به‌زراعی کشاورزی
دوره ۱۷ ■ شماره ۱ ■ بهار ۱۳۹۴
صفحه‌های ۱۵۳-۱۳۹

نقش تاریخ کاشت، مصرف قارچ‌کش بنومیل و پتاسیم سیلیکات در افزایش کیفیت بذر سویا رقم 'ویلیامز'

مرتضی گرزین[1]*، فرشید قادری‌فر[2]، محمد مونیان اردستانی[3]، ابراهیم زینلی[4] و سید اسماعیل رضوی[5]

۱. کارشناس ارشد گروه زراعت، دانشکدهٔ تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۲. استادیار گروه زراعت، دانشکدهٔ تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۳. کارشناس ارشد گروه زراعت، دانشکدهٔ تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۴. استادیار گروه زراعت، دانشکدهٔ تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران
۵. مربی گروه گیاه‌پزشکی، دانشکدهٔ تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۳/۰۶/۱۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۹/۲۰

چکیده

تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر تاریخ کاشت، محلول پاشی قارچ کش بنومیل و پتاسیم سیلیکات در بهبود کیفیت بذر سویا (رقم 'ویلیامز') در سال‌های ۹۱-۱۳۹۰ در گرگان انجام گرفت. تیمارهای آزمایش در سال اول شامل تاریخ کاشت (۳۱ فروردین، ۲۳ اردیبهشت، ۱۳ خرداد، ۸ تیر و ۳۱ تیر) و مصرف قارچ کش بنومیل در دو مرحلهٔ R_3 و R_6 بود، و در سال دوم شامل تاریخ کاشت (۱۱ اردیبهشت و ۱۵ تیر)، مصرف قارچ‌کش بنومیل، مصرف سیلیکون (Si) و سیلیکون + بنومیل بود. سیلیکون به‌صورت پتاسیم سیلیکات محلول در آب در سه مرحله (V_6، R_1 و R_4) و با غلظت ۴۰ گرم در لیتر بر روی برگ‌ها محلول پاشی شد. نتایج نشان داد که افزایش دمای هوا طی دورهٔ پر شدن بذر (R_5-R_7) در تاریخ کاشت‌های زودهنگام مهم‌ترین عامل کاهش کیفیت بذر است. همچنین توده‌های بذری آلوده به *Phomopsis* sp. و *Nigrospora* sp. همبستگی منفی معناداری با جوانه‌زنی و قدرت بذر داشتند. تأخیر در کاشت از طریق کاهش دما طی دورهٔ پر شدن بذر و نیز کاهش آلودگی به این دو بیمارگر سبب افزایش کیفیت بذر شد. از طرف دیگر، مصرف قارچ‌کش بنومیل و پتاسیم سیلیکات با کاهش آلودگی‌های قارچی در توده‌های بذری و افزایش جوانه‌زنی و قدرت بذر موجب بهبود کیفیت بذر شدند. بنابراین، تأخیر در کاشت رقم زودرس ویلیامز، محلول‌پاشی پتاسیم سیلیکات و نیز قارچ‌کش بنومیل در مراحل زایشی را می‌توان به‌عنوان راهکارهایی به‌منظور افزایش کیفیت بذر این رقم به کشاورزان و تولیدکنندگان بذر در گرگان توصیه کرد.

کلیدواژه‌ها: پتاسیم سیلیکات، دما، قارچ‌کش، کیفیت بذر، *Phomopsis* sp.

* نویسنده مسئول
Email: Gorzin.agron@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

یکی از مهم‌ترین اهداف در تمام بوم‌نظام‌های تولید محصولات زراعی دانه‌ای تولید بذرهایی با کیفیت مطلوب است، به طوری که بتوانند در شرایط محیطی مختلف جوانه زنی سریع، یکنواخت و زیادی داشته باشند. کیفیت بذرهای تولیدشده در مزرعه تحت تأثیر عوامل محیطی متعددی قرار می‌گیرد، اما نتایج تحقیقات مختلف حاکی از آن است که دمای هوا طی مراحل نمو بذر [۸] و آلودگی بذرها به قارچ‌های بذرزی [۳۶] مهم‌ترین عوامل تعیین‌کنندهٔ کیفیت بذر سویا در مناطق مختلف اند. دمای زیاد طی دورهٔ پر شدن بذر و رسیدگی سبب کاهش جوانه زنی و قدرت بذر می‌شود [۴۱ ،۳۵]. دماهای ۳۳/۲۸ درجهٔ سانتی‌گراد (روز/ شب) [۱۷]، ۳۵ درجهٔ سانتی‌گراد [۸] و ۳۰ / ۳۵ درجهٔ سانتی‌گراد [۹] طی دورهٔ پر شدن بذر، جوانه‌زنی ارقام حساس سویا را کاهش داد. از طرف دیگر، مهم‌ترین عامل بیماری‌زا که در ارتباط با کاهش جوانه‌زنی و قدرت بذر سویا در مناطق مختلف شناخته شده است، قارچ *Phomopsis* sp. است [۱۱،۲۳،۲۴]. پوسیدگی بذر فوموپسیسی که از جمله مهم‌ترین بیماری‌های بذری در ایالات متحدهٔ آمریکا و بسیاری از کشورهای تولیدکنندهٔ سویاست، توسط *Phomopsis longicolla* یا سایر گونه‌های *Phomopsis* sp. و *Diaporthe* sp. ایجاد می‌شود [۱۹]. علاوه‌بر این، بیمارگرهای قارچی دیگری نظیر *Alternaria* sp. [۲۶]، *Fusarium* sp. [۳۰]، *Cercospora* sp. [۳۳]، *Sclerotinia sclerotiorum* [۱۴] و *Macrophomina phaseolina* [۱۶] نیز در برخی از مناطق سبب کاهش قابلیت جوانه زنی و قدرت بذر شدند.

در کنار عوامل کاهندهٔ کیفیت بذر راهکارهایی نیز برای بهبود کیفیت بذر در شرایط مزرعه وجود دارد که شامل انتخاب تاریخ کاشت مناسب برای فرار از شرایط نامطلوب [۲۲]، استفاده از ارقام مقاوم به بیمارگرهای قارچی [۴۰] و کاربرد قارچ کش‌های مناسب طی مراحل نمو بذر [۳۸] است. شرایط محیطی تأثیر خود را از طریق تاریخ کاشت اعمال می‌کند [۳۱]. تاریخ کاشت از طریق تغییر شرایط محیطی طی دورهٔ پر شدن بذر، کیفیت بذر را تحت تأثیر قرار می‌دهد [۳۹، ۳۲، ۷]. تأخیر در کاشت از طریق قرارگیری مراحل نمو بذر در دماهای پایین‌تر سبب افزایش کیفیت بذر می‌شود [۹]. همچنین براساس نتایج دیگر تحقیقات، در تاریخ کاشت‌های زودهنگام به دلیل وقوع شرایط گرم و مرطوب در زمان رسیدگی بذرها، محیط مناسبی برای توسعهٔ *Phomopsis* sp. فراهم می‌شود که در نهایت کاهش کیفیت بذر را در پی خواهد داشت [۲۳، ۲۲].

از طرف دیگر، استفاده از قارچ کش‌های مناسب طی مراحل زایشی می‌تواند سبب کاهش آلودگی‌های قارچی و افزایش کیفیت بذرهای تولیدی شود. پاسخ کیفیت بذر سویا به کاربرد قارچ کش‌های برگ مصرف متغیر است، اما تحقیقات نشان می‌دهند که استفاده از قارچ کش‌ها طی مراحل زایشی، آلودگی بذرها به بیمارگرهای قارچی را کاهش می‌دهد و موجب بهبود کیفیت بذر می‌شود [۳۴ و ۴۰]. همچنین در سال‌های اخیر مشخص شده است که محلول‌پاشی سیلیکون (Si) (پتاسیم سیلیکات) یا افزودن آن به خاک (کلسیم سیلیکات) سبب افزایش غلظت این عنصر غیرضروری در بافت‌های گیاه شد که افزایش مقاومت گیاهان به تنش‌های زنده و غیرزنده به‌ویژه در گندمیان را در پی دارد [۲۱]. با افزایش دوز مصرفی پتاسیم سیلیکات از ۱ گرم در لیتر به ۱۶ گرم در لیتر شدت آلودگی بوته‌های برنج به قارچ *Pyricularia oryzae* (عامل بلاست) به‌صورت خطی کاهش یافت [۶]. همچنین مصرف سیلیکون سبب کاهش آلودگی به قارچ *Pseudocercospora griseola* در لوبیا [۲۸]، کاهش

Archive of SID
www.SID.ir

آلودگی به قارچ *Phakopsora pachyrhizi* در سویا [۲۹] و کاهش آلودگی بـه قـارچ *Podosphaera xanthii* در خیـار [۲۰] شد. مصرف سیلیکون سبب تشکیل پوششـی محـافظ در سطح برگ‌ها می‌شود که تقویت فعالیت کوتیکول و نیـز ایجاد مانعی مکانیکی در برابر نفوذ عوامـل بیمـاری‌زا را در پی دارد [۲۵].

هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیرات شرایط محیطی طی دورهٔ پر شدن بذر (R_5-R_7) و شیوع عوامل بیماری‌زای قارچی در توده‌های بذری بر جوانه‌زنی و قدرت بذر سویا و همچنین نقش تاریخ کاشت، مصرف قارچ‌کش بنومیل و نیز محلول‌پاشی پتاسیم سیلیکات در کاهش عوامل بیماری‌زا و افزایش کیفیت بذر است.

۲. مواد و روش‌ها

این مطالعه در مزرعهٔ تحقیقاتی شمارهٔ یک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان طی سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ انجام گرفت. این مزرعه که در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۹ دقیقهٔ شمالی، طول جغرافیایی ۵۴ درجه و ۱۹ دقیقهٔ شرقی و ارتفاع ۱۲ متری از سطح دریا قرار دارد، در کیلومتر هشت جادهٔ قدیم گرگان – کردکوی واقع شده است. در سال اول (۱۳۹۰)، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شامل تاریخ کاشت در پنج سطح (۳۱ فروردین، ۲۳ اردیبهشت، ۱۳ خرداد، ۸ و ۳۱ تیر) به‌عنوان عامل اصلی؛ و قارچ‌کش بنومیل به‌مقدار ۱/۱۲ کیلوگرم در هکتار و با غلظت دو در هزار (۲ گرم پودر وتابل در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب) در دو مرحلهٔ R_3 و R_6 [۳۸] در دو سطح (مصرف و عدم مصرف) به‌عنوان عامل فرعی درنظر گرفته شد، اما در سال دوم (۱۳۹۱) با توجه به نتایج آزمایش در سال اول، تنها از دو تاریخ کاشت (۱۱ اردیبهشت و ۱۵ تیر) استفاده شد. همچنین علاوه بر بنومیل، مصرف سیلیکون (Si) و سیلیکون + بنومیل به تیمارها اضافه شد. سیلیکون به‌صورت پتاسیم سیلیکات محلول در آب در سه مرحله (V_6، R_1 و R_4) و با غلظت ۴۰ گرم در لیتر بر روی برگ‌ها محلول‌پاشی شد [۲۸].

برای کاشت بذرهای سویا از مرکز توزیع بذر ادارهٔ تعاون روستایی خریداری شد. قبل از کاشت بذرهای سالم براساس خصوصیات ظاهری جدا شده و برای کاشت استفاده شدند. در مرحلهٔ بعد، ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار سوپرفسفات تریپل، ۵۰ کیلوگرم در هکتار کلرور پتاسیم و ۵۰ کیلوگرم در هکتار اوره در مزرعه پخش و با خاک مخلوط شد. فاصلهٔ بین ردیف‌های کاشت ۵۰ سانتی‌متر و فاصلهٔ بوته‌ها روی ردیف ۷ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. هر کرت دارای شش ردیف کاشت به‌طول ۶ متر بود. برای مبارزه با آفات طی فصل رشد از آفت‌کش‌های توصیه‌شده (آوانت و دانیتول) استفاده شد. برای تعیین مراحل فنولوژی از روش فهر و کاوینس [۱۰] استفاده شد. با ثبت مراحل فنولوژی زمان وقوع مراحل مختلف نمو گیاه به‌ویژه دورهٔ پر شدن بذر (R_5-R_7) مشخص شد. این کار برای نشان دادن اثر تاریخ کاشت بر زمان وقوع مراحل مختلف نمو گیاه و در نتیجه شرایط محیطی طی هر مرحله به‌منظور توجیه دلایل تغییرات کیفیت بذر با تغییر در تاریخ کاشت انجام گرفت. به‌این ترتیب، وضعیت شرایط محیطی شامل دمای هوا، رطوبت نسبی و مقدار بارندگی طی مرحلهٔ R_5-R_7 برای هر تاریخ کاشت با استفاده از اطلاعات ثبت‌شده در ایستگاه سینوپتیک هاشم‌آباد گرگان مشخص شد.

در نهایت از هر کرت در مرحلهٔ R_7 (رسیدگی فیزیولوژیک) حدود ۵۰ بوته انتخاب و غلاف‌هایشان با دست از بوته‌ها جدا شد و سپس در سایه خشک شد. برای جلوگیری از بروز خسارت مکانیکی، بذرها با دست از غلاف جدا شدند. برای تعیین کیفیت بذر از آزمون‌های جوانه‌زنی (قبل و بعد از تسریع پیری) سرعت رشد گیاهچه

Archive of SID
www.SID.ir

(قبل و بعد از تسریع پیری) و هدایت الکتریکی [۱۳] استفاده شد. همچنین برای شناسایی و تعیین شدت آلودگی توده‌های بذری به قارچ‌های بذرزی، از روش کشت بذرها بر روی محیط کشت سیب‌زمینی- دکستروز آگار اسیدی‌شده (pH = ۴/۵) استفاده شد. بدین منظور ۵۰ بذر از هر تودهٔ بذری به‌صورت تصادفی انتخاب شد. سطح بذرها با استفاده از محلول ۰/۵ درصد سدیم هیپوکلریت (NaClO) ضدعفونی شدند. در نهایت پنج بذر در هر پتری‌دیش حاوی محیط کشت سیب‌زمینی- دکستروز آگار قرار گرفت. پتری‌دیش‌ها ۱۲-۷ روز در انکوباتور در دمای ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از سپری شدن این دورهٔ زمانی، قارچ‌های بذرزی براساس ویژگی‌های پرگنه و ریخت‌شناسی اندام‌های زایشی غیرجنسی شناسایی شدند. به‌علاوه، شدت آلودگی به هر بیمارگر به‌صورت درصد بذرهای آلوده به آن بیمارگر در هر تودهٔ بذری بیان شد [۱، ۳۷].

برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از نرم‌افزار آماری SAS (Institute, Inc) (ویرایش ۹.۱.۳) و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل ۲۰۰۷ استفاده شد. همچنین برای توصیف روابط میان صفات مورد اندازه‌گیری و تاریخ کاشت از توابع خطی و غیرخطی زیر استفاده شد:

$$y = ax + b \qquad (۱)$$

$$y_1 = ax + b \quad \text{if} \quad x<x_0 \qquad (۲)$$

$$y_2 = ax_0 + b \quad \text{if} \quad x\geq x_0$$

در این رابطه‌ها، y صفت مورد بررسی، x تاریخ کاشت به‌صورت روز از آغاز سال؛ x_0 نقطهٔ چرخش منحنی؛ و a و b ضرایب معادله‌اند.

۳. نتایج و بحث

استفاده از تاریخ کاشت‌های مختلف سبب ایجاد شرایط محیطی متفاوتی طی دورهٔ پر شدن بذر (R_5-R_7) شد، به‌طوری که با تأخیر در کاشت میانگین حداکثر و حداقل دما، میانگین کل دمای روزانه و تعداد روزهایی که دما طی آنها به بیش از ۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد رسید، کاهش یافت. همچنین میانگین حداکثر و حداقل رطوبت نسبی، میانگین کل رطوبت نسبی روزانه و تعداد روزهایی که رطوبت نسبی طی آنها به بیش از ۹۰ درصد رسید، افزایش پیدا کرد (به‌استثنای تاریخ کاشت ۸ تیر). این امر در حالی است که مقدار بارندگی در سال ۱۳۹۰ (سال اول) طی دورهٔ پر شدن بذر با تأخیر در کاشت از تاریخ کاشت ۳۱ فروردین تا تاریخ کاشت ۸ تیر از روندی کاهشی تبعیت کرد و تنها در تاریخ کاشت ۳۱ تیر افزایش زیادی داشت. در ۱۳۹۱ (سال دوم) که تنها دو تاریخ کاشت (کشت زودهنگام در بهار و کشت تابستانه) استفاده شد، بارشی طی دورهٔ پر شدن بذر در تاریخ کاشت ۱۱ اردیبهشت مشاهده نشد، اما بارندگی طی دورهٔ پر شدن بذر در تاریخ کاشت ۱۵ تیر در این سال به ۳۷ میلی‌متر رسید (جدول ۱).

