"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد نهم، شماره ٤، زمستان ۱۳۹۹
(ص ۵۵-٤۱)
مقاله پژوهشی

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 9, No.: 4, Winter 2021
(pp: 41-55)
DOI: 10.22034/ijsst.2019.124690.1252
Research Article

تغییرات کیفیت بذر و میزان ماندگاری اثر حفاظتی قارچ‌کش‌ها در طول دوره انبارداری بذر ذرت

شهلا خیرکمان[۱]، فرشید قادری‌فر[۲*]، ابراهیم زینلی[۲]، سید اسماعیل رضوی[۳]، مرتضی گرزین[٤]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۲. دانشیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۳. استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
۴. دانشجوی دکتری زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۰۵؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۰۷)

چکیده

به‌منظور ارزیابی اثر قارچ‌کش‌های مختلف بر قابلیت انبارداری بذرهای ذرت علوفه‌ای آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در زمان در قالب طرح کاملا تصادفی در چهار تکرار در آزمایشگاه بذر دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل قارچ‌کش (تبوکونازول، کربوکسین تیرام، روورال تی‌اس، دیفنوکونازول و شاهد)، دما (۵ و ۲۵ درجه سلسیوس) و مدت انبارداری (۱۲ ماه) بود. برای ارزیابی کیفیت بذر، از آزمون جوانه‌زنی و آزمون سرما استفاده شد. همچنین، قابلیت بازدارندگی قارچ‌کش‌ها در مقابل شیوع بیمارگرهای پنی‌سیلیوم، فوزاریوم و آلترناریا طی انبارداری بررسی شد. در این مطالعه، درصد جوانه‌زنی بذرها در طول دوره انبارداری در تمامی تیمارهای مورد بررسی ثابت بود، اما نتایج حاصل از آزمون سرما نشان داد که کیفیت بذرهای ذرت با افزایش طول دوره انبارداری در هر دو دمای ۵ و ۲۵ درجه سلسیوس پس از مدتی (بسته به نوع قارچ‌کش) کاهش یافت. همچنین، تمامی قارچ‌کش‌های مورد استفاده (به استثنای دیفکونازول و روورال تی‌اس در دمای ۲۵ درجه سلسیوس) باعث حفظ قدرت بذرهای ذرت در طی انبارداری شدند. قارچ‌کش روورال تی‌اس از لحاظ جلوگیری از رشد و توسعه بیمارگرهای قارچی از کارایی بیشتری برخوردار بود، اما با توجه به نتایج آزمون سرما دو قارچ‌کش کربوکسین تیرام و تبوکونازول در حفظ کیفیت بذرها در طی انبارداری از عملکرد بهتری برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: بیمارگرهای قارچی، جوانه‌زنی، دما، قدرت بذر.

Changes in seed quality and durability of fungicides protective effect during storage period of maize seeds

Sh. Kheirkaman[1], F. Ghaderi-Far[2*], E. Zeinali[2], S.E. Razavi[3], M. Gorzin[4]

1. Former M.Sc. Student in Seed Technology. Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources
2. Associate Prof, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources
3. Assistant Prof, Department of Plant Protection, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources
4. Ph.D. Student in Agronomy. Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources
(Received: Dec. 26, 2018 – Accepted: May. 28, 2019)

Abstract

In order to evaluate the effect of different fungicides on storage behavior of forage maize seeds, a split plot experiment based on a completely randomized design with four replicates was conducted in seed laboratory of Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources. Treatments included fungicide (Teboconazole, Carboxin Tiram, Rovral TS, Difenoconazole and control), temperature (5˚C and 25˚C) and storage duration (12 months). Germination and cold tests were conducted to evaluate the seed quality. Also, the inhibitory effect of fungicides on the prevalence of *Penicillium* sp., *Fusarium* sp., and *Alternaria* sp. pathogens was investigated during storage. In this study, germination percentage of stored seeds was constant in all treatments during storage period, but the results of cold test showed that the quality of maize seeds decreased with increasing storage duration at both 5 and 25°C temperatures after some time (depending on the type of fungicide). Also, all the used fungicides (Except for Difconazole and Rovral TS at 25˚C) maintained the vigor of maize seeds during storage. The Rovral TS fungicides were more effective in inhibiting the growth and development of fungal pathogens, but according to the results of cold test, two Carboxin Tiram and Teboconazole fungicides were better in maintaining the maize seed quality during storage.

Keywords: Fungal pathogens, Germination, Seed vigor, Temperature.

* Email: Farshidghaderifar@yahoo.com

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) یک محصول استراتژیک و مهم به شمار می‌رود که افزون بر مصرف به عنوان غذای انسان به منظور تغذیه دام نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. بر اساس گزارش دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت جهاد کشاورزی در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ کل سطح زیر کشت ذرت دانه‌ای و ذرت علوفه‌ای در کشور به ترتیب معادل ۱۵۸۵۳۴ و ۲۲۵۵۹۱ هکتار بود که از آن‌ها به ترتیب ۱۱۷۰۵۸۷ تن دانه و ۱۱۳۱۶۰۲۰ تن علوفه ذرت برداشت شد (Ahmadi *et al*., 2017). بنابراین، با توجه به سطح زیر کشت وسیع این گیاه و نقش مهم آن در تغذیه انسان و دام، بهینه سازی تولید آن به لحاظ کمی و کیفی بسیار ضروری می‌باشد. در این راستا، اولین گام تولید بذرهایی با کیفیت بالا و حفظ این کیفیت در طول دوره انبارداری تا زمان کاشت محصول می‌باشد.

هدف اصلی از انبارداری بذرها، نگهداری آن ها از یک فصل رشد تا فصل رشد بعدی می‌باشد، به طوری که کیفیت اولیه آن‌ها حفظ شود. شرایط نامناسب انبارهای ذخیره‌سازی بذر اغلب باعث کاهش جوانه‌زنی، زوال بذر و قابلیت حیات بذر می شود که امری عادی در طول دوره ذخیره سازی بذر محسوب می‌شود (Ellis and Hong, 2007). بر اساس مطالعات پیشین، میزان کاهش کیفیت بذرها در طول دوره انبارداری به دما، رطوبت نسبی و طول دوره انبارداری بستگی دارد (Roberts, 1972; Asiedu and Powell, 1998; Barsa *et al*., 2003; Sharma *et al*., 2007). دما و رطوبت نسبی انبار ممکن است طول عمر و قدرت بذر (کیفیت بذر) را به‌طور مستقیم از طریق تغییر سرعت واکنش های مربوط به زوال بذر نظیر پراکسیداسیون لیپید، غیرفعال شدن آنزیم‌ها، اختلال در غشاها، اختلال میتوکندریایی، اضمحلال پروتئین ها و ایجاد خلل در انسجام ژنتیکی[1] (Smit and Berjak, 1995; Walters, 1998; McDonald, 1999; Maia, 2007; Venancio, 2012) و یا به صورت غیر مستقیم از طریق تاثیر بر فعالیت بیمارگرهای قارچی تحت تاثیر قرار دهد (Roberts, 1972; Tariq, 2005).

چنانچه شرایط محیطی انبار به خوبی کنترل نشود، زمینه لازم برای رشد بیمارگرهای قارچی و به دنبال آن کاهش کیفیت بذرها فراهم می‌شود (Rahim and Dawar, 2014). گاهی اوقات برای رفع این مشکل و حفظ کیفیت بذرها در طول دوره انبارداری، بذرها پیش از ذخیره‌سازی با قارچ‌کش‌های مختلف پیش تیمار می‌شوند و سپس در محیط انبار ذخیره می‌شوند (Van Nghiep and Gaur, 2005). از جمله این قارچ‌کش‌ها می‌توان به تبوکونازول (Sharma, *et al*., 2015)، کربوکسین تیرام (Crüger *et al*., 2016)، رورال تی‌اس (Pires *et al*., 2004) و دیفنوکونازول (Tavakoli Kakhki and Beheshti, 2010) اشاره کرد. با این حال، در بیشتر موارد هدف از پیش تیمار بذرها به وسیله قارچ‌کش‌ها حفاظت از بذرها در برابر بیمارگرهای بذرزی و خاک‌زی است که در زمان کاشت و پس از جذب آب توسط بذر فعالیت خود را آغاز می‌کنند. پیش تیمار بذرها با قارچ‌کش های مناسب به‌ویژه در زمان کاشت و مراحل اولیه رشد گیاه بسیار مهم است. زیرا استفاده از قارچ‌کش‌ها باعث حفظ سلامت گیاهچه‌ها در زمان رشد در خاک شده و در نتیجه سرعت سبز شدن و درصد استقرار افزایش می یابد (Falloon, 1987; Rodrigues *et al*., 2006). از این‌رو، شاید بهتر باشد پیش تیمار بذرها با قارچ‌کش در زمان کاشت انجام شود، اما بسیاری از تولید کنندگان بذر در زمان بوجاری و پیش از ذخیره‌سازی، پیش تیمار بذرها به وسیله قارچ کش را انجام می‌دهند (Antoniazzi and Deschamps, 2007). در رابطه با این موضوع نکته‌ای که اغلب به آن توجه نمی‌شود، میزان ماندگاری اثر حفاظتی

