نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۴۹۴-۴۸۱

Journal of Plant Protection
Vol. 32, No. 4, Winter 2019, p. 481-494

تعیین زمان مناسب استفاده از قارچ‌کش‌ها جهت مهار بیماری لکه خرمایی گندم بر اساس مراحل رشدی گیاه

مصطفی عابدی تیزکی[۱*]- کوروش رضاپور[۲]- محمد علی آقاجانی[۳]- فرداد اسدی[۴]- سیاوش سلیمیان[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۷/۱۴

چکیده

بیماری لکه خرمایی (*Pyrenophora tritici-repentis*) یکی از بیماری‌های برگی مخربی است که در شرایط اپیدمی خسارت قابل توجهی به گندم وارد می‌کند و استفاده از قارچ‌کش‌ها، روش سریع کنترل این بیماری در سال‌های اپیدمی می‌باشد. بدین منظور آزمایشی در مزرعه در قالب طرح کرت‌های خرد شده (با پایه بلوک‌های کامل تصادفی) در چهار تکرار طراحی گردید. عامل اصلی آزمایش را ارقام (کوهدشت و کریم) و عامل فرعی را تیمارهای سمپاشی با قارچ‌کش‌های رایج منطقه شامل تیلت، فولیکور، فالکن و رکس دو به ترتیب در چهار زمان T_0 (مرحله اوایل ساقه‌روی تا تشکیل گره ۱)، T_1 (مرحله تشکیل گره ۳-۲)، T_2 (مرحله ظهور کامل برگ پرچم) و T_3 (مرحله گلدهی) تشکیل دادند. در این بررسی، تیمارهای سمپاشی از مرحله ظهور کامل برگ پرچم تا گلدهی (تیمارهای Tr_3، Tr_5، Tr_6، Tr_8 و Tr_9)، مقدار AUDPC-I را در رقم کوهدشت بین ۸۰/۵-۴۲/۱ درصد و در رقم کریم بین ۷۶/۶-۳۳/۳ درصد کاهش دادند در حالی‌که مقدار AUDPC-S به ترتیب در رقم‌های کوهدشت و کریم بین ۴۷- ۳۰/۷ درصد و ۵۸-۳۳ درصد کاهش یافت. بیشترین درصد افزایش عملکرد نیز در تیمارهای مرحله ظهور کامل برگ پرچم تا گلدهی وجود داشت که به‌ترتیب در رقم‌های کوهدشت و کریم بیش ۳۶ درصد (۱۰۷۱/۲ تا ۱۲۹۸/۹ کیلوگرم در هکتار) و ۳۴ درصد (۱۰۵۴/۵ تا ۱۳۱۳/۸ کیلوگرم در هکتار) افزایش عملکرد مشاهده شد. بر اساس نتایج بدست آمده، تیمار Tr (یکبار سمپاشی در زمان T_2)، مناسب‌ترین تیمار از نظر زمان استفاده قارچ‌کش جهت کاهش تعداد دفعات سمپاشی و فشار بیماری، افزایش عملکرد و سود اقتصادی بود.

واژه‌های کلیدی: تیمارهای سمپاشی، گندم، لکه خرمایی، مرحله رشدی، *Pyrenophora tritici-repentis*

مقدمه

بیماری لکه خرمایی گندم توسط قارچ نکروتروفیک *Pyrenophora tritici-repentis* ایجاد می‌شود که فرم غیرجنسی این قارچ تحت عنوان *Drechslera tritici-repentis* شناخته می‌شود. این بیماری بذر زی بوده و بعنوان یکی از بیماری‌های مخرب گندم در بسیاری از نقاط دنیا از جمله آسیا، اروپا و امریکا گزارش شده است (۸). در ایران این بیماری در سال ۱۳۷۱ گزارش شده است (۱۳). در استان گلستان به دلیل شرایط آب و هوایی مساعد و کاربرد خاکورزی حفاظتی، شیوع گسترده بیماری لکه خرمایی بر روی لاین و ارقام مختلف گندم گزارش شده است (۹ و ۱۳).

به دلیل افزایش اهمیت اقتصادی بیماری لکه خرمایی، انتشار سریع آن و کاهش شدید عملکرد محصول (بیش از ۵۰ درصد)، راهکارهای مختلفی از جمله کاربرد ارقام مقاوم، تناوب کشت، مدیریت بقایا، پیش آگاهی، کنترل بیولوژیک و بکارگیری قارچ‌کش‌ها ارائه شده است (۷، ۱۰ و ۱۵). در حال حاضر با بکارگیری گسترده سیستم خاکورزی حفاظتی و به جاماندن بقایا در سطح خاک، استفاده از سموم قارچ‌کش رایج‌ترین راهبرد کنترل این بیماری در بیشتر مناطق به شمار می‌رود.

با توجه به کاربرد خاکورزی حفاظتی در مناطق شمالی ایران (استان گلستان)، این بیماری از همان اوایل پنجه‌زنی (با مساعد شدن شرایط محیطی) می‌تواند آلودگی ایجاد کند، اما انتخاب تعداد دفعات و زمان سمپاشی وابسته به عملکرد اقتصادی محصول می‌باشد. تحت مدیریت تلفیقی بیماری‌ها (IDM)، استفاده از قارچ‌کش‌ها برای کنترل بیماری‌های برگی بر اساس سطح بیماری (فشار بیماری)، مرحله

۱- پژوهشگر مرکز تحقیقات و نوآوری سازمان اتکا، تهران، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: M.abeditizaki@gmail.com)
۲- هلدینگ مزارع نوین ایرانیان، شرکت سهامی مزرعه نمونه، تهران، ایران
۳- استادیار بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان، ایران
۴ و ۵- هلدینگ مزارع نوین ایرانیان، شرکت سهامی مزرعه نمونه، گرگان، ایران
DOI: 10.22067/jpp.v32i4.71983

رشدی گیاه و تنها برای ارقام حساس به بیماری توصیه می‌شود (۱۵). از آنجایی‌که معمولاً حداکثر یک یا دو بار سمپاشی در مزارع گندم صورت می‌گیرد، لازم است برای کنترل این بیماری، زمان سمپاشی با توجه به مرحله رشدی گیاه جهت کاهش تعداد دفعات سمپاشی و افزایش عملکرد اقتصادی در نظر گرفته شود (۳ و ۴).

تاکنون قارچ‌کش‌های مختلفی از جمله تری آزول‌ها (پروپیکونازول، پروتیکونازول، اپوکسی کونازول) و استروبیلورین‌ها (پیراکلستروبین) برای کنترل بیماری لکه خرمایی ارائه شده است (۱۴ و ۱۸)، اما کارایی قارچ‌کش‌های توصیه شده زمانی مؤثر است که در زمان مناسب جهت کاهش فشار بیماری بر روی برگ‌های مهم گیاه از جمله برگ پرچم و دو برگ ماقبل آن استفاده شود (۳). چهار زمان بر اساس مرحله رشدی گیاه گندم جهت استفاده از قارچ‌کش‌ها برای کنترل بیماری‌های برگی ارائه شده است که زمان اول در مرحله اوایل ساقه‌روی تا تشکیل گره ۱، زمان دوم در مرحله تشکیل گره ۳-۲، زمان سوم در مرحله ظهور کامل برگ پرچم و زمان چهارم در مرحله گلدهی می‌باشد (۱۸). البته مرحله گلدهی همزمان برای کنترل بیماری‌های برگی و سنبله استفاده می‌شود. هدف از این سمپاشی‌ها کاهش فشار بیماری بر روی برگ‌ها، افزایش سبزینه بویژه برگ پرچم و دو برگ ماقبل آن، کاهش تعداد دفعات سمپاشی و هزینه‌های ناشی از آن و افزایش عملکرد می‌باشد (۱۸) و قابل توجه است که برگ پرچم و دو برگ ماقبل آن بیشترین تأثیر (حدود ۶۵ درصد) را در عملکرد نهایی دارند (۲۵). مطالعات متعددی اثر زمان استفاده از قارچ‌کش‌ها را بر کنترل بیماری لکه خرمایی در مراحل مختلف رشدی گندم و افزایش عملکرد نشان داده است. کلی (۱۷) طی یک مطالعه شش ساله کارایی قارچ‌کش پروپیکونازول را در افزایش عملکرد گندم حدود ۷۷ درصد نشان داد. ویگولو و همکاران (۲۲) پی بردند که بیش از ۴۲ درصد خسارت اقتصادی می‌توانند از طریق استفاده از قارچ‌کش‌های برگی در گندم زمستانه کاهش یابد. داچک و جونز-فلوری (۱۱) پی برد که بهترین زمان کنترل این بیماری بین ظهور برگ پرچم و اواسط گلدهی می‌باشد. ویرسما و متبرگ (۲۴) نشان دادند که بهترین زمان استفاده از قارچ‌کش‌ها برای کنترل لکه خرمایی در مرحله گلدهی (GS60) می‌باشد و همچنین افزایش قابل توجهی در عملکرد نیز مشاهده می‌شود.

از آنجایی‌که نتایج استفاده از قارچ‌کش‌ها در مراحل مختلف رشدی گندم متناقض است و در ایران نیاز مطالعه جامعی در مورد زمان استفاده از قارچ‌کش‌ها برای کنترل این بیماری وجود ندارد، این مطالعه با هدف تصمیم‌گیری و تعیین زمان مناسب استفاده از قارچ‌کش‌های رایج منطقه در چهار مرحله رشدی گندم (مرحله اوایل ساقه‌روی تا گره ۱، مرحله تشکیل گره ۳-۲، ظهور کامل برگ پرچم و گلدهی) جهت کاهش فشار بیماری بر روی برگ‌های بالایی گیاه بویژه پرچم و مقایسه اثر تعداد دفعات (اثر پیوستگی سمپاشی) و زمان سمپاشی بر کاهش خسارت بیماری، افزایش عملکرد و سود اقتصادی حاصل از آن در مراحل مختلف رشدی گندم صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تعیین زمان مناسب استفاده از قارچ‌کش‌ها برای کنترل بیماری لکه خرمایی، پژوهشی مزرعه‌ای در سال زراعی ۹۶-۱۳۹۵ در مزرعه تحقیقاتی مهندس آئینه واقع در شرکت مزرعه نمونه گرگان در انبار آلوم (۵۰ کیلومتری شمال گرگان) انجام شد. در این پژوهش دو رقم رایج گندم شامل کوهدشت و کریم مورد بررسی قرار گرفتند. آزمایش بصورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انجام شد که عامل اصلی رقم و عامل فرعی برنامه سمپاشی در نظر گرفته شد. در قطعاتی از مزرعه که سابقه بیماری لکه خرمایی وجود داشت اقدام به کشت گندم شد. جهت تایید وجود اینوکلوم بیماری در مزارع گندم، اقدام به نمونه برداری از بقایای گندم شد. به دلیل خاکورزی حفاظتی و به جاماندن بقایا، مقادیر بالایی از اینوکلوم بیماری (سودوتسیوم قارچ) در بقایا یافت گردید. همچنین به دلیل اطمینان از مستقر شدن قارچ عامل بیماری، در مرحله اوایل ساقه‌روی (GS30) با اسپور *Drechslera tritici-repentis* تلقیح مصنوعی نیز صورت گرفت. پس از کشت گندم، مزارع هر هفته پایش شدند و مراحل رشدی گیاه بر اساس شاخص زادوکس و همکاران (۲۵) در زمان‌های T_0، T_1، T_2 و T_3 ثبت گردید (جدول ۱).

