بررسی کارایی چند قارچ‌کش ثبت شده رایج در کنترل بیماری لکه خرمایی گندم

مجید الداغی[۱*]، عالمه عباسی[۲] و مهدی پیرنیا[۳]

۱- استادیار بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، ساری.

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته بیماری‌شناسی گیاهی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دامغان.

۳-استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشگاه زابل.

*مسئول مکاتبه: m_aldaghi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۴/۲/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۴/۹/۲۵

چکیده

بیماری لکه خرمایی ناشی از *Pyrenophora tritici-repentis* یکی از بیماری‌های مهم گندم در بسیاری از مناطق دنیا و ایران می‌باشد. این بیماری در شرایط اپیدمی موجب خسارت قابل توجه به محصول می‌گردد. استفاده از قارچ‌کش‌ها روش سریع کنترل بیماری در سال‌های اپیدمی می‌باشد. در این مطالعه تاثیر تعدادی از قارچ‌کش‌های رایج روی بازدارندگی از رشد عامل بیماری در شرایط آزمایشگاهی، و کنترل بیماری در شرایط گلخانه‌ای و مزرعه‌ای روی لاین N-80-19 گندم که حساس به بیماری لکه خرمایی است، مورد ارزیابی قرار گرفت. این بررسی در آزمایشگاه در قالب طرح کاملاً تصادفی و در گلخانه و مزرعه در قالب طرح کرت‌های خرد شده (با پایه بلوک‌های کامل تصادفی) در سه تکرار انجام گرفت. تیمارهای اصلی آزمایش را قارچ‌کش‌های سایپروکونازول، سایپروکونازول + کاربندازیم (آلتوکمبی)، فلوزیلازول + کاربندازیم (آلرت)، ایپرودیون + کاربندازیم (رورال‌تی‌اس)، پروپیکونازول، تبوکونازول، کاربندازیم و بنومیل، و تیمارهای فرعی را سه زمان سمپاشی (ظهور برگ پرچم، ظهور سنبله و ظهور برگ پرچم + ظهور سنبله) تشکیل دادند. ارزیابی کارایی تیمارها ۱۰ روز بعد از آخرین سمپاشی همزمان با توسعه‌ی بیماری در کرت‌های شاهد با تعیین شاخص آلودگی و نیز مقایسه‌ی عملکرد محصول بعد از برداشت انجام گرفت. نتایج ارزیابی نشان داد که در شرایط آزمایشگاه، قارچ‌کش‌های رورال‌تی‌اس، آلتوکمبی و آلرت به ترتیب با ۷۳/۸۳، ۷۱/۹۲ و ۶۹/۴۲ درصد بیشترین تاثیر را در بازداری از رشد میسلیوم قارچ داشتند. در آزمون‌های گلخانه‌ای و مزرعه‌ای هم مشابه شرایط آزمایشگاه، این قارچ‌کش‌ها برتری چشمگیری از نظر کاهش شاخص آلودگی و افزایش عملکرد نسبت به سایر قارچ‌کش‌های مورد استفاده نشان دادند. همچنین مشخص گردید که اگرچه اختلاف معنی‌داری از نظر شاخص آلودگی بین زمان‌های مختلف سمپاشی وجود ندارد اما از لحاظ وزن هزاردانه، بهترین نتایج به ترتیب با سمپاشی در زمان ظهور برگ پرچم + ظهور سنبله (با افزایش ۱۰/۱۱ و ۹/۹۴ گرم به ترتیب مربوط به گلخانه و مزرعه)، سمپاشی در زمان ظهور برگ پرچم (با افزایش ۹/۲۶ و ۹/۱۸ گرم به ترتیب مربوط به گلخانه و مزرعه) و سمپاشی هنگام ظهور سنبله (با افزایش ۹/۱۵ و ۸/۶۸ گرم به ترتیب مربوط به گلخانه و مزرعه) نسبت به تیمار شاهد حاصل آمد.

واژه‌های کلیدی: گندم، لکه خرمایی، قارچ‌کش، شاخص آلودگی، عملکرد.

مقدمه

بیماری لکه خرمایی ناشی از قارچ *Pyrenophora tritici-repentis* یکی از بیماری‌های مهم گندم می‌باشد (ویرا دوس سانتوز و همکاران ۲۰۰۲) که تاکنون از بسیاری از کشورهای آسیایی، استرالیا، آرژانتین، بلژیک، برزیل، بولیوی، کانادا، کلمبیا، دانمارک، اکوادور، فرانسه، کنیا، پاراگوئه، پرو، هلند، آمریکای مرکزی، اوکراین و اوروگوئه گزارش شده است (مورنو و همکاران ۲۰۱۲). در ایران قارچ عامل بیماری برای اولین بار در سال ۱۳۷٤ از مزارع گندم مازندران جداسازی و گزارش گردید (فروتن و همکاران ۱۹۹۵). این بیماری به دلیل حساسیت بالای اکثر ارقام گندم، در مناطق شمالی کشور به شدت در حال گسترش است (مومنی و همکاران ۱۳۹۰). در طول بیست سال گذشته تقریباً همه ساله این بیماری در مزارع استان‌های گلستان و مازندران وجود داشته و هر سه یا چهار سال یک بار به حالت همه گیری و با شدت بالا ظاهر گردیده است (ترابی، گزارش های منتشر نشده). بررسی‌های اخیر نشان داد این بیماری در شرایط اپیدمی و در ارقام حساس بین پنج تا ۵۰ درصد خسارت وارد می‌کند. زادمایه بیماری سال به سال در مزارع این استان‌ها بیشتر می‌شود به طوری که در سال های اخیر این بیماری به یک بیماری مهم گندم در منطقه تبدیل شده است (رجب پور و همکاران ۱۳۹۳).

بیماری لکه خرمایی موجب کاهش عملکرد گندم شده و در شرایط اپیدمی خسارت جبران ناپذیری را به محصول وارد می‌سازد (مورنو و همکاران ۲۰۰۸). البته شدت بیماری و میزان خسارت آن در ارقام مختلف گندم متفاوت می‌باشد (کاریگنانو و همکاران ۲۰۰۸). بیماری لکه خرمایی بعنوان یک بیماری لکه برگی مهم و عمده در آرژانتین بوده بطوری که سطوح بالای ۵۰ درصد از شدت بیماری با کاهش عملکرد ۱۰ تا ۲۰ درصد معمول می‌باشد. کاهش عملکرد در جنوب آسیا نیز تا نزدیک ۳۰ درصد در مطالعات آزمایشی برآورد شده است (دوویلر و دوبین ۲۰۰۲).

