دانشگاه گیلان
دانشکده علوم کشاورزی

تحقیقات غلات
سال چهارم/ شماره چهارم/ ۱۳۹۳ (۲۹۲-۲۷۹)

ارزیابی مزرعه‌ای چند قارچ‌کش در کنترل بیماری سیاهک دروغی برنج

فریدون پاداشت دهکایی[1*]، لیلا نوربخش گیگلو[2]، سید علی الهی‌نیا[3]، سمیه داریوش[4] و حسن پورفرهنگ[5]

۱، ۴ و ۵- به ترتیب استادیار پژوهش، کارشناس ارشد و کارشناس بخش گیاهپزشکی مؤسسه تحقیقات برنج کشور- رشت،
۲ و ۳- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد و استاد گروه گیاهپزشکی دانشکده علوم کشاورزی دانشگاه گیلان

(تاریخ دریافت: ۹۳/۱/۲۴- تاریخ پذیرش: ۹۳/۹/۳)

چکیده

بیماری سیاهک دروغی برنج با عامل *Ustilaginoidea virens* (Cooke) Takahashi طی سال‌های اخیر به عنوان یکی از بیماری‌های برنج در بسیاری از شالیزارهای استان گیلان شناخته شده است. تحقیق حاضر به منظور ارزیابی کنترل شیمیایی بیماری سیاهک دروغی با کاربرد قارچ‌کش‌های تری‌سیکلازول (۷۵٪)، کاربندازیم+ایپرودیون (۵۲/۵٪ Rovral-T-S®)، اکسی‌کلرور مس (۳۵٪)، پروپیکونازول (۲۵٪ Tilt®) و آزوکسی‌ستروبین+سیپروکونازول (۲۸٪ Amistar Xtra® SC) به ترتیب به نسبت‌های ۰/۵، ۱ و ۳ کیلوگرم و ۱ و ۰/۶ لیتر در هکتار در مراحل رشدی ۵۰ درصد آبستنی و آغاز ظهور خوشه روی رقم حساس خزر در مزرعه‌ای با سابقه آلودگی چند ساله در منطقه آبکنار در کنار تالاب انزلی به مدت دو سال اجرا شد. تجزیه داده‌ها نشان داد که در سال اول (۱۳۹۰)، قارچ‌کش‌های پروپیکونازول، اکسی‌کلرور مس و آمیستار اکسترا® اثر معنی‌داری در کاهش تعداد پنجه‌های آلوده و اسپوربال در هر مترمربع و کاهش شدت بیماری داشتند، در حالی که تفاوت اثر قارچ‌کش‌های تری‌سیکلازول و رورال‌تی‌اس® از شاهد معنی‌دار نبود. در سال دوم (۱۳۹۱)، علی‌رغم ظهور شدید بیماری، کاربرد قارچ‌کش پروپیکونازول با کاهش ۸۳/۹۲، ۸۰/۶۲ و ۸۳/۰۱ درصد به ترتیب در تعداد اسپوربال، تعداد پنجه آلوده و شدت بیماری نسبت به شاهد، مؤثرتر از بقیه قارچ‌کش‌ها بود. بنابراین، کاربرد قارچ‌کش پروپیکونازول در مرحله آبستنی برای کاهش بروز بیماری سیاهک دروغی برنج در شالیزارهای شمال کشور توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: اسپوربال، پروپیکونازول، سیاهک دروغی برنج، کنترل شیمیایی

* نویسنده مسئول: f.padasht@areo.ir

مقدمه

بیماری سیاهک دروغی برنج با عامل قارچی *Ustilaginoidea virens* (Cooke) Takahashi عموماً به عنوان یک بیماری کم‌اهمیت برنج تلقی می‌شود، اما به علت تغییراتی که در زراعت این محصول صورت گرفت در شرف پدید شدن به یک بیماری مهم در برخی مناطق برنج خیز دنیا می‌باشد. این بیماری که اولین بار در سال ۱۸۷۸ از ایالت تامیل‌نادو هند گزارش شد، هم‌اکنون در تمام مناطق تولید برنج وجود دارد (Cartwright *et al.*, 1999). روند افزایش اهمیت یافتن این بیماری در سراسر نواحی تولید برنج در جهان (Webster and Gunnell, 1992) را می‌توان به استفاده زیاد از کودهای شیمیایی، به خصوص کود نیتروژن، کشت واریته‌های هیبرید پرمحصول در مقیاس وسیع و تغییرات آب و هوایی نسبت داد (Lu *et al.*, 2009).

بیماری سیاهک دروغی برنج در ایران برای اولین‌بار در سال ۱۳۷۶ از دهستان بندپی‌شرقی واقع در شهرستان بابل روی ارقام نعمت، ندا و خزر مشاهده گردید و عامل آن با توجه به نشانه‌های بیماری و خصوصیات مرفولوژیک آن تشخیص داده شد. پس از آن در سال ۱۳۷۷ در مزارع شهرستان آمل نیز مشاهده گردید (Izadyar *et al.*, 1998). در استان گیلان بیماری سیاهک دروغی برنج برای اولین‌بار توسط پاداشت دهکایی در سال ۱۳۸۳ از مزارع شهرستان صومعه‌سرا شناسایی و ظهور آن به سازمان اجرایی مربوط گزارش شد (Padasht-Dehkaei, 2010). بعلاوه در همین سال پورعبدالله و محمدی (Porabdolah and Mohammadi, 2006) نیز از روستای خمسر از حوزه مرکز خدمات شیخ‌محله و همچنین از روستای آبکنار بندر انزلی این بیماری را گزارش کردند. در سال ۱۳۸۴ علاوه بر روستای خمسر و آبکنار در تعداد کمی از مزارع سیاه‌درویشان، چمثقال و لیف‌شاگرد نیز آلودگی مشاهده شد. در سال ۱۳۸۹ علاوه بر مناطق قبلی آلوده، راسته‌کنار فومن به عنوان منطقه جدید آلودگی شناسایی شد (Noorbakhsh *et al.*, 2011). بیماری سیاهک دروغی برنج را می‌توان در بندر انزلی یک بیماری بومی تلقی نمود، زیرا از زمان ظهور بیماری در سال ۱۳۸۳ تا کنون، هر ساله سیاهک دروغی در مزارع برنج مناطق حاشیه تالاب انزلی مشاهده شده است.

خسارت بیماری سیاهک دروغی بر عملکرد دانه از طریق افزایش پوکی، کاهش وزن دانه و ناباروری سنبلچه‌های مجاور اسپوربال‌ها رخ می‌دهد (Hashioka, 1971). سیاهک دروغی نه تنها کیفیت و کمیت محصول را کاهش می‌دهد، بلکه این پاتوژن میزان بالایی از نوعی توکسین قارچی به نام *Ustilotoxin* تولید کرده که بازدارنده تقسیم سلولی در حیوانات و گیاهان بوده و متعاقباً برای حیوانات سمی است (Koiso *et al.*,1994). مبارزه با این بیماری سابقه چندانی ندارد. مدیریت این بیماری با تلفیق روش‌های زراعی، کاربرد واریته‌های مقاوم و قارچ‌کش‌ها در مزرعه اجرا می‌شود. به طور معمول، اغلب کولتیوارهای پرمحصول برنج و واریته‌های هیبرید در سراسر مناطق کشت برنج در جهان به سیاهک دروغی حساس هستند. اما تحقیقات انجام شده در زمینه ارزیابی مقاومت ارقام برنج به بیماری سیاهک دروغی در مزرعه نشان داد که مقاومت ارقام مختلف به این بیماری متفاوت بوده است، ولی هیچ‌یک از نتایج به دست آمده در این خصوص در سطح وسیع مورد استفاده قرار نگرفت. دلیل این امر را می‌توان به تأثیر شرایط آب و هوایی و فاکتورهای مهم زراعی از قبیل میزان نیتروژن خاک روی شدت بیماری نسبت داد (Slaton *et al.*, 2004). مصرف قارچ کش‌ها در کنترل بیماری سیاهک دروغی مؤثر است، اما تعیین ضروری بودن سمپاشی در مرحله قبل از ظهور خوشه برای جلوگیری از آلودگی یا کاهش آن میسر نیست، زیرا عامل بیماری تا زمانی که دانه شروع به پر شدن نکند، علائمی ایجاد نمی‌کند و در آن زمان هم استفاده از قارچ‌کش خیلی دیر است.

