مقاله علمی پژوهشی
مجله دوفصل نامه
مهندسی ژنتیک و ایمنی زیستی
ISSN 2588-5073 چاپی
ISSN 2588-5081 الکترونیکی
دوره ۱۳، شماره ۲، پاییز و زمستان۱۴۰۳
صفحه ۱۵۳-۱۳۱

بررسی بافت‌مردگی ریشه و طوقه چغندرقند، گندم و ذرت با گونه‌های مختلف *Pythium* در شرایط آزمایشگاهی

Investigation of root and crown tissue death of *Beta vulagris*, *Triticum aestivum* and *Zea mays* by different *Pythium* spp. in laboratory conditions

طیبه کیانی بهرام آبادی[۱*]، واهه میناسیان[۲]، سید علی موسوی جرف[۳]، سعیده دهقانپور فراشاه[۴]

Tayebeh Kiyani Bahram Abadi[1], Vaheh Minassian[2], Seyed Ali Mousavi Jorf [3] , Saeedeh Dehghanpour Farashah[4]

۱- کارشناس ارشد، بیماری شناسی گیاهی، ۲- استاد گروه بیماری شناسی گیاهی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران. ۳- دانشیار گروه بیماری شناسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. ۴- استادیار گروه کشاورزی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

1. Master of Science, Plant Pathology, 2. Professor, Department of Plant Pathology, Shahid Chamran University, Ahvaz, Iran.
3. Associate Professor, Pathology Department, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
4. Assistant Professor, Department of Agriculture, Payame Noor University, Tehran, Iran.

*Corresponding Author, Email: Kiyani1386@yahoo.com
* نویسنده مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی:

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۴/۱۲ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۸/۲۳ تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۹/۲۸)
(Received: 2024/07/2 | Accepted: 2024/11/13 | Published: 2024/12/18)

Research Article
Genetic Engineering and Biosafety Journal 2024
Volume 13, Number 2, Pages: 131-153

http://gebsj.ir/

https://ecc.isc.ac/showJournal/23064

Abstract

Pathogenicity status of 20 isolates of Pythium pathogen, which included 8 species of *P. aphanidermatum*, *Pythium Group G*, *P. ultiumum*, *P. deliense*, *Pythium Group F*, *P. inflatum*, *P. ostracodes* and *P. diclinum* on the tissue-mortality of the collar and root of wheat, corn and sugar beet plants were studied. For this purpose, different pathogenicity tests were conducted in which different culture media were used, such as CMA, WA, millet mixed with the pseudo-fungui and vermiculite mixed with the pseudofungus. In wheat, *P. aphanidermatum* and *P. ostracodes* species caused more dead tissue of root and crown than the other species, and the severity of dead tissue and seedling death caused by *P. aphanidermatum* was more than the other isolates. In corn, *P. aphanidermatum* caused more tissue death of the collar than the other species, and *P. deliense* ranked next to it. And these two species caused corn root dead tissue almost to the same extent and the percentage of dead tissue caused by them was more than the other species. The severity of root and crown tissue death by P. *aphanidermatum* in sugar beet was more than the other isolates and the extent of dead tissue of the root was much more than that of the crown.

Keywords: *Pythium* spp., crown and root necrosis, seedling death, pathogenicity

رفرانس دهی این مقاله Citation

Kiyani T, Minassian V, Mousavi Jorf S A, Dehghanpour Farashah S. (2024). Investigation of root and crown tissue death of Beta vulagris, Triticum aestivum L. and Zea mays by different Pythium spp. in laboratory conditions. Genetic Engineering and Biosafety Journal, 13 (2) : 131-153.
URL: http://gebsj.ir/article-1-498-en.html

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.61882/gebsj.13.2.12]

