DOI: http://dx.doi.org/10.22092/jaep.2016.106668
آفات و بیماری‌های گیاهی
جلد ۸٤، شماره ۱، شهریور ۱۳۹۵

ارزیابی مقاومت نسبی واریته‌های گندم به بیماری سپتوریوز سنبله (*Phaeosphaeria nodorum*) در ایران

فریبا قادری[۱]، بهرام شریف‌نبی[۲]✉ و محمد جوان نیکخواه[۳]

۱- دانشجوی دکتری گروه گیاهپزشکی، دانشگاه صنعتی اصفهان؛ ۲- استاد گروه گیاهپزشکی، دانشگاه صنعتی اصفهان؛
۳- استاد گروه گیاهپزشکی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

(تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۴؛ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۳۹۵)

چکیده

سپتوریوز سنبله گندم (*Phaeosphaeria nodorum*) یکی از مهم‌ترین بیماری‌هایی است که خسارت قابل ملاحظه‌ای به این محصول در دنیا وارد می‌کند. به منظور بررسی واکنش ارقام مختلف گندم به جدایه‌های *P. nodorum*، گندم‌های آلوده از چهار استان فارس، خوزستان، گلستان و کهگیلویه و بویراحمد جمع‌آوری شدند. از میان ۲۰۰ جدایه بدست آمده، ۱۵ جدایه بر اساس پراکنش جغرافیایی برای مطالعات بیماری‌زایی انتخاب شدند و شدت بیماریزایی آنها روی ۲۶ رقم گندم آزمایش شد. نتایج آزمون، در قالب طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی با نرم افزار SAS تجزیه و تحلیل شد. بیشترین درصد شدت بیماریزایی مربوط به سه جدایه از استان فارس روی رقم چمران بود. جدایه‌های *P. nodorum* علف هرز فالاریس استان گلستان (علی‌آباد و کردکوی) هیچ گونه بیماریزایی روی ارقام مختلف گندم نشان ندادند. در واکنش به جدایه‌ها، رقم چمران کاملاً حساس، ارقام استار، بهرنگ، کویر، الوند، بزوستایا، هیرمند و گاسپارد حساسیت داشته، ارقام یاواروس، توس، شیرودی، سپاهان، قدس، کاسکوژن و بک‌کراس روشن مقاوم و ارقام الموت، فلات، شهریار، شیراز، مرودشت، اترک و نوید نیمه مقاوم بودند.

واژه‌های کلیدی: بیماریزایی، سپتوریوز سنبله، گندم، *Phaeosphaeria* .

Assessment of partial resistance of wheat cultivars to *Phaeosphaeria nodorum* in Iran

F. GHADERI[1], B. SHARIFNABI[2]✉ and M. JAVAN-NIKKHAH[3]

1- Ph.D. Student, Dept. of Plant Protection, Isfahan University of Technology; 2- Prof. Dept. of Plant Protection, Isfahan University of Technology; 3- Prof., Department of Plant Protection, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

Abstract

Phaeosphaeria nodorum blotch (SNB) causes major losses to wheat production. In this research 200 isolates were collected from different Provinces, including. Fars, Golestan, Kohgiloyeh and BoyerAhmad and Khozestan. Among these isolates, 15 were selected for further studies according to their geographical distribution. Pathogenicity test was conducted in greenhouse on 26 wheat genotypes. Experiments were carried out in complete randomized factorial design with three replicates. Comparison of the mean of disease severity carried out using Duncan's multiple range test. Comparison of pathogenicity mean showed that the most of disease severity percentage was related to three isolates of Fars province on Chamran Cultivar. The isolates of *P. nodorum* from *Phalaris* spp. That was collected from Golestan Province didn't show any pathogenicity on wheat genotypes. Based on cultivar-isolate interaction results, Chamran was completely susceptible. Estar, Behrang, Kavir, Alvand, Bezostaya, Hirmand and Gaspard were susceptible. Alamoot, Falat, Shiraz, Shahryar, Marvdasht, Atrak, Navid were tolerant. Finally, Yavaross, Toos, Shiroodi, Sepahan, Ghods, Kaskoshen and Back Cross Roshan were resistant.

Key words: Pathogenicity, *Septoria* glum blotch, Wheat.

✉ **Corresponding author: Sharifna@cc.iut.ac.ir**

مقدمه

گندم مهم‌ترین محصول کشاورزی است و نقش بسیار بارز و چشم‌گیری در تغذیه مردم جهان و ایران دارد. این محصول بیشترین سطح زیر کشت را در جهان به خود اختصاص داده است (Webster and Gunnell, 1992). بی‌شک یکی از مهم‌ترین عواملی که می‌تواند در کاهش عملکرد گندم تاثیرگذار باشد، شیوع بیماری‌های قارچی متنوعی است که اندام‌های مختلف آن را تحت تاثیر قرار داده و باعث کاهش کمی و کیفی گندم می‌گردند. در این میان سپتوریوز سنبله گندم یکی از مهم‌ترین بیماری‌هایی است که خسارت نسبتاً قابل ملاحظه‌ای به گندم در دنیا وارد می‌کند. دو نوع سپتوریوز مهم درگندم شناخته شده است. سپتوریوز برگ گندم با عامل *Septoria tritici* که نام جدید این قارچ *Zymoseptoria tritici* است (Quaedvlieg *et al.*, 2011) و دیگری سپتوریوز سنبله گندم توسط *Phaeosphaeria nodorum* (E.M Muller) Hedjadroude (آنامورف *Stagonospora nodorum* (Berk.) Castellani & E. G. Germano) ایجاد می‌شود (Cunfer, 1999). این دو گونه از نظر اقتصادی و میزان خسارت وارده نسبت به گونه‌های دیگر اهمیت بیشتری دارند (Shipton *et al*., 1971).

گونه *P. nodorum* یک بیمارگر قارچی هاپلوئید روی گندم است که از رده Dothideomycetes، راسته Pleosporales می‌باشد (Zhang *et al*., 2009). میزبان‌های اصلی این بیمارگر، گندم‌های اهلی (*Triticum aestivum*; *Triticum durum*) و تریتیکاله می‌باشد (Solomon *et al*., 2006).

