نگهداری بذر گیاهان زراعی

شرایط نگهداری، نشانه‌ها و سازوکارهای زوال

سامان شیدائی[1]، حسین صادقی[2]، حسن میوه‌چی[3]

۱و۲ - عضو هیأت علمی ۳- محقق مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال

مقدمه

بذر به عنوان مهم‌ترین نهاده تولید محصولات زراعی و ارزشمندترین دستاورد تحقیقات به‌نژادی محسوب می‌گردد. دسترسی به بذر دارای کیفیت مطلوب عاملی مهم در توسعه پایدار کشاورزی است. بعد از فرآوری، بذر ذخیره شده به‌طور معمول در انبار تا فصل کشت بعدی نگهداری می‌شود. همچنین، در بعضی از سال‌ها با توجه به شرایط مساعد محیطی، بذر گواهی شده بیش از نیاز مصرف تولید می‌گردد و با توجه به هزینه‌های بالایی که برای تولید بذرهای با کیفیت صرف می‌گردد، ضرورت توجه به نگهداری این بذرها و بررسی مکانیزم‌های زوال بذر بیش از پیش احساس می‌گردد. زمانی‌که بذرها در طی نگهداری زوال پیدا می‌کنند، بنیه خود را از دست می‌دهند و به تنش‌های محیطی در طی جوانه‌زنی حساس‌تر می شوند و سرانجام قادر به جوانه‌زنی نمی‌شوند. دانستن و درک خصوصیات پیچیده ای که طول عمر بذر را کنترل می‌کنند، دارای اهمیت اکولوژیکی، زارعی و اقتصادی است.

انبار کردن و نگهداری بذر

با اینکه نگهداری بذرها از زمان برداشت تا کاشت بعدی تحت شرایط مطلوب، ایده آل می باشد ولی نگهداری مقادیر زیاد گونه‌های تجاری (مانند غلات یا لگوم ها) در دما و رطوبت کنترل شده برای یک دوره کوتاه مدت از لحاظ منطقی و اقتصادی غیرعملی می باشد.

این آشکار است که انبارهای بذر باید در طراحی‌شان ترکیبی از ویژگی‌های مختلفی باشد تا از شرایطی که باعث کاهش قابلیت حیات بذرها و زوال آنها می‌گردد، اجتناب شود.

انبارکردن بذرها اگر جوانب و احتیاط های خاصی در طراحی و ساخت انبار صورت گیرد عملی می باشد که می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

-حفاظت از آب: سقف، دیوارها و کف باید ضدآب با موانع رطوبتی مناسب باشد.

– حفاظت از اختلاط: برای انبار کردن توده بذری باید یک محوطه جدا برای هر رقم مهیا گردد. برای انبار کردن به صورت پاکت، بذرهای هر رقم باید به صورت جداگانه انباشته گردند.

– هوادهی و تهویه مناسب: فن‌ها یا دمنده‌ها برای ایجاد جریان هوا و درنتیجه کاهش تجمع گرما و رطوبت مفید هستند. اگرچه هر ورودی به خارج باید با شبکه‌ای پوشیده شود تا از ورود حشرات و حیوانات جلوگیری گردد.

– حفاظت از جوندگان: در کشورهای در حال توسعه میزان تخریب بذرهای انبار شده توسط جانوران موذی به ویژه موش زیاد می باشد.

– حفاظت از حشرات: لارو و آفات انباری از قبیل سوسک‌ها و دانه خوارها، بذرها و ذخایر آنها را مصرف می‌کنند.

شرایط نگهداری و کیفیت بذر

برای گیاهان زراعی، جلوگیری یا به حداقل رساندن کاهش کیفیت بذر و قابلیت حیات در طی انبارکردن به‌منظور کاشت در فصول بعدی حیاتی و ضروری است.

