مجله دانش گیاه‌پزشکی ایران
دوره ۴۳، شماره ۲، ۱۳۹۱ (۳۸۹-۳۷۹)

ارزیابی مقاومت ارقام گندم نسبت به جدایه‌های قارچ *Mycosphaerella graminicola* دشت مغان در مرحله گیاهچه‌ای در شرایط گلخانه

مهدی داوری[1*]، مسعود ابرین بنا[2]، رسول اصغری زکریا[3] و مهدی ارزنلو[4]
۱، استادیار دانشگاه محقق اردبیلی، ۲، استادیار ، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ۳، دانشیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، ٤، استادیار ، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
(تاریخ دریافت : ۹۰/۲/٤- تاریخ تصویب: ۹۱/۱۱/۱)

چکیده

بیماری سپتوریای برگی گندم با عامل قارچی *Mycosphaerella graminicola* (فرم غیرجنسی: *Septoria tritici*) از بیماری‌های مهم گندم در سراسر دنیا به شمار می‌رود که در سال‌های اخیر در برخی نقاط ایران از جمله منطقه مغان شیوع پیدا کرده است. در این تحقیق، واکنش ۲۳ رقم گندم نان و دوروم نسبت به ۱۰ جدایه قارچ *M. graminicola* که در طی سال‌های زراعی ۱۳۸٦ و ۱۳۸۷ از مزارع آلوده منطقه مغان جداسازی شده بود، تحت شرایط گلخانه در مرحله گیاهچه مورد بررسی قرار گرفت. تجزیه واریانس درصد پوشش پیکنیدیومی سطح برگ‌ها نشان داد که جدایه‌های *M. graminicola* و ارقام گندم در سطح یک درصد با همدیگر اختلاف معنی‌دار داشتند. بر اساس نتایج این تجزیه، برهمکنش بین ارقام و جدایه‌ها نیز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود که بیانگر وجود برهمکنش اختصاصی بین ارقام و جدایه‌های مورد مطالعه است. با این که حدود نیمی از ارقام مورد بررسی نسبت به همه جدایه‌ها حساس بودند، چهل حالت مقاومت اختصاصی نسبت به جدایه‌ها در سایر ارقام شناسایی شد. ارقام دهدشت، سیمره، گالانکو، سایسون و هیرمند به ترتیب با مقاومت در مقابل نه، هشت، شش، پنج و سه جدایه مقاوم‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند. علاوه بر این، جدایه‌های مورد بررسی، الگوی پرآزاری متفاوتی روی ارقام گندم داشتند. به طور کلی، نتایج این تحقیق نشان داد که جدایه‌های *M. graminicola* در دشت مغان دارای تنوع پرآزاری بالایی می‌باشند و اغلب ارقام رایج در منطقه به خصوص ارقام گندم نان به بیماری حساس هستند. با این حال در بین این ارقام، منابع مقاومتی شناسایی شدند که می‌توان از آنها در برنامه‌های اصلاح گندم این منطقه استفاده نمود.

واژه‌های کلیدی: گندم، سپتوریوز، مقاومت اختصاصی جدایه، پرآزاری، *Septoria tritici*

مقدمه

سپتوریای برگی[1] یا سپتوریوز برگی از مهمترین بیماری‌های برگی گندم به شمار می‌رود و از تمام نقاط گندم‌کاری دنیا گزارش شده است (Eyal *et al.*, 1987). عامل بیماری، قارچ *Mycosphaerella graminicola* با فرم غیرجنسی *Septoria tritici* می‌باشد که در شرایط محیطی مساعد، چرخه جنسی آن در طول فصل زراعی تکرار می‌شود (Kema *et al.*, 1996b). این بیماری در طی دهه‌های اخیر در نقاط مختلف دنیا گسترش و اهمیت زیادی پیدا کرده است و مهمترین عامل آن استفاده از ارقام گندم حساس، زودرس و نیمه پاکوتاه مرکز بین‌المللی CIMMYT مکزیک می‌باشد که به دلیل عملکرد بالا و مقاومت به برخی بیماری‌ها از جمله زنگ‌ها در سطح وسیع کشت شده‌اند. علاوه بر این، عوامل دیگری نظیر فراوانی بیشتر گندم در برنامه‌های تناوب، کشت متراکم گندم، کم توجهی به مدیریت بقایای گیاهی، افزایش مصرف کودهای نیتروژنی و مقاومت جدایه‌های عامل بیماری به قارچکش‌های

