دانش بیماری‌شناسی گیاهی (شاپای ا:۶۲۹۰-۲۵۸۸، شاپای چ: ۹۲۷۰-۲۲۵۱)
سال دهم، جلد ۱، پاییز و زمستان ۱۳۹۹
Plant Pathology Science (eISSN:2588-6290, pISSN:2251-9270)
Vol. 10(1), 2021

Extensional Article

Situation of Fusarium root and crown rot disease of wheat in Iran

SAEEDEH DEHGHANPOUR FARASHAH [1]✉, MEHRDAD SALEHZADEH [2]
1. Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran
2. Department of Plant Protection, College of Agriculture,
Shiraz University, Shiraz, Iran

Received: 25.03.2021 Accepted: 17.05.2021

Dehghanpour Farashah S, Salehzadeh M (2021) Situation of Fusarium root and crown rot disease of wheat in Iran. Plant Pathology Science 10(1):97-106. Doi: 10.2982/PPS.10.1.97.

Abstract

Fusarium root and crown rot is one of the most important wheat diseases in the world, which causes a significant reduction in yield. The disease is also common in many wheat production areas in Iran. *F. acuminatum, F. avenaceum, F. culmorum, F. solani, F. semitectum, F. equiseti, F. crookwellense, F. lateritium, F. moniliforme, F. oxysporum, F. pseudograminearum, F. sambucinum, F. subglutinans, F. proliferatum, F. longipes, F. nygamai, F. compactum, F. diversisporum, F. fujikuroi, F. javanicum, F. flocciferum* and *F. tricinctum* have been reported from rotten tissues of wheat root and crown in Iran and *F. culmorum* and *F. pseudograminearum* are known as the most important disease agents. Disease management methods including crop rotation, removal of diseased plant debris, setting planting date, biological control, seed disinfection with protective fungicides and cultivation of relatively resistant cultivars are described in this article.

Key words: *Piriformospora, Pseudomonas, Trichoderma*

✉ Corresponding author: sdfarashah@yahoo.com

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-12-13]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1399.10.1.7.8]
[DOI: 10.52547/pps.10.1.97]

مقاله ترویجی

وضعیت بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه و طوقه گندم در ایران

سعیده دهقانپورفراشاه [۱]✉، مهرداد صالح‌زاده [۲]
۱. گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران
۲. بخش گیاه‌پزشکی، دانشکده‌کشاورزی، دانشگاه شیراز

دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۰۵ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۲/۲۷

دهقانپورفراشاه س، صالح‌زاده م (۱۳۹۹) وضعیت بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه و طوقه گندم در ایران. دانش بیماری‌شناسی گیاهی ۱۰(۱): ۱۰۶-۹۷. Doi: 10.2982/PPS.10.1.97.

چکیده

پوسیدگی فوزاریومی ریشه و طوقه یکی از بیماری‌های مهم گندم در جهان است، که باعث کاهش معنی‌دار محصول می‌گردد. بیماری در بسیاری از مناطق تولید گندم در ایران نیز شایع است. قارچهای *F. acuminatum*، *F. avenaceum*، *F. culmorum*، *F. solani*، *F. semitectum*، *F. equiseti*، *F. crookwellense*، *F. lateritium*، *F. moniliforme*، *F. oxysporum*، *F. pseudograminearum*، *F. sambucinum*، *F. subglutinans*، *F. proliferatum*، *F. longipes*، *F. nygamai*، *F. compactum*، *F. diversisporum*، *F. fujikuroi*، *F. javanicum*، *F. flocciferum* و *F. tricinctum* از بافت‌های پوسیده ریشه و طوقه گندم در ایران گزارش شده‌اند و *F. culmorum* و *F. pseudograminearum* به عنوان مهمترین عوامل بیماری شناخته شده‌اند. روش‌های مدیریت بیماری شامل برقراری تناوب زراعی، از بین بردن بقایای بوته‌های بیمار، تنظیم تاریخ کاشت، مبارزه زیستی، ضدعفونی بذر با قارچ‌کش‌های حفاظتی و کشت رقمهای نسبتاً مقاوم در این مقاله شرح داده شده‌اند.

