Archive of SID

به‌زراعی کشاورزی
دوره ۲۱ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۸
صفحه‌های ۱۸۰-۱۶۷

اثر محلول‌پاشی گیاه مادری به‌وسیله قارچ‌کش‌های مختلف بر سلامت، جوانه‌زنی و بنیه بذر سویا

مرتضی گرزین[۱]، فرشید قادری‌فر[۲*]، سید اسماعیل رضوی[۳]
۱. دانشجوی دکتری، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۲. دانشیار، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
۳. استادیار، گروه گیاهپزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱۲/۰۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۲/۲۴

چکیده
به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی قارچ‌کش‌های مختلف بر کیفیت بذر سویا (رقم کتول) آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال ۱۳۹۵ انجام شد. عامل اصلی شامل دو تاریخ کاشت بهاره (۲۸ اردیبهشت) و تابستانه (۱۰ تیر) و عامل فرعی شامل محلول‌پاشی با قارچ‌کش‌های مختلف از قبیل بنومیل، مانکوزب، پروپیکونازول، تیوفانات متیل، کاربندازیم و بدون قارچ‌کش (شاهد) در دو مرحله رشدی R_3 و R_6 بود. برای ارزیابی کیفیت محموله‌های بذری تولیدی از آزمون‌های جوانه‌زنی، تسریع پیری، هدایت الکتریکی و سلامت بذر استفاده شد. در این تحقیق دو قارچ آلترناریا و فوزاریوم در محموله‌های بذری مشاهده شد. میزان شیوع فوزاریوم در کلیه تیمارها بسیار پایین (کم‌تر از هفت درصد) بود. بنابراین، سلامت بذر بیش‌تر تحت تأثیر آلترناریا قرار داشت. درصد بذرهای سالم در کشت بهاره ۲۱/۴۸ درصد بیش‌تر از کشت تابستانه بود. همه قارچ‌کش‌های مورد استفاده (به‌ویژه پروپیکونازول و تیوفانات متیل) سلامت، قابلیت جوانه‌زنی و قدرت بذر را در مقایسه با تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری افزایش دادند. کشت تابستانه با وجود آلودگی‌های قارچی بیش‌تر، به دلیل برخورد مراحل نمو بذر (R_5-R_8) با دماهای پایین‌تر دارای جوانه‌زنی و بنیه بذر بیش‌تری در مقایسه با بذرهای حاصل از کشت بهاره بودند. در واقع، دما عامل مهم‌تری در تعیین قابلیت جوانه‌زنی و بنیه بذر در مقایسه با عوامل بیماری‌زا بود. بنابراین، برای دست‌یابی به حداکثر کیفیت بذر، بهتر است از کشت تابستانه همراه با کاربرد قارچ‌کش‌های مناسب از جمله پروپیکونازول و تیوفانات متیل در دو مرحله R_3 و R_6، استفاده شود.

کلیدواژه‌ها: آلترناریا، دما، رطوبت نسبی، فوزاریوم، کیفیت بذر.

Impacts of Foliar Spraying of Maternal Plant by Different Fungicide on Health, Germination, and Vigor of Soybean Seeds

Morteza Gorzin[1], Farshid Ghaderi-Far[2*], Seyed Esmaeil Razavi[3]
1. Ph.D. Student, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran.
2. Associate Professor, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran.
3. Assistant Professor, Department of Plant Protection, Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources, Gorgan, Iran.
Received: February 23, 2019 Accepted: May 14, 2019

Abstract
In order to investigate the impacts of different fungicide spraying treatments on soybean seed quality (*cv*. Katoul), the present article carries out a split plot experiment in a randomized complete block design with three replications in research field of Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources during 2016. The main plots entail both spring-time (May 28) and summer-time (July 10) planting dates, while the sub ones include spraying with various fungicides such as benomyl, mancozeb, propiconazole, methyl thiophanate, and carbendazim, along with the control in two stages R_3 and R_6. Germination, accelerated aging, electrical conductivity, and seed health tests have been used to evaluate the quality of seeds. Two fungi *Alternaria* sp. and *Fusarium* sp. spread have been observed in seed lots, though with lower prevalence for *Fusarium* sp. (below 7%). Therefore, seed health is most affected by *Alternaria* sp.. The percentage of healthy seeds in spring sowing date has been 21.48% higher than summer sowing date, with all used fungicides (especially propiconazole and methyl thiophanate) significantly increasing the health, germination, and vigor of the seeds, compared to the control. The produced seeds in summer planting, while having more fungal infection, display higher seed germination and vigor than seeds of spring crops, due to the exposure of seed development stages (R_5-R_8) to low temperatures. As a matter of fact, air temperature during seed development stages has been more important when determining seed germination and vigor, in comparison to pathogens. Therefore, in order to achieve high seed quality, it is appropriate to have summer planting accompanied by suitable fungicides such as propiconazole and methyl thiophanate at R_3 and R_6 growth stages.

Keywords: *Alternaria* sp., *Fusarium* sp., relative humidity, seed quality, temperature.

* نویسنده مسئول
Email: farshidghaderifar@gau.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

بیمارگرهای قارچی از جمله عوامل مهم تأثیرگذار بر کیفیت بذر (جوانه‌زنی، بنیه و سلامت بذر) سویا در بسیاری از مناطق دنیا می‌باشد (Jardine, 1991; Mengistu *et al*., 2009; Gorzin *et al*., 2014). برخی از بیمارگرهای قارچی نظیر فوموپسیس[1]، فوزاریوم[2]، آلترناریا[3] و سرکوسپورا[4] می‌توانند در مراحل نمو بذرهای سویا بر روی بوته مادری آن‌ها را آلوده کنند و منجر به کاهش کیفیت بذر شوند (Gorzin *et al*., 2014; Gorzin *et al*., 2015a). در این بین پوسیدگی بذر فوموپسیسی از جمله مهم‌ترین بیماری‌های بذری در ایالات متحده و بسیاری از کشورهای تولیدکننده سویا می‌باشد که توسط *Phomopsis longicolla* و یا سایر گونه‌های فوموپسیس و دیاپورته[5] ایجاد می‌شود (Zhang *et al*., 1999; Li *et al*., 2011). در بذرهای آلوده به این قارچ جوانه‌زنی و بنیه بذر به شدت کاهش می‌یابد، بنابراین بذرهای آلوده برای کشت و کار مناسب نیستند (Li *et al*., 2011). شرایط آب‌وهوایی و خصوصیات خاک در هر منطقه می‌تواند منجر به شیوع انواع خاصی از بیمارگرها و یا بروز درجات متفاوتی از فراوانی آن‌ها شوند. دما و رطوبت نسبی هوا از مهم‌ترین عوامل محیطی مؤثر بر شیوع بیمارگرهای قارچی می‌باشند (Rupe, 1990; Hong *et al*., 1997; Li *et al*., 2010).

بررسی بذرهای تولیدشده در مناطق مختلف استان گلستان نشان داد که در این مناطق بذرها به بیمارگر فوموپسیس آلوده هستند و در مناطقی که این آلودگی مشاهده شد، درصد جوانه‌زنی بذرها نیز به‌شدت کاهش یافت (Gorzin *et al*., 2014). بر این اساس، میزان شیوع این بیمارگر در مزارع بندرگز، کردکوی و گرگان به‌ترتیب ۲۲/۳، ۹ و ۸ درصد بود. علاوه بر این بیمارگر، قارچ‌های بذرزاد دیگری نظیر فوزاریوم، آلترناریا و سرکوسپورا در استان گلستان مشاهده شدند که هر یک می‌توانند در کاهش کیفیت بذرهای تولیدشده در این منطقه نقش داشته باشند (Gorzin *et al*., 2014). این یافته‌ها نشان می‌دهند که برای داشتن یک نظام تولید بذر خوب می‌بایستی خطرات ناشی از شیوع قارچ‌های بذرزاد در میان محموله‌های بذری را بیش‌تر مورد توجه قرار داد و در جهت جلوگیری از بروز خسارت‌های ناشی از این بیمارگرها اقدامات مناسبی صورت پذیرد. در این راستا محلول‌پاشی بوته‌ها به‌وسیله قارچ‌کش‌های مناسب طی مراحل نمو بذر می‌تواند جزء راه‌کارهای مؤثر به‌منظور کنترل قارچ‌های بذرزاد و به دنبال آن افزایش سلامت و کیفیت بذرهای تولیدشده باشد (Gorzin *et al*., 2015a).