اعمال تیمارهای سمپاشی براساس زمان مراحل رشدی گندم

چهار زمان مرحله رشدی گیاه گندم برای انجام سمپاشی با قارچ‌کش‌های رایج منطقه در نظر گرفته شد. زمان اول (T_0) در مرحله اوایل ساقه‌روی تا تشکیل گره ۱ (GS30-31)، زمان دوم (T_1) در مرحله تشکیل گره ۳-۲ (GS32-33)، زمان سوم (T_2) در مرحله ظهور کامل برگ پرچم (GS39) و زمان چهارم (T_3) در مرحله اوایل گلدهی (GS61) بود (جدول ۱). در این بررسی، ده تیمار سمپاشی و بدون سمپاشی (شاهد) بر اساس زمان مراحل رشدی گندم در نظر گرفته شد. تیمارها بصورت یکبار سمپاشی، دوبار سمپاشی، سه بار سمپاشی و چهار بار سمپاشی انتخاب شدند که تیمارهای دو، سه و چهار بار سمپاشی بصوت ترکیبی از تیمارهای مختلف صورت گرفت تا اثر تعداد دفعات و پیوستگی سمپاشی (اثر کاهش مستمر فشار بیماری بر برگ‌ها) در مراحل مختلف رشدی گندم مشخص گردد (جدول ۱). جزئیات تیمارهای سمپاشی و مراحل استفاده آنها بدین شرح بود (جدول ۱):

Tr_1: تیمار یکبار سمپاشی در مرحله اوایل ساقه‌روی تا گره ۱، Tr_2: تیمار یکبار سمپاشی در مرحله تشکیل گره ۳-۲، Tr_3: تیمار

یکبار سمپاشی در مرحله ظهور کامل برگ پرچم، Tr_4: تیمار یکبار سمپاشی در مرحله گلدهی، Tr_5: تیمار دو بار سمپاشی در مرحله تشکیل گره ۳-۲ + ظهور کامل برگ پرچم، Tr_6: تیمار دو بار سمپاشی در مرحله ظهور کامل برگ پرچم + گلدهی، Tr_7: تیمار دو بار سمپاشی در مرحله اوایل ساقه‌روی تا تشکیل گره ۱ + تشکیل گره ۳-۲، Tr_8: تیمار سه بار سمپاشی در مرحله تشکیل گره ۳-۲+ ظهور کامل برگ پرچم+ گلدهی، Tr_9: تیمار چهار بار سمپاشی در مرحله اوایل ساقه‌روی تا تشکیل گره ۱+ تشکیل گره ۳-۲+ ظهور کامل برگ پرچم+ گلدهی (جدول ۱).

برای سمپاشی از قارچ‌کش‌های رایج منطقه (تیلت، فولیکور، فالکن و رکس دو) که کارایی آنها برای کنترل بیماری‌های لکه برگی از جمله لکه خرمایی به اثبات رسیده است، استفاده شد (جدول ۱) (۲ و ۴). در سمپاشی اول (زمان T_0) از قارچ‌کش تیلت (۱ لیتر در هکتار)، سمپاشی دوم (زمان T_1) از قارچ‌کش فولیکور (۱ لیتر در هکتار)، سمپاشی سوم (زمان T_2) از قارچ‌کش فالکن (۰/۸ لیتر در هکتار) و سمپاشی چهارم (زمان T_3) از قارچ‌کش رکس دو (۰/۵ لیتر در هکتار) استفاده گردید (جدول ۱).

تعیین شاخص‌های آلودگی (وقوع و شدت بیماری)

پس از کشت گندم و ثبت مراحل رشد گیاه بر اساس شاخص زادوکس و اعمال تیمارهای سمپاشی در مراحل مختلف رشدی دو رقم گندم کوهدشت و کریم، با ظهور علائم، مقادیر وقوع (I) و شدت بیماری (S) هر هفته یکبار در هر قطعه با ۵ کادر ۱×۱ متر ثبت گردید. وقوع بیماری بر اساس فرمول زیر محاسبه گردید:

$$I=\sum \frac{x}{n} \times 100$$

x: تعداد بوته‌های آلوده، n: کل بوته‌های ارزیابی شده

جدول ۱- جزئیات تیمارهای سمپاشی، زمان و تعداد دفعات استفاده از قارچ‌کش‌های رایج منطقه با توجه به مرحله رشدی گندم جهت کنترل بیماری لکه خرمایی

Table 1- Details of spraying treatments, timing and frequency of fungicides application according to wheat growth stage for controlling of tan spot disease

نام تیمار Treatments	تعداد دفعات سمپاشی Number of spraying	زمان استفاده از قارچ‌کش با توجه به مراحل رشدی گندم بر اساس شاخص زادوکس Fungicide application timing at growth stages according to Zadoks scale			
		T_0	T_1	T_2	T_3
		اوایل ساقه روی تا تشکیل گره ۱ Early stem elongation to node formation 1 (GS30-31)	گره ۳-۲ Node formation 2-3 (GS32-33)	ظهور کامل برگ پرچم Full flag leaf emergence (GS39)	مرحله اوایل گلدهی Flowering (GS61)
		قارچ‌کش تیلت Tilte	قارچ‌کش فولیکور Folicur	قارچ‌کش فالکن Falcon	قارچ‌کش رکس دو Rexduo
Tr_1	1	■			
Tr_2	1		■		
Tr_3	1			■	
Tr_4	1				■
Tr_5 (T_1+T_2)	2		■	■	
Tr_6 (T_2+T_3)	2			■	■
Tr_7 (T_0+T_1)	2	■	■		
Tr_8 (T_1+T_2+T_3)	3		■	■	■
Tr_9 (T_0+T_1+T_2+T_3)	4	■	■	■	■
Tr_{10} (شاهد Check)	0				

شدت بیماری بر اساس درصد سطح نکروز برگ با روش ساری و پرسکات (۲۱) در مقیاس ۹۹-۰۰ انجام شد که رقم اول (سمت چپ) بیان کننده ارتفاع نسبی بیماری و رقم دوم (سمت راست) بیان کننده میزان شدت بیماری (نکروز سطح برگ) است. داده‌های به دست آمده که شامل اعداد کیفی و معیاری برای بیان شدت بیماری بود، توسط رابطه $Arcsinx^{1/2} + 0.5$ به اعداد کمی تبدیل شدند. سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC; Area Under the Disease Progress Curve) با استفاده از فرمول زیر برای صفت سطح وقوع و نکروز سطح برگ محاسبه شد:

$$AUDPC= \sum_{i}^{n-1} \left[\frac{y_i+y_{i+1}}{2}\right](t_{i+1}-t_i)$$

که در آن n تعداد دفعات یادداشت برداری، y مقدار بیماری، و t زمان (روز) پس از کشت گندم هستند.

اندازه‌گیری صفات و پارامترهای مورد بررسی

پس از رسیدگی کامل گندم، صفات عملکرد و اجزای عملکرد از جمله وزن هزاردانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله بارور در سطح و عملکرد دانه مورد بررسی قرار گرفت. جهت برآورد سود اقتصادی حاصل از تعداد دفعات سمپاشی در مراحل مختلف رشدی گیاه، میزان افزایش عملکرد و سود حاصل از آن و هزینه‌های ناشی از سمپاشی در دو رقم کوهدشت و کریم مورد مقایسه قرار گرفت. همچنین میزان خسارت وارده به تیمارها و اثر تیمارهای سمپاشی بر کاهش مقادیر AUDPC-I و AUDPC-S، افزایش عملکرد و اجزای عملکرد و درصد کاهش خسارت در مراحل مختلف رشدی گندم محاسبه گردید. میزان خسارت وارده به تیمارها از طریق فرمول زیر محاسبه گردید:

$$Loss=\frac{YTr_{max}-YTr}{YTr_{max}}\times 100$$

YTr_{max}: تیمار با عملکرد بهینه (تیمار Tr_9)، YTr: عملکرد تیمارهای سمپاشی (کیلوگرم در هکتار)

میزان درصد کاهش خسارت از اختلاف درصد خسارت وارده به تیمار شاهد (Tr_{10}) با تیمارهای مختلف محاسبه شد. اثر تیمارهای سمپاشی بر افزایش عملکرد و اجزای عملکرد با فرمول زیر محاسبه گردید:

$$Y=\frac{Tr_{x=1-9}\times 100}{Trc}-100$$

$Tr_{x=1-9}$: تیمارهای سمپاشی (Tr_1 تا Tr_9)، Trc: تیمار شاهد (Tr_{10})

اثر تیمارهای سمپاشی بر کاهش مقادیر AUDPC-I و AUDPC-S با فرمول $AUTr=\frac{AUDPC_{Trc}-AUDPC_{Tr}}{AUDPC_{Trc}}\times 100$ محاسبه شد. $AUDPC_{Trc}$: مقدار AUDPC شاهد (Tr_{10})، $AUDPC_{Tr}$: مقدار AUDPC تیمارهای سمپاشی (Tr_1 تا Tr_9).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از ثبت کلیه داده‌ها، ابتدا مفروضات تجزیه واریانس از جمله نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS (V. 9.1) و رویه univariate مورد بررسی قرار گرفت و پس از اطمینان از برقراری این مفروضات، تجزیه واریانس و پس از آن مقایسه میانگین به روش کمترین اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

طبق نتایج به دست آمده از تجزیه واریانس داده‌ها، اثر فاکتور رقم و تیمارهای سمپاشی بر مقادیر وقوع (I) و شدت بیماری (S)، سطح زیر منحنی‌های پیشرفت بیماری (AUDPC)، شاخص‌های عملکرد و اجزای عملکرد دارای اختلاف معنی‌داری بود و همچنین اثر متقابل بین فاکتورهای رقم و تیمارهای سمپاشی نیز اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۲). لذا دو فاکتور رقم و تیمارهای سمپاشی مستقلاً بر روی بر وقوع و شدت بیماری، منحنی‌های پیشرفت بیماری، شاخص‌های عملکرد و اجزای عملکرد تأثیر نمی‌گذارند، بلکه دارای اثرات متقابل هستند و باید به روند اثرات ساده آنها توجه نمود (جدول ۲). بنابراین با توجه به معنی‌دار شدن اثرات متقابل رقم و تیمارهای سمپاشی، مقایسه میانگین‌ها به تفکیک دو رقم کوهدشت و کریم صورت گرفت.