واژگان کلیدی: *Trichoderma*، *Pseudomonas*، *Piriformospora*

مقدمه

گندم با نام علمی *Triticum aestivum* L. به‌عنوان اولین غله و مهم‌ترین گیاه زراعی دنیا شناخته می شود که بیش از ۲۰ درصد کالری و پروتیین را در رژیم غذایی انسان فراهم می‌کند و غذای اصلی مردم در بیش از ۴۰ کشور دنیا است. پوسیدگی فوزاریومی طوقه و ریشه گندم در اغلب مناطق تولید غلات در سرتاسر جهان نظیر اروپا، استرالیا، شمال آمریکا، جنوب آمریکا، غرب آسیا، جنوب آفریقا و شمال آفریقا رخ داده است (Huszar et al. 2001). وضعیت بیماری پوسیدگی فوزاریومی طوقه و ریشه گندم و عوامل آن در ایران و همچنین روش‌های مدیریت آن در این مقاله شرح داده شده‌اند.

✉نویسنده مسئول: sdfarashah@yahoo.com

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-12-13]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1399.10.1.7.8]
[DOI: 10.52547/pps.10.1.97]

بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه و طوقه گندم

گونه‌های مختلف *Fusarium* مخصوصا *F. culmorum* (Wm.G. Sm.) Sacc. ، *F. pseudograminearum* O'Donnell & T. Aoki و *F. graminearum* Schwabe از مهم‌ترین گونه‌های خسارت‌زای *Fusarium* در مزرعه‌های گندم در جهان هستند و چون در شرایط خشکسالی خسارت بیشتری وارد می‌کنند به عوامل پوسیدگی پایین ساقه گندم در مناطق خشک و نام‌های دیگری نظیر پوسیدگی قاعده ساقه در مناطق گرم، پوسیدگی ریشه در مناطق گرم، پوسیدگی فوزاریومی طوقه، پوسیدگی فوزاریومی ریشه و پوسیدگی معمولی ریشه مشهور هستند. گونه‌های مختلف *Fusarium*، تولید محصولات را از طریق پوسیدگی بذر، گیاهچه، ریشه، طوقه و قاعده ساقه محدود می‌کنند که آلودگی گیاهچه و قاعده ساقه منجر به کاهش محصول و پر شدن ناقص دانه‌ها می‌شود (Smiley 2010). نشانه بیماری پوسیدگی فوزاریومی طوقه و ریشه گندم به راحتی قابل تشخیص است. نشانه مهم بیماری شامل تغییر رنگ قهوه‌ای روشن (با یک رنگ صورتی کم‌رنگ) میان گره پایین طوقه و ریشه‌های اصلی و فرعی است که این تغییر رنگ به سمت بالا به طرف طوقه و غلاف برگ‌های قاعده گسترش پیدا می‌کند و ساقه و ریشه‌ها دچار نکروز می‌شوند (شکل ۱). این آلودگی‌ها منجر به تخریب سیستم آوندی و قطع انتقال آب می‌شوند که در نتیجه مرگ پیش از رسیدن بوته‌ها روی می‌دهد (Scherm et al. 2013, Dehghanpour- Farashah et al. 2019b).

شکل ۱. نشانه پوسیدگی فوزاریومی ریشه و طوقه در مزرعه گندم استان یزد (A) و روی گیاهچه گندم (B) در مقایسه با گیاه سالم (C) (اصلی).

Figure 1. Fusarium root and crown rot symptoms in wheat fields of Yazd province (A) and on wheat seedling (B) in comparison with healthy plant (C) (Original).

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-12-13]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1399.10.1.7.8]
[DOI: 10.52547/pps.10.1.97]