روش سریع کنترل بیماری در سال‌های اپیدمی، استفاده از قارچ‌کش‌ها می‌باشد. در یک آزمایش مزرعه‌ای که در دانمارک انجام گرفت مصرف قارچ‌کش‌های پیکوکسی‌استروبین[1]، پروتیوکونازول[2] و پیراکلستروبین[3] در زمان ظهور برگ پرچم سبب کنترل بیماری و افزایش عملکرد، حتی بدون انجام عملیات زراعی[4] جهت حذف بقایای گیاهی آلوده و در مواردی حتی در ارقام حساس به بیماری گردید (ژورگنسن و اولسن ۲۰۰۷). نتایج مزرعه‌ای تاثیر چند قارچ‌کش علیه بیماری در شرایط آلودگی مصنوعی در استرالیا نشان داد که قارچ‌کش‌های آزوکسی‌استروبین[5] و پروپیکونازول[6] در مقایسه با شاهد (بدون سمپاشی) موجب کاهش معنی‌دار آلودگی و افزایش عملکرد گندم گردید (کلسون و همکاران ۲۰۰۳). در کشور لیتوانی، تفاوت معنی‌دار استفاده از قارچ-کش‌های پیکوکسی‌استروبین و پیراکلستروبین در کاهش اپیدمی بیماری در مقایسه با شاهد گزارش گردیده است (گورلیکین و رونیز ۲۰۰٦). تاثیر بسیار خوب قارچ-کش‌های تبوکونازول + تریادیمنول + اسپیروکسامین (فالکن)، تری فلوکسی استروبین + تبوکونازول (ناتیوو) و تبوکونازول + پروتیوکونازول (پروسارو) روی بیماری لکه خرمایی و سفیدک سطحی در یک آزمایش مزرعه‌ای در روسیه نیز گزارش شده است (تریکال و همکاران ۲۰۰٦). بوهاتچوک و همکاران (۲۰۰۸) در آزمایشی که با هدف تهیه مدلی جهت تخمین خسارت ناشی از بیمارهای برگی گندم انجام دادند، از قارچ‌کش-

[1] Picoxystrobin
[2] Prothioconazole
[3] Pyraclostrobin
[4] Non-inversion tillage
[5] Azoxystrobin
[6] Propiconazol

های تری فلوکسی استروبین + تبوکونازول[1]، آزوکسی-استروبین + سیپروکونازول[2] و پیراکلستروبین + اپوکسی‌کونازول[3] روی دو رقم Onix و BRS Louro در دو منطقه برزیل استفاده نموده و گزارش کردند که خسارت محصول با مکان جغرافیایی و رقم مورد کشت رابطه معنی‌داری دارد.

به منظور دستیابی به قارچ‌کش(های) موثر و نیز زمان مناسب سمپاشی جهت کنترل بیماری لکه خرمایی گندم در منطقه مازندران، مطالعه حاضر طی دو سال پیاپی در شرایط آزمایشگاهی، گلخانه‌ای و مزرعه‌ای با آزمون اثر چند قارچ‌کش ثبت شده در کنترل این بیماری در زمان‌های مختلف رشد گندم صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

تهیه مایه آلوده کننده قارچ

جهت تهیه‌ی زادمایه مورد نیاز، کاه و کلش از مزارع مختلف جمع‌آوری گردید. به منظور تهیه‌ی مخلوطی از منابع بیماری با قدرت آلوده‌کنندگی متفاوت (برای انجام بهتر آلودگی مصنوعی) در هر یک از شهرستان‌های گلوگاه، بهشهر، نکا، ساری، جویبار و قائمشهر، دو مزرعه انتخاب و از هر مزرعه دو نمونه (در مجموع ۲٤ نمونه) تهیه گردید.

پس از جمع‌آوری برگ‌های حاوی علایم بیماری لکه خرمایی، نسبت به جداسازی قارچ *P. tritici-repentis* در آزمایشگاه بر اساس روش پلات و همکاران (۱۹۷۷) اقدام گردید. برای تهیه‌ی کشت خالص قارچ نیز از روش پلات و برای تهیه سوسپانسیون اسپور قارچ از محیط Clarified V8 juice agar (CV-8) استفاده گردید (پلات و همکاران ۱۹۷۷؛ هانگر و براون ۱۹۸۷).

آزمون‌های درون شیشه‌ای[4]

برای این منظور با استفاده از روش هاروی و گراشام (۱۹۷۹)، دو میلی لیتر از غلظت ۱۰۰ppm (براساس ماده موثره) هر یک از قارچ‌کش‌های سایپروکونازول ۳۰٪ + کاربندازیم ۱۲٪ (آلتوکمبی SC42%)، فلوزیلازول ۱۲/۵٪ + کاربندازیم ۲۵٪ (آلرت SE37.5%)، ایپرودیون + کاربندازیم (رورال‌تی‌اس WP52.5%)، پروپیکونازول (تیلت EC25%)، تبوکونازول (فولیکور EW25%)، سایپروکونازول (آلتو ۱۰۰ SL10%)، کاربندازیم WP50% و بنومیل (بنلیت WP50%) به طور جداگانه با ۱۸ میلی لیتر از محیط کشت PDA که دمای آن به حدود ۵۰°C رسیده بود، مخلوط و در داخل ظروف پتری ریخته شد.

پس از انعقاد محیط کشت، قطعه‌ای از آگار حاوی میسلیوم سه روزه قارچ *P. tritici-repentis* در وسط هر ظرف پتری قرار داده شد. هر تیمار در سه ظرف پتری (تکرار) و آزمون در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. این آزمایش دوبار تکرار گردید. کشت‌های تهیه شده در دمای ۲۲ تا ۲۵°C نگهداری شدند. پس از حدود هفت روز با تکمیل رشد بیمارگر در ظروف پتری شاهد (بدون قارچ‌کش)، آزمایش متوقف و میزان رشد قارچ در تیمارهای دارای قارچ‌کش اندازه‌گیری شد. درصد بازدارندگی تیمارهای مختلف توسط فرمول پندی و همکاران [%GI = (dc - dt / dc) × 100] محاسبه شد (پندی و همکاران ۱۹۸۲) که در آن dc= میانگین قطر رشد قارچ در تیمار شاهد (میلی‌متر)؛ dt= میانگین قطر رشد قارچ در تیمار قارچ‌کش؛ و GI%= درصد بازدارندگی از رشد می‌باشد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

[1] Trifloxistrobin + Tebuconazole
[2] Azoxystrobin + Cyproconazole
[3] Pyraclostrobin + Epoxiconazole
[4] *In vitro*

میزان مصرف قارچ‌کش‌های مورد استفاده در شرایط گلخانه و مزرعه

از قارچ‌کش‌های ثبت شده سایپروکونازول، سایپروکونازول + کاربندازیم و پروپیکونازول به میزان ۲g/l، ایپرودیون + کاربندازیم، تبوکونازول، کاربندازیم و بنومیل به میزان ٤g(ml)/l، و فلوزیلازول + کاربندازیم به میزان ٦ml/l (برمبنای توصیه شرکت سازنده) در شرایط گلخانه و مزرعه استفاده شد.

