

تعیین زمان مناسب استفاده از قارچ‌کش‌ها برای کنترل بیماری لکه قهوه‌ای جو

مصطفی عابدی تیزکی^{۱*}، کوروش رضاپور^۲، محمد علی آقاجانی^۳، فرداد اسدی^۴ و سیاوش سلیمیان^۴

۱- *نویسنده مسوول: پژوهشگر مرکز تحقیقات و نوآوری سازمان اتکا، تهران، ایران (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- هلدینگ مزارع نوین ایرانیان، شرکت سهامی مزرعه نمونه، گرگان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۱/۲۶

تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۰۱

چکیده

بیماری لکه قهوه‌ای (*Bipolaris sorokiniana*)، یکی از بیماری‌های برگ‌گی مخربی است که در شرایط همه‌گیری خسارت قابل توجهی به جو وارد می‌کند. استفاده از قارچ‌کش‌ها، روش سریع کنترل این بیماری در سال‌های همه‌گیری می‌باشد. بدین منظور آزمایشی در قالب طرح کرت‌های خرد شده در چهار تکرار طراحی گردید. عامل اصلی آزمایش را ارقام (صحرا و یوسف) و عامل فرعی را تیمارهای سمپاشی با قارچ‌کش‌های رایج منطقه شامل تیلت، فولیکور، فالکن و رکس دو به ترتیب در چهار زمان T0 (مرحله اوایل ساقه‌روی تا تشکیل گره ۱)، T1 (مرحله تشکیل گره ۲-۳)، T2 (ظهور کامل برگ پرچم) و T3 (گلدهی) تشکیل دادند. در تحقیق حاضر، ده تیمار سمپاشی بر اساس زمان مراحل رشدی جو در نظر گرفته شد که شامل تیمارهای Tr1: یک بار سمپاشی در مرحله اوایل ساقه‌روی تا تشکیل گره ۱، Tr2: یک بار سمپاشی در مرحله تشکیل گره ۲-۳، Tr3: یک بار سمپاشی در مرحله ظهور کامل برگ پرچم، Tr4: یک بار سمپاشی در مرحله اوایل گلدهی، Tr5: دو بار سمپاشی در مرحله تشکیل گره ۲-۳ + ظهور کامل برگ پرچم، Tr6: دو بار سمپاشی در مرحله ظهور کامل برگ پرچم + اوایل گلدهی، Tr7: دو بار سمپاشی در مرحله اوایل ساقه‌روی تا تشکیل گره ۱ + تشکیل گره ۲-۳، Tr8: سه بار سمپاشی در مرحله تشکیل گره ۲-۳ + ظهور کامل برگ پرچم + اوایل گلدهی، Tr9: چهار بار سمپاشی در مرحله اوایل ساقه‌روی تا تشکیل گره ۱ + تشکیل گره ۲-۳ + ظهور کامل برگ پرچم + اوایل گلدهی و Tr10 (تیمار شاهد) بودند. در این بررسی تیمارهایی با بیش از یک بار سمپاشی از مرحله تشکیل گره ۲-۳ تا گلدهی (تیمارهای Tr5، Tr6، Tr8 و Tr9) توانستند سطح زیر منحنی پیشرفت وقوع بیماری (AUDPC-I) را در رقم صحرا بین ۸۶/۱-۷۶/۸ درصد و در رقم یوسف بین ۸۱/۲-۶۸/۳ درصد کاهش دهند در حالی که مقدار سطح زیر منحنی پیشرفت شدت بیماری (AUDPC-S) به ترتیب در ارقام صحرا و یوسف بین ۶۲-۶۵/۷ درصد و ۶۰/۱-۶۲/۷ درصد کاهش یافت. بیشترین درصد افزایش عملکرد نیز در تیمارهایی با بیش از یکبار سمپاشی از مرحله تشکیل گره ۲-۳ تا گلدهی وجود داشت که به ترتیب در رقم‌های صحرا و یوسف بیش از ۳۷ درصد (۱۰۹۲/۸ تا ۱۲۸۴/۱ کیلوگرم در هکتار) و ۴۱ درصد (۱۱۶۷/۸ تا ۱۲۹۰ کیلوگرم در هکتار) افزایش عملکرد مشاهده شد. بر اساس نتایج بدست آمده، تیمار Tr5 (دو بار سمپاشی در T1+T2) مناسب‌ترین تیمار از نظر زمان استفاده قارچ‌کش برای کاهش وقوع و شدت بیماری، افزایش عملکرد و سود اقتصادی بود.

کلید واژه‌ها: لکه قهوه‌ای، *Bipolaris sorokiniana*، تیمارهای سمپاشی، مرحله رشدی، جو

مقدمه

بیماری لکه قهوه‌ای جو توسط قارچ *Bipolaris sorokiniana* ایجاد می‌شود. این عامل بیماری، علاوه بر ایجاد لکه قهوه‌ای (Spot blotch)، موجب پوسیدگی ریشه، مرگ گیاهچه و نقطه سیاه بذر نیز می‌شود (Aggarwal et al., 2000). این بیماری دارای گسترش جهانی می‌باشد و در ایران، در استان‌های آذربایجان شرقی و غربی، خراسان، گلستان، مازندران، لرستان، کرمانشاه و مرکزی مشاهده و گزارش شده است (Ershad, 2009).

بیماری لکه قهوه‌ای قادر است بیش از ۶۰ درصد عملکرد جو را بسته به مدیریت مزارع و شرایط محیطی کاهش دهد، اما بطور متوسط بین ۱۰ تا ۴۵ درصد موجب کاهش عملکرد محصول می‌گردد (Bhandari and Tripathi, 2005; Sharma and Duveiller, 2006). به دلیل افزایش اهمیت اقتصادی بیماری لکه قهوه‌ای، انتشار سریع آن و کاهش عملکرد محصول، راهکارهای مختلفی از جمله ارقام مقاوم، تناوب کشت، مدیریت بقایا، پیش‌آگاهی، کنترل بیولوژیک و بکارگیری قارچ‌کش‌ها ارائه شده است (Heger et al., 2003). در حال حاضر با بکارگیری گسترده سیستم خاکورزی حفاظتی و به‌جاماندن بقایا در سطح خاک، استفاده از سموم قارچ‌کش رایج‌ترین راهبرد کنترل این بیماری در بیشتر مناطق به‌شمار می‌رود.

با توجه به نوع 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 سمپاشی و زمان سمپاشی وابسته به عملکرد اقتصادی محصول می‌باشد. تحت مدیریت تلفیقی بیماری‌ها (IDM)، استفاده از قارچ‌کش‌ها برای بیماری‌های برگ بر اساس میزان و شدت بیماری، مرحله رشدی گیاه و تنها برای ارقام حساس به بیماری توصیه می‌شود (Heger et al., 2003). از آنجایی‌که

معمولاً حداکثر یک یا دو بار سمپاشی در مزارع جو صورت می‌گیرد، لازم است برای کنترل این بیماری، زمان سمپاشی با توجه به مرحله رشدی گیاه برای کاهش تعداد دفعات سمپاشی و افزایش عملکرد اقتصادی در نظر گرفته شود (Aghajani et al., 2010).

تاکنون قارچ‌کش‌های مختلفی از جمله تری آزول‌ها (پروپیکونازول، پروتیکونازول، اپوکسی کونازول) و استروبیلورین‌ها برای کنترل بیماری لکه قهوه‌ای ارائه شده است (Sharma-Poudyal et al., 2005; Bhandari and Tripathi, 2005; Sharma and Duveiller, 2006)، اما کارایی قارچ‌کش‌های توصیه شده زمانی مؤثر است که در زمان مناسب برای کاهش شدت بیماری بر روی برگ‌های مهم گیاه از جمله برگ پرچم و دو برگ ماقبل آن استفاده شود (Aghajani, 2013). چهار زمان بر اساس مرحله رشدی گیاه جو به‌منظور استفاده از قارچ‌کش‌ها برای کنترل بیماری‌های برگ‌گی 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 (Marroni et al., 2006; MacLean, 2016).

البته مرحله زمان گلدهی هم‌زمان برای کنترل بیماری‌های برگ‌گی و سنبله استفاده می‌شود. هدف از این سمپاشی‌ها، کاهش شدت بیماری بر روی برگ‌ها، افزایش سبزینه به‌ویژه برگ پرچم و دو برگ ماقبل آن، کاهش تعداد دفعات سمپاشی و هزینه‌های ناشی از آن و افزایش عملکرد می‌باشد (MacLean, 2016) و قابل توجه است که برگ پرچم و دو برگ ماقبل آن بیشترین تأثیر (حدود ۶۵ درصد) را در عملکرد نهایی دارند (Zadoks et al., 1974). مطالعات متعددی اثر زمان استفاده از قارچ‌کش‌ها را بر کنترل بیماری لکه قهوه‌ای در مراحل مختلف رشدی جو و افزایش عملکرد نشان داده است. بررسی‌ها نشان داده است

انجام شد که عامل اصلی رقم و عامل فرعی برنامه سمپاشی در نظر گرفته شد. در قطعاتی از مزرعه که سابقه بیماری لکه قهوه‌ای وجود داشت اقدام به کشت جو شد. به منظور تأیید وجود مایه بیمارگر در مزارع جو، اقدام به نمونه برداری از بقایای جو شد. به دلیل خاکورزی حفاظتی و به جاماندن بقایا، مقادیر بالایی از مایه بیمارگر (سودوتسیوم قارچ) در بقایا یافت گردید. همچنین به دلیل اطمینان از مستقر شدن قارچ عامل بیماری، در مرحله اوایل ساقه‌روی (GS30) مایه‌زنی با سوسپانسیون اسپور قارچ *Bipolaris sorokiniana* (10^6 spore/ml) نیز صورت گرفت. پس از کشت جو، مزارع هر هفته پایش شدند و مراحل رشدی گیاه بر اساس شاخص Zadoks et al. (1974) در زمان‌های T0، T1، T2 و T3 ثبت گردید (جدول ۱).