پاسخ کیفیت بذر سویا به کاربرد قارچ‌کش‌های برگ مصرف متغیر است، اما پژوهش‌ها نشان می‌دهد که به‌طورکلی استفاده از قارچ‌کش‌ها آلودگی بذرها نسبت به بیمارگرهای قارچی را کاهش می‌دهد و باعث بهبود کیفیت بذر می‌شود (Wrather *et al*., 2004). به‌عنوان مثال، کاربرد آزوکسی استروبین+ سیپروکونازول در سه مرحله رشدی V_5، R_2 و R_5 باعث کاهش بیماری زنگ آسیایی[6] و افزایش بنیه بذر سویا شد (Carvalho *et al*., 2013). هم‌چنین، کاربرد قارچ‌کش تریازول و استروبیلورین در مراحل رشدی R_3، R_5 و R_3+R_5 در سویا باعث کاهش آلودگی به فوموپسیس و افزایش کیفیت بذر شد (Soto-Arias & Munkvold, 2011). استفاده از قارچ‌کش اندورا در مرحله نموی R_3 باعث کاهش آلودگی سویا به اسکلروتینیا در منطقه ویسکونسین ایالات متحده

1. *Phomopsis* sp.
2. *Fusarium* sp.
3. *Alternaria* sp.
4. *Cercospora* sp.
5. *Diaporthe* sp.

6. Asiatic rust

www.SID.ir

Archive of SID

شد (Smith *et al.*, 2016). به‌طور معمول قارچ‌کش‌های برگ مصرف در مراحل R_3 و R_5 به‌کار می‌روند، درحالی که بیش‌ترین آلودگی نزدیک به مرحله R_7 رخ می‌دهد (TeKrony & Egli, 1985). با این وجود، کاربرد بنومیل در مرحله R_6 بیش از سایر مراحل باعث بهبود بنیه جوانه‌زنی بذرها شد (TeKrony *et al.*, 1983). علاوه بر این، کاربرد قارچ‌کش بنومیل در مرحله R_3+R_6 در سویا باعث کاهش آلودگی بذرها به بیمارگرهای قارچی و بهبود کیفیت بذر شد (Gorzin *et al.*, 2015a).

با توجه به نقش بیمارگرهای قارچی در کاهش کیفیت بذرهای سویای تولیدشده در استان گلستان، این تحقیق به‌منظور ارزیابی اثر کاربرد قارچ‌کش‌های مختلف در مراحل انتهایی رشد گیاه (R_3 و R_6) در دو تاریخ کاشت بهاره و تابستانه بر کیفیت بذرهای تولیدشده و تعیین عوامل مؤثر بر قابلیت جوانه‌زنی، بنیه و سلامت بذر انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی به‌وسیله قارچ‌کش‌های مختلف بر سلامت و کیفیت بذر سویا (رقم کتول) مطالعه‌ای به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان در سال ۱۳۹۵ انجام شد. این مزرعه در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۹ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۱۹ دقیقه شرقی و ارتفاع ۱۲ متری از سطح دریا قرار دارد. عامل اصلی شامل تاریخ کاشت در دو سطح (۲۸ اردیبهشت و ۱۰ تیر) و عامل فرعی شامل محلول‌پاشی با قارچ‌کش‌های مختلف از قبیل بنومیل، مانکوزب، پروپیکونازول، تیوفانات متیل، کاربندازیم و شاهد بدون قارچ‌کش بود.

در این تحقیق فاصله بین ردیف‌های کاشت ۴۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها روی ردیف هفت سانتی‌متر در نظر گرفته شد. هر کرت دارای شش ردیف کاشت به طول پنج متر بود. در طول فصل رشد مراحل مهم فنولوژی گیاه ثبت شد (Fehr & Caviness, 1977). محلول‌پاشی هر یک از قارچ‌کش‌ها در دو مرحله R_3 (شروع غلاف‌دهی) و R_6 (پایان دانه‌بندی) انجام شد (Gorzin *et al.*, 2015a). مشخصات هر یک از قارچ‌کش‌های مورد استفاده و میزان مصرف آن‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

در این تحقیق، بلافاصله پس از برداشت غلاف‌ها در مرحله R_8 (رسیدگی برداشت) و جدا کردن بذرهای آن‌ها (به‌صورت دستی)، ارزیابی قابلیت جوانه‌زنی، بنیه و سلامت بذرهای جمع‌آوری‌شده به‌وسیله آزمون‌های جوانه‌زنی، تسریع پیری، هدایت الکتریکی و سلامت بذر در آزمایشگاه تحقیقات بذر گروه زراعت دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انجام شد.

جدول ۱. مشخصات قارچ‌کش‌های مورد استفاده جهت سم‌پاشی بوته‌های سویا

نام عمومی	نام تجاری	فرمولاسیون	میزان مصرف ($kg/L.ha^{-1}$)	غلظت مصرفی ($g/ml.ml^{-1}$ water)
بنومیل	بنلیت	پودر وتابل ۵۰ درصد	۲	۲ در هزار
مانکوزب	دیتان‌ام-۴۵	پودر وتابل ۸۰ درصد	۲	۲ در هزار
پروپیکونازول	تیلت	مایع امولسیون شونده ۲۵ درصد	۲	۲ در هزار
تیوفانات متیل	توپسین‌ام	پودر وتابل ۷۰ درصد	۲	۲ در هزار
کاربندازیم	باویستین، دروزال	پودر وتابل ۶۰-۵۰ درصد	۲	۲ در هزار

www.SID.ir

Archive of SID

آزمون جوانه‌زنی

این آزمون در چهار تکرار ۵۰ بذری انجام شد. پیش از آزمون سطح بذرها با محلول ۰/۵ درصد سدیم هیپوکلریت (NaOCl) به‌مدت دو دقیقه ضدعفونی و سپس با آب مقطر شست‌وشو داده شدند. آزمون جوانه‌زنی به‌روش حوله کاغذی (به ابعاد ۴۵×۳۰ سانتی‌متر) و به‌مدت هشت روز در انکوباتوری با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد (Hampton & TeKrony, 1995). خروج ریشه‌چه و رسیدن طول آن به دو میلی‌متر یا بیش‌تر به عنوان معیار جوانه‌زنی به‌منظور محاسبه سرعت و درصد جوانه‌زنی در نظر گرفته شد (Soltani *et al.*, 2001; Ghaderi-Far *et al.*, 2009). هم‌چنین، در پایان آزمون تعداد گیاهچه‌های عادی شمارش و وزن خشک آن‌ها پس از قرارگرفتن در آونی با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ ساعت اندازه‌گیری شد. در این آزمون برای توصیف روند جوانه‌زنی طی زمان و محاسبه مؤلفه‌های مختلف جوانه‌زنی از مدل ویبول استفاده شد (Colbach & Durr, 2003) (رابطه ۱).

$$y = G_{\max} \times \left[1 - \exp(-\log(2) \times (\frac{t - lag}{T_{50} - lag})^k)\right]$$ رابطه ۱)

که در این مدل y درصد جوانه‌زنی تجمعی در زمان t، G_{max} حداکثر درصد جوانه‌زنی، T_{50} زمان تا ۵۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی، lag زمان آغاز جوانه‌زنی، و k ضریب کنترل‌کننده شکل و شیب منحنی (k بزرگ‌تر نشان‌دهنده تمرکز بیش‌تر جوانه‌زنی در اطراف T_{50} است) می‌باشد.

آزمون تسریع پیری

این آزمون از طریق قرارگیری بذرها در معرض رطوبت نسبی ۱۰۰ درصد و دمای ۴۱ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۷۲ ساعت انجام شد (Hampton & TeKrony, 1995). در نهایت آزمون جوانه‌زنی به شکلی که در بالا توضیح داده شد، بر روی بذرهای پیر شده انجام شد.

آزمون هدایت الکتریکی

در این آزمون چهار تکرار ۵۰ بذری پس از توزین در ظرف‌های حاوی ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر (با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد) ریخته شد. پس از آن ظرف‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند (Hampton & TeKrony, 1995). در نهایت میزان هدایت الکتریکی به‌ازای هر گرم وزن بذر مربوط به هر نمونه بذری با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد (Ghaderi-Far *et al.*, 2011).

$$EC = \frac{EC_S}{SW}$$ رابطه ۲)

در این فرمول EC هدایت الکتریکی بذر بر حسب میکروزیمنس بر سانتی‌متر بر گرم، EC_S میزان قابلیت هدایت الکتریکی محلول حاوی بذر بر حسب میکروزیمنس بر سانتی‌متر و SW وزن نمونه بذری بر حسب گرم می‌باشد.