آزمون‌های گلخانه‌ای

قارچ‌کش‌های مورد آزمایش در گلخانه ایستگاه تحقیقات زراعی قراخیل-قایمشهر مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای این منظور، بذور گندم لاین N-80-19 پس از ضدعفونی سطحی با محلول هیپوکلریت سدیم ۰/۵٪ در گلدان‌هایی به ابعاد ۱۵×۲۰ سانتی‌متر حاوی مخلوطی از خاک مزرعه آلوده و کود برگی سترون به نسبت دو به یک کشت گردید. جهت ایجاد آلودگی مصنوعی در تیمارهای آزمایشی اقدام به محلول‌پاشی سوسپانسیون کنیدی قارچ *P. tritici-repentis* به غلظت حدود 10^3 در مرحله چهار برگی گندم گردید (کروپینیسکی ۱۹۹۲). این آزمایش در قالب طرح کرت‌های خرد شده[1] با ۹ تیمار اصلی (A) مربوط به ۹ قارچ‌کش مورد استفاده و سه تیمار فرعی (B) شامل سه زمان سمپاشی [B1= سمپاشی در مرحله برگ پرچم (ابتدای آلودگی)، B2= سمپاشی در مرحله ظهور سنبله و B3= دو بار سمپاشی در مراحل برگ پرچم و ظهور سنبله] در سه تکرار انجام گرفت.

ارزیابی تیمارها ۱۰ روز پس از محلول‌پاشی (همزمان با توسعه حدود ۷۰ درصدی بیماری در تیمار شاهد) با یادداشت برداری از تیپ و شدت آلودگی با استفاده از مقیاس double-digit (۰۰ تا ۹۹) برآورد گردید. در این سیستم عدد اول یا همان تیپ آلودگی، پیشرفت عمودی یا ارتفاع نسبی بیماری روی گیاه با استفاده از مقیاس تکمیل شده صفر تا ۹ ساری و پرسکات (۱۹۷۵) و رقم دوم شدت بیماری بر حسب درصد (در مقیاس صفر تا ۹) را نشان می‌دهد (ایال و همکاران ۱۹۸۷).

اعداد دو رقمی مربوط به تیپ و شدت آلودگی نهایتاً با نام شاخص آلودگی در مطالعه حاضر مورد استفاده قرار گرفتند. با استفاده از روش استیوب و همکاران (۱۹۸٦) واحدهای آزمایشی در گروه‌های مختلف (ایمن-مقاوم-نیمه مقاوم-نیمه حساس-حساس-خیلی حساس) قرار گرفتند. پس از برداشت محصول، وزن هزاردانه تعیین و عملکرد تیمارها بر اساس روش دانکن با استفاده از نرم افزار MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت.

آزمون‌های مزرعه‌ای

به منظور معرفی بهترین سم و زمان مناسب سمپاشی در شرایط کاربردی، مطالعه اثر قارچ‌کش‌های مذکور در شرایط مزرعه نیز صورت پذیرفت. واحد تیمارها کرتی به مساحت حدود هشت مترمربع بود. بذرهای گندم در هر کرت در شش خط چهار متری، به فاصله ۳۰ سانتی‌متر از هم کشت شدند. فاصله کرت‌های فرعی ۰/٦ متر، فاصله کرت‌های اصلی یک متر و فاصله تکرارها ۱/۵ متر از یکدیگر بود. آزمایش در قالب کرت‌های خرد شده (با پایه بلوک‌های کامل تصادفی) با نه تیمار اصلی (A) شامل قارچ‌کش‌ها و سه تیمار فرعی (B) شامل سه زمان سمپاشی در سه تکرار انجام گرفت. جهت آلودگی مصنوعی واحدهای آزمایشی، مخلوطی از بقایای آلوده گیاهی در کرت‌های آزمایشی به میزان حدود ۱/۵-۱ کیلو به ازای هر کرت بطور یکنواخت پخش شد (کلسون و همکاران ۲۰۰۳؛ ژورگنسن و اولسن

[1]Split plot

۲۰۰۷). ارزیابی آزمایش ۱۰ روز پس از محلول‌پاشی (همزمان با توسعه حدود ۷۰-۶۰ درصدی بیماری در کرت‌های شاهد) با یادداشت برداری از تیپ و شدت آلودگی (مذکور در بالا) انجام گرفت. پس از برداشت محصول، وزن هزار دانه و عملکرد در هکتار تعیین و داده‌ها بر اساس روش دانکن با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

نتایج

آزمون‌های درون شیشه‌ای

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که از نظر بازداری از رشد میسلیوم قارچ در بین تیمارها اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد (df7,17; F=368.83; p≤0.01) وجود دارد.

در این بررسی تیمار رورال‌تی‌اس و آلتوکمبی با بیشترین میزان بازداری از رشد میسلیوم قارچ دارای اختلاف معنی‌دار با سایرین بودند. آلرت و تیلت نیز در رتبه بعدی قرار گرفتند و با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌دار داشتند. از این نظر تیمارهای فولیکور، آلتو ۱۰۰، کاربندازیم و بنلیت همگی در یک گروه قرار گرفته و باهم اختلافی نداشتند (جدول ۱).

جدول۱- میانگین درصد بازداری از رشد میسلیوم قارچ درون پتری توسط تیمارهای قارچ‌کشی.

تیمار قارچ‌کشی	درصد بازداری از رشد
رورال تی‌اس	۷۳/۸۳ **a**
آلتوکمبی	۷۱/۹۲ **ab**
آلرت	۶۹/۴۲ **bc**
تیلت	۶۷/۰۱ **c**
فولیکور	۶۲/۴۸ **d**
آلتو ۱۰۰	۶۲/۵۱ **d**
کاربندازیم	۶۲/۹۰ **d**
بنلیت	۶۲/۵۰ **d**

در ستون بازداری از رشد، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند از لحاظ آماری در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

آزمون‌های گلخانه‌ای

نتایج تجزیه واریانس اثر قارچ‌کش‌ها نشان داد که اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ در بین تیمارها از نظر شاخص آلودگی (df8,18; F=790.57; p≤0.01) و وزن هزاردانه (df8,18; F=283.89; p≤0.01) وجود دارد.

بر اساس تقسیم‌بندی ساری و پرسکات (۱۹۷۵)، قارچ‌کش رورال‌تی‌اس در گروه MR (با آلودگی کم)، قارچ‌کش‌های آلرت، آلتوکمبی و تیلت در گروه MS (با آلودگی متوسط) و بقیه در گروه S (با آلودگی زیاد) قرار گرفتند. نتایج مقایسه میانگین شاخص آلودگی برای قارچ‌کش‌های مختلف نشان داد که تیمار رورال‌تی‌اس با کمترین شاخص آلودگی (۲۸/۸۰) با بقیه اختلاف معنی‌داری دارد. از این نظر تیمارهای آلتوکمبی و آلرت هم به ترتیب با شاخص آلودگی ۴۱/۱۵ و ۴۰/۶۲ در رتبه دوم قرار گرفته و با بقیه اختلاف معنی‌دار داشتند.