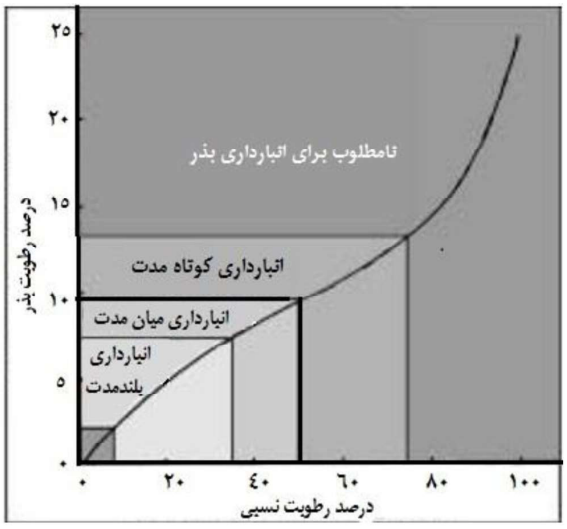
برخی بذرها می‌توانند قابلیت حیات خود را برای دوره‌های طولانی مدت حفظ کنند. بیشترین طول عمر بذر در رطوبت و دمای پایین حادث می‌شود. درحالی که عوامل مختلفی می‌توانند بر طول عمر بذر تأثیرگذار باشند، مهم‌ترین آنها میزان رطوبت بذر و دما می باشد. رطوبت بذر و دما دو عامل محیطی اصلی درگیر در نگهداری بذر هستند. ارتباط بین دما، میزان رطوبت و طول عمر بذر به تعدادی قوانین عمومی برای انبارکردن منجر شده است. یک قانون کاربردی متداول برای انبارکردن بذر(قانون James) به این صورت است که دما (فارنهایت) به علاوه رطوبت نسبی هوا (به صورت درصد) بایستی کمتر از ۱۰۰ باشد تا انبارداری رضایتبخشی حاصل گردد. قانون هارینگتون توضیح می‌دهد که مدت زمان انبارکردن برای هر ۱۰ درجه فارنهایت (۵/۶ درجه سانتی گراد) کاهش دما و هر ۱٪ کاهش در میزان رطوبت بذر برای دماهای بین ۰ و ۴۰ درجه سانتی گراد و مقادیر رطوبت بین ۵ و ۱۴ درصد تقریباً دو برابر خواهد شد. هر دو این قانون ها بر اهمیت میزان رطوبت بذر و دمای پایین و به خصوص اجتناب از دما و میزان رطوبت بالا به‌طور همزمان در افزایش طول عمر بذرها تأکید می‌کنند. از عوامل مؤثر بر مدت زمان نگهداری بذر می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود:

۱- رطوبت بذر

رطوبت بذر یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر قابلیت انبارداری می باشد. با افزایش رطوبت بذر سرعت پیری افزایش می‌یابد و به دنبال آن قابلیت جوانه‌زنی نیز کاهش می‌یابد. رطوبت محیط اهمیت و تأثیر بیشتری نسبت به دما دارد، چرا که رطوبت محیط به‌طور مستقیم بر روی رطوبت بذر اثر دارد و با آن به تعادل می‌رسد. رطوبت بذر با رطوبت نسبی انبار در تعادل است و اگر رطوبت نسبی انبار افزایش یابد، رطوبت بذر هم افزایش می‌یابد و اگر رطوبت نسبی انبار کاهش یابد، رطوبت بذر هم کاهش می‌یابد.

طول عمر بذر و نگهداری، به کاهش رطوبت بذر به سطحی بستگی دارد که از زوال فیزیولوژیک و پاتولوژیک آن جلوگیری کند. محتوای رطوبتی بالای بذر سبب مشکلات زیر می‌شود:

- افزایش سرعت تنفس که خود سبب بالا رفتن دما می‌شود. مهم‌ترین عاملی که تنفس و تولید گرما را در بذر تحت تأثیر قرار



شکل ۱- ارتباط طول دوره نگهداری با رطوبت بذر و رطوبت نسبی. بذرها بسته به مدت نگهداری باید رطوبت خاصی داشته و در شرایط خاص نگهداری شوند.