سلامت بذر

برای تعیین نوع و میزان آلودگی غلاف‌ها و بذرها از روش محیط کشت سیب‌زمینی- دکستروز آگار (PDA) اسیدی شده (pH=۴/۵) استفاده شد. تعداد ۴۵ بذر از هر تیمار انتخاب شد. سطح بذرها با استفاده از محلول ۰/۵ درصد سدیم هیپوکلریت (NaOCl) به‌مدت دو دقیقه ضدعفونی شدند و پس از شست‌وشو با آب مقطر بر روی کاغذ صافی خشک شدند. در نهایت تعداد ۱۵ بذر در هر پتری‌دیش حاوی محیط کشت (PDA) قرار گرفت. این آزمایش با سه تکرار انجام شد. پتری‌دیش‌ها به‌مدت ۱۲-۷ روز در انکوباتور در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از سپری شدن این دوره زمانی بیمارگرهای قارچی بر اساس ویژگی‌های پرگنه و ریخت‌شناسی اندام‌های زایشی غیر جنسی شناسایی شدند (TeKrony & Egli, 1985; Ghaderi-Far & Soltani, 2010). به‌علاوه، شدت آلودگی به‌وسیله هر یک از عوامل بیماری‌زا به صورت درصدی از کل بذرها بیان شدند. در این مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

بذرهای سالم بذرهایی بودند که هیچ بیمارگری بر روی آن‌ها رشد نکرد.

برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS (نسخه ۹/۱/۳) و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel (نسخه ۲۰۱۰) استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

۳. نتایج و بحث

۳. ۱. نتایج

۳. ۱. ۱. زمان وقوع مراحل فنولوژی از شروع تشکیل بذر (R_5) تا رسیدگی برداشت (R_8)

زمان کاشت بذر یک عامل مدیریتی مهم در تعیین طول دوره رشد و زمان وقوع هر یک از مراحل فنولوژی در گیاهان زراعی به‌شمار می‌رود. در این آزمایش، طول دوره رشد در کشت بهاره (۲۸ اردیبهشت) و تابستانه (۱۰ تیر) به‌ترتیب ۱۴۹ و ۱۲٤ روز بود. بنابراین، با تأخیر در کاشت طول دوره رشد محصول کاهش یافت. هم‌چنین، وقوع هر یک از مراحل فنولوژی در تاریخ کاشت تابستانه با تأخیری چند روزه نسبت به تاریخ کاشت بهاره انجام شد. به‌طوری‌که زمان وقوع مراحل نموی R_5، R_6، R_7 و R_8 در تاریخ کاشت بهاره به‌ترتیب در روزهای ۱۵۸، ۱۷۵، ۱۹۳ و ۲۰۸ ام از آغاز سال و در تاریخ کاشت تابستانه در روزهای ۱۷٦، ۱۹۳، ۲۱۳ و ۲۲۷ ام از آغاز سال بود. با وجود این تفاوت‌ها، این دو تاریخ کاشت از لحاظ طول مراحل نمو بذر از شروع پر شدن بذر تا رسیدگی برداشت (R_5-R_8) تنها یک روز اختلاف داشتند (جدول ۲).

۳. ۱. ۲. وضعیت شرایط آب‌وهوایی از شروع تشکیل بذر تا رسیدگی برداشت

ازآنجایی‌که هر یک از مراحل نمو بذر در کشت بهاره زودتر از کشت تابستانه رخ دادند، بذرهای تولیدشده در کشت بهاره دماهای بالاتری را طی مراحل رشد و نمو خود تجربه کردند. به‌طوری‌که حداکثر، حداقل و میانگین دما طی دوره R_5-R_8 در کشت بهاره به‌ترتیب ٤/٤، ۳/۸ و ٤/۱ درجه سانتی‌گراد بالاتر از کشت تابستانه بود. هم‌چنین، بذرهای حاصل از کشت بهاره در ۲٦ روز از دوره نمو خود دماهای بیش از ۳۰ درجه سانتی‌گراد را تجربه کردند درحالی‌که این مقدار برای کشت تابستانه تنها ۱۰ روز بود (جدول ۳).

از طرف دیگر، در کشت تابستانه به‌دلیل قرار گرفتن بخش بیش‌تری از مراحل نمو بذر در پاییز، بذرهای حاصل همواره با رطوبت نسبی بالاتری طی رشد و نمو خود مواجه شدند. به‌نحوی‌که حداکثر، حداقل و میانگین رطوبت نسبی هوا طی دوره R_5-R_8 در کشت تابستانه به‌ترتیب ٤/۱، ۲/٤ و ۳/۳ درصد بیش‌تر از کشت بهاره بود. هم‌چنین، بذرهای حاصل از کشت تابستانه در ۲۰ روز از دوره رشد و نمو خود رطوبت نسبی بالاتر از ۹۰ درصد را تجربه کردند، اما این مقدار برای کشت بهاره برابر ۱۱ روز بود (جدول ۳).

جدول ۲. زمان وقوع مراحل فنولوژی سویا رقم کتول شامل شروع تشکیل بذر (R_5)، پایان تشکیل بذر (R_6)، رسیدگی فیزیولوژیک (R_7) و رسیدگی برداشت (R_8)

تاریخ کاشت	روز از کاشت تا:				طول دوره R_5-R_8
(روز از آغاز سال)	R_5	R_6	R_7	R_8	(day)
۲۸ اردیبهشت (۵۹)	۹۹	۱۱٦	۱۳٤	۱٤۹	۵۰
۱۰ تیر (۱۰۳)	۷۳	۹۰	۱۱۰	۱۲٤	۵۱

۳. ۱. ۳. سلامت بذر

در این تحقیق تنها دو بیمارگر آلترناریا و فوزاریوم در بذرهای تولیدشده مشاهده شدند. نتایج حاصل از تجزیه واریانس نشان داد که تاریخ کاشت و نوع قارچ‌کش هر دو اثر معنی‌داری بر درصد بذرهای سالم و درصد بذرهای

www.SID.ir

Archive of SID

آلوده به بیمارگر آلترناریا داشتند، اما تنها اثر قارچ‌کش بر درصد بذرهای آلوده به فوزاریوم معنی‌دار بود (جدول ٤). اثر متقابل تاریخ کاشت × قارچ‌کش نیز بر هیچ یک از صفات مورد بررسی معنی‌دار نشد (جدول ٤).

با توجه به معنی‌دار نبودن اثر متقابل (جدول ٤)، مقایسه میانگین برای اثرات اصلی تیمارهای تاریخ کاشت و قارچ‌کش انجام شد (جدول ٥). درصد بذرهای سالم در تاریخ کاشت ۲۸ اردیبهشت به‌طور معنی‌داری بیش‌تر و درصد بذرهای آلوده به آلترناریا به‌طور معنی‌داری کم‌تر از تاریخ کاشت ۱۰ تیر بود. دو تاریخ کاشت از لحاظ درصد بذرهای آلوده به فوزاریوم اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. این در حالی بود که اختلاف معنی‌داری از لحاظ سه صفت مورد بررسی بین تیمارهای قارچ‌کش مشاهده شد، به طوری‌که کم‌ترین بذر سالم در تیمار شاهد و بیش‌ترین آن در تیمار پروپیکونازول مشاهده شد (جدول ٥). لازم به ذکر است که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای پروپیکونازول، تیوفانات متیل، مانکوزب و بنومیل از لحاظ درصد بذرهای سالم مشاهده نشد. به‌علاوه، تمامی تیمارهای قارچ‌کش باعث افزایش درصد بذرهای سالم در مقایسه با تیمار شاهد شدند. هم‌چنین، بیش‌ترین آلودگی بذر به بیمارگر آلترناریا در تیمار شاهد و کم‌ترین آن در تیمار تیوفانات متیل (که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای مانکوزب، و پروپیکونازول نداشت) مشاهده شد (جدول ٥). در تمامی تیمارها میزان شیوع بیمارگر فوزاریوم کم‌تر از بیمارگر آلترناریا بود. از طرفی، برخلاف قارچ‌کش پروپیکونازول که میزان شیوع بیمارگر فوزاریوم را به صفر رساند، سایر قارچ‌کش‌ها اثر معنی‌داری بر کنترل این بیمارگر نداشتند و میزان شیوع این بیمارگر در شرایط استفاده از آن‌ها اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت (جدول ٥).