این بیماری در دنیا به *Stagonospora nodorum* blotch (SNB) یا سوختگی سنبله معروف است. در این بیماری خوشه، ساقه، غلاف برگ و برگ‌ها آلوده می‌شوند. علائم بیماری به صورت لکه‌های قهوه‌ای با هاله زرد رنگ روی برگ می‌باشد و اندام‌های باردهی قارچ (پیکنیدیوم‌ها) به رنگ قهوه‌ای روشن و به صورت دسته‌های پراکنده در سطح بافت آلوده ظاهر می‌شوند. آلودگی غلاف‌های برگ به صورت لکه‌های قهوه‌ای تیره وسیعی دیده می‌شود و در صورت آلودگی برگ پرچم ممکن است باعث بدشکلی خوشه گردد. قهوه‌ای شدن و چروکیده شدن گره‌های آلوده ساقه نیز از علایم بیماری می‌باشد و سطح ساقه آلوده با پیکنیدهای قارچ به صورت خالدار در می‌آید. شدت این آلودگی باعث خم شدن ساقه و خوابیدگی آن درست در بالای گره‌های آلوده می‌شود. علایم سوختگی از نوک خوشه‌ها شروع شده، به سمت پایین پیشروی می‌کند، پیکنیدهای خاکستری تیره یا قهوه‌ای رنگ قبل از اینکه سوختگی یک‌سوم طول خوشه (از نوک) را بپوشاند، ظاهر می‌شود. در هوای بسیار مرطوب رشته‌های نازک و صورتی‌رنگی از دهانه‌ی پیکنیدهای موجود بر روی برگ‌ها و خوشه‌ها خارج می‌شود (Cunfer and Ueng, 1999).

سوختگی سنبله گندم اولین بار توسط Berekley (1845) از انگلستان، سپس توسط Weber (1922) از تعداد زیادی از کشورهای دنیا از جمله سوئد، سوئیس، آلمان، فرانسه، ایالات متحده و استرالیا گزارش گردید. این بیمارگر انتشار جهانی دارد و گزارش‌هایی از خسارت این بیماری روی برگ و خوشه گندم درکانادا (Machacek, 1945)، آرژانتین، هند، برزیل، اروپا (Scharen ,1964) آفریقا و آسیا (Saari and Wilcoxson, 1974) منتشر شده است.کاهش عملکرد سالیانه این بیماری در دنیا حدود نه میلیون تن تخمین زده شده است (Eyal *et al*., 1987).

ابتدا عامل بیماری سوختگی سنبله گندم با فرم غیر جنسی *Stagonospora nodorum* توسط Berkeley (1845) به نام *Septoria nodorum* توصیف گردید، سپس تغییر نام این جنس از *Septoria* به *Stagonospora* در سال ۱۹۴۴ پیشنهاد گردید (Sprague, 1950). Germano and Castell (1977) نام *Stagonospora nodorum* را به عنوان اسم صحیح برای شکل کنیدیومی آن به جای *Septoria nodorum* به کار بردند.

این قارچ در فرم جنسی آسکوکارپی از نوع سودوتسیوم تولید می‌کند که اولین بار توسط weber (1922) مشاهده شد و به نام *Leptosphaeria* توصیف گردید. سپس Hedjaroude

(1968) نام جنس *Phaeosphaeria* (که قبلاً توسط قارچ‌شناسان دیگر مانند Miyake (1909) برای مرحله جنسی این قارچ پیشنهاد شده بود) به کار برد. در سال‌های بعد Shoemaker and Babcock (1989) نیز این نامگذاری را تأیید کردند و امروز این طبقه‌بندی در دنیا پذیرفته شده است (Cunfer and Ueng, 1999). قارچ *P. nodorum* روی بسیاری از میزبان‌ها گزارش شده است، اما تخصص میزبانی دقیق آن مشخص نشده است. Weber (1992) دریافت که جدایه‌های این قارچ روی گندم، چاودار و علف *Poa pratensis* ایجاد بیماری می‌نمایند اما نمی‌توانند جنس‌های دیگر از جمله *Agropyron* و *Hordeum* را آلوده نمایند. مدارکی دال بر وجود سویه‌های جدا از هم در شرق و غرب کانادا وجود دارد و در ایالات متحده آمریکا، بیوتیپ‌هایی با استفاده از میزبان‌های اختصاصی گندم تشخیص داده شده‌اند. آزمون‌های آلودگی متقاطع با جدایه‌های *Triticum* و *Hordium* این پیشنهاد را مطرح کردند که تیپ‌های سازش یافته گندم و جو وجود دارند و گاهی به عنوان بیوتیپ‌ها یا فرم مخصوص‌های متمایز در نظر گرفته می‌شوند (weber, 1992). جدایه‌های *P. nodorum* از *Bromus inermis*، *Elymus repens*، *Aegilops cylindrica*، *Cynodon dactylon*، *Hordium pusillum* و *Lolium perenne* با آلودگی طبیعت بدست آمده‌اند و بنابراین گونه‌های یاد شده به عنوان میزبان‌های ثانویه در نظر گرفته می‌شوند. همچنین *Lolium perenne* و *Cynodon dactylon* به عنوان میزبان‌های ثانویه اصلی در ایالات متحده آمریکا ذکر شده‌اند (De Wolf and Francel, 2000).

اهمیت تنوع در بیماریزایی بیمارگرها، از جهات مختلف مورد توجه بیماری شناسان گیاهی می‌باشد. از این جهت محققان به دنبال علل و عوامل تاثیر گذار در بیماریزایی بیمارگرها می‌باشند(Peever *et al*., 2000).

تعدادی از محققین بعد از بازدیدهای مکرر در سال‌های ۱۹۸۷ و ۱۹۹٤ از مزارع متعدد گندم در مناطق مختلف دنیا به یک اختلاف فاحش در حساسیت واریته‌های مختلف به قارچ *P. nodorum* رسیدند آنها مقاومت نسبی ۹۲ واریته گندم را در مجارستان بر اساس نوع لکه و سطح آلوده برگ بررسی نمودند و ۱۰ واریته کاملاً مقاوم به *P. nodorum* ذکر گردید (Cseplo *et al*., 2013). تعداد ۱۷۲ واریته گندم وحشی (*Triticum dicoccoide*) از ٦٦ منطقه مختلف دنیا جمع‌آوری شده و بعد از بررسی مقاومت نسبی، ۱۳٦ واریته مقاوم به قارچ *P. nodorum* معرفی شدند و در واقع *Triticum dicoccoide* به عنوان یک منبع ژنتیکی مناسب در مقاومت به سپتوریوز سنبله ذکر گردید (Cho *et al*., 2008) .

سن و مراحل رشدی واریته‌ها در حساسیت و مقاومت واریته‌ها به *P. nodorum* حائز اهمیت هستند (Wainshilbaum and Lipps, 1991). مایه‌زنی در شرایط مزرعه‌ای و گلخانه‌ای گاهی دارای نتایج متفاوت می‌باشد و برای تشخیص واقعی حساسیت یا مقاومت واریته‌ها باید مایه‌زنی در شرایط طبیعی نیز بررسی گردد (Fraser *et al*., 2003).