1. Genetic solidarity

قارچ‌کش‌ها بر روی بذرها در طول دوره انبارداری است. به عبارت دیگر، این احتمال وجود دارد که بسیاری از قارچ‌کش‌هایی که به منظور پیش تیمار بذرها به کار می‌روند، پیش از به پایان رسیدن دوره انبارداری و یا فرا رسیدن زمان کشت بذرها، اثر حفاظتی خود را از دست بدهند (Moreno-Martinez, 1998). از طرف دیگر، باقی ماندن قارچ‌کش‌ها بر روی بذر و یا نفوذ آن‌ها به داخل بذر، که در شرایط پیش تیمار بذرها قبل از ذخیره سازی در انبار انجام می‌شود، ممکن است خود به عنوان یک عامل کاهش دهنده کیفیت بذرهای ذخیره شده در انبار عمل نمایند (Tavakoli Kakhki and Beheshti, 2010; Deuner *et al*., 2014). البته، گزارش‌های متناقضی در این زمینه وجود دارد. در مطالعه‌ای بررسی اثر پیش تیمار بذرهای گندم با استفاده از قارچ‌کش کربوکسین تیرام، نشان داد که قابلیت انبارداری بذرهای ضدعفونی شده در مقایسه با شاهد در طی انبارداری کاهش بیشتری یافت (Marcondes *et al*., 2011). همچنین، قدرت بذرهای پیش تیمار شده جو با قارچ‌کش تریادیمنول + ایمازالیل باعث کاهش قدرت بذرهای ذخیره شده پس از ۱۲ ماه انبارداری شد (Cane and Hampton, 1989). در حالی که متوس و همکاران (Matos *et al*., 2013) بیان کردند که تیمار بذرهای ذرت با قارچ‌کش‌های مناسب باعث کاهش آلودگی بذرها به *Fusarium verticillioides* و افزایش جوانه‌زنی و قدرت بذرهای تیمار شده در مقایسه با تیمار شاهد پس از شش ماه ذخیره‌سازی در انبار شد. پیشتر، مورنو-مارتینز و گائونا (Moreno-Martinez and Gaona, 1981) نیز گزارش کردند که بذرهای تیمار شده ذرت با قارچ‌کش باعث حفظ قابلیت جوانه‌زنی بذرها پس از ۱۰۲ روز انبارداری شد.

با توجه به آنچه گفته شد، لازم است که میزان ماندگاری اثر حفاظتی قارچ‌کش‌ها بر روی بذرهای تیمار شده با آن‌ها و نیز اثرات مستقیم (مثبت یا منفی) آن‌ها بر کیفیت بذر به خوبی سنجیده شود تا ضرورت پیش تیمار بذرها با قارچ‌کش‌ها به اثبات برسد و یا در صورت عدم مفید بودن قارچ‌کش‌ها در طول دوره انبارداری، تیمار کردن بذرها را در صورت نیاز به زمان کاشت در مزرعه موکول کرد. از این رو، در این پژوهش تغییرات کیفیت بذرهای پیش تیمار شده ذرت به وسیله قارچ‌کش های مختلف در طول ۱۲ ماه انبارداری در دو شرایط دمایی ۵ و ۲۵ درجه سلسیوس و نیز میزان ماندگاری اثر بازدارندگی قارچ‌کش های مورد استفاده در برابر فعالیت برخی بیمارگرهای قارچی(پنی‌سیلیوم، فوزاریوم و آلترناریا) مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی اثر قارچ‌کش‌های مختلف بر قابلیت انبارداری بذرهای ذرت علوفه‌ای (لاین سینگل کراس ۷۰۴) آزمایشی به صورت کرت‌های خرد شده در زمان در قالب طرح کاملا تصادفی در چهار تکرار در آزمایشگاه بذر دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال ۱۳۹۵ انجام شد. تیمارهای آزمایشی شامل قارچ‌کش در پنج سطح (شامل تبوکونازول، کربوکسین تیرام، روورال تی اس، دیفنوکونازول و شاهد بدون قارچ‌کش)، دو سطح دمایی (شامل ۵ و ۲۵ درجه سلسیوس) و مدت انبارداری (۱۲ ماه) بود. مشخصات قارچ‌کش‌های مورد استفاده در جدول ۱ نشان داده شده است. برای پوشش‌دار کردن بذرها به‌وسیله قارچ‌کش، مقدار مورد نیاز از قارچ‌کش و بذر (جدول ۱) به روش دستی با یکدیگر مخلوط شدند (Hoseini-bay and Harsini, 2005). بذرهای مورد استفاده در این پژوهش از موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال کرج تهیه شد.

برای ارزیابی تیمارهای مورد مطالعه بر قابلیت جوانه‌زنی و قدرت بذرهای ذرت، از آزمون جوانه‌زنی و آزمون سرما استفاده شد. همچنین، در این پژوهش میزان بازدارندگی قارچ کش ها در مقابل شیوع بیمارگرهای قارچی (اثر حفاظتی قارچ کش ها) در طول دوره انبارداری مورد بررسی قرار گرفت. برای انجام هر یک از این

آزمون‌ها نمونه‌برداری به صورت ماهانه انجام شد. محتوای رطوبت بذرها در کل دوره انبارداری و در همه تیمارها در محدوده ۱۲-۱۰ درصد قرار داشت.

جدول ۱- مشخصات قارچ‌کش‌های مورد استفاده در این پژوهش و میزان مصرف هر یک از آن‌ها.

Table 1- The characteristics of the fungicides used in this study and dosage of them.

نام عمومی Public name	نام تجاری Commercial name	فرمولاسیون Formulation	میزان مصرف Dosage
تبوکونازول Tebuconazole	راکسیل Raxil	DS 2%	۱/۵ گرم به ازای ۱ کیلو گرم بذر 1.5g per 1kg seed
کربوکسین تیرام Carboxin Thiram	ویتاواکس تیرام Vitavax-thiram	WP 75%	۲/۵ گرم به ازای ۱ کیلو گرم بذر 2.5g per 1kg seed
رورال تی اس Rovral TS	ایپرودیون+کاربندازیوم Iprodione+Carbendazim	WP 52.5%	۱ گرم به ازای ۱ کیلو گرم بذر 1g per 1kg seed
دیفنوکونازول Difenoconazole	دیویدند Dividend	FS 3%	۱ میلی‌لیتر در ۴۰ میلی‌لیتر آب به ازای ۱ کیلو گرم بذر 1ml in 40 ml of water per 1 kg of seed

آزمون جوانه‌زنی

برای انجام این آزمون چهار تکرار ۲۵ بذری از هر تیمار در هر ماه شمارش و بین دو لایه کاغذ صافی در داخل ظرف پتری کشت شدند و سپس به انکوباتوری با دمای ۲۵ درجه سلسیوس منتقل شدند (Ghaderi-Far and Soltani, 2016). شمارش بذرها به صورت روزانه سه بار در روز انجام شد. خروج ریشه‌چه و رسیدن طول آن به ۲ میلی‌متر یا بیشتر به عنوان معیار جوانه‌زنی در نظر گرفته شد (قادری‌فر و همکاران، ۲۰۱۱).

آزمون سرما

این آزمون بر اساس روش ارائه شده توسط همپتون و تکرونی (Hampton and TeKrony, 1995) انجام شد. برای این کار چهار تکرار ۵۰ بذری پس از شمارش در داخل محیط کشت حوله کاغذی حاوی خاک قرار گرفت. سپس حوله‌های کاغذی به انکوباتوری با دمای ۱۰ درجه سلسیوس منتقل و به مدت هفت روز در آن نگهداری شدند. پس از سپری شدن این دوره زمانی و به منظور وقوع فرآیند جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ها، حوله‌های کاغذی برای یک دوره هفت روزه دیگر به دمای ۲۵ درجه سلسیوس منتقل شدند. پس از اتمام این دوره، تعداد بذرهای جوانه زده اندازه‌گیری شد (Ghaderi-Far and Soltani, 2016).