جدول ۳. وضعیت شرایط آب‌وهوایی از زمان شروع تشکیل بذر تا رسیدگی برداشت (R_5-R_8) در سویا رقم کتول در دو تاریخ کاشت بهاره و تابستانه

تاریخ کاشت	دما (°C)				رطوبت نسبی (٪)		
	حداکثر	حداقل	میانگین	۳۰ < دما †	حداکثر	حداقل	میانگین	۹۰ < رطوبت نسبی †
۲۸ اردیبهشت	۳۰/۳	۱۸/۷	۲٤/٥	۲٦	۸۲/۸	٤۸/۸	٦٥/۸	۱۱
۱۰ تیر	۲٥/۹	۱٤/۹	۲۰/٤	۱۰	۸٦/۹	٥۱/۲	٦۹/۱	۲۰
اختلاف	٤/٤	۳/۸	٤/۱	۱٦	٤/۱	۲/٤	۳/۳	۹

†: در این جدول ۳۰ < دما و ۹۰ < رطوبت نسبی به‌ترتیب نشان‌دهنده تعداد روزهایی هستند که در آن‌ها دما به بیش از ۳۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی هوا به بیش از ۹۰ درصد رسیده بود.

جدول ٤. نتایج تجزیه واریانس برای درصد بذرهای سالم و درصد بذرهای آلوده به دو بیمارگر آلترناریا و فوزاریوم

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)		
		بذر سالم	آلترناریا	فوزاریوم
بلوک	۲	۱۹/۷٥ ns	۱۹/۷۷ ns	۰/۸٦ ns
تاریخ کاشت	۱	٤۱٥۳/۳۷**	۳٤٦۸/۰۳**	۱/۳٤ ns
تاریخ کاشت× بلوک	۲	۱۹/۷٥ ns	٤/۹٥ ns	۰/۰۳ ns
قارچ‌کش	٥	٤۱۰/۸۳**	۳٥٦/۷۹**	۳/۰٤*
تاریخ کاشت× قارچ‌کش	٥	٤۷٦/۳۷ ns	٤۸/٦۲ ns	۰/۹٤ ns
خطا	۲۰	۳۹/۰۰	٤۱/۹٦	۱/۰۰
ضریب تغییرات	–	۸/۳٤	۲۹/۳۹	٦٦/٤٥

**، * و ns: به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح یک درصد، پنج درصد و عدم معنی‌داری می‌باشند.

www.SID.ir

Archive of SID

۳. ۱. ٤. جوانه‌زنی و بنیه بذر

تجزیه واریانس داده‌های درصد جوانه‌زنی و زمان تا رسیدن به ۵۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی نشان داد که اثر تاریخ کاشت، نوع قارچ‌کش و اثر متقابل آن‌ها بر هر دو صفت مذکور هم در بذرهای معمولی (پیر نشده) و هم در بذرهای پیر شده به وسیله آزمون تسریع پیری معنی‌دار بود (جدول ٦).

در بذرهای معمولی، در هر دو تاریخ کاشت درصد جوانه‌زنی در کلیه تیمارها بیش از ۹۰ درصد بود (شکل ۱- الف). در تاریخ کاشت اول کم‌ترین درصد جوانه‌زنی در تیمار شاهد (۹۰/٦ درصد) و بیش‌ترین آن در تیمار مانکوزب (۹۹/۱ درصد) مشاهده شد. در این تاریخ کاشت درصد جوانه‌زنی در کلیه تیمارهای قارچ‌کش همواره بیش‌تر از تیمار شاهد بود (شکل ۱- الف). این در حالی بود که در تاریخ کاشت دوم اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای قارچ‌کش از لحاظ درصد جوانه‌زنی مشاهده نشد و درصد جوانه‌زنی در همه تیمارها بیش از ۹۸ درصد بود (شکل ۱- الف). هم‌چنین، زمان تا ۵۰ درصد حداکثر جوانه‌زنی (T_{50}) در تیمار شاهد در هر دو تاریخ کاشت همواره بیش‌تر از کلیه تیمارهای قارچ‌کش بود (شکل ۱- ب). در تاریخ کاشت اول بیش‌ترین و کم‌ترین T_{50} به‌ترتیب در تیمار شاهد (۳۰/۰ روز) و مانکوزب (۲٦/۲ روز) مشاهده شد. در تاریخ کاشت دوم اختلاف قابل توجهی بین تیمارهای مختلف از لحاظ T_{50} مشاهده نشد، اما بیش‌ترین آن مربوط به تیمار شاهد (۲٦/۸ روز) بود (شکل ۱- ب). هم‌چنین، در کلیه تیمارها، درصد جوانه‌زنی در تاریخ کاشت دوم بالاتر و T_{50} پایین‌تر از تاریخ کاشت اول بود (شکل ۱- ب و پ).

در بذرهای پیر شده، اختلاف قابل‌توجهی بین تیمارهای قارچ‌کش و شاهد از لحاظ درصد جوانه‌زنی مشاهده نشد، اما درصد جوانه‌زنی در کلیه تیمارها در تاریخ کاشت دوم بالاتر از تاریخ کاشت اول بود (شکل ۱- پ). بر خلاف درصد جوانه‌زنی، استفاده از قارچ‌کش‌های مختلف اثر معنی‌داری بر T_{50} در بذرهای پیر شده داشت. در تاریخ کاشت اول، بیش‌ترین T_{50} در تیمار شاهد (۳۷/۰ روز) و کم‌ترین آن در تیمار مانکوزب (۳۰/۹ روز) مشاهده شد (شکل ۱- ت). در تاریخ کاشت دوم نیز بیش‌ترین T_{50} در تیمار شاهد (۳۲/۵ روز) و کم‌ترین آن در تیمار تیوفانات متیل (۲۷/٦ روز) مشاهده شد که اختلاف قابل توجهی با تیمار مانکوزب (۲۷/۹ روز) نداشت (شکل ۱- ت).

جدول ۵. مقایسه میانگین درصد بذرهای سالم و درصد بذرهای آلوده به بیمارگرهای آلترناریا و فوزاریوم در تاریخ‌های کاشت و کاربرد قارچ‌کش‌های مختلف

نام تیمار	سطوح تیمار	بذر سالم (٪)	بذر آلوده به آلترناریا (٪)	بذر آلوده به فوزاریوم (٪)
تاریخ کاشت	۲۸ اردیبهشت	۸۵/۵۵a	۱۲/۲۲b	۲/۲۲a
	۱۰ تیر	٦٤/۰۷b	۳۱/۸۵a	۳/۷۰a
قارچ‌کش	شاهد	۵۸/۸۹c	۳۵/۵۵a	۵/۵۵ab
	بنومیل	۷٦/٦٦ab	۲۲/۲۲b	۱/۱۱bc
	کاربندازیم	۷٤/٤٤b	۲٤/٤٤b	۱/۱۱bc
	پروپیکونازول	۸۲/۲۲a	۱٦/٦٦bc	۰/۰۰c
	تیوفانات متیل	۸۰/۰۰ab	۱۳/۳۳c	٦/٦٦a
	مانکوزب	۷٦/٦٦ab	۲۰/۰۰bc	۳/۳۳abc

حروف انگلیسی متفاوت نشان‌دهنده معنی‌داری و حروف مشابه نشان‌دهنده عدم معنی‌داری اختلاف بین تیمارها بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

