دانش بیماری‌شناسی گیاهی (شاپای ا:۶۲۹۰-۲۵۸۸، شاپای چ: ۹۲۷۰-۲۲۵۱)
سال نهم، جلد ۲، بهار و تابستان ۱۳۹۹
Plant Pathology Science (eISSN:2588-6290, pISSN:2251-9270)
Vol. 9(2), 2020

Extensional Article

Glume blotch disease of wheat

FARIBA GHADERI✉
Department of Plant Protection, Yasouj University, Yasouj, Iran

Received: 14.11.2020 Accepted: 18.01.2021
Ghaderi F (2020) Glume blotch disease of wheat. Plant Pathology Science 9(2):108-118. DOI: 10.2982/PPS.9.2.108.

Abstract

Glume blotch caused by the fungus *Parastagonospora nodorum* is an important disease of bread and durum wheat. The disease reduces the quantity and quality of wheat product. Disease history, pathogen morphology, and disease management methods, including crop rotation, plowing, post-harvest collection of plant debris , weed control, healthy seed culture or seed disinfection with a systemic fungicide, and cultivation of resistant cultivars are described.

Keywords: Wheat, Blotch, Management, *Parastagonospora*

مقاله ترویجی

بیماری لکه سفید سنبله گندم

فریبا قادری

گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه یاسوج، یاسوج

دریافت: ۱۳۹۹/۰۸/۲۴ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۲۹

قادری ف (۱۳۹۹) بیماری لکه سفید سنبله گندم. دانش بیماری‌شناسی گیاهی ۹(۲): ۱۱۸-۱۰۸. DOI:10.2982/PPS.9.2.108.

چکیده

لکه سفید سنبله، ناشی از قارچ *Parastagonospora nodorum* یک بیماری مهم گندم نان و دوروم است. این بیماری باعث کاهش کمیت و کیفیت محصول می‌شود. تاریخچه بیماری، ریخت شناسی بیمارگر و روش مدیریت بیماری شامل تناوب، شخم، جمع‌آوری بقایای بوته‌های بیمار پس از برداشت، از بین بردن علف‌های هرز، کشت بذر سالم یا ضدعفونی بذر با یک قارچ‌کش‌های جذبی و کشت رقم مقاوم شرح داده شده‌اند.

واژگان کلیدی: گندم، لکه سفید، مدیریت، *Parastagonospora*

✉ fghaderi2003@yahoo.com

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 تأثیرگذار باشد، شیوع بیماری‌های قارچی متنوعی است که اندام‌های مختلف آن را تحت تأثیر قرار داده و باعث کاهش کمی و کیفی این گیاه می‌گردند.

بیماری لکه سفید سنبله گندم ناشی از *Parastagonospora nodorum* (Berk.) Quaedvl., Verkley & Crous (=*Septoria nodorum* (Berk.) Berk.) یکی از بیماری‌های مهم گندم در دنیا است (Eyal et al. 1987). بیماری از سوئد، سوئیس، آلمان، فرانسه، ایالات متحده و استرالیا گزارش شده است (Weber 1922). این بیماری انتشار جهانی دارد و گزارش‌هایی از خسارت این بیماری روی گندم در کانادا (Machacek 1945)، آرژانتین، هند، برزیل، اروپا (Scharen 1964) آفریقا و آسیا (Saari and Wilcoxson 1974) منتشر شده است. کاهش عملکرد سالیانه گندم در اثر این بیماری در دنیا حدود نه میلیون تن تخمین زده شده است. بیماری نخستین بار در ایران از استان گلستان گزارش شده است (Aghajani et al. 2002). قادری و همکاران (۲۰۱۷) ۲۶۸ جدایه از جنس *Parastagonospora* از مزرعه‌های گندم و علف‌های هرز حاشیه مزرعه‌های استان‌های فارس، خوزستان، گلستان و کهگیلویه و بویراحمد جداسازی و دو گونه *P. nodorum* و *Parastagonospora avenae* (A.B. Frank) Quaedvl., Verkley & Crous (=*Septoria avenae* A.B. Frank) را شناسایی نموده‌اند. همچنین *P. nodorum* از روی علف‌هرز *Phalaris arundinacea* در استان گلستان شناسایی شد. گونه *P. avenae* نیز به دو گروه تقسیم شد که گروه اول آن،(Paa) *P. avenae* f.sp. *avenaria* از روی *Phalaris arundinacea* و *Avena sativa* و گروه دوم، (Pat5) *P. avenae* f.sp. *tritici*5 از روی *Phalari arundinacea*، *Bromus hordeaceus* و *Aegilops tauschii* شناسایی شد. شناسایی این گونه‌ها بر اساس مشخصات ریخت‌شناسی تولیدمثل غیرجنسی و تأیید مولکولی آن‌ها بر اساس توالی‌یابی ژن بتازایلوسیداز انجام گرفت و گروه‌های Pat5 و Paa برای نخستین بار از ایران گزارش شدند و همچنین تمامی گندمیان گزارش شده، به‌عنوان میزبان‌های جدید برای گونه‌های گزارش شده در ایران و دنیا معرفی شدند (Ghaderi et al. 2017). همچنین *Parastagonospora dactylidis* W.J. Li, Camporesi, Bhat & K.D. Hyde از روی علفهای هرز *Phalaris arundinacea*، *Bromus hordeaceus* و *Aegilops tauschii* برای نخستین بار در ایران گزارش شده است (Ghaderi and Razavi 2018).