تحقیقات گوناگونی در زمینه معرفی قارچ‌کش‌های مؤثر جهت کنترل بیماری سیاهک دروغی برنج صورت گرفته است. هاشیوکا (Hashioka, 1952) براساس دوره زندگی عامل بیماری، محلول‌پاشی با قارچ کش‌ها چند روز قبل از ظهور خوشه را توصیه نموده است. کانایان و رائو (Kannayan and Rao, 1976) گزارش نمودند، که اکسی‌کلرورمس به طور مؤثری شدت بیماری را کاهش داده، ولی افزایش محصول مشاهده نشد. علت این امر را می‌توان به خاصیت گیاهسوزی (Phytotoxity) مس نسبت داد که منجر به کاهش عملکرد دانه می‌شود. هدگ و آناهوشر (Hedge and Anahosure, 2000) به ارزیابی

اثر قارچ‌کش‌های سیستمیک کاربندازیم و تری سیکلازول و قارچ‌کش‌های غیرسیستمیک اکسی‌کلرایدمس، کاپتان، کلروتالونیل، پودر گوگرد، مانکوزب و ترکیب قارچ‌کش‌های کاربندازیم+مانکوزب در شرایط مزرعه و آزمایشگاه روی *U. virens* پرداختند. نتایج آنها نشان داد که در بین قارچ‌کش‌های سیستمیک، کاربندازیم در غلظت‌های ۰/۱، ۰/۲ و ۰/۳ درصد، اثر بازدارندگی ۱۰۰٪ روی شعاع رشد میسلیومی قارچ عامل بیماری داشت. مانکوزب در غلظت ۰/۳ درصد و کاربندازیم+مانکوزب در غلظت ۰/۱ درصد به طور کامل از رشد میسلیومی جلوگیری کردند، در حالی که قارچ‌کش‌های غیرسیستمیک اثر بازدارندگی مؤثری روی رشد میسلیومی قارچ نداشتند. همه قارچ‌کش‌های مورد استفاده به طور موفقیت‌آمیز از جوانه‌زنی کلامیدوسپور ممانعت کردند و در مقایسه با تیمار شاهد به طور معنی‌داری شدت بیماری را کاهش دادند.

شیم و همکاران (Shim *et al.*, 2001) بیان کردند که قارچ‌کش‌های تبوکونازول، آزوکسی‌استروبین، فریمزون+تری‌سیکلازول و فریمزون+فتالید در کاهش بیماری در دو رقم حساس موثر بودند، اما میزان جلوگیری از وقوع بیماری در همه قارچ‌کش‌ها در دو رقم متفاوت از هم بود. آتیا (Atia, 2003) بیان کرد که سه مرتبه کاربرد دو قارچ‌کش توپسین-ام® و اکسی‌کلرایدمس به نسبت ۲/۵ گرم در لیتر در آغاز مرحله آبستنی با فاصله زمانی دو هفته‌ای به طور کامل از وقوع بیماری سیاهک دروغی جلوگیری می‌کند. در خصوص مصرف قارچ‌کش پروپیکونازول (Tilt® 25EC) گزارش شده است که این قارچ‌کش وقوع و شدت بیماری را کاهش داده و منجر به افزایش عملکرد محصول شده است (Bagga and Kaur, 2006). تسودا و همکاران (Tsuda *et al.*, 2006) بیان کردند که کاربرد فرم گرانوله ۱/۵ درصد قارچ‌کش سمیکونازول به مقدار ۴۵۰ تا ۶۰۰ گرم از ماده مؤثره در هکتار، جهت کنترل بیماری سیاهک دروغی در مزرعه، ۲ تا ۵ هفته قبل از خوشه‌دهی بسیار مؤثر بوده است. علاوه بر مصرف قارچکش‌ها به روش محلول پاشی در مزرعه، تیمار بذر با قارچ‌کش‌های تریفلوکسی‌استروبین (Trilex® 2000) و متالاکسیل (Allegianca® LS) موجب افزایش استقرار نشا در مزرعه و کاهش معنی‌دار بیماری سیاهک دروغی شد (Zhou, 2012). کاربرد پروپیکونازول به همراه تریفلوکسی‌استروبین (Stratego®) در مرحله خوشه‌دهی نیز به طور مؤثر منجر به کاهش سیاهک دروغی شد، اما نتایج مطالعه آن‌ها بیانگر این بود که ترکیب تیمار بذر با کاربرد قارچ‌کش در مرحله برگی مؤثرتر از تیمار بذر به تنهایی بود.

در ایران اولین بار ایزدیار و بهرامی (Izadyar and Bahrami, 2000) کارایی قارچ‌کش‌های کاربندازیم، تریادیمفون، ریدومیل® مانکوزب، اکسی کلرور مس، تیلت®، رورال‌تی‌اس®، تری‌سیکلازول و هینوزان® را در کاهش بیماری در روستای بندپی شرقی شهرستان بابل به مدت سه سال (۱۳۷۹-۱۳۷۷) مورد بررسی قرار دادند. نتایج به دست آمده از سال اول نشان داد که علی‌رغم پایین بودن شدت آلودگی در مزرعه و عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای آزمایشی، تراکم آلودگی در تیمارها نسبت به شاهد کمتر بود. آلودگی در سال‌های دوم و سوم آزمایش در مزرعه ظاهر نشد و در نتیجه، ارزیابی اثر سموم مورد آزمایش روی بیماری بر اساس اعداد و ارقام سال اول انجام گرفت.

در استان گیلان بیماری سیاهک دروغی برنج مستقر و بومی شده و هر ساله دامنه گسترش آن در حال افزایش است. از آنجایی که تا کنون در ایران هیچ تحقیقی در زمینه شناسایی ارقام مقاوم به بیماری صورت نگرفته و دامنه وقوع و پراکنش این بیماری هر ساله رو به افزایش است، لذا به رغم ارائه توصیه‌های بهداشتی و رعایت مسائل به‌زراعی نظیر استفاده از بذرهای سالم تهیه‌شده از مزارع سالم، جمع‌آوری و انهدام بقایای آلوده، کنترل شیمیایی بیماری با استفاده از قارچ‌کش‌های مناسب، یکی از موضوعات فوری مورد نیاز برای تحقیق است. از این‌رو تحقیق حاضر با هدف معرفی قارچ‌کش یا قارچ‌کش‌های مناسب برای کنترل این بیماری در شرایط آب و هوایی استان گیلان اجراء شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر چند قارچ‌کش در کنترل بیماری سیاهک دروغی برنج در شرایط مزرعه، قطعه زمینی از مزارع کشاورزان در منطقه‌ای با سابقه هر ساله ظهور بیماری، واقع در منطقه آبکنار بندر انزلی انتخاب شد. پس از اجرای عملیات آماده‌سازی زمین، نسبت به قطعه‌بندی آن به ابعاد ۲۵×۳/۳ متر اقدام شد. رقم مورد کشت برای اجرای این آزمایش، رقم خزر که به تجربه آلودگی بیشتری

نشان می‌دهد، بود که با فاصله ۲۰ سانتی‌متر از هم در زمین اصلی نشاکاری شد. آزمایش در دو فصل زراعی و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۶ تیمار و ۳ تکرار اجرا شد. کاربرد قارچ‌کش‌ها در فصل زراعی سال ۱۳۹۰ در مرحله رشدی ۵۰ درصد آبستنی و در سال ۱۳۹۱ در آغاز ظهور خوشه در گیاه برنج به کمک یک دستگاه سمپاش موتوری اتومایزر و پس از انجام کالیبراسیون صورت گرفت. قارچ‌کش‌ها و مقادیر مصرف آن‌ها به شرح زیر بودند:

۱- تری‌سیکلازول (Bim®) ۷۵ درصد به نسبت ۰/۵ کیلوگرم در هکتار

۲- پروپیکونازول (Tilt®) ۲۵ درصد به نسبت ۱ لیتر در هکتار

۳- کاربندازیم+ایپرودیون (Rovral-T-S®) ۵۲/۵ درصد به نسبت ۱ کیلوگرم در هکتار

۴- اکسی‌کلرورمس (Copper oxychloride) ۳۵ درصد به نسبت ۳ کیلوگرم در هکتار

۵- آزوکسی‌استروبین (۲۰۰g/l)+سیپروکونازول (۸۰ g/l) (Amistar Xtra®) به نسبت ۶۰۰ میلی‌لیتر در هکتار

۶- شاهد (آب پاشی).