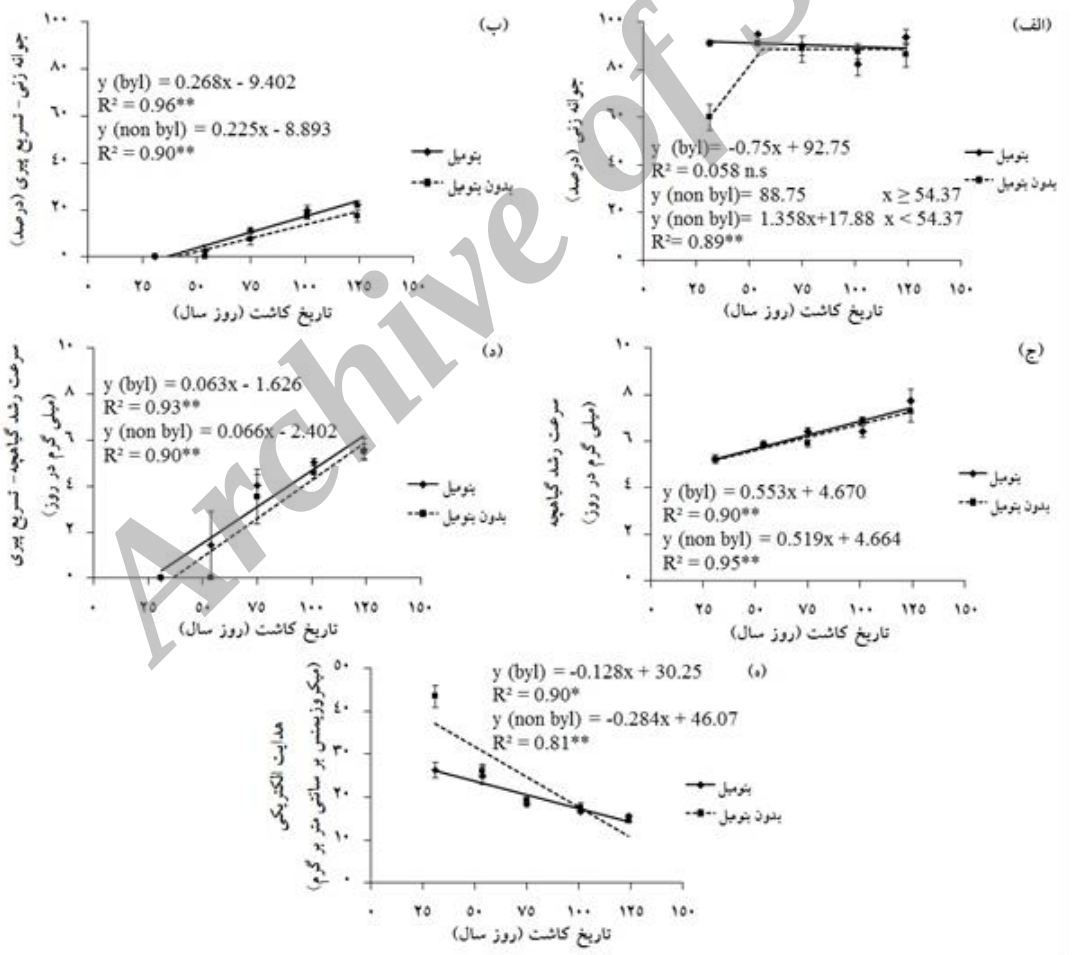
طی سال زراعی ۱۳۹۰، تاریخ کاشت اثر زیادی بر درصد جوانه‌زنی در شرایط مصرف بنومیل نداشت، اما تغییرات درصد جوانه‌زنی در مقابل تاریخ کاشت در شرایط عدم مصرف بنومیل از یک منحنی دوتکه‌ای تبعیت کرد. از روز ۳۱ام تا روز ۵۶ام با هر روز تأخیر در کاشت درصد گیاهچه‌های طبیعی در رقم 'ویلیامز' ۱/۳ درصد افزایش یافت، و از روز ۵۶ام به بعد از مقدار ثابتی (۸۸/۷ درصد) برخوردار بود (شکل ۱- الف)؛ اما در جوانه‌زنی تسریع پیری که درصد جوانه‌زنی کلیهٔ تاریخ کاشت‌ها افت شدیدی در مقایسه با درصد جوانه‌زنی در بذرهای پیرنشده داشت، درصد جوانه‌زنی در هر دو شرایط مصرف و عدم مصرف بنومیل از یک رگرسیون سادهٔ خطی تبعیت کرد، به‌طوری که به‌ازای هر روز تأخیر در کاشت، درصد جوانه‌زنی ۰/۲۶ و ۰/۲۲ درصد به‌ترتیب در شرایط مصرف و عدم مصرف بنومیل افزایش یافت؛ اما اختلاف معناداری بین مصرف یا عدم مصرف بنومیل وجود نداشت (شکل ۱- ب).

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱. مقدار بارندگی، تعداد ساعات آفتابی، میانگین حداکثر، حداقل و کل دما و رطوبت نسبی هوا، تعداد روزهای با دمای بیش از ۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی بیش از ۹۰ درصد طی دورهٔ پر شدن بذر (R_5 - R_7) رقم ویلیامز در تاریخ کاشت‌های مختلف

سال	تاریخ کاشت (d)	دما (°C)			T>۳۰ (d)	رطوبت نسبی (%)			RH>۹۰ (d)	بارندگی (mm)
		حداکثر	حداقل	میانگین		حداکثر	حداقل	میانگین		
۱۳۹۰	۳۱ فروردین (۳۱)	۳۳/۱	۲۴/۷	۲۸/۹	۲۴	۸۰/۸	۵۳/۸	۶۷/۳	۶	۷۶/۶
	۲۳ اردیبهشت (۵۴)	۳۱/۱	۲۳/۱	۲۷/۱	۲۱	۸۲/۷	۵۵/۹	۶۹/۳	۶	۷۵/۹
	۱۳ خرداد (۷۵)	۳۰/۲	۲۲/۰	۲۶/۱	۱۸	۸۳/۰	۵۷/۱	۷۰/۰	۶	۳۵/۳
	۸ تیر (۱۰۱)	۳۰/۱	۲۰/۲	۲۵/۱	۱۳	۸۱/۶	۵۱/۹	۶۶/۸	۲	۱۶
	۳۱ تیر (۱۲۴)	۲۶/۸	۱۶/۰	۲۱/۴	۶	۸۶/۱	۵۲/۳	۶۹/۲	۱۴	۱۴۶/۵
۱۳۹۱	۱۱ اردیبهشت (۴۲)	۳۵/۱	۲۴/۲	۲۹/۷	۲۷	۷۳/۵	۵۱/۲	۵۹/۰	۰/۰	۰/۰
	۱۵ تیر (۱۰۸)	۳۰/۶	۲۱/۲	۲۵/۴	۱۹	۸۱/۹	۵۱/۷	۶۱/۲	۵	۳۷

*: اعداد داخل پرانتز تاریخ کاشت را به‌صورت روز از آغاز سال نشان می‌دهند.