می‌دهد، رطوبت بذر است. تنفس باعث تهی شدن ذخیره غذایی بذر می‌شود و باعث آزاد شدن یا تجمع گازهایی می‌شود که ممکن است زنده‌مانی بذر را تهدید کنند. همین طور سبب رها شدن انرژی می‌شود که اغلب به‌صورت گرماست.

- رشد و نمو قارچ ها و رشد و تکثیر بعضی از آفات: میزان رطوبت تعیین می‌کند که آیا خسارت قارچی اتفاق بیافتد یا نه. آلودگی قارچی سبب کاهش زنده مانی و تولید توکسین‌ها و نیز گرما می شود که ممکن است سبب تغییر رنگ و یا ایجاد توده های کپک گردد.

باید دانست بدون توجه به نوع شرایط نگهداری، رطوبت بذر با رطوبت نسبی محیط به تعادل می رسد. رطوبت‌های نسبی بالا، مقدار رطوبت بذر را افزایش می‌دهد که نتیجه آن افزایش فعالیت های بیوشیمیایی نظیر افزایش آنزیم های هیدرولیز کننده، افزایش تنفس و اسیدهای چرب آزاد می‌باشد که تسریع زوال را سبب می‌شوند.

۲- دما

دما نیز قابلیت نگهداری بذر را از راه‌های مختلف تحت تأثیر قرار می‌دهد. در رطوبت بالا، دمای بالا رشد سریع قارچ‌ها را تقویت کرده و سبب زوال بذر می‌گردد. کاهش دما، اثرات رطوبت بالا را تا حدی جبران خواهد کرد. بیشتر قارچ های مرسوم انباری در دمای بیش از ۱۶ درجه سانتی‌گراد رشد سریع‌تری دارند، این رشد در دمای کمتر از ۵ درجه متوقف می شود. حشرات مضر نیز بیشترین فعالیت را در دمای ۳۲-۲۰ درجه دارند و در کمتر از این دما رشد متوقف می‌شود. آنها در رطوبت های بذری کمتر از ۱۲ درصد نیز فعالیت کمتری دارند.

اهمیت دما بر روی فرآیندهای پیری بذر به دو علت است:

۱- تعیین میزان رطوبتی که در هوا نگهداری می‌شود (دماهای بالاتر، میزان رطوبت بیشتری را در خود نگهداری می‌کنند).

۲- افزایش فعالیت پدیده زوال که در بذر انجام می‌گیرد و در دماهای بالاتر تسریع می‌گردد.

۳- قارچ ها

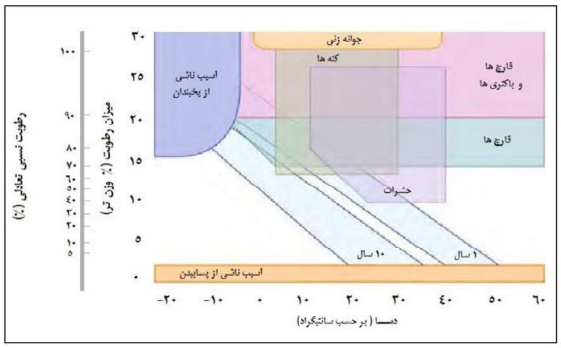
عوامل زنده به‌ویژه قارچ‌ها و حشرات می‌توانند بر طول عمر بذر در انبار تأثیرگذار باشند. دو نوع قارچ بذرها را مورد هجوم قرار می‌دهند: قارچ‌های مزرعه‌ای و قارچ های انباری. اولی بذرها را در مزرعه طی نموشان یا پیش از برداشت مورد هجوم قرار می دهند. قارچ های انباری به‌خصوص جنس‌های Aspergillus و Penicillium، بذرها را تحت شرایط انبارداری آلوده می‌سازند. هرگونه از قارچ‌های انباری نیاز به یک رطوبت نسبی حداقل دارد که کمتر از آن نمی توانند رشد کنند. اگرچه عوامل دیگری نیز از قبیل توانایی نفوذ به بذر، شرایط بذر، دردسترسی عناصر غذایی و درجه حرارت تعیین کننده آلودگی می باشند. اثرات زیان آور اصلی قارچ های انباری شامل: ۱) کاهش قابلیت حیات ۲) تغییر رنگ پوسته ۳) تولید مواد سمی مضر برای دام ۴) تولید گرما و ۵) توسعه پوسیدگی می‌باشد. قارچ ها در میزان رطوبت بذر تعادل با رطوبت نسبی محیط زیر ۶۸٪ رشد نمی‌کنند. از این رو آنها مسئول زوال در رطوبت‌های کمتر از حدود ۱۳٪ در بذرهای نشاسته‌ای و کمتر از ۸-۷ ٪ در بذرهای روغنی نیستند. این مشهود است که ذخیره کردن بذرها در رطوبت نسبی و دمای پایین بهترین روش برای اجتناب از آفات زنده و افزایش طول عمر بذر می‌باشد.