ارزیابی قابلیت بازدارندگی قارچ‌کش‌ها در مقابل بیمارگرهای قارچی

در این آزمایش نیز که در تمامی ماه‌های انبارداری انجام شد، بذرهای تیمار شده با قارچ‌کش‌های مختلف در مرکز ظرف‌های پتری حاوی محیط کشت سیب‌زمینی دکستروز - آگار (PDA) (یک بذر در مرکز هر ظرف پتری در سه تکرار) قرار گرفتند. سپس بیمارگرهای قارچی شامل آلترناریا، پنی‌سیلیوم و فوزاریوم (تهیه شده از کلکسیون بیماری‌های گیاهی گروه گیاهپزشکی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان) در کناره‌های هر ظرف پتری قرار گرفتند و ظرف‌های پتری به مدت سه روز در انکوباتوری با دمای ۲۵ درجه سلسیوس نگهداری شدند. پس از گذشت سه روز مساحت بخش غیر آلوده (بر حسب میلی‌متر) در اطراف بذرها اندازه‌گیری شد. در واقع قابلیت بازدارندگی هر قارچ‌کش در مقابل شیوع

بیمارگرهای قارچی بر اساس میزان فاصله پرگنه هر بیمارگر از بذر قرار گرفته در مرکز ظرف پتری ارزیابی شد (Van Nghiep *et al*., 2005).

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم‌افزار SAS و رسم نمودار با استفاده از نرم افزار Excel 2007 انجام شد. نظر به اینکه در این مطالعه تیمارهای زمان نمونه برداری کمی بودند، برای تجزیه و تحلیل داده ها و اثرات قارچ‌کش‌های مختلف در دو محیط انبارداری، از مدل‌های رگرسیون ساده خطی (معادله ۱) و دو تکه‌ای (معادله ۲) استفاده شد (Gorzin *et al*., 2015a).

معادله (۱) $$y = \pm ax + b$$

معادله (۲) $$\begin{cases} if \rightarrow x \le x_0 \rightarrow y = b \\ if \rightarrow x > x_0 \rightarrow y = -ax + b \end{cases}$$

که در این معادلات y صفت مورد بررسی، x زمان انبارداری بر حسب ماه، x_0 نقطه چرخش منحنی، a شیب خط و b عرض از مبدا معادله می‌باشد.

نتایج و بحث

آزمون جوانه‌زنی

نتایج تجزیه رگرسیون داده‌های درصد جوانه‌زنی در مقابل طول دوره انبارداری نشان داد که درصد جوانه‌زنی بذرها چه در تیمار شاهد و چه در بذرهای تیمار شده با قارچ‌کش‌های مختلف در کل دوره انبارداری در هر دو شرایط دمایی بدون تغییر باقی ماند. در تمامی تیمارها پس از ۱۲ ماه انبارداری درصد جوانه‌زنی بذرها بیش از ۹۰ درصد بود. به‌علاوه، در هر دو شرایط انبارداری (دمای ۵ و ۲۵ درجه سلسیوس) اختلاف معنی داری بین درصد جوانه‌زنی بذرهای تیمار شده با قارچ‌کش و شاهد وجود نداشت (داده‌ها نشان داده نشده است).

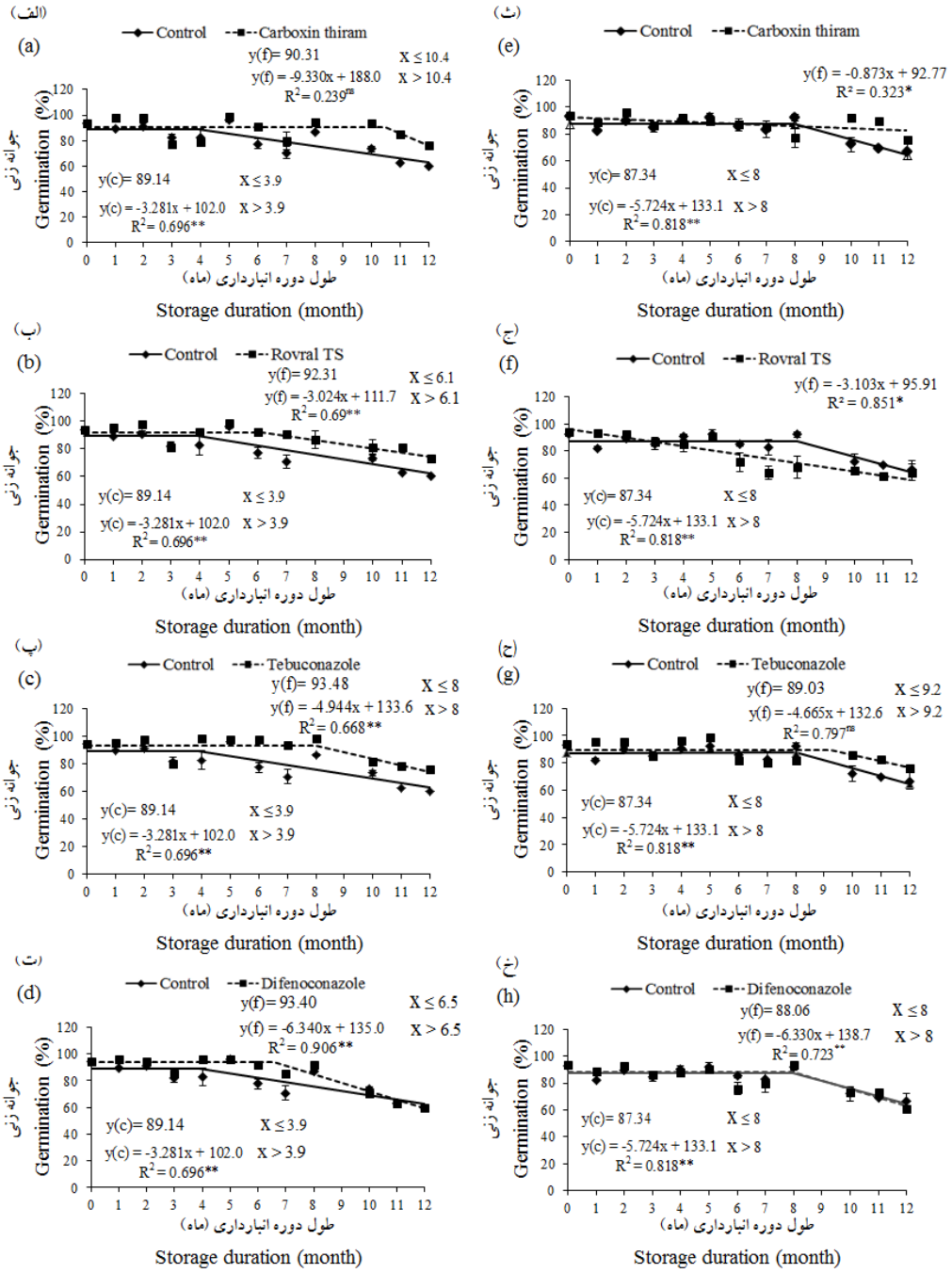
آزمون سرما

روند تغییرات درصد جوانه‌زنی در آزمون سرما در تمامی تیمارها (به جز در بذرهای پیش تیمار شده با قارچ‌کش‌های کربوکسین تیرام و رورال تی‌اس در دمای ۲۵ درجه سلسیوس) از یک منحنی دوتکه‌ای تبعیت کرد (شکل ۱). به طوری که درصد جوانه‌زنی تا مدتی پس از شروع انبارداری در تمامی تیمارها ثابت بود، اما پس از آن به صورت خطی کاهش یافت.

در دمای ۵ درجه سلسیوس ، درصد جوانه‌زنی بذرهای بدون پوشش قارچ‌کش (شاهد) تا ۳/۹ ماه پس از شروع انبارداری برابر ۸۹/۱۴ درصد بود، اما پس از طی این دوره زمانی به ازای هر ماه افزایش طول دوره انبارداری به میزان ۳/۲۸ درصد کاهش یافت (شکل ۱، الف–ت). در این دما، پیش تیمار بذرها با قارچ‌کش های مختلف باعث به تاخیر افتادن کاهش درصد جوانه‌زنی یا به عبارتی افزایش قابلیت انبارداری بذرها شد. به طوری که درصد جوانه‌زنی در بذرهای پیش تیمار شده با قارچ‌کش های کربوکسین تیرام، رورال تی‌اس، تبوکونازول و دیفکونازول به ترتیب تا ۱۰/۴، ۶/۱، ۸ و ۶/۵ ماه پس از انبارداری ثابت بود و پس از آن شروع به کاهش کرد (شکل ۱، الف–ت). همچنین، در دمای ۵ درجه سلسیوس درصد جوانه‌زنی در بذرهای تیمار شده با قارچ‌کش های کربوکسین تیرام، رورال تی‌اس و تبوکونازول در طول دوره انبارداری همواره بیشتر از بذرهای بدون پیش تیمار (شاهد) بود (شکل ۱، الف–پ). این در حالی بود که درصد جوانه‌زنی بذرهای پیش تیمار شده با قارچ‌کش دیفکونازول در انتهای دوره انبارداری تا سطح شاهد کاهش پیدا کرد و با آن برابر شد (شکل ۱، ت).