نشانه‌های بیماری

بیماری لکه سفید سنبله گندم در دنیا به *Stagonospora nodorum* blotch (SNB) معروف شده است. در این بیماری سنبله، ساقه، غلاف برگ و برگ‌ها آلوده می‌شوند. نشانه‌های اولیه شامل نقطه‌های زردی هستند که معمولاً روی برگ‌های پائینی و در تماس با سطح خاک دیده می‌شوند. به‌تدریج به‌صورت لکه‌های بیضی یا عدسی شکل به رنگ قهوه‌ای سوخته با هاله‌ای زرد رنگ روی پهنک برگ ظاهر می‌شوند (شکل ۱، A). در صورت آلودگی شدید، لکه‌های توسعه‌یافته، به هم متصل می‌شوند و ظاهری مرده در بافت گیاه ایجاد می‌گردد. پس از مدتی، اندام‌های باردهی قارچ (پیکنیدیوم‌ها) به رنگ قهوه‌ای روشن و به‌صورت دست‌های پراکنده در سطح بافت آلوده ظاهر می‌شوند. آلودگی غلاف‌های برگ به‌صورت لکه‌های قهوه‌ای تیره وسیعی دیده می‌شود و در صورت آلودگی برگ پرچم ممکن است باعث بدشکلی سنبله گردد. قهوه‌ای شدن و چروکیده شدن گره‌های آلوده ساقه نیز از نشانه بیماری می‌باشد و سطح ساقه آلوده با پیکنیدیوم‌های قارچ به‌صورت خالدار درمی‌آید. شدت این آلودگی باعث خم شدن ساقه و خوابیدگی آن درست در بالای گره‌های آلوده می‌شوند. همچنین نشانه سوختگی از نوک گلوم‌ها و لماها شروع شده، به سمت پائین پیشروی می‌کند که به‌تدریج به‌صورت نوارهای قهوه‌ای رنگ ظاهر می‌شوند (شکل ۱، B). پیکنیدیوم‌های خاکستری تیره یا قهوه‌ای رنگ قبل از اینکه سوختگی یک سوم طول گلوم (از انتها) را بپوشاند، ظاهر می‌شوند این اتفاق معمولاً دو تا سه هفته بعد از ظهور سنبله می‌افتد. پیکنیدیوم‌های روی گلوم، روی خطوط تقریباً راست تشکیل می‌شوند. در شرایط مرطوب رشته‌های صورتی رنگی از دهانه پیکنیدیوم‌های موجود بر روی برگ‌ها و گلوم‌ها خارج می‌شود که سیروس (Cirrhus) نام دارد که حاوی توده بسیار فراوان پیکنیدیوسپورهای قارچ هستند که در داخل یک مایع غلیظ ژلاتینی از دهانه پیکنیدیوم‌ها خارج می‌شوند. تولیدمثل جنسی قارچ (سودوتسیوم) در اواخر فصل به‌صورت نقطه‌های ریز سیاه‌رنگ و برجسته در کنار پیکنیدیوم‌ها بر روی سطح گلوم‌های آلوده تشکیل می‌شوند. در صورت آلودگی شدید، دانه‌های تولید شده در سنبله‌های آلوده سبک وزن و ظاهری چروکیده و بدشکل دارند (شکل ۱، B). این بذرها قادر به جوانه‌زنی هستند اما گیاهچه‌های ناشی از این بذرها نیز دچار ضعف و پوسیدگی کولئوپتیل شده، ظاهری بدشکل و غیرعادی پیدا می‌کنند. لازم به ذکر است که بالاترین خسارت عملکرد این بیماری زمانی اتفاق می‌افتد که برگ پرچم و دو برگ پایین برگ پرچم آلوده می‌شوند. که در واقع این کاهش عملکرد به دلیل کاهش سطح فتوسنتز کننده برگ می‌باشد که نهایتاً مانع پر شدن دانه و موجب کاهش وزن دانه‌ها می‌گردد. اگر این برگ‌ها قبل از مرحله خمیری نرم آلوده شوند، دانه‌ها سبک وزن و چروکیده می‌شوند، که ایجاد گیاهچه‌های کوتاه و پژمرده می‌نماید. بنابراین پر شدن دانه به آلودگی