٤- کیفیت اولیه بذر

به طور کلی، بذرهای دارای بنیه قوی نسبت به بذرهای ضعیف و زوال یافته دارای پتانسیل انبار کردن بیشتری می‌باشند. همچنین شرایط فیزیکی و وضعیت فیزیولوژیکی بذرها به شدت بر طول مدت انبار کردن آن‌ها تأثیر می‌گذارد. بذرهای شکسته، ترک خورده و چروکیده نسبت به بذرهای سالم، پتانسیل انبارداری کمتری دارند. از طرف دیگر شرایط محیطی حاکم طی نمو بذر و طی رسیدگی بر قابلیت انبار کردن بذرها تأثیرگذار می‌باشد.

۵- ساختار بذر

ساختار بذر نیز بر قابلیت انبار کردن بذرها تأثیر می‌گذارد. اغلب بذرهایی که طول عمر زیادی دارند، متعلق به گونه‌هایی هستند که بذرهای آنها دارای پوسته سخت و نفوذناپذیر هستند. زیرا پوسته سخت مانع ورود آب به بذر می‌شود و درنتیجه از پیری ناشی



شکل ۲- ارتباطات بین میزان رطوبت بذر، عوامل زنده و غیرزنده و دماهای مختلف در طی انبارکردن بذر

از افزایش رطوبت جلوگیری می‌کند.

نشانه‌های زوال بذر

الگوی کاهش زنده بودن در طول نگهداری بذر یک منحنی سیگموئیدی نزولی است. علت کاهش زنده بودن بذر، تغییرات آسیب پذیری است که در طی زمان در بذر به وقوع می‌پیوندد. علایم زوال بذر به هنگام پیری عبارتند از: کاهش بنیه بذر، کاهش قابلیت حیات بذر، کاهش تنفس، کاهش سطح فعالیت‌های آنزیمی، افزایش تعداد گیاهچه غیرعادی در آزمون جوانه‌زنی استاندارد، تغییر رنگ بذر، افزایش مواد نشتی از بذر در آزمون هدایت الکتریکی، افزایش میزان اسیدهای چرب آزاد در بذر و سرانجام مرگ بذر.

سازوکارهای زوال در بذرهای انبار شده

یکی از نکات مهم در تحقیقات انجام شده در مورد پیری بذر، تقدم و تأخر رخدادهای فیزیولوژیکی است که موجب وقوع و تشدید زوال در بذر می گردد. به‌طور مثال، آسیب‌های غشایی به‌عنوان یک عامل اساسی و اولیه در پیری بذر به شمار می‌آیند. همچنین، آسیب‌های ژنتیکی در دوره نگهداری به‌عنوان یکی از عوامل اولیه و مخرب در کاهش بنیه بذر محسوب می‌شوند. لازم به ذکر است که دانش موجود بر روی جزییات تأثیر رخدادهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی بر زوال بذر هنوز دارای نقاط تاریک است و زمینه‌های کافی برای تحقیقات بیشتر در این باره وجود دارد. با توجه به مطالب ذکر شده، سازوکارهای مختلفی در فرآیندهای پیری شرکت دارند که سبب کاهش بنیه و کیفیت بذر می‌شوند:

- آسیب غشایی

اختلال در سلامت غشاء یکی از نشانه‌های فیزیولوژیک زوال بذر است و افزایش هدایت الکتریکی مواد نشتی از بذر به‌عنوان یک نشانه مهم قابل بررسی است. هدایت الکتریکی مواد نشتی از بذر

می‌تواند به دلایل زیر افزایش یابد:

۱- خروج محتویات سلول به علت صدمه سلول‌ها تحت فشارهای مکانیکی، ۲- افزایش در میزان مواد قابل حل ویژه‌ای که قابلیت نشت به بیرون از سلول‌ها را دارند و ۳- کاهش در یکپارچگی و پیوستگی غشاء.

- تغییر فراساختاری

دیگر شواهد موجود در ارتباط با صدمه‌های غشایی در بذرهای فرسوده از بررسی و مقایسه فراساختاری بافت بذرهای تازه و بذر پیر شده در زیر میکروسکوپ الکترونی به‌دست آمده است. با وجود مشکلات در تفسیر این گونه داده‌ها، خسارت‌های غشایی به وضوح در بذرهای پیر شده قابل رؤیت است. همچنین، جمع شدن و فاصله گرفتن پلاسمالما از دیوارهٔ سلولی و نشر مواد متابولیکی از غشاء در بذرهای پیر شده قابل رویت است. از دیگر تغییرها می توان به پراکسیداسیون لیپیدها، تغییر در شکل میتوکندری‌ها، پلاستیدها، دستگاه گلژی و غشاء هسته اشاره کرد.

- کاهش در میزان فسفولیپیدهای غشاء

یکی از دلایل تخریب غشاء را می‌توان به از دست رفتن و کاهش میزان فسفولیپیدهای موجود در غشاء نسبت داد. تغییر فسفولیپید در گونه‌های مختلف محدودهٔ وسیعی دارد و بدیهی است که تحت شرایط رطوبت و دمای بالا، بذرها همراه با کاهش در میزان فسفولیپید، کاهش در قابلیت حیات را نیز نشان می‌دهند. با این وجود، تمام شواهد موجود حاکی از آن است که کاهش میزان فسفولیپید با کاهش درصد جوانه‌زنی بذر همبستگی مثبت دارد و تغییر در میزان فسفولیپید قبل از کاهش درصد جوانه‌زنی رخ می‌دهد.

- تغییر در اسید چرب و پراکسیداسیون لیپیدها

با توجه به نتایج به‌دست آمده در مورد زوال بذر و بررسی تحقیق‌های انجام شده بر روی چگونگی تخریب غشاء به نظر می‌رسد که تخریب اکسیداتیو سیستم‌های غشایی به‌علت پراکسیداسیون لیپیدها توسط رادیکال‌های آزاد در بذر صورت می‌گیرد. تولید رادیکال‌های آزاد توسط اکسیژن آغاز می‌شود و با پراکسیداسیون لیپیدها و سایر ترکیب‌های ضروری سلول‌ها مرتبط است. این عوامل بستر حوادث نامطلوبی همچون کاهش میزان لیپیدها، کاهش رقابت تنفسی و افزایش خروج مواد فرار مانند آلدئیدها می‌گردد.

- رادیکال‌های آزاد

مطالعات محققین نشان داد که میان رادیکال‌های آزاد و پیری بذر ارتباط مثبت و مستقیمی وجود دارد. بیشترین تأثیر رادیکال‌های آزاد بر روی پراکسیداسیون لیپیدی غشاء و در نتیجه کاهش سلامت غشاء است. تحقیقات انجام شده نشان دادند که رادیکال‌های آزاد سبب اکسیداسیون لیپیدها، غیر فعال شدن آنزیم، تجزیه پروتئین و صدمه غشاء می‌شود.