مقایسه میانگین مقدار وقوع (I) و شدت بیماری (S)، AUDPC-I و AUDPC-S

نتایج مقایسه میانگین مقادیر درصد وقوع بیماری در تیمارهای سمپاشی مورد استفاده در رقم‌های کوهدشت و کریم نشان داد که بیشترین اختلاف معنی‌دار و کمترین آلودگی از نظر وقوع بیماری به ترتیب در تیمارهای Tr_9 (۱۲/۷ ٪ و ۱۲٪) ، Tr_8 (۱۴٪، ۱۳٪)، Tr_6 (۲۳/۶ ٪، ۱۹/۵٪)، Tr_3 (۳۰/۲ ٪، ۲۳ ٪) و Tr_5 (۳۲/۱ ٪، ۲۴٪) نسبت به شاهد Tr_{10} (۷۸/۵٪، ۶۳/۵٪) وجود داشت (جدول ۳). در هر دو رقم مورد بررسی تیمارهای Tr_7 (۷۲/۷ ٪، ۵۸/۷٪) و Tr_4 (۶۰/۲ ٪، ۴۷/۸ ٪) بیشترین میانگین آلودگی را از نظر وقوع بیماری داشتند (جدول ۳).

کمترین آلودگی از نظر شدت بیماری در هر دو رقم کوهدشت و کریم به ترتیب در تیمارهای Tr_9 (۱۰/۲ ٪، ۸/۲ ٪)، Tr_8 (۱۱/۵ ٪، ۸/۲ ٪)، Tr_6 (۱۸ ٪، ۱۵/۲ ٪)، Tr_3 (۲۵/۲ ٪، ۲۰ ٪) و Tr_5 (۲۷ ٪، ۲۱ ٪) مشاهده شد (جدول ۳). بیشترین درصد نکروز سطح برگ در تیمارهای Tr_1 (۵۷ ٪، ۵۳/۷ ٪)، Tr_2 (۵۴/۱ ٪، ۵۰/۳ ٪)، Tr_7

(۵۲/۸ ٪، ۴۸/۸٪) و Tr_4 (۴۵/۵٪، ۴۰/۵ ٪) وجود داشت که در این تیمارها، برگ‌های پرچم و دو برگ ماقبل آن از آلودگی بالایی برخوردار بودند (جدول ۳). بیشترین اختلاف معنی‌دار و کمترین مقدار AUDPC-I و AUDPC-S در هر دو رقم نسبت به شاهد (Tr_{10}) در تیمارهای Tr_9، Tr_8، Tr_6، Tr_3 و Tr_5 وجود داشت (جدول ۳) در حالی‌که در هر دو رقم تیمارهای Tr_2، Tr_7 و Tr_4 از بالاترین میانگین AUDPC-I و AUDPC-S برخوردار بودند (جدول ۳).

جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس وقوع و شدت بیماری، منحنی‌های پیشرفت بیماری، شاخص‌های عملکرد و اجزای عملکرد در دو رقم گندم کوهدشت و کریم

Table 2– Results of ANOVA of disease incidence and severity, area under the disease progress curve, yield and yield components in Koohdasht and Karim cultivars

		میانگین مربعات Ms							
منابع تغییرات Source	درجه آزادی Df	درصد وقوع (I)	درصد شدت بیماری (S)	AUDPC_I	AUDPC_S	وزن هزاردانه TKW	تعداد دانه در سنبله NKS	تعداد سنبله بارور در واحد سطح NSPA	عملکرد دانه در هکتار Yield
بلوک Block	3	123.74	101.6	13270.07	45642.92	6.45	1.02	11.61	5012.57
رقم Cultivar	1	4336.51	239.11**	87233223.61**	239914.51**	195.30**	112.84**	2365.31*	22991.74**
خطای اصلی Main error	3	78.86	65.82	12986.25	323.59	10.19	5.01	17.23	66.23
تیمارهای سمپاشی Spraying treatments	9	3315.84	197.92**	3127509.89**	1306586.73**	100.15**	88.23**	64.56*	26636.49**
رقم× تیمارهای سمپاشی Cultivar× Spraying treatments	9	181.90	151.27**	472325.54**	12308.38**	8.46**	5.41**	3.64*	53.89**
خطای فرعی Sub-main error	54	58.77	48.2	48740.80	649.59	3.11	2.2	1.89	29.97
ضریب تغییرات CV		7.71	6.55	10.1	8.8	4.32	4.12	1.42	10.23

* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

* and ** Significant difference at 5% and 1 %, respectively

مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد

بیشترین مقدار وزن هزاردانه در هر دو رقم کوهدشت و کریم مربوط به تیمارهای Tr_8 (۳۸/۱، ۴۱ گرم) و Tr_9 (۳۸/۲، ۴۱/۱ گرم) بود و پس از آن تیمارهای Tr_6 (۳۷/۵، ۴۰/۸ گرم)، Tr_3 (۳۷/۱۱، ۴۰/۲ گرم) و Tr_5 (۳۷، ۳۹/۹ گرم) بیشترین میانگین وزن هزاردانه را داشتند (شکل a – ۱). کمترین مقدار میانگین وزن هزاردانه در رقم کوهدشت و کریم در تیمار Tr_1 (۳۰/۶، ۳۲/۷ گرم) مشاهده شد که با شاهد (۳۰/۲، ۳۲/۳ گرم) اختلاف معنی‌داری نداشت (شکل a –۱). بیشترین اختلاف معنی‌دار در تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله بارور در واحد سطح با شاهد در هر دو رقم کوهدشت و کریم در تیمارهای Tr_8، Tr_9، Tr_6، Tr_3 و Tr_5 مشاهده شد (شکل b-c ۱).

جدول ۳ - نتایج مقایسه میانگین درصد وقوع (I)، شدت بیماری (S)، AUDPC-S و AUDPC-I بیماری لکه خرمایی در دو رقم گندم کوهدشت و کریم

Table 3- The results of mean comparison of incidence (I), severity (S), AUDPC-S and AUDPC-I of tan spot disease in Koohdasht and Karim cultivars

تیمارها Treatments	درصد وقوع بیماری (I)		درصد شدت بیماری (S)		AUDPC-I		AUDPC-S	
	رقم کوهدشت Koohdasht	رقم کریم Karim	رقم کوهدشت Koohdasht	رقم کریم Karim	رقم کوهدشت Koohdasht	رقم کریم Karim	رقم کوهدشت Koohdasht	رقم کریم Karim
Tr_1	75.7 a	62.2 a	57 a	53.7 a	2793.6 a	1772.8 a	4011.3 a	3177.2 a
Tr_2	74.5 ab	59.7 ab	54.1 b	50.3 b	2744.7 ab	1612.6b	3786.1 b	2889 b
Tr_3	30.2 d	23 d	25.5 d	20 d	1677 d	1255 d	2815.1 d	2161.5 d
Tr_4	60.2 c	47.8 c	45.5 c	40.5 c	2324.8 c	1436.1 c	3345.7 c	2733 c
Tr_5	32.1 d	24 d	27 d	21 d	1716 d	1296.5 d	2889.8 d	2210.8 d
Tr_6	23.6 e	19.5 de	18 e	15.2 e	1478.8 e	1052.2 e	2600.8 e	1878.2 e
Tr_7	72.7 b	58.7 b	52.8 b	48.8 b	2732.5 b	1672.6 b	3893.7 b	2935.2 b
Tr_8	14 f	13 f	11.5 f	8.2 f	579.3 f	481 f	2182.2 e	1367.1 f
Tr_9	12.7 f	12 f	10.2 f	8.2 f	564 f	439.7 f	2152 e	1354.1 f
Tr_{10} (شاهدcheck)	78.5 a	63.5 a	58 a	55.2 a	2896.8 a	1882.5 a	4061.6 a	3226.8 a
مقدار LSD	3.1	3.6	1.5	1.5	151.9	112.4	64.3	50.3

اعداد دارای حروف غیر مشابه از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند

Numbers followed by the different letters are significantly difference (P<0.05)

از نظر میانگین عملکرد دانه، بیشترین میانگین عملکرد دانه در ارقام کوهدشت و کریم به ترتیب در تیمارهای Tr_9 (۴۲۰۶/۲، ۴۴۱۳/۱ کیلوگرم در هکتار)، Tr_8 (۴۱۶۰/۴، ۴۳۷۸/۷ کیلوگرم در هکتار)، Tr_6 (۴۰۹۸/۴، ۴۳۴۰ کیلوگرم در هکتار)، Tr_3 (۳۹۷۸/۵، ۴۱۵۳/۷ کیلوگرم در هکتار) و Tr_5 (۳۹۴۰/۲، ۴۰۹۱/۷ کیلوگرم در هکتار) وجود داشت (شکل d- ۱). تیمار Tr1 (۲۹۶۸/۶، ۳۱۴۸/۲ کیلوگرم در هکتار) کمترین مقدار عملکرد دانه را در هر دو رقم مورد بررسی داشت که با شاهد Tr_{10} (۲۹۰۷/۲، ۳۰۹۹/۲ کیلوگرم در هکتار) در یک گروه آماری قرار گرفت و اختلاف معنی‌داری بین آنها مشاهده نگردید (شکل d- ۱). با توجه به نتایج بدست آمده، تیمارهای سمپاشی از مرحله ظهور کامل برگ پرچم تا گلدهی (Tr_3، Tr_5، Tr_6، Tr_8 و Tr_9) از درصد وقوع، شدت، AUDPC-I و AUDPC-S پایینتر و درصد عملکرد و اجزای عملکرد بالاتری نسبت به تیمارهای یک تا دو بار سمپاشی در مرحله تشکیل گره (تیمارهای Tr_1، Tr_2 و Tr7) و تیمار یکبار سمپاشی در مرحله گلدهی (Tr_4) برخوردار بودند که نقطه مشترک همه این تیمارها، سمپاشی در مرحله ظهورکامل برگ پرچم بود (جدول ۳، شکل a-d-۱).