زمان نمونه‌برداری مصادف با رسیدن خوشه‌ها و قبل از برداشت بود. برای نمونه‌برداری در هر تکرار، تمام قطعه مورد بررسی قرار گرفت و تمام خوشه‌های آلوده جمع‌آوری و شاخص‌های زیر در آزمایشگاه تعیین شد:

۱- میانگین تعداد پنجه آلوده در متر مربع در هر تکرار (TeBeest and Jeckmen, 2011)

۲- میانگین تعداد اسپوربال در مترمربع در هر تکرار

۳- شدت بیماری (تعداد دانه آلوده در یک کیلوگرم محصول) (Anders *et al.*, 2008; Brooks *et al.*, 2009)

۴- میانگین تعداد اسپوربال در هر خوشه آلوده در هر تکرار

۵- حداکثر تعداد دانه آلوده (اسپوربال) در هر خوشه

۶- محل قرارگیری دانه‌های آلوده (اسپوربال) در هر خوشه آلوده

بعلاوه، از هر کرت ۱۰ خوشه آلوده و ۱۰ خوشه سالم در مجاورت خوشه‌های آلوده و مشابه آن‌ها از لحاظ اصلی و فرعی بودن به طور تصادفی انتخاب و سپس شاخص‌های زیر در آزمایشگاه ارزیابی شدند:

۱- تعداد دانه پر و پوک در خوشه

۲- وزن هر خوشه و وزن ۱۰۰ دانه

۳- تعداد اسپوربال در ۱۰ خوشه آلوده

علاوه بر صفات بالا، محصول یک متر مربع در هر تکرار برداشت و پس از خشک شدن، وزن شلتوک با رطوبت ۱۴ درصد تعیین شد.

برای بررسی تأثیر قارچکش‌های مورد استفاده بر رابطه برخی از شاخص‌های عملکرد در خوشه‌های آلوده در مقایسه با خوشه‌های سالم مجاور خوشه‌های آلوده با میزان آلودگی خوشه‌های آلوده (تعداد اسپوربال)، همبستگی بین تعداد اسپوربال در هر خوشه آلوده با درصد کاهش تعداد دانه پر، وزن خوشه، وزن ۱۰۰ دانه و درصد افزایش تعداد دانه پوک در همان خوشه‌ها در کلیه تیمارها ارزیابی شد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام شد. قبل از تجزیه واریانس داده‌ها، تبدیل داده به دو روش جذری و زاویه‌ای (Arc Sinus) انجام شد (Gomez and Gomez, 1984).

نتایج و بحث

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها نشان داد که تیمارهای شاهد و پروپیکونازول به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد اسپوربال و پنجه آلوده در متر مربع و شدت بیماری را در هر دو سال آزمایش به خود اختصاص دادند. پس از آن قارچ‌کش‌های اکسی‌کلرورمس و آمیستار اکسترا® مؤثرتر از سایر قارچ‌کش‌ها در کاهش این شاخص‌ها بودند. مقایسه حداکثر تعداد اسپوربال در هر خوشه آلوده نشان داد که کمترین و بیشترین میزان این شاخص در تیمار قارچ‌کش اکسی‌کلرورمس به ترتیب در سال ۱۳۹۰ با ۳ اسپوربال و در سال ۹۱ با ۲۵ اسپوربال ظاهر شد. پس از آن پروپیکونازول با ۴ اسپوربال در سال اول و ۱۶ اسپوربال در سال دوم کمترین این شاخص را به خود اختصاص داد. بیشترین و کمترین میزان محصول در سال ۱۳۹۱ به ترتیب به تیمارهای آمیستار اکسترا® (۰/۶۹ کیلوگرم) و اکسی‌کلرورمس (۰/۵۴ کیلوگرم) اختصاص داشت. وزن محصول در سال ۱۳۹۰ اندازه‌گیری نشد (جدول ۱). میانگین تعداد دانه آلوده در هر خوشه در تیمارهای مورد بررسی در هر دو سال معنی‌دار نبود (شکل ۱). تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که شش تیمار مورد بررسی از نظر شاخص‌های تعداد دانه پر، پوک، وزن صد دانه و وزن خوشه در هر خوشه آلوده و سالم و وزن اسپوربال در هر

خوشه آلوده در دو سال ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نبودند.

ضریب همبستگی بین تعداد اسپوربال در هر خوشه آلوده با درصد کاهش تعداد دانه پر، وزن صد دانه، وزن خوشه و درصد افزایش تعداد دانه پوک در هر خوشه آلوده نسبت به خوشه‌های سالم مجاور (غیرآلوده) و نیز بین تعداد اسپوربال در هر خوشه با تعداد دانه پر و پوک، وزن خوشه و وزن صد دانه در هر خوشه در مجموعه خوشه‌های آلوده و سالم در هر تیمار در جدول‌های ۲ و ۳ ارایه شده است. با توجه به نتایج به دست آمده در سال ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ در تیمار شاهد همبستگی مثبت و معنی‌داری بین تعداد اسپوربال در هر خوشه آلوده با درصد کاهش تعداد دانه پر در هر خوشه آلوده نسبت به خوشه‌های سالم مجاور به دست آمد. به عبارتی در تیمار شاهد (بدون کاربرد قارچ کش) افزایش تعداد اسپوربال در هر خوشه آلوده منجر به کاهش درصد دانه پر در هر خوشه شد. این وضعیت برای تیمار قارچ کش‌ها (به جز اکسی‌کلرور مس) در سال ۱۳۹۰ که سطح آلودگی به بیماری کمتر بود، وجود نداشت، یعنی وقتی گسترش بیماری به کمتر از میانگین یک پنجه آلوده در متر مربع محدود بود، مصرف قارچ کش‌ها در جلوگیری از کاهش تعداد دانه پر در هر خوشه نیز تأثیرگذار بودند. اما در سال دوم (۱۳۹۱) که بیماری به طور میانگین به ۱۰/۲۷ پنجه آلوده در متر مربع افزایش یافت و به عبارتی دیگر پنجه یا خوشه آلوده در مزرعه به ۱۲/۲ برابر سال۱۳۹۰ رسید، نتایج سال ۱۳۹۰ در خصوص نوع همبستگی بین شاخص‌های مذکور پایدار نماند و در اکثریت قارچ‌کش‌ها همانند تیمار شاهد با افزایش تعداد اسپوربال در هر خوشه، کاهش تعداد دانه پر در آن‌ها نسبت به خوشه سالم مجاور نیز افزایش یافت. حتی در بهترین تیمار در کاهش بیماری، یعنی قارچ‌کش پروپیکونازول هم این همبستگی بسیار معنی‌دار بود، هرچند که این موضوع در تیمار قارچ‌کش روورال‌تی‌اس® صادق نبود. در خصوص درصد افزایش پوکی در خوشه‌های آلوده، همبستگی معنی‌داری با تعداد اسپوربال ملاحظه نشد. همبستگی در مورد درصد کاهش وزن صد دانه در خوشه آلوده (به جز در تیمار اکسی‌کلرور مس در سال ۱۳۹۱) نیز وضعیت مشابهی داشت.