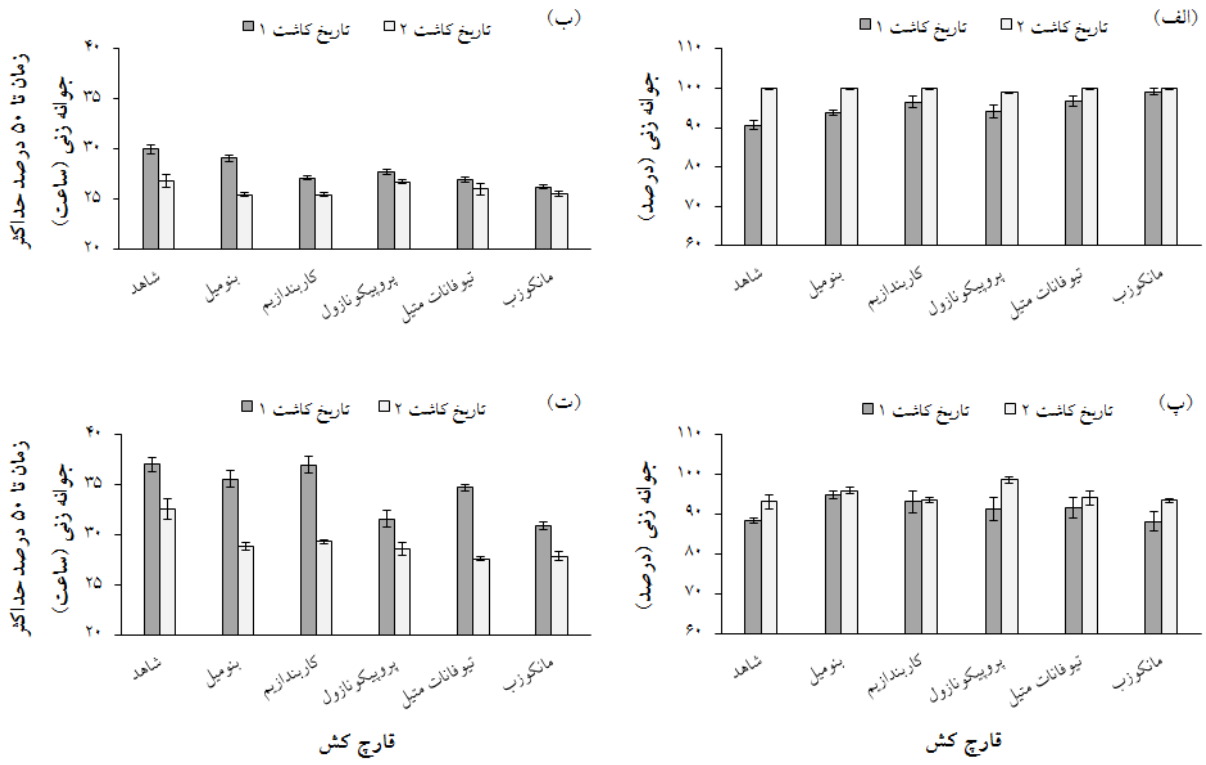
www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٦. نتایج تجزیه واریانس برای حداکثر درصد جوانه‌زنی و زمان تا ٥٠ درصد حداکثر جوانه‌زنی در بذرهای معمولی و بذرهای پیر شده به‌وسیله آزمون تسریع پیری

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)			
		بذرهای معمولی		بذرهای پیر شده	
		حداکثر درصد جوانه‌زنی	زمان تا ٥٠ درصد حداکثر جوانه‌زنی	حداکثر درصد جوانه‌زنی	زمان تا ٥٠ درصد حداکثر جوانه‌زنی
بلوک	٣	٢/٢٢ ns	٠/٧٨ ns	١٥/١٩ ns	١/٣١ ns
تاریخ کاشت	١	٢٥٤/٩٧**	٤١/٥٣**	١٥٣/١١**	٣٤٣/٨٩**
تاریخ کاشت × بلوک	٣	١/٢١ ns	١/٤٦*	٢/٧٨ ns	٠/٦٨ ns
قارچ‌کش	٥	١٨/٨٦**	٦/٥١**	٣١/٣٩ ns	٣٢/٠٧**
تاریخ کاشت × قارچ‌کش	٥	١٦/٦٩**	٣/١٣**	١٤/٢٠*	٨/٨٠**
خطا	٣٠	٣/٣٧	٠/٣٦	١٣/٦١	١/٦٥
ضریب تغییرات	-	١/٨٨	٢/٢٣	٣/٩٦	٤/٠٣

**، * و ns: به‌ترتیب، نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح یک درصد، پنج درصد و عدم معنی‌داری می‌باشند.



شکل ١. اثر محلول‌پاشی با قارچ‌کش‌های مختلف بر درصد جوانه‌زنی و زمان تا ٥٠ درصد حداکثر جوانه‌زنی (T_{50}) در بذرهای معمولی (الف و ب) و بذرهای پیر شده به‌وسیله آزمون تسریع پیری (پ و ت) در دو تاریخ کاشت اول (٢٨ اردیبهشت) و دوم (١٠ تیر). (برای محاسبه درصد جوانه‌زنی و T_{50} از مدل ویبول (Colbach & Durr, 2003) استفاده شد) (میله‌های عمودی نشان‌دهنده معنی‌داری یا عدم معنی‌داری اختلاف بین تیمارها می‌باشد).

www.SID.ir

Archive of SID

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به آزمون‌های ارزیابی بنیه بذر شامل آزمون هدایت الکتریکی و آزمون رشد گیاهچه (در بذرهای معمولی و پیر شده) نشان داد که تاریخ کاشت و نوع قارچ‌کش هر دو اثر معنی‌داری بر مقدار هدایت الکتریکی بذر، وزن خشک گیاهچه و درصد گیاهچه عادی در بذرهای معمولی و پیر شده داشتند، اما اثر متقابل آن‌ها تنها بر درصد گیاهچه عادی در بذرهای معمولی معنی‌دار بود (جدول ۷).

با توجه به معنی‌دار نبودن اثر متقابل تاریخ کاشت× قارچ‌کش برای هدایت الکتریکی بذر و وزن خشک گیاهچه در بذرهای معمولی و درصد گیاهچه عادی و وزن خشک گیاهچه برای بذرهای پیر شده (جدول ۷)، از مقایسه میانگین اثرات اصلی تیمارها برای توصیف هر صفت استفاده شد (جدول ۸). مقایسه میانگین درصد گیاهچه عادی در بذرهای معمولی نیز که در آن اثر متقابل تیمارها معنی‌دار شد، در شکل ۲ نشان داده شده است.

جدول ۷. نتایج تجزیه واریانس برای هدایت الکتریکی، وزن خشک گیاهچه و درصد گیاهچه‌های عادی در بذرهای معمولی و بذرهای پیر شده به‌وسیله آزمون تسریع پیری

منبع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (MS)				
		بذرهای معمولی			بذرهای پیر شده	
		هدایت الکتریکی	گیاهچه عادی	وزن خشک گیاهچه	گیاهچه عادی	وزن خشک گیاهچه
بلوک	۳	۵/۳۰ ns	٦٦/٦٦**	۹/۰۱ ns	۲/۰۸ ns	۳/٥٤ ns
تاریخ کاشت	۱	٦۱۱/٥۷**	۹۳٦/۳۳**	۸٦/۷٦**	۳۹٦/۷٥**	۱٥٦/٥٤**
تاریخ کاشت × بلوک	۳	۲/٥۳ ns	۱۹/۰۰ ns	۱۷/٦۷*	۹/۱۹ ns	۸/۲۱ ns
قارچ‌کش	٥	۱۷/۰٥**	۱۰۳/٥۳**	٤٦/٦٥**	٥۰۲/٦۸**	۲٥/٦۰**
تاریخ کاشت × قارچ‌کش	٥	٦/۱۷ ns	۷۸/٥۳**	۰/٥۹ ns	۱/۷٥ ns	۳/۹۱ ns
خطا	۳۰	۹٦/۲۳	۱٤/۳٦	٤/۸۷	۸/۷۰	٥/۱۰
ضریب تغییرات	–	٦/۹۳	٤/٤٥	٦/۳۱	٤/۰٦	۷/٤۹

**، * و ns: به‌ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح یک درصد، پنج درصد و عدم معنی‌داری می‌باشند.

جدول ۸. مقایسه میانگین هدایت الکتریکی بذر، درصد گیاهچه عادی و وزن خشک گیاهچه در بذرهای معمولی و پیر شده در تاریخ‌های کاشت و کاربرد قارچ‌کش‌های مختلف