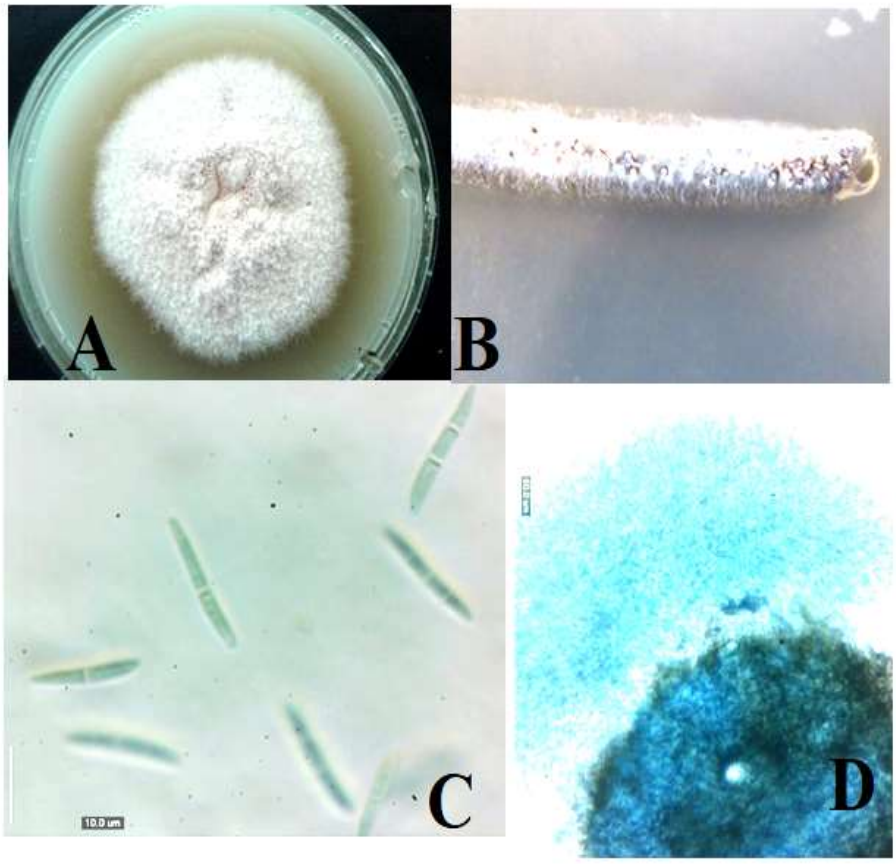
شکل ۱. بیماری لکه سفید سنبله گندم (*Parastagonospora nodorum*) A. لکه‌های بیضی یا عدسی شکل به رنگ قهوه‌ای سوخته با هاله‌ای زرد رنگ روی پهنک برگ B. نشانه سوختگی از نوک گلوم‌ها شروع شده، به سمت پائین پیشروی می‌کند و نهایتاً دانه‌های تولید شده در سنبله‌های آلوده چروکیده و بدشکل می‌شوند (اصلی)