اعمال تیمارهای سمپاشی بر اساس زمان مراحل رشدی جو

چهار زمان مرحله رشدی گیاه جو برای انجام سمپاشی با قارچ‌کش‌های رایج منطقه در نظر گرفته شد که زمان اول (T0) در مرحله ساقه‌روی هنگام تشکیل گره ۱ (GS30-31)، زمان دوم (T1) در مرحله ساقه‌روی هنگام تشکیل گره ۲-۳ (GS32-33)، زمان سوم (T2) در مرحله ظهور کامل برگ پرچم (GS39) و زمان چهارم (T3) در مرحله اوایل گلدهی (GS61) بود (جدول ۱). در این بررسی، ده تیمار سمپاشی و بدون سمپاشی (شاهد) بر اساس زمان مراحل رشدی جو در نظر گرفته شد. تیمارها به صورت یکبار سمپاشی، دوبار سمپاشی، سه بار سمپاشی و چهار بار سمپاشی انتخاب شدند که تیمارهای دو، سه و چهار بار سمپاشی به صورت ترکیبی از تیمارهای مختلف صورت گرفت تا اثر تعداد دفعات و پیوستگی سمپاشی (اثر کاهش مستمر شدت بیماری بر برگ‌ها) در مراحل مختلف رشدی جو مشخص گردد. جزئیات تیمارهای سمپاشی و مراحل استفاده آنها بدین شرح بود (جدول ۱): Tr1: تیمار یکبار

که استفاده از تیمارهای دو بار سمپاشی (از ساقه‌روی تا گلدهی) علاوه بر کاهش وقوع و شدت بیماری لکه قهوه‌ای، بیش از ۵۳ درصد موجب افزایش عملکرد نهایی محصول می‌گردد (Sharma-Poudyal et al., 2005). همچنین مطالعات نشان داده است که استفاده از قارچ‌کش پروپیکونازول در طی مرحله ظهور برگ پرچم (GS37) تا باز شدن غلاف برگ پرچم (GS47) موجب کاهش بیماری‌های برگ‌گی جو و افزایش عملکرد نهایی آن می‌گردد (Orr et al., 1999).

از آنجایی که نتایج استفاده از قارچ‌کش‌ها در مراحل مختلف رشدی جو متناقض است و در ایران نیز 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 جو (مرحله اوایل ساقه‌روی تا گره ۱، مرحله تشکیل گره ۲-۳، ظهور کامل برگ پرچم و گلدهی) به منظور کاهش شدت بیماری بر روی برگ‌های بالایی گیاه به‌ویژه پرچم و مقایسه اثر تعداد دفعات (اثر پیوستگی سمپاشی) و زمان سمپاشی بر کاهش خسارت بیماری، افزایش عملکرد و سود اقتصادی حاصل از آن صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تعیین زمان مناسب استفاده از قارچ‌کش‌ها برای کنترل بیماری لکه قهوه‌ای، پژوهشی مزرعه‌ای در سال زراعی ۱۳۹۵-۹۶ 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 جو شامل صحرا و یوسف مورد بررسی قرار گرفتند. آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با چهار تکرار

قطعه با ۵ کادر ۱×۱ متر ثبت گردید. وقوع بیماری بر اساس

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

فرمول زیر محاسبه گردید:

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

شدت بیماری بر اساس درصد سطح نکروز برگ با

روش Saari and Prescott (1975) در مقیاس ۹۹-۰۰

انجام شد. رقم اول (سمت چپ) بیان کننده ارتفاع نسبی

بیماری و رقم دوم (سمت راست) بیان کننده میزان شدت

بیماری (سطح نکروز برگ) است. داده‌های به دست آمده

که شامل اعداد کیفی و معیاری برای بیان شدت بیماری

بود، توسط $0.5 + \text{Arcsin}x^{1/2}$ 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:

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

که در آن n تعداد دفعات یادداشت برداری، y مقدار

بیماری، و t زمان (روز) پس از کشت جو هستند.

اندازه‌گیری صفات عملکرد و اجزای عملکرد

پس از رسیدگی کامل جو و برداشت محصول در هر

کرت، صفات عملکرد و اجزای عملکرد از جمله وزن هزار

دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله بارور در سطح و

عملکرد دانه مورد بررسی قرار گرفت.

برای 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 صحرا و یوسف 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 جو محاسبه

گردید.

سمپاشی در مرحله اوایل ساقه‌روی تا گره ۱، Tr2: تیمار

یکبار سمپاشی در مرحله تشکیل گره ۲-۳، Tr3: تیمار

یکبار سمپاشی در مرحله ظهور کامل برگ پرچم، Tr4:

تیمار یکبار سمپاشی در مرحله گلدهی، Tr5: تیمار دو بار

سمپاشی در مرحله تشکیل گره ۲-۳ + ظهور کامل برگ

پرچم، Tr6: تیمار دو بار سمپاشی در مرحله ظهور کامل

برگ پرچم + گلدهی، Tr7: تیمار دو بار سمپاشی در مرحله

اوایل ساقه‌روی تا تشکیل گره ۱+ تشکیل گره ۲-۳، Tr8:

تیمار سه بار سمپاشی در مرحله تشکیل گره ۲-۳ + ظهور

کامل برگ پرچم + گلدهی، Tr9: تیمار چهار بار سمپاشی

در مرحله اوایل ساقه‌روی تا تشکیل گره ۱ + تشکیل گره

۲-۳ + ظهور کامل برگ پرچم + گلدهی و Tr10 (تیمار

شاهد) (جدول ۱).

برای سمپاشی از قارچ‌کش‌های رایج منطقه از جمله

تیلت (پروپیکونازول، EC25%)، فولیکور (تبوکونازول،

EW25%)، فالکن (تبوکونازول + تریادیمنول +

اسپیروکسامین، EC460%) و رکس دو (اپوکسی کونازول

+ تیوفانات متیل، SC49.7%) که کارایی آنها برای کنترل

بیماری‌های لکه برگی از جمله لکه قهوه‌ای به اثبات رسیده

است، استفاده شد (جدول ۱) (Aghajani et al., 2010;

Abbasi, 2011). در سمپاشی اول (زمان T0) از

قارچ‌کش تیلت (۱ لیتر در هکتار)، سمپاشی دوم (زمان T1

) از قارچ‌کش فولیکور (۱ لیتر در هکتار)، سمپاشی سوم

(زمان T2) از قارچ‌کش فالکن (۰/۸ لیتر در هکتار) و

سمپاشی چهارم (زمان T3) از قارچ‌کش رکس دو (۰/۵

لیتر در هکتار) استفاده گردید (جدول ۱).

تعیین شاخص‌های آلودگی (وقوع و شدت بیماری)

پس از کشت جو و ثبت مراحل رشدی گیاه بر اساس

سیستم زادوکس و اعمال تیمارهای سمپاشی در مراحل

مختلف رشدی دو رقم صحرا و یوسف، با ظهور علائم

مقدار وقوع (I) و شدت بیماری (S) هر هفته یکبار در هر

جدول ۱- جزئیات تیمارهای سمپاشی، زمان و تعداد دفعات استفاده از قارچ کش‌های رایج منطقه با توجه به مرحله رشدی جو برای کنترل بیماری لکه قهوه‌ای

Table 1. Details of spraying treatments, timing and frequency of fungicides application according to barley growth stage for the control of spot blotch

| Treatments | Number of spraying | Fungicide application timing at four growth stages (according to Zadoks scale) | | | |
|-------------------|--------------------|--|-------------------------------|----------------------------------|-------------------|
| | | T0 | T1 | T2 | T3 |
| | | Early stem elongation to node formation 1 (GS 30-31) | Node formation 2-3 (GS 32-33) | Full flag leaf emergence (GS 39) | Flowering (GS 61) |
| | | Tilte | Folicur | Falcon | Rexduo |
| Tr1 | 1 | ■ | | | |
| Tr2 | 1 | | ■ | | |
| Tr3 | 1 | | | ■ | |
| Tr4 | 1 | | | | ■ |
| Tr5 (T1+T2) | 2 | | ■ | ■ | |
| Tr6 (T2+T3) | 2 | | | ■ | ■ |
| Tr7 (T0+T1) | 2 | ■ | ■ | | |
| Tr8 (T1+T2+T3) | 3 | | ■ | ■ | ■ |
| Tr9 (T0+T1+T2+T3) | 4 | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Tr10 (Check) | 0 | | | | |

GS: Growth Stage

$$\frac{AUDPC_{Trc} - AUDPC_{Tr}}{AUDPC_{Trc}} \times 100 = ATr$$

$AUDPC_{Tr}$: مقدار AUDPC شاهد (Tr10)، $AUDPC_{Tr}$: مقدار AUDPC تیمارهای سمپاشی (Tr1 تا Tr9).