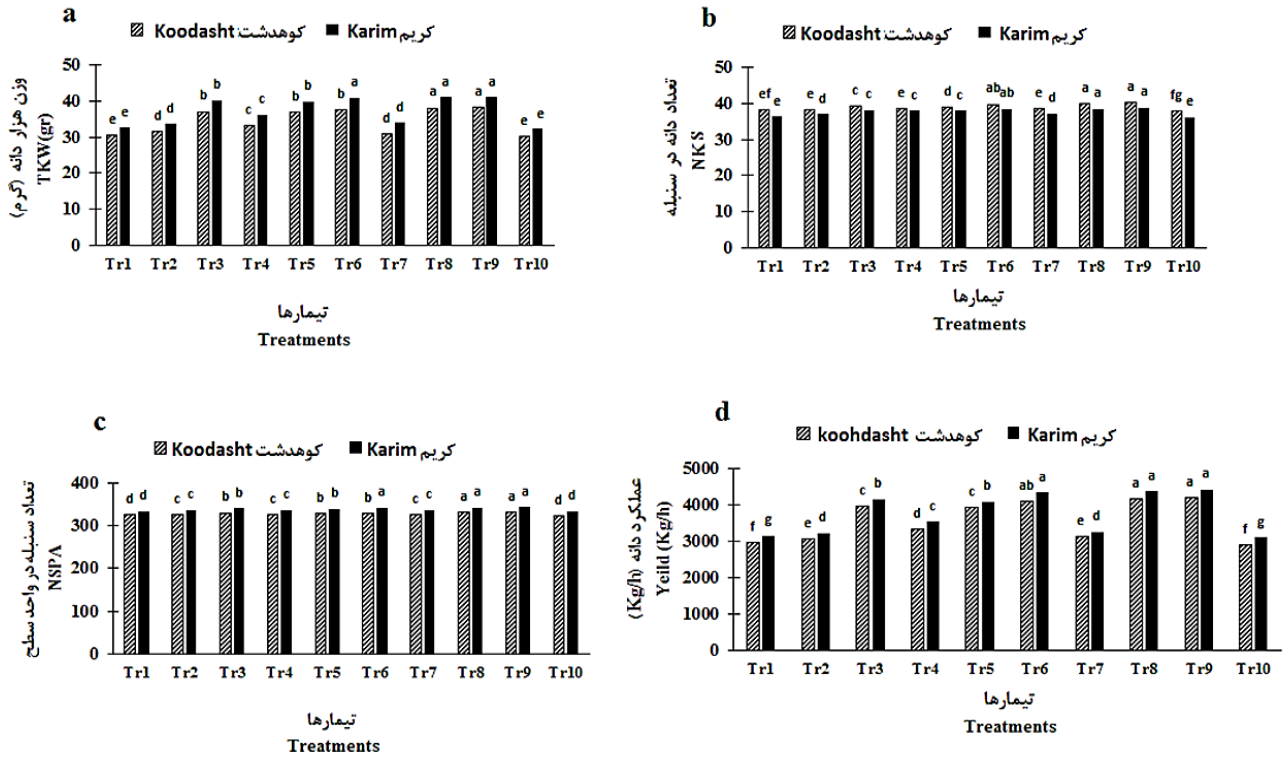
مقایسه اثر تیمارهای سمپاشی بر درصد کاهش مقادیر AUDPC-I و AUDPC-S در ارقام کوهدشت و کریم

بواسطه سمپاشی از مرحله تشکیل گره تا گلدهی، مقادیر AUDPC-I در رقم کوهدشت بین ۸۰/۵ – ۳/۶ درصد و در رقم کریم بین ۷۶/۶-۵/۸ درصد یافت در حالی‌که مقادیر AUDPC-S به ترتیب در رقم‌های کوهدشت و کریم بین ۴۷-۱/۲ درصد و ۵۸-۱/۵ درصد کاهش یافت (شکل a ،b ۲). قابل توجه است که بیشترین درصد کاهش مقادیر AUDPC-I و AUDPC-S در هر دو رقم مورد بررسی در تیمارهای سمپاشی از مرحله ظهور کامل برگ پرچم تا گلدهی مشاهده شد در حالی‌که کمترین اثرگذاری تیمارهای سمپاشی بر درصد کاهش مقادیر AUDPC-I و AUDPC-S در مرحله تشکیل گره وجود داشت (شکل a ،b ۲).

مقایسه اثر تیمارهای سمپاشی بر درصد افزایش شاخص‌های عملکرد و اجزای عملکرد

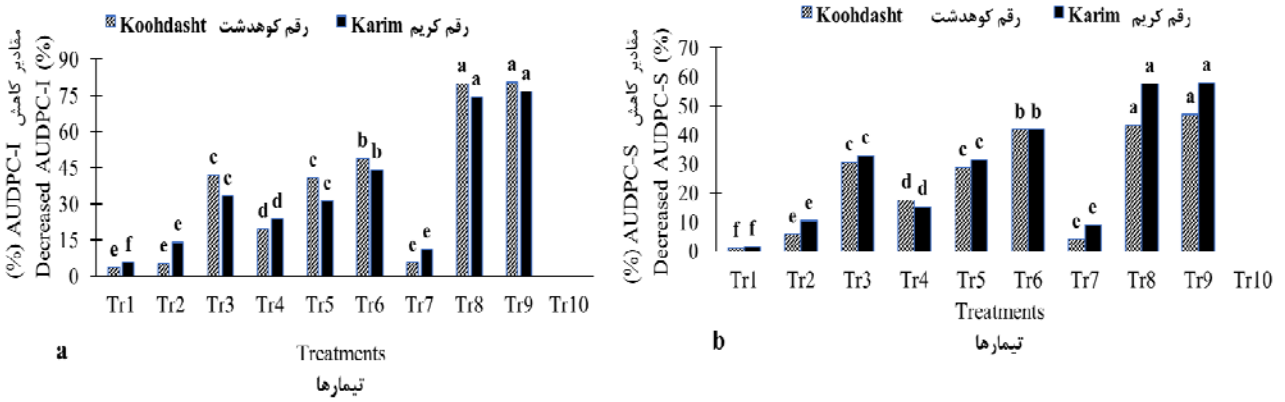
مقایسه اثر تیمارهای سمپاشی بر درصد افزایش شاخص‌های عملکرد و اجزای عملکرد شامل وزن هزاردانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله بارور در سطح و عملکرد دانه در رقم‌های کوهدشت و کریم نشان داد که به ترتیب تیمارهای سمپاشی از مرحله ظهور کامل برگ پرچم تا گلدهی یعنی تیمارهای Tr_9، Tr_8، Tr_6، Tr_3 و Tr_5 نسبت به دیگر تیمارها اثر قابل توجهی بر میزان افزایش شاخص‌های عملکرد و اجزای عملکرد داشته‌اند (جدول ۴). در رقم کوهدشت بین ۲۶/۴-۱/۳ درصد افزایش وزن هزاردانه مشاهده شد در حالی‌که در رقم کریم بین ۲۷/۲ – ۱/۲ درصد افزایش وزن هزاردانه وجود داشت

(جدول ۴). از نظر تعداد دانه در سنبله در رقم کوهدشت بین ۵/۷- ۰/۵ درصد و در رقم کریم بین ۷/۴ -۰/۶ درصد افزایش مشاهده شد (جدول ۴). در ارقام کوهدشت و کریم به ترتیب بین ۲- ۰/۱ درصد و ۳/۱- ۰/۳ درصد افزایش تعداد سنبله بارور در سطح وجود داشت (جدول ۴). از نظر افزایش درصد عملکرد دانه، بین ۴۴/۶-۲/۱ درصد در رقم کوهدشت و بین ۴۲/۳- ۱/۵ درصد در رقم کریم، درصد افزایش عملکرد دانه مشاهده شد (جدول ۴).



شکل ۱- مقایسه میانگین وزن هزاردانه (a)، تعداد دانه در سنبله (b)، تعداد سنبله بارور در واحد سطح (c) و عملکرد دانه (d) در تیمارهای مختلف سمپاشی در ارقام کوهدشت و کریم

Figure 1- Mean comparison of thousand kernel weight (a), number of kernels per spike (b), number of spikes per area (c) and yield (d) in different spraying treatments in Koohdasht and Karim cultivars



شکل ۲- مقایسه اثر تیمارهای سمپاشی بر درصد کاهش مقادیر AUDPC-I (a) و AUDPC-S (b) در دو رقم گندم کوهدشت و کریم

Figure 2- Comparison of the effect of spraying treatments on the decrease percentage of AUDPC-I (a) and AUDPC-S (b) in Koohdasht and Karim cultivars

قابل توجه است که در هر دو رقم مورد بررسی کمترین درصد افزایش وزن هزاردانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله بارور در سطح و عملکرد دانه در تیمارهای مرحله تشکیل گره (Tr_1، Tr_2 و Tr_7) و تیمار یکبار سمپاشی شده در مرحله گلدهی (Tr_4) وجود داشت (جدول ۴). بر اساس نتایج بدست آمده، تیمارهای سمپاشی از ظهور کامل برگ پرچم تا گلدهی تأثیر قابل توجهی بر افزایش وزن هزاردانه داشتند و لذا در صورت استفاده از این تیمارهای سمپاشی امکان افزایش پتانسیل عملکرد دانه در هر دو رقم کوهدشت و کریم وجود دارد (جدول ۴).