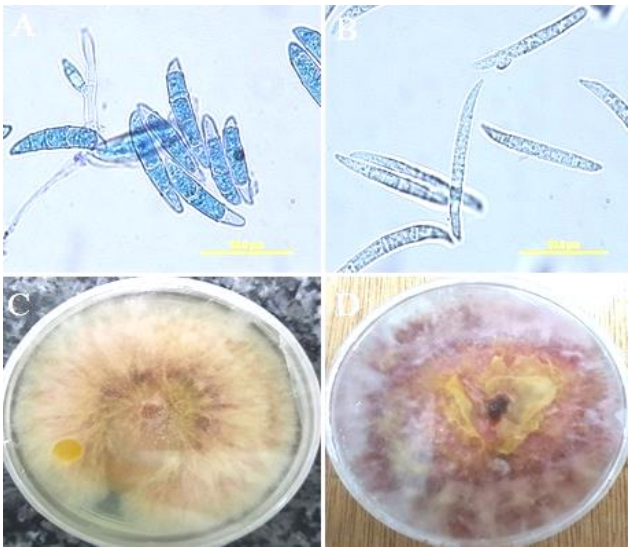
شیوع پوسیدگی ریشه و طوقه گندم در برخی از مناطق کشور در سال‌های اخیر توجه محققان را به خود جلب کرده است. در ایران تاکنون چندین گونه *Fusarium* از بذر، ریشه و طوقه گندم جدا شده و بیماری‌زایی برخی از آن‌ها در شرایط گلخانه به اثبات رسیده است. عوامل فوزاریومی پوسیدگی ریشه و طوقه در مزرعه‌های گندم آبی استان فارس *F. avenaceum*، *F.culmorum* و *F.acuminatum* گزارش شده‌اند (Ravanlou and Banihashemi 1999). عوامل پوسیدگی ریشه و طوقه گندم آبی و دیم در استان آذربایجان غربی، *F. avenaceum*، *F. culmorum* و *F. acuminatum* جداسازی شده‌اند، که این گونه‌ها پس از اعمال تنش‌های رطوبتی نشانه بیماری‌زایی را از خود در گندم دیم، نشان دادند (Irani and Ravanlou 2006). *F.moniliforme*، *F. nygamai*، *F. solani*، *F. oxysporum* و *F. semitectum* نیز از ریشه و طوقه پوسیده گندم در منطقه گرگان گزارش شده‌اند (Maghsoudlou et al. 2007). گونه‌های *F. culmorum*، *F. pseudograminearum*، *F. solani*، *F. crookwellence*، *F. clamidosporum*، *F. proliferatum*، *F. poae*، *F. udum* و *F. babinda* از مزرعه‌های گندم آلوده به پوسیدگی ریشه و طوقه در دشت مغان جداسازی شده‌اند وگونه‌های *F. culmorum*، *F. graminearum*، *F. crookwellence* و *F. udum* بیماری‌زا تشخیص داده شده‌اند (Hajieghrari 2009). گونه‌های *F. oxysporum* و *F. solani* از بوته‌های گندم دارای نشانه پوسیدگی ریشه و طوقه در استان خراسان شمالی جداسازی شده‌اند (Amarloo et al. 2010). یافته‌های یک پژوهش در زمینه گونه‌های *Fusarium* عامل پوسیدگی ریشه و طوقه گندم در استان کرمانشاه، نشان داده که *F. culmorum*، *F. pseudograminearum* و *F. crookwellense* از مهم‌ترین گونه‌های خسارت‌زا و *F. equiseti*، *F. lateritium*، *F. moniliforme*، *F. oxysporum*، *F. sambucinun*، *F. semitectum*، *F. solani* و *F. tricinctum* را فاقد قدرت بیماری‌زایی پوسیدگی ریشه و طوقه گندم ارزیابی نموده است (Safaee et al. 2012). گونه‌های *F. solani*، *F. equiseti*، *F. moniliform*، *F. subglutinans*، *F. sambucinum*، *F. culmorum*، *F. proliferatum*، *F. pseudograminearum*، *F. longipes*، *F. avenacium*، *F. nygamai*، *F. semitectum* و *F. lateritium* از مزرعه‌های گندم دارای نشانه پوسیدگی ریشه و طوقه در استان خوزستان،گزارش شده‌اند که شدت نشانه بیماری *F. pseudograminearum* و *F. culmorum* در این استان بیشتر از بقیه گونه‌ها تشخیص داده شده است (Eslahi 2012). با بررسی پوسیدگی ریشه و طوقه گندم در مناطق شرق کشور گونه‌های مختلف *Fusarium* از بوته‌های آلوده جداسازی شد. بیشترین فراوانی به گونه‌های *F. solani*، *F. acuminatum*، *F. longipes* و *F. nygamai* و کمترین فراوانی به گونه‌های *F. avenaceum*، *F. compactum*، *F. crookwellense*، *F. culmorum*، *F. diversisporum*،

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-12-13]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1399.10.1.7.8]
[DOI: 10.52547/pps.10.1.97]