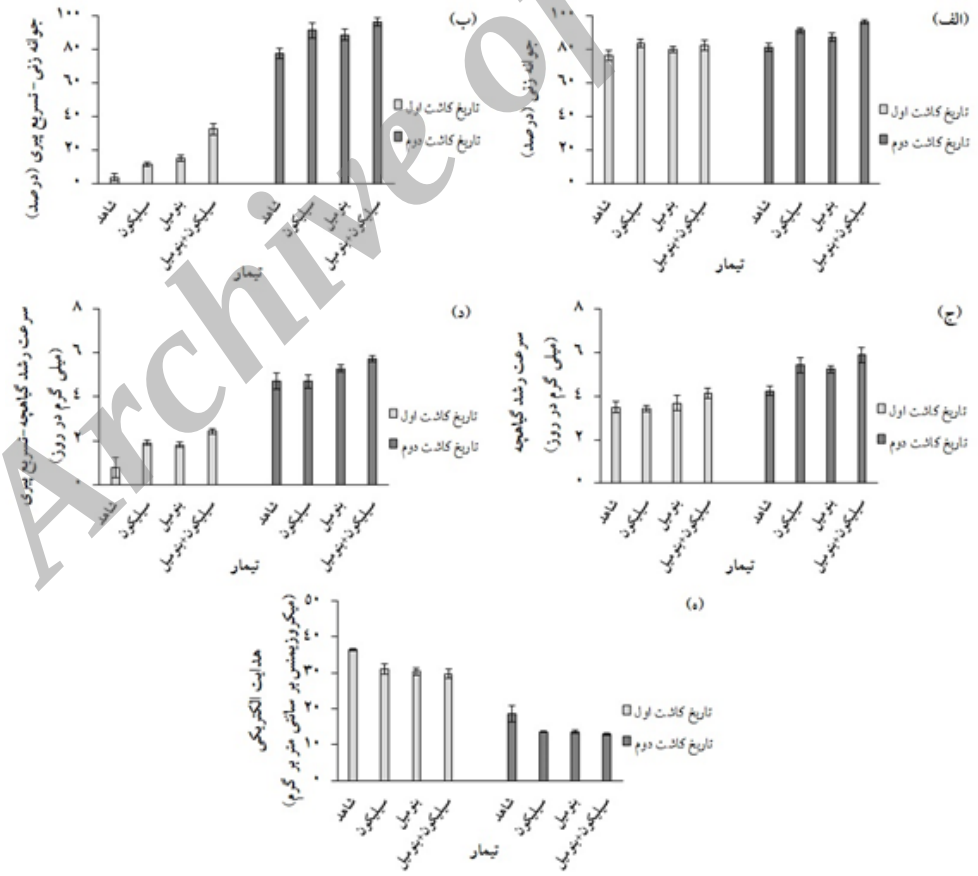


شکل ۱. اثر تاریخ کاشت، مصرف و عدم مصرف بنومیل بر جوانه‌زنی بذر، سرعت رشد گیاهچه قبل و بعد از تسریع پیری و هدایت الکتریکی طی سال زراعی ۱۳۹۰

Archive of SID
www.SID.ir

سرعت رشد گیاهچه هم قبل و هم بعد از تسریع پیری با تأخیر در کاشت در هر دو شرایط مصرف و عدم مصرف بنومیل به‌صورت خطی افزایش یافت، اما مصرف یا عدم مصرف بنومیل اثر چندانی بر سرعت رشد گیاهچه نداشت. به‌علاوه سرعت رشد گیاهچه در بذرهای پیرشده طی آزمون تسریع پیری در هر تاریخ کاشت کمتر از سرعت رشد گیاهچه در بذرهای پیرنشده در تاریخ کاشت‌های مشابه بود (شکل ۱ – ج و د). هدایت الکتریکی نیز با تأخیر در کاشت در هر دو شرایط مصرف و عدم مصرف بنومیل به‌صورت خطی کاهش یافت (به‌میزان ۰/۱۲ و ۰/۲۸ میکروزیمنس بر سانتی‌متر بر گرم به‌ترتیب در شرایط مصرف و عدم مصرف بنومیل). به‌طور کلی، مصرف بنومیل نیز سبب کاهش هدایت الکتریکی بذرها به‌ویژه در تودهٔ بذری مربوط به تاریخ کاشت ۳۱ فروردین در مقایسه با شرایط عدم مصرف بنومیل شد (شکل ۱ – ه).

این مطالعه طی سال زراعی ۱۳۹۱ تنها با دو تاریخ کاشت (زود و دیر) انجام گرفت، اما در این سال نیز نتایج مشابهی به‌دست آمد. به‌طوری که تأخیر در کاشت همانند سال اول سبب افزایش درصد جوانه‌زنی بذر و سرعت رشد گیاهچه هم در بذرهای پیرنشده و هم در بذرهای پیرشده طی آزمون تسریع پیری و نیز کاهش هدایت الکتریکی بذر در مقایسه با کشت زودهنگام در بهار شد. از طرف دیگر، مصرف سیلیکون، بنومیل و سیلیکون + بنومیل در هر دو تاریخ کاشت موجب افزایش درصد جوانه‌زنی و سرعت رشد گیاهچه (قبل و بعد از تسریع پیری) و نیز کاهش هدایت الکتریکی در مقایسه با تیمار شاهد شد.

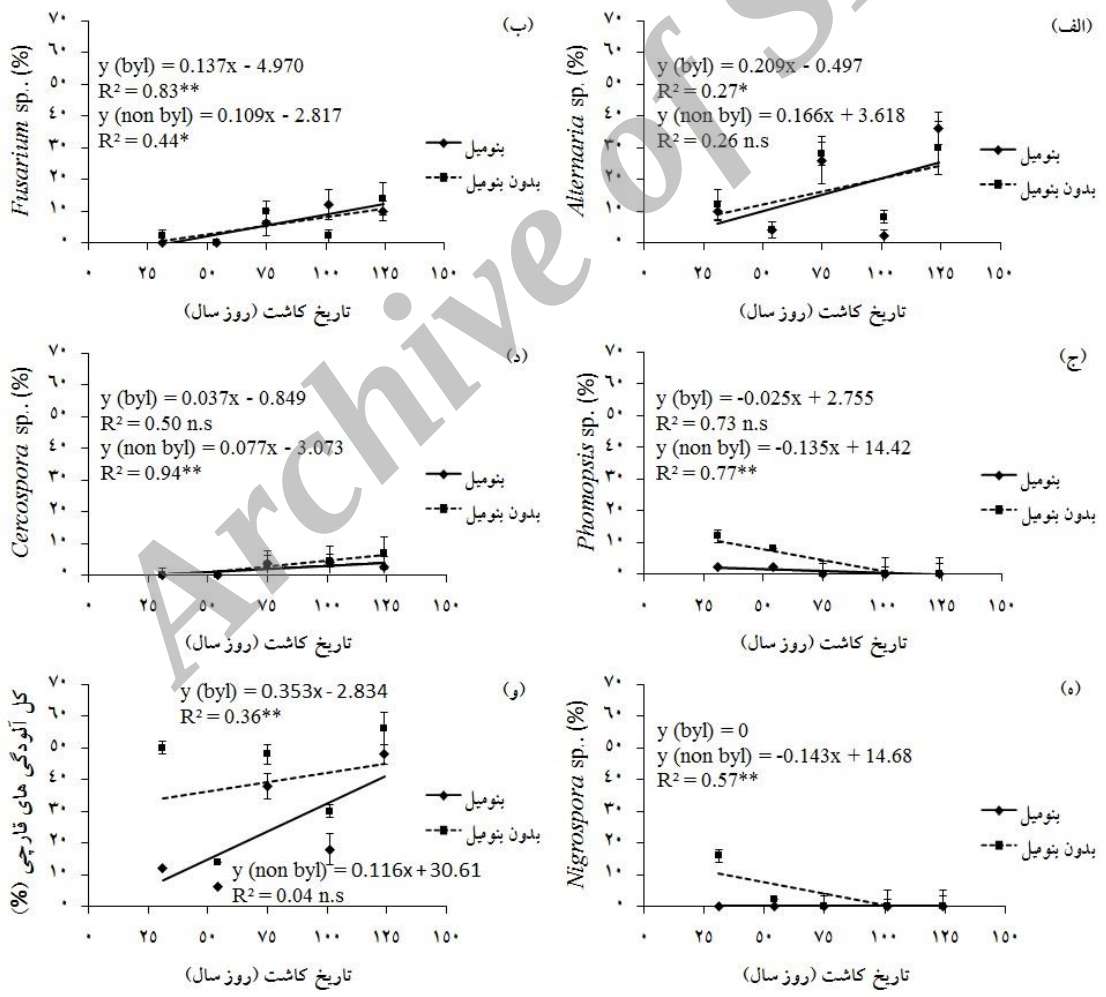


شکل ۲. اثر تاریخ کاشت، مصرف بنومیل، سیلیکون و سیلیکون + بنومیل بر جوانه‌زنی بذر، سرعت رشد گیاهچه قبل و بعد از تسریع پیری و هدایت الکتریکی طی سال زراعی ۱۳۹۱

Archive of SID
www.SID.ir

هر چند در برخی موارد اختلاف چندانی بین تیمارهای بررسی‌شده وجود نداشت، به‌طور کلی بیشترین کیفیت بذر در هر دو تاریخ کاشت در نتیجهٔ استفادهٔ ترکیبی سیلیکون + بنومیل به‌دست آمد (شکل ۲).