1. septoria tritici blotch

* نویسنده مسئول: مهدی داوری تلفن: ۰۹۱۴ ۳۵۱۲۸۸۰ Email: mdavari@uma.ac.ir

سیستمیک نیز در گسترش روز افزون این بیماری و بروز اپیدمی‌های شدید دخیل بوده است (Eyal, 1999 ; Eyal *et al.,* 1973). قارچ عامل بیماری در شرایط محیطی مساعد اپیدمی‌های شدیدی را بر روی ارقام حساس ایجاد می‌کند و کیفیت و کمیت محصول را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد، به طوری که در مواردی خسارت آن به بیش از ۵۰٪ نیز می‌رسد (Eyal *et al.*, 1987). بیماری سپتوریای برگی گندم در ایران برای اولین بار در سال ۱۳۲۰ توسط پتراک گزارش شد که در آن زمان به صورت پراکنده و ناچیز روی گندم وجود داشت (Dadrezaie *et al.,* 2003). هم‌زمان با شروع کشت ارقام اصلاح شده CIMMYT در ایران، این بیماری در کشورمان نیز به تدریج اهمیت و گسترش زیادی پیدا کرد و گزارش‌هایی مبنی بر بروز اپیدمی‌های بیماری در برخی استان‌ها از جمله گلستان، خوزستان و فارس منتشر شد (Khelghatibana & Dadrezaie & Kia & Torabi, Eslahi, 2004; Rajaie *et al.,* 2004 ;2008). در سال‌های اخیر سپتوریای برگی در منطقه مغان نیز روی ارقام مختلف گندم و در سطح قابل توجهی گسترش و اهمیت یافته است (مشاهدات مزرعه ای نگارندگان). میزان خسارت ناشی از این بیماری بر روی تعدادی از ارقام متداول گندم در استان‌های خوزستان و گلستان تا سطح ۴۴ درصد کاهش محصول نیز برآورد شده است (Kia Dadrezaie & Eslahi, 2004 & Torabi, 2008; Dadrezaie *et al.,* 2003;). برای کنترل بیماری سپتوریای برگی گندم روش‌های مختلفی از جمله روش‌های زراعی (تناوب زراعی و از بین بردن بقایای گیاهی آلوده)، سمپاشی با سموم قارچکش و استفاده از ارقام مقاوم توصیه شده است. با توجه به عدم کارآیی روش‌های زراعی در کنترل موثر بیماری، مقاومت جدایه‌های قارچ به سموم سیستمیک و هزینه‌ها و آلودگی ناشی از مصرف سموم شیمیایی، استفاده از ارقام مقاوم به عنوان اقتصادی‌ترین و بهترین روش کنترل بیماری مورد توجه قرار گرفته است (Eyal Eyal, 1999 *et al.*, 1987;). وجود تخصص‌یافتگی فیزیولوژیکی[1] در *M. graminicola* (Eyal *et al.*, 1973) و رابطه ژن-برای- ژن در این پاتوسیستم (Brading *et al.*, 2002) سال‌ها پیش به اثبات رسید و تعداد ۱۸ ژن مقاومت (*Stb1-Stb18*) به بیماری سپتوریای برگی در ژنوتیپ‌های مختلف گندم مکان‌یابی شد (Adhikari *et al.,* 2004b; Adhikari *et al.,* 2004a; Brading *et al.,* 2002; Arraiano *et al.,* 2007; McCartney *et al.,* 2003; Tabib Ghaffary *et al.*, 2011، Tabib Ghaffari *et al.*, 2012). با این حال، ارزیابی مقاومت ارقام و لاین‌های گندم نسبت به این بیماری در ایران اغلب با استفاده از مخلوط جدایه‌های عامل بیماری انجام گرفته است (Torabi *et al.,* 2002; Dadrezaie & Eslahi, 2004; Khelghatibana *et al.,* 2004; Naroee Khelghatibana & Dadrezaie, 2004; *et al.,* 2006; Kia *et al.,* 2006; Mehrabi, 2002;). از آنجائی‌که در این تحقیقات از تک‌جدایه‌ها استفاده نشده بود، اطلاعاتی در زمینه پرآزاری این قارچ در ایران و وجود مقاومت اختصاصی جدایه وجود نداشت و نحوه مقاومت ژنوتیپ-های مقاوم و نیمه مقاوم مشخص نبود. در مطالعاتی که توسط Haghdel & Banihashemi (2003) و Mojerlou *et al.* (2007) انجام گرفت، تک‌جدایه‌های عامل بیماری مورد استفاده قرار گرفت ولی مقاومت اختصاصی جدایه شناسایی و گزارش نشد. امّا در مطالعاتی که اخیراً در ایران انجام گرفت، مقاومت اختصاصی در مقابل تک‌جدایه‌های *M. graminicola* در ارقام گندم نان (Abrinbana *et al.*, 2012) و توده‌های بومی گندم تتراپلویید (Ghaneie *et al.*, 2012) شناسایی گردید. عدم وجود اطلاعات دقیق در مورد پرآزاری بیمارگر و نیز مقاومت اختصاصی در برابر جدایه‌های مختلف، مطالعه نحوه کنترل ژنتیکی مقاومت در ژنوتیپ‌های مقاوم و استفاده از آنها را در برنامه‌های مدیریت بیماری و نیز برنامه‌های اصلاح برای مقاومت به بیماری سپتوریای برگی با مشکل مواجه می‌کند. مطالعه ساختار ژنتیکی *M. graminicola* با استفاده از نشانگرهای مولکولی نشان داد که فاصله ژنتیکی جمعیت‌های این قارچ در استان‌های اردبیل (دشت مغان)، گلستان، خوزستان، فارس و آذربایجان شرقی زیاد و جریان ژنی بین آنها خیلی کم است (Abrinbana *et al.*, 2010). در چنین شرایطی انتقال ژن‌های مختلف از جمله ژن‌های پرآزاری و ناپرآزاری بین جمعیت‌های

1. physiologic specialization

قارچ در این مناطق محدود می‌شود و بر همین اساس پیشنهاد شده است که واکنش ارقام و لاین‌های مورد استفاده در هر کدام از این مناطق با جدایه‌های همان منطقه بررسی شود تا منابع مقاومت موثر شناسایی گردد (Abrinbana *et al.*, 2010). با عنایت به این که دشت مغان با سطح زیر کشت حدود یکصد و پنجاه هزار هکتار از مناطق مهم گندم‌کاری ایران به شمار می‌رود و بیماری سپتوریای برگی نیز در بعضی سال‌ها با شدت بالایی در این منطقه شیوع پیدا می‌کند، شناسایی ارقام مقاوم و استفاده از آنها در برنامه‌های اصلاح نباتات یا کشت در این منطقه ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری نمونه‌های آلوده و جداسازی قارچ عامل بیماری

در ماه‌های اردیبهشت و خرداد سال‌های زراعی ۱۳۸۶ و ۱۳۸۷ نمونه‌برداری از مزارع آلوده گندم نان در پارس‌آباد، جعفرآباد، اولتان و گوشلو واقع در دشت مغان انجام گرفت (جدول ۱). نمونه برگ‌های آلوده در پاکت‌های کاغذی جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌های برگ به مدت یک هفته در دمای آزمایشگاه نگهداری شدند تا خشک شوند و تا زمان جداسازی جدایه‌ها در داخل یخچال نگهداری شدند. به منظور جداسازی قارچ عامل بیماری، قطعات برگ‌های آلوده حاوی پیکنیدیوم‌ها به مدت یک دقیقه در محلول نیم درصد هیپوکلریت سدیم ضدعفونی سطحی شدند و پس از دو بار شستشو در آب مقطر سترون، در تشتک‌های پتری حاوی کاغذ صافی و آب مقطر سترون قرار گرفتند و در انکوباتور با دمای ۲۰°C نگهداری شدند. پس از ۱۲ تا ۲۴ ساعت، پیکنیدیوسپورهای خارج شده از دهانه پیکنیدیوم‌ها با سوزن سترون برداشته شدند و به محیط کشت YMDA[1] (۴ گرم عصاره مخمر، ۴ گرم عصاره مالت، ۴ گرم دکستروز و ۱۵ گرم آگار در یک لیتر آب مقطر) حاوی ۵۰ میلی‌گرم در لیتر سولفات استرپتومایسین منتقل و در انکوباتور با دمای ۲۰°C و ۱۲ ساعت روشنایی به مدت ۱۰-۷ روز نگهداری شدند (Eyal *et al.*, 1987). در طول این مدت تشتک‌های پتری مورد بررسی قرار گرفتند و در صورت مشاهده رشد مخمری قارچ، به محیط کشت YMDA بدون آنتی بیوتیک منتقل و به صورت مخطط کشت داده شدند. در نهایت، تک‌کلنی‌هایی که بر روی محیط کشت رشد کرده بودند به محیط کشت YMDA جدید انتقال یافتند. از هر کدام از مزارع شماره ۱ (پارس‌آباد) و ۴ (جعفرآباد) دو جدایه از برگ‌های متفاوت جمع‌آوری شده از قسمت‌های مختلف مزرعه جداسازی گردید، در حالی که از هر کدام از مزارع دیگر فقط یک جدایه تهیه شد و بدین ترتیب تعداد ۱۰ جدایه تک‌اسپور قارچ تهیه گردید (جدول ۱).

