل محیطی بر بنیه بذر گیاهان وجود دارد. از این رو مدیریت بهتر زمان برداشت تحت شرایط آزمون پیری تسریع شده بخشی از نوآوری این پژوهش خواهد بود که می‌تواند در چشم‌انداز برای تولیدکنندگان بذر ذرت مفید باشد. بنابراین در این پژوهش ارزیابی رطوبت‌های مختلف بذر ذرت در هنگام برداشت تحت شرایط آزمون جوانه‌زنی استاندارد و پیری تسریع شده مورد بررسی قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

#### طراحی آزمایش و تیمارها

این آزمایش در دو سال شامل سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در شهرستان کرمانشاه، با طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۴

هر رقم و هر تیمار به مدت ۱۸ ساعت در آب با دمای ۲۰ درجه سلسیوس خیسانده شده و سپس این بذور به مدت ۱۸ ساعت در محلول کلرید تترازولیوم ۱ درصد با دمای ۳۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند. سپس بذور، شسته شده و رنگ پذیری آنها بررسی شدند (ISTA, 2003).

### شاخص‌های جوانه‌زنی

ابتدا بذرها پس از ضدعفونی با محلول هیپوکلریت سدیم پنج درصد به مدت ۳۰ ثانیه، سپس با آب مقطر شستشو شدند. سپس در پتری دیش استریل یکبار مصرف ۱۲ سانتی‌متری قرار گرفت. داخل هر پتری دیش یک کاغذ صافی واتمن شماره یک قرار داده شد و ۵ میلی‌لیتر آب مقطر به درون هر پتری ریخته شد. سپس پتری دیش‌ها با ۲۵ عدد بذر را در داخل انکوباتور در دمای  $25 \pm 1$  درجه سلسیوس گرفت. پنج روز بعد از شروع آزمایش نیز مجدداً ۵ میلی‌لیتر آب مقطر به پتری‌ها اضافه گردید. شمارش بذرهای جوانه زده هر ۲۴ ساعت انجام شد. طول مدت آزمون جوانه‌زنی استاندارد براساس قوانین ایستا ۱۰ روز در نظر گرفته شد (ISTA, 2017). برای محاسبه حداکثر جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی از نرم‌افزار Germin استفاده شد (Soltani et al., 2002). در این برنامه زمان تا شروع ۵۰ درصد جوانه‌زنی (H50) با استفاده از روش درون‌یابی خطی در منحنی جوانه‌زنی جمع‌عی محاسبه شد.

سرعت جوانه‌زنی ( $R_{50}$ ) به صورت عکس زمان رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی از طریق معادله ۱ مورد بررسی قرار گرفت.

$$\text{معادله ۱} \quad R_{50} = 1/H_{50} \quad (\text{سرعت جوانه‌زنی})$$

همچنین خصوصیات جوانه‌زنی  $H_{05}$  (زمان تا ۵ درصد جوانه‌زنی)،  $H_{10}$  (زمان تا ۱۰ درصد جوانه‌زنی)،  $H_{50}$  (زمان تا ۵۰ درصد جوانه‌زنی)،  $H_{90}$  (زمان تا ۹۰ درصد جوانه‌زنی) و  $H_{95}$  (زمان تا ۹۵ درصد جوانه‌زنی) برای آزمون پیری تسریع شده تعیین گردید (Soltani et al., 2002).

توری سیمی از جنس آلومینیوم قرار داده شد و به درون ظرف‌های پلاستیکی که از قبل در داخل آنها آب مقطر ریخته شده، منتقل شدند (به‌طوری که بذرها با آب تماس نداشته باشند) و سپس ظرف‌ها برای مدت ۷۲ ساعت در دمای ۴۰ درجه سلسیوس در انکوباتور قرار گرفتند. بعد از اعمال فرسودگی بذر، ارزیابی جوانه‌زنی انجام گردید (AOSA, 1983). لازم به ذکر است که بذرها علاوه بر روش آزمون پیری تسریع شده با آزمون استاندارد جوانه‌زنی هم محاسبه شد. به طوری که بذرهایی که برای آزمون استاندارد جوانه‌زنی استفاده شد، فرایند پیری تسریع شده روی آن صورت نگرفت.

### اندازه‌گیری صفات

#### هدایت الکتریکی

برای انجام هدایت الکتریکی از هر تیمار ۳ تکرار ۱۰۰ بذری به صورت تصادفی جدا گردید. در ابتدا وزن نمونه‌ها اندازه‌گیری شدند. سپس نمونه‌ها به صورت جداگانه در داخل ظروف در بسته با فویل آلومینیومی حاوی ۱۰۰ میلی‌لیتر آب دوبار تقطیر، به مدت ۲۴ ساعت غوطه‌ور شدند و یک ظرف محتوی آب دو بار تقطیر شده بدون بذر نیز به عنوان شاخصی از کیفیت آب (شاهد) در نظر گرفته شد. ۲۴ ساعت قبل از انجام آزمایش ظروف محتوی آب دوبار تقطیر شده در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا از لحاظ دما به تعادل برسند. بعد از مدت ۲۴ ساعت با استفاده از دستگاه هدایت‌سنج (EC متر)، هدایت الکتریکی هر ظرف اندازه‌گیری شد. سپس میزان هدایت الکتریکی هر گرم نمونه بذر با استفاده فرمول هدایت الکتریکی تعیین شد، که به صورت عدد خوانده شده از EC متر تقسیم بر وزن خشک ۱۰۰ عدد بذر بدست آمد. در پایان هدایت الکتریکی بر اساس درصد گزارش شد (ISTA, 2003).