مایه‌زنی در شرایط مزرعه‌ای و گلخانه‌ای گاهی از یکدیگر متمایز می‌باشند و برای تشخیص واقعی حساسیت یا مقاومت ارقام باید مایه‌زنی در شرایط طبیعی بررسی گردد(Fraser *et al*., 2003). بنابراین آنها برای مایه‌زنی مصنوعی ۱۴۷ ژنوتیپ گندم در شرایط طبیعی، از جدایه‌هایی با قدرت تهاجمی بالا، جدایه‌هایی با قدرت تهاجمی پایین، جدایه‌هایی با حالت بینابین و آلودگی طبیعی استفاده نمودند. اختلاف ارقام به این تیمارها را بسیار فاحش دانسته و نشان دادند که انتخاب جدایه‌های *P. nodorum* برای ارزیابی مقاومت نسبی ارقام بسیار اهمیت دارد.

در ایران، Aghajani *et al*. (2002) اولین بار گونه *Phaeosphaeria nodorum* را از استان گلستان گزارش نمودند اما در ایران مطالعات جامعی در خصوص مقاومت احتمالی ارقام مختلف گندم و شناسایی گونه غالب عامل بیماری از مناطق مختلف کشور، انجام نشده است.

بیمارگرهای گیاهی یک تهدید جدی برای امنیت غذایی جهان به شمار می‌روند (Strange and Scott, 2005). منشاء این

بیمارگرها نامشخص است. بیمارگرهای قارچی در اکوسیستم کشاورزی خیلی سریع به تغییرات استراتژی‌های کنترل پاسخ می‌دهند (McDonald and Linde, 2002; Torriani *et al.*, 2009). با توجه به امکان خسارت نسبتاً زیاد بیماری سپتوریوز سنبله گندم در مناطقی با شرایط آب و هوایی گرم و مرطوب کشور، امکان گسترش سریع بیماری و وقوع خسارت شدید محتمل است. هر چند که تخمین درستی از میزان خسارت بیماری در کشور وجود ندارد. با توجه به اثرات سوء قارچ‌کش‌ها استفاده از ارقام مقاوم می‌تواند نقش مهمی در کنترل بیماری سپتوریوز سنبله گندم داشته باشد. بنابراین، پژوهشی در این باره ضروری بود که با راهکارهایی مانند معرفی رقم مناسب گندم تا حدودی از شدت بیماری کاسته شود.

روش بررسی

۱- جداسازی بیمارگر: در بازدید از مزارع گندم در استان‌های گلستان (گرگان)، خوزستان (دزفول، رامهرمز و بهبهان)، فارس (شهرستان‌های مرودشت، جهرم، داراب و نورآباد)، بوشهر (برازجان و بوشهر) و کهگیلویه و بویراحمد(گچسارن و دهدشت)، خوشه و برگ‌های آلوده‌ی حاوی پکنیدیوم (شکل ۱) جمع‌آوری گردید و در پاکت‌های کاغذی گذاشته و مشخصات گیاه بیمار، مزرعه، منطقه و تاریخ نمونه‌برداری روی تمام نمونه‌ها یادداشت گردید و به آزمایشگاه برای جداسازی منتقل شد. برای جداسازی بیمارگر ابتدا قطعات خوشه زیر آب روان شستشو داده شدند سپس قطعات آلوده حاوی بپیکنید(برگ و خوشه) به گونه‌ای که منفذ پیکنید به سمت بالا باشد، روی لام‌های شیشه‌ای گذاشته و نمونه را در یک تشتک پتری حاوی کاغذ صافی اشباع شده با آب مقطر سترون قرار داده و درب آن، جهت حفظ رطوبت و جلوگیری از آلودگی بسته شد. تشتک ها در دمای ۲۲ تا ۲٤ درجه سلسیوس نگهداری و پس از ۲ تا ۸ ساعت با جذب رطوبت، خروج فتیله از روزنه پیکنیدها شروع شد. انتقال پیکنیدیوسپورها در شرایط سترون زیر هود انجام شد. با کمک نوک سوزن سترون قطره حاوی فتیله به محیط کشت عصاره مخمر- سوکروز- آگار (YSA[1]) حاوی کلرامفنیکل (۲۵۰ میلی‌گرم در لیتر) یا استرپتومایسین سولفات (۵۰ میلی‌گرم در لیتر) منتقل شد (Eyal *et al*., 1987; McDonald *et al*., 2012).

۲-خالص‌سازی و نگهداری جدایه‌ها: جهت خالص‌سازی عامل بیماری، قارچ‌های رشد کرده به روش نوک ریسه روی محیط کشت آب-آگار دو درصد خالص‌سازی شد. برای نگهداری طولانی مدت، از روش نگهداری قارچ در کاغذ صافی استفاده شد. بدین ترتیب که ابتدا کاغذهای صافی سترون در ابعاد ٤×۲ سانتی‌متر روی محیط کشت YSA قرار داده شدند. و یک بلوک میسیلیومی از کشت خالص قارچ روی هر کاغذ صافی سترون قرار داده شد. تشتک ها به مدت هفت روز در دمای ۲۲-۲۰ درجه سلسیوس در داخل انکوباتور قرار داده شدند. بعد از گذشت هفت روز، به کمک پنس سترون کاغذهای صافی از محیط سترون برداشته شد و در داخل میکروتیوپ‌های سترون حاوی سیلیکاژل قرار داده شدند. به منظور جلوگیری از آلودگی،درب میکروتیوپ‌ها با پارافیلم مسدود گردید و سپس به دمای منفی ۸۰ درجه سلسیوس منتقل شدند (McDonald *et al*., 2012).

۳- شناسایی مرفولوژیکی: جهت بررسی خصوصیات مورفولوژیکی و میکروسکوپی جدایه‌ها از محیط کشت‌های عصاره مخمر-سوکروز-آگار-[2]، عصاره هشت سبزی- کربنات کلسیم[3] و عصاره سیب‌زمینی-دکستروز-آگار- عصاره هشت سبزی[4]استفاده شد. تشتک‌های حاوی این محیط‌های کشت تحت شرایط ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی و دمای ۲۰ درجه سیلسیوس منتقل می‌شوند و به مدت ۱۰-۱۴ روز نگهداری شدند (Eyal *et al*., 1987) صفات مورد مطالعه شامل رنگ پرگنه، مشخصات پیکنیدیوم‌ها و پیکنیدیوسپورها

۱-Yeast Sucrose Agar
۲-YSA- caco3
۳- V8 juice- caco3
٤-V8 juice +Potato-Dextrose Agar(PDA)

بود. حداقل ۵۰ عدد از هر یک از اندام‌های قارچی (پیکنیدیوم و پیکنیدیوسپور) در چند نمونه میکروسکوپی بررسی و اندازه‌گیری شدند (شکل ۲ و ۳). شناسایی و تعیین گونه بر اساس منابع معتبر قارچ شناسی انجام شد (Cunfer and Ueng 1999; Shoemaker and Babcock, 1989).