Genetic Engineering and Biosafety Journal
Volume 13, Number 2, 2024

خلاصه

وضعیت بیماری‌زایی ۲۰ جدایه از بیمارگر پی‌تیوم شامل ۸ گونه *P. aphanidermatum*، *Pythium Group G*، *P. ultimum*، *P. deliense*، *Pythium Group F*، *P. inflatum*، *P. ostracodes* و *P. diclinum* روی بافت‌مردگی طوقه و ریشه گیاهان گندم، ذرت و چغندرقند مورد بررسی قرار گرفتند. به این منظور آزمون‌های بیماری‌زایی متفاوتی انجام شد که در آن‌ها ازمحیط کشت‌های CMA، WA و ارزن آمیخته با قارچ استفاده شد. در گندم گونه‌های *P. aphanidermatum* (۱۸٪–۲۵٪) و *P. ostracodes* (۱۰٪–۱۸٪) بیش از سایر گونه‌ها باعث بافت-مردگی ریشه و طوقه گندم شدند و شدت بافت مردگی و مرگ گیاهچه توسط *P. aphanidermatum* (۲۴٪–۲۶٪) از سایر جدایه‌ها بیشتر بود. در ذرت *P. aphanidermatum* (۱۷٪ – ۲۴٪) بیش از سایر گونه‌ها باعث بافت مردگی طوقه شد و *P. deliense* (۱۵٪) در مرتبه بعدی قرار داشت. این دو گونه تقریباً به یک نسبت باعث بافت مردگی ریشه ذرت شدند و درصد بافت مردگی ایجاد شده بوسیله آن‌ها هم بیش از سایر گونه‌ها بود. شدت بافت مردگی ریشه و طوقه بوسیله *P. aphanidermatum* (۳۵٪–۳۸/۷۵٪) در چغندرقند بیش از بقیه جدایه‌ها بود. بافت-مردگی ریشه در چغندر قند بسیار بیشتر از بافت مردگی طوقه مشاهده شد.

کلمات کلیدی: پی‌تیوم، بافت مردگی طوقه و ریشه، مرگ گیاهچه، بیماری‌زایی.

مقدمه

چغندرقند (*Beta vulagaris* L.) دومین محصول مهم قندی پس از نیشکر می‌باشد که سالیانه حدود ۴۸ ٪ از تولید کل شکر را در سراسر جهان تامین می‌کند. این محصول با شرایط آب‌وهوایی مختلفی سازگاری دارد (Thiruvengadam et al. 2024). سطح زیر کشت چغندرقند در کشور، در حدود ۱۰۹۴۴۸ هکتار است. استان‌های خراسان رضوی، فارس، آذربایجان‌غربی و خوزستان در تولید این محصول در کشور پیشتاز می‌باشند. این محصول توانایی کشت در خاک‌های شور، قلیایی و آهکی را داشته و توانایی تولید ریشه و عملکرد بالا در شرایط کم‌آبی از مزیت‌های مهم این محصول نسبت به نیشکر است (Hamedi & Honarvar, 2019; Khodadadi et al., 2023).

ذرت نیز یکی از مهمترین دانه‌های روغنی در ایران و یکی از پرمحصول‌ترین غلات در دنیا به شمار می‌آید. این محصول کلیدی در تغذیه بسیاری از مردمان جهان نقش مهمی دارد. با توجه به آمار و ارقام منتشر شده در سال‌های اخیر، نیاز به واردات ذرت در کشور حدود ۲ میلیون تن در سال است. بنابراین برنامه‌ریزی بلندمدت و منسجم با هدف خودکفایی در تولید این محصول مورد نیاز است (Sadeghi et al. 2018; Hehdari et al., 2013).

سومین محصول مهم و استراتژیک مورد مطالعه در این پژوهش گندم می‌باشد. حدود ۶۰ ٪ سطح مزارع جهان را غلات تشکیل می‌دهد که از این مقدار ۳۳ ٪ به کشت گندم اختصاص دارد. گندم اصلی‌ترین منبع کالری پروتئین انسان است و ویژگی مهم این گیاه، قابل کشت بودن آن در شرایط متنوع آب و هوایی است (Dehghanpour Farashah & Salehzadeh, 2021). مصرف سرانه گندم در ایران ۱۹۵ کیلوگرم در سال و مصرف سرانه انسانی گندم در جهان ۶۸ کیلوگرم می باشد. بنابراین سرانه انسانی گندم در ایران، در حدود ۳/۵ برابر مصارف جهانی است (Golfam et al., 2021).