در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، درصد جوانه زنی بذرهای بدون پوشش قارچ‌کش تا ۸ ماه پس از شروع انبارداری برابر ۸۷/۳۴ درصد بود، اما پس از طی این دوره زمانی به ازای هر ماه افزایش طول دوره انبارداری به میزان ۵/۷۲ درصد کاهش یافت (شکل ۱، ث–خ). در این دما، روند تغییرات درصد جوانه‌زنی بذرهای پیش تیمار شده با قارچ‌کش‌های کربوکسین تیرام و رورال تی‌اس از یک رگرسیون ساده

خطی تبعیت کرد، به طوری که درصد جوانه‌زنی آن‌ها به ازای هر ماه افزایش طول دوره انبارداری به میزان ۰/۸۷ و ۳/۱ درصد کاهش یافت (شکل ۱، ث و ج). با این وجود، درصد جوانه‌زنی بذرهای پیش تیمار شده با قارچ‌کش کربوکسین تیرام تقریبا تا ماه هشتم اختلاف معنی‌داری با بذرهای بدون پیش تیمار نداشت و پس از آن درصد جوانه‌زنی تا انتهای دوره انبارداری همواره بیشتر از درصد جوانه‌زنی بذرهای بدون پیش تیمار بود (شکل ۱، ث).



شکل ۱- اثر قارچ‌کش‌های مختلف بر درصد جوانه‌زنی (آزمون سرما) در بذر ذرت در دو دمای ۵ (الف، ب، پ و ت) و ۲۵ (ث، ج، ح، و خ) درجه سلسیوس در طول دوره انبارداری (در این شکل y(c) و y(f) به ترتیب درصد جوانه‌زنی در تیمارهای شاهد و قارچ‌کش می‌باشند).

Figure 1- Effect of different fungicides on germination percentage (cold test) of maize seeds at two temperature 5˚C (a, b, c and d) and 25˚C (e, f, g, and h) during storage (in these Figure y(c) and y(f) are germination percentage in control and fungicide treatments, respectively).

در حالی که درصد جوانه‌زنی بذرهای پیش تیمار شده با قارچ‌کش رورال تی‌اس از ماه سوم به بعد همواره کمتر از درصد جوانه‌زنی بذرهای بدون پیش تیمار بود (شکل ۱، ج). از طرف دیگر، روند تغییرات درصد جوانه‌زنی در بذرهای پیش تیمار شده با قارچ‌کش های تبوکونازول و دیفکونازول از یک منحنی دو تکه‌ای تبعیت کرد (شکل ۱، ح و خ).

بر این اساس، درصد جوانه‌زنی بذرهای پیش تیمار شده با قارچ‌کش تبوکونازول تا ۹/۲ ماه پس از شروع انبارداری برابر ۸۹/۰۳ درصد بود، اما پس از آن به صورت خطی کاهش یافت (شکل ۱، ح). به عبارت دیگر، پیش تیمار بذرها با این قارچ‌کش قابلیت انبارداری بذرها (بدون کاهش کیفیت بذر) را به میزان ۱/۲ ماه در مقایسه با تیمار شاهد افزایش داد. درصد جوانه‌زنی بذرهای پیش تیمار شده با قارچ‌کش دیفکونازول در کل دوره انبارداری مشابه درصد جوانه‌زنی بذرهای بدون پیش تیمار بود و اختلاف معنی‌داری با آن نداشت (شکل ۱، خ).

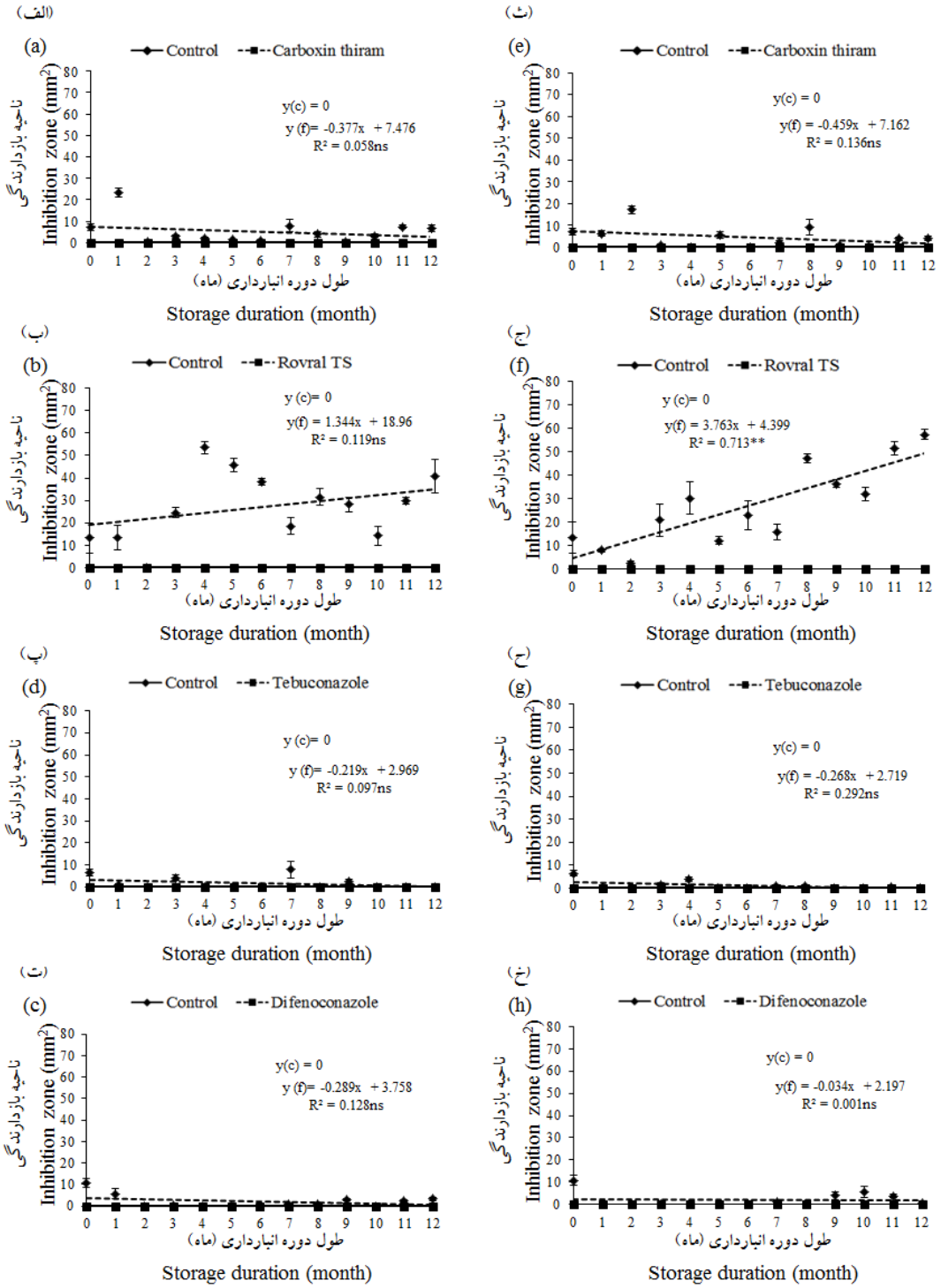
همچنین، نتایج حاصل از آزمون سرما نشان داد که بذرهای نگهداری شده در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در مقایسه با بذرهایی که در دمای ۵ درجه سلسیوس نگهداری شدند، قابلیت جوانه زنی خود را چه در تیمار شاهد و چه در تیمارهای قارچ‌کش (به جز رورال تی‌اس) به مدت طولانی‌تری حفظ کردند (شکل ۱).

آزمون تعیین قابلیت بازدارندگی قارچ‌کش‌ها در طول دوره انبارداری

نتایج این آزمون نشان داد که به استثنای قارچ‌کش رورال تی‌اس هیچ یک از قارچ‌کش‌های مورد استفاده در این آزمون قادر به بازدارندگی رشد قارچ پنی‌سیلیوم در محیط های کشت نبودند، به طوری که در کل دوره انبارداری همواره پرگنه قارچ تا محل استقرار بذرها در مرکز ظرف های پتری گسترش یافت (شکل ۲). اما در بذرهای پیش تیمار شده با قارچ‌کش رورال تی‌اس مساحت ناحیه بازدارندگی در هر دو شرایط انبارداری همواره بیش از چهار میلی متر مربع بود و پرگنه قارچ به محل استقرار بذرها در مرکز ظرف های پتری نرسید (شکل ۲، ب و ج). همچنین، با افزایش طول دوره انبارداری قابلیت بازدارندگی قارکش رورال تی‌اس به صورت خطی افزایش یافت، به طوری که به ازای هر ماه افزایش طول دوره انبارداری مساحت ناحیه بازدارندگی به میزان ۳/۷۶ میلی‌متر مربع افزایش پیدا کرد (شکل ۲، ج).