شکل ۱- علائم آلودگی خوشه و برگ‌های گندم به *Phaeosphaeria nodorum* در مزرعه

Fig. 1. The symptom of infected ears and leaves to *Phaeosphaeria nodorum* in the field

شکل ۲- به ترتیب پرگنه و پیکنیدیوسپورهای نارنجی شکل قارچ *Phaeosphaeria nodorum*

Fig. 2. Mycelium and pycnidiospores on YSA media respectively

شکل ۳- نمای میکروسکوپی پیکنیدیوسپورهای قارچ *Phaeosphaeria nodorum* (مقیاس ▬ ۲ میکرومتر)

Fig. 3. *Phaeosphaeria nodorum:* pycnidiospores (Bar = 2 µm)

٤-تهیه زادمایه: برای تهیه زادمایه ارلن مایرهای ۲۵۰ میلی‌لیتری محتوی محیط سترون مایع عصاره مخمر-سوکروز (YSB)[1] با اسپورهای کشت جوان قارچ، که روی محیط جامد تشکیل شده است، مایه‌زنی شدند. سپس ارلن مایرها به شیکر انکوباتور انتقال داده شده و به مدت ۵ تا ۷ روز در دمای ۲۰ درجه سلسیوس با سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه نگهداری شدند. تعداد اسپور در هر میلی‌لیتر از این سوسپانسیون به کمک لام گلبول شمار شمارش شده و به تعداد 1×10^{7} در هر میلی‌لیتر تنظیم گردید.

۵- مایه‌زنی گیاهچه‌های گندم در گلخانه: بعد از تهیه سوسپانسیون اسپور، گیاهچه‌های سه برگی ارقام گندم (چمران، استار، بهرنگ، کویر، الوند، بزوستایا، هیرمند، گاسپارد، الموت، فلات، شهریار، شیراز، مرودشت، اترک، نوید، سای‌سون، زرین، تجن، پیشتاز، یاواروس، توس، شیرودی، سپاهان، قدس، کاسکوژن و بک‌کراس روشن) که در گلدان‌های سترون کشت شده بودند مایه‌زنی گردیدند. برای خاک گلدان‌ها پرلیت، خاک و خاک برگ سترون استفاده شد که به نسبت ۱:۱:۱ مخلوط و در گلدان‌های کوچک ۵۰۰ گرمی ریخته شدند. بعد از آماده‌سازی خاک گلدان‌ها، بذرها با الکل ۹٦ درصد به مدت ۳۰ ثانیه استریل و سپس دو بار با آب مقطر سترون، شستشو داده شدند. بعد از ضد عفونی سطحی، پنج بذر در داخل هر گلدان قرار داده شد. زمانی که گیاهچه‌ها به مرحله یک برگی رسیدند، یک قطره توئین ۲۰ درصد به سوسپانسیون اسپور اضافه گردید و مایه‌زنی با استفاده از آب فشان دستی انجام گرفت. پس از مایه‌زنی، گلدان‌های حاوی گیاهچه‌ها به مدت ۹٦ ساعت با کیسه‌های پلاستیکی پوشانده شد و داخل کیسه‌ها با آب فشان دستی مرطوب نگه داشته شد. بعد از این مدت زمان، کیسه‌ها از سطح گلدان‌ها برداشته شد. اما هر تیمار توسط یک مانع پلاستیکی از سایر تیمارهای همجوار جدا گردیدند تا از آلودگی توسط سایر جدایه‌ها جلوگیری شود.

۱-Yeast Sucrose Broth

٦-آزمایش بیماریزایی جدایه‌ها: آزمایش بیماریزایی جدایه‌ها با پاشیدن سوسپانسیون اسپور هر جدایه با غلظت ۱×۱۰^{۷} روی گیاهچه‌های ۱۰ روزه ارقام مختلف گندم انجام شد. اما گیاهان شاهد نیز با همین روش، اما با پاشیدن محیط سترون مایع عصاره مخمر-سوکروز(YSB) انجام گردید. این آزمایش در قالب یک طرح فاکتوریل کاملا تصادفی انجام شد و برای هر تیمار (سه گلدان و هر گلدان شامل ۵ گیاه) در نظر گرفته شد.

۷- ارزیابی بیماری: آزمون بیماریزایی با استفاده از ۱۵جدایه بدست آمده از مناطق مختلف کشور انجام پذیرفت(جدول ۱). ارزیابی بیماری به روش ایال و همکاران (۱۹۸۷) و برحسب میزان پیشرفت بیماری هر روز علائم، بیماری یاداشت‌برداری شد. اما ارزیابی دقیق بیماری برای تمام ارقام در روز چهاردهم پس از مایه‌زنی محاسبه گردید. آزمون، در قالب یک طرح فاکتوریل کاملا تصادفی با نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. که در یک مقیاس ۱ تا ۵ درجه‌بندی گردید.

۱- بدون علائم (کاملا مقاوم)

۲- بیماری۱ تا ۱۰ درصد سطح برگ را پوشانده باشد (مقاوم)

۳- بیماری ۱۰ تا ۲۰ درصد سطح برگ را پوشانده باشد (نیمه مقاوم)

۴- بیماری ۲۰ تا۵۰ درصد سطح برگ را پوشانده باشد (حساس)

۵- بیماری ۵۰ تا ۹۰ درصد سطح برگ را پوشانده باشد (کاملاً حساس)

لازم به ذکر است داده‌های این آزمایش در قالب یک طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی با نرم افزار SAS و رویه ANOVA و مقایسه میانگین با استفاده از روش حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. همچنین به منظور نرمال‌سازی داده‌های گزارش شده به صورت درصد، قبل از آنالیز واریانس تبدیل داده‌ها با استفاده از آرک سینوس یا سینوس اینورس (Arcsin) انجام شد.