تجزیه و تحلیل داده‌ها:

پس از ثبت کلیه داده‌ها، ابتدا مفروضات تجزیه واریانس از جمله نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS 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

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 Tr9)، YTr : عملکرد تیمارهای سمپاشی (کیلوگرم در هکتار)

میزان درصد کاهش خسارت از اختلاف درصد خسارت وارده به تیمار شاهد (Tr10) 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 (Tr1 تا Tr9)، Trc : تیمار شاهد (Tr10)

اثر تیمارهای سمپاشی بر کاهش مقادیر AUDPC-I و AUDPC-S با فرمول زیر محاسبه گردید:

در حالی که در هر دو رقم تیمارهای Tr2، Tr7 و Tr3 از بالاترین میانگین AUDPC-I و AUDPC-S برخوردار بودند (جدول ۳).

مقایسه میانگین صفات عملکرد و اجزای عملکرد

بیشترین مقدار وزن هزاردانه در هر دو رقم صحرا و یوسف مربوط به تیمارهای Tr8 (۳۳/۵، ۳۳/۱ گرم) و Tr9 (۳۳/۷، ۳۳/۳ گرم) بود و پس از آن تیمارهای Tr5 (۳۲/۲، ۳۱/۶ گرم) و Tr6 (۳۱/۳، ۳۰/۱ گرم) بیشترین میانگین وزن هزاردانه را داشتند (شکل a - ۱). کمترین مقدار میانگین وزن هزاردانه در رقم صحرا و یوسف در تیمارهای Tr2 (۲۸، ۲۶/۸ گرم)، Tr7 (۲۸/۷، ۲۷/۱ گرم) و Tr3 (۲۹/۲، ۲۸/۱ گرم) مشاهده شد (شکل a - ۱). بیشترین اختلاف معنی‌داری در تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله بارور در واحد سطح در هر دو رقم صحرا و یوسف در تیمارهای Tr8، Tr9، Tr6، Tr5 و نسبت به شاهد (Tr10) مشاهده شد (شکل b-c - ۱).

از نظر میانگین عملکرد دانه، بیشترین میانگین عملکرد دانه در رقم صحرا و یوسف به ترتیب در تیمارهای Tr9 (۴۲۲۴/۴، ۴۱۰۳/۳ کیلوگرم در هکتار)، Tr8 (۴۰۶۰/۱، ۳۹۸۱/۱ کیلوگرم در هکتار) و Tr6 (۳۷۹۰/۱، ۳۷۰۱/۲ کیلوگرم در هکتار) وجود داشت (شکل d - ۱).

تیمارهای Tr1 (۳۰۰۲/۷، ۲۸۵۴ کیلوگرم در هکتار) و Tr4 (۳۰۴۰/۲، ۲۹۰۱/۱ کیلوگرم در هکتار) کمترین مقدار عملکرد دانه را در هر دو رقم مورد بررسی داشتند که با شاهد Tr10 (۲۹۴۰/۲، ۲۸۱۳/۳ کیلوگرم در هکتار) در یک گروه آماری قرار گرفتند و اختلاف معنی‌داری بین آنها مشاهده نگردید (شکل d - ۱). با توجه به نتایج بدست آمده، تیمارهایی با بیش از یکبار سمپاشی از مرحله تشکیل گره ۲-۳ تا گلدهی (Tr5، Tr6، Tr8، Tr9) از درصد وقوع، شدت، AUDPC-I و AUDPC-S پایینتر و درصد

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). بنابراین با توجه به معنی‌دار شدن اثرات متقابل رقم و تیمارهای سمپاشی، مقایسه میانگین‌ها به تفکیک دو رقم صحرا و یوسف 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 رقم صحرا و یوسف نشان داد که بیشترین اختلاف معنی‌دار و کمترین آلودگی از نظر وقوع بیماری به ترتیب در تیمارهای Tr9 (۲۱٪ و ۲۵/۵٪)، Tr8 (۲۳/۳٪، ۲۷/۳٪)، Tr5 (۲۸/۱٪، ۳۰/۲٪) و Tr6 (۳۱/۱٪، ۳۵/۳٪) نسبت به شاهد Tr10 (۷۲/۱٪، ۷۶/۱٪) وجود داشت (جدول ۳). در هر دو رقم مورد بررسی تیمارهای Tr2 (۶۴/۵٪، ۷۰/۱٪)، Tr7 (۶۲/۲٪، ۷۰/۷٪) و Tr3 (۵۸٪، ۶۳/۷٪) بیشترین میانگین آلودگی را از نظر وقوع بیماری داشتند (جدول ۳).

کمترین آلودگی از نظر شدت بیماری در هر دو رقم صحرا و یوسف به ترتیب در تیمارهای Tr9 (۱۲/۲٪، ۱۳/۸٪)، Tr8 (۱۳٪، ۱۵٪)، Tr5 (۲۰/۲٪، ۲۵/۲٪) و Tr6 (۳۳٪، ۳۸/۳٪) مشاهده شد (جدول ۳). در حالی که بیشترین درصد نکروز سطح برگ به ترتیب در تیمارهای Tr1 (۶۷/۵٪، ۷۰/۲٪)، Tr4 (۶۵/۸٪، ۶۹/۵٪)، Tr2 (۵۴/۲٪، ۶۱/۳٪) و Tr7 (۵۳٪، ۶۰/۷٪) و Tr3 (۴۳/۱٪، ۵۰/۲٪) 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 (Tr10) در تیمارهای Tr9، Tr8، Tr6، Tr5 وجود داشت (جدول ۳)

وجود داشت (جدول ۵). از نظر افزایش درصد عملکرد دانه، به ترتیب در رقم‌های صحرا یوسف بین ۴۳/۶-۲/۱ درصد و ۴۵/۸-۱/۴ درصد افزایش عملکرد دانه مشاهده شد (جدول ۵). 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 یک بار سمپاشی از مرحله تشکیل گره تا گلدهی (تیمارهای Tr1، Tr2، Tr3، Tr4) و تیمار دو بار سمپاشی از مرحله تشکیل گره ۲-۳ تا ۲-۳ (تیمار Tr7) وجود داشت (جدول ۵). بر اساس نتایج بدست آمده استفاده از تیمارهایی با بیش از یکبار سمپاشی از مرحله تشکیل گره ۲-۳ تا گلدهی تأثیر قابل توجهی بر افزایش وزن هزاردانه گذاشتند و لذا در صورت استفاده از این تیمارهای سمپاشی امکان افزایش پتانسیل عملکرد دانه در این دو رقم (به‌خصوص رقم یوسف) وجود دارد (جدول ۵).

برآورد درصد خسارت وارده بر ارقام

برای مقایسه خسارت وارده بر تیمارهای مختلف، تیمار Tr9 در هر دو رقم که از بالاترین میزان عملکرد برخوردار بود، به‌عنوان عملکرد بهینه در نظر گرفته شد و بقیه تیمارها بر اساس تیمار Tr9 مقایسه و درصد خسارت محاسبه گردید (جدول ۶). در هر دو رقم مورد بررسی، در تیمار سه بار سمپاشی که شامل تیمار Tr8 (۱٪، ۱/۲٪) بود کمترین درصد خسارت مشاهده شد (جدول ۶). در بین تیمارهای یک بار سمپاشی، تیمارهای Tr1 (۲۸/۹٪، ۳۰/۴٪)، Tr4 (۲۸٪، ۲۹/۹٪)، Tr2 (۲۵/۴٪، ۲۷/۳٪) و Tr3 (۱۶/۴٪، ۱۵/۸٪) بیشترین درصد خسارت را داشتند و اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای Tr1 و Tr4 با تیمار شاهد Tr10 (۳۰/۳٪، ۳۱/۴٪) مشاهده نشد (جدول ۶). در بین تیمارهای دو بار سمپاشی، تیمارهای Tr5 (۴/۵٪، ۲/۹٪) و Tr6 (۱۰/۲٪، ۹/۷٪) نسبت به Tr7 (۲۳/۳٪، ۲۵/۶٪) کمترین درصد خسارت را داشتند (جدول ۶).

عملکرد و اجزای عملکرد بالاتری نسبت به تیمارهای دیگر برخوردار بودند که نقطه مشترک همه این تیمارها، سمپاشی در مرحله تشکیل گره ۲-۳ و ظهور کامل برگ پرچم بود (جدول ۳، شکل ۱-a-d).

اثر تیمارهای سمپاشی بر درصد کاهش مقادیر AUDPC-I و AUDPC-S

بواسطه سمپاشی از مرحله تشکیل گره تا گلدهی، مقادیر AUDPC-I در رقم صحرا بین ۸۶/۱-۴/۴ درصد و در رقم یوسف بین ۸۱/۲-۳/۷ درصد کاهش یافت در حالی که مقادیر AUDPC-S به ترتیب در رقم‌های صحرا و یوسف بین ۶۵/۷-۲/۲ درصد و ۶۲/۷-۱/۲ درصد کاهش یافت (جدول ۴). قابل توجه است که بیشترین درصد کاهش مقادیر AUDPC-I و AUDPC-S در هر دو رقم مورد بررسی در تیمارهایی با بیش از یکبار سمپاشی از مرحله تشکیل گره ۲-۳ تا گلدهی مشاهده شد (جدول ۴).