نتایج مقایسه میانگین وزن هزاردانه در اثر قارچ‌کش‌ها نشان داد که تیمارهای رورال‌تی‌اس و آلتوکمبی با بیشترین وزن هزاردانه (۴۲/۷۷ و ۴۱/۷۷ گرم) اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارهای قارچ‌کشی داشتند. تیمار آلرت با وزن هزاردانه ۴۱/۲۲ گرم و تیلت با ۳۸ گرم در گروه‌های بعدی قرار گرفته و با یکدیگر و سایرین اختلاف معنی‌دار داشتند.

نتایج تجزیه واریانس اثر زمان سمپاشی نشان داد که در بین تیمارهای فرعی اجرا شده در گلخانه از نظر شاخص آلودگی اختلاف معنی‌داری وجود نداشته (df2,36; F=0.305; p≥0.05) و همگی در یک گروه قرار گرفتند. اما از نظر وزن هزاردانه در بین تیمارهای فرعی (زمان سمپاشی) اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ بین تیمار B3 (سمپاشی در دو مرحله) با وزن هزاردانه ۳۶/۳۳ گرم و تیمارهای B1 و B2 وجود داشت (df2,36; F=3.59; p≤0.05). تیمارهای B1 و B2 با یکدیگر اختلافی نداشتند.

نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل قارچ‌کش‌ها و زمان سمپاشی نشان داد که تیمار رورال‌تی‌اس در زمان‌های مختلف سمپاشی با کمترین شاخص آلودگی (بین ۲۸/۴۰ تا ۲۹/۰۰) دارای اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها در سطح ۵٪ می‌باشد (df16,36; F=2.35; p≤0.05). تیمار شاهد با بیشترین شاخص آلودگی دارای اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها بود. نتایج سایر گروه‌ها در جدول ۲ آمده است.

اگرچه در اثر متقابل قارچ‌کش‌ها و زمان سمپاشی از نظر وزن هزاردانه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (df16,36; F=1.14; p≥0.05) ولی نتایج مقایسه میانگین‌ها در اثرات متقابل نشان داد که تیمارهای رورال تی‌اس و آلتوکمبی با دو مرحله سمپاشی بیشترین وزن هزاردانه (به ترتیب ۴۴/۶۷ و ۴۳/۳۳ گرم) داشته و در گروه مجزایی نسبت به سایرین جای گرفتند. نتایج سایر تیمارها در جدول ۲ آمده است.

آزمون‌های مزرعه‌ای

نتایج تجزیه واریانس اثر قارچ‌کش‌ها نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ در بین تیمارها از نظر شاخص آلودگی (df8,16; F=675.63; p≤0.001)، وزن هزاردانه (df8,16; F=145.83; p≤0.001) و عملکرد در هکتار (df8,16; F=67.62; p≤0.001) وجود دارد.

در آزمون مزرعه‌ای بر اساس تقسیم‌بندی ساری و پرسکات، قارچ‌کش‌های رورال‌تی‌اس، آلرت و آلتوکمبی در گروه MR (با آلودگی کم)، قارچ‌کش تیلت در گروه MS (با آلودگی متوسط) و بقیه در گروه S (با آلودگی زیاد) قرار گرفتند. نتایج مقایسه میانگین شاخص آلودگی در اثر قارچ‌کش‌ها نشان داد که تیمار محلول‌پاشی شده با قارچ‌کش رورال‌تی‌اس دارای کمترین شاخص آلودگی بوده است و با بقیه اختلاف معنی‌دار دارد. تیمارهای آلتوکمبی و آلرت نیز به ترتیب با شاخص آلودگی ۲۷/۸۷ و ۲۷/۴۷ در رتبه بعدی قرار گرفته و با سایرین اختلاف معنی‌دار داشتند.

نتایج مقایسه میانگین وزن هزاردانه در تیمار قارچ‌کش‌ها نشان داد که تیمارهای رورال‌تی‌اس، آلتوکمبی و آلرت به ترتیب با ۴۷/۷۰، ۴۷/۲۳ و ۴۶/۴۵ گرم دارای بیشترین وزن هزاردانه بوده و با بقیه اختلاف معنی‌دار داشتند. تیمار تیلت در رتبه بعدی قرار گرفت.

نتایج مقایسه میانگین عملکرد در تیمارهای قارچ‌کشی نشان داد که تیمارهای رورال‌تی‌اس، آلتوکمبی و آلرت و به ترتیب با عملکرد ۵/۸۰، ۵/۶۷ و ۵/۶۰ تن در هکتار در یک گروه قرار گرفته و با بقیه متفاوت هستند. تیمار تیلت با ۵/۱۱ تن در گروه دوم قرار گرفت و اختلاف معنی‌داری با سایرین نشان داد.

جدول ۲- مقایسه میانگین شاخص آلودگی و وزن هزار دانه گندم در اثر متقابل قارچ‌کش‌ها و زمان سمپاشی اعمال شده در گلخانه.

تیمارها	شاخص آلودگی*	وزن هزاردانه (گرم)
A1B1	٤١/٨٦ h	٤١/٠٠ bc
A1B2	٤١/٣٤ h	٤١/٠٠ bc
A1B3	٤٠/٢٦ hi	٤٣/٣٣ ab
A2B1	٤٠/٨٠ h	٤١/٠٠ bc
A2B2	٤٠/٨٠ h	٤١/٠٠ bc
A2B3	٤٠/٢٦ hi	٤١/٠٠ bc
A3B1	٢٩/٠٠ ij	٤٢/٠٠ b
A3B2	٢٩/٠٠ ij	٤١/٦٧ bc
A3B3	٢٨/٤٠ j	٤٤/٦٧ a
A4B1	٥٠/٤٠ f	٣٧/٣٣ de
A4B2	٤٨/٨٠ fg	٣٧/٦٧ d
A4B3	٤٧/٤٧ g	٣٩/٠٠ cd
A5B1	٧١/٦٧ cde	٣٧/٠٠ de
A5B2	٧٢/٣٣ cd	٣٥/٠٠ e
A5B3	٧٣/٠٠ c	٣٥/٠٠ e
A6B1	٧١/٦٧ cde	٣٤/٦٧ e
A6B2	٧٣/٠٠ c	٣٥/٠٠ e
A6B3	٧١/٦٧ cde	٣٧/٠٠ de
A7B1	٧٠/٣٣ de	٣٠/٦٧ f
A7B2	٦٩/٦٧ e	٣٠/٠٠ f
A7B3	٧٢/٦٧ cd	٣٠/٦٧ f
A8B1	٧٢/٣٣ cd	٢٩/٦٧ f
A8B2	٧١/٠٠ cde	٢٩/٦٧ f
A8B3	٧١/٠٠ cde	٣٠/٣٣ f
A9B1	٨٠/٠٠ b	٢٦/٠٠ g
A9B2	٨٢/٣٣ a	٢٦/٦٧ g
A9B3	٨٢/٦٧ a	٢٦/٠٠ g

* شاخص آلودگی با استفاده از مقیاس **double-digit** (٠٠ تا ٩٩) و براساس تیپ و شدت آلودگی محاسبه می‌گردد.