جدول ٤- مقایسه اثر تیمارهای سمپاشی بر افزایش درصد عملکرد و اجزای عملکرد در دو رقم گندم کوهدشت و کریم

Table 4- Comparison of the effect of spraying treatments on yield and yield components increase in Koohdasht and Karim cultivars

تیمارها Treatments	وزن هزاردانه (٪) TKW (%)		تعداد دانه در سنبله (٪) NKS (%)		تعداد سنبله بارور در واحد سطح NSPA (%)		عملکرد دانه (٪) Yield (%)	
	رقم کوهدشت Koohdasht	رقم کریم Karim	رقم کوهدشت Koohdasht	رقم کریم Karim	رقم کوهدشت Koohdasht	رقم کریم Karim	رقم کوهدشت Koohdasht	رقم کریم Karim
Tr_1	1.3 f	1.2 e	0.5 fg	0.6 f	0.1 d	0.3 cd	2.1 f	1.5 ef
Tr_2	4.3 e	4 d	1 f	2.5 e	0.8 c	0.8 c	5.4 e	3.6 e
Tr_3	22.8 c	24.4 b	3.6 c	5.8 c	1.7 b	2.1 b	36.8 c	34 c
Tr_4	9.9 d	11.7 c	1.5 e	5.2 cd	0.8 c	0.9 c	14.8 d	14.1 d
Tr_5	22.5 c	23.5 b	2.6 d	5.2 cd	1.6 b	2 b	35.5 c	323 c
Tr_6	24.1 b	26.3 a	4.7 ab	6.6 ab	1.7 b	2.6 a	40.9 ab	40 ab
Tr_7	2.6 e	5.2 d	1.3 e	3 e	0.7 c	0.9 c	7.1 e	5 e
Tr_8	26.1 a	26.9 a	5.2 a	6.9 a	2 a	2.7 a	43.1 a	41.2 a
Tr_9	26.4 a	27.2 a	5.7 a	7.4 a	2 a	3.1 a	44.6 a	42.3 a
Tr_{10} (check شاهد)	0	0	0	0	0	0	0	0
مقدار LSD	1.8	1.9	0.4	0.5	0.3	0.4	2.1	2

اعداد دارای حروف غیر مشابه از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند

Numbers followed by the different letters are significantly difference ($P<0.05$)

برآورد درصد خسارت وارده بر ارقام گندم مورد بررسی

برای مقایسه خسارت وارده بر تیمارهای مختلف، تیمار Tr_9 در هر دو رقم که از بالاترین میزان عملکرد برخوردار بود بعنوان عملکرد بهینه در نظر گرفته شد و بقیه تیمارها بر اساس تیمار Tr_9 مقایسه و درصد خسارت محاسبه گردید (جدول ۵). در بین تیمارهای یک بار سمپاشی، تیمار Tr_3 (۵/۴ ٪، ۵/۸ ٪) از درصد خسارت پایینتری برخوردار بود در حالی‌که اختلاف معنی‌داری در درصد خسارت در تیمار Tr_4 (۲۰/۶ ٪، ۱۹/۸ ٪) نسبت به تیمارهای Tr_1 (۲۹/۴ ٪، ۲۸/۶ ٪) و Tr_2 (۲۷/۱ ٪، ۲۷/۱ ٪) وجود داشت (جدول ۵).

اختلاف معنی‌داری در درصد خسارت وارده در تیمار Tr_1 با شاهد (Tr_{10}) بدون سمپاشی (۳۰/۸ ٪، ۲۹/۷ ٪) مشاهده نگردید (جدول ۵). در تیمارهای دوبار سمپاشی، به ترتیب تیمارهای Tr_6 (۲/۵ ٪، ۱/۶ ٪) و Tr_5 (۶/۳ ٪، ۲/۷ ٪) نسبت به تیمار Tr_7 (۲۵/۹ ٪، ۲۶/۲ ٪) درصد خسارت پایینی داشتند که اختلاف معنی‌داری بین آنها مشاهده گردید (جدول ۵). تیمار سه بار سمپاشی که شامل تیمار Tr_8 (۱ ٪، ۰/۷ ٪) بود کمترین درصد خسارت را در بین تیمارها داشت (جدول ۵).

بررسی اثر سهم تیمارهای سمپاشی بر میزان کاهش خسارت

مقایسه اثر تیمارهای سمپاشی بر میزان کاهش خسارت در دو رقم کریم و کوهدشت نشان داد که تیمارهای مرحله ظهور کامل برگ پرچم تا گلدهی (رقم کریم بین ۲۹/۷ – ۲۳/۸ درصد و رقم کوهدشت بین ۳۰/۸ – ۲۵/۴ درصد) بیشترین اثر را در کاهش خسارت داشتند در حالی‌که تیمارهای مرحله تشکیل گره و یکبار سمپاشی در مرحله گلدهی (رقم کریم بین ۹/۹ – ۱/۱ درصد و رقم کوهدشت بین ۱۰/۲ – ۱/۴ درصد) کمترین اثرگذاری را در کاهش خسارت نشان دادند (جدول ۵). همانطور که جدول ۵ نشان می‌دهد، با افزایش تعداد دفعات سمپاشی‌ها در مرحله تشکیل گره (تیمارهای Tr_1، Tr_2، Tr_7) اختلاف معنی‌داری در کاهش خسارت در هر دو رقم مورد بررسی مشاهده نگردید و این حاکی از آن است که افزایش تعداد سمپاشی‌ها و تلفیق آنها در این مرحله اثر چندانی بر کاهش خسارت بیماری ندارد (جدول ۵). قابل توجه است که با افزایش تعداد سمپاشی‌ها و تلفیق آنها از مرحله ظهور کامل برگ پرچم تا گلدهی (تیمارهای Tr_3، Tr_5، Tr_6، Tr_8 و Tr_9)، کاهش قابل توجهی در خسارت مشاهده شد که نشان از وجود اثر سینرژیستی بین این

تیمارها می‌باشد (جدول ۵).

مقایسه کاهش فشار بیماری (شدت نکروز سطح برگ‌ها) لکه خرمایی و اثر پیوستگی استفاده از قارچ‌کش‌ها در مراحل مختلف رشدی

در واقع کاهش خسارت بواسطه اعمال تیمارهای سمپاشی می‌تواند به دلیل کاهش فشار بیماری بر برگ‌های بالایی گیاه از جمله برگ پرچم باشد. منحنی پیشرفت بیماری بر اساس شدت نکروز سطح برگ در دو رقم کوهدشت و کریم نسبت به تیمارهای مختلف سمپاشی الگوی مشابهی داشتند (شکل a ،b ۳). نتایج منحنی پیشرفت بیماری نشان داد که در هر دو رقم کوهدشت و کریم تیمارهای Tr_1 (یکبار سمپاشی در زمان T_0 یا مرحله اوایل ساقه‌روی تا تشکیل گره ۱)، تیمار Tr_2 (یکبار سمپاشی در زمان T_1 یا مرحله تشکیل گره ۳-۲) و تیمار Tr_7 (دو بار سمپاشی در زمان‌های T_0+T_1) فشار بیماری (شدت نکروز سطح برگ) را بر روی برگ‌های پایینی گیاه کاهش دادند، اما نتوانستند فشار بیماری را بر روی برگ‌های بالایی گیاه مخصوصاً برگ پرچم کاهش دهند و اغلب سطح برگ پرچم و دو برگ ماقبل آن از آلودگی بالایی برخوردار بود و لذا افزایش فشار بیماری سبب افزایش خسارت در این تیمارها شده است (شکل a ،b ۳، جدول ۵).

جدول ۵- میزان خسارت و درصد کاهش خسارت، افزایش عملکرد و سود اقتصادی حاصل از استفاده از تیمارهای سمپاشی در مراحل مختلف رشدی گندم کوهدشت و کریم

Table 5- Damage and percentage of damage reduction, increasing in yield and economic profit of spraying treatments application at different growth stages of Koohdasht and Karim cultivars

تیمارها Treatments	رقم Cultivar	میزان خسارت وارده (%) Loss (%)	میزان کاهش خسارت (%) Decreased loss (%)	قیمت تمام شده سمپاشی در هکتار (تومان) (b)[1] Spraying costs (b)	میزان افزایش عملکرد (Kg/h) Increased yield (Kg/h)	سود بدست آمده از افزایش عملکرد[2] (تومان) (a) Profit of increased yield (a)(Toman)	سود اقتصادی (تومان) (a-b) Economic profit (a-b)
Tr_1	Koohdasht کوهدشت	29.4 a	1.4 f	66000	61.3 f	79690	13690
Tr_1	Karimکریم	28.6 a	1.1 d	66000	49 f	63700	**-2300**
Tr_2	Koohdasht کوهدشت	27.1 b	3.7 e	135000	158.5 e	206050	71050
Tr_2	Karimکریم	27.1 b	2.5 d	135000	113.5 e	147550	12550
Tr_3	Koohdasht کوهدشت	5.4 d	25.4 c	167000	1071.2 c	1392560	1225560
Tr_3	Karimکریم	5.8 d	23.8 b	167000	1054.5 c	1370850	1203850
Tr_4	Koohdasht کوهدشت	20.6 c	10.2 d	237000	431 d	560300	322200
Tr_4	Karimکریم	19.8 c	9.9 c	237000	437.2 d	568360	331360
Tr_5	Koohdasht کوهدشت	6.3 d	24.5 c	302000	1033 c	1342900	1040900
Tr_5	Karimکریم	7.2 d	22.4 b	302000	992.5 c	1290250	988250
Tr_6	Koohdasht کوهدشت	2.5 e	28.3 ab	404000	1191.1 ab	1548430	1144430
Tr_6	Karimکریم	1.6 e	28.1 a	404000	1240.7 ab	1612910	1208910
Tr_7	Koohdasht کوهدشت	25.9 b	4.9 e	201000	208 e	270400	69400
Tr_7	Karimکریم	26.2 b	3.5 d	201000	156.9 e	203970	2970
Tr_8	Koohdasht کوهدشت	1 e	29.7 a	539000	1253.1 a	1629030	1090030
Tr_8	Karimکریم	0.7 e	28.9 a	539000	1279.5 a	1663350	1124350
Tr_9	Koohdasht کوهدشت	-	30.8 a	605000	1298.9 a	1688570	1083570
Tr_9	Karimکریم	-	29.7 a	605000	1313.8 a	1707940	1102940
Tr_{10} (checkشاهد)	Koohdasht کوهدشت	30.8 a	0	0	0	0	0
Tr_{10} (checkشاهد)	Karimکریم	29.7 a	0	0	0	0	0
مقدار LSD	Koohdasht کوهدشت	1.5	1.9		68.5		
مقدار LSD	Karimکریم	1.2	1.4		65.2		

۱- هزینه سمپاشی شامل هزینه ادوات سمپاشی به همراه قیمت قارچ‌کش می‌باشد.