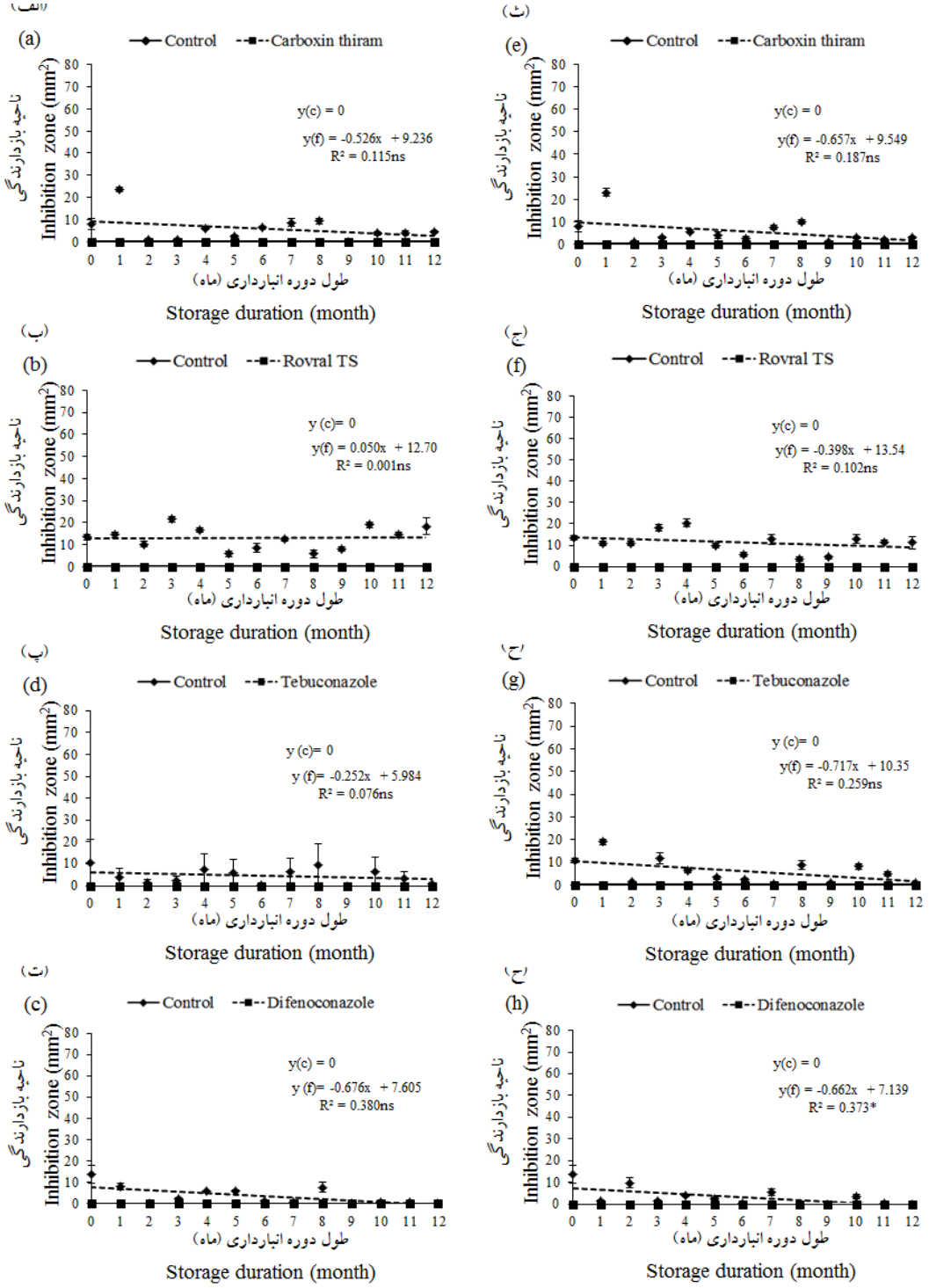
قابلیت بازدارندگی قارچ‌کش ها در برابر رشد قارچ فوزاریوم نیز مشابه قارچ پنی سیلیوم بود، به طوری که تنها قارچ‌کش رورال تی‌اس به میزان قابل توجهی مانع از توسعه پرگنه قارچ در محیط‌های کشت شد (شکل ۳). مساحت ناحیه بازدارندگی در بذرهای پیش تیمار شده با قارکش رورال تی‌اس در هر دو دمای انبارداری همواره بیش از ۵ میلی متر مربع بود (شکل ۳، ب و ج). در مورد سایر قارچ‌کش‌ها بازدارندگی تنها در ماه‌های اولیه مشاهده شد، اما پس از آن مساحت ناحیه بازدارندگی به صفر رسید (شکل ۳).

برخلاف دو بیمارگر قبلی، تمامی قارچ‌کش های مورد استفاده مانع از رشد و توسعه پرگنه قارچ آلترناریا تا محل استقرار بذر در مرکز ظرف‌های پتری شدند و با افزایش طول دوره انبارداری قابلیت بازدارندگی (مساحت ناحیه بازدارندگی) به صورت خطی افزایش یافت (شکل ۴). به‌علاوه، بیشترین مساحت ناحیه بازدارندگی در طول دوره انبارداری در شرایط استفاده از قارچ‌کش های کربوکسین تیرام و رورال تی‌اس مشاهده شد (شکل ۴، الف، ب، ث و ج). در این آزمایش، به ازای هر ماه افزایش طول دوره انبارداری در دمای ۵ درجه سلسیوس مساحت ناحیه بازدارندگی در شرایط پیش تیمار بذرها با قارچ‌کش‌های کربوکسین تیرام، رورال تی‌اس، تبوکونازول و دیفکونازول به ترتیب به میزان ۱/۴۹، ۲/۹۳، ۰/۷۴ و ۱/۳۴ میلی‌متر مربع و در دمای ۲۵ درجه سلسیوس به ترتیب به میزان ۲/۲۳، ۲/۱۲، ۱/۰۵ و ۰/۷۶ افزایش یافت (شکل ۴).



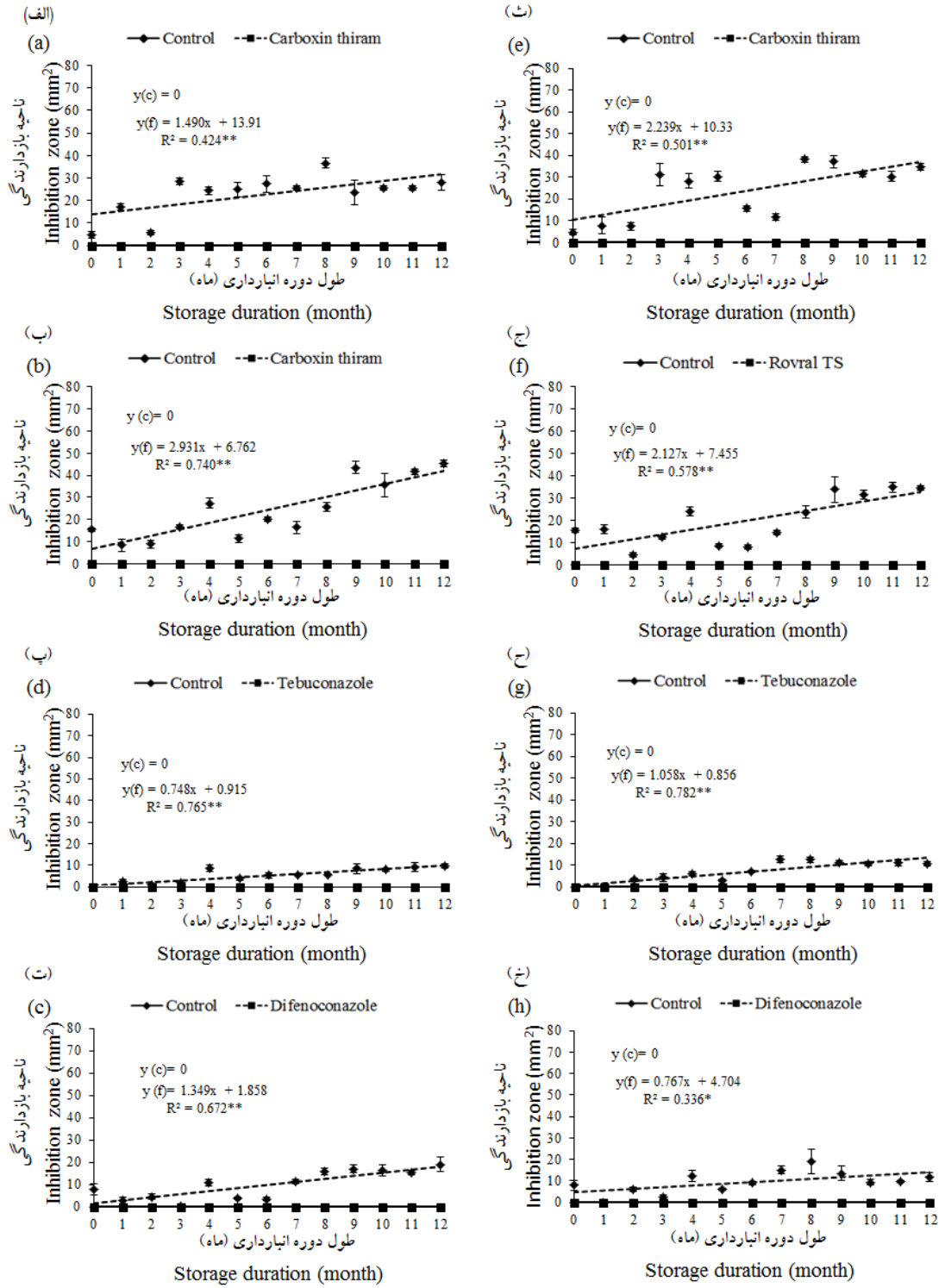
شکل ۲- اثر قارچ‌کش‌های مختلف بر مساحت ناحیه بازدارندگی برای بیمارگر پنی‌سیلیوم در دو دمای ۵ (الف، ب، پ و ت) و ۲۵ (ث، ج، ح، و خ) درجه سلسیوس در طول دوره انبارداری (در این شکل y(c) و y(f) به ترتیب مساحت ناحیه بازدارندگی در تیمارهای شاهد و قارچ‌کش می‌باشند).