جدول ۱- کد و محل جمع‌آوری جدایه‌های *M. graminicola* مورد استفاده در این تحقیق

کد جدایه	مزرعه	منطقه
A	۱	پارس آباد
B	۱	پارس آباد
C	۲	پارس آباد
D	۳	پارس آباد
E	۴	جعفر آباد
F	۴	جعفر آباد
G	۵	جعفر آباد
H	۶	اولتان
I	۷	اولتان
J	۸	گوشلو

1. Yeast Malt Dextrose Agar

بررسی واکنش ارقام گندم نسبت به جدایه‌های *M. graminicola* در شرایط گلخانه

در این تحقیق، واکنش ۱۹ رقم گندم نان شامل چمران، تجن، فلات، دسکونسیدو، شیرودی (آتیلا ۴)،

مغان ۲، مغان ۳، گلستان، کراس گلستان، دریا، سایسون، گالانکو، کوهدشت، نیک نژاد، آرتا، پاستور، اینیا، هیرمند و ویریکوئل و نیز سه رقم گندم دوروم شامل گوهر، دهدشت و سیمره نسبت به ۱۰ جدایه *M. graminicola* در مرحله گیاهچه و در شرایط گلخانه مورد ارزیابی قرار گرفت و از رقم داراب-۲ به عنوان شاهد حساس استفاده شد. تعداد شش عدد بذر هر کدام از ارقام گندم در سه گلدان پلاستیکی با قطر ۸ سانتی متر و حاوی خاک و پیت ماس (به نسبت ۱:۱) کاشته شد. گلدان‌ها در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی با دمای روز °C ۲۵-۲۲ و دمای شب °C ۲۰-۱۷ و دوره نوری ۱۶ ساعت قرار گرفتند. به منظور تهیه مایه قارچ، تعداد ۱۰ جدایه تک‌اسپور قارچ به طور جداگانه در تشتک‌های حاوی YMDA به صورت مخطط کشت شدند و در انکوباتور با دمای °C۲۰ و ۱۲ ساعت روشنایی در شبانه‌روز قرار گرفتند تا به صورت مخمری رشد کنند. پس از یک هفته با افـــزودن حـــدود ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر سترون به هر کدام از تشتک‌های پتری، اسپورها از روی محیط کشت جمع‌آوری شدند و با استفاده از لام گلبول شمار[1]، سوسپانسیون اسپور با تراکم $۱۰^{۷}$ اسپور در میلی‌لیتر برای هر جدایه تهیه گردید (Brading *et al.*, 2002). به منظور کاهش کشش سطحی، دو قطره Tween 20® بـــه ازای هر ۱۰۰ میلی‌لیتر سوسپانسیون اسپور اضافه شد. گیاهچه‌ها در مرحله دو برگی (۱۰ روزه) با استفاده از آب‌فشان دستی به طور یکنواخت و تا ریزش قطرات از روی برگ‌هـــا مایه‌زنی شدند. بعد از مایه‌زنی، گلدان‌های حاوی گیاهچه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در داخل کیسه‌های پلاستیکی قرار گرفتند و بعد از این مدت از داخل کیسه‌ها خارج شدند و بر روی سکّوهای گلخانه در زیر یک پوشش نایلونی انتقال یافتند. در طول مدت آزمایش، دمای گلخانه در روز °C ۲۵-۲۲ و در شب °C۲۰-۱۷، دوره نوری ۱۶ ساعت در شبانه روز و رطوبت نسبی در زیر پوشش نایلونی ۸۵-۷۵ درصد بود. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی با سه تکرار (گلدان) انجام شد.

1. Haemocytometer

ارزیابی شدت بیماری در ارقام گندم

ارزیابی شدت بیماری ۲۶ روز بعد از مایه‌زنی، بر روی برگ اول گیاهچه‌ها انجام گرفت و به این منظور، درصد پوشش پیکنیدیومی سطح برگ اول یادداشت-برداری شد (Brown *et al.*, Chartrain *et al.*, 2004a; Kema *et al.*, 1996a; 2001).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه واریانس با استفاده از نرم افزار (version 16) SPSS انجام شد و میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن با استفاده از نرم‌افزار SAS (version 9.1) مورد مقایسه قرار گرفتند. برای مقایسه میانگین برهمکنش‌ها، آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای هر جدایه به طور مجزا انجام گرفت. در این قسمت، صفر درصد آلودگی و میانگین‌هایی که اختلاف معنی‌داری با صفر درصد آلودگی نداشتند (دارای حروف مشترکی با آنها بودند) به عنوان برهمکنش مقاوم در نظر گرفته شدند. گروه‌بندی ارقام گندم نیز بر اساس میانگین درصد پوشش پیکنیدیومی سطح برگ‌ها به وسیله تجزیه خوشه‌ای به روش Ward انجام شد.

نتایج

علایم بیماری در ارقام گندم

اولین علایم بیماری ۱۶-۱۲ روز بعد از مایه‌زنی بر روی ارقام گندم مشاهده شد. علایم ابتدا به صورت لکه‌های زرد رنگ بر روی برگ‌ها ظاهر گردید که این لکه‌ها بسته به میزان حساسیت رقم به تدریج گسترش یافتند و بافت برگ‌ها در محل لکه‌ها خشک و قهوه‌ای شدند. پیکنیدیوم‌های قارچ عامل بیماری نیز در داخل لکه‌ها به صورت نقاط سیاه‌رنگ در هر دو سطح برگ تشکیل گردید. میزان آلودگی در شاهد حساس (داراب-۲) ۲۶ روز پس از مایه‌زنی به حداکثر میزان خود رسید و به همین دلیل یادداشت‌برداری در این روز انجام گرفت.

واکنش ارقام گندم و مقایسه پرآزاری جدایه‌های *M. graminicola* بر اساس درصد پوشش پیکنیدیومی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که ارقام و جدایه‌ها در سطح احتمال ۱٪ دارای اختلاف

معنی‌داری بودند (جدول ۲). این تجزیه مشخص نمود که برهمکنش بین ارقام و جدایه‌ها نیز در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود که بیانگر وجود برهمکنش اختصاصی بین ارقام و جدایه‌های مورد مطالعه است. مقایسه میانگین درصد پوشش پیکنیدیومی برهمکنش‌های رقم-جدایه با استفاده از آزمون دانکن (p=0.01) نشان داد که میانگین‌های آنها در گروه‌های آماری مختلف قرار داشتند (جدول ۳). بر اساس نتایج این آزمون، میانگین آلودگی صفر درصد و برهمکنش‌هایی که میانگین آنها تفاوت معنی‌داری با میانگین صفر درصد نداشتند، به عنوان مقاومت در نظر گرفته شدند.