نتایج نشان داد که به جز در تیمارهای روورال‌تی‌اس® و شاهد، تعداد اسپوربال در خوشه با درصد کاهش وزن خوشه همبستگی مثبتی داشت (جدول ۲). تجزیه همبستگی برای تعیین نحوه ارتباط بین میزان پوکی با میزان آلودگی خوشه‌های آلوده نشان داد که در سال ۱۳۹۰ ارتباط معنی‌داری بین تعداد دانه‌های پوک با تعداد اسپوربال در خوشه‌های آلوده در قارچ کش‌های تری‌سیکلازول، پروپیکونازول، اکسی‌کلرورمس و آمیستار اکسترا® وجود نداشت، اما این ارتباط در تیمار شاهد و روورال‌تی‌اس® مثبت و معنی‌دار بود. در سال دوم که آلودگی بسیار شدیدتر بود، این رابطه در کلیه تیمارها مثبت و به جز اکسی‌کلرور مس، معنی‌دار بود (جدول ۳).

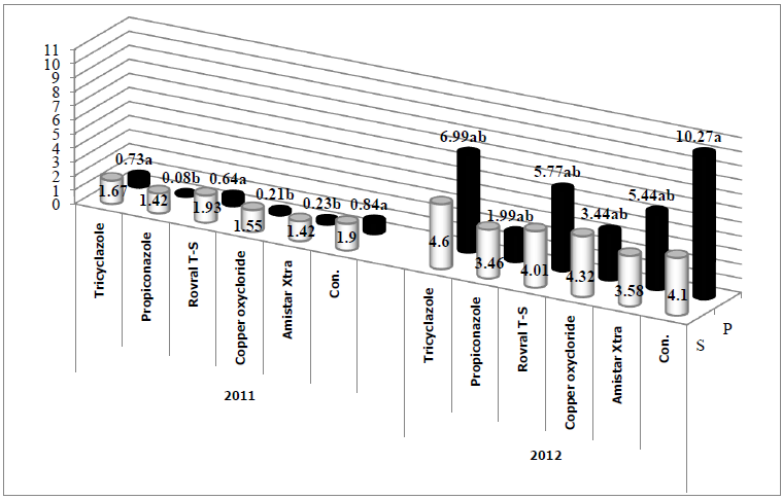
همه قارچ‌کش‌ها تأثیر مثبتی در کاهش میزان آلودگی به بیماری سیاهک دروغی برنج داشتند، اما در هر دو سال اجرای آزمایش بیشترین تعداد اسپوربال و پنجه آلوده در هر متر مربع و شدت بیماری در تیمار شاهد و کمترین میزان این ۳ شاخص در تیمار پروپیکونازول مشاهده شد (جدول ۱). علی‌رغم بروز شدید بیماری در سال دوم (۱۳۹۱) کماکان قارچ کش‌ها تأثیر مثبت و نسبتاً مشابهی با سال ۱۳۹۰ در کاهش بیماری داشتند. در حالیکه تعداد اسپوربال و پنجه آلوده در متر مربع و شدت بیماری در تیمار شاهد در سال ۱۳۹۱ نسبت به سال ۱۳۹۰ به ترتیب ۲۶/۷، ۱۲/۲ و ۲۶/۹ برابر افزایش یافت. اثر قارچ‌کش‌ها در کاهش شاخص‌های مذکور تغییرات چشمگیری نشان نداد. به عنوان مثال اثر قارچ‌کش پروپیکونازول در سال ۱۳۹۰ در مقایسه با سال ۱۳۹۱ بر کاهش تعداد اسپوربال در متر مربع به ترتیب ۹۱/۶۱ و ۸۳/۹۲ درصد، بر کاهش تعداد پنجه آلوده در مترمربع به ترتیب ۹۰/۴۸ و ۸۰/۶۲ درصد و بر کاهش شدت بیماری به ترتیب ۹۱/۱۳ و ۸۳/۰۱ درصد بود. مخصوصاً جایگاه قارچ کش‌های مؤثرتر هم در گروه‌بندی‌ها تغییری نداشت و همچنان پروپیکونازول، اکسی‌کلرور مس و آمیستار اکسترا® به ترتیب به عنوان مؤثرترین قارچ‌کش‌ها در کنترل این بیماری بودند (جدول ۱). این نتایج با نتایج آزمایشات انجام شده در مناطق مختلف جهان مشابهت دارد. کارترایت و همکاران (Cartwright *et al.*, 1999) و هاپکینز و همکاران (Hopkins *et al.*, 2003) بیان کردند که کاربرد قارچ‌کش پروپیکونازول در مرحله پنجه‌زنی در ایالت آرکانزاز منجر به کاهش ۵۰- ۶۰ درصدی اسپوربال‌های سیاهک در هر پوند محصول برداشت شده برنج شد. در حالیکه در این آزمایش مصرف پروپیکونازول

در مرحله ۵۰٪ شکم در سال ۱۳۹۰ و در مرحله آغاز ظهور خوشه در سال ۱۳۹۱ به ترتیب سبب ۹۱/۳٪ و ۸۳٪ کاهش اسپوربال در هر کیلوگرم محصول برنج شد (جدول۱). در مطالعه دیگری در هندوستان، بگا و کور (Bagga and Kaur, 2006) بیان کردند که کاربرد پروپیکونازول و اکسی‌کلرور مس به ترتیب با غلظت‌های ۰/۱ درصد و ۰/۳ درصد طی دو مرحله آبستنی و ۱۵ روز بعد از آن به طور معنی‌داری بیماری سیاهک دروغی را کنترل کرد و منجر به بهبود کیفیت دانه گردید. اما تیمار با اکسی‌کلرور مس تأثیر معکوسی روی عملکرد دانه داشت. این کاهش عملکرد به خاطر خاصیت گیاه سوزی مس روی برگ پرچم بود. در این آزمایش نیز نتایج مشابهی به دست آمد. ملاحظه جدول ۱ بیانگر کاهش معنی‌دار عملکرد محصول در واحد سطح در تیمار اکسی‌کلرور مس نسبت با سایر تیمارها می‌باشد. بعلاوه میانگین درصد پوکی در خوشه سالم (۳۶/۲۵٪) در تیمار این قارچ‌کش در سال ۱۳۹۰ حتی بیشتر از تیمار شاهد (۳۲/۱۳٪) بود. در سال دوم هر چند میانگین پوکی در این قارچ‌کش (۳۸/۷۶٪) کمتر از شاهد (۴۲/۶۸٪) بود، ولی در هر دو سال رابطه معنی‌داری بین این میزان پوکی با میزان آلودگی خوشه‌ها (تعداد اسپوربال در هر خوشه) به دست نیامد (جدول ۳). به عبارت دیگر این طور به نظر می‌رسد که افزایش پوکی در این تیمار به غیر از بیمارگر می‌بایست تحت تاثیر عامل دیگری هم بوده باشد. بنابراین توصیه می‌شود با توجه به آثار سوء احتمالی آن بر محصول برنج، حتی‌الامکان از کاربرد آن در شرایط دمای بالا در مزارع برنج شمال کشور خوداری شود، هر چند که گزارش‌هایی هم از تاثیر مثبت آن بر افزایش مجصول وجود دارد. نتایج مطالعه آهونسی و آدیوتی (Ahonsi and Adeoti, 2003) نشان داد که کاربرد قارچ‌کش اکسی‌کلرور مس در مزرعه به میزان kg/ha ۴ در دوره ۷ روزه از آغاز مشاهده اولین آبستنی، ۷۲ درصد شدت بیماری سیاهک دروغی را در مزرعه کاهش داد و منجر به افزایش ۳۹ درصدی عملکرد دانه در مقایسه با تیمار شاهد شد. آمیستار اکسترا® که مخلوطی از آزوکسی‌استروبین+سیپروکونازول می‌باشد، همانند اکسی‌کلرورمس تأثیر معنی‌داری در کاهش اسپوربال و تعداد پنجه آلوده داشت. بخش مهمی از این قارچ کش از آزوکسی‌استروبین است که از قارچ کش‌های گروه استروبیلورین و دارای طیف اثر وسیع می‌باشد. آن‌ها فعالیت ضد قارچی در مقابل بیمارگرهای گیاهی در چهار گروه مهم قارچی یعنی آسکومیست‌ها، بازیدیومیست‌ها، دترومیست‌ها و اوومیست‌ها دارند (Bartlett, *et al.*, 2002; Avila-Adame and Köller, 2003). در این خصوص گزارش گردید که مصرف قارچ کش تریفلوکسی‌استروبین از گروه استروبیلورین به همراه پروپیکونازول در مرحله خوشه‌دهی به طور مؤثر منجر به کاهش سیاهک دروغی شد (Zhou, 2012).