#### تترازولیوم

به منظور انجام آزمایش تترازولیوم و مقایسه میزان حیات بذور و درصد بافت‌های زنده سه تکرار ۲۰ تایی از

### تجزیه آماری

داده‌ها برای آزمون‌های مختلف با فرض تصادفی بودن اثر سال با استفاده از نرم افزار آماری SAS نسخه ۹/۱ مورد تجزیه مرکب قرار گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها نیز با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد صورت گرفت.

### نتایج و بحث

#### هدایت الکتریکی و زنده‌مانی با تترازولیوم

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که برای آزمون استاندارد و پیری تسریع شده، اثر ارقام و محتوای رطوبت در زمان برداشت بر هدایت الکتریکی و زنده‌مانی با تترازولیوم معنی دار بود. همچنین اثر سال و برهم کنش ارقام و محتوای رطوبت در زمان برداشت بر این صفات معنی دار شد (جدول ۱).

نتایج برهم کنش تیمارها نشان داد که کمترین هدایت الکتریکی ارقام مختلف در تیمار برداشت دیر هنگام با رطوبت ۳۰ درصد در سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ مشاهده شد که با ۳۵ درصد رطوبت اختلاف آماری معنی داری نشان نداد. (جدول ۲). از سوی دیگر بیشترین هدایت الکتریکی بذره‌های ذرت در سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در تیمار ۴۵ درصد رطوبت در زمان برداشت مشاهده شد (جدول ۲). ارزیابی بذرها نشان داد که در آزمون استاندارد، کمترین هدایت الکتریکی در رطوبت‌های مختلف برداشت در رقم Simon مشاهده شد (جدول ۲). همچنین نتایج بدست آمده دیگر نشان داد که در آزمون پیری تسریع شده، رقم Simon میزان هدایت الکتریکی کمتری در رطوبت ۴۵ درصد نشان داد. آزمون پیری تسریع شده سبب افزایش نشت مواد از غشای سلولی بذر شده است. بنابراین هدایت الکتریکی در بذره‌های با آزمون پیری تسریع شده بیشتر بود.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برای صفات مورد بررسی با آزمون استاندارد و پیری تسریع شده

Table 1- Analysis of variance (mean square) for studied traits with standard test and aging acceleration

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی DF	هدایت الکتریکی Electrical Conductivity		زنده مانی با تترازولیوم Viability by Tetrazolium		حداکثر جوانه‌زنی Germination Max		سرعت جوانه‌زنی Germination Rate	
		استاندارد Standard	پیری Aging	استاندارد Standard	پیری Aging	استاندارد Standard	پیری Aging	استاندارد Standard	پیری Aging
ارقام Variety	2	146.1 **	140.2 **	84.6 **	45.5 ns	34.6 **	31.4 ns	0.00002 **	0.000002 **
رطوبت در زمان برداشت Moisture content in harvest	3	1770 **	2160.1 **	380.5 **	882.8 **	380.5 **	937.3 **	0.000008 **	0.000003 **
ارقام × رطوبت در زمان برداشت Variety × Moisture content in harvest	6	108 *	116.9 **	26.4 *	78.7 **	26.4 *	74.0 *	0.0000003 ns	0.0000006 ns
سال Year	1	9.3 ns	308.3 **	46.7 *	234.7 **	46.7 *	171.1 *	0.000004**	0.0000006 ns
ارقام × سال Variety × Year	2	3.3 ns	404.0**	9.3 ns	190.7 **	9.3 ns	174.0 **	0.000001*	0.0000001 ns
تکرار × سال Repeat × Year	2	106.6	123.1	25.6	98.2	25.6	93.5	0.0000010	0.0000005
رطوبت در زمان برداشت × سال Moisture content in harvest × Year	3	1.8 ns	15.6 ns	15.2 ns	27.4 ns	15.2 ns	16.1 ns	0.0000006 ns	0.0000002 ns
ارقام × رطوبت در زمان برداشت × سال Variety × Moisture content in harvest × Year	6	14.9 ns	10.3 ns	4.2 ns	33.1 ns	4.2 ns	20.1 ns	0.000001 ns	0.0000007 ns
خطا Error	48	20.5	19.9	9.0	22.9	9.0	27.0	0.0000005	0.0000004
ضریب تغییرات C.V (%)	-	26.2	9.5	3.2	5.6	3.2	6.6	10.0	8.5

\*, \*\*, ns و ns به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم معنی دار.