نوع و شدت شیوع قارچ‌های بذرزی در توده‌های بذری حاصل از تاریخ کاشت‌های مختلف در سال اول قدری متفاوت با سال دوم بود. طی سال زراعی ۱۳۹۰، هفت نوع قارچ بذرزی در مجموع پنج تاریخ کاشت شناسایی شد که شامل *Alternaria* sp.، *Fusarium* sp.، *Phomopsis* sp.، *Cercospora* sp.، *Nigrospora* sp.، *Septoria* sp. و *Sphaeropsis* sp. بود (شکل ۳). ازآنجا که آلودگی توده‌های بذری به *Septoria* sp. و *Sphaeropsis* sp. بسیار ناچیز (کمتر از ۵ درصد) و شیوع آنها در توده‌های بذری تنها محدود به تاریخ کاشت اول بود، در تحلیل داده‌ها از آنها چشم‌پوشی شد. در این سال با تأخیر در کاشت، شیوع *Alternaria* sp.، *Fusarium* sp. و *Cercospora* sp.، در توده‌های بذری در هر دو شرایط مصرف و عدم مصرف بنومیل به‌صورت خطی افزایش یافت. به‌علاوه اختلاف زیادی بین مصرف یا عدم مصرف بنومیل از لحاظ شدت آلودگی بذرها به این سه بیمارگر وجود نداشت (شکل ۳ – الف، ب و د).

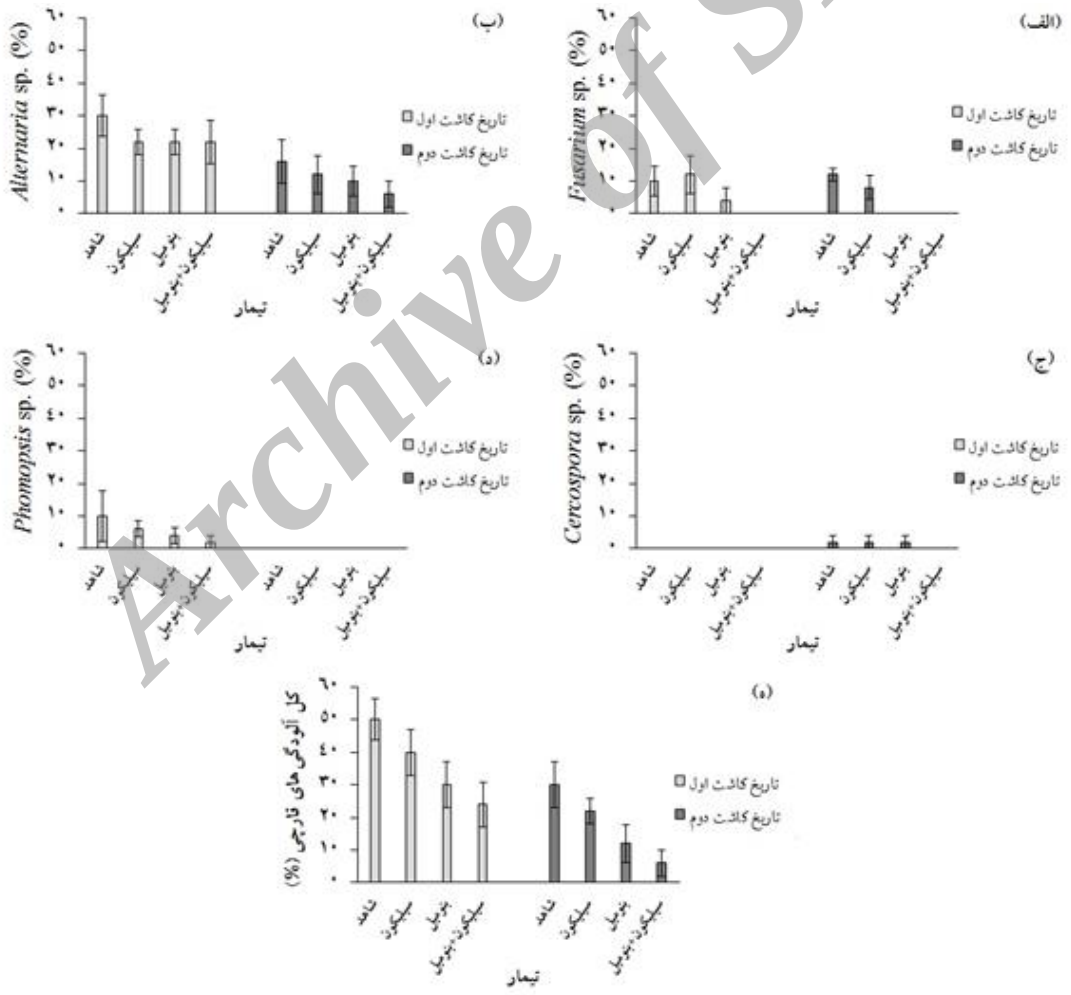


شکل ۳. اثر تاریخ کاشت، مصرف و عدم مصرف بنومیل بر مقدار آلودگی بذرها به قارچ‌های بذرزی طی سال زراعی ۱۳۹۰

Archive of SID
www.SID.ir

از طـرف دیگـر، بیشـترین شـیوع *Phomopsis* sp. و *Nigrospora* sp. در تاریخ کاشـت اول (روز ۳۱ام از آغـاز سال) و به‌ویژه در شرایط عدم مصرف بنومیل رخ داد و بـا تأخیر در کاشت، آلودگی توده‌های بذری به ایـن دو قـارچ به صورت خطی کاهش یافت. مصرف بنومیل نیـز آلـودگی توده‌های بذری به این دو قارچ را تا حد زیادی کـاهش داد (شکل ۳ – ج و ه). کل آلودگی‌های قارچی یا به‌عبارتی کل بذرهای آلوده در هر تودهٔ بذری در شرایط مصرف بنومیـل از یک رگرسیون سادهٔ خطی تبعیت کرد، بـه‌طـوری کـه بـا تأخیر در کاشت، مقدار بذرهای آلوده، ۰/۳۵ درصد در هـر روز افزایش یافت. تغییرات کل آلودگی‌ها در شـرایط عـدم مصرف بنومیل در مقابل تاریخ کاشـت از رونـد مشخصـی تبعیت نکرد، اما مقدار کل بذرهای آلوده (کل آلـودگی‌هـا) در هر تاریخ کاشت در شرایط عدم مصرف بنومیل همـواره بیشتر از شرایط مصرف بنومیل بود (شکل ۳ – و).

در توده‌های بذری تولیدشده طـی سـال زراعـی ۱۳۹۱ تنهـا چهـار نـوع قـارچ بـذرزی شـامل *Alternaria* sp.، *Fusarium* sp.، *Phomopsis* sp. و *Cercospora* sp. شناسایی شـد. بـرخلاف سـال اول، بیشـترین آلـودگی بـه *Alternaria* sp. و *Fusarium* sp.، در کاشت زودهنگام رخ داد و تأخیر در کاشت سبب کاهش شیوع این دو قـارچ در توده‌های بذری شد (شکل ۴ – الف و ب).



شکل ۴. اثر تاریخ کاشت، مصرف بنومیل، سیلیکون و سیلیکون + بنومیل بر مقدار آلودگی بذرها به قارچ‌های بذرزی طی سال زراعی ۱۳۹۱

Archive of SID
www.SID.ir

بیمارگر *Cercospora* sp. تنها در تاریخ کاشت دوم و بیمارگر *Phomopsis* sp. نیز تنها در تاریخ کاشت اول مشاهده شد (شکل ۴ – ج و د). به‌علاوه، مقدار کل بذرهای آلوده در کشت زودهنگام همواره بیشتر از کشت دیرهنگام بود (شکل ۴ – ه). این رویداد عکس آن چیزی است که در سال اول آزمایش رخ داد (شکل ۳ – و). برخی اختلافات شایان توجه نبودند، اما به طورکلی مصرف سیلیکون، بنومیل و سیلیکون + بنومیل موجب کاهش آلودگی توده‌های بذری به *Alternaria* sp.، *Fusarium* sp. و *Phomopsis* sp. و در نتیجه کل آلودگی‌های قارچی در مقایسه با تیمار شاهد شد. همچنین تیمار ترکیبی سیلیکون + بنومیل سبب کنترل کامل *Cercospora* sp. در تاریخ کاشت دوم شد (شکل ۴ – ج). در نهایت تیمار ترکیبی سیلیکون + بنومیل بیشترین تأثیر را در کاهش انواع بیمارگرها و نیز مجموع کل آلودگی‌های بذری در توده‌های بذری حاصل از کشت‌های زودهنگام و دیرهنگام طی سال زراعی ۱۳۹۱ داشت (شکل ۴).