نتیجه و بحث

۱- جداسازی بیمارگر و انتخاب جدایه‌ها بر اساس پراکنش جغرافیایی: از نمونه‌های گیاهی جمع‌آوری شده از مناطق مختلف خوزستان، گلستان، فارس و کهگیلویه و بویراحمد، ۲۰۰ جدایه به دست آمد که برای جداسازی عامل بیماری، تشتک‌های پتری حاوی قطعات آلوده در دمای ۲۰ درجه سلسیوس نگهداری شدند. زمان جذب رطوبت و خروج فتیله بستگی به میزان خشکی نمونه‌ها داشت. برگ‌های سبز و خشک ۲ الی ۳ ساعت و برگ‌های خشک و مرده به۵ الی ٦ ساعت زمان نیاز داشتند که در آن شرایط باقی بمانند. نمونه‌های برگ برای کنترل خروج قطرات فتیله و تشکیل آنها در بالای دهانه پیکنید مکررا زیر بینوکولر بررسی شدند. تراوشات فتیله روشن یا کدر بودند و کدر بودن نشانه فراوانی پیکنیدیوسپورها در قطره فتیله بود. از جدایه های بدست آمده، از هر منطقه ۳ جدایه برای ارزیابی مقاومت نسبی ارقام گندم انتخاب شدند.

۲- بررسی بیماریزایی جدایه‌های *P. nodorum*: بررسی شدت بیماریزایی ۱۵ جدایه‌ی *P. nodorum* در شرایط گلخانه بر روی ٢٦ رقم گندم مورد آزمون قرار گرفت. جدایه‌های *P. nodorum* جدا شده از علف هرز فالاریس استان گلستان(علی‌آباد و کردکوی) هیچ گونه بیماریزایی روی گندم نشان ندادند. بنابراین، شش جدایه مربوط به این مناطق (کد ۱۰ الی ١٦) به دلیل عدم بیماریزای از آنالیز حذف گردیدند. تجزیه واریانس، در قالب یک طرح فاکتوریل کاملاً تصادفی برای ۹ جدایه انجام شد و نتایج با نرم افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

اولین علائم بیماری روی رقم چمران شش روز بعد از مایه‌زنی مشاهده گردید. علائم بیماری در ابتدا به صورت لکه‌های نقطه‌ای قهوه‌ای رنگ در روی برگ‌ها ظاهر گردید.

این لکه‌ها بتدریج بزرگ‌تر و تیره‌تر شده تا اینکه بافت

برگ در محل لکه‌ها قهوه‌ای، با حاشیه کلروزه شد (شکل ٤). در داخل این لکه‌ها پیکنیدیوم‌های قارچ عامل بیماری به صورت نقاط سیاه رنگ در سطح برگ مشاهده گردید.

نتایج حاصله از تجزیه واریانس (جدول ۲) برهمکنش میزبان بیمارگر بر روی ارقام گندم (شدت بیماری) در شرایط گلخانه نشان داد که ارقام و جدایه‌ها از نظر عکس‌العمل تفاوت معنی‌داری دارند. مقایسه میانگین شدت بیماری حاصل از عکس‌العمل میزبان -بیمارگر ارقام گندم در مقابل جدایه‌های *P. nodorum* در گلخانه نشان داد که بعضی از ارقام و جدایه‌ها از نظر عکس‌العمل اختلاف معنی‌داری دارند. مقایسه میانگین بیماریزایی اثرات متقابل ارقام مختلف به جدایه‌ها (جدول ۳) نشان داد بیشترین درصد شدت بیماریزایی مربوط به سه جدایه از استان فارس (A1، A2 و A3) با شدت بیماریزایی ٦٤/١٥ ، ٦٤/٢٩ و ٦٤/١٦ روی رقم چمران(B1) می‌باشد. بیشترین شدت بیماریزایی جدایه‌ها به ترتیب مربوط به استان فارس، کهگیلویه و بویر احمد و خوزستان می‌باشد. شدت بیماری به روش شماره‌دهی از ۱ تا ۵ ارزیابی گردید، که با توجه به میانگین شدت بیماری ایجاد شده در ارقام مورد آزمون ارقام در چهار دسته کاملاً حساس، حساس، نیمه مقاوم و مقاوم قرار گرفتند(جدول ۴). در واکنش به ۹ جدایه، رقم چمران کاملا حساس، ارقام استار، بهرنگ ،کویر، الوند، بزوستایا، هیرمند و گاسپارد حساسیت داشته، ارقام یاواروس، توس، شیرودی، سپاهان، قدس، کاسکوژن و بک‌کراس روشن مقاوم بوده و ارقام الموت، فلات، شهریار، شیراز، مرودشت، اترک و نوید نسبت به اکثر جدایه‌ها (۶ جدایه) نیمه مقاوم بودند. ارقام Mv Beres، Mv Bodri وMv Kolompos به عنوان ارقام مقاوم به *P. nodorum* معرفی شده‌اند (Cseplo *et al*., 2013). علائم در روز هفتم، یازدهم و چهاردهم بعد از مایه‌زنی مشاهده نمودند و از علائم روز هفتم به عنوان یک تخمین بسیار دقیق از مقاومت به *P. nodorum* در مراحل گیاهچه بوده است (Liu *et al*., 2004; Cseplo *et al*., 2013).

سن و مراحل رشدی گیاه گندم در حساسیت و مقاومت ارقام به *P. nodorum* حائز اهمیت است و بهترین زمان مایه‌زنی در شرایط گلخانه مرحله سه برگی ذکر شده است (Wainshilbaum and Lipps, 1991).

جدایه‌های *P. nodorum*، هم از نظر بیماری‌زایی و هم از نظر قدرت تهاجمی اختلاف معنی‌داری دارند و این یافته‌ها با نتایج Cowger and Murphy (2007) که گزارش دادند، تنوع بیماریزایی در بین جدایه‌های *P. nodorum* وجود دارد، مطابقت دارد (Fraser *et al*., 2003). این واکنش برخی ارقام در شرائط مزرعه‌ای و گلخانه‌ای ممکن است اختلافاتی را نشان بدهد که این اختلافات موجود در بین نتایج آزمایشات مزرعه‌ای با آزمایشات گلخانه‌ای می‌تواند دلائل مختلفی داشته باشد از آن جا که در شرائط گلخانه می توان شرایط مطلوب ایجاد بیماری به ویژه از جهت دما و رطوبت را فراهم نمود، لذا پیشرفت بیماری بسیار سریع می‌باشد در حالی که در شرائط مزرعه، دما و رطوبت قابل کنترل نبوده و بستگی به شرائط جوی حاکم به منطقه محل آزمایش دارد به طوری که Cowger and Murphy (2007) نظر داشته که در بروز رفتار یک رقم نسبت به عامل بیماریزا، اثر متقابل ژنوتیپ با شرائط محیطی نقش اساسی دارند. ایشان از سه زمان متفاوت برای مایه‌زنی ارقام مختلف گندم در شرایط طبیعی استفاده نمودند ۱- اسپور پاشی در مرحله سه تا چهار برگی در اوایل زمستان؛ ۲- اسپور پاشی درمرحله پایان طویل شدن ساقه[1] در اواخر بهار؛ ۳- کاربرد کاه و کلش‌های گندم آلوده به *P. nodorum*.