A1: آلتوکمبی؛ **A2**: آلرت؛ **A3**: رورال‌تی‌اس؛ **A4**: تیلت؛ **A5**: فولیکور؛ **A6**: آلتو ١٠٠؛ **A7**: کاربندازیم؛ **A8**: بنلیت؛ **A9**: شاهد؛

B1: مرحله برگ پرچم؛ **B2**: مرحله ظهور سنبله؛ **B3**: مرحله برگ پرچم+ظهور سنبله.

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند از لحاظ آماری در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

نتایج تجزیه واریانس اثر زمان سمپاشی نشان داد که در بین تیمارهای فرعی اجرا شده در مزرعه از نظر شاخص آلودگی اختلاف معنی‌داری وجود نداشته ($df_{2,36}$; $F=0.34$; $p\geq0.05$) و همه تیمارها در یک گروه قرار گرفتند. از نظر وزن هزار دانه، تیمار B3 (سمپاشی در دو مرحله) با بیشترین وزن هزاردانه اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ با تیمارهای B1 و B2 که در رتبه دوم قرار گرفتند، داشتند ($df_{2,36}$; $F=4.02$; $p\leq0.05$). همچنین در بین تیمارهای زمان سمپاشی از نظر عملکرد اختلاف معنی‌داری در سطح ۵٪ وجود داشته

(df2,36; F=4.33; p≤0.05) و تیمار B3 با ٤/٩٢ تن در هکتار دارای بیشترین عملکرد بود.

نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل قارچکش و زمان سمپاشی نشان داد که از نظر شاخص آلودگی در بین تیمارها اختلاف معنی‌دار در سطح ٥٪ وجود دارد(df16,36; F=2.37; p≤0.05). از نظر شاخص آلودگی تیمارهای A9B3، A9B2 و A9B1 (شاهدها که در هرسه زمان سمپاشی با آب محلول‌پاشی شدند) بیشترین شاخص آلودگی را به خود اختصاص دادند. کمترین شاخص آلودگی نیز مربوط به تیمارهای رورال‌تی‌اس (بین ٢٥/٤٠ تا ٢٦/٠٠) می‌باشد که با اغلب تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار است (جدول ٣).

اگرچه در اثر متقابل تیمارهای قارچکشی و زمان سمپاشی از نظر وزن هزاردانه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (df16,36; F=1.14; p≥0.05) اما نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمار A3B3، A3B2 و A3B1 (رورال‌تی‌اس در زمان‌های مختلف سمپاشی) در گروه اول قرار گرفته و با اغلب تیمارها اختلاف معنی‌دار دارد. تیمارهای A9B1، A9B2 و A9B3 (شاهدها) نیز با کمترین وزن هزار دانه دارای اختلاف معنی‌دار با سایرین بودند. بقیه تیمارها در این گروه‌ها قرار گرفتند (جدول ٣).

همچنین با وجود اینکه اثر متقابل تیمارهای قارچکشی و زمان سمپاشی از نظر عملکرد اختلاف معنی‌داری نداشتند (df16,36; F=0.79; p≥0.05) ولی نتایج مقایسه میانگین‌ها، تیمارهای A3B3 و A1B3 (به ترتیب مربوط به قارچکش‌های رورال‌تی‌اس و آلتوکمبی و دو مرحله سمپاشی) با بیشترین عملکرد به میزان ٥/٩٥٥ و ٥/٩٠٠ تن در هکتار را در گروه a قرار داد. تیمارهای مربوط به شاهدها دارای کمترین عملکرد بودند. بقیه تیمارها بین گروه‌های حدواسط قرار گرفتند (جدول ٣).

بحث

نتایج این بررسی نشان‌دهنده اختلاف بین تیمار قارچکش‌ها نسبت به شاهد بود. به عبارت دیگر میزان آلودگی و کاهش محصول ناشی از بیماری لکه خرمایی در تیمار شاهد در مقایسه با سایر تیمارها بسیار چشمگیر بود.

قارچکش‌های رورال‌تی‌اس (از گروه دی‌کاربوکسیمیت + بنزیمیدازول)، آلتوکمبی و آلرت (هر دو از گروه تریازول + بنزیمیدازول) که در این آزمایش بیشترین تاثیر را در بازداری از رشد میسلیوم قارچ داشتند، در آزمون‌های گلخانه‌ای و مزرعه‌ای هم برتری چشمگیری از نظر کاهش میزان آلودگی و افزایش عملکرد نسبت به سایر قارچکش‌های مورد استفاده نشان دادند. نحوه اثر قارچکش‌های گروه بنزیمیدازول و تریازول به ترتیب ممانعت از تقسیم سلولی و سنتز ارگوسترول می‌باشد. قارچکش‌های تیلت، فولیکور و آلتو١٠٠ (هر سه از گروه تریازول‌ها) به ترتیب در گروه‌های بعدی قرار گرفتند. قارچکش‌های بنلیت و کاربندازیم که از ترکیبات بنزیمیدازول‌ها می‌باشند، کارایی لازم را در کاهش بیماری و افزایش عملکرد نداشتند. نکته‌ای که می‌توان در این قسمت به آن اشاره داشت، تاثیرگذاری گروه‌های قارچکشی بر روی کنترل بیماری می‌باشد، به طوری که قارچکش‌های گروه بنزیمیدازول تاثیر مناسبی در کنترل بیماری نداشته، در حالی که این گروه به صورت مخلوط با ترکیبات تریازول اثر بسیار خوبی علیه بیماری لکه خرمایی گندم داشتند (از جمله آلتوکمبی و آلرت). ترکیبات تریازول به تنهایی قادر به کنترل بیماری هستند، ولی نباید فراموش کرد که تداوم مصرف این گروه به تنهایی ممکن است در آینده همانند گروه بنزیمیدازول تاثیرگذاری خود را از دست دهند. نتایج به دست آمده توسط سایر محققان نیز اثر بخشی گروه تریازول‌ها و

استروبیلورین‌ها و کارایی کمتر گروه بنزیمیدازول‌ها را در کنترل بیماری‌های گیاهی نشان داده است (امینی و ابرین بنا ۱۳۹۲؛ مصطفوی نیشابوری و نصرالله نژاد ۱۳۹۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین شاخص آلودگی، وزن هزاردانه و عملکرد محصول در اثر متقابل قارچ‌کش و زمان سمپاشی در شرایط مزرعه.