Figure 1. Glume blotch disease of wheat (*Parastagonospora nodorum*) A. The symptom of infected leaves: dark-brown lesions expand and become oval (lens-shaped) with yellow halo, B. The symptom of infected ears: the lesion on a glume typically starts at the tip of the glume and progresses downward and infected glumes lead to shriveled kernels

برگ پرچم و سنبله ارتباط دارد (Cunfer and Ueng 1999, Eyal et al. 1987, Solomon et al. 2006).

ریخت‌شناسی بیمارگر

قارچ *Parastagonospora nodorum* از رده *Dothideomycetes*، راسته *Pleosporales* و تیره *Phaeosphaeriaceae* است (Quaedvlieg et al. 2013). میزبان‌های اصلی این بیمارگر، گندم‌های اهلی (*T. durum* Desf. and *Triticum aestivum* L.) و تریتیکاله می‌باشند (Solomon et al. 2006).



شکل ۲. A. پرگنه *Parastagonospora nodorum* روی محیط کشت YSA، B. پیکنیدیوم و پیکنیدیوسپور تشکیل شده روی کاه استریل گندم در محیط کشت WA، C. پیکنیدیوسپورها (مقیاس = ۱۰ میکرومتر)، D. پیکنیدیوسپورهای رها شده از پیکنیدیوم (مقیاس = ۵۰ میکرومتر).

Figure 2. A. Colony of *Parastagonospora nodorum* on YSA, B. Pycnidia and pycnidiospores formed on sterilized wheat straws in WA Medium, C. Pycnidiospores (Bar = 10 µm), D. Pycnidiospores released from pycnidium (Bar = 50 µm).

پرگنه قارچ روی محیط کشت عصاره مخمر- سوکروز- آگار (Yeast Sucrose Agar- YSA) به رنگ سفید دیده میشود و بعد از هفت روز ۱۰ میلی‌متر رشد میکند (شکل ۲، A). تولیدمثل غیرجنسی این قارچ به شکل پیکنیدیوم است، پیکنیدیوم‌ها زیر اپیدرمی، نیمه کروی با یک منفذ مرکزی و با دو تا سه لایه می‌باشد، پیکنیدیوسپورها روشن، راست یا خمیده، از دوکی‌شکل تا استوانه‌ای شکل متغیر بوده و در هر دو طرف گرد و بندرت باریک می‌باشند. تعداد دیواره عرضی در هر کنیدیوم از یک تا دو عدد متغیر بوده (شکل ۲، B) و اندازه کنیدیوم ۴۰-۱۴ × ۴-۲/۵ میکرومتر می‌باشد (Quaedvlieg et al. 2013). تولیدمثل جنسی این قارچ به‌صورت آسکوکارپ از نوع سودوتسیوم است. سودوتسیوم‌ها فرورفته در بافت، گرد، قهوه‌ای تا سیاه در محیط کشت با دیواره‌ای با ۶-۳ لایه و دارای یک سوراخ با

دهانه کوچک می‌باشد. آسک‌ها گرزی شکل، راست یا خمیده با هشت آسکوسپور با دیواره ضخیم، آسکوسپورها روشن تا قهوه‌ای کم‌رنگ با سه دیواره که سلول یکی مانده به آخر متورم بوده، پارافیزهای کاذب نخی‌شکل، روشن و دیواره‌دار می‌باشند (Shoemaker and Babcock 1989).