نتایج تحقیق آنها نشان داد که بیشترین شدت بیماری در مرحله سوم رخ داده است، که در واقع به علت نقش موثر رطوبت و آبیاری برای انتقال اسپورها می‌باشد در حالی که کاربرد اسپورها در مرحله دوم کمتر متکی به پراکنش ثانویه وابسته به رطوبت می‌باشد. آنها مایه‌زنی مصنوعی با کاه کلش‌های گندم آلوده را در شرایط طبیعی یک روش مناسبی برای ارزیابی مقاومت نسبی پایه‌ها به *P. nodorum* معرفی نمودند.

۱-Boot

جدول ۱- مکان‌های جداسازی جدایه‌های *Phaeosphaeria nodorum* مورد استفاده در آزمون بیماری‌زایی

Table 1. Locations that isolates of *Phaeosphaeria nodorum* isolated for pathogenicity test

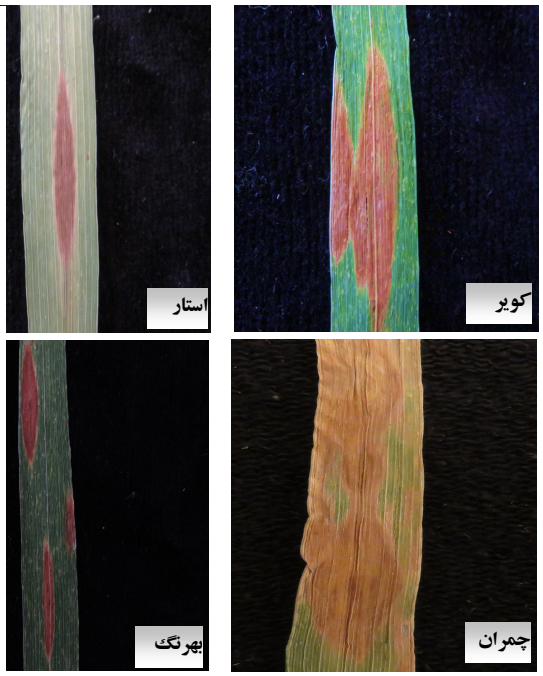
Host	Location	Isolate
Wheat	Fars(NoorAbad)	A1
Wheat	Fars(Noor¬Abad)	A2
Wheat	Fars(Noor¬Abad)	A3
Wheat	Kohgiloyeh and BoyerAhmad (Ghachsaran)	A4
Wheat	Kohgiloyeh and BoyerAhmad (Ghachsaran)	A5
Wheat	Kohgiloyeh and BoyerAhmad (Ghachsaran)	A6
Wheat	Khozestan(Behbahan)	A7
Wheat	Khozestan(Behbahan)	A8
Wheat	Khozestan(Behbahan)	A9
Phalaris	Golestan (Kordkoy)	A10
Phalaris	Golestan (Kordkoy)	A11
Phalaris	Golestan (Kordkoy)	A12
Phalaris	Golestan (AliAbad)	A13
Phalaris	Golestan (AliAbad)	A14
Phalaris	Golestan (AliAbad)	A15

جدول ۲- آنالیز واریانس شدت بیماریزایی مربوط به ۹ جدایه *Phaeosphaeria nodorum* روی ۲۶ رقم گندم در گلخانه

Table 2. Analysis of variance of disease intensity for nine isolates of *Phaeosphaeria nodorum* on 26 wheat cultivars

منابع تغییرات (Source of variation)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (Mean square)
جدایه (Isolate)	8	460.30**
ژنوتیپ (Genotype)	25	5422.56**
جدایه× ژنوتیپ (Isolate× Genotype)	200	7.47**
خطا (Error)	468	0.0001

ضریب تغییرات (Coefficient of Variation)= 6.22%؛ ** . معنی‌دار در سطح یک درصد



شکل ٤- لکه‌های قهوه‌ای با حاشیه زرد رنگ روی برخی از ارقام گندم آلوده به *Phaeosphaeria nodorum* در شرایط گلخانه

Fig 4. Pathogenicity test: some wheat cultivars had brown spots with yellow halo to *Phaeosphaeria nodorum* in greenhouse condition

جدول ۳- مقایسه میانگین شدت بیماری مربوط به جدایه‌های *Phaeosphaeria nodorum* روی ۲۶ رقم گندم در شرایط گلخانه

Table 3. Compare of disease intensity mean for isolates of *Phaeosphaeria nodorum* on 26 wheat cultivars

Cultivar \ Isolate	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9
Chamran	64.15A	64.29A	64.16A	58.21AB	58.1AB	58.32AB	52.18BG	52.94BC	52.66BC
Estar	45.23D	45.43D	45.07D	42.84F	42.92EF	43.08E	40.54G	40.62G	40.92G
Behrang	35.45H	35.38H	35.52H	32J	32.07J	32.14J	29.34L	29.41L	29.34L
Kavir	34.75I	35.17H	34.75I	32J	32.07J	31.4K	29.34L	29.2L	29.08L
Alvand	35.09H	34.82I	34.75I	32J	32.07J	31.53K	29.34L	29.21L	28.95M
Bezostaya	35.3H	35.23H	35.31H	31.67K	32.07J	32.14J	28.62M	28.55M	28.49M
Hirmand	34.82I	35.02H	34.89I	32J	32.07J	32.14J	29.34L	29.21L	28.82M
Gaspard	34.96I	35.38H	34.89I	31.67K	31.26K	31.2K	29.34L	28.95M	28.82M
Alamoot	21.72N	21.78N	21.9N	31.67K	18.36OP	18.14P	14.59R	14.57R	14.58R
Falat	21.59N	21.53N	21.56N	18.3OP	18P	18.02P	14.42R	14.42R	14.43R
Shahryar	21.96N	19.52O	21.97N	18.01P	17.79Q	18.02P	14.54R	14.55R	14.56R
Shiraz	21.41N	21.83N	21.41N	17.76Q	17.95Q	18.02P	14.18R	14.19R	14.21R
Marvdasht	21.78N	21.53N	21.96N	17.94PQ	17.72Q	17.73Q	14.36R	13.99S	14.39R
Atrak	21.59N	21.66N	21.6N	17.76P	17.6Q	17.59Q	13.95S	13.95S	13.96S
Navid	21.65N	11.2T	21.69N	17.6P	17.65Q	17.64Q	13.95S	14.08RS	14.09RS
Sayson	8.63V	11.01T	11.19T	17.64P	9.21U	9.5U	7.01W	7.01W	7W
Zarin	11.02T	10.91T	11.19T	9.51U	9.21U	9.16U	6.84X	6.88X	6.83X
Tajan	10.9T	10.43T	10.89T	9.18U	9.21U	9.1U	6.96X	6.98X	6.95X
Pishtaz	10.44T	5.8X	10.44T	9.18U	8.92UV	8.89V	6.59X	6.57X	6.6X
Yavaross	6.02X	5.62X	5.91X	9.18U	4.07Y	4.1Y	3.04Z	2.98Z	2.93Z
Toos	5.62X	5.8X	5.5X	4.11Y	4.07Y	4.18Y	3.04Z	2.58Z	2.6Z
Shiroodi	5.8X	5.62X	5.9X	4.11Y	4.07Y	4.27Y	5.71X	2.24Z	2.23Z
Sepahan	5.23X	5.62X	5.25X	4.31Y	4.07Y	4.07Y	2.07Z	2.07Z	2.06Z
Ghods	5.68X	5.62X	5.69X	4.31Y	4.07Y	4.27Y	2.82Z	2.81Z	2.83Z
Kaskoshen	5.46X	5.25X	5.51X	4.26Y	4.07Y	4.07Y	2.37Z	2.36Z	2.35Z
Back Cross Roshan	5.46X	5X	5.26X	4.08Y	*4.07Y*	4.07Y	2.76Z	2.76Z	2.75Z