جدول ۲- تجزیه واریانس درصد پوشش پیکنیدیومی سطح برگ ارقام گندم

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	سطح معنی‌داری
جدایه	۹	۲۷۳۸۳/۰۴	۳۰۴۲/۵۶	p<۰/۰۰۱
رقم	۲۲	۲۲۸۶۵۲/۵۷	۱۰۳۹۳/۳۰	p<۰/۰۰۱
جدایه × رقم	۱۹۸	۲۰۸۸۲۲/۲۶	۱۰۵۴/۶۶	p<۰/۰۰۱
اشتباه	۴۶۰	۳۵۵۲/۰	۷/۷۲	
ضریب تغییرات (٪)			۶/۳۸	

بدین ترتیب تعداد ۴۰ حالت مقاومت اختصاصی نسبت به جدایه‌ها شناسایی شد که رقم دهدشت با مقاومت در برابر نه جدایه، مقاوم‌ترین رقم بود و پس از آن ارقام سیمره، گالانکو، سایسون و هیرمند به ترتیب با تعداد هشت، شش، پنج و سه مورد مقاومت اختصاصی جدایه، به عنوان مقاوم‌ترین ارقام شناخته شدند. در بین ارقام مورد بررسی، گوهر، فلات، مغان-۳، تجن، گلستان، کوهدشت، نیک نژاد، پاستور، آرتا و ویریکوئل به همراه رقم حساس شاهد، در مقابل همه جدایه‌ها حساس بودند. در سایر ارقام گندم تعداد ۲-۱ مقاومت اختصاصی جدایه شناسایی گردید (جدول ۳). بررسی الگوی پرآزاری جدایه‌های *M. graminicola* بر روی ارقام گندم نشان داد که این جدایه‌ها از نظر پرآزاری با همدیگر تفاوت داشتند و هیچ کدام از آنها بر روی همه ارقام پرآزار یا ناپرآزار نبودند (جدول ۳). در بین آنها جدایه-های H و K با پرآزاری روی ۲۱ رقم و جدایه B با پرآزاری روی ۱۶ رقم به ترتیب بیشترین و کمترین پرآزاری را بر روی ارقام مورد بررسی داشتند (جدول ۳).

جدول ۳- میانگین درصد پوشش پیکنیدیومی سطح برگ ارقام گندم توسط جدایه‌های *M. graminicola**

رقم	جدایه A	B	C	D	E	F	G	H	K	M	میانگین
شیرودی	۷۱/۷ bc*	۱/۳ i	۳۰/۰ j	۶۸/۳ bcd	۴/۷ j	۳۳/۳ gh	۶۸/۳ de	۶۳/۳ d	۲۰/۰ k	۵۸/۳ c	**۴۱/۹**
گالانکو	۰/۷ i	۰/۱ i	۰/۰k	۳۵/۰g	۲۸/۳ i	۰/۰j	۱/۳ n	۴۱/۷ fg	۶/۷ lm	۴/۷f	**۱۱/۹**
گوهر	۳۶/۷ fg	۷۱/۷ a	۶۳/۳ f	۳۶/۷ g	۴۳/۳ f	۳۶/۷ g	۷۵/۰abc	۴۱/۷ fg	۷۳/۳ d	۴۶/۷ d	**۵۲/۵**
کراس گلستان	۵/۳ i	۴۳/۳cd	۷۵/۰abcd	۴۶/۷ f	۴۸/۳ ef	۸۰/۰ a	۴۰/۰ jk	۸۳/۳ a	۶۳/۳ f	۸۰/۰ a	**۵۶/۵**
فلات	۴۶/۷ e	۷۶/۷ a	۸۰/۰ a	۴۵/۰f	۳۰/۰ hi	۳۳/۳gh	۴۶/۷ hi	۷۵/۰ bc	۳۸/۳ hi	۶۳/۳ c	**۵۳/۵**
مغان ۳	۶۸/۳ c	۴۳/۳cd	۶۵/۰ ef	۶۵/۰d	۵۰/۰ e	۵/۳ i	۵۱/۳ gh	۴۸/۳ ef	۷۰/۰e	۸۰/۰ a	**۵۴/۷**
دسکونسیدو	۲/۰ i	۳۳/۳efg	۶۳/۳ f	۳۰/۰ h	۳۶/۷ g	۰/۰ j	۴۵/۰ ij	۵۰/۰ e	۲۸/۳ j	۳۳/۳ e	**۳۲/۲**
مغان ۲	۷۵/۰ bc	۴۵/۰ cd	۷۳/۳ bcd	۳۶/۷ g	۵/۰ j	۶۳/۳ d	۵۳/۳ g	۱۵/۰ i	۷۰/۰de	۴۸/۳ d	**۴۸/۵**
تجن	۳۳/۳ g	۴۳/۳ cd	۸۰/۰a	۶۶/۷ cd	۳۵/۰ h	۵۰/۰ e	۳۶/۷ k	۴۳/۳ fg	۱۲/۷ l	۳۳/۳e	**۴۳/۴**

ادامه جدول ۳- میانگین درصد پوشش پیکنیدیومی سطح برگ ارقام گندم توسط جدایه‌های *M. graminicola**

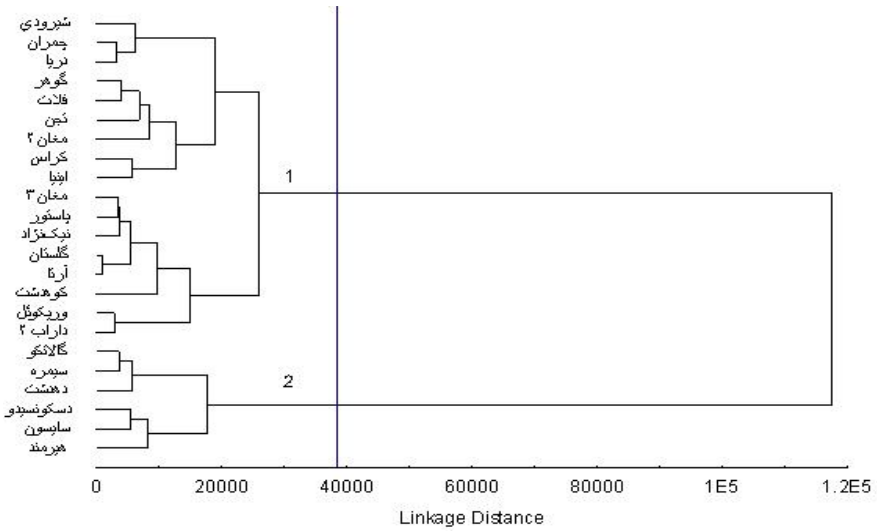
چمران	۵۸/۳ d	۰/۰ i	۵۳/۳ g	۳۸/۳ g	۳۰/۰hi	۶۶/۷ d	۴۱/۷ ijk	۳۳/۳ h	۴۸/۳ g	۷۵/۰a b	**۴۴/۵**
سیمره	۱/۰i	۳/۳ i	۰/۰k	۲/۷i	۷۰/۰bc	۳/۳ ij	۲/۷ n	۱۲/۷ i	۰/۰ n	۵/۰f	**۱۰/۱**