بررسی نتایج حاصل از تجزیهٔ همبستگی نشان داد که در بین قارچ‌های بذرزی شناسایی‌شده طی سال زراعی ۱۳۹۰، تنها دو قارچ *Phomopsis* sp. و *Nigrospora* sp. همبستگی منفی معناداری با درصد جوانه‌زنی و سرعت رشد گیاهچه (قبل و بعد از تسریع پیری) و نیز همبستگی مثبت معناداری با هدایت الکتریکی بذر داشتند.

جدول ۲. نتایج تجزیهٔ همبستگی درصد جوانه‌زنی، سرعت رشد گیاهچه (قبل و بعد از تسریع پیری) و هدایت الکتریکی با میزان شیوع (درصد) *Alternaria* sp. (A. sp)، *Fusarium* sp. (F. sp)، *Phomopsis* sp. (P. sp)، *Cercospora* sp. (C. sp)، *Nigrospora* sp. (N. sp)، کل آلودگی‌های قارچی (Total) و دمای هوا (T، درجهٔ سانتی‌گراد) طی دورهٔ پر شدن بذر در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰

سال	همبستگی با	جوانه‌زنی	جوانه‌زنی (تسریع پیری)	سرعت رشد گیاهچه	سرعت رشد گیاهچه (تسریع پیری)	هدایت الکتریکی
۱۳۹۰	*A.* sp	۰/۱۰$^{n.s}$	۰/۲۹$^{n.s}$	۰/۴۷**	۰/۳۷*	−۰/۳۰$^{n.s}$
	F. sp	۰/۰۱$^{n.s}$	۰/۴۶**	۰/۴۱**	۰/۴۰**	−۰/۳۵*
	P. sp	−۰/۶۴**	−۰/۴۳**	−۰/۳۷*	−۰/۴۶**	۰/۷۰**
	C. sp	۰/۰۸$^{n.s}$	۰/۴۲**	۰/۳۲*	۰/۴۰*	−۰/۴۰**
	N. sp	−۰/۳۱*	−۰/۲۸$^{n.s}$	−۰/۲۹$^{n.s}$	−۰/۳۲*	۰/۵۵**
	Total	−۰/۲۶$^{n.s}$	۰/۳۵*	۰/۴۱**	۰/۳۸*	−۰/۱۳$^{n.s}$
	T	−۰/۲۶$^{n.s}$	−۰/۸۲**	−۰/۸۳**	−۰/۷۸**	۰/۷۳**
۱۳۹۱	*A.* sp	−۰/۴۷**	−۰/۴۷**	−۰/۴۸**	−۰/۶۳**	۰/۷۰**
	F. sp	−۰/۰۳$^{n.s}$	−۰/۰۳$^{n.s}$	−۰/۲۱$^{n.s}$	−۰/۲۱$^{n.s}$	۰/۲۰$^{n.s}$
	P. sp	−۰/۲۴$^{n.s}$	−۰/۲۴$^{n.s}$	−۰/۳۳$^{n.s}$	−۰/۴۸**	۰/۴۰*
	C. sp	۰/۰۹$^{n.s}$	۰/۰۹$^{n.s}$	۰/۰۹$^{n.s}$	۰/۱۹$^{n.s}$	−۰/۱۸$^{n.s}$
	Total	−۰/۴۴*	−۰/۴۴*	−۰/۵۷**	−۰/۷۳**	−۰/۷۴**
	T	−۰/۵۷**	−۰/۵۷**	−۰/۷۵**	−۰/۹۲**	۰/۹۳**

** و *: معنادار در سطح ۱ و ۵ درصد؛ n.s: غیر معنادار

Archive of SID
www.SID.ir

بنابراین افزایش این دو بیمارگر رابطهٔ مستقیمی با کاهش کیفیت بذر در سال زراعی ۱۳۹۰ داشت. طی این سال کیفیت بذر تحت تأثیر مجموع کل آلودگی‌های قارچی قرار نگرفت، اما در سال دوم (۱۳۹۱) وضعیت کمی متفاوت بود زیرا کیفیت بذر علاوه بر *Phomopsis* sp. با افزایش شیوع *Alternaria* sp. نیز کاهش یافت. به‌علاوه مجموع کل آلودگی‌های قارچی نیز همبستگی منفی معناداری با کیفیت بذرهای تولیدی داشت. همبستگی منفی معناداری نیز بین کیفیت بذر و دمای هوا طی دورهٔ پر شدن بذر در هر دو سال اجرای آزمایش (۱۳۹۰ و ۱۳۹۱) مشاهده شد.

۴. نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، دو عامل مهم شامل دمای هوا طی دورهٔ پر شدن بذر (R_5-R_7) و نیز شیوع قارچ‌های بذرزی طی این دوره رابطهٔ مستقیمی با قابلیت جوانه‌زنی و قدرت بذر داشتند. در سال ۱۳۹۰، افزایش آلودگی به دو قارچ *Phomopsis* sp. و *Nigrospora* sp. در توده‌های بذری حاصل از تاریخ کاشت‌های زودهنگام بهاره با کاهش جوانه‌زنی و قدرت بذر در این توده‌های بذری در ارتباط بود. بیمارگر *Nigrospora* sp. در سال دوم (۱۳۹۱) مشاهده نشد. طی سال دوم *Alternaria* sp.، *Phomopsis* sp. و مجموع کل آلودگی‌های قارچی در کاهش جوانه‌زنی و قدرت بذر مؤثر بودند.

بیمارگر *Phomopsis* sp. در بسیاری از مناطق زیرکشت سویا در کشورهای مختلف، مهم‌ترین قارچ بذرزی در زمینهٔ کاهش کیفیت بذر شناخته شده است که به‌طور معمول بیشترین آلودگی به آن در دما و رطوبت نسبی زیاد رخ می‌دهد [۴۲، ۱۹، ۱۵]. بنابراین با توجه به نتایج مطالعات پیشین و اینکه بذرهای آلوده به این قارچ در محیط کشت هیچ‌گاه جوانه نزدند، می‌توان نتیجه گرفت که این قارچ تأثیر کاملاً بارزی در کاهش کیفیت بذر سویا دارد. در مورد امکان آلودگی بذر سویا توسط بیمارگر *Nigrospora* sp. و اثر آن بر کیفیت بذر تا کنون گزارشی ثبت نشده و اطلاعاتی نیز در این زمینه در دست نیست؛ اما همانند بذرهای آلوده به *Phomopsis* sp.، بذرهای آلوده به *Nigrospora* sp. نیز قادر به جوانه‌زنی در محیط کشت نبودند. بنابراین این قارچ نیز تأثیر مستقیمی در کاهش کیفیت بذر در کشت زودهنگام بهاره در سال اول اجرای آزمایش داشت. بیمارگر *Alternaria* sp. به اندازهٔ *Phomopsis* sp. مهم نیست، اما در آلودگی‌های شدید قادر به جلوگیری از جوانه‌زنی بذرها می‌شود [۱۸]. شیوع بیمارگر *Alternaria* sp. در سال اول با تأخیر در کاشت افزایش یافت، درحالی که در سال دوم بیشترین بذرهای آلوده به این قارچ در تاریخ کاشت اول رخ داد. بنابراین به‌نظر می‌رسد این موضوع علت اصلی تأثیر نداشتن این قارچ بر جوانه‌زنی و قدرت بذر در سال اول آزمایش باشد؛ زیرا عاملی بسیار مهم‌تر وجود دارد که بیش از هر عامل دیگری می‌تواند بر کیفیت بذر اثرگذار باشد. این عامل مهم دمای هوا طی دورهٔ پر شدن بذر است. این عامل محیطی هم می‌تواند از طریق افزایش جمعیت برخی از قارچ‌های بذرزی نظیر *Phomopsis* sp. [۳] و هم در نبود این عوامل بیماری‌زا و به‌صورت مستقیم کیفیت بذر را کاهش دهد [۴۱ ، ۱۲].

افزایش دما (بیش از ۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد) طی دورهٔ پر شدن بذر از طریق کاهش جذب عناصر غذایی، سبب کاهش تجمع پروتئین‌ها، چربی‌ها و الیگوساکاریدها در بذر می‌شود. این مواد برای رسیدن به حداکثر پتانسیل جوانه‌زنی ضروری‌اند [۵]. همچنین افزایش دما طی دورهٔ پر شدن بذر سبب تغییر در ساختار فسفولیپیدهای غشا و اسیدهای چرب می‌شود، به‌نحوی که نسبت اسیدهای چرب اشباع به اسیدهای چرب غیراشباع افزایش می‌یابد.