تیمارها	شاخص آلودگی	وزن هزاردانه (گرم)	عملکرد (تن در هکتار)
A_1B_1	۲۸/٤۰ h	٤٦/٥۰ abc	٥/٤٥۳ abcd
A_1B_2	۲۸/۰۰ h	٤٦/۳۰ bc	٥/٦٦۰ abc
A_1B_3	۲۷/۲۰ hi	٤۸/۹۰ ab	٥/۹۰۰ a
A_2B_1	۲۷/٦۰ h	٤٦/۲۰ bc	٥/۷۲۲ ab
A_2B_2	۲۷/٦۰ h	٤٦/۸۷ ab	٥/٤۷۷ abcd
A_2B_3	۲۷/۲۰ hi	٤٦/۳۰ bc	٥/٦۰۷ abc
A_3B_1	۲٦/۰۰ ij	٤۷/۳۰ ab	٥/۷۲۲ ab
A_3B_2	۲٦/۰۰ ij	٤٦/۷۷ ab	٥/۷۲۸ ab
A_3B_3	۲٥/٤۰ j	٤۹/۰۳ a	٥/۹٥٥ a
A_4B_1	٤٦/٤۰ f	٤۲/٥۳ def	٥/۱۷۱ abcd
A_4B_2	٤٤/۸۰ fg	٤۲/۹۰ de	٤/۹۹٤ bcd
A_4B_3	٤۳/٤٦ g	٤٤/۰۳ cd	٥/۱٦٤ abcd
A_5B_1	٥۳/۳٤ cde	٤۲/۱۰ def	٤/۹۰۸ bcde
A_5B_2	٥۳/۸٦ cd	۳۷/۳۷ gh	٤/۱۰۱ efgh
A_5B_3	٥٤/٤۰ c	٤۰/۳۳ ef	٥/۰۷۷ abcd
A_6B_1	٥۳/۰٦ cde	۳۹/۸۷ g	٤/۰۹ cdef
A_6B_2	٥٤/٤۰ c	٤۰/۱۰ f	٤/۰۳٤ fgh
A_6B_3	٥۳/۰٦ cde	٤۲/۰۷ def	٤/٦۸٤ defg
A_7B_1	٥۲/۲٦ de	۳٦/۱۳ h	۳/۹۱۹ gh
A_7B_2	٥۱/۷٤ e	۳٥/٤۷ h	٤/۰۸٤ efgh
A_7B_3	٥٤/۱٤ cd	۳٥/۸۰ h	٤/۱۲٥ efgh
A_8B_1	٥۳/۸٦ cd	۳٥/۰۳ h	۳/۷۲۳ h
A_8B_2	٥۲/۸۰ cde	۳٤/۸۷ h	٤/۰۲۳ fgh
A_8B_3	٥۲/۸۰ cde	۳٥/٦۰ h	٤/۱۲٥ efgh
A_9B_1	۷٥/۰۰ b	۳۱/۳۰ i	۳/٤۰٥ hi
A_9B_2	۷۷/۳۳ a	۳۱/۸۰ i	۲/۸٦۳ i
A_9B_3	۷۷/٦۷ a	۳۱/٦۷ i	۳/٦۰۳ hi

برای اختصارات به جدول ۲ رجوع شود.

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند از لحاظ آماری در سطح پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

با آزمایشات مزرعه‌ای که توسط اسمایلی و همکاران (۱۹۹۳) صورت گرفته، عدم تاثیر قارچ‌کش‌های بنلیت، کلروتالونیل، فلوتولانیل، مانکوزب و تریادیمفون روی لکه برگی‌ها گزارش شده است. نتایج بررسی دیموک و گودینگ (۲۰۰۲) که در شرایط مزرعه‌ای انجام گرفته است، نشان دهنده‌ی تاثیر مثبت قارچ‌کش‌های گروه تریازول، استروبیلورین و آزولینیدیون علیه بیماری‌های لکه برگی از جمله لکه خرمایی در زمان ظهور برگ پرچم می‌باشد. بر اساس گزارش رانسوم و مک‌مولن (۲۰۰۸) قارچ‌کش تبوکونازول به همراه پروتیوکونازول و پیراکلستروبین تاثیر بسیار خوبی در جلوگیری از کاهش عملکرد حاصل از بیماری‌های لکه برگی و فوزاریوز سنبله گندم در داکوتای شمالی داشتند. برنت و هولمن (۲۰۰۷) در کتاب خود بطور مفصل درباره مقاومت قارچ‌های پاتوژن گیاهی نسبت به بنزیمیدازول‌ها بحث نموده‌اند. محققان پیشنهاد دادند مطالعات بیشتری روی آیزوزایم‌های استرازی عامل بیماری لکه خرمایی صورت گیرد چرا که آنها را با مکانیسم‌های مقاومت در این قارچ به بعضی از قارچ‌کش‌ها مرتبط دانستند. در آرژانتین گزارش‌های معدودی درباره تیپ‌های مختلف الکتروفورزی *P. tritici-repentis* بر اساس آنالیز آیزوزایمی وجود دارد (مورنو و همکاران ۲۰۰۸). مورنو و همکاران (۲۰۱۲) به نقل از تعداد قابل توجهی از محققان وجود تنوع بیوشیمیایی، بیماریزایی و مولکولی در این قارچ را مورد تاکید قرار داده‌اند.

در آزمایشات درون شیشه‌ای، تاثیر قارچ‌کش پروپیکونازول در ممانعت از رشد ۹ جدایه قارچ *P. tritici-repentis* در محیط کشت PDA و V-8 juice گزارش گردیده است (هانگر و براون ۱۹۸۷). لوگمن و همکاران (۱۹۹۷) مصرف قارچ‌کش‌های پروپیکونازول و تبوکونازول را در زمان ظهور برگ پرچم برای حفظ عملکرد اقتصادی محصول موثر دانستند. در مطالعه دیگری روی بیماری‌های لکه برگی گندم، اثر مثبت قارچ‌کش‌های گروه تریازول و استروبیلورین در افزایش محصول به میزان ۱/۵ تن در هکتار گزارش گردید (روسک و همکاران ۲۰۰۳). بر اساس نتایج بدست آمده توسط ساوینسکا و ملکا (۲۰۰۷) بر روی کنترل شیمیائی بیماری‌های *Blumeria graminis*، *P. tritici-repentis*، *Mycosphaerella graminicola*، *Puccinia recondita* subsp. *tritici* و *Phaeosphaeria nodorum* مشخص گردید که قارچ‌کش‌های گروه تریازول در زمان ظهور برگ پرچم و ظهور سنبله تاثیر خوبی در کنترل بیماری‌های فوق داشته‌اند. در تحقیقی که اثر چند قارچ‌کش گروه تریازول (تبوکونازول، پروپیکونازول، فلوتریافول، سیپروکونازول، فلوزیلازول، اپوکسی‌کونازول و متاکونازول) بر روی بیماری‌های لکه برگی گندم مورد بررسی قرار گرفت، تاثیر قارچ‌کش‌های یاد شده مثبت ارزیابی شد و در بین آن‌ها تبوکونازول با بیشترین تاثیر (۸۰٪)، برای بیماری‌های لکه برگی گندم توصیه شد (وگولا و همکاران ۲۰۰۹).

نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در مبارزه علیه بیماری لکه خرمایی گندم طی آزمایشات گلخانه‌ای و مزرعه‌ای از نظر شاخص آلودگی اختلاف معنی‌داری بین زمان‌های مختلف سمپاشی وجود ندارد اما از لحاظ وزن هزاردانه و عملکرد بهترین نتایج به ترتیب با دو بار سمپاشی (ظهور برگ پرچم+ظهور سنبله)، سمپاشی در زمان ظهور برگ پرچم و در نهایت سمپاشی هنگام ظهور سنبله حاصل آمد. با توجه به هزینه‌های سمپاشی و اثرات نامطلوب قارچ‌کش‌ها بر محیط زیست (دکوستا و بزرا ۲۰۰۹؛ وایت ویک و همکاران ۲۰۱۰)، می‌توان به یکبار سمپاشی در زمان ظهور برگ پرچم و یا در مرحله‌ای که ۲۰ درصد سنبله‌ها ظاهر شدند اکتفا نمود. شابیر و بوکوس (۱۹۸۸) در این زمینه بیشترین کاهش

عملکرد ناشی از بیماری را در مرحله تورم سنبله و مرحله گلدهی معرفی کردند. مصرف قارچ‌کش پروپیکونازول برای کاهش این بیماری و افزایش عملکرد محصول در مرحله‌های ۵۹ و ٤۹ رشدی زادوکس (به ترتیب مرحله خروج سنبله و مرحله اولین ریشک‌های سنبله) گزارش شده است (انتز و همکاران ۱۹۹۰). دوزک و جونز-فلوری (۱۹۹٤) بهترین زمان برای کنترل بیماری را طی توسعه برگ پرچم تا اواسط مرحله شیری گزارش کردند. هانگر و جکسون (۲۰۰۲) نیز زمان مصرف قارچ-کش‌های موثر علیه لکه برگی از جمله قارچ‌کش پروپیکونازول را در زمان ظهور برگ پرچم توصیه کردند. به گزارش ویرسما و موتبرگ (۲۰۰۵) زمان بین ظهور برگ پرچم تا شروع باروری برای کنترل بیماری مناسب می‌باشد. نتیجه مطالعه حاضر ضمن همخوانی با مطالعات یاد شده، با نتایج به دست آمده توسط وگولا و همکاران (۲۰۰٦) هم که مصرف قارچ‌کش علیه بیماری لکه خرمایی را در زمان ظهور برگ پرچم بسیار موثر دانستند مطابقت می‌کند. با توجه به نتایج به دست آمده در این بررسی و مقایسه آن با نتایج سایر محققان، پیشنهاد می‌شود برای مدیریت بیماری لکه خرمایی گندم، علاوه بر کشت ارقام مقاوم یا متحمل از یکبار سمپاشی در مرحله برگ پرچم با کمک قارچ‌کش‌های مناسب و توصیه شده (ترجیحاً رورال‌تی‌اس، آلتوکمبی و آلرت) استفاده گردد.

منابع

امینی ر و ابرین بنا م، ۱۳۹۲. بررسی مقاومت به قارچکش بنومیل در جدایه های *Botrytis cinerea* جمع آوری شده از انگور در ارومیه. ٦ صفحه. دومین همایش ملی تغییر اقلیم و تاثیر آن بر کشاورزی و محیط زیست، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، ارومیه.

رجب‌پور م، مهرابی ر، ترابی م و ابراهیمی ا، ۱۳۹۳. پراکنش و فراوانی ژنهای تولید کننده توکسین (ToxA و ToxB) در جمعیت‌های قارچ *Pyrenophora tritici-repentis* عامل بیماری لکه خرمایی گندم در شمال ایران. مجله به-نژادی نهال و بذر، جلد ۳۰، شماره ۱، صفحه‌های ۷۳ تا ۸۳.

مصطفوی نیشابوری ف و نصرالله نژاد س، ۱۳۹۳. مقایسه تأثیر دو سم نانو با سموم رایج در کنترل بیماری لکه غربالی درختان میوه هسته دار. نشریه پژوهش های تولید گیاهی، جلد ۲۱، شماره ۲، صفحه‌های ۱۵۳ تا ۱٦۳.

مومنی ح، جوان نیکخواه م و رضوی م، ۱۳۹۰. گزارش تولید فرم جنسی *Pyrenophora tritici-repentis* در ایران. مجله بیماریهای گیاهی، جلد ٤۷، شماره ٤، صفحه‌های ٤۷۵ تا ٤۷٦.

Bohatchuk DA, Casa RT, Bogo A, Kuhnem Junior PR, Reis EM and Moreira EN, 2008. A critical-point model to estimate damage caused by wheat leaf diseases in a multiple pathosystem. Tropical Plant Pathology 33(5): 363-369.

Brent KJ and Hollomon DW, 2007. Fungicide resistance in crop pathogens: How can it be managed Fungicide Resistance Action Committee, 60p.

Carignano M, Staggenborg SA and Shroyer J, 2008. Management practices to minimize tan spot in a continuous wheat rotation. Agronomy Journal 100: 145-153.

Colson ES, Platz GJ and Usher TR, 2003. Fungicidal control of *Pyrenophora tritici-repentis* in wheat. Australian Plant Pathology 32: 241-246.

De Costa P and Bezerra P, 2009. Fungicides: Chemistry, Environmental Impact and Health Effects. New York : Nova Science Publishers.

Dimmock JPRE and Gooding MJ, 2002. The effects of fungicides on rate and duration of grain filling in winter wheat in relation to maintenance of flag leaf green area. Journal Agriculture Science 138: 1-16.

Duczek LJ and Jones-Flory L L, 1994. Effect of timing of propiconazole application on foliar disease and yield of irrigated spring wheat in Saskatchewan from 1990 to 1992. Canadian Journal Plant Science 74: 205-207.

Duveiller E and Dubin HJ, 2002. Helminthosporium leaf blights, spot blotch and tan spot in bread wheat. Pp. 285-299 In: Curtis BC, Rajaram S and Macpherson HG (eds.) Improvement and Production, Plant Production and Protection Series. No 30. FAO of United Nations, Rome.

Entz MH, Van den Berg CGJ, Lafond GP, Stobbe EH, Rossnagel BG and Austenson HM, 1990. Effect of late-season fungicide application on grain yield and seed size distribution in wheat and barley. Canadian Journal of Plant Science 70: 699-706.

Eyal Z, Sharma AL, Prescott JM and Van Ginkel M, 1987. The septoria diseases of wheat: Concepts and methods of disease management. CIMMYT, Mexico. 46pp.

Foroutan A, Dalili A and Shayghan J, 1995. Isolation of *Drecheslera tritici-repentis* from infected leaves of wheat in Mazandaran. P. 45. 12th Iranian Plant Protection Congress, Karaj, Iran.

Gaurlikiene I and Ronis A, 2006. The effect of strobilurin fungicides on the development of foliar diseases of winter wheat. Agriculture Research 4: 177-180.

Harvey AE and Grasham JL, 1979. The effects of selected systemic fungicides on the growth of *Cronatrium tibicola in vitro*. Plant Disease 63: 354-358.