Figure 2- Effect of different fungicides on inhibition zone (mm^2) for *Penicillium sp.* at two temperature 5˚C (a, b, c and d) and 25˚C (e, f, g, and h) during storage (in these Figure y(c) and y(f) are inhibition zone in control and fungicide treatments, respectively).



شکل ۳- اثر قارچ‌کش‌های مختلف بر مساحت ناحیه بازدارندگی برای بیمارگر فوزاریوم در دو دمای ۵ (الف، ب، پ و ت) و ۲۵ (ث، ج، ح، و خ) درجه سلسیوس در طول دوره انبارداری (در این شکل y(c) و y(f) به ترتیب مساحت ناحیه بازدارندگی در تیمارهای شاهد و قارچ‌کش می‌باشند).

Figure 3- Effect of different fungicides on inhibition zone (mm^2) for *Fusarium sp.* at two temperature 5˚C (a, b, c and d) and 25˚C (e, f, g, and h) during storage (in these Figure y(c) and y(f) are inhibition zone in control and fungicide treatments, respectively).



شکل ۴- اثر قارچ‌کش‌های مختلف بر مساحت ناحیه بازدارندگی برای بیمارگر آلترناریا در دو دمای ۵ (الف، ب، پ و ت) و ۲۵ (ث، ج، ح، و خ) درجه سلسیوس در طول دوره انبارداری (در این شکل y(c) و y(f) به ترتیب مساحت ناحیه بازدارندگی در تیمارهای شاهد و قارچ‌کش می‌باشند).

Figure 4- Effect of different fungicides on inhibition zone (mm^2) for *Alternaria sp.* at two temperature 5˚C (a, b, c and d) and 25˚C (e, f, g, and h) during storage (in these Figure y(c) and y(f) are inhibition zone in control and fungicide treatments, respectively).

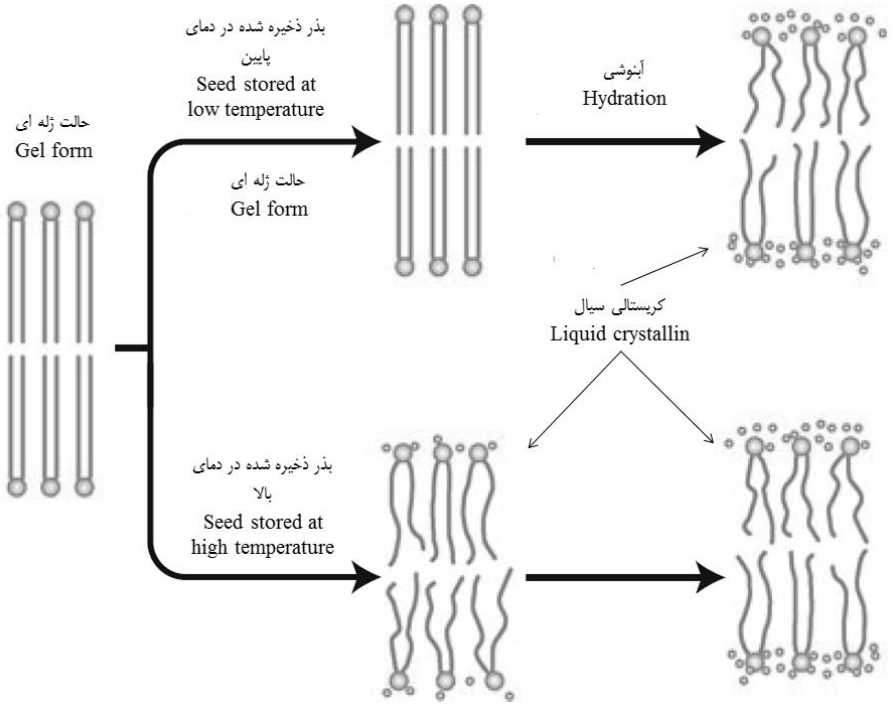
بحث

با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، درصد جوانه‌زنی تمامی محموله‌های بذری (همراه با پوشش و بدون پوشش قارچ‌کش) ذخیره شده در دو شرایط دمایی (۵ و ۲۵ درجه سلسیوس) طی ۱۲ ماه انبارداری تقریبا ثابت بوده (حدود ۹۰ درصد) و تغییر نکرد. همچنین، اختلاف معنی‌داری بین درصد جوانه‌زنی بذرهای پیش تیمار شده با قارچ‌کش‌های مختلف و بذرهای بدون پیش تیمار (شاهد) مشاهده نشد. عدم وجود اختلاف بین درصد جوانه‌زنی محموله‌های بذری طی دوره انبارداری بیشتر به این دلیل می‌باشد که درصد جوانه‌زنی در آزمون جوانه‌زنی در بسیاری از موارد قادر به نشان دادن اختلاف بین محموله‌های بذری از لحاظ قدرت بذر نمی‌باشد (Gorzin *et al*., 2015b). این موضوع در سایر مطالعات نیز مشاهده شده است. برای مثال، دیونر و همکاران (Deuner *et al*., 2014) گزارش کردند که درصد جوانه‌زنی بذرهای ذرت ذخیره شده در دو دمای ۱۶ و ۲۵ درجه سلسیوس طی ۱۲ ماه انبارداری همواره بالای ۹۰ درصد بود.

در آزمون سرما مشخص شد که در دمای ۵ درجه سلسیوس، پیش تیمار بذرها با قارچ‌کش‌های کربوکسین تیرام، رورال تی‌اس، تبوکونازول و دیفکونازول باعث به تاخیر انداختن زمان شروع کاهش درصد جوانه‌زنی (نقطه چرخش منحنی) به میزان ۶/۵، ۲/۲، ۴/۱ و ۲/۶ ماه در طی انبارداری شدند. در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، قارچ‌کش کربوکسین تیرام باعث حفظ کیفیت بذرها در کل دوره انبارداری شد. همچنین، در این دما قارچکش تبوکونازول کاهش کیفیت بذر را ۱/۲ ماه به تاخیر انداخت. کارایی بالای قارچ‌کش‌های کربوکسین تیرام و تبوکونازول در حفظ کیفیت بذرهای انبار شده در سایر مطالعات نیز به اثبات رسیده است (Sharma, *et al*., 2015; Roopashree et al., 2018). درصد جوانه‌زنی (آزمون سرما) بذرهای پیش تیمار شده با قارچ‌کش دیفکونازول باعث به تاخیر افتادن زمان افت جوانه‌زنی نشد و درصد جوانه‌زنی در طول دوره انبارداری مشابه شاهد بود. از این‌رو، به نظر می‌رسد که قارچ‌کش دیفکونازول در دماهای بالاتر از کارایی خوبی برای حفظ کیفیت بذرهای ذخیره شده در انبار برخوردار نیست و حتی در برخی موارد منجر به کاهش کیفیت بذر نیز می‌شود (Tavakoli Kakhki and Beheshti, 2010). قارچ‌کش رورال تی‌اس نیز در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد از کارایی خوبی برخوردار نبود و درصد جوانه‌زنی (آزمون سرما) از همان ابتدا شروع به کاهش کرد (شکل ۱).