اثر تیمارها بر 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 صحرا و یوسف نشان داد که تیمارهایی با بیش از یکبار سمپاشی از مراحل تشکیل گره ۲-۳ تا گلدهی یعنی تیمارهای Tr5، Tr6، Tr8، Tr9 نسبت به دیگر تیمارها اثر قابل توجهی بر میزان افزایش شاخص‌های عملکرد و اجزای عملکرد داشته‌اند (جدول ۵). در رقم صحرا بین ۲۷/۱-۱/۸ درصد افزایش وزن هزاردانه مشاهده شد در حالی که در رقم یوسف بین ۳۵/۹-۲/۴ درصد افزایش وزن هزاردانه وجود داشت (جدول ۵). از نظر تعداد دانه در سنبله در رقم صحرا بین ۵/۹-۰/۴ درصد و در رقم یوسف بین ۸/۱-۰/۵ درصد افزایش مشاهده شد (جدول ۵). در ارقام صحرا و یوسف به ترتیب بین ۱/۶-۰/۱ درصد و ۱/۳-۰/۱ درصد، افزایش تعداد سنبله بارور در سطح

جدول ۲- نتایج واریانس وقوع و شدت بیماری، منحنی‌های پیشرفت بیماری، شاخص‌های عملکرد و اجزای عملکرد در دو رقم جو صحرا و یوسف

Table 2. Results of ANOVA of disease incidence and severity, area under the disease progress curve, yield and yield components in Sahra and Yousef cultivars

| Source of variation | df | Mean squares | | | | | | | |
|-------------------------------|----|---------------|--------------|--------------|--------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------|
| | | Incidence (I) | Severity (S) | AUDPC_I | AUDPC_S | Thousand kernel weight | No. of kernel in spike | No. of spike per area | Yield |
| Block | 3 | 407.22 | 221.6 | 25133.71 | 50321.32 | 5.22 | 1.33 | 22.42 | 7200.21 |
| Cultivar | 1 | 9882.32** | 365.14** | 9132211.42** | 328815.11** | 231.44** | 221.24** | 3002.11* | 3033528** |
| Main error | 3 | 99.80 | 73.33 | 23521.51 | 310.40 | 22.10 | 5.23 | 12.20 | .1047 |
| Spraying treatments | 9 | 7323.20** | 278.87** | 4013311.11** | 2214421.23** | 173.11** | 68.13** | 40.11* | 36016.33** |
| Cultivar× spraying treatments | 9 | 262.54** | 241.20** | 513411.40** | 23533.12** | 11.22** | 4.11** | 2.02* | 33.11** |
| Sub-main error | 54 | 88.11 | 63.31 | 41410.23 | 551.32 | 6.20 | 1.41 | 1.02 | 20.14 |
| CV | | 8.10 | 8.35 | 9.2 | 8.8 | 5.2 | 6.12 | 2.2 | 11.20 |

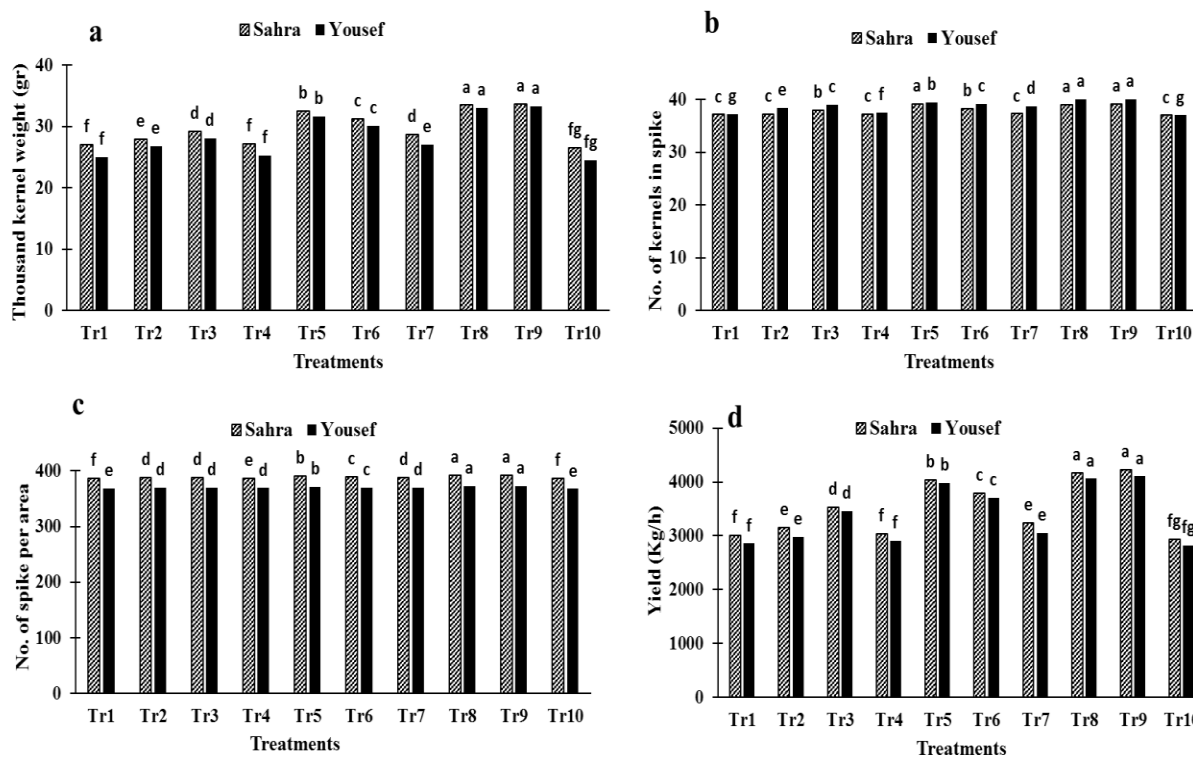
* and ** Significant difference at 5% and 1 %, respectively.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین درصد وقوع (I)، شدت بیماری (S)، AUDPC-I و AUDPC-S لکه قهوه‌ای در دو رقم جو صحرا و یوسف

Table 3. The results of the mean comparison of incidence (I), severity (S), AUDPC-S and AUDPC-I of spot blotch disease in Sahra and Yousef cultivars

| Treatments | Incidence (I%) | | Severity (S%) | | AUDPC-I | | AUDPC-S | |
|--------------|----------------|---------|---------------|---------|-----------|-----------|----------|-----------|
| | Sahra | Yousef | Sahra | Yousef | Sahra | Yousef | Sahra | Yousef |
| Tr1 | 70.2 a | 74.5 a | 67.5 a | 70.2 a | 3148.2 a | 3353.8 a | 3708.8 a | 3857.8 a |
| Tr2 | 64.5 c | 70.1 c | 54.2 c | 61.3 c | 2662.1 c | 3161.3 c | 3358 c | 3508.7 c |
| Tr3 | 58 d | 63.7 d | 43.1 d | 50.2 d | 2177.9 d | 2801.8 d | 2702.5 d | 2951.5 d |
| Tr4 | 68.5 ab | 73.3 ab | 65.8 ab | 69.5 ab | 3012.5 ab | 3244.7 ab | 3625 ab | 3817.7 ab |
| Tr5 | 28.1 f | 30.2 f | 20.2 f | 25.2 f | 762.6 f | 1104.6 f | 1441.7 f | 1559.3 f |
| Tr6 | 31.1 e | 35.3 e | 33 e | 38.3 e | 955.5 e | 1894.8 e | 1665.8 e | 1794.1 e |
| Tr7 | 62.2 c | 70.7 c | 53 c | 60.7 c | 2544.8 c | 3170.8 c | 3292.3 c | 3476.8 c |
| Tr8 | 23.3 g | 27.3 g | 13 g | 15 g | 478.2 g | 668.5 g | 1319.8 g | 1460.2 g |
| Tr9 | 21 g | 25.5 g | 12.2 g | 13.8 g | 457.5 g | 653.6 g | 1301.1 g | 1457.5 g |
| Tr10 (check) | 72.1 a | 76.1 a | 69.2 a | 72.1 a | 3293.3 a | 3482.5 a | 3790.8 a | 3903.3 a |
| LSD | 2.3 | 1.6 | 1.8 | 1.9 | 147.5 | 130.5 | 95.2 | 50.5 |

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



شکل ۱- مقایسه میانگین وزن هزاردانه (a)، تعداد دانه در سنبله (b)، تعداد سنبله بارور در واحد سطح (c) و عملکرد دانه جو (d) در دو رقم صحرا و یوسف

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

جدول ۴- مقایسه اثر تیمارهای سمپاشی بر درصد کاهش مقادیر AUDPC-I و AUDPC-S در دو رقم جو صحرا و یوسف

Table 4. Comparison of the effect of spraying treatments on the percentage decreasing of AUDPC-I and AUDPC-S in Sahra and Yousef cultivars

| Treatments | AUDPC-I (%) | | AUDPC-S (%) | |
|--------------|-------------|--------|-------------|--------|
| | Sahra | Yousef | Sahra | Yousef |
| Tr1 | 4.4 fg | 3.7 fg | 2.2 f | 1.2 e |
| Tr2 | 19.2 e | 9.2 e | 11.4 e | 10.1 d |
| Tr3 | 33.9 d | 19.5 d | 28.7 d | 24.4 c |
| Tr4 | 8.5 f | 6.8 f | 4.4 f | 2.2 e |
| Tr5 | 76.8 b | 68.3 b | 62 ab | 60.1 a |
| Tr6 | 71 c | 45.6 c | 56.1 c | 54 b |
| Tr7 | 22.7 e | 9 e | 13.2 e | 10.9 d |
| Tr8 | 85.5 a | 80.8 a | 65.2 a | 62.6 a |
| Tr9 | 86.1 a | 81.2 a | 65.7 a | 62.7 a |
| Tr10 (check) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LSD | 4.2 | 3 | 3.1 | 2.6 |