۲- سود حاصل از افزایش عملکرد گندم با قیمت ۱۳۰۰ تومان محاسبه شد.

اعداد دارای حروف غیر مشابه از نظر آماری دارای اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد می‌باشند.

1- Sparying costs includes cost of sparying equipments plus fungicide price

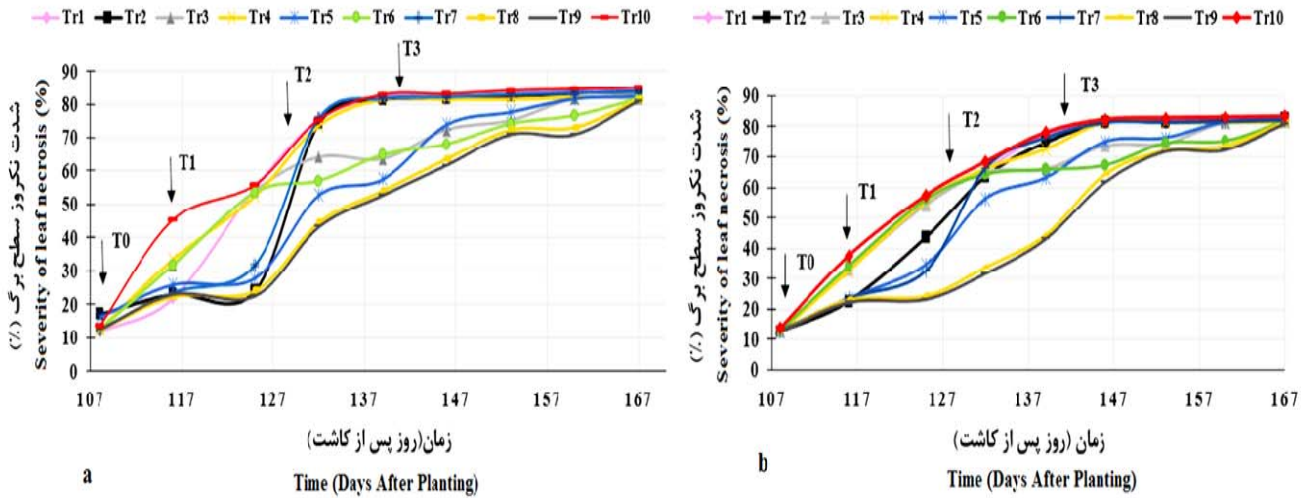
2- Profit of increased of yield calculated with 1300 tomans.

Numbers followed by the different letters are significantly difference ($P<0.05$)

در رقم‌های کوهدشت و کریم، تیمار Tr_4 (یکبار سمپاشی در زمان T_3 یا مرحله گلدهی) به دلیل اینکه سمپاشی تنها در مرحله گلدهی صورت گرفت نیز نتوانست فشار بیماری را بر روی برگ‌های بالایی گیاه کاهش دهد و اکثر سطح برگ پرچم و برگ‌های مقابل آن آلوده بود، اما نسبت آلودگی سطح برگ پرچم در این تیمار نسبت به تیمارهای Tr_1 و Tr_2، کمتر بود (شکل a، b ۳). منحنی پیشرفت بیماری نشان داد که در تیمار Tr_3 (یکبار سمپاشی در زمان T_2 یا مرحله ظهور کامل برگ پرچم) فشار بیماری روی برگ‌های پرچم بسیار پایین است و در زمان پر شدن دانه سبزینه برگ پرچم بالاست که می‌تواند سبب افزایش فتوسنتز و عملکرد نهایی محصول گردد (شکل a، b ۳).

در تیمارهای دو بار سمپاشی در رقم‌های کوهدشت و کریم، تیمارهای Tr_6 (سمپاشی در زمان T_2+T_3) و Tr_5 (سمپاشی در زمان T_1+T_2)، برگ‌های بالایی گیاه از فشار آلودگی و خسارت بسیار پایینتری نسبت به تیمار Tr_7 (سمپاشی در زمان T_0+T_1) برخوردار بودند (شکل a، b ۳، جدول ۵). نقطه مشترک سمپاشی در تیمارهای Tr_6 و Tr_5 مرحله ظهور برگ پرچم بود، اما مقدار عملکرد دانه در تیمار Tr_6 نسبت به تیمار Tr_5 بالاتر بود (شکل d–۱) که می‌تواند به دلیل نقش اثر پیوستگی سمپاشی (دو بارسمپاشی از ظهور کامل برگ پرچم تا گلدهی) در تیمار Tr_6 باشد که سبب شده تا سطح سبزینه بیشتری (به دلیل کاهش فشار بیماری) را در اختیار گیاه برای فتوسنتز و پرشدن دانه قرار دهد. در واقع افزایش تعداد سمپاشی‌ها و تلفیق آن‌ها از مرحله ظهور کامل برگ پرچم تا گلدهی می‌تواند علاوه بر اثر سینرژیستی بر کاهش فشار بیماری، سبب افزایش عملکرد نیز شود.

در تیمارهای Tr_8 و Tr_9 (تیمارهای سه و چهار بار سمپاشی) که ترکیبی از سمپاشی‌ها بودند، توانستند بیشترین سطح سبزینه را برای برگ‌های بالایی گیاه فراهم کنند و از شدت بیماری بطور قابل توجهی بکاهند (شکل a، b ۳). نقطه مشترک تیمارهای Tr_8 و Tr_9، مراحل تشکیل گره ۳–۲ + ظهور کامل برگ پرچم + گلدهی بود و از آنجایی‌که تیمارهای قبل از ظهور کامل برگ پرچم (از جمله Tr_1، Tr_2 و Tr_7) اثر چندانی بر کاهش فشار بیماری نداشتند و در مقابل تیمارهای ظهور کامل برگ پرچم تا گلدهی اثر قابل توجهی بر کاهش فشار داشتند، می‌توان نتیجه گرفت که تلفیق مراحل تشکیل گره با مراحل ظهور برگ پرچم و گلدهی (پیوستگی بین مراحل) می‌تواند اثر سینرژیستی بین تیمارها ایجاد کند و سبب کاهش فشار بیماری و افزایش عملکرد شود (شکل a، b ۳، جدول ۵).



شکل ۳- منحنی پیشرفت بیماری لکه خرمایی در دو رقم کوهدشت (a) و رقم کریم (b) در واکنش به تیمارهای سمپاشی در چهار زمان، T_0 (اوایل ساقه‌روی تا تشکیل گره ۱)، T_1 (تشکیل گره ۳–۲)، T_2 (ظهور کامل برگ پرچم) و T_3 (گلدهی). این منحنی بر اساس شدت آلودگی سطح برگ‌ها از مرحله تشکیل گره تا گلدهی ترسیم شده است. در محور عمودی اعداد سمت چپ نمایانگر شماره برگ آلوده و عدد سمت راست میزان شدت بیماری آن است. اعداد ۰ تا ۴۹ (برگ چهارم)، اعداد ۵۰ تا ۷۹ (دو برگ زیر پرچم)، اعداد ۸۰ تا ۸۹ (برگ پرچم)

Figure 3- Disease progress curve of tan spot in Koohdasht (a) and Karim (b) cultivars in response to spraying treatments at four-timing, T_0 (early stem elongation to node formation 1), T_1 (node formation 2-3), T_2 (the full emergence of Flag leaf) and T_3 (flowering). This curve was drwan based on the severity of leaf area infection from node formation to flowering. In the vertical axis, the numbers on the left represent the number of the infected leaves and the right number represent the disease severity. The numbers 0 to 49 (fourth leaf), numbers 50 to 79 (two leaves below flag leaf), numbers 80 to 89 (flag leaf).

مقایسه افزایش عملکرد و سود اقتصادی حاصل از استفاده تیمارهای سمپاشی در مراحل مختلف رشدی گندم

بیشترین افزایش عملکرد در تیمارهای یکبار سمپاشی در تیمار Tr_3 (۱۰۷۱/۲، ۱۰۵۴/۵ کیلوگرم در هکتار) مشاهده گردید در حالی‌که تیمارهای دوبار سمپاشی، به ترتیب تیمارهای Tr_6 (۱۱۹۱/۱، ۱۲۴۰/۷ کیلوگرم در هکتار) و Tr_5 (۱۰۳۳، ۹۹۲/۵ کیلوگرم در هکتار) نسبت به تیمار Tr_7 (۲۰۸، ۱۵۶/۹ کیلوگرم در هکتار) بیشترین افزایش عملکرد را داشتند (جدول ۵). در تیمارهای سه و چهار بار سمپاشی یعنی تیمارهای Tr_8 (۱۲۵۳/۱، ۱۲۷۹/۵ کیلوگرم در هکتار) و Tr_9 (۱۲۹۸/۹، ۱۳۱۳/۸ کیلوگرم در هکتار) بیشترین افزایش عملکرد را در بین تیمارها داشتند (جدول ۵). بالاترین سود حاصل از افزایش عملکرد در بین تیمارهای مورد بررسی متعلق به تیمارهای ظهور کامل برگ پرچم تا گلدهی بود (جدول ۵). نکته قابل توجه این بود که در هر دو رقم مورد بررسی تیمارهای Tr_6، Tr_8 و Tr_9 از نظر کاهش درصد خسارت و افزایش درصد عملکرد دانه و سود حاصل از آن اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (جدول ۵) و لذا این حاکی از آن است که افزایش تعداد سمپاشی‌ها به بیش از دو بار از مرحله ظهور کامل برگ پرچم تا گلدهی تأثیر چندانی بر کاهش درصد خسارت و درصد افزایش عملکرد و سود حاصل از آن نخواهد گذاشت و تنها هزینه‌های سمپاشی را افزایش می‌دهد. بنابراین تصمیم‌گیری برای استفاده از تیمارهای سمپاشی علاوه بر زمان استفاده و تعداد دفعات آن، میزان کاهش فشار بیماری و افزایش عملکرد باید به فاکتور دیگری بنام سود اقتصادی نیز توجه شود.