همچنین، نتایج حاصل از آزمون سرما نشان داد که بذرهای نگهداری شده در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در مقایسه با بذرهایی که در دمای ۵ درجه سلسیوس نگهداری شدند، قابلیت جوانه‌زنی خود را چه در تیمار شاهد و چه در تیمارهای قارچ‌کش (به جز رورال تی‌اس) به مدت طولانی‌تری حفظ کردند. در واقع کاهش قدرت بذر (نقطه چرخش منحنی) در بذرهای ذخیره شده در دمای ۵ درجه سلسیوس بسیار زودتر از بذرهای ذخیره شده در دمای ۲۵ درجه سلسیوس اتفاق افتاد (شکل ۱). علت کاهش سریع‌تر قدرت بذر در آزمون سرما در بذرهای ذخیره شده در دمای ۵ درجه سلسیوس را می‌توان به تغییر ساختار غشاها در دمای پایین و نیز در حین آب‌نوشی نسبت داد. به طور کلی، وضعیت غشاهای سلولی در بذرها به دو صورت ژله‌ای و کریستالی سیال مشاهده می‌شود (Bewley *et al*., 2013). در بذرهای خشک غشای سلولی در وضعیت ژله ای قرار دارد که چنین وضعیتی امکان نشت مواد طی آب‌نوشی بذرها را فراهم می‌کند. در این شرایط اگر بذرها در معرض آب‌نوشی سریع قرار گیرند، نشت مواد از بذرها رخ می‌دهد. انتقال از وضعیت ژله‌ای به وضعیت کریستالی سیال به دما وابسته است. در صورتی که بذرها در دمای بالاتر نگهداری شوند، غشاها در وضعیت کریستالی سیال قرار می‌گیرند که باعث کاهش نشت مواد از سلول‌ها می‌شود، زیرا در زمان آب‌نوشی نیز در همان وضعیت کریستالی سیال قرار دارند و تغییری در غشاها رخ نمی‌دهد.

در حالی که بذرهای نگهداری شده در دماهای پایین تر دارای غشاهای ژله‌ای هستند، اما در زمان آب‌نوشی به حالت کریستالی سیال تبدیل می‌شوند که این موضوع منجر به نشت مواد و آسیب به بذرها می‌شود (Bewley *et al*., 2013) (شکل ۵). این خسارت زمانی بیشتر می‌شود که آب‌نوشی در دمای پایین انجام شود. بنابراین، بذرهای ذخیره شده در دمای پایین (۵ درجه سلسیوس گراد) که در حین آب‌نوشی در آزمون سرما نیز در دمای پایین (۱۰ درجه سلسیوس) قرار دارند بیشتر از بذرهای ذخیره شده در دمای ۲۵ درجه سلسیوس مستعد بروز آسیب به غشا در طی آب‌نوشی در دمای پایین در آزمون سرما بودند و در نتیجه درصد جوانه‌زنی در آن‌ها سریع‌تر شروع به کاهش کرد. علاوه بر این، مواد نشت یافته از بذر محیط مناسبی برای رشد و توسعه بیمارگرها فراهم می‌کند که کاهش کیفیت بذر را تشدید می‌کند. با این وجود اکثر مطالعات انجام شده بر روی گیاهان مختلف نشان از بالاتر بودن کیفیت بذرهای ذخیره شده در دماهای پایین‌تر در مقایسه با دماهای بالاتر داشتند (Rajarammanna *et al*., 2010; Sawant *et al*., 2012; Mbofung, 2012). علت این موضوع بیشتر به اختلاف بین روش‌های ارزیابی قدرت بذر مربوط می‌شود. با توجه به مطالب ارائه شده در مورد تغییر وضعیت غشاها در دماهای مختلف، انتظار می‌رود که انتقال بذرهای ذخیره شده در دمای پایین به دماهای بالاتر (دمای اتاق) پیش از انجام آزمون‌های قدرت بذر باعث تبدیل وضعیت ژله‌ای به وضعیت کریستالی سیال شود. این راهکار باعث می‌شود تا غشاها پیش از آبنوشی در وضعیت کریستالی سیال قرار گیرند و تغییری در وضعیت غشاها در زمان آب‌نوشی رخ ندهد. به این ترتیب از نشت مواد و کاهش قدرت بذرهای ذخیره شده در دمای پایین جلوگیری می‌شود.



شکل ۵- وضعیت غشاهای سلولی در بذرهای ذخیره شده در دماهای بالا و پایین قبل و بعد از آب‌نوشی (Bewley *et al*., 2013).

Figure 5- Status of cell membranes before and after imbibition in stored seeds at high and low temperatures (Bewley *et al*., 2013)

هرچند که در این مطالعه برخی از قارچ کش ها اثر بازدارندگی قابل توجهی بر برخی از بیمارگرهای مورد بررسی نداشتند، اما قابلیت بازدارندگی خود را در مقابل رشد بیمارگرهایی که بر آن ها موثر بودند در طول دوره انبارداری حفظ کردند (شکل های ۲، ۳ و ۴). در این مورد نتایج ضد و نقیضی وجود دارد. به طوری که در برخی از مطالعات قابلیت بازدارندگی قارچ کش ها در طول دوره انبارداری کاهش یافت (Moreno-Martinez *et al*., 1998) و در برخی دیگر این قابلیت حفظ شد (Cane and Hampton, 1989). برخلاف برخی از مطالعات که به اثرات منفی قارچ کش ها بر کیفیت بذر تعدادی از گیاهان اشاره کردند (Clark and Scott, 1982; Tavakoli Kakhki and Beheshti, 2010; Marcondes *et al*., 2011)، در این مطالعه هیچ یک از قارچ کش های مورد استفاده باعث آسیب به بذرها و کاهش کیفیت آن ها نشدند و به استثنای قارچ کش های دیفکونازول و رورال تی اس در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، سایر قارچ کش ها باعث جلوگیری از کاهش قدرت بذر در مقایسه با شاهد شدند. در برخی مطالعات دیگر نیز گزارش شد که پیش تیمار بذرها با قارچ کش های مناسب باعث حفظ کیفیت بذر در طول دوره انبارداری می شود (Govender *et al*., 2008; Matos *et al*., 2013; Mbofung, 2012; Gladys *et al*., 2013; Rathinavel, 2014).

نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج حاصل از آزمون سرما، کیفیت بذرهای ذرت با افزایش طول دوره انبارداری در هر دو دمای ۵ و ۲۵ درجه سلسیوس کاهش یافت. کاهش کیفیت بذرهای ذخیره شده در دمای ۵ درجه سلسیوس زودتر از بذرهای ذخیره شده در دمای ۲۵ سلسیوس گراد رخ داد. این موضوع احتمالا به دلیل تغییر وضعیت غشاها در بذرهای ذخیره شده در دمای پایین از حالت ژله ای به حالت کریستالی سیال در زمان آب نوشی و در نتیجه نشت مواد از بذر می باشد. بنابراین، پیشنهاد می شود قبل از اینکه بذرهایی که در دمای پایین نگهداری شدند در معرض آب‌نوشی (در آزمون‌های ارزیابی کیفیت بذر و یا کشت در مزرعه) قرار گیرند، آن ها را مدتی در دمای بالاتر نگهداری کرد تا پیش از آب‌نوشی غشاها در وضعیت کریستالی سیال قرار گیرند. همچنین، تمامی قارچ‌کش‌های مورد استفاده باعث جلوگیری از رشد و توسعه بیمارگرهای فوزاریوم و آلترناریا شدند. این در حالی بود که رشد بیمارگر پنی سیلیوم تنها در بذرهای پیش تیمار شده با قارچ کش های کربوکسین تیرام و رورال تی اس محدود شد. هر چند که قارچ کش رورال تی اس بیش از سایر قارچ کش ها باعث بازدارندگی در مقابل رشد و توسعه بیمارگرهای پنی‌سیلیوم، فوزاریوم و آلترناریا شد، اما این قارچ کش در حفظ قدرت بذر (آزمون سرما) به ویژه در دمای بالا کارایی چندانی نداشت. بر اساس نتایج حاصل از آزمون های مختلف در دو شرایط دمایی مورد بررسی و از لحاظ حفظ قابلیت جوانه‌زنی، قارچ‌کش‌های کربوکسین تیرام و تبوکونازول از موفقیت بیشتری در مقایسه با سایر قارچ‌کش‌ها برخوردار بودند. برخی از شرکت‌های تولید بذر، بذرها را پیش از بسته‌بندی با قارچ‌کش‌های مختلف پیش تیمار می کنند. اگر چه در برخی موارد این کار با هدف جلوگیری از رشد قارچ ها در طول دوره انبارداری صورت می گیرد، اما در بیشتر موارد هدف جلوگیری از آلوده شدن بذر در زمان کاشت و در مراحل اولیه جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در خاک انجام می‌شود. بنابراین، حفظ اثر بازدارندگی قارچ‌کش‌های مورد استفاده تا زمان کاشت بذر در طول دوره ای که بذرها در انبار نگهداری می‌شوند بسیار ضروری می‌باشد. با توجه به نتایج این پژوهش، پیشنهاد می‌شود که قارچ‌کش‌های کربوکسین تیرام و تبوکونازول به عنوان یک پیش تیمار مناسب برای بذرهای ذرت در نظر گرفته شود.