\* \*\*, ns and ns is significant at the 5 and 1 percent probability level, respectively and non-significant

جدول ۲- مقایسه میانگین برهم کنش ارقام و محتوای رطوبت در زمان برداشت برای هدایت الکتریکی، زنده‌مانی با تترازیولوم و حداکثر جوانه‌زنی با آزمون استاندارد و آزمون پیری تسریع شده (۱۳۹۸ و ۱۳۹۷)

Table 2- Comparison of mean interactions of variety and moisture content in harvest on electrical conductivity, viability by tetrazolium and germination max with standard test and aging acceleration test (2018 and 2019)

ارقام Variety	رطوبت در زمان برداشت Moisture in harvest (%)	هدایت الکتریکی Electrical Conductivity (%)				زنده‌مانی با تترازیولوم Viability by Tetrazolium (%)				حداکثر جوانه‌زنی Germination Max (%)			
		استاندارد		پیری		استاندارد		پیری		استاندارد		پیری	
		Standard	Aging	Standard	Aging	Standard	Aging	Standard	Aging	Standard	Aging	Standard	Aging
		۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019
Simon	30	6.6 d	4.6 d	36.6 f	34.6 fg	98.3 a	100 a	88.3 abc	84 a	98 a	100 a	84 ab	82 abcd
	35	9.3 cd	7.3 cd	38.6 ef	37.3 efg	96.3 ab	100 a	84.6 bc	80 abc	96 ab	100 a	80 abc	80 a-e
	40	18.6 bc	22 b	48.6 de	47.3 bed	93.3 abc	96.6 bcd	81.6 cd	77 a-d	93 abc	96 abc	77 bc	76 b-e
	45	22 ab	25.3 ab	52.0 cd	52.0 ab	90 bc	93.3 cd	77.3 d	72 cd	90 bc	93 cd	72 cd	70 de
AS71	30	7.3 d	6.6 cd	37.3 f	22.3 h	98.3 a	99.3 ab	91.6 a	94 a	98 a	99 ab	86 a	89 a
	35	8.6 cd	11.3 cd	38.6 ef	31.3 g	97.3 ab	96 bc	87.0 abc	92 ab	97 ab	96 bc	82 ab	87 a
	40	23.3 ab	24 ab	64.0 ab	50.0 bc	93.3 abc	94 c	67.6 e	68 d	93 abc	94 c	68 d	82 abc
	45	30 a	27.3 ab	70.6 a	53.3 ab	88.6 de	93.3 cd	63.3 e	56 e	88 c	93 cd	56 e	70 e
KSC703	30	7.3 d	10.6 cd	37.3 f	41.3 def	100 a	98.6 ab	89.6 ab	84 a	100 a	98 ab	84 ab	86 ab
	35	10 cd	14 c	40.0 ef	44.0 cde	96.6 ab	96 bc	85.0 abc	82 abc	96 ab	96 bc	82 abc	84 abc
	40	27.3 ab	26 ab	52.0 cd	53.3 ab	90.6 bc	90 d	84.3 bc	79 abc	90 bc	90 d	79 abc	80 a-e
	45	30 a	30 a	59.3 bc	58.6 a	81 d	86 e	77.6 d	72 cd	81 d	86 e	72 cd	72 cde
Average	-	16.7	17.4	47.9	43.8	93.6	95.3	81.5	78.3	93.3	95.1	76.8	79.8

میانگین‌هایی دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different by Duncan test at 5% probability level

مختلف شد، اما میزان کاهش آن در تیمار ۴۵ درصد رطوبت در زمان برداشت بیشتر بود (جدول ۲). در هر حال در آزمون پیری تسریع شده در رطوبت ۴۵ درصد در زمان برداشت، بیشترین میزان زنده‌مانی در ارقام Simon و KSC703 و کمترین در رقم AS71 مشاهده شد.

بر اساس نتایج بدست آمده مشاهده گردید که زمان‌های مختلف برداشت سبب تاثیر بر زنده‌مانی و هدایت الکتریکی بذر ذرت شد. تفاوت عمده در تیمارهای مختلف زمان برداشت به دلیل تفاوت در رطوبت بذر است. به طوری که برداشت زود هنگام با رطوبت ۴۰ و ۴۵ درصد با تاثیر بر پایداری غشای بذر، زنده‌مانی و هدایت الکتریکی بذر ذرت را تحت تاثیر قرار می‌دهد. گزارش شده است که زمان