زیست‌شناسی بیمارگر

بهترین شرایط همه‌گیری این بیماری آب و هوای مرطوب و بادی هست (Shah et al. 1995). در طول دوره گرم و خشک (اواخر بهار)، توسعه لکه‌ها و پیکنیدیوم‌ها متوقف می‌شود (Tiedemann 1996). به نظر می‌رسد بیمارگر در شرایط سرد قادر به تکثیر مناسب نمی‌باشد. در طول ماه‌های زمستان این قارچ به‌صورت غیرفعال در گیاه باقی می‌مانند و فرایند آلودگی در بهار اتفاق می‌افتد زیرا برای آلودگی ۶ تا ۸ ساعت رطوبت برگی و یک حرارتی حدود ۲۰ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد نیاز دارد. در واقع این قارچ در دمای بین ۴ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد رشد می‌کند اما حرارتی بین ۲۰ تا ۲۷ درجه را ترجیح می‌دهد (Bockus et al. 2010). هر چرخه بیماری حدود ۸ روز به طول می‌انجامد و تعداد چرخه‌های این بیماری به شرایط آب و هوایی مطلوب این قارچ بستگی دارد. پیکنیدیوسپورها به‌وسیله قطرات باران تا ارتفاعی حدود دو متر و فاصله‌ای حدود ۹۲ سانتی‌متر پراکنده می‌شوند اما باد همراه با قطرات باران، باعث جابجایی هاگ‌ها در ارتفاعی حدود ۳ متر و فاصله‌ای حدود ۱۰ متر می‌گردد (Brennan et al. 1985). شش منبع بالقوه برای تولید زادمایه اولیه قارچ *P. nodorum* توصیف شده است. سه منبع بالقوه مربوط به مرحله غیرجنسی است که شامل پیکنیدیوسپورهای روی کاه و کلش گندم، میزبان واسط و بذرها آلوده می‌باشد. سه منبع بالقوه مربوط به مرحله جنسی است که شامل آسکوسپورها روی کاه و کلش، میزبان واسط و بذرهای آلوده می‌باشد (Shah et al. 1995). این قارچ به مدت سه سال روی کاه و کلش باقی می‌ماند. این قارچ از بذرهایی که مدت ۱۱ سال در انبار ذخیره شده بودند، نیز جداسازی گردید. آلودگی بذر از ۱۰ تا ۷۰ درصد گزارش شده است و حتی آلودگی ۱۰ درصد بذرها و شرایط محیطی مناسب (رطوبت، دما و باد) می‌تواند باعث اپیدمی شود که این مسئله نقش بذر را به عنوان یک منبع بالقوه برای تولید زادمایه اولیه ثابت می‌کند (Eyal et al. 1987). این قارچ می‌تواند گیاهچه، گیاه بالغ و سنبله را آلوده نماید این آلودگی باعث کاهش سطح برگ سبز می‌شود که از فعالیت فتوسنتز در گیاه جلوگیری می‌کند (Bockus et al. 2010). نرخ فتوسنتز یک روز بعد از آلودگی کاهش می‌یابد اما تجزیه کلروپلاست ۶ تا ۹ روز بعد از آلودگی شروع می‌شود. آلودگی گیاهان از طریق روزنه‌ها یا به‌صورت نفوذ مستقیم با تجزیه آنزیمی اتفاق می‌افتد. این قارچ از آنزیم‌های تجزیه‌کننده دیواره سلولی شامل آمیلاز، پکتین متیل

استراز، زایلاناز، پلیگالاکتوروناز و سلولاز استفاده می‌کند که از این ترکیبات همراه با توکسین‌های اختصاصی میزبان در طول فرایند آلودگی استفاده می‌شوند (O'Reilly and Downes 1986). اولین نشانه آلودگی روی برگ‌های پایینی ظاهر شده و سپس پیکنیدیوم‌ها روی آن تشکیل می‌شوند. پیکنیدیوسپورهای بی‌رنگ از طریق سیروس‌های صورتی رنگ از دهانه پیکنیدیوم خارج می‌شوند و روی برگ‌های جوان قرار می‌گیرند. ژل سیروس، حاوی پروتئین‌های غلیظ و گلوسیدها است که از پیکنیدیوسپورها در مقابل خشک شدن محافظت می‌کند. پیکنیدیوسپورهای ژل سیروس جوانه نمی‌زنند تا اینکه ژل در آب رقیق شود. در صورت شدت بیماری پوشینه‌ها آلوده می‌شوند و با آلوده شدن پوشینه‌ها این بیمارگر می‌تواند بذرها را آلوده نماید و این بذرها می‌توانند به‌عنوان منبع مایه تلقیح نقش داشته باشند (Bockus et al. 2010).