Reference منابع

Ahmadi, K., H.A. Gholizadeh, H.R. Ebadzadeh, R. Hosainpoor, H. Abdshah, A. Kazemian, and M. Rafiei. 2017. Agricultural statistics, Years 2015-2016, Volume 1: Crop products. Publication of Ministry of Jihad Agriculture, Department of Planning and Economics, Center of Information and Communication Technology. (In Persian)

Antoniazzi, N., and C. Deschamps. 2007. Control *Sorokiniana bipolaris* and grain yield in barley after application of elicitors. Agron J. 29: 695-700.

Asiedu, E.A., and A.A. Powell. 1998. Comparisons of the storage potential of cultivars of cowpea differing in seed coat pigmentation. Seed Sci. Technol. 26: 211-221.

Barsa, S.M.A., N. Ahmad, M.M. Khan, N. Iqbal, and M.A. Cheema. 2003. Assessment of cotton seed deterioration during accelerated ageing. Seed Sci. Technol. 31: 531-540.

Bewley, J.D., K.J. Bradford, H.W.M. Hilhorst, and H. Nonogaki. 2013. Seeds (Physiology of development, germination and dormancy). Third edition. New York: Springer.

Cane, S.F., and J.G. Hampton. 1989. Effect of storage of fungicide-treated cereal seed on subsequent seed performance. New Zeal J. Crop Hort. Sci. 17: 125-128.

Clark, S.M., and D.J. Scott. 1982. Effects of carboxin, benomyl and captan on the germination of wheat during the post harvest dormancy period. Seed Sci. Technol. 10: 87-94.

Deuner, C., K.C. Rosa, G.E. Meneghello, C.T. Borges, A.S. Almeida, and A. Bohn. 2014. Physiological performance during storage of corn seed treated with insecticides and fungicide. J. Seed Sci. 36: 204-212.

Ellis, R.H., and T.D. Hong. 2007. Quantitative response of the longevity of seed of twelve crops to temperature and moisture in hermeric storage. Seed Sci. Technol. 35: 432-444.

Falloon, R.E. 1987. Fungicide seed treatments increase growth of perennial ryegrass. Plant Soil. 101: 197-203.

Ghaderi-Far, F., and A. Soltani. 2016. Seed control and certification. Published by Jihad of Mashhad University Press. (In Persian)

Ghaderi-Far, F., A. Soltani, and H.R. Sadeghipour. 2011. Changes in Seed Quality during Seed Development and Maturation in Medicinal Pumpkin (*Cucurbita pepo* subsp. Pepo. *Convar*. Pepo var. *styriaca* Greb). J. Herb. Spic. Med. Plant. 17: 249-257.

Gladys, C.Y., A. Mbofung, G. Susana, F.S.L. Leonor, and E.M. Russell. 2013. Effects of storage temperature and relative humidity on viability and vigor of treated soybean seeds. Crop Sci. 53: 1086-1095.

Gorzin, M., F. Ghaderi-Far, E. Zeinali, and S.E. Razavi. 2015a. Effect of the length of various developmental periods on soybean yield and yield components. J. Crop Prod 8: 21-41. (In Persian)

Gorzin, M., F. Ghaderi-Far, E. Zeinali, and S.E. Razavi. 2015b. Evaluation of seed germination and seed vigor of different soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) Cultivars under different planting dates in Gorgan. Iranian J. Field Crop Res. 13: 611-622. (In Persian)

Govender, V., T.A.S. Aveling, and Q. Kritzinger. 2008. The effect of traditional storage methods on germination and vigour of maize (*Zea mays* L.) from northern KwaZulu-Natal and southern Mozambique. South Afr. J. Bot. 74: 190-196.

Hampton, J.G., and TeKrony, D.M. 1995. Handbook of Vigour Test Methods. The International Seed Testing Association (ISTA). Zurich, Swirztland.

Hoseini-bay, S., and M. Harsini. 2005. Technical publications of Seed disinfection. Seed and Plant Certification and Registration Institute. (In Persian)

Krüger, F.O., L.R.G. Guilherme, D.F. Franco, C.J. Costa, and M.G. Silva. 2016. The effect of a fungicide treatment on the physiological potential of rice seeds after storage. Científica Jaboti. 44: 239-244.

Maia, A.R., J.C. Lopes, and C.O. Teixeira. 2007. Effect of the accelerated aging in the evaluation of the physiological quality in wheat seeds. Agrotec. Lavra. 31: 678-684.

Marcondes, M.C., C. Andreoli, and E. Miglioranza. 2011. Viability equation to determine the longevity of fungicide-treated seeds of wheat stored in a conventional warehouse. Acta Sci. Agron. 33: 539-544.

Matos, C.S.M., E.N. Barrocas, J.C. Machado, and F.C. Alves. 2013. Health and physiological quality of corn seeds treated with fungicides and assessed during storage. J. Seed Sci. 35: 10-16.

Mbofung, G.Y. 2012. Effects of maturity group, seed composition and storage conditions on the quality and storability of soybean (*Glycine max* L. Merrill) seed. Grad Thes. Dissert.

McDonald, M.B. 1999. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. Seed Sci. Technol. 27: 177-237.

Moreno-Martinez, E., A. Rivera, and M.V. Badillo. 1998. Effect of fungi and fungicides on the preservation of wheat seed stored with high and low moisture content. J. Stored. Prod. Res. 34: 231-236.

Pires, L.L., C. Bragantini, and J.L. Costa. 2004. Storage of dry bean seeds coated with polymers and treated with fungicides. Pesq. agropec. bras. 39(7): 709-715.

Rahim, S., and S.H. Dawar. 2014. Activity of water content and storage temperature on the seedborne mycoflora of *Lens Culinaris* L. (Lentil). Pak. J. Bot. 46: 1921-1924.

Rajarammanna, R., D.S. Jayas, and N.D.G. White. 2010. Comparison of deterioration of rye under two different storage regimes. J. Stored Prod. Res. 46: 87-92

Rathinavel, K. 2014. Influence of storage temperature and seed treatments on viability of cotton seed (*Gossypium hirsutum* L.). Cotton Res J. 6: 1-6.

Roberts, E.H. 1972. Predicting the viability of seed. Seed Sci. Technol. 1: 499-514.

Rodrigues, E.A., K.R.F. Schwan-Estrada, J.R. Stangarlin, C.A. Scapim, and A.C.G. Fiora tutida. 2006. Potential medicinal plant ocimum gratissimum in control of Bipolaris sorokiniana in wheat seed. Acta Scient. Agron. 28: 213-220.

Roopashree, B., R.B. Jolli, A.S. Sajjan, and B.N. Motagi. 2018. Effect of Polymer Coating and Fungicide on Storage Performance of Kabuli Chickpea Varieties. Int. J. Curr. Microbiol. Appl. Sci. *7*: 954-961.

Sawant, A.A., S.C. Patil, S.B. Kalse, and N.J. Thakor. 2012. Effect of temperature, relative humidity and moisture content on germination percentage of wheat stored in different storage structures. Agric. Eng. Int.: CIGR J. 14: 1-14.

Sharma, S., S. Gambhir, and S.K. Munshi. 2007. Changes in lipid and carbohydrate composition of germinating soybean seeds under different storage conditions. Asian J. Plant Sci. 6: 502-507.

Sharma, K.K., U.S. Singh, P. Sharma, A. Kumar, and L. Sharma. 2015. Seed treatments for sustainable agriculture-A review. J. Appl. Nat. Sci. 7: 521-539.

Smit, M.T., and P. Berjak. 1995. Deteriorative change associated with the loss of viability of stored desiccation-tolerant and desiccation-sensitive seeds. Pp 701-746. In: J. Kigel, and G. Galili (eds.). seed development and germination. Marcel Dekker, New York.

Tavakoli Kakhki, H.R., and A.R. Beheshti. 2010. Wheat seed treatment and its effect on seed vigor indices from bioenvironmental aspect. Agroecol. 2: 168-174. (In Persian)

Van Nghiep, H., and A. Gaur. 2005. Efficacy of seed treatment in improving seed quality in rice (*Oryza sativa* L.). Omonrice. 13: 42-51.

Venancio, L.P., J.C. Lopes, K.S. Maciel, M. Poton, and A. Cola. 2012. Accelerated aging test for evaluation of physiological quality of corn seeds. Encyclo Biosph. 8: 899-906.

Walters, C. 1998. Understand the mechanisms and kinetics of seed ageing. Seed Sci. Res. 8: 223-244.