تاکنون عوامل بیماری‌زای قارچی متعددی در رابطه با پوسیدگی ریشه گندم، ذرت و چغندر قند جداسازی شده است. یکی از این عوامل بیمارگر شبه‌قارچ‌های جنس پی‌تیوم (*Pythium* spp.) می‌باشند. جنس پی‌تیوم یکی از شبه قارچ‌های مهم از نظر بیماری‌زایی و بوم‌شناختی و از کپک‌های آبزی می‌باشد. گونه‌های این جنس دارای پراکنش وسیعی بوده و در اغلب آشیانه‌های بوم‌شناختی مختلف شامل آب‌های شیرین و مناطق مرطوب که بیشتر شامل گونه‌های بیمارگر گیاهی هستند (برای مثال *P.aphanidermatum*) یافت می‌شوند و برخی گونه‌ها در دریاها

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.61882/gebsj.13.2.12]

حضور دارند و برخی مانند جنس *P. insidiosum* از بیمارگرهای حیوانی می‌باشند. اغلب گونه‌های بیمارگر این شبه‌قارچ گیاهی مانند *P. ultimum* دارای دامنه میزبانی وسیع هستند که ۷۱۹ میزبان از آن گزارش شده است. برخی از این جدایه‌ها نظیر *P. graminicola* نیز محدود به میزبان‌های گیاهی ویژه‌ای می‌باشند و روی خانواده گندمیان فعالیت می‌کنند (Legrifi *et al*. 2024). گونه‌های پی‌تیوم به‌عنوان کلونیزه کننده-های نکروتروفیک هستند که به ریشه‌های جوان تغذیه‌کننده و بذور در حال جوانه‌زنی و گیاهچه‌ها حمله می‌کنند و سبب گیاهچه‌میری پیش و پس‌رویشی ازطریق حمله به جنین هیپوکوتیل و ریشه می‌شوند. گونه‌های پی‌تیوم می‌توانند سبب کاهش پایایی گیاه در مزرعه و آسیب‌های اصلی و عمده در صنعت گلخانه در تولید نشاها گردند. در گیاهان بالغ کاهش در زیست توده‌ی ریشه ریشه‌های اصلی و ریشه‌های موئین سبب کوتولگی و نشانه‌های مشابه با کمبودهای غذایی در بخش‌های فوقانی گیاه می‌شوند و کاهش معنی‌داری را در عملکرد محصول ایجاد می‌کنند (Bickel & Koehler, 2021).

بیمارگر *P.aphanidermatum* به‌عنوان عامل پوسیدگی ریشه چغندرقند از استان‌های اصفهان، تهران، خراسان، فارس و کرمان گزارش شده است (Rahimian & Banihashemi, 1979). افضلی و بنی‌هاشمی *P.deliense* را به‌عنوان عامل پوسیدگی ریشه چغندرقند برای اولین‌بار از ایران گزارش کردند. زمانی نور در سال ۱۳۸۳، ۸ گونه پی‌تیوم را از مزارع چغندرکاری استان خوزستان جداسازی و شناسایی نمود که شامل *P.aphanidermatum*، *P.okanogannese*، *P.deliense*، *Poligandrum*، *P.salinum*، *P.trachiphilum*، *Pythium Group G* و *Pythium Group F* بودند و در بین این ۸ گونه بیماری‌زایی *P.aphanidermatum*. *Pythium P.deliense* و *P.G.F* اثبات رسید (Mostowfizadeh-Ghalamfarsa, 2015).

تاکنون گونه‌های مختلفی از شبه‌قارچ پی‌تیوم به‌عنوان عامل بیماری از گیاه ذرت در سراسر جهان جداسازی شده است. گونه-های *P.arrhenomanses*، *P.irrlgular*، *P.aphanidermatum* و *P.graminicola* از مهمترین گونه‌های جداسازی شده از روی ریشه‌ی ذرت می‌باشند که سه گونه‌ی اول قدرت بیماری‌زایی متوسط و گونه‌ی چهارم به‌عنوان یکی از مهمترین عوامل پوسیدگی ساقه ذرت به‌شمار می‌رود. از مهمترین گونه‌های عامل پوسیدگی ساقه‌ی ذرت نیز می‌توان گونه‌های *P.inflatum* و *P.graminicola* را نام برد. *P.myriotyluw* نیز بعنوان عامل پوسیدگی طوقه و ریشه در ذرت معرفی شده است (Bickel & Koehler, 2021).