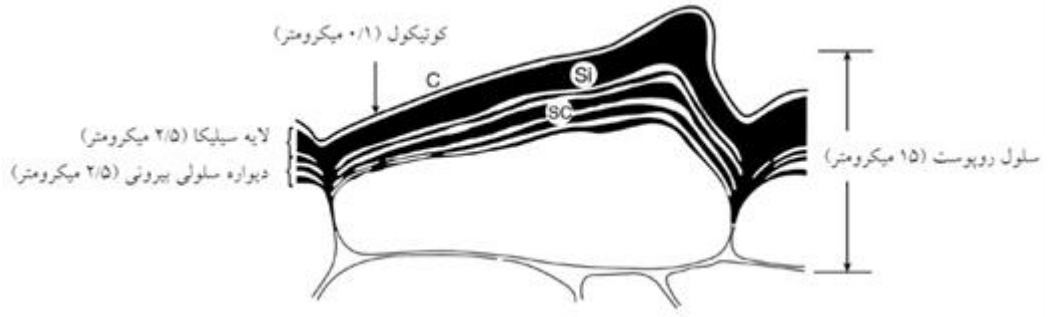
Archive of SID
www.SID.ir

چنین تغییراتی در دماهای زیاد یا بروز تنش خشکی نوعی سازگاری برای حفظ سیالیت مطلوب غشاها محسوب می‌شود، اما زمانی که بذر در شرایط خنک یا مرطوب قرار گیرد چنین ویژگی‌هایی مضر خواهد بود. به این صورت که طی آبنوشی غشاهایی که با دماهای زیاد سازگار شدند، تراوایی زیادی برای ترکیبات محلول درون‌سلولی نشان می‌دهند و با نشت این مواد از بذر قدرت بذر کاهش می‌یابد [۵].

در این تحقیق، دمای هوا طی دورهٔ پر شدن بذر مهم‌ترین عامل تأثیرگذار بر قابلیت جوانه‌زنی و قدرت بذر است؛ زیرا دما بیشترین همبستگی (منفی) را با قابلیت جوانه‌زنی و قدرت بذر در هر دو سال (۱۳۹۰ و ۱۳۹۱) در مقایسه با قارچ‌های بذرزی نشان داد (جدول ۲). افزایش دمای هوا به بیش از ۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد طی دورهٔ پر شدن بذر سویا سبب کاهش جوانه‌زنی و قدرت بذر می‌شود [۹ ، ۸]. بنابراین انتظار می‌رود که با افزایش مدت زمانی که دورهٔ پر شدن بذر با دماهای بیشتر از ۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد مواجه است، کیفیت بذرهای تولیدشده نیز کاهش یابد. دورهٔ پر شدن بذر در کشت‌های زودهنگام بهاره بیشترین تعداد روز از لحاظ مواجهه با چنین دماهایی را تجربه کرد و با تأخیر در کاشت همواره تعداد چنین روزهایی کاهش یافت و دمای هوا نیز به‌سمت خنک‌تر شدن پیش رفت (جدول ۱). به‌همین دلیل جوانه‌زنی و قدرت بذر نیز با تأخیر در کاشت، همواره افزایش یافت. اگرچه در سال اول مقدار بذرهای آلوده (مجموع کل آلودگی‌های قارچی) با تأخیر در کاشت افزایش پیدا کرد، کاهش دما طی مراحل نمو بذر سبب حفظ قابلیت جوانه‌زنی و قدرت بذر در حد مطلوبی شده است. از این‌رو ممکن است بیمارگر *Alternaria* sp. در سال دوم نیز تأثیر چندانی در کاهش کیفیت بذر نداشته باشد و در واقع چون شیوع آن در بذرهای حاصل از تاریخ کاشت اول که دورهٔ پر شدن بذر طی آن با دماهای بسیار زیادی (با میانگین حداکثر دمای بیش از ۳۵ درجهٔ سانتی‌گراد) نیز روبه‌رو شد بیش از تاریخ کاشت دوم بود، رابطهٔ معناداری با جوانه‌زنی و قدرت بذر نشان داد. به‌عبارت دیگر، اگر در سال دوم نیز مانند سال اول، شیوع این قارچ در تاریخ کاشت‌های دیرهنگام بیش از تاریخ کاشت اول بود، ممکن بود دماهای خنک طی دورهٔ پر شدن بذر مانع کاهش کیفیت بذر توسط این قارچ شود. این دیدگاه با توجه به جوانه‌زنی مطلوب در بذرهای آلوده به *Alternaria* sp. در محیط‌های کشت دور از انتظار نیست.

با توجه به زودرس بودن رقم 'ویلیامز' تأخیر در کاشت در هر دو سال اجرای آزمایش سبب افزایش کیفیت بذرهای تولیدی شد. همچنین مصرف قارچ‌کش بنومیل تأثیر مهمی در کنترل *Phomopsis* sp. و *Nigrospora* sp.، و در نتیجه افزایش درصد جوانه‌زنی و کاهش هدایت الکتریکی در کشت‌های زودهنگام بهاره طی سال زراعی ۱۳۹۰ داشت. در سال دوم (۱۳۹۱) نیز مصرف بنومیل موجب کاهش آلودگی‌های قارچی و بهبود جوانه‌زنی و قدرت بذر در مقایسه با تیمار شاهد شد. مصرف سیلیکون نیز نظیر بنومیل سبب کاهش قارچ‌های بذرزی و افزایش قابلیت جوانه‌زنی و قدرت بذر شد. بیشترین کیفیت بذر نیز در نتیجهٔ استفاده از تیمار ترکیبی سیلیکون + بنومیل به‌دست آمد. تاکنون گزارشی مبنی بر تأثیر سیلیکون بر کیفیت بذر سویا منتشر نشده است؛ اما افزایش غلظت این عنصر در بافت‌های گیاهی می‌تواند سبب تقویت خصوصیات محافظتی گیاهان در برابر تنش‌های زنده و غیرزنده شود [۲۷]. کاربرد سیلیکون موجب افزایش جذب این مادهٔ غذایی غیرضروری توسط گیاه می‌شود [۲۸]. سیلیکون که به‌صورت مونوسیلیسیک اسید جذب گیاه می‌شود، در سلول‌های روپوست برگ به پلی‌سیلیسیک اسید تبدیل می‌شود و در دیوارهٔ سلولی تجمع پیدا می‌کند.

Archive of SID
www.SID.ir



شکل ۵. الگویی از تغییرات دیوارهٔ سلولی در سلول‌های روپوست برگ برنج (*Oryza sativa* L.) پس از تشکیل لایهٔ محافظ حاوی سیلیکون (Si) (با اقتباس از رسالهٔ تغذیهٔ گیاه [۴])

این امر به ایجاد لایه‌ای از سیلیکای شیشه‌مانند منجر شده و به این ترتیب ساختار دولایه‌ای و سخت سلولز–سیلیکون در دیواره‌های سلولی تشکیل می‌شود [۴] (شکل ۵) که تقویت خصوصیات محافظتی گیاهان در برابر نفوذ عوامل بیماری‌زا، حملهٔ حشرات و نیز افزایش مقاومت در برابر تنش خشکی و دماهای زیاد در گیاهان مختلف را در پی دارد [۲۱]. این دیوارهٔ سلولی تقویت‌شده در زمان وقوع تنش خشکی یا دماهای زیاد از طریق جلوگیری از فشردگی آوندهای چوبی و نیز کاهش تعرق از طریق کاهش قطر روزنه‌ها به تحمل تنش توسط گیاه کمک می‌کند [۲].

به‌دلیل زودرس بودن رقم 'ویلیامز' تأخیر در کاشت می‌تواند از طریق کاهش دما طی دورهٔ پر شدن بذر و نیز کاهش آلودگی توده‌های بذری به بیمارگر *Phomopsis* sp. و *Nigrospora* sp. سبب افزایش کیفیت بذر شود. مصرف قارچ‌کش بنومیل نیز تأثیر زیادی در کنترل این دو قارچ و بهبود قابلیت جوانه‌زنی و قدرت بذر دارد. همچنین با توجه به فراوان بودن منابع سیلیکون در پوستهٔ زمین و سهولت دسترسی به آن، می‌توان از این عنصر به‌منظور افزایش تحمل و استقامت گیاهان در سیستم‌های زراعی که تحت تأثیر تنش‌های زنده و غیرزنده قرار دارند، استفاده کرد. برای تحقق چنین هدفی ابتدا باید تأثیر این عنصر غیرضروری در گیاهان مختلف به‌خوبی بررسی شود. در صورت تأثیر زیاد این عنصر بر گیاهان زراعی، می‌توان مطالعات را به‌سمت تولید ترکیبات کودی حاوی سیلیکون سوق داد. بدیهی است که این ترکیبات باید ضمن ارزان و مقرون به‌صرفه بودن، سیلیکون را به‌سهولت در دسترس گیاه قرار دهند.