مقایسه سود اقتصادی در رقم‌های کوهدشت و کریم نشان داد که استفاده از تیمارهای سمپاشی تشکیل گره (Tr_1، Tr_2 و Tr_7) کمترین سود اقتصادی را به همراه دارد، بطوری‌که سود اقتصادی در رقم کریم نسبت به رقم کوهدشت در تیمارهای Tr_1، Tr_2 و Tr_7 بسیار پایینتر و حتی منفی بود. بنابراین با توجه هزینه‌های سمپاشی و میزان افزایش عملکرد پایین در این تیمارهای سمپاشی، استفاده از تیمارهای Tr_1، Tr_2 و Tr_7 برای کنترل بیماری لکه خرمایی صرفه اقتصادی ندارد (جدول ۵). در هر دو رقم مورد بررسی، بیشترین سود اقتصادی حاصل به ترتیب در تیمارهای یکبار سمپاشی Tr_3، تیمار دوبار سمپاشی Tr_6، سه بار سمپاشی Tr_8، چهار بار سمپاشی Tr_9 و تیمار دو بار سمپاشی Tr_5 مشاهده شد (جدول ۵). بطور کلی در هر دو رقم کوهدشت و کریم، تیمار Tr_3 سود اقتصادی بالاتری به دلیل زمان مناسب استفاده از قارچ‌کش و کاهش تعداد دفعات سمپاشی (یکبار سمپاشی در مرحله ظهور کامل برگ پرچم) و هزینه‌های ناشی از آن را داشت (جدول ۵).

مطالعات مختلفی در رابطه با کارایی قارچ‌کش‌ها برای کنترل بیماری لکه خرمایی انجام شده است و تأثیر هر یک از قارچ‌کش‌ها نیز با توجه به شرایط آب و هوایی، ارقام و زمان استفاده متفاوت بوده است (۲، ۴، ۵، ۲۰). عباسی (۱) پی برد که بهترین کارایی قارچ کش‌های تیلت، فولیکور، آلرت، کاربندازیم و آلتو ۱۰۰، در مرحله ظهور برگ پرچم می‌باشد که علاوه بر کاهش بیماری لکه خرمایی، افزایش عملکرد را نیز در پی دارد. الداغی و همکاران (۶) نشان دادند که کاربرد قارچ‌کش‌های اپیرودیون، کاربندازیم، سایپروکونازول، تبوکونازول، پروپیکونازول در مرحله ظهور برگ پرچم نسبت به مرحله ظهور سنبله کارایی بیشتری در کنترل بیماری لکه خرمایی و افزایش عملکرد دارند. آقاجانی و همکاران (۴) قارچ‌کش‌های تیلت، فولیکور و فالکن را برای کنترل بیماری لکه خرمایی در استان گلستان استفاده کردند و پی بردند که کارایی این قارچ‌کش‌ها با توجه به زمان استفاده آنها و میزان فشار بیماری متفاوت است. در این مطالعه با توجه به بررسی‌های انجام شده در رابطه با کارایی قارچ‌کش‌های مختلف ثبت شده (۲ و ۴) جهت کنترل بیماری لکه خرمایی، اقدام به استفاده از این قارچ‌کش‌ها (از جمله تیلت، فولیکور و فالکن) در زمان مختلف رشدی گندم شد.

بر اساس نتایج بدست آمده از سمپاشی در مرحله ظهور کامل برگ پرچم با قارچ کش فالکن می‌توان نتیجه گرفت این قارچ‌کش زمانی‌که در مرحله مناسب یعنی مرحله ظهور کامل برگ پرچم استفاده شود، کارایی آن چندین برابر خواهد شد. در مرحله گلدهی از قارچ‌کش رکس دو استفاده شد که این قارچ‌کش توانایی بالایی در کنترل بیماری‌های برگی و فوزاریوم سنبله گندم دارد (۴) و نتایج نشان داد که استفاده از قارچ‌کش رکس دو به تنهایی در مرحله گلدهی توانایی چندانی بر کاهش فشار بیماری بر برگ پرچم ندارد، اما زمانی‌که یک بار در زمان ظهور برگ پرچم با فالکن سمپاشی صورت گیرد و به دنبال آن سمپاشی دیگری در مرحله گلدهی با رکس دو (از جمله تیمارهای Tr_6، Tr_8 و Tr_9) انجام شود، اثرگذاری قارچ‌کش رکس دو بر کاهش فشار بیمای لکه خرمایی مشخص می‌گردد. مطالعات نشان داده است که قارچ‌کش‌های تیلت و فولیکور نیز کارایی بالایی در کنترل بیماری لکه خرمایی دارند (۲ و ۴)، اما در این بررسی احتمالاً به دلیل استفاده این قارچ‌کش‌ها در زمان‌های تشکیل گره کارایی چندانی نشان ندادند. همانطور که مشخص گردید در تیمارهای سه بار سمپاشی (Tr_8) و چهار بار سمپاشی (Tr_9) که این دو قارچ‌کش (تیلت و فولیکور) در ترکیب با دو قارچ‌کش فالکن و رکس دو استفاده شدند، میزان فشار بیماری در این تیمارها در مقایسه با دیگر تیمار پایینتر بود که نشان از آن دارد که این دو قارچ‌کش پتانسیل قابل توجهی در کاهش فشار بیماری لکه خرمایی دارند، اما استفاده آنها در مراحل ابتدایی ساقه‌روی (تشکیل گره) گندم کارایی چندانی بر کنترل بیماری لکه خرمایی ندارد. بنابراین زمان استفاده، تعداد دفعات استفاده و میزان حساسیت ارقام بر روی کارایی قارچ‌کش‌ها اثر قابل توجهی می‌گذارد (۴، ۵ و ۲۰).

خسارت اقتصادی وارده به گندم توسط بیماری‌های برگی بستگی به شرایط محیطی، روش زراعی و مقاومت ارقام دارد (۲۳). ویگولو و همکاران (۲۲) پی بردند که بیش از ۴۲ درصد خسارت اقتصادی می‌تواند از طریق استفاده از قارچ‌کش‌های برگی در گندم زمستانه کاهش یابد. در این بررسی اثر تیمارهای سمپاشی بر کاهش درصد خسارت نشان داد که در رقم کوهدشت بین ۳۰/۸-۱/۴ درصد و رقم کریم ۲۹/۷-۱/۱ درصد میزان خسارت کاهش یافته است که بیشترین درصد کاهش خسارت در تیمارهای سمپاشی ظهور کامل برگ پرچم تا گلدهی مشاهده شد.

بررسی‌ها نشان داده است که استفاده از قارچ‌کش‌ها در مرحله ظهور برگ پرچم اثر قابل توجهی بر کاهش فشار بیماری‌های لکه برگی و افزایش عملکرد دارد. ویگولو و همکاران (۲۳) پی بردند که بهترین مرحله کنترل بیماری لکه خرمایی مرحله ظهور برگ پرچم می‌باشد و موجب افزایش عملکرد نسبت به مرحله GS31 (تشکیل گره) شد. جورجسن و تیجسن (۱۶) پی بردند که قارچ‌کش‌های پیراکلواستروبین، پیکوکسی استروبین، پروپیکونازول و پروتیوکونازول بیشترین اثر را در کنترل بیماری لکه خرمایی از مرحله ظهور کامل برگ پرچم تا گلدهی دارند.

استفاده از قارچ‌کش‌ها اغلب برای حفاظت برگ پرچم از آلودگی‌های قارچی بوده است (۲۳). حفاظت برگ پرچم در گندم یک حفاظت کلیدی است و یکی از معیارهایی است که در توسعه و پرشدن بذر و در نهایت افزایش عملکرد نهایی اثرگذار است (۱۹). استفاده از قارچ‌کش‌ها ممکن است تولید ترکیبات آنتی اکسیدانی گیاه را افزایش دهند که به دنبال آن سرعت تخریب کلروفیل II و پروتئین‌های برگ کاهش یابد و این امر می‌تواند در افزایش پتانسیل عملکرد محصول تأثیر گذار باشد (۱۲). به هر حال اثر استفاده از قارچ‌کش‌های برگی بر عملکرد در گندم در صورت عدم وجود فشار بیماری بسیار متغیر است (۲۳).

در مطالعه حاضر مشخص شد که استفاده از تیمارهای سمپاشی از مرحله ظهور کامل برگ پرچم تا گلدهی می‌تواند موجب افزایش پتانسیل عملکرد در هر دو رقم کوهدشت و کریم (به دلیل حساس بودن به بیماری) گردد. در رقم کوهدشت میزان افزایش عملکرد از ۱۰۷۱/۲ تا ۱۲۹۸/۲ کیلوگرم در هکتار بود که بطور کلی این تیمارها بطور میانگین بیش از ۳۶ درصد سبب افزایش عملکرد محصول شدند. در رقم کریم میزان افزایش عملکرد از ۱۰۵۴/۵ تا ۱۳۱۳/۸ کیلوگرم در هکتار بود که بطور میانگین بیش از ۳۴ درصد سبب افزایش عملکرد محصول شدند. مک لین (۱۸) پی برد که استفاده از قارچ‌کش‌ها از مرحله ظهور برگ پرچم تا گلدهی سبب افزایش عملکرد از ۳۶۷۶ تا ۴۲۴۶ کیلوگرم در هکتار می‌شود. ویرسما و متبرگ (۲۴) نشان دادند که استفاده از قارچ‌کش‌ها در مرحله ظهور برگ پرچم تا ۴۲ درصد سبب افزایش عملکرد محصول (از ۲۸۵۴ تا ۴۹۱۰ کیلوگرم در هکتار) می‌گردد. لوپز و همکاران (۱۹) ثابت کردند که استفاده دو یا سه بار از قارچ‌کش‌ها در طی ساقه‌روی تا گلدهی سبب افزایش محصول بین ۸۰۰ تا ۱۶۹۰ کیلوگرم در هکتار می‌شود.