قارچ *Ustilaginoidea virens* طی مرحله خوشه‌دهی، برنج را آلوده کرده و از باروری گل و توسعه سنبلچه‌های مجاور جلوگیری می‌کند. در خوشه‌های آلوده به این قارچ دانه‌های مجاور اسپوربال پوک و اسپوربال‌ها اکثراً در بخش پایینی خوشه‌ها مشاهده می‌شوند. در سال ۱۳۹۰ محل تشکیل این اسپوربال‌ها به طور متوسط ۷۴/۵۳ درصد در قسمت پایین خوشه، ۳۵ درصد در قسمت میانی خوشه و ۸/۶۳ درصد در قسمت بالایی خوشه بود. نحوه قرارگیری اسپوبال‌ها در سال ۱۳۹۱ متفاوت از سال ۹۰ بود، به‌گونه‌ای که ۱۶/۵۹ درصد اسپوربال‌ها در پایین خوشه، ۳۴/۳۸ درصد در قسمت میانی خوشه، ۲/۶۳ درصد در بالای خوشه، ۱۳/۴۶ درصد در سرتاسر خوشه (پایین، بالا و میانی)، ۴/۷۹ درصد در بالا و پایین خوشه، ۱/۹۲ درصد در بالا و در قسمت میانی خوشه و ۲۶/۲۳ درصد در پایین و در قسمت میانی خوشه قرار گرفتند که با گزارش او (Ou, 1985) مطابقت داشت. در مطالعه‌ای دیگر تسای و همکاران (Tsai *et al.*, 1990) بیان کردند که پراکنش اسپوربال‌ها در قسمت میانی خوشه، ۵۲/۷ درصد و در بخش پایین خوشه، ۳۴/۴ درصد بود. زانگ و همکاران (Zhang *et al.*, 2010) نیز به بررسی الگوی پراکنش اسپوربال‌های سیاهک دروغی برنج روی خوشه پرداختند. در ۱۸۰ خوشه آلوده، ۶۳۰ دانه آلوده به قارچ عامل سیاهک دروغی بود که ۲۵۸ دانه آلوده در پایین خوشه برنج قرار داشتند، که ۰/۹۵ تا ۴ درصد ناحیه را اشغال کردند، ۳۰۶ دانه آلوده در قسمت میانی خوشه بودند که ۴۸/۵۷ درصد ناحیه را اشغال کردند و ۶۶ دانه آلوده نیز در بالای خوشه بودند که ۱۰/۴۸ درصد ناحیه را به خود اختصاص دادند.

در این آزمایش، در دو سال متوالی و در همه تیمارها (به جزء اکسی‌کلرور مس در سال ۱۳۹۰) درصد پوکی در

خوشه‌های آلوده بیشتر از خوشه‌های سالم بود. این افزایش برای تیمار شاهد به ترتیب ۱۶/۶۳٪ و ۳۵/۰۲٪ برای سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ بود. تجزیه همبستگی برای تعیین نحوه ارتباط بین میزان پوکی با میزان آلودگی خوشه‌های آلوده نشان داد که در سال دوم که آلودگی بسیار شدیدتر بود، رابطه مذکور در کلیه تیمارها مثبت و به جزء در اکسی‌کلرور مس، معنی‌دار بود (جدول ۳). لی و همکاران (Li *et al.*, 1986) بیان کردند که آلودگی به سیاهک دروغی برنج معمولاً پایین است (۱-۱۰ درصد)، ولی در سال‌هایی که آلودگی شدید می‌باشد، میزان آلودگی به ۵۰-۶۰ درصد می‌رسد که باعث پوکی در ۵۰/۳-۷۵/۴ دانه‌های موجود در خوشه می‌شود. سینگ و دوبی (Singh and Dube, 1978) مشاهده کردند که با افزایش تعداد اسپوربال در هر خوشه، وزن دانه کاهش می‌یابد. علت خسارت در محصول ممکن است به دلیل افزایش ناباروری سنبلچه‌ها علاوه بر تولید اسپوربال باشد (Hashioka, 1971). در مطالعه‌ای دیگر آتیا (Atia, 2003) بیان کرد که بین شدت بیماری و خسارت محصول (افزایش پوکی، کاهش وزن هزار دانه) ارتباط مستقیمی وجود دارد و خسارت در عملکرد محصول در اثر افزایش پوکی و کاهش وزن هزار دانه ایجاد می‌شود. سینگ و همکاران (Singh *et al.*, 1992) میزان کاهش وزن هزار دانه در اثر بیماری سیاهک دروغی برنج را ۲۸/۵ درصد بیان کردند. هدگ و آناهوشر (Hedge and Anahosur, 2000) بیان کردند که بیماری سیاهک دروغی منجر به کاهش وزن هزاردانه و افزایش پوکی می‌گردد. در این مطالعه مقدار افزایش پوکی در خوشه‌های آلوده در مقایسه با خوشه‌های سالم در سال های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ به ترتیب ۱۲/۵و۴۰/۹ درصد و مقدار کاهش وزن هزاردانه به ترتیب ۹/۵ و ۴۴ درصد و برای وزن هر خوشه آلوده ۹/۹ و ۳۲/۴ درصد بود. در تایوان در سال ۱۹۸۳، درصد خوشه‌های آلوده برنج ۱۰ درصد با ۱ تا ۸ اسپوربال در هر خوشه تخمین زده شد، اما اکثراً یک اسپوربال (۶۴/۷ درصد) و دو اسپوربال (۲۰/۶ درصد) در هر خوشه مشاهده گردید (Tsai *et al.*, 1990). دامنه خسارت ایجاد شده توسط *U. virens* در مناطق مختلف مصر ۱/۰۱ تا ۱۰/۹۱ درصد بود و یک الی ۲۰ دانه در هر خوشه، آلوده بودند. در برخی موارد دانه‌های آلوده کل خوشه را اشغال کردند (Atia, 2003). وقوع بیماری (درصد پنجه‌های آلوده به سیاهک) به ترتیب در ایالت‌های شمالی و جنوبی هند از جمله تامیل‌نادو (Tamil Nadu) از ۲ تا ۷۸ درصد و ۵ تا ۸۵ درصد متغیر بود. در موارد آلودگی شدید، تعداد دانه آلوده به بیش از ۱۰۰ دانه آلوده در هر خوشه رسید (Ladhalakshmi *et al.*, 2012).



شکل ۱- مقایسه تأثیر کاربرد قارچ‌کش‌ها برای کاهش بیماری سیاهک دروغی برنج در شرایط مزرعه. P= میانگین تعداد پنجه آلوده (خوشه آلوده) در ۱ متر مربع، S= میانگین تعداد اسپوربال در یک خوشه آلوده.

Fig. 1. Comparison of effectiveness of fungicides application to reduce false smut disease of rice in the field conditions. P= mean of number infected tiller in 1 m^2, ^{S} mean of number sporeball in infected panicle.

جدول ۱- مقایسه چند شاخص بیماری سیاهک دروغی برنج بعد از کاربرد قارچ‌کش‌های مختلف در شرایط مزرعه*.

Table 1. Comparison of some characters of false smut disease on rice plant after application of different fungicides in the field conditions*.