دهدشت	۰/۰ i	۰/۰ i	۴/۷ k	۰/۰ j	۰/۰ i	۰/۰ j	۰/۰n	۳/۳ j	۳۳/۳ ij	۰/۰f	**۴/۱**
گلستان	۴۳/۳ ef	۲۳/۳ h	۷۱/۷ cd	۷/۰ abcd	۴۳/۳ f	۵۰/۰ e	۷۰/۰ de	۷۰/۰bcd	۷۵/۰cd	۷۱/۷ b	**۵۸/۸**
دریا	۱۸/۳ h	۰/۰ i	۴۶/۷ h	۵۳/۳ e	۳۰/۰hi	۴۱/۷f	۶۱/۷ f	۴۵/۰efg	۳۶/۷ hi	۶۳/۳c	**۳۹/۷**
سایسون	۴/۰i	۴۰/۰cde	۳۸/۳ i	۴/۷i	۱/۷ j	۰/۰ j	۲/۷ n	۳۸/۳ gh	۱۲/۷ l	۶۰/۰c	**۲۰/۲**
کوهدشت	۴۶/۷ e	۲۸/۳ gh	۳۵/۰ ij	۷۰/۰abcd	۵۶/۷ d	۵/۰i	۱۲/۳ m	۴۶/۷ ef	۸۰/۰ab	۴۱/۷ d	**۴۲/۲**
نیک‌نژاد	۷۶/۷ b	۴۶/۷ c	۴۵/۰ h	۷۱/۷ ab	۴۵/۰ef	۴۱/۷f	۶۵/۰ ef	۵۰/۰ e	۶۶/۷ ef	۴۱/۷ d	**۵۵/۰**
پاستور	۴۳/۳ ef	۳۶/۷def	۴۸/۳ gh	۷۵/۰a	۶۵/۰c	۳۰/۰ h	۸۰/۰ a	۴۸/۳ ef	۴۱/۷ h	۷۳/۳ b	**۵۴/۲**
اینیا	۳۰/۰ g	۴۵/۰ cd	۷۰/۰ de	۰/۰ i	۴۶/۷ef	۷۶/۷ b	۳۰/۰ l	۴۱/۷ fg	۳۰/۰ j	۸۰/۰ a	**۴۵/۰**
آرتا	۴۸/۳ e	۲۵/۰ gh	۷۶/۷abc	۷۰/۰abcd	۷۰/۰bc	۵۰/۰e	۷۳/۳ cd	۶۳/۳ d	۷۱/۷de	۷۵/۰ b	**۶۲/۳**
هیرمند	۳۵/۰ g	۲/۰ i	۳۶/۷ i	۴۵/۰f	۳۳/۳hi	۵/۷ i	۴۶/۷ hi	۰/۰j	۵/۰ mn	۴۸/۳ d	**۲۵/۸**
ویریکوئل	۷۰/۰ bc	۵۶/۷b	de۷۰/۰	۵۳/۳e	۸۳/۳ a	۷۵/۰ b	۷۶/۷ ab	۶۸/۳cd	۸۳/۳ a	۸۰/۰ a	**۷۱/۷**
داراب ۲	۸۵/۰ a	۷۶/۷ a	۷۸/۳ ab	۷۳/۳ ab	۷۱/۷ b	۷۰/۰ c	۷۱/۷ cd	۷۶/۷ ab	۷۶/۷bc	۴۱/۷d	**۷۲/۲**
میانگین	**۳۹/۱**	**۳۲/۳**	**۵۲/۴**	**۴۶/۰**	**۴۰/۴**	**۳۵/۶**	**۴۵/۸**	**۴۶/۱**	**۴۵/۴**	**۵۲/۴**	

*- میانگین برهمکنش‌های رقم- جدایه دارای حروف مشترک در هر ستون، بر اساس آزمون دانکن در سطح ۱٪ تفاوت معنی‌دار ندارند. در هر ستون، میانگین‌های صفر درصد و میانگین‌هایی که حروف مشترک با صفر درصد آلودگی دارند، به عنوان مقاومت اختصاصی جدایه در نظر گرفته شده‌اند.

تجزیه خوشه‌ای ارقام گندم

نتایج تجزیه خوشه‌ای ارقام گندم بر اساس میانگین درصد پوشش پیکنیدیومی سطح برگ‌ها نشان داد که ارقام از لحاظ واکنش به جدایه‌ها در دو خوشه مجزا قرار می‌گیرند (شکل۱). در خوشه ۱، تعداد ۱۶ رقم حساس به همراه شاهد گروه‌بندی شدند که در آنها ۲-۰ مقاومت اختصاصی جدایه شناسایی شده بود و میانگین آلودگی این ارقام از حدود ۴۰ تا ۷۲ درصد متفاوت بود (شکل ۱ و جدول ۳). خوشه ۲ شامل ارقام دهدشت، سیمره، گالانکو، سایسون، هیرمند و دسکونسیدو بود که در مقابل ۹-۲ جدایه، مقاومت اختصاصی نشان داده بودند و میانگین آلودگی آنها از حدود ۱۰ تا ۳۲ درصد بود (شکل ۱ و جدول ۳).



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۲۳ رقم گندم بر اساس درصد پوشش پیکنیدیومی سطح برگ به روش وارد و فاصله اقلیدسی

بحث

افزایش اهمیت و خسارت بیماری سپتوریای برگ گندم در چند دهه اخیر موجب شد که توجه بیماری‌شناسان گیاهی و به‌نژادگران گندم به این بیماری جلب شود و از جنبه‌های مختلف مانند تنوع ژنتیکی و پرآزاری عامل بیماری و نیز مقاومت میزبان مورد مطالعه

قرار گیرد. بهترین و موثرترین روش کنترل این بیماری از نظر اقتصادی و زیست محیطی و لزوم پرهیز از مصرف سموم شیمیایی، استفاده از ارقام مقاوم عنوان شده است (Eyal, 1999). با استناد به نتایج مطالعاتی که در ایران انجام گرفته است (Haghdel & Banihashemi, 2003; Khelghatibana *et al.,* 2004; Kia *et al.,* 2006) و با توجه به بروز اپیدمی‌های بیماری در برخی استان‌های کشورمان، به نظر می‌رسد که در حال حاضر اغلب ارقام گندم رایج در کشور به این بیماری حساس می‌باشند و توجه جدّی به اصلاح و معرفی ارقام مقاوم و جایگزینی آنها با ارقام حساس در کنار سایر راهبردهای مدیریتی ضروری می‌باشد. معرفی و اصلاح ارقام مقاوم به این بیماری، مستلزم مطالعه پرآزاری بیمارگر در مناطق مختلف، ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های مختلف گندم در برابر جدایه‌های مناطق آلوده، شناسایی ژنوتیپ‌های مقاوم و در نهایت مطالعه ژنتیک مقاومت آنهاست. تحقیق حاضر در همین راستا انجام گرفت و تک‌جدایه‌های *M. graminicola* جمع‌آوری شده از دشت مغان برای ارزیابی واکنش ارقام گندم رایج در منطقه و شناسایی ارقام مقاوم مورد استفاده قرار گرفت. نتایج این پژوهش، وجود مقاومت اختصاصی در ارقام گندم مورد بررسی و تخصص‌یافتگی فیزیولوژیکی در جدایه‌های منطقه مغان را نشان داد که با یافته‌های سایر تحقیقات (Eyal *et al.,* 1985; Grieger *et al.,* 2005; Kema *et al.*, 1996a) مطابقت دارد.