دامنه میزبانی بیمارگر

P. nodorum تاکنون از روی گندم، جو، ترتیکاله، چاودار، *Poa pratensis* L., *Bromus inermis* Leyss.، *Elymus repens* Gould.، *Aegilops cylindrical* Auct.، *Cynodon dactylon* Pers.، *Hordeum pusillum* Nutt.، *Lolium perenne* L.، *Agropyron desertorum* Schultes و *Phalaris arundinacea* L. (McDonald et al. 2012, DeWolf and Francl 2000, Ghaderi et al. 2017) گزارش شده است.

مدیریت بیماری

بیمارگر روی بقایای گیاهی زمستان‌گذرانی می‌کند، بنابراین حفظ بقایای بوته‌های بیمار و علفهای هرز در سامانه‌های کشاورزی حفاظتی ممکن است منجر به شیوع و گسترش بیماری گردد، لذا تناوب با گیاهان غیر گندمیان (یونجه، حبوبات و ...) و خودداری از کشت کتوالی گندم برای مهار بیماری توصیه می‌گردد (Eyal et al. 1987, Eyal 1981).

جمع‌آوری بقایای گیاهی در مناطق آلوده و معدوم نمودن آن‌ها، برگردانیدن پسماندهای گیاهی به زیر خاک، کوددهی مناسب (جلوگیری از افزایش مصرف کودهای نیتروژن) انجام می‌شود (Eyal et al. Tiedemann 1996, 1987).

کاشت بذر سالم و در صورت عدم اطمینان از سالم بودن بذر، تیمار بذر با قارچ‌کش‌های جذبی می‌تواند در کاهش بیماری در شرایط مزرعه‌ای مؤثر باشد (Eyal et al. 1987, Eyal 1981).

استفاده از قارچ‌کش‌ها روی اندام‌های هوایی گیاه آلوده در زمان مناسب، می‌تواند از توسعه بیماری جلوگیری کند. زمان کاربرد قارچ‌کش پروپیکونازول وقتی است که ۲۵ درصد از برگ‌های پایینی آلوده

می‌شوند و روی آن مؤثر است. این قارچ‌کش در دو مرحله و به فاصله ۲۰ روز در ایالات متحده، نیوزیلند، استرالیا و اروپا استفاده می‌شود (Hennouni et al. 2012).

استفاده از رقم‌های مقاوم در سال‌های اخیر موردتوجه قرار گرفته است. کروپین‌اسکای و همکاران (۱۹۷۲) برهمکنش ۲۹۱ ژنوتیپ گندم را به قارچ *P. nodorum* بررسی نموده و مشخص کردند که ۱۶ ژنوتیپ سطوح نسبتاً مقاومی را دارا می‌باشند (Krupinsky et al. 1972). راپیلی و دل‌هوتال (۱۹۸۶) دوکولتیوار Razon و R82 را مقاوم به *P. nodorum* در ایالات متحده معرفی کردند (Rapilly and Delhotal 1986). دو و همکاران (۱۹۹۹) مقاومت نسبی ۳۸ کولتیوار گندم به قارچ *P. nodorum* را ارزیابی و هشت کولتیوار با مقاومت متوسط را معرفی نمودند (Du et al. 1999). کانفر و همکاران (۲۰۰۱) کولتیوار Atlas66 را به‌عنوان یک کولتیوار مقاوم معرفی کردند(Cunfer et al. 2001). سس‌اپلو و همکاران (۲۰۱۳) مقاومت نسبی ۹۲ واریته گندم را در مجارستان بر اساس سطح آلوده برگ بررسی نمودند و ۱۰ واریته مقاوم به *P. nodorum* را ذکر نمودند (Cseplo et al. 2013). همچنین ۱۷۲ واریته گندم با نام علمی*Triticum dicoccoide* از ۶۶ منطقه مختلف دنیا را جمع‌آوری نمودند و بعد از ارزیابی مقاومت نسبی، ۱۳۶ واریته را مقاوم به قارچ *P. nodorum* معرفی نمودند و *T. dicoccoide* را به‌عنوان یک منبع ژنتیکی مناسب در مقاومت به لکه سفید سنبله گندم ذکر کردند (Cseplo et al. 2013).