شاخص Index	بیشینه اسپوربال در هر خوشه آلوده Maximum sporeball (No/infected panicle)		میانگین تعداد اسپوربال Average sporeball (No/m^2)		میانگین تعداد پنجه آلوده Average infected tiller (No/m^2)		شدت بیماری Disease severity		وزن محصول Yield weight (kg/m^2)
تیمار	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۰
Treatment	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011
تری‌سیکلازول Tricyclazole	6.00±1.00^{abc}	24.00±1.53^{a}	1.26±0.52^{a}	30.51±4.91^{ab}	0.73±0.26^{a}	6.99±1.86^{ab}	2.06±0.89^{a}	49.12±1.76^{a}	0.63±0.36^{ab}
پروپیکونازول Propicanazole	4.00±2.08^{c}	16.00±3.51^{b}	0.13±0.10^{b}	6.64±1.47^{d}	0.08±0.06^{b}	1.99±0.41^{b}	0.21±0.15^{b}	11.01±2.35^{b}	0.61±0.38^{ab}
رورال‌تی‌اس Rovral T-S®	11.00±3.21^{ab}	23.67±2.40^{a}	1.20±0.15^{a}	22.54±6.41^{abc}	0.64±0.12^{a}	5.77±1.78^{ab}	1.95±0.36^{a}	38.27±13.01^{a}	0.64±0.79^{ab}
اکسی‌کلرورمس Copper oxychloride	3.00±0.58^{c}	25.33±4.48^{a}	0.33±0.07^{b}	14.46±0.68^{cd}	0.21±0.03^{b}	3.44±0.43^{ab}	0.58±0.13^{b}	25.69±1.30^{ab}	0.54±1.86^{b}
آمیستار اکسترا Amistar Xtra®	4.33±0.67^{bc}	18.33±2.96^{ab}	0.33±0.04^{b}	19.85±6.39^{bc}	0.23±0.03^{b}	5.44±1.65^{ab}	0.48±0.06^{b}	28.9±9.37^{ab}	0.69±0.14^{a}
شاهد Control	12.00±0.58^{a}	24.00±1.15^{a}	1.55±0.24^{a}	41.30±12.48^{a}	0.84±0.18^{a}	10.27±3.29^{a}	2.41±0.46^{a}	64.8±20.62^{a}	0.65±0.35^{ab}

*سمپاشی در سال ۹۰ در مرحله ۵۰ درصد آبستنی و در سال ۹۱ در مرحله آغاز ظهور خوشه انجام شد.

**میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.

*Fungicide applications were done at 50% booting stage in 2011 and in the beginning of panicle emergence stage in 2012.

**Means followed by a common letter are not significantly different at 5% level by Tukey's test.

جدول ۲- همبستگی بین برخی از شاخص‌های عملکرد با تعداد اسپوربال در خوشه‌های آلوده نسبت به خوشه‌های سالم در گیاه برنج تیمار شده با قارچکش‌های مختلف در مزرعه طی سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱*.

Table 2. Correlation coefficients between some yield characters and number of sporeball in infected panicles in comparison with uninfected panicles from rice plants treated by different fungicides in the field in 2011 and 2012*.

تیمار Treatment	شاخص Index	درصد کاهش دانه پر Decrease of filled grain (%)		درصد افزایش دانه پوک Increase of unfilled grain (%)		درصد کاهش وزن صد دانه Decrease of 100 grain weight (%)		درصد کاهش وزن خوشه Decrease of panicle weight (%)	
		2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012
تری‌سیکلازول Tricyclazole	تعداد اسپوربال Number of sporeball	0.16 *P*= 0.5370	0.45 *P*= 0.0614	-0.33 *P*= 0.1774	0.11 *P*= 0.6231	-0.21 *P*= 0.4731	0.32 *P*= 0.2140	0.30 *P*= 0.2335	0.56 *P*= 0.0156
پروپیکونازول Propiconazole	تعداد اسپوربال Number of sporeball	0.10 *P*= 0.8163	0.71 *P*= 0.0005	-0.06 *P*= 0.8972	-0.12 *P*= 0.5926	- -	-0.06 *P*= 0.8202	0.04 *P*= 0.9162	0.68 *P*= 0.0080
رورال‌تی‌اس Rovral T-S	تعداد اسپوربال Number of sporeball	0.29 *P*= 0.2787	-0.10 *P*= 0.6798	0.10 *P*= 0.6948	0.30 *P*= 0.1752	0.23 *P*= 0.4159	-0.13 *P*= 0.5766	0.05 *P*= 0.8387	-0.07 *P*= 0.7729
اکسی‌کلرورمس Copper oxychloride	تعداد اسپوربال Number of sporeball	0.59 *P*= 0.0248	0.62 *P*= 0.0032	-0.23 *P*= 0.4627	0.05 *P*= 0.8429	-0.46 *P*= 0.2936	0.66 *P*= 0.0021	0.72 *P*= 0.0050	0.54 *P*= 0.0092
آمیستار اکسترا Amistar Xtra	تعداد اسپوربال Number of sporeball	-0.21 *P*= 0.4196	0.71 *P*= 0.0005	-0.14 *P*= 0.5905	0.25 *P*= 0.2343	-0.09 *P*= 0.8023	-0.33 *P*= 0.1329	-0.19 *P*= 0.4533	0.64 *P*= 0.0026
شاهد Control	تعداد اسپوربال Number of sporeball	0.51 *P*= 0.0293	0.77 *P*= 0.0003	0.32 *P*= 0.2713	-0.03 *P*= 0.8804	0.10 *P*= 0.7341	0.35 *P*= 0.2140	0.42 *P*= 0.1017	0.39 *P*= 0.1176
کل تیمار قارچکش‌ها Over all fungicides treatment	تعداد اسپوربال Number of sporeball	0.19 *P*=0.1121	0.46 *P*<0.0001	-0.04 *P*= 0.7430	0.11 *P*= 0.2342	0.00057 *P*= 0.9967	0.09 *P*= 0.3930	0.16 *P*= 0.1886	0.46 *P*<0.0001

* سمپاشی در سال ۹۰ در مرحله ۵۰ درصد شکم و در سال ۹۱ در مرحله آغاز ظهور خوشه انجام شد.

*Fungicide applications were done at 50% booting stage in 2011 and in the beginning of panicle emergence stage in 2012.

جدول ۳- همبستگی بین برخی از شاخص‌های عملکرد با تعداد اسپوربال در خوشه‌های آلوده در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱*.

Table 3. Correlation coefficients between some yield characters and sporeball in infected panicles in 2011 and 2012*.

تیمار Treatment	شاخص Index	تعداد دانه پر Number of filled grain		تعداد دانه پوک Number of unfilled grain		وزن صد دانه 100 grain weight		وزن هر خوشه Panicle weight	
		2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012
تری‌سیکلازول Tricyclazole	تعداد اسپوربال Number of sporeball	-0.53 *P*= 0.0026	-0.69 *P*<0.0001	0.13 *P*= 0.4812	0.71 *P*< 0.0001	-0.08 *P*= 0.6787	-0.45 *P*= 0.0119	-0.45 *P*= 0.0131	-0.67 *P*< 0.0001
پروپیکونازول Propiconazole	تعداد اسپوربال Number of sporeball	0.24 *P*= 0.4041	-0.78 *P*<0.0001	0.08 *P*= 0.7923	0.59 *P*= 0.0006	-0.06 *P*= 0.8341	-0.28 *P*= 0.1382	0.18 *P*= 0.5359	-0.73 *P*< 0.0001
رورال‌تی‌اس Rovral T-S	تعداد اسپوربال Number of sporeball	-0.37 *P*= 0.0436	-0.33 *P*= 0.0754	0.48 *P*= 0.0077	0.44 *P*= 0.0140	-0.18 *P*= 0.3342	-0.21 *P*= 0.2590	-0.37 *P*= 0.0428	-0.35 *P*= 0.0597
اکسی‌کلرورمس Copper oxychloride	تعداد اسپوربال Number of sporeball	-0.06 *P*= 0.7596	-0.63 *P*= 0.0002	0.22 *P*= 0.2562	0.27 *P*= 0.1450	-0.01 *P*= 0.9380	0.05 *P*= 0.7918	0.21 *P*= 0.2798	-0.60 *P*= 0.0004
آمیستار اکسترا Amistar Xtra	تعداد اسپوربال Number of sporeball	0.06 *P*= 0.7661	-0.57 *P*= 0.0011	-0.04 *P*= 0.8119	0.37 *P*= 0.0443	0.13 *P*= 0.4815	-0.21 *P*= 0.2632	0.08 *P*= 0.6832	-0.58 *P*= 0.0008
شاهد Control	تعداد اسپوربال Number of sporeball	-0.44 *P*= 0.0151	-0.27 *P*= 0.1422	0.56 *P*= 0.0012	0.56 *P*=0.0014	-0.04 *P*= 0.8481	-0.42 *P*= 0.0191	-0.39 *P*= 0.0339	-0.33 *P*= 0.0716
کل تیمار قارچکش‌ها Over all fungicides treatment	تعداد اسپوربال Number of sporeball	-0.22 *P*= 0.0111	-0.59 *P*<0.0001	0.25 *P*= 0.0037	0.46 *P*<0001	-0.08 *P*= 0.3611	-0.18 *P*= 0.0243	-0.21 *P*= 0.0138	-0.58 *P*< 0.0001