جدول ۴- گروهبندی ارقام مورد آزمون از لحاظ مقاومت به *Phaeosphaeria nodorum* بر اساس میانگین شدت بیماری

Table 4. Wheat different cultivars Groupings based on the mean of disease severity to *Phaeosphaeria nodorum*

Isolate	cultivar	Response	Disease Severity
A1	Sayson, Yavaross, Toos,Shiroodi, Sepahan, Ghods, Kaskoshen , Back Cross Roshan		
A2	Yavaross, Toos,Shiroodi, Sepahan, Ghods, Kaskoshen , Back Cross Roshan		
A3	Yavaross, Toos,Shiroodi, Sepahan, Ghods, Kaskoshen , Back Cross Roshan		
A4	Yavaross, Toos,Shiroodi, Sepahan, Ghods, Kaskoshen , Back Cross Roshan, Sayson, Zarin, Tagan, Pishtaz		
A5	Yavaross, Toos,Shiroodi, Sepahan, Ghods, Kaskoshen , Back Cross Roshan, Sayson, Zarin, Tagan, Pishtaz	**Resistant**	**1-10%**
A6	Yavaross, Toos,Shiroodi, Sepahan, Ghods, Kaskoshen , Back Cross Roshan, Sayson, Zarin, Tagan, Pishtaz		
A7	Yavaross, Toos,Shiroodi, Sepahan, Ghods, Kaskoshen , Back Cross Roshan, Sayson, Zarin, Tagan, Pishtaz		
A8	Yavaross, Toos,Shiroodi, Sepahan, Ghods, Kaskoshen , Back Cross Roshan, Sayson, Zarin, Tagan, Pishtaz		
A9	Yavaross, Toos,Shiroodi, Sepahan, Ghods, Kaskoshen , Back Cross Roshan, Sayson, Zarin, Tagan, Pishtaz		
A1	Zarin, Tajan, Pishtaz		
A2	Sayson, Zarin, Tajan, Pishtaz, Shahryar		
A3	Sayson, Zarin, Tajan, Pishtaz		
A4	Atrak, Navid, Almoot, Falat, Shahriyar, Shiraz, Marvdasht		
A5	Atrak, Navid, Almoot, Falat, Shahriyar, Shiraz, Marvdasht	**Semi-Resistant**	**10-20%**
A6	Atrak, Navid, Almoot, Falat, Shahriyar, Shiraz, Marvdasht		
A7	Atrak, Navid, Almoot, Falat, Shahriyar, Shiraz, Marvdasht		
A8	Atrak, Navid, Almoot, Falat, Shahriyar, Shiraz, Marvdasht		
A9	Atrak, Navid, Almoot, Falat, Shahriyar, Shiraz, Marvdasht		
A1	Estar,Behrang, Kavir,Alvand, Bezostaya Hirmand, Gaspard, Almoot, Falat, Shahriyar, Shiraz,		
A2	Estar,Behrang, Kavir,Alvand, Bezostaya Hirmand, Gaspard, Almoot, Falat, Shahriyar, Shiraz, Marvdasht, Atrak, Navid		
A3	Estar,Behrang, Kavir,Alvand, Bezostaya Hirmand, Gaspard, Almoot, Falat, Shahriyar, Shiraz, Marvdasht, Atrak, Navid		
A4	Estar,Behrang, Kavir,Alvand, Bezostaya Hirmand, Gaspard		
A5	Estar,Behrang, Kavir,Alvand, Bezostaya Hirmand, Gaspard	**susceptible**	**20-50%**
A6	Estar,Behrang, Kavir,Alvand, Bezostaya Hirmand, Gaspard		
A7	Estar,Behrang, Kavir,Alvand, Bezostaya Hirmand, Gaspard		
A8	Estar,Behrang, Kavir,Alvand, Bezostaya Hirmand, Gaspard		
A9	Estar,Behrang, Kavir,Alvand, Bezostaya Hirmand, Gaspard		
A1,A2,A3, A4, A5, A6, A7,A8,A9	Chamran	**completely susceptible**	**50-90%**

نتیجه نهایی اثرات متقابل ارقام مختلف نسبت به همه جدایه‌ها (جدول ۴) نشان داد که ارقام یاواروس، توس، شیرودی، سپاهان، قدس، کاسکوژن و بک‌کراس روشن مقاوم بوده، ارقام استار، بهرنگ، کویر، الوند، بزوستایا، هیرمند، گاسپارد حساس بوده و رقم چمران کاملاً حساس می‌باشد. در واقع ارقام چمران، استار و بهرنگ حساس به *P. nodroum*، دارای عملکرد بالا می‌باشند و معمولاً کاشت این ارقام در مزارع متداول‌تر می‌باشد. بنابراین در صورت کاشت این ارقام، با آگاهی از زمان آلودگی ارقام به بیماری و همچنین میزان حساسیت آنها را می‌توان با اعمال یک مدیریت دقیق، این بیماری را کنترل کرد. با توجه به نتایج تحقیق، با تلفیق روش‌های به‌نژادی، به‌زراعی و در صورت نیاز مبارزه شیمیایی می‌توان به طور موثری خسارت ناشی از این بیماری را کاهش داد و آن را کنترل نمود.

References

AGHAJANI, M. A., H. KAZEMI, M. A. DEHGHANI, S. RAJAEI and K. NURALAHI, 2002. Study on distribution and importance of *Septoria* glum blotch of wheat in some provinces of Iran. Abstract book the first international of wheat Congress. Tehran, 37.