با توجه به نتایج حاصل، مرحله ظهور کامل برگ پرچم بهترین زمان استفاده از قارچ‌کش جهت کاهش فشار بیماری لکه خرمایی و افزایش سبزینه برگ گیاه بود. از آنجایی‌که یک یا دو بار سمپاشی در مناطق تحت کشت گندم در استان گلستان رایج نیست، لذا می‌توان با شناسایی دقیق مرحله ظهور کامل برگ پرچم و سمپاشی در این مرحله، از تعداد دفعات سمپاشی کاست و علاوه بر کنترل بیماری لکه خرمایی و کاهش فشار بیماری و میزان اینوکلوم برای سال آینده، سبب افزایش راندمان محصول گشت.

منابع

1. Abbasi A. 2011. Chemical control of tan spot disease of wheat in Mazandaran province. Thesis of MS, Agriculture Faculty, Azad University of Damghan.
2. Abbasi A., Forutan M., and Pirnia M. 2010. Study of the effect of some fungicides recorded on control of wheat tan spot. Proceedings of the 19th Iranian plant Protection Congress, 31-3 Jul. – Aug. 2013, Tehran, Iran.
3. Aghajani M.A. 2013. Guide to identifying and managing wheat diseases in Golestan province. Norozi press. 124 p.
4. Aghajani M.A., Bagherani N., and Mottaki A. 2010. Chemical control of tan spot in golestan province. Proceedings of the 19th Iranian plant Protection Congress, 31-3 Jul. – Aug. 2013, Tehran, Iran.
5. Aghajani M.A., and Talie F. 2007. Technical Journal of Tan Spot of Wheat. Technical Publishing and Scientific Group of Research Center Agriculture and Natural Resources of Golestan Province. 20 pp.
6. Addaghi M., Abbasi A., and Pirnia M. 2016. Study of the effect of some fungicides recorded on control of Tan Spot of Wheat. Applied research in Plant Potection, 5(2):81-93. (In Persian with English abstract)
7. Bailey K.L., Gossen G.P., Watson P.R., and Derkson D. A. 2001. Effect of tillage and crop rotation on root and foliar diseases of wheat and pea in Saskatchewan from 1991 to 1998: univariate and multivariate analysis. Canadian Journal of Plant Science, 81: 789-803.
8. 8-CABI. 2013. *Pyrenophora tritici-repentis* (leaf spot ofwheat). CBI Crop Protection Compendium, 57 p.

9. Dehghan M.A. 2010. Investigation on the emergence and spread of wheat tan spot disease in Golestan province and evaluation of resistance of different wheat genotypes to it. Proceedings of the 19th Iranian plant Protection Congress, 31-3 Jul. – Aug. 2013, Tehran, Iran.
10. De Wolf E., Effertz R.J., Ali S., and Francl L.J. 1998. Vistas of tan spot research. Canadian Journal of Plant Pathology, 20: 349-370.
11. Duczek L.J., 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 of Plant Science, 74: 205–207.
12. Edwards J.T., Hunger R.M., and Payton M.E. 2012. Agronomic and economic response of hard red winter wheat to foliar fungicide in the southern plains. Crop Management, 11(1): 1-10.
13. Forutan A., Dalili A., and Shayegan J. 1995. Isolation of *Drechslera tritic –repentis* from wheat leaf infected in Mazandaran Province. Proceedings of the 12th Iranian plant Protection Congress, 11-16 Sep. 1995, Karaj, Iran.
14. Harvey I.C, Craigie R.A., and McCloy B.L. 2015.The control of tan spot of wheat (caused by *Pyrenophora tritici-repentis*: a possible emerging disease in New Zealand. New Zealand Plant Protection, 68: 428-433.
15. Heger M., Oerke E.C., Dehne H.W., and Hindorf H. 2003. Evaluation of an action threshold-based IPM wheat model in Rheinland (Germany) in 1999/2001. OEPP/EPPO Bull, 33: 397–401.
16. Jørgensen L.N., and Thygesen K. 2006. Should strobilurins still be used in wheat? Danish andforeign experience. Proceedings of the 3th Danish Plant Congress, 10–11 Jan. 2006, Denmark.
17. Kelley K.W. 2001. Planting date and foliar fungicide effects on yield components and grain traits of winter wheat. Agronomy Journal, 93(2): 380-389.
18. MacLean D. 2016. Evaluating fungicide timing for leaf spot diseases of wheat and Fungicide Resistance in *Pyrenophora tritici-repentis*. Thesis of MS, University of Saskatchewan.
19. Lopez J.A., Rojas K., and Swart J. 2015. The economics of foliar fungicide applications in winter wheat in Northeast Texas. Crop Protection, 67: 35–42.
20. Ransom J.K., and McMullen M.P. 2008. Yield and disease control on hard winter wheat cultivars with foliar fungicides. Agronomy Journal, 100: 1130-1137.
21. Saari E., and Prescott J.M. 1975. A scale for appraising the foliar intensity of wheat diseases. Plant Disease, 59: 377–380.
22. Wegulo S.N., Breathnach J.A., and Baenziger P.S. 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.
23. Wegulo S.N., Stevens J., Zwingman M.V., and Baenziger P.S. 2012. Yield response to foliar fungicide application in winter wheat. p. 227-244. In D. Dhanasekaran, N. Thajuddin, and A Paneerselvam (ed.) Fungicides for Plant and Animal Diseases. InTech press, Croatia.
24. Wiersma J.J., and Motteberg C.D. 2005. Evaluation of five fungicide application timings for control of leaf-spot diseases and Fusarium head blight in hard red spring wheat. Canadian Journal of Plant Pathology, 27: 25-37.
25. Zadoks J.C., Chang T.T., and Konzak C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. Weed Research, 14: 415-421.

Journal of Plant Protection
Vol. 32, No. 4, Winter 2019, p. 481-494

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۲، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۴۹۴-۴۸۱

Determination of Optimum Timing of Fungicides Application Based on Growth Stages for Controlling of Wheat Tan Spot

M. Abedi-Tizaki[1]*- K. Rezapour[2]- M.A. Aghajani[3]- F. Asadi[4]- S. Salimian[5]

Received: 29-04-2018
Accepted: 06-10-2018

Introduction: Tan spot (*Pyrenophora tritici-repentis*) is one of the most destructive leaf diseases that causes significant damages to wheat during epidemic periods. The application of fungicides is a rapid control practice of the disease during epidemic periods. Under the Integrated Management of Diseases (IDM), fungicides application for controlling leaf diseases is recommended based on disease level (disease pressure), plant growth stages, and only for susceptible cultivars. Several fungicides have been proposed for controlling tan spot, but the efficiency of recommended fungicides is effective when they are used to reduce the disease pressure on important plant leaves especially flag leaf. According to growth stages, four timing have been recommended to fungicides application including, T0 (early stem elongation to node forming 1), T1 (node formation 2-3), T2 (the full flag leaf emergence) and T3 (flowering). The results of fungicides application at different growth stages of wheat are inconsistent and also there is no comprehensive study about the timing of fungicides application for controlling this disease in Iran. Therefore, the present study was carried out to determine the appropriate timing of fungicides application at four wheat growth stages.

Materials and Methods: A field experiment was conducted in a split plot design with four replications. The main and sub-main factors of the experiment were cultivars (Karim and Koohdasht) and the spraying treatments, respectively, and common fungicides (such as Tilte, Folicur, Falcon, and Rexduo) were sprayed at four timings including, T0 (early stem elongation to node forming 1), T1 (node formation 2-3), T2 (the full flag leaf emergence) and T3 (flowering). The spraying treatments were as follows: one, two, three and four spraying times. The efficiency of spraying treatments was evaluated one week after the last spraying by determining the disease index (incidence, severity and area under the disease progress curve; AUDPC) and also comparing the yield and yield components.

Results and Discussion: The results showed that spraying treatments from the full flag leaf emergence to flowering stages (Tr3, Tr5, Tr6, Tr8 and Tr9) decreased the values of AUDPC-I by 42.1 to 80.5% and 33 to 76.6% for Koohdasht and Karim cultivars, respectively, whereas the values of AUDPC-S decreased by 30.7 to 47% and 33 to 58% in Koohdasht and Karim cultivars, respectively. The effect of spraying treatments on damage reduction showed that the damage reduction ranged between 1.4-30.8% and 1.1-29.7% in Koohdasht and Karim cultivars, respectively. The highest damage reduction was observed at the full flag leaf emergence to flowering stages. The highest yield increase was observed at the full flag leaf emergence to flowering stages, which was more than 36% (1071.2 to 1298.9 kg/ ha) and 34% (1054.5 to 1313.8 Kg/ ha) in Koohdasht and Karim cultivars, respectively. The spraying treatments at the node formation stages had the least effect on the yield improvement, which were, respectively, 2.1-7.1% and 1.5-5% in Koohdasht and Karim cultivars. In both cultivars, the comparison of economic profit showed that treatment of Tr3 (flag leaf emergence stage), in addition to decreasing the disease severity and yield increase, and reduction of spraying costs had the highest economic profit compared to other spraying treatments (Tr6, Tr8 and Tr9). Spraying prior to the appearance of flag leaf stage (node formation) was not effective for reducing tan spot severity.

Conclusions: The treatment of Tr3 (spraying once at the full flag leaf emergence stage), was the best timing of fungicide application for the disease pressure reduction, and the yield and economic profit increase. In addition to the timing and spraying frequency, the disease pressure reduction rate and yield enhancement, economic profit should be also considered to decide on spraying application.

Keywords: Growth stage, *Pyrenophora tritici-repentis*, Spraying treatments, Tan spot, Wheat

1- Researcher at Etka Research and Innovation Center, Tehran, Iran
(*- Corresponding Author Email: m.abeditizaki@gmail.com)
2- Mzare Novin Iranian Holding, Mazrae Nemone Joint Stock Company, Tehran, Iran
3- Assistant Professor, Department of Plant Protection Research, Agricultural and Natural Resources Research Center of Golestan Province, Gorgan, Iran
4 and 5- Mazare Novin Iranian Holding, Mazrae Nemone Joint Stock Company, Gorgan, Iran