F. equiseti، *F. fujikuroi*، *F. javanicum*، *F. oxysporum* و *F. semitectum* اختصاص داشت (Besharati Fard et al. 2017). با بررسی مایکوفلور ریشه گندم در استان زنجان گونه‌های *Fusarium sp.*، *F. acuminatum*، *F. avenaceum*، *F. chlamydosporum*، *F. equiseti*، *F.redolens*، *F. sambucium*، *F. scirpi* و *F. solani* از مزرعه ها گندم تشخیص داده شد (Abdipour Asl et al. 2018). گونه‌های *F. equiseti*، *F. pseudograminearum*، *F. culmorum*، *F. flocciferum*، *F. acuminatum*، *F. oxysporum*، *F. solani* و *F. proliferatum* از طوقه و ریشه پوسیده گندم در استان یزد جداسازی شده‌اند، که بالاترین شدت بیماری‌زایی مربوط به *F. pseudograminearum* و *F. culmorum* (شکل۲) بوده و کم‌ترین قدرت بیماری‌زایی را *F. equiseti* داشته است (Dehghanpour-Farashah et al. 2019b).

چرخه بیماری

منابع مختلفی از زادمایه اولیه برای گسترش پوسیدگی فوزاریومی طوقه و ریشه گندم شناخته شده‌اند. این منابع شامل بقایای محصولات مختلف از فصل گذشته نظیر گندم، ذرت، جو، سویا و برنج است. زمستان گذرانی گونه‌های *Fusarium* در خاک و بقایای گیاهی صورت می‌گیرد و می‌توانند برای چندین فصل به شکل گندرو در بافت‌های مرده میزبان به‌خصوص محصولات حساسی که در سال‌های متمادی کشت می‌شوند زنده بمانند. ساختار پایدار قارچ عامل بیماری پوسیدگی فوزاریومی طوقه و



شکل ۲. خصوصیات مرفولوژیکی پرگنه و ماکروکنیدیوم‌های Fusarium *culmorum* (A, C) و F. *pseudograminearum* (B, D) روی محیط کشت PDA (اصلی).

Figure 2. Morphological characters of *Fusarium culmorum* (A, C) and *F. pseudograminearum* (B, D) colony and macroconidia on PDA medium (Original).

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-12-13]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1399.10.1.7.8]
[DOI: 10.52547/pps.10.1.97]

ریشه گندم در خاک، مواد آلـی مـرده و بقایـای گیـاهی شـامل کلامیدوسـپورها، ماکروکنیـدیوم‌ها و میسیلیوم‌ها هستند (Leplat et al. 2012). بقـای *F. culmorum* اغلـب بـه شـکل کلامیدوسـپورهای دارای دیواره ضخیم و یا ماکروکنیدیوم‌های موجود در خاک و مواد آلی و بقـای *F. graminearum* بـا میسیلیوم‌های موجود در بافت‌های فساد نیافته گیاه صورت می‌گیرد (Pisi and Innocenti 2001).

روش‌های مدیریت بیماری

مدیریت پوسیدگی فوزاریومی طوقه و ریشه از طریق استفاده از بذر گواهی شده، تیمار بذر با قارچ‌کش‌ها، تناوب زراعی و کاربرد قارچ‌کش‌ها، که اغلب هزینه بالایی دارند، صورت می‌گیرد. با این‌حال، آلودگی به *Fusarium* spp. به‌صورت یک مشکل جدی در غلات است زیرا فوزاریوم‌ها قادر به تولید دامنه وسیعی از مایکوتوکسین‌ها هستند که با ورود به چرخه غذایی باعث بروز مشکلاتی برای سلامتی انسان و دام می‌شوند (Xu et al. 2008, Dehghanpour-Farashah et al. 2019a). قدرت بقای طولانی مدت بیمارگر در بقایای گیاهی یا علف‌های هرز و در اغلب موارد عدم وجود رقم مقاوم با ارزش اقتصادی به *Fusarium*، مدیریت این بیماری را دچار مشکل کرده است.

روش‌های مدیریت بیماری مبتنی بر بهم زدن چرخه بیماری از طریق برقراری تناوب زراعی با گیاهان غیرمیزبان، از بین بردن بقایای بوته‌های بیمار پس از برداشت محصول، شخم عمیق، تنظیم تاریخ کاشت، مبارزه زیستی، ضدعفونی بذر با یک قارچ‌کش حفاظتی و کشت رقمهای نسبتاً مقاوم است. به نظر می‌رسد که بیماری‌های فوزاریومی تنها با یکی از روش‌های ذکر شده قابل مدیریت نیست و نیاز به استفاده از چندین روش مدیریتی به‌طور هم‌زمان دارد (McMullen et al. 2012).