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

جدول ۵- مقایسه اثر تیمارهای سمپاشی بر افزایش درصد عملکرد و اجزای عملکرد در دو رقم جو یوسف و صحرا

Table 5. Comparison of the effect of spraying treatments on increasing in yield and yield components in Sahara and Yousef cultivars

| Treatments | Thousand kernel weight (%) | | No. of kernel in spike (%) | | No. of spike per area (%) | | Yield (%) | |
|--------------|----------------------------|--------|----------------------------|--------|---------------------------|--------|-----------|--------|
| | Sahra | Yousef | Sahra | Yousef | Sahra | Yousef | Sahra | Yousef |
| Tr1 | 1.8 f | 2.4 f | 0.4 d | 0.5 f | 0.1 c | 0.1 c | 2.1 g | 1.4 g |
| Tr2 | 5.6 e | 9.3 e | 0.5 d | 3.7 e | 0.5 c | 0.4 c | 7.1 f | 5.9 f |
| Tr3 | 10.1 d | 14.6 d | 2.7 c | 5.4 d | 0.6 c | 0.4 c | 17.3 d | 22.7 d |
| Tr4 | 2.4 f | 3.2 f | 0.5 d | 1.3 f | 0.2 c | 0.3 c | 3.4 g | 3.1 g |
| Tr5 | 22.6 b | 28.9 b | 5.6 a | 6.7 b | 1.1 a | 0.9 a | 37.1 b | 41.5 b |
| Tr6 | 18.1 c | 22.8 c | 3.5 b | 5.9 c | 0.8 ab | 0.7 ab | 28.9 c | 31.5 c |
| Tr7 | 8.3 e | 10.6 e | 0.5 d | 4.5 d | 0.6 c | 0.4 c | 10.1 e | 8.4 e |
| Tr8 | 26.4 a | 35.1 a | 5.4 a | 8.1 a | 1.6 a | 1.2 ab | 41.9 a | 44.3 a |
| Tr9 | 27.1 a | 35.9 a | 5.9 a | 8.1 a | 1.6 a | 1.3 a | 43.6 a | 45.8 a |
| Tr10 (check) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LSD | 2.7 | 1.5 | 0.5 | 0.9 | 0.5 | 0.3 | 1.7 | 1.6 |

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

اثر تیمارهای سمپاشی بر کاهش خسارت

مقایسه اثر تیمارهای سمپاشی بر میزان کاهش خسارت در دو رقم صحرا و یوسف نشان داد که تیمارهای مرحله تشکیل گره ۳-۲ تا گلدهی (تیمارهای Tr5، Tr6، Tr8 و Tr9) بیشترین اثر را در کاهش خسارت داشتند، بطوری که در رقم صحرا بین ۳۰/۳ - ۲۵/۸ درصد و در رقم یوسف بین ۳۱/۴ - ۲۸/۴ درصد، کاهش خسارت مشاهده شد (جدول ۶).

کمترین اثرگذاری در کاهش خسارت در تیمارهای یکبار سمپاشی (Tr1، Tr2 و Tr4) و دو بار سمپاشی در مرحله تشکیل گره (Tr7) مشاهده شد که به ترتیب در رقم صحرا و یوسف بین ۷ - ۱/۴ درصد و ۵/۸ - ۱ درصد، کاهش خسارت وجود داشت (جدول ۶). قابل توجه است که در بین تیمارهای یکبار سمپاشی در هر دو رقم مورد بررسی، تیمار Tr3 (ظهور کامل برگ پرچم) از درصد کاهش خسارت بالاتری (۱۳%/۹، ۱۵%/۶) برخوردار بود که نشان از آن دارد که این تیمار نسبت به دیگر تیمارها توانسته شدت بیماری را بر برگ پرچم تا حدی کاهش دهد (جدول ۶).

با توجه به نتایج بدست آمده، به دلیل شدت بالای بیماری با یکبار سمپاشی از مراحل تشکیل گره تا گلدهی، مقدار بیماری در برگ بالایی گیاه کاهش قابل توجهی پیدا نکرد و در نتیجه میزان خسارت در این تیمارها بالا بود (جدول ۶). همانطور که جدول ۳ نشان می دهد، با افزایش تعداد دفعات سمپاشی ها به بیش از یک بار و تلفیق آن ها از مرحله تشکیل گره ۳-۲ تا گلدهی (تیمارهای Tr5، Tr6، Tr8 و Tr9) کاهش قابل توجهی در خسارت مشاهده شد که نشان از وجود اثر سینرژیستی بین این تیمارها می باشد (جدول ۶).

مقایسه کاهش شدت بیماری (شدت نکروز سطح برگ ها) لکه قهوه ای و اثر پیوستگی استفاده از قارچ کش ها در مراحل مختلف رشدی

در واقع کاهش خسارت بواسطه اعمال تیمارهای سمپاشی می تواند به دلیل کاهش شدت بیماری بر روی برگ های بالایی گیاه از جمله برگ پرچم باشد. منحنی پیشرفت بیماری در دو رقم صحرا و یوسف نسبت به تیمارهای مختلف سمپاشی الگوی مشابهی نشان دادند (شکل ۲ a,b).

جدول ۶- میزان خسارت و درصد کاهش خسارت، افزایش عملکرد و سود اقتصادی حاصل از استفاده تیمارهای سمپاشی در مراحل مختلف رشدی جو صحرا و یوسف

Table 6- Percentage of damage and decreasing the damage, increasing in yield and profit of the application of spraying treatments at barley different growth stages (Sahra and Yousef cultivars)

| Treatments | Cultivar | Loss (%) | Decreased loss (%) | Spraying costs ¹ (b) | Increased yield (Kg/h) | Profit of increased yield ² (a) | Economic profit (a-b) |
|--------------|----------|----------|--------------------|---------------------------------|------------------------|--|-----------------------|
| Tr1 | Sahra | 28.9 a | 1.4 g | 66000 | 62.5 f | 64375 | -1625 |
| Tr1 | Yousef | 30.4 a | 1 f | 66000 | 40.7 f | 41921 | -24079 |
| Tr2 | Sahra | 25.4b | 4.9 e | 135000 | 211 e | 217330 | 82330 |
| Tr2 | Yousef | 27.3 b | 4.1 e | 135000 | 167.8 e | 172834 | 37834 |
| Tr3 | Sahra | 16.4 c | 13.9 d | 167000 | 590.8 d | 605824 | 441524 |
| Tr3 | Yousef | 15.8 c | 15.6 d | 167000 | 638.8 d | 657964 | 490964 |
| Tr4 | Sahra | 28 a | 2.3 ef | 237000 | 100 f | 103000 | -134000 |
| Tr4 | Yousef | 29.9a | 1.5 e | 237000 | 87.8 f | 90434 | -146566 |
| Tr5 | Sahra | 4.5 e | 25.8 b | 302000 | 1092.8 b | 1125584 | 823584 |
| Tr5 | Yousef | 2.9 ef | 28.4 b | 302000 | 1167.8 b | 1202834 | 900834 |
| Tr6 | Sahra | 10.2 d | 20.1 c | 404000 | 849.8 c | 875294 | 471294 |
| Tr6 | Yousef | 9.7 d | 21.6 c | 404000 | 887.9 c | 914537 | 510537 |
| Tr7 | Sahra | 23.3 b | 7 e | 201000 | 298.5 e | 307455 | 106455 |
| Tr7 | Yousef | 25.6 b | 5.8 e | 201000 | 238.9 e | 246067 | 45067 |
| Tr8 | Sahra | 1.2 f | 29.1 a | 539000 | 1233 a | 1269990 | 730990 |
| Tr8 | Yousef | 1 e | 30.3 a | 539000 | 1246.8 a | 1284204 | 745204 |
| Tr9 | Sahra | - | 30.3 a | 605000 | 1284.1 a | 1322623 | 717623 |
| Tr9 | Yousef | - | 31.4 a | 605000 | 1290 a | 1328700 | 723700 |
| Tr10 (check) | Sahra | 30.3 a | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tr10 (check) | Yousef | 31.4 a | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| LSD | Sahra | 2.3 | 2.3 | | 53.2 | | |
| LSD | Yousef | 1.8 | 2 | | 70.5 | | |

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

2- Profit of increased of yield calculated with 1030 tomans.