منابع

۱. ادری‌فر ف و سلطانی ا (۱۳۸۹) کنترل و گواهی بذر. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ۲۰۰ ص.

2. Aston MJ and Jones MM (1976) A study of the transpiration surfaces of *Avena sterilis* L. var. algerian leaves using monosilicic acid as a tracer for water movement. Planta. 130 (2): 121-129.

3. Balducchi AJ and McGee DC (1987) Environmental factors influencing infection of Soybean seeds by *Phomopsis* and *Diaporthe* species during seed maturation. Plant Disease. 71(3): 209-212.

4. Barker AV and Pilbeam DJ (2007) Handbook of plant nutrition. USA. 613 p.

5. Basra AS (2002) Seed quality (basic mechanisms and agricultural implications). Darya Ganj, New Delhi. 389 p.

Archive of SID
www.SID.ir

6. Bossi Buck G, Korndorfer GH, Nolla A and Coelho L (2008) Potassium silicate as foliar spray and rice blast control. Journal of Plant Nutrition. 31(2): 231-237.

7. Calvino PA, Sadras VO and Andrade FH (2003) Quantification of environmental and management effects on the yield of late-sown soybean. Field Crops Research. 83(1): 67-77.

8. Dornbos DL and Mullen RE (1991) Influence of stress during soybean seed fill on seed weight, germination and seedling growth rate. Canadian Jourrnal of Plant Science. 35 (2): 373-383.

9. Egli DB, Tekrony DM, Heitholt JJ and Rupe J (2005) Air temperature during seed filling and soybean seed germination and vigor. Crop Science. 45(4): 1329-1335.

10. Fehr WR and Caviness CE (1980) Stages of soybean development. Iowa Agriculture. Experiment. Stn.

11. Frankaneto JB, Krzyanowski FC, Henning AA, West SH and Miranda LC (1993) Soybean seed quality as affected by shriveling due to heat and drought stresses during seed filling. Seed Science and Technology. 21(1): 107-116.

12. Gibson LR and Mullen RE (1996) Soybean seed quality reductions by high day and night temperature. Crop Science. 36(6): 1615-1619.

13. Hampton JG and TeKrony DM (1995) Handbook of vigor test methods. The International Seed Testing Association, Zurich. 117 p.

14. Hoffman DD, Hartman GL, Mueller DS, Leitz RA, Nickell CD and Pedersen WL (1998) Yield and seed quality of soybean cultivars infected with *Sclerotinia sclerotiorum*. Plant Disease. 82(7): 826-829.

15. Jardine DJ (1991) The Lowa soybean pod test for predicting *Phomopsis* seed decay in Kansas. Plant Disease. 75(5): 523-525.

16. Jordan EG, Manandhar JB, Thapliyal PN and Sinclair JB (1988) Soybean seed quality of 16 cultivars and four maturity groups in Illinois. Plant Disease. 72(1): 64-67.

17. Keigley PJ and Mullen RE (1986) Changes in soybean seed quality from high temperature during seed fill and maturation. Crop Science. 26(6): 1212-1216.

18. Kunwar IK, Manandhar JB and Sinclair JB (1986) Histopathology of soybean seeds infected with *Alternaria alternate*. Phytopathology. 76(5): 543-546.

19. Li S, Smith JR and Nelson RL (2011) Resistance to *Phomopsis* seed decay identified in maturity group V soybean plant introductions. Crop Science. 51(6): 2681-2688.

20. Liang YC, Sun WC, Si J and Romheld V (2005) Effects of foliar- and root-applied silicon on the enhancement of induced resistance to powdery mildew in cucumis sativus. Plant Pathology. 54(5): 678-685.

21. Ma JF, Miyake Y and Takahashi E (2001) Silicon as a beneficial element for crop plants. In: Datnoff, L.E., Snyder, G.H., and Korndorfer, G.H. Silicon in agriculture. Amesterdam, Holand. Elsevier. Pp. 17-39.

22. Mayhew WL and Caviness CE (1994) Seed quality and yield of short-season soybean genotypes. Agronomy. 86(1): 16-19.

23. Mengistu A and Heatherly LG (2006) Planting date, irrigation, maturity group, year, and environment effects on *Phomopsis longicolla*, seed germination, and seed health rating of

Archive of SID
www.SID.ir

soybean in the early soybean production system of the midsouthern USA. Crop Protection. 25(2): 310-317.

24. Mengistu A, Castlebury L, Smith R, Ray J and 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.

25. Menzies J, Bowen P, Ehert D and Glass ADM (1992) Foliar applications of potassium silicate reduce severity of powdery mildew on cucumber, muskmelon, and zucchini squash. Journal of American Society of Horticulture Science. 117(6): 902-905.

26. Osorio JA and McGee DC (1992) Effect of freeze damage on soybean seed mycoflora and germination. Plant Disease. 76(9): 879-882.

27. Ranganathan S, Suvarchala V, Rajesh YBRD, Srinivasa Prasad M, Padmakumari AP and Voleti SR (2006) Effects of silicon sources on its deposition, chlorophyll content, and disease and pest resistance in rice. Biological Plantarum. 50(4): 713-716.

28. Rodrigues FA, Duarte HSS, Domiciano GP, Souza CA, Korndorfer GH and Zambolim L (2009) Foliar applications of potassium silicate reduce the intensity of soybean rust. Australasian Plant Pathology. 38(4): 366-372.

29. Rodrigues FA, Duarte HSS, Rezende DC, Wordellfilho JA, Korndorfer GH and Zambolim L (2010) Foliar spray potassium silicate on the control of angular leaf spot on beans. Journal of Plant Nutrition. 33(14): 2082-2093.

30. Roy KW, Hershman DE, Rupe JC and Abney TS (1997) Sudden death syndrome of soybean. Plant Disease. 81(10): 1100-1111.

31. Samarah NH and Abu-YahyaA (2008) Effect of maturity stages of winter and spring sowen chickpea (*Cicer arientinum* L.) on germination and vigor of the harvested seeds. Seed Science and Technology. 36(1): 177-190.

32. Sastawa BM, Lawan M and Maina YT (2004) Management of insect pests of soybean: effects of sowing date and intercropping on damage and grain yield in the Nigerian Sudan savanna. Crop Protection. 23(2): 155-161.

33. Sinclair JB and Backman PA (1989) Compendium of soybean diseases. Published by The American Phytopathological Society. 106 p.

34. Soto-Arias JP and Munkvold GP (2011) Impacts of foliar fungicides on infection of soybean by *Phomopsis* spp. in Iowa, USA. Crop Protection. 30(5): 577-580.

35. Spears JF, TeKrony DM and Egli DB (1997) Temperature during seed filling and soybean seed germination and vigour. Seed Science and Technology. 25(2): 233-244.

36. Spilker DA, Schmitthenner AF and Ellett CW (1981) Effects of humidity, temperature, fertility, and cultivar on the reduction of soybean seed quality by phomopsis sp. Phytopathology. 71(10): 1027-1029.

37. Tekrony DM, Egli DB, Stuckey RE and Balles J (1983) Relationship between weather and soybean seed infection by *Phomopsis* sp. Phytopathology. 73(6): 914-918.

38. Tekrony DM and Egli DB (1985) Effect of Benomyl application on soybean seedborne fungi, seed germination, and yield. Plant Disease. 69(9): 763-765.

39. Wrather JA, Sleper DA, Stevens WE, Shannon JG and Wilson RF (2003) Planting date and

Archive of SID
www.SID.ir

cultivar effects on soybean yield, seed quality, and *Phomopsis* sp. seed infection. Plant Disease. 78(5): 529-532.

40. Wrather JA, Shannon JG, Stevens WE, Sleper DA and Arelli AP (2004) Soybean cultivar and foliar fungicide effects on *Phomopsis* sp. seed infection. Plant Disease. 88(7):721-723.

41. Zanakis GN, Ellis RH and Summerfield RJ (1994) A comparison of changes in vigour among three genotypes of soybean (*Glycine max*) during seed development and maturation in three temperature regimes. Experimental Agriculture. 30(1): 157-170.

42. Zhang AW, Hartman GL, Curio-Penny B, Pedersen WL and Becker KB (1999) Molecular detection of *Diaporthe phaseolorum* and *Phomopsis longicolla* from soybean seeds. Phytopathology. 89(9): 796-804.

Archive of SID

www.SID.ir