نتایج برهم کنش تیمارها نشان داد که برداشت زود هنگام با رطوبت ۴۵ درصد سبب کاهش زنده‌مانی بذرهای ذرت ارقام مختلف در سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ گردیده است (جدول ۲). بطوریکه زنده‌مانی بذرهای ذرت ارقام مختلف در تیمار ۴۵ درصد نسبت به ۳۰ درصد رطوبتی کاهش معنی‌داری نشان داد. ارزیابی بذرها با تترازیولوم نشان داد که بیشترین کاهش زنده‌مانی بذرهای ذرت در آزمون استاندارد در رطوبت ۴۵ درصد در رقم KSC703 مشاهده شد، هرچند که میزان زنده‌مانی مشابهی در رطوبت ۳۰ درصد در ارقام مختلف وجود داشت (جدول ۲). نتایج بدست آمده دیگر نشان می‌دهد که اگرچه آزمون پیری تسریع شده سبب کاهش زنده‌مانی بذرهای ذرت در ارقام

### شاخص‌های جوانه‌زنی

اثر ارقام و محتوای رطوبت در زمان برداشت بر حداکثر جوانه‌زنی با آزمون استاندارد و آزمون پیری تسریع شده معنی‌دار بود. همچنین اثر سال و برهم‌کنش ارقام و محتوای رطوبت در زمان برداشت بر این صفات معنی‌دار شد (جدول ۱). نتایج برهم‌کنش ارقام و رطوبت در زمان برداشت در سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ نشان داد که در ارقام مختلف، افزایش رطوبت در زمان برداشت سبب کاهش درصد جوانه‌زنی‌زنی با آزمون استاندارد و آزمون پیری تسریع شده گردید (جدول ۲). به‌طوری که بیشترین جوانه‌زنی ذرت در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در رطوبت ۳۰ درصد بدست آمد. همچنین کمترین درصد جوانه‌زنی در تیمار ۴۵ درصد رطوبت در زمان برداشت مشاهده شد (جدول ۲). جوانه‌زنی بذرهای ذرت با آزمون استاندارد و آزمون پیری تسریع شده در تیمار ۳۰ درصد رطوبت در زمان برداشت با ۳۵ درصد رطوبت اختلاف آماری معنی‌داری نشان نداد. از سوی دیگر بالا بودن میزان رطوبت در زمان برداشت به میزان ۴۵ درصد، سبب کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی گردید. در هر حال کاهش واکنش جوانه‌زنی نسبت به درصد رطوبت در زمان برداشت برای آزمون پیری تسریع شده نسبت به استاندارد مشاهده شد. در آزمون پیری تسریع شده در رطوبت ۴۵ درصد در زمان برداشت، بیشترین درصد جوانه‌زنی در ارقام Simon و کمترین در رقم AS71 مشاهده شد.

نتایج نشان داد که برای آزمون استاندارد و پیری تسریع شده، اثر ارقام و محتوای رطوبت در زمان برداشت بر سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار بود، اما برهم‌کنش ارقام و محتوای رطوبت در زمان برداشت بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۱). نتایج نشان داد که بیشترین سرعت جوانه‌زنی در آزمون استاندارد و آزمون پیری تسریع شده به ترتیب در رقم KSC703 و Simon مشاهده شد (جدول ۳). همچنین در آزمون پیری تسریع شده، سرعت جوانه‌زنی ذرت در سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در ارقام Simon و

نامناسب برداشت بذر از طریق تخریب ساختار غشای سلولی در شرایط محیطی سبب کاهش بینه بذر می‌شود (Nyamayevu and Mashingaidze, 2018). بذرهای برداشت شده با رطوبت ۳۰ درصد دچار کمترین فرسودگی قبل از برداشت بوده و بنابراین دارای کمترین هدایت الکتریکی بذر بودند. به‌طور کلی تا زمانی که بذر حداقل مراحل ریخت‌زایی از لحاظ نمو جنین‌زایی الزامی را سپری نکند، جوانه‌زنی حتی در شرایط مساعد تحقق نمی‌یابد (Kermode, 2017). در هر حال زمان نامناسب برداشت و بالطبع آن خسارت‌های مکانیکی در هنگام برداشت، باعث تولید بذوری با کیفیت پایین می‌گردد. بنابراین بذرهای با کیفیت پایین، ساختار غشایی ضعیفی دارند که در مدت آبنوشی، توانایی جذب آب پایینی را دارند. همچنین نشست مواد از اندوخته غذایی افزایش می‌یابد که این امر به علت پوسته آسیب دیده بذور است (Obroucheva et al., 2017). کاهش قوه نامیه و بینه بذر در اثر اضمحلال تمامیت ساختار غشا سیتوپلاسمی سلول‌های بذر گزارش شده است (Rao et al., 2017). آزمون پیری تسریع شده از طریق تغییر در ترکیبات ساختار غشا سلولی در ارقام مختلف سبب تغییر در هدایت الکتریکی و زنده‌مانی بذرها شده است. این ترکیبات به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر عوامل ژنتیکی قرار دارد. بر این اساس، ارزیابی میزان هدایت الکتریکی در ارقام مختلف در آزمون پیری تسریع شده قابل توضیح است. به‌طوری که کاهش هدایت الکتریکی سبب بهبود زنده‌مانی بذرهای ذرت ارقام مختلف شده است. چنین ارتباط مشابهی در بررسی‌های سایر محققین نیز گزارش شده است (Das Virgens et al., 2019). تغییراتی مانند سازوکارهای هورمونی که بعد از رسیدگی فیزیولوژیکی اتفاق می‌افتد، می‌تواند سبب تغییر در زنده‌مانی و جوانه‌زنی بذرها شود. در هر حال بذرهایی که به‌طور کامل فرآیند رسیدگی در آنها اتفاق نیفتاده بیشتر تحت تاثیر تنش‌های محیطی قرار می‌گیرند (Carvalho et al., 2019).