قادری و همکاران (۲۰۱۶) واکنش ۲۶ رقم گندم به جدایه‌های *P. nodorum*، مورد بررسی قرار دادند و مشخص کردند که چمران کاملاً حساس، استار، بهرنگ، کویر، الوند، بزوستایا، هیرمند و گاسپارد نیمه حساس، یاواروس، توس، شیرودی، سپاهان، قدس، کاسکوژن و بک‌کراس روشن مقاوم و الموت، فلات، شهریار، شیراز، مرودشت، اترک و نوید نیمه مقاوم می‌باشند (Ghaderi et al. 2016).

با این حال به نظر می‌رسد که منابع مقاومت بین ارقام گندم به بیماری لکه سفید سنبله گندم بسیار محدود می‌باشد و تعداد زیادی از محققین به دنبال مقاومت مختلف روی گونه‌های دیگر جنس *Triticum* می‌باشند (Xu et al. 2004).

نتیجه‌گیری

قارچ *Parastagonospora nodorum* یک قارچ بیمارگر مهم روی گندم است که ایجادکننده بیماری لکه سفید سنبله گندم است و خسارت قابل ملاحظه‌ای به این محصول در دنیا وارد می‌کند. میزبان‌های اصلی این بیمارگر، گندم‌های اهلی (*T. durum* and *Triticum aestivum*) گندم، جو، ترتیکاله، چاودار، و تعدادی از علفهای هرز تیره گندمیان می‌باشند. این بیمارگر به تمام قسمت‌های

هوایی گیاه (برگ، ساقه، گلوم و ...) حمله می‌نماید و در صورت آلودگی شدید، دانه‌های تولید شده در سنبله‌های آلوده سبک وزن و ظاهری چروکیده و بدشکل هستند و منجر به کاهش کمی و کیفی دانه می‌شود. جهت مدیریت بیماری سوختگی سنبله روش‌های تناوب، شخم، جمع‌آوری یا دفن بقایای بوته‌های بیمار، حذف علف‌های هرز، کشت بذر سالم، ضدعفونی بذر با قارچ‌کش‌های جذبی و کشت رقمهای مقاوم پیشنهاد می‌شود.

References منابع

1. Aghajani MA, Kazemi H, Dehghani MA, Rajabi S, Nuralahi K (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, p.37.
2. Bockus WW, Bowden RL, Hunger RM, Morrill WL, Muray TD, Smiley RW (2010) Compendium of Wheat Disease and Pests. (Third edition), APS Press, MN, USA,171p.
3. Brennan R.M, Fitt G, Taylor GS, Colhoun J (1985) Dispersal of *Septoria nodorum* pycnidospores by simulated rain and wind. Journal of Phytopathology 112:291-297.
4. Cunfer B, Ueng P (1999) Taxonomy and identification of *Septoria* and *Stagonospora* species on small grain cereals. Annual Review Phytopathology 37:267–284.
5. Cunfer B, Johnson MJW, Buntin GD, Barnett RD, Roberts JJ (2001) Registration of four soft red winter wheat germplasms resistant to *Stagonospora nodorum* and other foliar pathogens. Crop Science 41:1373-1374.
6. Cseplo M, Csosz M, Gal M, Veisz O, Vida G (2013) Seedling resistance to *Stagonospora nodorum* blotch in wheat genotypes. Czech Journal of Genetics and Plant Breeding 49:77–85.
7. De Wolf ED, Francl LJ (2000) Neural network classification of tan spot and *Stagonospora nodorum* blotch infection periods in a wheat field environment. Phytopathology 90:108–113.
8. Du CG, Nelson LR, McDaniel ME (1999) Diallel analysis of gene effects conditioning resistance to *Stagonospora nodorum* (Berk.) in Wheat. Crop Science 39:686-690.
9. Eyal Z (1981) Integrated control of Septoria diseases of wheat. Plant Disease 65:763-768
10. Eyal Z, Sharen AL, Prescott JM, Van Ginkel DM (1987) The *Septoria* diseases of wheat: concepts and methods of disease management. Mexico, DF, CIMMYT.
11. Hennouni N, Djeber MR, Berrebba HD (2012) Effect of systemic fungicide (combination of Cyproconazole and Propiconazole) newly introduced in Algeria on

Septoria of two varieties of wheat (*Triticum durum* Desf.). Advances in Environmental Biology 6:1433-1442.