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

یوسف، تیمار Tr4 (سمپاشی در زمان T3 یا مرحله گلدهی) به دلیل اینکه سمپاشی در مرحله گلدهی صورت گرفته است نیز نتوانسته شدت بیماری را بر روی برگ‌های بالایی گیاه کاهش دهد و اکثر سطح برگ پرچم و برگ‌های ماقبل آن آلوده بود (شکل ۲ a, b). منحنی پیشرفت بیماری نشان داد که در تیمار Tr3 (سمپاشی در زمان T2 یا مرحله ظهور کامل برگ پرچم) به دلیل شدت بالای بیماری بر روی دو برگ ماقبل پرچم و همچنین انجام یکبار سمپاشی در این مرحله، برگ پرچم نیز آلوده شده است (شکل ۲ a, b). قابل توجه است که همین یکبار سمپاشی در این مرحله سبب شده است تا حدی از شدت

نتایج منحنی پیشرفت بیماری نشان داد که در هر دو رقم صحرا و یوسف تیمارهای Tr1 (سمپاشی در زمان T0 یا مرحله اوایل ساقه‌روی تا گره ۱)، تیمار Tr2 (سمپاشی در زمان T1 یا مرحله تشکیل گره ۳-۲) و تیمار Tr7 (T0+T1) شدت بیماری را بر روی برگ‌های پایینی گیاه کاهش دادند، اما نتوانستند شدت بیماری (شدت نکرور سطح برگ) 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 شدت بیماری سبب افزایش خسارت در این تیمارها شده است (شکل ۲ a, b، جدول ۶). در رقم‌های صحرا و

در تیمارهای Tr8 و Tr9 (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 به‌طور قابل توجهی بکاهند (شکل ۲ a, b). نقطه مشترک تیمارهای Tr8 و Tr9 مراحل T1+T2+T3 بود و از آنجایی که تیمارهای یکبار سمپاشی قبل از ظهور برگ پرچم (از جمله مراحل تشکیل گره در زمان‌های T0 و T1) اثر چندانی بر کاهش شدت بیماری نداشتند و در مقابل تیمارهای ظهور برگ پرچم اثر قابل توجهی بر کاهش شدت بیماری 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 کرده و سبب کاهش شدت بیماری و افزایش عملکرد شود.

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

کمترین افزایش عملکرد در تیمارهای یکبار سمپاشی در تیمار Tr1 (۶۲/۵، ۴۰/۷ کیلوگرم در هکتار) و Tr4 (۱۰۰، ۸۷/۸ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری بین این دو تیمار از نظر افزایش عملکرد وجود نداشت (جدول ۶). بیشترین افزایش عملکرد به ترتیب در تیمارهای Tr9 (۱۲۸۴/۱، ۱۲۹۰ کیلوگرم در هکتار)، Tr8 (۱۲۳۳، ۱۲۴۶/۸ کیلوگرم در هکتار)، Tr5 (۱۰۹۲/۸، ۸۴۹/۸ کیلوگرم در هکتار) و Tr6 (۱۱۶۷/۸ کیلوگرم در هکتار) مشاهده شد (جدول ۶).

بالاترین سود حاصل از افزایش عملکرد در بین تیمارهای مورد بررسی متعلق به تیمارهایی با بیش از یکبار سمپاشی در مرحله تشکیل گره ۲-۳ تا گلدهی بود (جدول ۶). قابل توجه است که افزایش تعداد سمپاشی‌ها به بیش از سه بار در هر دو رقم تأثیر چندانی بر کاهش درصد

بیماری بر روی برگ پرچم کاسته شود و لذا برگ پرچم در این تیمار نسبت به دیگر تیمارهای یکبار سمپاشی از جمله Tr1، Tr2 و Tr4 از سطح سبزینه بالاتری برخوردار بود که می‌تواند در عملکرد نهایی تأثیرگذار باشد (شکل ۲ a، شکل ۱ d).

برگ‌های بالایی گیاه در تیمارهای دو بار سمپاشی Tr5 (سمپاشی در زمان‌های T1+T2) و Tr6 (سمپاشی در زمان‌های T2+T3) از شدت آلودگی و خسارت بسیار پایین‌تری نسبت به تیمار Tr7 (سمپاشی در زمان‌های T0+T1) برخوردار بودند (شکل ۲ a, b، جدول ۶). نقطه مشترک سمپاشی در تیمارهای Tr5 و Tr6، مرحله ظهور برگ پرچم بود، اما مقدار عملکرد دانه در تیمار Tr5 نسبت به تیمار Tr6 بالاتر بود (شکل ۱ d) که می‌تواند به دلیل نقش اثر پیوستگی سمپاشی (سمپاشی از مرحله تشکیل گره ۲-۳ تا ظهور برگ پرچم) در تیمار Tr5 باشد که سبب شده شدت بیماری را بر روی برگ پرچم و دو برگ ماقبل آن کاهش دهد (شکل ۲ a, b) و به موجب آن سطح سبزینه بیشتری برای فتوسنتز و پرشدن دانه در اختیار گیاه قرار گیرد. همانطور که شکل ۲ نشان می‌دهد اثر پیوستگی سمپاشی در تیمار Tr5 نسبت به تیمار Tr6 برای کاهش شاخص بیماری لکه قهوه‌ای بیشتر بود که همین امر می‌تواند سبب کاهش شدت بیشتر بیماری بر روی برگ پرچم و در نهایت افزایش عملکرد نهایی شده باشد. بنابراین بر همین اساس می‌توان استنباط کرد که کاهش شدت بیماری در مرحله قبل از ظهور کامل برگ پرچم می‌تواند اثر بهتری در کنترل بیماری لکه قهوه‌ای داشته باشد. لذا تلفیق دو سمپاشی از مرحله تشکیل گره ۲-۳ تا ظهور برگ پرچم (تیمار Tr5) می‌تواند اثر سینرژیستی بر کاهش شدت بیماری داشته باشد و این حاکی از آن است که افزایش تعداد سمپاشی از تشکیل گره ۲-۳ تا مرحله ظهور کامل برگ پرچم می‌تواند سبب افزایش سبزینه برگ‌های بالایی گیاه و افزایش عملکرد شود.

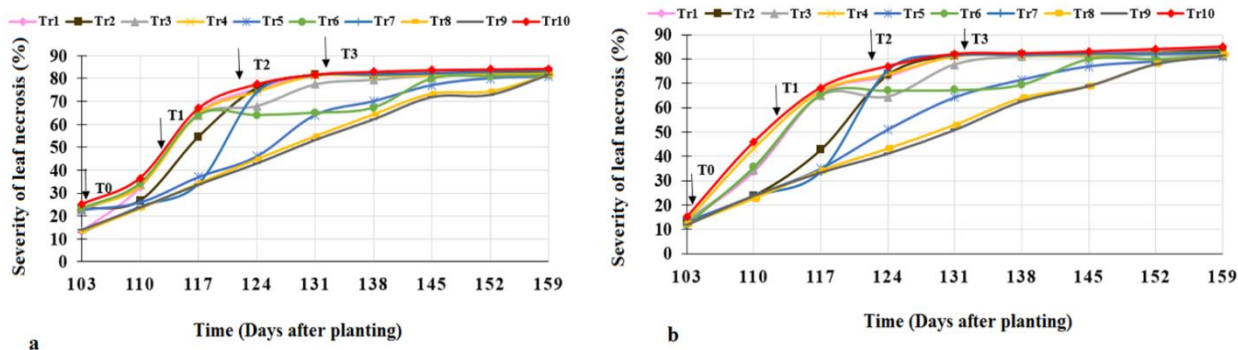
قارچ‌کش‌ها در اوایل مرحله رشدی جو تأثیری بر کاهش شدت بیماری بر روی برگ‌های بالایی نداشته است (Turkington et al., 2004; Poole and Arnaudin, 2014). طی مطالعاتی مشخص شده است که بیماری لکه قهوه‌ای با یکبار سمپاشی در مرحله ظهور برگ پرچم به‌طور قابل توجهی کاهش یافت ولی زمانی که یکبار دیگر در مرحله گلدهی سمپاشی صورت گرفت، میزان کاهش شدت بیماری و افزایش عملکرد بیشتر گردید (Singh et al., 2014; Fernandez et al., 2012). Bhandari (2017) پی برد که استفاده از تیمارهای سمپاشی از مرحله ساقه‌روی تا گلدهی بین ۱۸ تا ۴۳ درصد موجب افزایش عملکرد شد و تیمارهای دو بار و سه بار سمپاشی بیشترین اثر را در افزایش عملکرد داشتند. در مطالعه حاضر، تیمارهای سمپاشی نشان دادند که استفاده از قارچ‌کش‌ها در زمان‌های مختلف رشدی تأثیر متفاوتی بر شاخص‌های عملکرد و اجزای عملکرد داشتند، به‌طوری که تیمارهای سمپاشی مؤثر در افزایش عملکرد در هر دو رقم صحرا و یوسف در زمان‌های تشکیل گره ۲-۳ تا گلدهی مشاهده شدند.

در استان گلستان قارچ‌کش‌های تیلت، فولیکور و فالکن برای کنترل بیماری برگ‌ها ثبت شده‌اند و مطالعات نشان داده است که کارایی این قارچ‌کش‌ها با توجه به زمان و تعداد دفعات استفاده آنها، شرایط آب و هوایی، حساسیت ارقام و میزان شدت بیماری متفاوت است (Aghajani et al., 2010; Abbasi, 2011). در این مطالعه با توجه به مطالعات متعدد انجام شده در رابطه با کارایی قارچ‌کش‌های مختلف ثبت شده (Aghajani et al., 2010; Abbasi, 2011) برای کنترل بیماری لکه برگ‌ها، اقدام به استفاده از این قارچ‌کش‌ها (از جمله تیلت، فولیکور و فالکن) در زمان مختلف رشدی جو شد. بر اساس نتایج بدست آمده از دو بار سمپاشی در مرحله تشکیل گره ۲-۳ و ظهور کامل برگ پرچم (تیمار Tr5) با

خسارت و درصد افزایش عملکرد و سود حاصل از آن نداشت و تنها هزینه‌های سمپاشی را افزایش داد (جدول ۶). بنابراین تصمیم‌گیری برای استفاده از تیمارهای سمپاشی علاوه بر زمان استفاده و تعداد دفعات آن، میزان کاهش وقوع و شدت بیماری و افزایش عملکرد باید به فاکتور دیگری بنام سود اقتصادی نیز توجه شود.