گونه‌های زیادی بعنوان عامل پوسیدگی پی‌تیومی طوقه و ریشه روی گندم گزارش شده‌اند. عمده‌ترین گونه‌های جدا شده شامل *P.arrhenomonas, P.myriotylum, P.volutum, P.graminicola, P.aphanldermatum P.lrrigular, P.aristosporlum, P.ultimum Var. etimum, P. ultlmuhm* Var *sporamgiferum, P.sylvaticum, P.torulosum, P.heterotalicum P.echinulatum, Pythium group F, P.periplocum, P.volutm, P.aristosporum, Pythium group F,* می‌باشد (Reeves *et al*. 2021). براساس بررسی‌های انجام شده تا کنون هیچ گزارش جامع و شاملی در مورد پی‌تیوم‌های آلوده کننده گندم در استان خوزستان انجام نشده است. آن چه اهمیت بررسی این سه گیاه را مضاعف می‌کند توجه به این نکته است که در اکثر زمین‌های زراعی این محصولات به صورت متناوب به‌دنبال هم کاشته می‌شوند. باتوجه به تحقیقاتی که قبلاً صورت گرفته جمعیت بالایی از این قارچ در خاک‌های خوزستان وجود دارد. گونه‌های پی‌تیوم مولد پوسیدگی ریشه، مرگ گیاهچه، بافت مردگی ریشه در چغندرقند و پوسیدگی ریشه، بلایت گیاهچه، پوسیدگی بذر، مرگ گیاهچه و پوسیدگی طوقه در ذرت و گندم می‌باشد (Mostowfizadeh-Ghalamfarsa & Banihashemi, 2005). علی‌رغم سطح زیرکشت وسیع این سه گیاه در خوزستان اطلاعات دقیقی در مورد اهمیت این قارچ و نقش گونه‌های آن در ایجاد خسارت در گیاهانی که در تناوب با هم کاشته می‌شوند در دست نیست. این امر به‌خصوص در مورد ذرت بسیار حائز اهمیت است زیرا هیچ تحقیقی در مورد رابطه این قارچ و بیماری‌زایی آن روی گیاهان مذکور در ایران در دست نیست. این تحقیق به منظور بررسی وضعیت بیماری‌زایی گونه‌های مختلف پی‌تیوم ازنظر بافت‌مردگی روی گیاهان چغندرقند، گندم و ذرت و توان بیماری‌زایی گونه‌ها و جدایه‌های مختلف آن‌ها با روش‌های متعدد و در طی دوره‌های رشدی مختلف انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.61882/gebsj.13.2.12]

جدایه‌ها و گونه‌ها: به منظور بررسی اهمیت بیماری‌زایی گونه‌های متعدد پی‌تیوم روی گندم، ذرت و چغندرقند ۸ گونه پی‌تیوم که از مناطق مختلف ایران جداسازی شده بودند مورد بررسی قرار گرفتند (Mostoufizadeh & Banihashemi, 2005). جدایه‌های *P. delinense* (A5)، *P. diclinum* (N143)، *P .inflatum* (K117)، *P. ostracodes* (B11) از و *P. ultimum* و *P.aphanidermatum* برای بررسی بیشتر پی.سی.آر و سپس توالی یابی شدند. ۳ ایزوله از *Pythium* Group F و ۳ ایزوله از *Pythium* Graup G از مزارع چغندرقند خوزستان جداسازی شدند.

خالص‌سازی و نگهداری از نمونه‌ها برای اطمینان از خالص بودن جدایه‌های قارچی: برای اطمینان از خالص بودن قارچ، جدایه‌ها روی محیط PARP کشت داده شدند. جدایه‌های خالص شده در پتری‌ها و لوله‌های حاوی محیط کشت CMA و WA و شیشه‌های کوچک حاوی آب مقطر استریل در دمای ۲۰ درجه‌ی سلسیوس نگهداری شدند.

محیط کشت‌های مورد نیاز

محیط کشت آب-آگار (WA): ۲۰ گرم آگار را با یک لیتر آب مقطر کاملاً مخلوط کرده و تحت فشار یک اتمسفر و به مدت ۲۰ دقیقه در اتوکلاو سترون گردید.