Hunger RM and Brown DA, 1987. Colony color growth, sporulation, fungicide sensitivity and pathogenicity of *Pyrenophora tritici-repentis*. Plant Disease 71: 907-910.

Hunger B and Jackson K, 2002. Foliar fungicides and wheat production in Oklahoma. Oklahama St. University.

Jorgensen LJ and Olsen LV, 2007. Control of tan spot (*Drechslera tritici-repentis*) using cultivar resistance, tillage methods and fungicides. Crop Protection 26: 1606-1616.

Krupinsky JM, 1992. Aggressiveness of isolates *Pyrenophora* trictici-*repentis* obtained from wheat in the northern Great Plains. Plant Disease 76: 87–91.

Loughman R, Wilson RE, Roake JE, Platz GJ, Rees RG and Ellison FW, 1997. Crop management and breeding for control of *Pyrenophora tritici- repentis* causing yellow spot of wheat in Australia. Pp. 10-17 In: Duveiller E, Dubin HJ, Reeves J and Mc Nab A. (eds.) Helminthosporium Blights of Wheat: Spot Blotch and Tan Spot. FAO of United Nations, Rome.

Moreno MV, Stenglein SA and Perello AE, 2012. *Pyrenophora tritici-repentis*, causal agent of tan spot: A review of intraspecific genetic diversity. Pp. 297-330 In: Mahmut Caliskan (ed.), The Molecular Basis of Plant Genetic Diversity. ISBN: 978-953-51-0157-4.

Moreno MV, Tacalitti MS, Castro AM and Perello AE, 2008. Isozyme polymorphisms within *Pyrenophora tritici-repentis* population in Argentina. World Journal of Microbiology and Biotechnology 24: 849-860.

Pandey DK, Tripathi NN, Tripathi RD and Dixit SN, 1982. Fungitoxic and phytotoxic properties of essential oil of *Hyptis suaveolens*. Pflanzenkrankheid Pflanzenschutz 89:344-349.

Platt HW, Morrall RA and Gruen HE, 1977. The effects of substrate temperature and photoperiod on conidiation of *Pyrenophora tritici*-repentis. Canadian Journal of Botany 55: 245-259.

Ransom JK and Mc Mullen MP, 2008. Yield and disease control on hard winter wheat cultivars with foliar fungicides. Agriculture Journal 100: 1130-1137.

Ruske RE, Gooding MJ and Jonese SA, 2003. The effect of triazole and strobilurin fungicide programs on nitrogen uptake, partitioning, remobilization and grain accumulation in winter wheat cultivars. The Journal of Agricultural Science 140: 395-407.

Saari EE.and Prescott JM, 1975. A scale for appraising the foliar intensity of wheat diseases. Plant Disease Reporter 59: 377-380.

Sawinska Z and Malecka I, 2007. Effect of seed treatment and foliar protection with fungicides on health status of winter wheat. Plant Protection Science 43: 13-18.

Shabeer A and Bockus WW, 1988. Tan spot effect on yield and yield components relative to growth stage in winter wheat. Plant Disease 72: 599-602.

Smiley RW, Gillespie-sasse LM, Uddin W, Collins HP and Stolz MA, 1993. Physiologic leaf spot of winter wheat. Plant Disease 77: 521-527.

Stubbs R W, Prescott JM, Saari EE and Dubin J, 1986. Cereal disease methodology manual. Centro International de Mejoramiento de Maiz y Trigo, (CIMMYT) Mexico.

Treikale O, Afanasjeva I and Pugacheva J, 2006. Control of fusarium head blight of winter wheat by artificial and natural infection using new fungicides. Acta Agrobotanica 59: 151-162.

Vieira Dos Santos AMP, Matsumura ATS and Van Der Sand AST, 2002. Intraspecific genetic diversity of *Drechslera tritici repentis* as detected by random amplified polymorphic DNA analysis. Genetics and Molecular Biology 25(2): 243-250.

Wegula SN, Breathnach JA and Baenziger PS, 2009. Effect of growth stage on the relationship between tan spot and spot blotch severity and yield in winter wheat. Crop Protection 28: 696-702.

Wegula SN, Klein RN and Harveson RM, 2006. Tan spot disease of wheat. Neb Guide.

Wiersma JJ and Motteberg CD, 2005. Evaluation of five fungicide application timmings for control of leaf spot disease and Fusarium head blight in hard red spring wheat. Canadian Journal of Plant Pathology 27: 25-37.

Wightwick A, Walters R, Allinson G, Reichman S and Menzies N, 2010. Environmental risks of fungicides used in horticultural production systems, Pp. 273-304 In: Odile Carisse (Ed.), Fungicides, INTECH Open Access Publisher.

Investigating the Effectiveness of Some Registered Fungicides in Control of Wheat Tan Spot

M Aldaghi[1*], A Abbasi[2] and M Pirnia[3]

[1]Assistant Prof. of Plant Protection Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources, Sari, Iran.
[2]MSc. Student, Damghan Azad University, Damghan, Iran.
[3]Assistant Prof., Department of Plant Protection, University of Zabol, Zabol, Iran.
*Corresponding author: m_aldaghi@yahoo.com

Received:6 May 2015 Accepted:16 Dec 2015

Abstract

Tan spot disease incited by *Pyrenophora tritici-repentis*, is an important disease of wheat throughout the world, including Iran. The disease inflicts considerable losses to the crop in the epidemic conditions. Application of fungicides is a quick method for control of the disease in epidemic years. In this study, the effect of some registered fungicides was evaluated on growth inhibition of the causal agent as *in vitro*, and also for control of the disease in greenhouse and field conditions on a susceptible wheat line (N-80-19). The experimental design was carried out as completely randomized in *in vitro* condition and as split plot in greenhouse and field conditions with 3 replications. Main plots were included the fungicides Cyproconazole, Cyproconazole+Carbendazim (Altocombi), Flusilazole+Carbendazim (Alert), Iprodione+Carbendazim (Rovral T-S), Propiconazole, Tebuconazole, Carbendazim and Benomyl), and sub-plots were consisted of the spraying times (flag leaf, head appearance and flag leaf+panicle appearance stages). The treatments were evaluated by recording the infection index, 10 days after the last spraying simultaneously with disease development on control plots. The grain yield was also calculated after wheat harvesting. The results demonstrated Rovral T-S (73.83%), Altocombi (71.92%) and Alert (69.42%) had maximum *in vitro* growth inhibition of the fungus. The three fungicides showed considerable advantages on reduction of infection index and increase of yield in greenhouse and field tests, compared to other fungicides. For infection index, no-significant difference was recorded among spraying times. The highest thousand grain weight was respectively obtained by spraying at flag leaf + head appearance (increasing 10.11 and 9.94 grams), flag leaf (increasing 9.26 and 9.18 grams) and head appearance stages (increasing 9.15 and 8.68 grams, respectively, for greenhouse and field), compared to their control.

Keywords: Wheat, Tan spot, Fungicide, Infection index, Yield.