* سمپاشی در سال ۹۰ در مرحله ۵۰ درصد آبستنی و در سال ۹۱ در مرحله آغاز ظهور خوشه انجام شد.

*Fungicide applications were done at 50% booting stage in 2011 and in the beginning of panicle emergence stage in 2012.

به طور کلی نتایج این آزمایش نشان داد که بیماری سیاهک دروغی برنج در سال ۱۳۹۱ از شدت بیشتری نسبت به سال ۱۳۹۰ برخوردار بود. دلیل این امر را می‌توان به شرایط آب و هوایی مساعد برای توسعه بیماری نسبت داد. آمار اداره هواشناسی بندر انزلی نیز نشان می‌دهد که فصل زراعی ۱۳۹۱ (ماه تیر) از جهت میانگین حداکثر و حداقل دما و به ویژه میانگین ساعات آفتابی و همچنین میانگین حداقل و حداکثر رطوبت و مجموع بارندگی شرایط بهتری نسبت به سال ۱۳۹۰ برای ظهور این بیماری داشته است.

از مجموع نتایج به دست آمده از اجرای این آزمایش طی فصول زراعی سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ مشخص شد که قارچ‌کش پروپیکونازول مؤثرترین قارچ‌کش جهت کنترل بیماری سیاهک دروغی در دو مرحله رشدی ۵۰ درصد آبستنی و ابتدای ظهور خوشه در برنج بود. بعد از پروپیکونازول، قارچ‌کش‌های اکسی‌کلرور مس و آمیستار اکسترا® نیز در کاهش بروز بیماری مؤثرتر از بقیه بودند. اما یکی از مهمترین نتایجی دیگری که این آزمایش آشکار ساخت و لازم است مورد پیگیری بیشتری قرار گیرد، موضوع تفاوت اثر قارچ‌کش‌ها در کاهش تعداد پنجه آلوده (خوشه آلوده) در کرت‌های تیمار شده و عدم تفاوت آماری آن‌ها از جهت میانگین تعداد اسپوربال (دانه آلوده) در هر خوشه بود، به ویژه در سال دوم که بیماری به شدت افزایش یافت، تفاوت آماری در آن‌ها ملاحظه نشد و حتی در بعضی از تیمارها تعداد اسپوربال در هرخوشه از تیمار شاهد هم بیشتر بود (شکل۱). بر این اساس، می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که تفاوت قارچ‌کش‌ها در کاهش تعداد خوشه‌های آلوده بوده است و در کاهش تعداد اسپوربال در خوشه‌های آلوده موثر نبوده‌اند. از نتایج حاصل می‌توان این طور استنباط کرد که آلودگی هر یک از دانه‌ها در هر خوشه مستقلاً صورت نمی‌گیرد، بلکه وقتی خوشه آلوده شد، با توجه به امکان پیشرفت یا توسعه بیماری، تعدادی از دانه‌ها آلوده می‌شوند. به عبارت دیگر، چنین به نظر می‌رسد که حضور عامل بیماری در خوشه یا در پنجه (ساقه) به صورت سیستمیک است. چنانکه در شکل ۱ ملاحظه می‌شود، میانگین تعداد دانه آلوده در هر خوشه در دو سال اجرای این آزمایش بسیار متفاوت بود و تعداد آن در سال ۱۳۹۱ به بیش از حداقل ۲۰۰ درصد نسبت به سال ۱۳۹۰ افزایش داشت. اما تعداد آن در بین تیمارها از لحاظ آماری در هر سال متفاوت نبود، در حالی که در چنین وضعیتی تیمارها از لحاظ تعداد خوشه آلوده (پنجه آلوده) به طور معنی‌داری در هر دو سال متفاوت از هم بودند. بنابراین، لازم است مکانیزم آلودگی عامل بیماری در گیاه در منطقه مورد بررسی قرارگیرد تا مشخص شود که چرا کاربرد قارچ‌کش‌ها در کاهش کلی آلودگی در مزرعه از طریق کاهش پنجه‌های آلوده موثر بودند، ولی در کاهش تعداد اسپوربال در خوشه‌های آلوده موثر نبودند.

سپاسگزاری

این تحقیق در قالب پروژه تحقیقاتی مصوب موسسه تحقیقات برنج کشور به شماره ۹۰۰۱-۰۴-۰۴-۴ و با حمایت مالی و پشتیبانی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و موسسه تحقیقات برنج کشور در سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ انجام شد. نگارندگان مراتب تشکر و قدردانی خود را از این دستگاه‌ها به عمل می‌آورند.

References

Ahonsi, M. O. and Adeoti, A. Y. A. 2003. Evaluation of fungicides for the control of false smut of rice caused by *Ustilaginoidea virens* (Cooke) Tak. **Moor Journal of Agricultural Research** 4 (1): 118-122.

Anders, M. M., Brooks, S., Yeater, K. M., Watkins, K. B. and McCarty, D. 2008. Reducing false smut (*Ustilaginoidea virens*) and kernel smut (*Neovossia horrida*) disease severity through crop management practices. In: Norman, R. J. and Beyrouty, C. A. (Eds.). B. R. Wells Rice Research Studies 2008. University of Arkansas Agricultural Experiment Station Research Series 571. Fayetteville. pp: 87-92.

Atia, M. M. M. 2003. Rice false smut (*Ustilaginoidea virens*) in Egypt. **Journal of Plant Diseases and Protection** 111 (1): 71-82.

Avila-Adame, C. and Köller, W. 2003. Impact of alternative respiration and target-site mutations on responses of germinating conidia of *Magnaporthe grisea* to co-inhibiting fungicides. **Pest Management Science** 59: 303-309.

Bagga, P. S. and Kaur, S. 2006. Evaluation of fungicides for controlling false smut (*Ustilaginodea virens*) of rice**. Indian Phytopathology** 59 (1): 115-117.

Bartlett, D. W., Clough, J. M., Godwin, J. R., Hall, A. A., Hamer, M. and Parr-Dobrzanski, B. 2002. Review the strobilurin fungicides. **Pest Management Science** 58: 649-662.

Brooks, S. A., Anders, M. M. and Yeater, K. M. 2009. Effect of cultural management practices on the severity of false smut and kernel smut of rice. **Plant Disease** 93: 1202-1208.

Cartwright, R. D., Lee, F. N., Beaty, T., Sutton, E. A. and Parsons, C. E. 1999. Reaction of rice cultivars/lines to false smut, stem rot and black sheath rot disease. In: Norman, R. J. and Beyrouty, C. A. (Eds.) B. R. Wells Rice Research Studies 1999. University of Arkansas Agricultural Experiment Station Research Series 476. Fayetteville. pp: 158-168.

Gomez, K. A. and Gomez, A. A. 1984. Statistical procedures for agricultural research. International Rice Research Institute (IRRI), Philippines.

Hashioka, Y. 1952. Application of new fungicide in rice cultivation. **Agriculture and Horticulture, Tokyo** 27: 485-489.