12. Krupinsky JM, Schillinger JA, Scharen AL (1972) Resistance in wheat to *Septoria nodorum*. Crop Science 12:528-530.

13. Quaedvlieg W, Verkley GJM, Shin HD, Barreto RW, Alfenas AC, Swart WJ, Groenewald JZ, Crous PW (2013) Sizing up *Septoria*. Studies in Mycology 75:307–390.

14. Ghaderi F, Sharifnabi B, Javan-Nikkhah M (2016) Assessment of partial resistance of wheat cultivars to *Phaeosphaeria nodorum* in Iran. Journal of Applied Entomology and Phytopathology 84:55-66.

15. Ghaderi F, Sharifnabi B, Javan-Nikkhah M (2017) Introduction of some species of *Parastagonospora* on poaceous plants in Iran. Rostaniha 18:150–165.

16. Ghaderi F, Razavi M (2018) Identification of the species *Parastagonospora dactylidis* on poaceous plant in Iran. Mycologia Iranica 5:35–41.

17. Machacek JE (1945) The prevalence of Septoria on cereal seed in Canada. Phytopathology 35:51-53.

18. McDonald, MC, Razavi M, Friesen TL, Brunner PC, McDonald BA (2012) Phylogenetic and population genetic analysis of *Phaeosphaeria nodorum* and its close relative indicate cryptic species and an origin in the Fertile Crescent. Fungal Genetics and Biology 49:882-895.

19. Miyakei I (1909) Studies on the parasitic fungi of rice in Japan. Botical Magazine Tokyo 23:85-97.

20. O'Reilly P, Downes MJ (1986) Form of survival of *Septoria nodorum* on symptomless winter wheat. Transactions of the British Mycological Society 86:381-385.

21. Rapilly F, Delhotal P (1986) Surla durabilite de resistance partielles *Septoria nodorum* Berk.chez le ble etudes prospectives realisees par la simulation. Agronomie 6:325-336.

22. Saari EE, Wilcoxson RD (1974) Plant disease situation of high-yielding dwarf wheat in Asia and Africa. Annual Review of Phytopathology 12:49-68.

23. Shah D, Bergstrom GC, Ueng PP (1995) Initiation of *Septoria nodorum* blotch epidemics in winter wheat by seedborne *Stagonospora nodorum*. Phytopathology 85:452- 457.

24. Scharen AL (1964) Environmental influence on development of glume blotch in wheat. Phytopathology 54:300-303.

25. Shoemaker RA, Babcock CE (1989) *Phaeosphaeria* Canadian Journal of Botany 67:1500–1599.

26. Sprague R (1950) Disease of Cereal and Grasses in North America. Ronald Press, New York. 538p.

27. Solomon PS, Lowe RGT, Tan KC, Waters ODC, Oliver RP (2006) *Stagonospora nodorum*: cause of *Stagonospora nodorum* blotch of wheat. Molecular Plant Pathology 7:147–156.

28. Tiedemann AV (1996) Single and combined effects of nitrogen fertilization and ozone on fungal leaf diseases on wheat. Journal of Plant Diseases and Protection 103:409-419.

29. Xu SS, Friesen TL, Cai X (2004) Sources and Genetic Control of Resistance to *Stagonospora nodorum* Blotch in Wheat. pp. 449-469. In: Recent Research Development in Genetics and Plant Breeding. Vol. 1. Research Signpost, Kerala, India.

30. Weber GF (1922) Septoria diseases of wheat. Phytopathology 12:537–585.

31. Webster RK, Gunnell PS (1992) Compendium of Wheat Diseases. APS Press, MN, USA, 62p.