AS71 اختلاف آماری معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳).  
 نتایج دیگر نشان داد که بیشترین سرعت جوانه‌زنی در تیمار ۳۰ درصد رطوبت در زمان برداشت مشاهده شد (جدول ۴). از سوی دیگر کمترین سرعت جوانه‌زنی در ۴۵ درصد رطوبت در زمان برداشت مشاهده شد که با تیمار ۴۰ درصد رطوبت در زمان برداشت تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۴).

جدول ۳- مقایسه میانگین ارقام برای سرعت جوانه‌زنی با آزمون استاندارد و آزمون پیری تسریع شده (۱۳۹۷ و ۱۳۹۸)

Table 3- Comparison of mean variety on germination rate and germination uniformity with standard test and aging acceleration test (2018 and 2019)

ارقام Variety	سرعت جوانه‌زنی (در ساعت) Germination Rate (per hour)			
	استاندارد Standard		پیری Aging	
	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019
Simon	0.0063 b	0.0064 c	0.0079 a	0.0081 a
AS71	0.0067 b	0.0070 b	0.0077 ab	0.0080 ab
KSC703	0.0078 a	0.0088 a	0.0074 b	0.0074 b
Average	0.0069	0.0074	0.0076	0.0078

میانگین‌هایی دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different by Duncan test at 5% probability level.

جدول ۴- مقایسه میانگین محتوای رطوبت در زمان برداشت برای سرعت جوانه‌زنی با آزمون استاندارد و آزمون پیری تسریع شده (۱۳۹۷ و ۱۳۹۸)

Table 4- Comparison of mean moisture content in harvest on germination rate with standard test and aging acceleration test (2018 and 2019)

رطوبت در زمان برداشت Moisture in harvest	سرعت جوانه‌زنی (در ساعت) Germination Rate (per hour)			
	استاندارد Standard		پیری Aging	
	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019	۱۳۹۷ 2018	۱۳۹۸ 2019
30	0.0078 a	0.0080 a	0.0083 a	0.0083 a
35	0.0073 a	0.0080 a	0.0077 b	0.0082 a
40	0.0064 b	0.0066 b	0.0074 bc	0.0074 b
45	0.0062 b	0.0071 b	0.0072 c	0.0075 b
Average	0.0069	0.0074	0.0076	0.0078

میانگین‌هایی دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different by Duncan test at 5% probability level.

و محتوای رطوبت در زمان برداشت بر این صفت معنی‌دار نشد (جدول ۵). کمترین زمان تا شروع ۵، ۱۰، ۵۰، ۹۰ و ۹۵ درصد جوانه‌زنی سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ در رقم Simon

زمان تا شروع درصدهای مختلف جوانه‌زنی (شامل ۵، ۱۰، ۵۰، ۹۰ و ۹۵ درصد) تحت تاثیر اثر ارقام و محتوای رطوبت در زمان برداشت قرار گرفت، اما برهم کنش ارقام



مشاهده گردید، هر چند که بیشترین زمان تا شروع جوانه زنی برای درصدهای مختلف در رقم AS71 و KSC703 مشاهده شد (جدول ۷). نتایج دیگر نشان داد که کمترین زمان تا شروع ۵، ۱۰، ۵۰، ۹۰ و ۹۵ درصد جوانه زنی در تیمار ۳۰ درصد رطوبت در زمان برداشت مشاهده گردید،

هر چند که از لحاظ آماری در برخی درصدهای جوانه زنی در محتوای رطوبت در زمان برداشت اختلاف معنی داری نشان نداد. در هر حال تیمار ۳۰ درصد رطوبت در زمان برداشت تا حدودی توانست نسبت به دیگر تیمارها، سرعت جوانه زنی را بهبود دهد (جدول ۴).