COWGER, C. and H. V. SILVA-ROJAS, 2006. Frequency of *Phaeosphaeria nodorum*, the sexual stage of *Stagronospora nodorum*, on winter wheat in North Carolina. Phytopathology, 96: 860–866.

COWGER, C. and J. P. MURPHY, 2007. Artificial inoculation of wheat for selecting resistance to *Stagonopora nodorum* blotch. Plant Disease, 91: 539-545.

CSEPLO, M., M. CSOSZ, M. GAL, O. VEISZ and G. VIDA, 2013. Seedling resistance to *Stagonospora nodorum* blotch in wheat genotypes. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding, 49: 77–85.

CUNFER, B. and P. UENG, 1999. Taxonomy and identification of *Septoria* and *Stagonospora* species on small-grain cereals. Annual Review of Phytopathology, 37: 267–284.

CUNFER, B. M. 1999. *Stagonospora* and *Septoria* pathogens of cereals: The infection process In: van Ginkel M, McNab A, Krupinsky J (Eds) *Septoria* and *Stagonospora* Diseases of Cereals: A compilation of Global Research CIMMYT, Mexico.

DE WOLF, E. D. and L. J. FRANCEL, 2000. Neural network classification of tan spot and *Stagonospora* blotch infection period in a wheat field environment. Phytopathology, 90: 108-113.

EBRAHMI, A. and V. MINASIAN, 1974. The list of cultivated and wild plant diseases in Khuzestan. College of Agriculture, University of Ahvaz. Technical Report. No. 176/19.50pp.

EYAL, Z., A. L. SCHAREN, J. M. PRESCOTT and M. VAN GINKEL, 1987. The Septoria Disease of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management, CIMMYT Mexico, D. F.

FRASER, D. E., J. P. MURPHY, S. LEATH and DA. VAN SANFORD, 2003. Effect of inoculation with selected isolates of *Stagnospora nodorum* on field evaluations of host resistance in winter wheat. Plant Disease, 87: 1231-1220.

LIU, Z. H., T. L. FRIESEN, J. B. RASMUSSEN, S. ALI, S. W. MEINHARDT and J. D. FARIS, 2004. Quantitative trait loci analysis and mapping of seedling resistance to *S. nodorum* leaf blotch in wheat. Phytopathology, 94: 1061-1067.

MACHACEK, J. E. 1945. The prevalence of Septoria on cereal seed in Canada. Phytopathology, 35: 51-53.

MCDONALD, B. A., C. C. MUNDT and J. ZHAN, 1999. Population genetics of *Mycosphaerella graminicola* and *Phaeosphaeria nodorum*. Pages 77-82 in: *Septoria* and *Stagonospora* Diseases of Cereals: A Compilation of Global Research, M. van Ginkel, A. McNab, and J Krupinsky, eds. CIMMYT, Mexico, D.F.

MCDONALD, B. and C. LINDE, 2002. The population genetics of plant pathogens and breeding Strategies for durable resistance. Euphytica, 124: 163–180.

MCDONALD, M. C., M. RAZAVI, T. L. FRIESEN, P. C. BRUNNER and B. A. MCDONALD, 2012. Phylogenetic and population genetic analysis of *Phaeosphaeria nodorum* its close relative indicates and cryptic species and an origin in the Fertile Crescent. Fungal Genetics and Biology, 49: 882-895.

PEEVER, T. L., L. OLSEN, A. IBAÑEZ and L. W. TIMMER, 2000. Genetic differentiation and host specificity among populations of *Alternaria* spp. causing brown spot of grapefruit and tangerine × grapefruit hybrids in Florida. Phytopathology, 90:407-414.

QUAEDVLIEG, G. H. J., J. Z. KEMA, J. Z. GROENEWALD, G. J. M. VERKLEY, S. SEIFBARGHI, M. RAZAVI, R. MEHRABI and P. W. CROUS, 2011. *Zymoseptoria* gen. Nov.: a new genus to accommodate Septoria – Like species occurring on graminicolous hosts. Personia, 26:57-69.

SAARI, E. and J. M. PRESCOTT, 1975. A scale for appraising the foliar intensity of wheat diseases. Plant Disease, 59: 377–380.

SAARI, E. E. and R. D. WILCOXSON, 1974. Plant disease situation of high-yielding dwarf wheat in Asia and

Africa. Annual Review of Phytopathology, 12: 49-68.

SCHAREN, A. L. 1964. Environmental influence on development of glume blotch in wheat. Phytopathology 54: 300-303.

SHIPTON, W. A., W. J. R. BOYD and A. A. ROSIELLE, 1971. The common *Septoria* diseases of wheat. Botany Review, 37: 231-262.

SHOEMAKER, R. A. and C. E. BABCOCK, 1989. Phaeosphaeria. Canadian Journal of Botany, 67:1500-1599.

SOLOMON, P. S., R. G. T. LOWE, K. C. TAN, O. D. C WATERS and R. P. OLIVER, 2006. *Stagonospora nodorum*: Cause of *Stagonospora nodorum* blotch of wheat. Molecular Plant Pathology, 7: 147–156.

SPRAGUE, R. 1950. Disease of Cereal and Grasses in North America. Ronald Press. NewYork. Strange, R.N. and Scott, P.R. 2005. Plant disease: a threat to global food security. Annual Review of Phytopathology, 43: 83–116.

TORRIANI, S. F., P. C. BRUNNER, B. A. MCDONALD, and H. SIEROTZKI 2009. QoI resistance emerged independently at least 4 times in European populations of *Mycosphaerella graminicola.* Pest Management Science 65: 155–162.

WAINSHILBAUM, S. J. and P. E. LIPPS, 1991. Effect of temperate and growth stage of wheat on development of leaf and glume blotch caused by *Septoria tritici* and *S. nodorum*. Plant Disease, 75: 993-998

WEBER, G. F. 1992. Cyclic production of pycnidia and spores in dead wheat tissue by *Septoria nodorum*. Phytopathology, 56: 580–581.

WEBSTER, R. K. and P. S. GUNNELL, 1992. Compendium of wheat diseases. APS press, Pp. 62.

Zhang, Y., C. L. SCHOCH, J. FOURNIER, P. W. CROUS, J. GRUYTER, J. H. C. WOUDENBERG, K. HIRAYAMA, K. TANAKA, S. B. POINTING and J. W. SPATAFORA, 2009. Multi-locus phylogeny of Pleosporales: a taxonomic, ecological and evolutionary re-evaluation. Studies in Mycologyl, 64: 85–102S85.