مقایسه سود اقتصادی نشان داد که در رقم‌های صحرا و یوسف، تیمارهای یکبار سمپاشی Tr1 و Tr4، از سود اقتصادی منفی برخوردار بودند و با توجه به هزینه‌های سمپاشی و میزان افزایش عملکرد پایین در این تیمارهای سمپاشی، استفاده از تیمارهای Tr1 و Tr4، نه تنها صرفه اقتصادی ندارد، بلکه زیان اقتصادی را نیز به همراه دارد (جدول ۶). در بین تیمارهای یکبار سمپاشی، تنها تیمار Tr3 از سود اقتصادی بالاتری برخوردار بود (جدول ۶). در هر دو رقم مورد بررسی بیشترین سود اقتصادی حاصل به ترتیب در تیمارهای دو بار سمپاشی Tr5، سه بار سمپاشی Tr8، چهار بار سمپاشی (Tr9)، و دو بار سمپاشی Tr6 مشاهده شد (جدول ۶). بطور کلی در هر دو رقم صحرا و یوسف، تیمار Tr5 سود اقتصادی بالاتری به دلیل زمان مناسب استفاده از قارچ‌کش و کاهش تعداد دفعات سمپاشی (دو بار سمپاشی در مرحله تشکیل گره ۲-۳ + ظهور کامل برگ پرچم) و هزینه‌های ناشی از آن داشت.

مطالعات مختلفی در رابطه با کارایی قارچ‌کش‌ها برای کنترل بیماری لکه قهوه‌ای انجام شده است و تأثیر هر یک از قارچ‌کش‌ها نیز با توجه به شرایط آب و هوایی، ارقام و زمان استفاده متفاوت بوده است. Turkington et al. (2015) پی بردند که استفاده از پروپیکونازول در طی مراحل ساقه‌روی و ظهور برگ پرچم سبب کاهش شدت بیماری لکه قهوه‌ای و همچنین افزایش عملکرد نهایی در جو گردید. بررسی‌ها نشان داده است که برگ‌های بالایی کانوبی نقش مهمی در حفظ عملکرد دارند و استفاده از



شکل ۲- منحنی پیشرفت بیماری لکه قهوه‌ای در دو رقم صحرا (a) و رقم یوسف (b) در واکنش به تیمارهای سمپاشی در چهار زمان T0 (اوایل ساقه‌روی تا تشکیل گره ۱)، T1 (تشکیل گره ۳-۲)، T2 (ظهور کامل برگ پرچم) و T3 (گلدهی). این منحنی بر اساس شدت آلودگی سطح برگ‌ها از مرحله تشکیل گره تا گلدهی ترسیم شده است. در محور عمودی، اعداد سمت چپ نماینگر 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 2. Disease progress curve of tan spot in Sahra (a) and Yousef (b) cultivars in response to spraying treatments at four-timing, T0 (early stem elongation to node formation 1), T1 (node formation 3-2), T2 (the full emergence of Flag leaf) and T3 (flowering). This curve was drawn 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).

سمپاشی صورت گیرد و به دنبال آن سمپاشی دیگری در مرحله گلدهی با قارچ کش رکس دو (از جمله تیمارهای Tr6، Tr8 و Tr9) انجام شود، اثرگذاری قارچ کش رکس دو بر کاهش شدت بیماری لکه قهوه‌ای مشخص می‌گردد.

طی بررسی‌ها مشخص شده است که قارچ کش‌های تیلت و فولیکور نیز کارایی بالایی در کنترل بیماری لکه قهوه‌ای داشتند (Soovali and Koppel, 2008; Turkington et al., 2004; Aghajani et al., 2010). اما در این بررسی احتمالاً به دلیل استفاده این قارچ کش‌ها در زمان‌های تشکیل گره کارایی چندانی نشان ندادند و همانطور که مشخص گردید در تیمارهای دو بار سمپاشی (Tr5)، سه بار سمپاشی (Tr8) و چهار بار سمپاشی (Tr9) که این دو قارچ کش در ترکیب با دو قارچ کش فالکن و رکس دو استفاده شدند، میزان بیماری در این تیمارها در مقایسه با دیگر تیمارها پایین تر بود که نشان از آن دارد که

قارچ کش‌های فولیکور و فالکن می‌توان نتیجه گرفت که دو بار سمپاشی (با این دو قارچ کش) توانسته است از میزان شدت بیماری بر روی برگ‌های بالایی گیاه کم کند و یکبار سمپاشی توانایی کاهش شدت بیماری را نداشت. همانطور که در تیمار Tr3 مشخص گردید یکبار سمپاشی در مرحله ظهور کامل برگ پرچم با فالکن، اثرگذاری کمی در کاهش شدت بیماری داشت و لذا یک سمپاشی قبل از مرحله ظهور کامل برگ پرچم برای کاهش شدت بیماری لازم بود.

در مرحله گلدهی (تیمار Tr4) از قارچ کش رکس دو استفاده شد که این قارچ کش توانایی بالایی در کنترل بیماری‌های برگ و فوزاریوم سنبله دارد (Aghajani et al., 2010) و نتایج نشان داد که استفاده از قارچ کش رکس دو به تنهایی در مرحله گلدهی توانایی چندانی بر کاهش شدت بیماری بر برگ پرچم نداشت، اما زمانی که یک بار در زمان ظهور برگ پرچم با قارچ کش فالکن

برگ‌های پایینی کاهش دهد، اما امکان کاهش عملکرد محصول به دلیل آلودگی برگ‌های پرچم و دو برگ ماقبل آن وجود دارد (Wegulo et al., 2012). در بررسی حاضر نیز مشخص گردید که در صورت انتقال آلودگی از برگ‌های پایینی به برگ پرچم میزان خسارت به گیاه قابل توجه می‌باشد که می‌تواند بر عملکرد نهایی گیاه تأثیر گذار باشد.

با توجه به نتایج بدست آمده، استفاده از قارچ‌کش‌های رایج به صورت یکبار سمپاشی از مرحله تشکیل گره تا گلدهی (تیمارهای Tr1، Tr2 و Tr4) و تلفیق مراحل تشکیل گره ۱ و ۲-۳ (تیمار Tr7) در هر دو رقم مورد بررسی تأثیر چندانی بر کاهش شدت بیماری و عملکرد محصول نداشتند و استفاده از این تیمارهای سمپاشی باعث بازده اقتصادی نشد. در صورتی که شدت بیماری پایین باشد و احتمال انتقال بیماری از برگ‌های پایینی گیاه به برگ پرچم کم باشد، می‌توان از تیمار یکبار سمپاشی در مرحله ظهور کامل برگ پرچم (تیمار Tr3) استفاده کرد. از آنجایی که شدت بیماری (به سبب خاکورزی حفاظتی و وجود ارقام حساس) در منطقه بالاست، استفاده از قارچ‌کش‌ها به صورت دو بار سمپاشی از مرحله تشکیل گره ۲-۳ تا ظهور کامل برگ پرچم (تیمار Tr5) می‌تواند کارایی بالایی در کاهش بیماری (کاهش مایه بیمارگر برای سال‌های آینده) و افزایش عملکرد و سود اقتصادی داشته باشد.

سپاس‌گزاری

بدین وسیله از حمایت‌های مالی بخش تحقیقات و نوآوری هلدینگ مزارع نوین ایرانیان و شرکت سهامی مزرعه نمونه گرگان تقدیر و تشکر می‌گردد.

این دو قارچ‌کش نیز پتانسیل بالایی در کاهش شدت بیماری لکه قهوه‌ای داشتند، اما استفاده آنها در مراحل ابتدایی ساقه‌روی (تشکیل گره) جو به دلیل بالا بودن شدت بیماری (به سبب خاکورزی حفاظتی و وجود ارقام حساس) کارایی چندانی بر کنترل بیماری لکه قهوه‌ای نداشتند. بنابراین زمان و تعداد دفعات استفاده و همچنین میزان حساسیت ارقام اثر قابل توجهی بر روی کارایی قارچ‌کش‌ها می‌گذارد (Aghajani et al., 2010).