محیط کشت ذرت-آگار (CAM): چهل گرم دانه ذرت خرد شده به مدت یک ساعت در آب مقطر جوشانده و پس از عبور از پارچه ململ دو لایه، حجم محلول با اضافه کردن آب مقطر به یک لیتر رسانده شد پس از افزودن ۱۶ گرم آگار به مدت ۲۰ دقیقه تحت فشار یک اتمسفر در اتوکلاو سترون گردید و یا با افزودن ۱۷ گرم پودر CMA آماده در لیتر در فشار یک اتمسفر به مدت ۲۰ دقیقه در اتوکلاو سترون گردید.

محیط کشت شاهدانه-آگار (HSA): ۶۰ گرم دانه شاهدانه خرد شده به مدت ۰/۵ ساعت در آب مقطر جوشانده پس از عبور از پارچه ململ دو لایه، حجم محلول با آب مقطر به یک لیتر رسانیده شد. پس از افزودن ۱۶ گرم آگار، تحت فشار یک اتمسفر و به مدت ۲۰ دقیقه در اتوکلاو سترون گردید (Raftoyannis & Dick, 2006).

محیط کشت CAM-PARP: عصاره ۴۰ گرم دانه ذرت خرد شده و ۱۶ گرم آگار پودر شده و پودر CMA آماده به اضافه ۲۰ میلی‌گرم دلواسید حاوی ۵۰٪ پیمارسین، ۲۵۰ میلی‌گرم آمپی‌سیلین، ۱۰ میلی‌گرم ریفامپین، ۱۰۰ میلی‌گرم PCNB و ۱ لیتر آب مقطر که به آن ۵۰ میلی‌گرم در لیتر بنومیل اضافه شده را به مدت ۲۰ دقیقه در فشار یک اتمسفر در اتوکلاو ضدعفونی شد.

تشکیل اندام غیرجنسی و جنسی: برای تشکیل اندام غیرجنسی پی‌تیوم گونه‌های متعدد این جنس بر روی محیط CMA کشت داده شد. از حاشیه پرگنه ۲ تا ۳ روزه پی‌تیوم بلوکهای نازکی با چوب پنبه سوراخ کن برداشته و به پتری منتقل گردید و حدود ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه شد. تشتک‌های پتری در مقابل نور مداوم فلورسنت (دولامپ ۴۰ واتی در فاصله ۳۰ سانتی متری) و دمای اتاق قرار گرفتند و به صورت روزانه بررسی شدند. (Ribeiro & Butler, 1995). پس از تشکیل اسپورانژیوم، جهت مشاهده و اندازه‌گیری دقیق رنگ‌آمیزی با فاکتوفنل انجام گرفت و خصوصیت و اندازه اندام غیرجنسی تعیین گردید. جدایه‌های پی‌تیوم اغلب هموتالیک هستند و برای تشکیل اندام‌های جنسی و بررسی آنها به تنهایی بر روی محیط کشت عصاره شاهدانه کشت شدند و در دمای اتاق و تاریکی نگهداری شدند و به صورت هفتگی مورد بررسی قرار گرفتند (شکل ۱).

گونه‌های متعدد این جنس بر روی محیط CMA کشت داده شد. از حاشیه پرگنه ۲ تا ۳ روزه پی‌تیوم بلوکهای نازکی با چوب پنبه سوراخ کن برداشته و به پتری منتقل گردید و حدود ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه شد. تشتک‌های پتری در مقابل نور مداوم فلورسنت (دولامپ ۴۰ واتی در فاصله ۳۰ سانتی متری) و دمای اتاق قرار گرفتند و به صورت روزانه بررسی شدند. (Ribeiro & Butler, 1995). پس از تشکیل

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.61882/gebsj.13.2.12]

اسپورانژیوم، جهت مشاهده و اندازه‌گیری دقیق رنگ‌آمیزی با فاکتوفنل انجام گرفت و خصوصیت و اندازه اندام غیرجنسی تعیین گردید. جدایه‌های پی‌تیوم اغلب

شناسایی مولکولی شبه قارچ‌های مورد بررسی با آغازگرهای عمومی جنس پی‌تیوم: استخراج DNA، تکثیر و توالی‌یابی براساس مطالعات و داده‌های ریخت‌شناختی تعدادی از جدایه‌ها که از هر گونه به‌عنوان جدایه نماینده انتخاب شده بودند انجام شد (شکل ۱). استخراج DNA ژنومی از میسلیوم‌های رشد یافته در محیط کشت Potato dextrose broth (PDB) و مطابق روش ریدر و برودا (Reder & Broda, 1985) با اندکی تغییرات، تهیه و مخلوط واکنش زنجیره‌ای پلی‌مراز با استفاده از آغازگرهای مطابق روش بدلی و همکاران (Badali *et al*. 2016) انجام گرفت.