تناوب زراعی با محصولات غیر میزبان، مدیریت بقایای گیاهی و روش‌های زراعی، از روش‌های بی‌خطر برای محیط زیست هستند که می‌توانند خطر اپیدمی شدن این بیماری را کاهش دهند زیرا این روش‌ها میزان زادمایه بیمارگر را در بقایای محصولات کاهش می‌دهند. تناوب زراعی منجر به کاهش میزان نشانه پوسیدگی ریشه در گیاهچه‌ها می‌شود. سوزاندن کاه و کلش در کاهش شدت بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه مؤثر است اما رهایی از این بیماری را تضمین نمی‌کند. این روش، زادمایه سطح خاک را حذف می‌کند در حالی‌که بیمارگرهای پوسیدگی فوزاریومی طوقه و ریشه هنوز در بافت‌های زیر زمینی گیاه زنده باقی می‌مانند. بعلاوه استفاده از این روش باعث کاهش کربن آلی، منابع آب و فعالیت موجودات زنده در خاک می‌شود و خطر فرسایش خاک توسط باد و باران را افزایش می‌دهد. قارچ فوزاریوم کلش‌زاد بوده بنابراین حذف بقایای گیاهی با روش شخم در کاهش شدت بیماری‌زایی مؤثر است. کاربرد کشت بدون شخم یا شخم کاهشی به‌دلیل ایجاد شرایط مناسب برای کلونیزاسیون طولانی مدت عامل بیماری در سیستم تولید گندم، میزان بالاتری از آلودگی را

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-12-13]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1399.10.1.7.8]
[DOI: 10.52547/pps.10.1.97]

نشان داده است (Pereyra and Dill-Macky 2008).

مبارزه زیستی نیز یک روش سازگار با محیط زیست و مؤثر برای مدیریت بیماری‌های پوسیدگی‌های فوزاریومی است. مهارزیستی *F. pseudograminearum* توسط گونه‌های *Trichoderma harizianum* و *T. koningii* در شرایط آزمایشگاه موفقیت‌آمیز بوده است (Wong et al. 2002). *F. graminearum* با کاربرد باکتری *Burkholderia cepacia* تحت شرایط آزمایشگاه و گلخانه مهار شده است (Huang and Wong 1998). ریزجاندارانی نظیر باکتری‌های *Bacillus* spp.، *Paenibacillus fluorescens*، *Pantoea agglomerans*، *Pseudomonas fluorescens*، *Streptomyces* spp. و قارچ‌هایی نظیر *Trichoderma harzianum* و *T. virens* دارای توانایی مدیریت *F. graminearum* می‌باشند (Jochum et al. 2006, Bacon and Hinton 2007, Winter et al. 2019). اثر *Piriformospora indica* روی *F. graminearum* و *F. culmorum* عامل پوسیدگی طوقه گندم در شرایط آزمایشگاه و گلخانه مورد بررسی قرار گرفته و مشاهده شده که هر چند *P. indica* اثر تعارضی مستقیمی در کشت متقابل این قارچ اندوفیت با قارچ‌های بیمارگر در شرایط آزمایشگاه ندارد ولی می‌تواند باعث کاهش شدت بیماری پوسیدگی طوقه گندم در شرایط گلخانه شود (Rabiey et al. 2015). برهمکنش *P. indica*، پلی‌آمین‌ها و اکسید نیتریک در شرایط آزمایشگاه و گلخانه روی *F. pseudograminearum* مورد ارزیابی قرار گرفته است و مشخص شده که پلی‌آمین‌ها و اکسید نیتریک بصورت سینرژیست، ایمنی پایه و مقاومت القا شده ناشی از *P. indica* در گیاهان گندم آلوده به پوسیدگی فوزاریومی طوقه و ریشه را افزایش می‌دهند (Dehghanpour-Farashah et al. 2019c).

کاشت رقم نسبتاً مقاوم، موثرترین، اقتصادی‌ترین و مناسب‌ترین روش سازگار با محیط زیست برای مدیریت بیماری‌های فوزاریومی است (Jin et al. 2020). رقمها و لاین‌هایی نظیر سیوند، پیشتاز، C-85D-9، S-84-14، N-85-5، CROC-1/AE.SQARROSA (224)//OPATA، SONMEZ، M-85-7، BURBOT-6، C-87- 18 و TURCAN#3 مقاومت نسبی به بیماری پوسیدگی فوزاریومی طوقه و ریشه گندم نشان داده‌اند (Motallebi et al. 2015, Razavi et al. 2017, Dehghanpour-Farashah et al. 2019).