در این بررسی مشخص گردید که در صورت وجود شدت بالای بیماری، هر دو رقم صحرا و یوسف متحمل خسارت جبران ناپذیری می‌شوند که می‌تواند به دلیل حساسیت این دو رقم به بیماری لکه قهوه‌ای باشد و استفاده از تیمارهای سمپاشی می‌تواند خسارت ناشی از این بیماری را تا حد قابل توجهی کاهش دهد و از اپیدمی شدن بیماری و افزایش مایه بیمارگر برای سال آینده جلوگیری کند. پتانسیل قارچ‌کش‌های برگ‌گی در افزایش عملکرد زمانی مشخص می‌گردد که شدت بیماری بالا و ارقام حساس به بیماری باشند (Weisz et al. 2011). در صورت شدت بالای بیماری، استفاده از قارچ‌کش‌ها از مرحله ساقه‌روی (GS30) تا مرحله آبستنی (GS40) گندم، به طور قابل توجهی سبب کاهش بیماری‌های برگ‌گی (از جمله لکه خرمایی، لکه قهوه‌ای و سپتوریوز) و افزایش عملکرد شدند (Weisz et al. 2011). استفاده از قارچ‌کش‌ها اغلب برای حفاظت برگ پرچم از آلودگی‌های قارچی بوده است (Wegulo et al., 2012). حفاظت برگ پرچم در غلات یک حفاظت کلیدی محسوب می‌شود و یکی از فاکتورهایی است که در توسعه و پرشدن بذر و افزایش عملکرد نهایی اثرگذار است (Lopez et al., 2015). در واقع سمپاشی در مراحل اولیه رشد گیاه (ساقه‌روی و تشکیل گره) ممکن است شدت بیماری را بر روی

REFERENCES

- Abbasi, A. 2011. Chemical control of tan spot disease of wheat in Mazandaran province. M. Sc. Thesis, Azad University of Damghan, Damghan, Iran.
- Aghajani, M.A. 2013. Guide to identifying and managing wheat diseases in Golestan province. Norozi press. 124 pp. (in Persian).
- 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, Tehran, Iran. P. 20.
- Aggarwal, P.K., Talukdar, K.K., and Mall, R.K. 2000. Potential yields of rice-wheat system in the Indo-Gangetic Plains of India. Consortium paper series 10. Rice-wheat consortium for the Indo-Gangetic Plains, New Delhi, India. P. 16.
- Bhandari, D. 2017. Identification of best spray schedules for propiconazole fungicide against spot blotch disease in wheat. Journal of Bioscience and Agriculture Research, 15(20):1287-1293.
- Bhandari, D., and Tripathi, J. 2005. Intensity of *Helminthosporium* leaf blight of wheat in different methods of planting. Proceedings of the 26th National winter crops research workshop, Nepal Agricultural Research Council held at Khumaltar, Kathmandu, Nepal, pp. 181-187.
- Ershad, j. 2009. Fungi of Iran. Iranian Research Institute of Plant Protection. P. 531. (in persian).
- Fernandez, M. R., Lim, S., Dokken-Bouchard, F. L., Miller, S. G., and Northover, P. R. 2012. Leaf spotting diseases of common and durum wheat in Saskatchewan in 2011. Canadian Plant Disease Survey, 92: 98101.
- 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 Bulletin, 33: 397–401.
- 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.
- MacLean, D. 2016. Evaluating fungicide timing for leaf spot diseases of wheat and fungicide resistance in *Pyrenophora tritici-repentis*. M. Sc. Thesis, University of Saskatchewan, Canada.
- Marroni, M V., Viljanen-Rollinson, S.L.H., Butler, R.C., and Deng, Y. 2006. Fungicide timing for the control of *Septoria tritici* blotch of wheat. New Zealand Plant Protection, 59:160-165.

Orr, D. D., Turkington, T. K., and Kutcher, R. 1999. Impact of tilt timing on disease management in Harrington barley. Pest Management Research Report (PMRR), Lacombe, Alberta and Melfort, Saskatchewan, pp. 322-324.

Poole, N. F., and Arnaudin, M. E. 2014. The role of fungicides for effective disease management in cereal crops. Canadian Journal of Plant Pathology, 36: 1-11.

Saari, E., and Prescott J. M., 1975. A scale for appraising the foliar intensity of wheat diseases. Plant Disease, 59: 377-380.

Soovali, P., and Koppel, M. 2008. Influence of fungicides and variety resistance of fungal flora of barley grain. Zemdirbyste-Agriculture, 95: 158-165.

Sharma-Poudyal, D., Duveiller, E., and Sharma, R. C. 2005. Effects of seed treatment and foliar fungicides on *Helminthosporium* leaf blight and on performance of wheat in warmer growing conditions. Journal of Phytopathology, 153(8): 401-408.

Sharma, R. C., and Duveiller, E. 2006. Spot blotch continues to cause substantial grain yield reductions under resource limited farming conditions. Journal of Phytopathology, 154: 482-488.

Singh, S., Singh, H., Sharma, A., Meeta, M., Singh, B., Joshi, N., Grover, P., AlYassin, A., and Kumar, S. 2014. Inheritance of spot blotch resistance in barley (*Hordeum vulgare* L.). Canadian Journal of Plant Science, 94 (7): 1203-1209.

Turkington, T. K., O'Donovan, J. T., Harker, K. N., Xi, K., Blackshaw, R. E., Johnson, E. N., Peng, G., Kutcher, H. R., May, W. E., Lafond, G. P., Mohr, R. M., Irvine, R. B., and Stevenson, C. 2015. The impact of fungicide and herbicide timing on foliar disease severity, and barley productivity and quality. Canadian Journal of Plant Science, 95: 525-537.

Turkington, T. K., Kutcher, H. R., Clayton, G. W., O'Donovan, J. T., Johnston, A. M., Harker, K. N., Xi, K., and Stevenson, F. C. 2004. Impact of seedbed utilization and fungicide application on severity of net blotch (*Pyrenophora teres*) and production of barley. Canadian Journal of Plant Pathology, 26: 533-547.

Wegulo, S. N., Stevens, J., Zwingman, M. V., and Baenziger, P. S. 2012. Yield response to foliar fungicide application in winter wheat. In D. Dhanasekaran, N. Thajuddin, and A. Paneerselvam (Eds). Fungicides for Plant and Animal Diseases. InTech Open publisher, Rijeka, Croatia, pp. 227-244.

Weisz, R., Cowger, C., Ambrose, G., and Gardner, A. 2011. Multiple mid-atlantic field experiments show no economic benefit to fungicide application when fungal disease is absent in winter wheat. Phytopathology, 101: 323-333.

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.



© 2019 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

Determination of optimum timing of fungicides application for the control of barley spot blotch

M. Abedi-Tizaki^{1*}, K. Rezapour², M. A. Aghajani³, F. Asadi⁴ and S. Salimian⁴

1. ***Corresponding Author:** Researcher at Etka Research and Innovation Center, Tehran, Iran (m.abeditizaki@gmail.com)
2. Mazare 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. Mazare Novin Iranian Holding, Mazrae Nemone Joint Stock Company, Gorgan, Iran

(DOI): 10.22055/ppr.2019.14150

Received: 15 April 2018

Accepted: 22 November 2018

Abstract

Background and Objectives

Spot blotch (*Bipolaris sorokiniana*) is one of the most destructive leaf diseases that causes significant damages to barley during epidemic periods. Fungicide application is a rapid control practice for this disease during epidemic periods. Several fungicides have been proposed for controlling spot blotch, but these fungicides are effective if they reduce the disease pressure on important plant leaves, especially flag leaf. The results of fungicides application at different growth stages of barley are inconsistent, and also there is no comprehensive study on the timing of fungicides application for controlling this disease in Iran. Therefore, the present study was designed to determine the appropriate timing of fungicides application at four growth stages of barley to decrease the disease pressure on the upper leaves of the plant, the timing of spraying on reduction of disease damage, and to increase yield and economic profit.

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 (Sahra and Yousef) and the spraying treatments, respectively. The 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 selected as once, twice, three and four times spraying that were Tr1 (once spraying at early stem elongation to node forming 1), Tr2 (once spraying at node formation 2-3), Tr3 (once spraying at full flag leaf emergence), Tr4 (once spraying at flowering), Tr5 (twice spraying at node formation 2-3 + full flag leaf emergence), Tr6 (twice spraying at full flag leaf emergence+ flowering), Tr7 (twice spraying at early stem elongation to node forming 1+ node formation 2-3), Tr8 (three times spraying at node formation 2-3+ full flag leaf emergence+ flowering), Tr9 (four times spraying at early stem elongation to node forming 1+ node formation 2-3+ full flag leaf emergence+ flowering) and Tr10 (check). The efficiency of spraying treatments was evaluated one week after the last spraying by determining the index of disease (e.g., incidence and severity, area under the disease progress curve, AUDPC) as well as comparing the yield and yield components.

Results

The results of this study showed that treatments with more than once spraying from the node formation 2-3 to flowering stages (Tr5, Tr6, Tr8 and Tr9 treatments) could decrease the values of AUDPC-I between 76.8-86.1% and 68.3-81.2% in Sahra and Yousef cultivars, respectively, whereas the values of AUDPC-S decreased between 62-65.7% and 60.1-62.7% in Sahra and Yousef cultivars, respectively. The highest percentage of yield increase was observed in the treatments with more than once spraying from the node formation 2-3 to flowering stages, which was more than 37% (1092.8 to 1284.1 kg/ ha) and 41% (1167.8 to 1290 Kg/ ha) in Sahra and Yousef cultivars, respectively.

Discussion

In both cultivars, the comparison of economic profit showed that Tr5 treatment (node formation 2-3 to flag leaf emergence stage) not only decreased the disease severity, but also increased the yield. It also reduced costs and had the highest economic profit compared to other spraying treatments (Tr6, Tr8 and Tr9). According to obtained results, the treatment of Tr5 (twice spraying at T1+T2 timing) was the best timing of fungicide application for the reduction of the disease pressure and the increase of yield and economic profit.

Keywords: *Spot blotch, Bipolaris sorokiniana, Spraying treatments, Growth stage, Barley*