نام تیمار	سطوح تیمار	بذرهای معمولی		بذرهای پیر شده	
		هدایت الکتریکی بذر ($\mu s.cm^{-1}.g^{-1}$)	وزن خشک گیاهچه (g)	گیاهچه عادی (%)	وزن خشک گیاهچه (g)
تاریخ کاشت	۲۸ اردیبهشت	۲۹/۳۹a	۳۳/٦۲a	٦۹/٦٦b	۲۸/۳٤b
	۱۰ تیر	۲۲/۲٦b	۳٦/۳۱a	۷٥/٤۱a	۳۱/۹٥a
قارچ‌کش	شاهد	۲۸/۱۹a	۳۰/۸۹c	٥٦/٥۰b	۲٦/٦۸b
	بنومیل	۲٤/۷۲c	۳٥/۳۷b	۷٦/۷٥a	۲۹/۹۰a
	کاربندازیم	۲٦/۸٦bc	۳٤/٦٤b	۷٦/۷٥a	۳۱/۳٥a
	پروپیکونازول	۲٤/۸۹c	۳٤/۷۳b	۷٤/٥۰a	۳۰/۹۸a
	تیوفانات متیل	۲٤/٤٤c	۳۸/۳٦a	۷٤/٥۰a	۳۰/٥۷a
	مانکوزب	۲٦/۸٦ab	۳٥/۷۹b	۷٦/۲٥a	۳۱/٤۱a

حروف انگلیسی متفاوت نشان‌دهنده معنی‌داری و حروف مشابه نشان‌دهنده عدم معنی‌داری اختلاف بین تیمارها بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۲. اثر محلول‌پاشی با قارچ‌کش‌های مختلف بر درصد گیاهچه‌های عادی در بذرهای معمولی در دو تاریخ کاشت اول (۲۸ اردیبهشت) و دوم (۱۰ تیر) (میله‌های عمودی نشان‌دهنده معنی‌داری یا عدم معنی‌داری اختلاف بین تیمارها می‌باشد).

در بذرهای معمولی، هدایت الکتریکی بذر با تأخیر در کاشت به‌طور معنی‌داری افزایش یافت، اما اختلاف معنی‌داری از لحاظ وزن خشک گیاهچه بین دو تاریخ کاشت مشاهده نشد. هم‌چنین، بیش‌ترین هدایت الکتریکی بذر در تیمار شاهد و کم‌ترین آن به‌طور مشترک در تیمارهای پروپیکونازول، تیوفانات متیل و بنومیل مشاهده شد (جدول ۸). کم‌ترین وزن خشک گیاهچه در تیمار شاهد و بیش‌ترین آن در تیمار تیوفانات‌متیل مشاهده شد. سایر تیمارهای قارچ‌کش اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. در بذرهای معمولی و در هر دو تاریخ کاشت درصد گیاهچه‌های عادی در بذرهای حاصل از کرت‌های سم‌پاشی‌شده (کلیه قارچ‌کش‌ها) به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از شاهد بود. بالاترین درصد گیاهچه عادی در تاریخ کاشت ۲۸ اردیبهشت در تیمار مانکوزب (۸۷/۵ درصد) به‌دست آمد که اختلاف قابل توجهی با تیمارهای تیوفانات‌متیل، پروپیکونازول و بنومیل نداشت (شکل ۲). در تاریخ کاشت ۱۰ تیر، بالاترین درصد گیاهچه عادی در تیمار تیوفانات متیل (۹٤ درصد) مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای مانکوزب و کاربندازیم نداشت (شکل ۲).

در بذرهای پیر شده، درصد گیاهچه عادی و وزن خشک گیاهچه در تاریخ کاشت ۱۰ تیر به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از تاریخ کاشت ۲۸ اردیبهشت بود. هم‌چنین، درصد گیاهچه عادی و وزن خشک گیاهچه در تیمار شاهد به‌طور معنی‌داری کم‌تر از تیمارهای قارچ‌کش بود. به‌علاوه، اختلاف معنی‌داری بین انواع قارچ‌کش‌های مورد استفاده در مورد این دو صفت مشاهده نشد (جدول ۸).

هرچند که در بسیاری از موارد اختلاف قابل‌توجهی بین درصد گیاهچه‌های عادی و وزن خشک گیاهچه در بذرهای (بذرهای عادی و پیر شده) حاصل از کرت‌های سم‌پاشی‌شده مشاهده نشد، اما همواره کم‌ترین درصد گیاهچه عادی و وزن خشک گیاهچه در تیمار شاهد مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با قارچ‌کش‌های مورد استفاده داشت. از طرفی مقایسه دو تاریخ کاشت از لحاظ درصد گیاهچه‌های عادی و وزن خشک گیاهچه نیز نشان داد که در کلیه تیمارها (شاهد و تمامی قارچ‌کش‌ها) درصد گیاهچه عادی و وزن خشک گیاهچه در تاریخ کاشت دوم همواره بالاتر از تاریخ کاشت اول بود (جدول ۸، شکل ۲).

www.SID.ir

Archive of SID

۳. ۲. بحث

براساس نتایج حاصل، سم‌پاشی به‌وسیله قارچ‌کش‌های مختلف در دو مرحله R_3+R_6 باعث افزایش قابلیت جوانه‌زنی، بنیه و سلامت بذرهای تولیدشده در مقایسه با بذرهای حاصل از کرت‌های بدون سم‌پاشی (شاهد) شد (جدول‌های ۵ و ۸، شکل‌های ۱ و ۲). دو قارچ‌کش پروپیکونازول و تیوفانات متیل در کنترل بیمارگر آلترناریا که نقش اصلی را در کاهش سلامت بذر بر عهده داشت، موفق‌تر از سایر قارچ‌کش‌ها عمل کردند و درصد بذرهای سالم در شرایط استفاده از این دو قارچ‌کش بیش‌تر از سایر قارچ‌کش‌ها بود (جدول ۵). با این وجود، در اکثر موارد اختلاف معنی‌داری از لحاظ قابلیت جوانه‌زنی و قدرت بذر در بین قارچ‌کش‌های مختلف مشاهده نشد (شکل‌های ۱ و ۲، جدول ۸) سایر پژوهش‌ها نیز نشان دادند که اعمال قارچ‌کش‌های مناسب طی مراحل نمو بذر بر روی گیاه مادری نقش مهمی در کاهش آلودگی بذرها به بیمارگرهای قارچی و افزایش کیفیت بذر ایفا می‌کنند (TeKrony *et al*., 1983; Wrather *et al*., 2004; Gorzin *et al*., 2015a). برای مثال، کاربرد قارچ‌کش تریفلوکسی استروبین و پروتیکونازول به‌صورت ترکیبی باعث کاهش بیمارگرهای قارچی مانند آلترناریا، فوزاریوم و فوموپسیس و افزایش بنیه بذر سویا به‌ویژه در شرایط افزایش دفعات سم‌پاشی تا پنج بار پس از شروع مرحله گلدهی (R_1) شد (Zambiazzi *et al*., 2018). کنترل شیمیایی بیمارگرهای قارچی ممکن است همیشه مورد نیاز نباشد، زیرا میزان شیوع بیمارگرها در سال‌ها و مکان‌های مختلف به‌شدت به نوسانات پارامترهای جوی بستگی دارد (Kulik *et al*., 1987; Sinclair, 1999). به‌طور معمول، اعمال قارچ‌کش‌ها در مزارع سویا با هدف افزایش کیفیت و عملکرد بذر در مراحل نمو R_3، R_5، R_6 و یا ترکیبی از این مراحل (به‌صورت تقسیطی) در گذشته انجام شد (Soto-Arias & Munkvold, 2011; Henry *et al*., 2011; Holshouser *et al*., 2013; Smith *et al*., 2014; Gorzin *et al*., 2015a). بررسی سودمندی کاربرد قارچ‌کش‌های مختلف با هدف کنترل بیماری زنگ سویا[1] در ایالات متحده از سال ۲۰۰٤ تا سال ۲۰۱٤ نشان داد که استفاده از قارچ‌کش استروبیلورین در مراحل نموی R_3 و R_5 از بیش‌ترین کارآیی برخوردار می‌باشد (Delaney *et al*., 2018). علت استفاده از قارچ‌کش‌ها در مراحل انتهایی رشد سویا (از غلاف‌دهی به بعد) این است که قارچ‌کش‌ها اثربخشی خود را برای دوره محدودی حفظ می‌کنند. از این‌رو، کاربرد آن‌ها در زمان تشکیل غلاف، دوره پر شدن بذرها و یا هر دو، برای به حداکثر رساندن سودمندی آن‌ها بسیار مهم است (Hershman & Vincelli, 2011).