در این تحقیق، واکنش ۲۳ رقم گندم نان و دوروم نسبت به ۱۰ جدایه *M. graminicola* مورد بررسی قرار گرفت و تعداد ۴۰ حالت مقاومت اختصاصی نسبت به جدایه‌ها شناسایی شد که در بین آنها دهدشت با مقاومت در مقابل نه جدایه مقاوم‌ترین ژنوتیپ بود و پس از آن سیمره، گالانکو، سایسون و هیرمند مقاوم‌ترین ارقام گندم بودند. با این که ارقام فوق در مقابل تعدادی از جدایه‌ها مقاومت اختصاصی نشان دادند، ولی نتایج این تحقیق نشان داد که اغلب ارقام گندم رایج در دشت مغان، به خصوص ارقام گندم نان به بیماری سپتوریای برگی حساس می‌باشند، به طوری که در حدود نیمی از ارقام مورد بررسی (۱۱ رقم) به همه جدایه‌های قارچ حساس بودند و در سایر ارقام نیز ۲-۱ حالت مقاومت اختصاصی جدایه شناسایی گردید. نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای ارقام گندم نیز نشان داد که این ارقام از نظر واکنش به جدایه‌های *M. graminicola* به دو گروه مقاوم و حساس قابل تفکیک هستند. ارقامی که در آنها ۹-۲ مقاومت اختصاصی جدایه شناسایی شده بود، در گروه مقاوم خوشه‌بندی شدند، در حالی که سایر ارقام به همراه شاهد در خوشه ارقام حساس قرار گرفتند. ارقامی که در خوشه حساس گروه‌بندی شدند، نسبت به همه جدایه‌ها حساس بودند و یا در مقابل یک جدایه مقاوم بودند. با اینکه شیرودی در مقابل دو جدایه از خود مقاومت نشان داد، ولی به دلیل این که میانگین کلّ آلودگی در این رقم بالا و خیلی حساس بود، در گروه ارقام حساس قرار گرفت. میانگین کلّ آلودگی ارقامی مانند دهدشت، سیمره و گالانکو پایین بود که این امر به دلیل وجود تعداد زیادی مقاومت اختصاصی جدایه در این ارقام بود. بنابراین ارقام مورد بررسی مقاومت نسبی در مقابل جدایه‌ها از خود نشان ندادند. این نتایج مشخص نمود که اغلب ارقام رایج در دشت مغان به بیماری سپتوریای برگی گندم حساس می‌باشند که حساسیت این ارقام می‌تواند شیوع و اپیدمی بیماری در این منطقه را توجیه نماید. با اینکه گندم هگزاپلویید نان و گندم تتراپلویید دوروم از مهم‌ترین میزبان‌های *M. graminicola* به شمار می‌روند، ولی نتایج برخی مطالعات نشان داده است که تخصص‌یافتگی میزبانی در سطح گونه میزبان نیز در بین جدایه‌های این عامل بیماریزا وجود دارد، به طوری‌که جدایه‌های جمع‌آوری شده از گندم نان بر روی گندم دوروم و جدایه‌های به دست آمده از گندم دوروم بر روی گندم نان، غیربیماریزا می‌باشند (Van Ginkel & Scharen, 1988; Kema *et al.*, 1996a). در مناطق یا کشورهایی که یکی از این گندم‌ها به صورت غالب کشت می‌شود، جدایه‌های قارچ آن مناطق با گندم غالب سازگار می‌شوند و تخصص‌یافتگی در سطح گونه میزبان به عنوان صفتی مهم بروز می‌کند (Eyal, 1999). در این تحقیق، جدایه‌ها از روی گندم نان جمع‌آوری شده بودند و برای ارزیابی واکنش ارقام گندم نان و دوروم (گوهر، سیمره و دهدشت) مورد استفاده قرار گرفتند. با این که دو رقم دهدشت و سیمره با بیشترین تعداد مقاومت اختصاصی

جدایه، مقاوم‌ترین ارقام مورد بررسی بودند ولی حساسیت این دو رقم نسبت به حداقل یک جدایه و حساسیت گوهـــر به همه جدایه‌ها نشـــان داد که تخصص‌یافتگی در سطح گونه میزبان در جدایه‌های دشت مغان وجود ندارد. نتایج سایر تحقیقات نیز نشان داد که جدایه‌های *M. graminicola* جمع‌آوری شده از گندم نان در ایران بر روی گندم دوروم (Ghaneie *et al.*, 2012) و حتی گونه‌های *Triticum diciccum* و *T. compactum* (Seifbarghi *et al.*, 2009) نیز بیماریزا می‌باشند. بنابراین نتیجه تحقیق حاضر با یافته‌های تحقیقات قبلی مطابقت دارد.

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که جدایه‌های *M. graminicola* از نظر بیماریزایی در سطح یک درصد با همدیگر اختلاف داشتند و نتایج آزمون چند دامنه‌ای دانکن نیز ثابت کرد که ۱۰ جدایه مورد بررسی، از نظر پرآزاری بر روی ارقام گندم متفاوت بودند. با اینکه در این تحقیق تعداد جدایه کمی مورد استفاده قرار گرفت، ولی تفاوت در الگوی پرآزاری جدایه‌هایی که حتی از یک مزرعه جداسازی شده بودند، احتمالاً بیانگر تنوع ژنتیکی بالا در جمعیت‌های قارچ در این منطقه باشد. این نتایج با یافته‌های اغلب تحقیقاتی که در این زمینه انجام گرفته است، مطابقت دارد (Eyal Kema *et al.*, 1996a; Eyal *et al.*, 1973; *et al.*, 1985) ولی این مطالعات با استفاده از جدایه‌های نقاط مختلف دنیا انجام شده است. تاکنون اطلاعات زیادی در مورد تنوع پرآزاری جدایه‌های *M. graminicola* در یک منطقه یا حتی یک کشور وجود ندارد ولی در مطالعه‌ای که با استفاده از جدایه‌های جمع‌آوری شده از مانیتوبا و ساسکاچوان در کانادا انجام گرفت، تنوع پرآزاری پایین برای جمعیت‌های این قارچ در این مناطق گزارش گردید (Grieger *et al.*, 2005). تنوع ژنتیکی و پرآزاری بالای این بیمارگر در دشت مغان می‌تواند به دلیل وقوع تولید مثل جنسی فعال قارچ در این منطقه باشد به طوری که در بررسی جمعیت‌های *M. graminicola* با استفاده از نشانگرهای مولکولی (Abrinbana *et al.*, 2010)، احتمال وقوع تولید مثل جنسی این قارچ در دشت مغان نشان داده شده و نسبت تیپ‌های آمیزشی قارچ در این منطقه ۱:۱ گزارش شده است (Komijani *et al.*, ; Abrinbana *et al.*, 2010, 2008). با این حال بایستی تعداد جدایه بیشتری جمع‌آوری و میزان تنوع پرآزاری جمعیت‌های *M. graminicola* در دشت مغان مشخص شود و بر این اساس راهبرد مناسبی برای به‌کارگیری ارقام مقاوم و اصلاح برای مقاومت به بیماری سپتوریای برگی در نظر گرفته شود.