نتیجه‌گیری

بیماری پوسیدگی فوزاریومی طوقه و ریشه یکی از بیماری‌های مهم گندم در ایران است. بیست و دو گونه *Fusarium* از ریشه و طوقه پوسیده گندم در نقاط مختلف ایران جداسازی شده‌اند، که از بین

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-12-13]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1399.10.1.7.8]
[DOI: 10.52547/pps.10.1.97]

آنها *F. culmorum* و *F. pseudograminearum* بیشترین قدرت بیماریزایی را داشته‌اند. روش‌های مدیریت بیماری شامل برقراری تناوب زراعی با گیاهان غیر میزبان، از بین بردن بقایای بوته‌های بیمار پس از برداشت محصول، شخم عمیق، تنظیم تاریخ کاشت، مبارزه زیستی با استفاده از قارچها یا باکتری‌های متعارض، ضدعفونی بذر با قارچ‌کش‌های حفاظتی و کشت رقمهای نسبتاً مقاوم است.

References منابع

Abdipour Asl L, Hemmati R, Zare R, Harkinezhad MT, Alizadeh AR (2018) Identification and pathogenicity assay of hyphomycetous fungi associated with wheat root and crown rot in Zanjan province. Journal of Applied Researches in Plant Protection 6:37-52. (In Persian with English Abstract).

Amarloo OA, Rouhani H, Mahdikhani Moghadam E (2010) Identification and pathogenicity of fungi involved in root and crown rot of wheat in North Khorasan province. Journal of Plant Protection 24:269-284. (In Persian with English Abstract).

Bacon CW, Hinton DM (2007) Potential for control of seedling blight of wheat caused by *Fusarium graminearum* and related species using the bacterial endophyte *Bacillus mojavensis*. Biocontrol Science and Technology 17:81-94.

Besharati Fard M, Mohammadi A, Darvishnia M (2017) *Fusarium* species associated with wheat crown and root tissues in the Eastern Iran. Archives of Phytopathology and Plant Protection 50:123-133.

Champeil A, Dore T, Fourbet JF (2004) *Fusarium* head blight: epidemiological origin of the effects of cultural practices on head blight attacks and the production of mycotoxins by *Fusarium* in wheat grains. Plant Science 166:1389-1415.

Dehghanpour-Farashah S, Taheri P, Falahati-Rastegar M (2019a) Virulence factors of *Fusarium* spp., causing wheat crown and root rot in Iran. Phytopathologia Mediterranea 58:115-125.

Dehghanpour-Farashah S, Taheri P, Falahati-Rastegar M (2019b) Identification and pathogenicity of *Fusarium* spp., the causal agent of wheat crown and root rot in Iran. Journal of Plant Pathology 102:143-154.

Dehghanpour-Farashah S, Taheri P, Falahati-Rastegar M (2019c) Effect of polyamines and nitric oxide in *Piriformospora indica*-induced resistance and basal immunity of wheat against *Fusarium pseudograminearum*. Biological Control 136:104006.

Eslahi MR 2012. Fungi associated with root and crown rot of wheat in Khuzestan province, Iran. Journal of Crop Protection 1:107-113. (In Persian with English Abstract).

Hajieghrari B (2009) Wheat crown and root rotting fungi in Moghan area, Northwest of Iran. African Journal of Biotechnology 8:6214-6219.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-12-13]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1399.10.1.7.8]
[DOI: 10.52547/pps.10.1.97]

Huang Y, Wong PTW (1998) Effect of *Burkholderia (Pseudomonas) cepacia* and soil type on the control of crown rot in wheat. Plant and Soil 203:103-108.

Huszar J, Bartos P, Hanzalova A (2001) Importance of wheat disease resistance for sustainable agriculture. Acta Fytotechnica Zootechnica 4:292-294.

Irani H, Ravanlou AA (2006) Etiology and distribution of fungal crown and root rot of wheat in West Azerbaijan province. Journal of Agricultural Science (University of Tabriz) 16:45-56. (In Persian with English Abstract).