- خسارت‌های ژنتیکی

یکی از نتایج کاهش یکپارچگی غشاء خسارت به ژنوم سلول‌ها است. نقص‌های کوچک ممکن است که منجر به ایجاد موتاسیون در ژنوم شود و این موتاسیون‌ها به تغییر مورفولوژی و تأخیر مراحل رشدی منجر گردد. با این حال تردیدی وجود ندارد که بذرهایی که به صورت جزئی صدمه دیده‌اند توانایی ترمیم نقاط صدمه دیده را دارند.

- اختلال در فعالیت‌های تنفسی

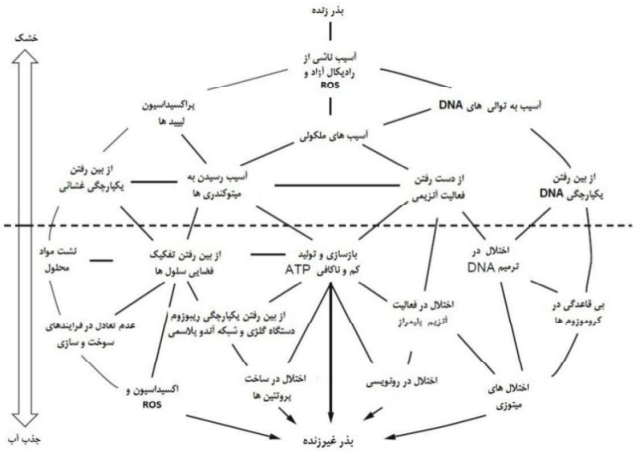
در طول زوال بذر، اختلال در ظرفیت تنفسی بذر برای جوانه‌زنی انکارناپذیر است. این امر حاکی از آن است که طی زوال خسارت هایی به غشای میتوکندری وارد می‌گردد. کاهش در فعالیت‌های تنفسی با کاهش بنیه در بذر مرتبط است. کاهش بنیه با افزایش مواد سمی مانند اتانول و آلدئید همراه است و مؤید این مطلب است که کاتابولیسم در میتوکندری به‌صورت ناقص انجام می‌گیرد. یکی از دلایل عمده خسارت به میتوکندری ها، حمله رادیکال‌های آزاد تولید شده در طول پیری در این اندامک‌ها است.

- تغییر در پروتئین‌ها و آنزیم‌ها

کاهش در میزان کل پروتئین بذر یکی از حوادثی است که در طول پیری بذر به وقوع می‌پیوندد. یکی از دلایل کاهش پروتئین بذر، خسارت به سیستم‌های سنتز کننده پروتئین است که در بذرهای غلات و درختان گزارش شده است. از دلایل دیگر، می‌توان به سنتز و فعالیت بالای آنزیم‌های پروتئولیتیک در طول زوال بذر اشاره کرد. افزایش در فعالیت پروتئازها همراه با زوال بذر در دوره نگهداری از دیگر آسیب‌های زوال در بذر است. به‌طور کلی، تغییر در جوانه‌زنی بذرها و رشد گیاهچه، با فعالیت‌های آنزیمی، تنفس، سنتز پروتئین، RNA و DNA همراه است.

- تجمع متابولیت های سمی

یکی از علایم زوال بذر تجمع متابولیت‌های سمی طی پیری است. از متابولیت‌های سمی می‌توان اتانول (بر اثر تنش غیر اکسیداتیو هوازی)، آلدئیدها (بر اثر تنش غیرهوازی یا پراکسیداسیون لیپیدها)، اسیدهای چرب کوتاه ناشی از تجزیه لیپیدها و فنولیک‌ها (محصولات ثانویه پراکسیداسیون لیپیدها) را نام برد. در بذرهای سالم



شکل ۳- طرح مسیرهای متفاوت کاهش قابلیت حیات در بذرهای انبارشده. بالای خط نقطه چین در بذرهای خشک رخ می‌دهد و وقایع پایین خط نقطه چین پس از آبگیری صورت می پذیرد.