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برای صفات مورد بررسی در آزمون پیری تسریع شده

Table 5- Analysis of variance (mean square) for studied traits of aging acceleration test

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی DF	زمان تا شروع ۵ درصد جوانه زنی H <sub>05</sub>	زمان تا شروع ۱۰ درصد جوانه زنی H <sub>10</sub>	زمان تا شروع ۵۰ درصد جوانه زنی H <sub>50</sub>	زمان تا شروع ۹۰ درصد جوانه زنی H <sub>90</sub>	زمان تا شروع ۹۵ درصد جوانه زنی H <sub>95</sub>
ارقام Variety	2	1891.6 **	1545.4 **	1050.1 **	478.8 *	616.4 *
رطوبت در زمان برداشت Moisture content in harvest	3	1563.3 **	1364.9 **	845.8 **	40.0 ns	29.8 ns
ارقام × رطوبت در زمان برداشت Variety × Moisture content in harvest	6	155.4 ns	138.3 ns	152.4 ns	10.7 ns	17.7 ns
سال Year	1	1354.1 **	1251.2 **	159.5 ns	0.09 ns	0.22 ns
ارقام × سال Variety × Year	2	371.3 *	295.6 ns	55.5 ns	81.2 ns	84.5 ns
تکرار × سال Repeat × Year	2	789.9	814.9	164.5	390.8	479.0
رطوبت در زمان برداشت × سال Moisture content in harvest × Year	3	92.0 ns	73.0 ns	15.1 ns	44.3 ns	32.4 ns
ارقام × رطوبت در زمان برداشت × سال Variety × Moisture content in harvest × Year	6	84.6 ns	85.8 ns	184.9 ns	164.5 ns	159.7 ns
خطا Error	48	105.8	124.7	94.5	152.9	209.7
ضریب تغییرات (C.V)	-	16.2	15.0	7.4	7.2	8.1

برداشت می گردد. بدین صورت که خسارت وارده به سلول های جنین به ویژه ساختار دیواره سلولی در اثر دما و رطوبت بالا می باشد (Liu *et al.*, 2020). به طور کلی پیری با تاثیر بر فعالیت آنزیم های هیدرولیز کننده و سایر سیستم های سلولی انتقال دهنده مواد اندوخته ای بذر سبب کاهش در شاخص های جوانه زنی می شود (Bailly, 2004). دلیل این تفاوت، فعال شدن سازوکار فرایندهای فیزیولوژیکی بذر در اثر شرایط متفاوت می باشد (Urbanova and Leubner-Metzger, 2018). بنابراین افزایش درصد جوانه زنی توأم با کاهش میزان رطوبت بذر در هنگام برداشت را می توان از پدیده فوق الذکر دانست (Duquette and Kimball, 2019).

در این پژوهش زمان مختلف برداشت با تاثیر بر شاخص های جوانه زنی در آزمون پیری تسریع شده متفاوت بوده است. گزارش شده است که اثرات نامطلوب تخریب بذر از جمله افزایش دما و زوال بذر، در صفات مرتبط با جوانه زنی افزایش می یابد. این موضوع در شرایط انبارداری طولانی و آب و هوای گرم و مرطوب بسیار حائز اهمیت است (Nazari *et al.*, 2020). تاثیر آزمون پیری تسریع شده بر کیفیت بذر را به صورت کاهش قوه نامیه و بنیه بذر در اثر اضمحلال تمامیت ساختار غشا سیتوپلاسمی سلول های بذر گزارش شده است (Rao *et al.*, 2017). در هر حال آزمون پیری تسریع شده سبب کمتر شدن بنیه بذرهای ذرت ناشی از زمان نامناسب

جدول ۶- مقایسه میانگین رقم برای زمان تا شروع جوانه‌زنی ذرت (۱۳۹۷ و ۱۳۹۸) تحت آزمون پیری تسریع شده

Table 6- Comparison of mean variety on germination duration corn (2018 and 2019) under aging acceleration test

ارقام Variety	زمان تا شروع ۵ درصد جوانه‌زنی (ساعت) H <sub>05</sub> (hour)		زمان تا شروع ۱۰ درصد جوانه‌زنی (ساعت) H <sub>05</sub> (hour)		زمان تا شروع ۵۰ درصد جوانه‌زنی (ساعت) H <sub>05</sub> (hour)		زمان تا شروع ۹۰ درصد جوانه‌زنی (ساعت) H <sub>05</sub> (hour)		زمان تا شروع ۹۵ درصد جوانه‌زنی (ساعت) H <sub>05</sub> (hour)	
	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۷	۱۳۹۸
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
Simon	62.44 b	45.70 c	73.62 b	57.91 b	127.62 b	122.77 b	168.46 a	164.20 b	174.59 a	170.14 b
AS71	72.29 a	71.27 a	82.65 a	80.91 a	130.33 b	125.71 b	170.29 a	171.71 ab	178.66 a	180.56 ab
KSC703	68.13 ab	59.87 b	78.45 ab	70.89 a	137.53 a	138.07 a	173.95 a	176.57 a	181.03 a	183.23 a

میانگین‌هایی دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different by Duncan test at 5% probability level.