با اینکه در مواردی مقیاس‌بندی بیماری به عنوان یکی از روش‌های ارزیابی بیماری سپتوریای برگی گندم مورد استفاده قرار گرفته است (Grieger *et al.*, 2005; Rosielle, 1972; Mergoum *et al.*, 2007) ولی تظاهر مقاومت تک ژنی یا عمودی به این بیماری همیشه به صورت قاطع و کیفی نیست و در مواردی این نوع مقاومت به صورت کمّی نیز بروز می‌کند. به همین دلیل برخلاف برخی بیماری‌ها نظیر سفیدک پودری گندم، بهتر است ارزیابی این بیماری به صورت کمّی و با محاسبه درصد پوشش پیکنیدیومی برگ میزبان انجام پذیرد (Brown *et al.*, 2001; Chartrain *et al.*, 2004a). در این بیماری سطوح آلودگی به صورت پیوسته بوده و طیف آن از ایمن کامل (فاقد پوشش پیکنیدیومی) تا حساسیت کامل با آلودگی ۱۰۰ درصد سطح برگ دیده می‌شود که بروز علایم بسته به جدایه‌ها و ژنوتیپ‌های گندم مورد بررسی متفاوت است (Chartrain *et al.*, Eyal, 1999; 2004a). به همین دلیل استفاده از روش‌های کیفی چندان دقیق نیست و توصیه شده است که ارزیابی این بیماری به صورت کمّی و با محاسبه درصد پوشش پیکنیدیومی برگ میزبان انجام پذیرد و شناسایی برهمکنش اختصاصی جدایه – میزبان در این پاتوسیستم با روش‌های آماری انجام گیرد. بر همین اساس، در این تحقیق درصد پوشش پیکنیدیومی سطح برگ به عنوان معیاری برای ارزیابی بیماری در نظر گرفته شد و مقاومت‌های اختصاصی جدایه نیز با روش آماری تعیین گردید. با این روش تعداد زیادی برهمکنش اختصاصی شناسایی شد که در بعضی از آنها بروز مقاومت به صورت قاطع و کیفی نبود، به‌طوری که در برخی موارد تا حدود ۵ درصد آلودگی نیز وجود داشت.

بر اساس نتایج این تحقیق به نظر می‌رسد که جدایه‌های *M. graminicola* در دشت مغان دارای تنوع ژنتیکی و پرآزاری بالایی می‌باشند که این حالت،

استفاده موثر از ارقام مقاوم و اصلاح برای مقاومت به بیماری سپتوریای برگی در گندم را با مشکل مواجه می‌سازد. اغلب ارقام رایج در منطقه به خصوص ارقام گندم نان که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفتند، به بیماری حساس بودند و بعضی از این گندم‌ها دارای ژن‌های مقاومتی هستند که در مقابل اکثر جدایه‌های این منطقه موثر نبودند. با این حال در بین این ارقام، منابع مقاومتی شناسایی شدند که می‌توان از این منابع در برنامه‌های اصلاح گندم این منطقه استفاده کرد. این امر، مستلزم مطالعه ژنتیک مقاومت و شناسایی ژن‌های عامل بروز مقاومت در این ارقام است. علاوه بر این، بهتر است واکنش ارقام و لاین‌های دیگری نیز مورد ارزیابی قرار گیرد تا منابع مقاومت موثرتری شناسایی شود و با هرم کردن ژن‌های موثر، ارقامی با طیف مقاومت وسیع-تر ایجاد گردد. با توجه به اینکه تنوع ژنتیکی جمعیت عامل بیماریزا در این منطقه بالا و احتمال وقوع تولید مثل جنسی قارچ نیز وجود دارد، ممکن است هرم کردن ژن‌های مقاومت نیز در دراز مدت موثر نباشد. به منظور دستیابی به مقاومت پایدار و پیشگیری از شکسته شدن سریع مقاومت، بایستی مقاومت نسبی نیز به همراه تک‌ژن‌ها مورد استفاده قرار گیرد. ارقامی که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفتند، مقاومت نسبی از خود نشان ندادند ولی ممکن است با مطالعه ارقام و لاین‌های دیگر ژنوتیپ‌هایی با این نوع مقاومت شناسایی گردد و یا می‌توان از ارقامی مانند آرینا که دارای مقاومت نسبی می‌باشند (Chartrain *et al.*, 2004b) در برنامه‌های اصلاح گندم استفاده کرد.

سپاسگزاری

هزینه انجام این طرح از محل اعتبارات پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی تامین شده است و بدین‌ترتیب نویسندگان از مسئولین محترم دانشگاه به خاطر مساعدت در اجرای این تحقیق تشکر و قدردانی می‌نمایند.

REFERENCES

1. Abrinbana, M., Mozafari, J., Shams-bakhsh, M. & Mehrabi, R. (2010). Genetic structure of *Mycosphaerella graminicola* populations in Iran. *Plant Pathology,* 59, 829-838.
2. Abrinbana, M., Mozafari, J., Shams-bakhsh, M. & Mehrabi, R. (2012). Resistance spectra of wheat genotypes and virulence patterns of *Mycosphaerella graminicola* isolates in Iran. *Euphytica*, 186, 75-90.
3. Adhikari, T. B., Cavaletto, J. R., Dubcovsky, J., Gieco, J. O., Schlatter, A. R. & Goodwin, S. B. (2004a). Molecular mappping of the *Stb4* gene for resistance to septoria tritici blotch in wheat. *Phytopathology,* 94, 1198-1206.
4. Adhikari, T. B., Wallwork, H. & Goodwin, S. B. (2004b). Microsatellite markers linked to the *Stb2* and *Stb3* genes for resistance to septoria tritici blotch in wheat. *Crop Science,* 44, 1403-1411.
5. Arraiano, L. S., Chartrain, L., Bossolini, E., Slatter, H. N., Keller, B. & Brown, J. K. M. (2007). A gene in European wheat cultivars for resistance to an African isolate of *Mycosphaerella graminicola*. *Plant Pathology,* 56, 73-78.
6. Brading, P. A., Verstappen, E. C. P., Kema, G. H. J. & Brown, J. K. M. (2002). A gene-for-gene relationship between wheat and *Mycosphaerella graminicola*, the septoria tritici blotch pathogen. *Phytopathology,* 92, 439-445.
7. Brown, J. K. M., Kema, G. H. J., Forrer, H. R., Verstappen, E. C. P., Arraiano, L. S., Brading, P. A. Foster, E. M., Fried, P. M. & Jenny, E. (2001). Resistance of wheat cultivars and breeding lines to septoria tritici blotch caused by *Mycosphaerella graminicola* in field trials. *Plant Pathology,* 50, 325-338.
8. Chartrain, L., Brading, P. A., Makepeace, J. C. & Brown, J. K. M. (2004a). Sources of resistance to septoria tritici blotch and implications for wheat breeding. *Plant Pathology,* 53, 454-460.
9. Chartrain, L., Brading, P. A., Widdowson, J. P. & Brown, J. K. M. (2004b). Partial resistance to septoria tritici blotch (*Mycosphaerella graminicola*) in wheat cultivars Arina and Riband. *Phytopathology*, 94, 497-504.
10. Dadrezaie, S. T. & Eslahi, R. (2004). Evaluation of resistance in some wheat cultivars and advanced lines to leaf Rust and Septoria Leaf Blotch in Khuzestan province. *Proceedings of the 15th Iranian Plant Protection Congress,* Tabriz. p. 10.
11. Dadrezaie, S. T., Minassian, V., Torabi, M. & Lotfali Ayene, Gh. (2003). Effect of *Septoria tritici* infections at different growth stages on yield and yield components of three wheat cultivars. *Seed and Plant*, 19, 101-116. (In Farsi).