در بیش‌تر صفات اندازه‌گیری‌شده، اختلاف کیفیت بذر بین دو تاریخ کاشت بیش‌تر از اختلاف بین تیمارهای قارچ‌کش و بدون قارچ‌کش بود. این موضوع به‌دلیل اهمیت بالای تاریخ کاشت به لحاظ تأثیری است که بر روی زمان وقوع مراحل فنولوژی گیاه و در نتیجه شرایط آب‌وهوایی که هر مرحله نموی تجربه می‌کند، دارد. وقوع دماهای بیش از ۳۰ درجه سانتی‌گراد طی مراحل نمو بذر R_5-R_7 سویا مهم‌ترین عامل کاهش‌دهنده قابلیت جوانه‌زنی و بنیه بذر می‌باشد (Balducchi & McGee, 1987; Egli *et al*, 2005). تأثیر چنین دماهایی بر کیفیت بذر از عوامل بیماری‌زا نیز بیش‌تر است (Gorzin *et al*., 2015a; Gorzin *et al*., 2015b). بنابراین، انتظار می‌رود با افزایش مدت زمانی که دوره پر شدن بذر با دماهای بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد مواجه می‌شود، کیفیت بذرهای تولیدشده نیز کاهش یابد. در تاریخ کاشت اول، دوره پر شدن و رسیدگی بذر (R_5-R_8) با دماهای بالاتر و رطوبت نسبی پایین‌تری روبرو شد (جدول ۳). با وجود کم‌تر بودن میزان آلودگی‌های قارچی در تاریخ

1. Soybean rust

www.SID.ir

Archive of SID

کاشت اول (جدول ۵)، قابلیت جوانه‌زنی و بنیه بذر در بذرهای حاصل از آن به‌طور معنی‌داری کم‌تر از بذرهای تولیدشده در تاریخ کاشت دوم بود (شکل‌های ۱ و ۲، جدول ۸). علت این موضوع را می‌توان به بیش‌تر بودن دمای هوا طی مراحل رشد و نمو بذر ارتباط داد. به‌طوری‌که در تاریخ کاشت اول، طی دوره R_5-R_8 میانگین حداکثر دمای هوا ۳۰/۳ درجه سانتی‌گراد بود که ٤/٤ درجه سانتی‌گراد بیش‌تر از تاریخ کاشت دوم با میانگین حداکثر دمای ۲۵/۹ درجه سانتی‌گراد بود. هم‌چنین، تعداد روزهایی که دمای هوا در آن‌ها به بیش از ۳۰ درجه سانتی‌گراد رسید، در تاریخ کاشت اول برابر با ۲٦ روز یعنی ۱۰ روز بیش‌تر از تاریخ کاشت دوم (۱٦ روز) بود (جدول ۳). وقوع دماهای بالا در طی مراحل نمو بذر تا پیش از رسیدگی فیزیولوژیک باعث کاهش قابلیت جوانه‌زنی از طریق کاهش توانایی گیاه برای تأمین فراورده‌های ضروری جهت تولید ترکیبات مورد نیاز فرآیند جوانه‌زنی می‌شود (Hampton *et al.*, 2013). در مورد نخودفرنگی مشخص شد که وقتی این گیاه در مرحله شروع پرشدن دانه به‌مدت چهار روز در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد طی روز قرار گیرد قابلیت جوانه‌زنی شروع به کاهش می‌کند (Shinohara *et al.*, 2006). این در حالی است که بنیه بذر در صورت وقوع دمای بالا قبل از رسیدگی فیزیولوژیکی (Spears *et al.*, 1997; Egli *et al.*, 2005) و یا پس از آن (Gibson & Mullen, 1996) کاهش می‌یابد، زیرا دمای بالا زوال فیزیولوژیکی بذر را تسریع می‌کند (Hampton *et al.*, 2013). با توجه به امکان افزایش دما تا حدود سه درجه سانتی‌گراد تا سال ۲۰۵۰ در اثر پدیده تغییر اقلیم (Gornal *et al.*, 2010)، امکان کاهش کیفیت بذرهای سویا در ارقامی با ویژگی‌های مشابه با ارقام کنونی از لحاظ میزان سازگاری به دما، در سال‌های آینده بیش‌تر نیز خواهد بود. این موضوع به‌ویژه در تاریخ‌های کاشت بهاره و یا ارقام زودرس محسوس می‌باشد (Gorzin *et al.*, 2015b).

از طرف دیگر، در تاریخ کاشت دوم تعداد روزهای با رطوبت نسبی بیش از ۹۰ درصد، ۹ روز بیش‌تر از تاریخ کاشت اول بود که این مسأله می‌تواند علت اصلی توسعه بیش‌تر آلترناریا و کاهش سلامت بذر در بذرهای حاصل از این تاریخ کاشت باشد. به‌طورکلی، در کشت دیرهنگام سویا به‌دلیل برخورد دوره پرشدن بذر به رطوبت نسبی بالا میزان آلودگی‌های قارچی به‌ویژه آلترناریا افزایش می‌یابد (Gorzin *et al.*, 2017). در این تحقیق، بیش‌تر بودن کیفیت بذرهای تولیدشده در کرت‌های سم‌پاشی‌شده نشان‌دهنده تأثیر آلترناریا بر کاهش کیفیت بذرهای تولید شده بود.

٤. نتیجه‌گیری

به‌طور خلاصه، نتایج این تحقیق نشان داد که سم‌پاشی بوته‌های سویا به‌وسیله همه قارچ‌کش‌های مورد استفاده منجر به کاهش آلودگی‌های قارچی، افزایش قابلیت جوانه‌زنی و بنیه بذر شد. در این پژوهش، قارچ‌کش‌های مورد استفاده در بسیاری از صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند، اما قارچ‌کش‌های پروپیکونازول و تیوفانات متیل در کنترل بیمارگرهای قارچی بهتر از سایر قارچ‌کش‌ها عمل نمودند. هم‌چنین، تاریخ کاشت از طریق تغییر دما و رطوبت نسبی هوا نقش مهمی در تعیین قابلیت جوانه‌زنی، بنیه و سلامت بذرهای تولید شده داشت. به‌طوری‌که تأخیر در کاشت (کشت تابستانه) با وجود برخورد مراحل نمو بذر (R_5-R_8) با رطوبت نسبی بالاتر و افزایش آلودگی‌های قارچی، باعث افزایش درصد جوانه‌زنی و بنیه بذر در مقایسه با کشت زود هنگام (کشت بهاره) شد. این موضوع نیز به‌دلیل کاهش دمای هوا طی مراحل نمو بذر در کشت تابستانه در مقایسه با کشت بهاره بود. بنابراین، برای دست‌یابی به حداکثر کیفیت بذر، بهتر است از کشت تابستانه همراه با کاربرد قارچ‌کش‌های مناسب در مراحل انتهایی رشد گیاه، استفاده شود.

www.SID.ir

Archive of SID

۵. منابع

Balducchi, A. J., & McGee, D. C. (1987). Environmental factors influencing infection of Soybean seeds by *Phomopsis* and *Diaporthe* species during seed maturation. *Plant Disease, 71*(3), 209-212. DOI: 10.1094/PD-71-0209.

Carvalho, B. O., Oliveira, J. A., Carvalho, E. R., de Andrade, V., Ferreira, T. F., & Reis, L. V. (2013). Action of defense activator and foliar fungicide on the control of Asiatic rust and on yield and quality of soybean seeds. *Journal of Seed Science, 35*(2), 198-206. DOI: 10.1590/S2317-15372013000200009.

Colbach, N., & Durr, C. (2003). Effects of seed production and storage conditions on blackgrass (*Alopecurus myosuroides*) germination and shoot elongation. *Weed Science, 51*(5), 708-717. DOI: 10.1614/P2002-051.

Delaney, M., ArchMiller, A. A., Delaney, D. P., Wilson, A. E., & Sikora, E. J. (2018). Effectiveness of fungicide on soybean rust in the Southeastern United States: A meta-analysis. *Sustainability, 10*(6), 1784. DOI: 10.3390/su10061784.

Dornbos, D. L., & Mullen, R.E. (1991). Influence of stress during soybean seed fill on seed weight, germination and seedling growth rate. *Canadian Journal of Plant Science, 35*(2), 373-383. DOI: 10.4141/cjps91-052.

Egli, D. B., Tekrony, D. M., Heitholt, J. J., & Rupe. J. (2005). Air temperature during seed filling and soybean seed germination and vigor. *Crop Science, 45*(4), 1329-1335. DOI: 10.2135/cropsci2004.0029.

Fehr, W. R., & Caviness, C.E. (1977). Stages of soybean development. *Iowa State University. Agricultural and Home Economics Experiment Station*. Special Report. 80, 1-11.

Ghaderi-Far, F., & Soltani, A. 2010. *Seed control and certification*. Jihad of Mashhad University Press. 200 p. (In Persian).