سازوکارهایی وجود دارند که فعالیت‌های این گونه مواد سمی را در سلول‌ها متوقف می‌کنند. ولی، در بذرهای فرسوده سلول‌ها قادر به کاهش این گونه متابولیت‌های سمی نیستند.

-اثر فرسودگی بر تغییر هورمونی

یکی دیگر از دلایل احتمالی دخیل در فرآیند فرسودگی، اختلال در کنترل هورمون‌ها است که وجود آن برای جوانه زنی ضروری است. از آن جا که تغییر در فعالیت های آنزیمی به احتمال زیاد بر سطح هورمون‌های درونی گیاه اثرگذار است، می توان گفت که هورمون‌ها عوامل محدود کننده‌ای در جوانه‌زنی بذرهای زوال یافته هستند. محققان نشان دادند که اعمال هورمون‌هایی همچون جیبرلین، سایتوکینین و اتیلن بر بهبود بنیه بذرهای فرسوده مؤثر هستند .

سخن‌پایانی

هدف از ذخیره‌سازی بذر حفظ یا به حداقل رساندن کاهش کیفیت اولیه بذر شامل میزان جوانه‌زنی، بنیه و سلامت بذر تا زمان کشت می باشد، که بایستی با کاهش نرخ زوال برای حفظ سطح قابل قبولی از کیفیت برای دوره مورد نظر انجام شود. بدین منظور انبارکردن بذور با کیفیت اولیه بالا، داشتن استانداردهای سلامت و رطوبت بذر، بسته‌بندی مناسب و انبارداری در شرایط کنترل شده شامل رطوبت و دمای توصیه شده می‌تواند تضمینی برای حفظ کیفیت بذر یا حداقل خسارت از زمان برداشت تا زمان کاشت به شمار آید.

منابع:

Bewley, J. D., K. J. Bradford, H. W. Hilhorst and H. Nonogaki. 2013. Seeds: Physiology of Development, Germination and Dormancy, 3rd Edition Springer New York.

Bhanuprakash, K., H. S. Yogeesha, L. B. Naik, and M. N. Arun, 2017. Studies on physiological and biochemical changes in relation to seed viability in aged onion seeds. Journal of Horticultural Science, 1(1), 15-18.

Ellis, J. E., L. N. Bass and D. Witing. 2008. Storing vegetable and flowers seeds. Colorado state university extension. 7-221.

Seed Science and Technology. 28 (2): 413-420.

Ghasemnezhad, A. and B. Honermeier. 2007. Influence of storage conditions on quality and viability of high and low oleic sunflower seeds. Intern. J. Plant Prod. 3(4): 41-50.

Hosamani, J., M. Dadlani, I. M. Santha, M. A. Kumar and S. R. Jacob. 2013. Biochemical Phenotyping of Soybean [Glycine max (L.) Merill] Genotypes to Establish the Role of Lipid Peroxidation and Antioxidant Enzymes in Seed Longevity. Agricultural Research. 2 (2): 119-126.

Kapoor, N., A. Arya, M. A. Siddiqui, H. Kumar and A. Amir. 2011. Physiological and Biochemical Changes During Seed Deterioration in Aged Seeds of Rice (Oryza sativa L.). (1): 28-35.

Ma, F., C. Ewa, M. Tasneem, C. A. Peterson. and M. Gijzen. 2004. Cracks in the palisade cuticle of soybean seed coats correlate with their permeability to water. Annals of Botany. 94: 213-228.

McDonald, M. B. 2004. Orthodox seed deterioration and its repair. Pp. 273-304. In: Benech- Arnold, R.L. and R.L. Sanchez. (eds). Handbook of Seed Physiology. Food Product Press. Argentina.

Stadtman, E. R. 2004. Role of oxidant species in aging. Current Medicinal Chemistry. 11: 1105-1112.

Torres, R. M., R. D. Vieira and M. Panobic. 2004. Accelerated aging and seedling field emergence in soybean. Agriculture Research. 61: 476-480.