Jin J, Duan S, Qi Y, Yan S, Li W, Li B, Xie C, Zhen W, Ma J (2020) Identification of a novel genomic region associated with resistance to *Fusarium* crown rot in wheat. Theoretical and Applied Genetics 133:2063-2073.

Jochum CC, Osborne LE, Yuen GY (2006) *Fusarium* head blight biological control with *Lysobacter enzymogenes*. Biological Control 39:336-344.

Leplat J, Friberg H, Abid M, Steinberg C (2012) Survival of *Fusarium graminearum*, the causal agent of *Fusarium* head blight. A Review. Agronomy to Sustainable Development 33:97-111.

Maghsoudlou R, Taheri AAH, Rahnema K (2007) Identification and pathogenicity of *Fusarium* spp. Isolated from root and crown of wheat in Gorgan area. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources 14:175-189. (In Persian with English Abstract).

McMullen M, Bergstrom G, De Wolf E, Dill-Macky R, Hershman D, Shaner G, Van Sanford D (2012) A unified effort to fight an enemy of wheat and barley: *Fusarium* head blight. Plant Disease 96:1712-1728.

Motallebi P, Niknam V, Ebrahimzadeh H, Tahmasebi Enferadi S, Hashemi M (2015) The effect of methyl jasmonate on enzyme activities in wheat genotypes infected by the crown and root rot pathogen *Fusarium culmorum*. Acta Physiologiae Plantarum 37:1-11.

Pereyra SA, Dill-Macky R (2008) Colonization of the residues of diverse plant species by *Gibberella zeae* and their contribution to *Fusarium* head blight inoculum. Plant Disease 92:800-807.

Pisi A, Innocenti G (2001) Morphological modifications in wheat seedling infected by *Fusarium culmorum* examined at SEM. Phytopathologia Mediterranea 40:172-175.

Rabiey M, Ullah I, Shaw MW (2015) The endophytic fungus *Piriformospora indica* protects wheat from *Fusarium* crown rot disease in simulated UK autumn condition. Plant Pathology 64:1029-1040.

Ravanlou A, Banihashemi Z (1999) Taxonomy and pathogenicity of *Fusarium* spp. associated with root and crown rot of wheat in Fars Province. Iranian Journal of Plant Pathology 35:37-45. (In Persian with English Abstract).

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-12-13]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1399.10.1.7.8]
[DOI: 10.52547/pps.10.1.97]

Razavi M, Safaei D, Mahdavi Amiri M (2017) Reaction of wheat cultivars and advanced lines to *Fusarium culm*orum and *F. pseudograminearum* under field and greenhouse conditions. Applied Entomology and Phytopathology 85:31-44.

Safaee D, Younesi H, Sheikholeslami M (2012) *Fusarium* species that cause root and crown rot of wheat in Kermanshah province. Iranian Journal of Plant Pathology 48:89-91. (In Persian with English Abstract).

Scherm B, Balmas V, Spanu F, Pani G, Delogu G, Pasquali M, Migheli Q (2013) *Fusarium culmorum*: causal agent of foot and root rot and head blight on wheat. Molecular Plant Pathology 14:323-341.

Smiley RW (2010) *Fusarium* root, crown and foot rots and associated seedling diseases. Pp. 37-39. In: WW Bockus, RL Bowden, RM Hunger, WL Morrill, TD Murray, RW Smilley (eds.). Compendium of Wheat Diseases and Pests. APS Press, USA.

Winter M, Samueles PL, Otto-Hanson LK, Dill-Macky R, Kinkel LL (2019) Biological control of *Fusarium* crown and root rot of wheat by *Streptomyces* isolates-it's complicated. Phytobioms Journal 3:52-60.

Wong PTW, Mead JA, Croft MC (2002) Effect of temperature, moisture, soil type and *Trichoderma* species on the survival of *Fusarium pseudograminearum* in wheat straw. Australasian Plant Pathology 31:253-257.

Xu XM, Nicholson P, Thomsett MA, Simpson D, Cooke BM, Doohan FM, Brennan J, Monaghan S, Moretti A, Mule G, Hornok L, Beki E, Tatnell J, Ritieni A, Edwards SG (2008) Relationship between the fungal complex causing *Fusarium* head blight of wheat and environmental conditions. Phytopathology 98:69-78.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2025-12-13]
[DOR: 20.1001.1.22519270.1399.10.1.7.8]
[DOI: 10.52547/pps.10.1.97]