ناحیه ITS1 (5'-TCCGTAGGTGAACCTGCGG) و ITS2 (5'-GCTGCGTTCTTCATCGATGC) که ناحیه‌ی ITS (ITS1-5.8S, ITS2) را تکثیر می‌کند. با استفاده از این آغازگرها انتظار می‌رود قطعه‌ای به طول ۲۹۰ جفت باز تکثیر شود (White *et al*., 1990) جدایه‌های منتخب طی واکنش پی.سی. آر با برنامه‌ی دمایی شامل: ۵ دقیقه واسرشت‌سازی اولیه در دمای ۹٤ درجه سلسیوس و ۳۵ چرخه که در هر کدام ۳۰ ثانیه دمای ۹٤ درجه سلسیوس، ۱ دقیقه دمای ٥٤ درجه سلسیوس و ۱ دقیقه دمای ۷۲ درجه سلسیوس بود. در نهایت یک چرخه بسط نهایی در دمای ۷۲ درجه سلسیوس به مدت ۱۰ دقیقه انجام گردید. خالصسازی و تعیین توالی محصولات PCR توسط شرکت Macrogeneکره جنوبی انجام گرفت.

مطالعات بیماری‌زایی روی گندم، ذرت و چغندرقند از مرحله بذر تا یک ماهگی

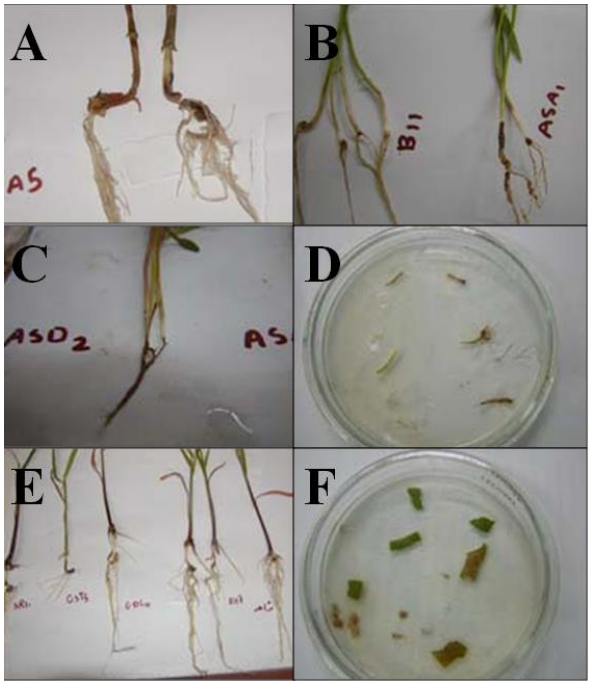
تهیه مایه پی‌تیوم و شرایط مایه‌زنی: برای اثبات بیماری‌زایی جدایه‌ها از محیط کشت WA و CMA حاوی پی‌تیوم استفاده گردید. به این منظور بلوک‌های ۵ میلی‌متری از ۲۰ جدایه و گونه ذکر شده پی‌تیوم به پتری‌های حاوی محیط کشت CMA و بار دیگر به پتری‌های حاوی WA منتقل گردید. پتری‌ها به مدت ۳ روز در انکوباتور با دمای اتاق و نور دائم نگهداری شدند. بعد از ۳ روز لایه WA و CMA حاوی قارچ به گلدان‌های کوچک منتقل گردید (Weiland, 2011). برای تهیه مایه قارچ ۹ جدایه از *P.ahanidermatum*، ۳ جدایه از *P.G.G* و ۳ جدایه *P.G.F* و از *P. P.ostracodes, P.inflatum, P.deliense, diclinum, P.ultimum* هر کدام ۱ جدایه استفاده شد. در آزمایش بیماریزایی، گلدانها در انکوباتور (۲۵ درجه سلسیوس) نگهداری شده بودند. نوردهی توسط لامپ‌های فلوئورسنت که به فاصله ۵۰ سانتی‌متری بالای گلدان‌ها بودند به‌صورت نور متناوب ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی انجام گرفت. آبیاری به‌صورت روزانه و هر روز به میزان ۳۰ سی سی برای هر گلدان انجام می‌شد. برای اطمینان از حضور فعال پی‌تیوم، گلدانها را در شرایط اشباع به مدت ۱۵-۱۲ ساعت قرار داده شد و آب خارج شده از انتهای گلدان با طعمه‌گذاری بوسیله‌ی برگ مرکبات مورد بررسی قرار گرفت تا حضور قارچ پی‌تیوم در خاک تعیین شود. (Schroeder *et al*., 2013). در مایه‌زنی از لیوان‌های پلاستیکی یکبار مصرف به