جدول ۷- مقایسه میانگین محتوای رطوبت در زمان برداشت برای زمان تا شروع جوانه‌زنی ذرت (۱۳۹۷ و ۱۳۹۸) تحت آزمون پیری تسریع شده

Table 7- Comparison of mean moisture content in harvest on germination duration corn (2018 and 2019) under aging acceleration test

محتوای رطوبت در زمان برداشت Moisture content in harvest (%)	زمان تا شروع ۵ درصد جوانه‌زنی (ساعت) H <sub>05</sub> (hour)		زمان تا شروع ۱۰ درصد جوانه‌زنی (ساعت) H <sub>05</sub> (hour)		زمان تا شروع ۵۰ درصد جوانه‌زنی (ساعت) H <sub>05</sub> (hour)		زمان تا شروع ۹۰ درصد جوانه‌زنی (ساعت) H <sub>05</sub> (hour)		زمان تا شروع ۹۵ درصد جوانه‌زنی (ساعت) H <sub>05</sub> (hour)	
	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۷	۱۳۹۸	۱۳۹۷	۱۳۹۸
	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019	2018	2019
30	54.86 b	52.55 b	66.84 b	63.71 a	123.08 b	122.03 b	167.74 a	170.70 a	175.88 a	177.88 a
35	62.82 b	51.06 b	73.23 b	62.61 a	128.65b	124.79 ab	171.70 a	168.74 a	178.72 a	175.20 a
40	74.55 a	65.96 a	84.80 a	77.45 a	138.10 a	136.18 a	170.15 a	172.46 a	178.16 a	180.24 a
45	78.25 a	66.21 a	88.11 a	75.85 a	137.47 a	132.38 ab	174.00 a	171.40 a	179.60 a	178.29 a

میانگین‌هایی دارای حروف مشترک در هر ستون اختلاف معنی‌داری با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

Means followed by the same letters in each column are not significantly different by Duncan test at 5% probability level.

الکتريکی بذرها حاصل شده است. بنابراین میزان رطوبت بذر تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر کیفیت بذر دارد. در هر حال کیفیت بذر ذرت با رطوبت ۳۰ درصد بیشتر از سایر رطوبت‌ها بوده و بذور با رطوبت ۳۵ درصد در رده بعدی قرار گرفت. از سوی دیگر تیمار ۴۰ و ۴۵ درصد رطوبت در زمان برداشت بطور قابل محسوسی سبب کاهش روند جوانه‌زنی گردید. همچنین کاهش شاخص‌های جوانه‌زنی نسبت به درصد رطوبت در زمان برداشت برای آزمون پیری تسریع شده نسبت به آزمون استاندارد مشاهده شد.

## نتیجه‌گیری کلی

زنده‌مانی بذر تحت تاثیر زمان‌های مختلف برداشت با رطوبت‌های مختلف قرار گرفته است. به طوری که برداشت زود هنگام با رطوبت ۴۵ درصد سبب کاهش زنده‌مانی بذرهای ذرت ارقام مختلف در سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ گردیده است. به نظر می‌رسد که کم شدن زنده‌مانی بذرهای ذرت در ارقام مختلف با افزایش هدایت

در مجموع رطوبت ۳۰ و ۳۵ درصد در زمان برداشت، برای تولید بذر با کیفیت ذرت مناسبتر می‌باشد. از سوی دیگر استفاده از رقم Simon به دلیل کمتر بودن هدایت الکتریکی و درصد جوانه‌زنی بالاتر در شرایط آزمون استاندارد و پیری تسریع شده توصیه می‌گردد.

## Reference

## منابع

- Association of Official Seed Analysts. 1983.** Seed Vigor Testing Handbook. No. 32. Las Cruces, N.M.
- Bailly, C. 2004.** Active oxygen species and antioxidants in seed biology. *Seed Sci. Res.* 14 (2): 93-107.
- Benaseer, S., P. Masilamani, V.A. Albert, M. Govindaraj, P. Selvaraju, and M. Bhaskaran. 2018.** Impact of harvesting and threshing methods on seed quality-A review. *Agric. Rev.* 39: 183-192.
- Carvalho, E.R., V.M. Francischini, S.A.G. Avelar, and J.C.D. Costa. 2019.** Temperatures and periods of drying delay and quality of corn seeds harvested on the ears. *J. Seed Sci.* 41 (3): 336-343.
- Creech, C.F., B.L. Waldron, C.V. Ransom, D.R. ZoBell, and J.E. Creech. 2018.** Influence of harvest date on seed yield and quality in forage kochia. *Front. Agric. Sci. Eng.* 5 (1): 71-79.
- Cruz-Tejada, D.M., D.C. Acosta-Rojas, and P.R. Stevenson. 2018.** Are seeds able to germinate before fruit color ripening? Evidence from six Neotropical bird-dispersed plant species. *Ecosphere.* 9 (6): e02174.
- Das Virgens, P.B.S., T.A. Conceição, and R.M. Barbosa. 2019.** Tetrazolium test to evaluate viability and vigour in *Genipa americana* seeds. *Seed Sci. Technol.* 47 (3): 307-318.
- Duquette, J., and J.A. Kimball. 2019.** The Effect of Harvest Time on the Germination Rate of Cultivated Northern Wild Rice. ASA, CSSA and SSSA International Annual Meetings. ASA, CSSA, and SSSA.
- Elias, S.G., L.O. Copeland, M.B. McDonald, and R.Z. Baalbaki. 2012.** Seed testing: principles and practices. Michigan State University Press, Michigan, U.S.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2020.** FAOSTAT: FAO statistical databases. [Online] Available at <https://www.fao.org/faostat/en>.
- Hassan, F.A., and M.M. Hassan. 2018.** The use of seed vigour: tests for predicting field emergence. *Int. J. Appl. Sci.* 1 (2): 93-93.
- ISTA. 2012.** International Rules for Seed Testing. Publishing. The International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland.
- ISTA. 2008.** International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.
- ISTA. 2017.** International Rules for Seed Testing, International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.
- ISTA. 2003.** Handbook for seedling evaluation (3rd.ed). International Seed Testing Association. Zurich, Switzerland.
- Kermode, A.R. 2017.** Regulatory mechanisms in the transition from seed development to germination: interactions between the embryo and the seed environment. Pp 273-332. In *Seed development and germination*. Routledge publishing, UK.
- Liu, Y., J. He, Y. Yan, A. Liu, and H. Zhang. 2020.** Comparative Transcriptomic Analysis of Two Rice (*Oryza sativa* L.) Male Sterile Line Seed Embryos under Accelerated Aging. *Plant Mol. Biol. Rep.* 38 (2): 1-12.
- Marcos Filho, J. 2015.** Seed vigor testing: an overview of the past, present and future perspective. *Scientia Agricola.* 72 (4): 363-374.