Hashioka, Y. 1971. Rice disease in the world. VIII. Disease due to hypocreales ascomycetes (fungal disease-5). **Riso** 20: 235–258.

Hedge, Y. and Anahosur, K. H. 2000. Effect of false smut of rice on yield components and growth parameters. **Indian Phytopathology** 53: 181-184.

Hopkins, A., Bowman, R., Parsons, C. E., Clark, S. D. and Cartwright, R. D. 2003. Evaluation of foliar fungicides for control of false smut of rice, 2002. F & N Report No. 58: FC069. American Phytopatological Society (APS) online. www.apsnet.org.

Izadyar, M. and Bahrami, M. 2000. Study on the effects of some fungicides against false smut disease of rice. Project Final Report. Rice Research Institute of Iran, Deputy of Mazandaran. (In Persian).

Izadyar, M., Bahrami, M. and Ershad, J. 1998. Incidence of false smut disease of rice in paddy field of Mazandaran province. **Iranian Plant Pathology** 34:238-239. (In Persian).

Kannaiyan, S. and Rao, A. V. 1976. Chemical control of false smut disease of rice. **Madras Agricultural Journal** 63: 130-131.

Koiso, Y., Li, Y., Iwasaki, S., Hanaoka, K., Kobayashi, T., Sonoda, R., Fujita, Y., Yaegashi, H. and Sato, Z. 1994. Ustiloxin, antimitotic cyclic peptides from false smut balls on rice panicles caused by *Ustilaginoidea virens*. **Journal of Antibiotics** 47: 765-773.

Ladhalakshmi, D., Laha, G. S., Singh, R., Karthikeyan, A., Mangrauthia, S. K., Sundaram, R. M., Thukkaiyannan, P. and Viraktamath, B. C. 2012. Isolation and characterization of *Ustilaginoidea virens* and survey of false smut disease of rice in India. **Phytoparasitica** 40 (2): 171-176.

Li, Y., Kang, G., Zhang, B. J., Zeng, B. D., Xie, H. Z., Lan, K. X., Ma, Y. T. and Li, T. F. 1986. A preliminary study on false smut. **Guangdong Agricultural Science** 4: 45-47.

Lu, D. H., Yang, X. Q., Mao, J. H., Yem, H. L., Wang, P. and Chen, F. 2009. Characterizing of pathogenicity diversity of *Ustilaginodea virens* in hybrid rice in China. **Journal of Plant Pathology** 91 (2): 443-451.

Noorbakhsh, L., Elaheinia, A., Padasht Dehkaei, F. and Porabdolah, Sh. 2011. Distribution of false smut disease of rice, *Ustilaginoidea virens* (cooke) Takah in Guilan province. Proceeding of first National Conference on Modern Agricultural Sciences and Technologies (MAST). September 10-12, Zanjan University, Iran. (In Persian).

Ou, S. H. 1985. Rice diseases. (2nd ed.). Commonwealth Mycological Institute, Surrey, England.

Padasht Dehkaei, F. 2010. Disease of rice field. In: Magidi, F. and Padasht Dehkaei, F. (Eds.). Rice Guide: Pests and Diseases. Agricultural Education Publisher, Ministry of Jihad-e- Agriculture, Karaj, Iran. pp: 84-143. (In Persian).

Porabdolah, Sh. and Mohammadi, M. A. 2006. False smut disease of rice. Plant Protection Office of Guilan Province, Rasht, Iran. (In Persian).

Shim, H. D., Ryu, J. D. and Han, S. S. 2001. Incidence of rice false smut caused by *Ustilaginoidea virens* in different geographic regions and cultivars and its chemical control. **Research Plant Disease** 7 (2): 102-106.

Singh, R. A. and Dube, K. S. 1976. Occurrence of true sclerotia in *Claviceps oryzae-sativae* the causal organism of false smut of rice. **Current Science** 45: 772-773.

Singh, S., Pal, V. and Panwar, M. 1992. False smut of rice: Its impact on yield components. **Crop Research Hisar** 5: 246-248.

Slaton, N. A., Gbur, E. E., Cartwright, R. D., DeLong, R. E., Norman, R. J. and Brye, K. R. 2004. Grain yield and kernel smut of rice as affected by preflood and midseason nitrogen fertilization in Arkansas. **Agronomy Journal** 96: 91-99.

TeBeest, D. O. and Jecmen, A. 2011. A preliminary investigation of the reactions of selected rice cultivars to *Ustilaginoidea virens* in Arkansas. In: Norman, R. J. and Beyrouty, C. A. (Eds.). B. R. Wells Rice Research Studies 2011. University of Arkansas Agricultural Experiment Station Research Series 600. Fayetteville. pp: 96-110.

Tsai, W. H., Chein, C. C. and Hwang, S. C. 1990. Ecology of rice false smut disease and its control. **Journal of Agricultural Research China** 39 (2): 102-112.

Tsuda, M., Sasahara, M., Ohara, T. and Kato, S. 2006. Optimal application timing of simeconazole granules for control of rice kernel smut and false smut. **Journal of Genetics and Plant Pathology** 72: 301-304.

Webster, R. K. and Gunnell, P. S. 1992. Compendium of rice diseases. American Phytopathological Society, St. Paul, Minn.

Zhang, Z. S., Ye, H., Chai, R. Y., Qiu, H. P., Wang, J. Y. and Sun, G. C. 2010. Infect period and position of the fungus *Ustilaginoidea virens* based on the structure analysis of rice false smut balls. **Acta Agriculturae Zhejiangensis** Doi: S435.111.4.2010-02.

Zhou, X. 2012. Field evaluation of fungicides for management of rice false smut and kernel smut. Proceeding of APS Annual Meeting. August 4-8, American Phytopatological Society. Poster Session: Chemical Control. www.apsnet.org. pp.192.

Field evaluation of some fungicides for controlling false smut of rice

Fereidoun Padasht Dehkaei[1*], Leyla Noorbakhsh[2], Seyyed Ali Elahinia[3], Somayeh Dariush[4] and Hassan Pourfarhang[5]

1, 4 and 5. Research Assist. Prof., M. Sc. and B. Sc., respectively, Dept. of Plant Protection, Rice Research Institute of Iran (RRII), Rasht, Iran, 2 and 3. Former M. Sc. Student and Prof., respectively, Dept. of Plant Protection, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Iran

(Received: April 13, 2014- Accepted: December 24, 2014)

Abstract

Rice false smut disease caused by *Ustilaginoidea virens* (Cooke) Takahashi was known as one of the diseases of rice in some paddy fields of Guilan province in recent years. The present study was conducted to chemical control evaluation of rice false smut by application of tricyclazole (WP 75%), carbendazim+iprodion (Rovral-T-S® WP 52.5%), copper oxychloride (WP 35%), propiconazole (Tilt® EC 25%), and azoxystrobin+cyproconazol (Amistar Xtra® SC 28%) fungicides with dose rates of 0.5, 1, 3kg, 1 and 0.6 liter per hectare, respectively on a rice susceptible cultivar, namely Khazar at the mid boot and beginning of panicle emergence stages, in a field having multi-year infection in Abkenar location near the Anzali lagoon for two years. Data analysis showed that propiconazole, copper oxychloride and azoxystrobin+cyproconazol fungicides had significant effects on reducing of infected tillers (panicles) and pathogen sporeballs number per square meter and disease severity in first year (2011). Whereas the effects of tricyclazole and carbendazim+iprodion were not significantly differ from control treatment. In second year (2012) the disease severity was seriously developed in the field, but the application of propiconazole was more effective than other fungicides to reduce number of infected tillers (panicles) and pathogen sporeballs per square meter and disease severity in comparison with control treatment by percentage rates of 80.62, 83.92 and 83.01 respectively. So application of propiconazole at booting stage can be introduce to reduce disease incidence of false smut in paddy fields of northern Iran.

Keywords: Chemical control, False smut disease, Propiconazole, Sporeball

*Corresponding author: f.padasht@areo.ir