12. Eyal, Z. (1999). The septoria tritici and stagonospora nodorum blotch diseases of wheat. *European Journal of Plant Pathology,* 105, 629-641.
13. Eyal, Z., Amiri, Z. & Wahl, I. (1973). Physiologic specialization of *Septoria tritici*. *Phytopathology,* 63, 1087-1091.
14. Eyal, Z., Scharen, A. L., Prescott, J. 23M., Huffman, M. D. & van Ginkel, M. (1985). Global insights into virulence frequencies of *Mycosphaerella graminicola*. *Phytopathology,* 75, 1456-1462.
15. Eyal, Z., Scharen, A. L., Prescott, J. M. & van Ginkel, M. (1987). *The septoria diseases of wheat: concepts and methods of disease management.* Mexico, D. F.: CIMMYT. 46 pp.
16. Ghaneie, A., Mehrabi, R., Safaie, N., Abrinbana, M., Saidi, A. & Aghaee, M. (2012). Genetic variation for resistance to *septoria tritici* blotch in Iranian tetraploid wheat landraces. *European Journal of Plant Pathology*, 132, 191-202.
17. Grieger, A., Lamari, L. & Brule-Babel, A. (2005). Physiologic variation in *Mycosphaerella graminicola* from western Canada. *Canadian Journal of Plant Pathology,* 27, 71-77.
18. Haghdel, M. & Banihashemi, Z. (2003). Reaction of wheat cultivars to isolates of *Septoria tritici* under greenhouse and controlled chamber conditions. *Iranian Journal of Plant Pathology,* 39, 175-187. (In Farsi).
19. Kema, G. H. J., Annone, J. G., Sayoud, R., van Silfhout, C. H., van Ginkel, M. & deBree, J. (1996a). Genetic variation for virulence and resistance in the wheat–*Mycosphaerella graminicola* pathosystem. I. Interactions between pathogen isolates and host cultivars. *Phytopathology,* 86, 200-212.
20. Kema, G. H. J., Verstappen, E. C. P., Todorova, M. & Waalwijk, C. (1996b). Successful crosses and molecular tetrad and progeny analyses demonstrate heterothallism in *Mycosphaerella graminicola* . *Current Genetics,* 30, 251-258.
21. Khelghatibana, F. & Dadrezaie, S.T. (2004). Evaluation of synthetic hexaploid wheat lines for resistance to *Septoria tritici* in field. *Proceedings of the 16th Iranian Plant Protection Congress,* Tabriz, p. 12.
22. Khelghatibana, F., Dadrezaie, S. T., Dehghan, M. A., Nazari, K., Torabi, M. (2004). Responses of eleven commercial wheat cultivar to *Septoria tritici* in field. *Proceedings of the 16th Iranian Plant Protection Congress,* Tabriz, p. 11.
23. Kia, Sh., & Torabi, M. 2008. Effects of infection with septoria leaf blotch (*Septoria tritici*) at different growth stages on yield and yield components of wheat cultivars in Gorgan. *Seed and Plant*, 24, 237-250. (In Farsi).
24. Kia, Sh., Torabi, M. & Nazari, K. (2006). Evaluation of resistance to Septoria Leaf Blotch in wheat lines and cultivars. *Proceedings of the 17th Iranian Plant Protection Congress,* Karaj. p. 3.
25. Komijani, S., Razavi, M., Aminian, H. & Etebarian, H. R. 2008. Study on mating types of *Mycosphaerella graminicola* cause of septoria leaf blotch of wheat using molecular markers and its importance in Iran. *Applied Entomology and Phytopathology*, 76, 1-14.
26. McCartney, C. A., Brule-Babel, A. L., Lamari, L. & Somers, D. J. (2003). Chromosomal location of a race-specific resistance gene to *Mycosphaerella graminicola* in the spring wheat ST6. *Theoretical and Applied Genetics,* 107, 1181-1186.
27. Mehrabi, R. (2002). Evaluation of tetraploid wheat accessions of *Triticum turgidum* to septoria leaf blotch (*Mycosphaerella graminicola*) disease. *Proceedings of the 15th Iranian Plant Protection Congress,* Kermanshah. p. 26.
28. Mergoum, M., Singh, P. K., Ali, S., Elias, E. M., Anderson, J. A., Glover, K. D. & Adhikari, T. B. (2007). Reaction of elite wheat genotypes from northern Great Plains to septoria diseases. *Plant Disease,* 91, 1310-1315.
29. Mojerlou, Sh., Safaie, N., Alizadeh, A. & Khelghatibana, F. (2007). Interaction of *Septoria tritici* genotypes with different wheat cultivars and lines in greenhouse conditions. *Proceedings of the 2th National Cellular and Molecular Congress,* Kerman. pp. 418-420.
30. Naroee, P., Mozafari, J., Zamanizade, H. & Khelghatibana, F. (2006). Evaluation of Iranian tetraploid wheat landraces for resistance to septoria leaf blotch disease. *Proceedings of the 17th Iranian Plant Protection Congress,* Karaj. p. 2.
31. Rajaie, S., Dabbagh, Gh. & Noorollahi, Kh. (2004). Study on the effect of some systemic fungicides against septoria leaf blotch of wheat. *Proceedings of the 16th Iranian Plant Protection Congress,* Tabriz. p. 15.
32. Rosielle, A. A. (1972). Sources of resistance in wheat to speckled leaf blotch caused by *Septoria tritici*. *Euphytica,* 21, 152-161.
33. Seifbarghi Sh., Razavi M., Aminian, H., Zare, R., & Etebarian, H. R. 2009. Studies on the host range of *Septoria* species on cereals and some wild grasses in Iran. *Phytopathologia Mediterranea*, 48, 422-429.
34. Tabib Ghaffary, S. M., Faris J. D., Friesen, T. L., Visser, R. G. F., van der Lee, T. A. J., Robert, O., Kema, G .H. J. (2012). New broad-spectrum resistance to septoria tritici blotch derived from synthetic

hexaploid wheat. *Theoretical and Applied Genetics*, 124, 125–142.
35. Tabib Ghaffary, S. M., Robert, O., Laurent, V., Lonnet, P., Margale´, E., van der Lee, T. A. J., Visser, R. G. F., & Kema, G. H. J. (2011). Genetic analysis of resistance to *septoria tritici* blotch in the French winter wheat cultivars Balance and Apache. *Theoretical and Applied Genetics*. 123, 741-754.
36. Torabi, M., Pouralibaba, H. R., Dehghan, M. A. & Dadrezai, S. T. (2002). Evaluation of resistance of advanced dryland wheat lines at seedling and adult stages against septoria leaf blotch in different parts of Iran. *Proceedings of the 15th Iranian Plant Protection Congress,* Kermanshah, p. 6.
37. Van Ginkel, M. & Scharen, A. L. (1988). Host-pathogen relationships of wheat and *Septoria tritici*. *Phytopathology,* 78, 762-766.