- Moncaleano-Escandon, J., B.C. Silva, S.R. Silva, J.A. Granja, M.C.J. Alves, and M.F. Pompelli. 2013.** Germination responses of *Jatropha curcas* L. seeds to storage and aging. *Ind. Crops Prod.* 44: 684-690.
- Nahofte Esterabad, A., A. Rahemi Karizaki, and A. Nakhzari Moghadam. 2016.** Effect of seed deterioration on germination parameters and growth seedling of two maize varieties. *Iranian J. Seed Sci. Res.* 3(2): 1-11. (In Persian)
- Nazari, R., S. Parsa, R. Tavakkol Afshari, S. Mahmoodi, and S.M. Seyyedi. 2020.** Salicylic acid priming before and after accelerated aging process increases seedling vigor in aged soybean seed. *J. Crop Improvement.* 34 (2) 218-237.
- Nyamayevu, T., and A. Mashingaidze. 2018.** Influence of duration of storage at room temperature, pre-sowing seed treatment and fruit colour harvest index on germination and seedling growth of *Jatropha curcas* L. *Agroforestry Syst.* 92 (5): 1221-1235.
- Obroucheva, N., I. Sinkevich, S. Lityagina, and G. Novikova. 2017.** Water relations in germinating seeds. *Russian J. Plant Physiol.* 64 (4): 625-633.
- Oskouei, B., A. Hamidi, S. Sheidaei, H. Sadeghi, M. Divsalar, E. Rezvani, L. Zare, M. Nouri, S. Alizadeh, and A. Khandan. 2018.** Evaluation of vigour, protein, starch content variations and seed health of hybrid maize (*Zea mays* L.) under effect of various planting dates and different harvest moisture contents in Moghan area. *Iran. J. Seed Sci. Res.* 5 (1): 109-122. (In Persian)
- Rao, N.K., M. Dooloo, and J.M. Engels. 2017.** A review of factors that influence the production of quality seed for long-term conservation in genebanks. *Genet. Resour. Crop Evol.* 64 (5): 1061-1074.
- Rezvani, E., F. Ghaderi-Far, A. Hamidi, and E. Soltani. 2017.** Appropriate Vigor Tests for Evaluating Maize Seed for Subtropical and Tropical Areas. *Seed Technol.* 38 (1): 57-67.
- Ricchetto, S., A.S. Davis, K. Guan, and C.M. Pittelkow. 2020.** Integrated assessment of crop production and resource use efficiency indicators for the US Corn Belt. *Global Food Security.* 24: 100339.
- Rifna, E., K.R. Ramanan, and R. Mahendran. 2019.** Emerging technology applications for improving seed germination. *Trends Food Sci. Technol.* 86: 95-108.
- 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 Sci. Technol.* 30: 51-60.
- Urbanova, T., and G. Leubner-Metzger. 2016.** Gibberellins and seed germination. *Ann. Plant Rev. Online.* 49: 253-284.
- Van de Venter, A. 2001.** Seed vigor testing. *J. New Seeds.* 2: 51-58.
- Zhenyi, W., P. Xia, M. Zhongjv. G. Yong, D. Xiaohong, and W. Ji. 2019.** Response of *Chamecytissus palmensis* to drought stress induced by polyethylene glycol during germination. *J. Plant Nutr.* 42: 2814-2823.