Ghaderi-Far, F., Soltani, A., & Sadeghipour, H. R. (2011). Changes in seed quality during seed development and maturation in medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* subsp. Pepo. *Convar*. Pepo var. *styriaca* Greb). *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants,17*(3), 249-257. DOI: 10.1080/10496475.2011.606082.

Ghaderi-Far, F., Soltani, A., & Sadeghipour, H. R. 2009. Evaluation of nonlinear regeression models in quantifying germination rate of medicinal pumpkin (*Cucurbita pepo* L. subsp. Pepo. Convar. Pepo var. styriaca Greb), borago (*Borago officinalis* L.) and black cumin (*Nigella sativa* L.) to temperature. *Journal of Plant Production, 16*(4), 1-19. (In Persian).

Gibson, L. R., & Mullen, R. E. (1996). Soybean seed quality reductions by high day and night temperature. *Crop Science, 36*(6), 1615–1619. DOI: 10.2135/cropsci1996.0011183X003600060034x.

Gornall, J., Betts, R., Burke, E., Clark, R., Camp, J.,Willett, K., & Wiltshire, A. (2010). Implications of climate change for agricultural productivity in the early twenty-first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences, 365*(1554), 2973-2989. DOI: 10.1098/rstb.2010.0158.

Gorzin, M., Ghaderi-Far, F., Razavi, S. E., & Zeinali, E. 2014. Identification and infection percentage determination of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.] by seed born fungi in Golestan province and its relationship with quality of seeds produced in this region. *Iranian Journal of Seed Science and Research, 1*(2), 13-26. (In Persian).

Gorzin, M., Ghaderi-Far, F., Monyan Ardestani, M., Zeinali, E., & Razavi, S. E. 2015a. The role of planting date, foliar application of benomyl fungicide and potassium silicate in increasing seed quality of soybean cv. Williams. *Journalof Crops Improvement,17*(1), 139-153. (In Persian).

Gorzin, M., Ghaderi-Far, F., Zeinali, E., & Razavi, S. E. 2015b. Evaluation of seed germination and seed vigor of different soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) cultivars under different planting dates in Gorgan. *Iranian Journal of Field Crops Research, 13*(3), 611-622. (In Persian).

Gorzin, M., Ghaderi-Far, F., Razavi, S. E., & Zeinali, E. 2017. The changes of soybean seed health and incidence of seed born fungi in response to planting date and maturity group of cultivars. *Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture), 39*(4), 13-26. (In Persian).

Hampton, J. G., & TeKrony, D. M. (1995). *Handbook of vigor test methods*. The International Seed Testing Association, Zurich, 3rd Edition, 117 p.

Hampton, J. G., Boelt, B., Rolston, M. P., & Chastain, T. G. (2013). Effects of elevated CO_2 and temperature on seed quality. *Journal of Agricultural Science, 151*(2), 154-162. DOI: 10.1017/S0021859612000263.

Henry, R. S., Johnson, W. G., & Wise, K. A. (2011). The impact of a fungicide and an insecticide on soybean growth, yield, and

www.SID.ir

Archive of SID

profitability. *Crop Protection, 30*(12), 1629-1634. DOI: 10.1016/j.cropro.2011.08.014.

Hershman, D. E., & Vincelli, P. (2011). Foliar fungicide use in corn and soybeans. *Plant Pathology Fact Sheet, University of Kentucky*, College of Agriculture, Food and Environment, 9p.

Holshouser, D., Kevin, D., & Mehl, H. (2013). *Double-crop soybean response to foliar fungicides*. Virginia Agricultural Experiment Station, 24 p.

Hong, T. D., Ellis, R. H., & Moore, D. (1997). Development of a model to predict the effect of temperature and moisture on fungal spore longevity. *Annals of Botany, 79*(2), 121-128. DOI: 10.1006/anbo.1996.0316.

Jardine, D. J. (1991). The lowa soybean pod test for predicting *Phomopsis* seed decay in Kansas. *Plant Disease, 75*(5), 523-525. DOI: 10.1094/PD-75-0523.

Kulik, M. M., & Sinclair, J. B. (1999). Phomposis seed decay. In G. L. Hartman., J. B. Sinclair., & J.C. Rupe (Ed), *Compendium of soybean diseases* (4th ed., pp. 31-32). American Phytopathological Society Press. St. Paul, MN, 74 p.

Li, S., Hartman, G. L., & Boykin, D. L. (2010). Aggressiveness of *Phomopsis longicolla* and other *Phomopsis* spp. on soybean. *Plant Disease, 94*(8),1035-1040. DOI: 10.1094/PDIS-94-8-1035.

Li, S., Smith, J. R., & Nelson, R. L. (2011). Resistance to *Phomopsis* seed decay identified in maturity group V soybean plant introductions. *Crop Science, 51*(6), 2681-2688. DOI: 10.2135/cropsci2011.03.0162.

Mengistu, A., Castlebury, L., Smith, R., Ray, J., & Bellaloui, N. (2009). Seasonal progress of *Phomopsis longicolla* infection on soybean plant parts and its relationship to seed quality. *Plant Disease, 93*(10),1009-1018. DOI: 10.1094/PDIS-93-10-1009.

Rupe, J. C. (1990). Effect of temperature on the rate of infection of soybean seedling by *Phomopsis longicolla*. *Canadian Journal of Plant Pathology, 12*(1), 43-47. DOI: 10.1080/07060669009501041.

Shinohara, T., Hampton, J. G., & Hill, M. J. (2006). Effects of the field environment before and after seed physiological maturity on hollow heart occurrence in garden pea (Pisum sativum). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 34*(3), 247-255. DOI: 10.1080/01140671.2006.9514414.

Smith, D., Chapman, S., & Jensen, B. (2014). *Wisconsin field crops pathology fungicide tests summary*. University of Wisconsin Extension, 18 p.

Smith, D., Chapman, S., & Mueller, B. (2016). *Wisconsin Field Crops Pathology Fungicide Tests Summary*. University of Wisconsin Extension. 20 p.

Soltani, A., Zeinali, E., Galeshi, S., & Latifi, N. (2001). Genetic variation for and interrelationships among seed vigor traits in wheat from the Caspian Sea Coast of Iran. *Seed Science and Technology, 29*(3), 653-662.

Soto-Arias, J. P., & Munkvold, G. P. (2011). Impacts of foliar fungicides on infection of soybean by *Phomopsis* spp. in Iowa, USA. *Crop protection, 30*(5), 577-580. DOI: 10.1016/j.cropro.2010.11.018.

Spears, J. F., TeKrony, D. M., & Egli, D. B. (1997). Temperature during seed filling and soybean seed germination and vigour. *Seed Science and Technology, 25*(2), 233-244.

TeKrony, D. M., & Egli, D. B. (1985). Effect of Benomyl application on soybean seedborne fungi, seed germination, and yield. *Plant Disease, 69*(9), 763-765. DOI: 10.1094/PD-69-763.

TeKrony, D. M., Egli, D. B., Stuckey, R. E & Balles, J. (1983). Relationship between weather and soybean seed infection by *Phomopsis* sp. *Phytopathology, 73*(6), 914-918. DOI: 10.1094/Phyto-73-914.

Wrather, J. A., Shannon, J. G., Stevens, W. E., Sleper, D. A., & Arelli, A. P. (2004). Soybean cultivar and foliar fungicide effects on *Phomopsis* sp. seed infection. *Plant Disease, 88*(7), 721-723. DOI: 10.1094/PDIS.2004.88.7.721.

Zambiazzi, E. V., Adriano Teodoro Bruzi, A. T., de Carvalho, M. L. M., Guilherme, S. R., Zuffo, A. M., Mendes, A. E. S., de Sales, A. P., de Oliveira Ribeiro, F., Bianchi, M. C., Soares, L.O., & Borges, I. M. M. (2018). Management of foliar application of fungicides to enhance physiological and sanitary quality of soybean seeds. *Australian Journal of Crop Science, 12*(12), 1902-1910. DOI: 10.21475/ajcs.18.12.12.p1219.

Zhang, A. W., Hartman, G.L., Curio-Penny, B., Pedersen, W. L., & Becker, K. B. (1999). Molecular detection of *Diaporthe phaseolorum* and *Phomopsis longicolla* from soybean seeds. *Phytopathology, 89*(9), 796-804. DOI: 10.1094/PHYTO.1999.89.9.796.

www.SID.ir