قطر cm ۸ استفاده شد برای تهیه خاک از مخلوط خاک مزرعه، خاک برگ و ماسه به‌صورت مساوی استفاده شد. خاک‌های مورد نظر به روش cone quartering با هم مخلوط شدند. خاک مرطوب گردید و ۲ روز متوالی هر روز به مدت ۱ ساعت در اتوکلاو تحت فشار یک اتمسفر و دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس سترون شد. یک لایه کاغذ صافی استریل در ته هر گلدان قرار داده شد و روی آن با کمی شن و سنگ ریزه سترون پوشانده شد. ۲۰۰ سانتی‌متر مکعب از خاک مورد نظر در هر گلدان ریخته شد و یک لایه CMA حاوی قارچ مورد نظر روی خاک قرار داده شد و روی آن با ۵۰ سانتی مترمکعب خاک پوشانده شد. تعداد ۵ بذر از گیاه مورد نظر (گندم، ذرت و چغندرقند) استریل روی سطح خاک کاشته شدند و با ۵۰ سانتی‌مترمکعب پوشانده شدند. پس از گذشت یک ماه گیاهان برای بررسی علائم ایجاد شده از خاک بیرون آورده شدند. این آزمون در قالب یک طرح کاملاً تصادفی در نظر گرفته شد. درگیاهان شاهد از لایه CMA بدون قارچ استفاده گردید. گیاهانی که علائم بیماری داشتند از حد فاصل بافت سالم و آلوده قطعاتی بریده شد و بعد از شستشو با آب مقطر استریل به محیط کشت PAPP منتقل گردید (شکل ۱).

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.61882/gebsj.13.2.12]

بررسی بیماری‌زایی جدایه‌های پی‌تیوم روی گندم، ذرت و چغندرقند

مایه زنی در اطراف ریشه: برای تهیه مایه قارچ مقدار ۵۰ گرم از بذر ارزن دانه ریز در فلاسک ۲۵۰ سی. سی (برای هر یک از ایزوله‌ها یک ارلن) ریخته شد و به مدت یک شب خیسانده شدند. بعد از گرفتن آب اضافی آنها فلاسک‌ها را ۲ روز متوالی و هر روز به مدت یک ساعت در اتوکلاو با دمای ۱۲۱ درجه سلسیوس و فشار یک اتمسفر سترون شدند. فلاسک‌ها به مدت یک هفته در آزمایشگاه نگهداری شدند تا از سترون بودن آنها و عدم وجود آلودگی در آنها اطمینان حاصل شود. به هر ارلن ۵ بلوک قارچ به قطر ۵ میلی‌متر از حاشیه کشت سه روز ایزوله مورد نظر روی محیط CMA افزوده شد دهانه فلاسک‌ها با پنبه و فویل آلومینیومی بسته شد و به مدت یک ماه در انکوباتور با دمای ۲۰ درجه سلسیوس و نور دائم فلورسنت نگهداری شدند. پس از یک ماه دانه‌های ارزن کلونیزه شده بوسیله قارچ برای مایه‌زنی مورد استفاده قرار گرفت (Nzungize *et al*. 2011).



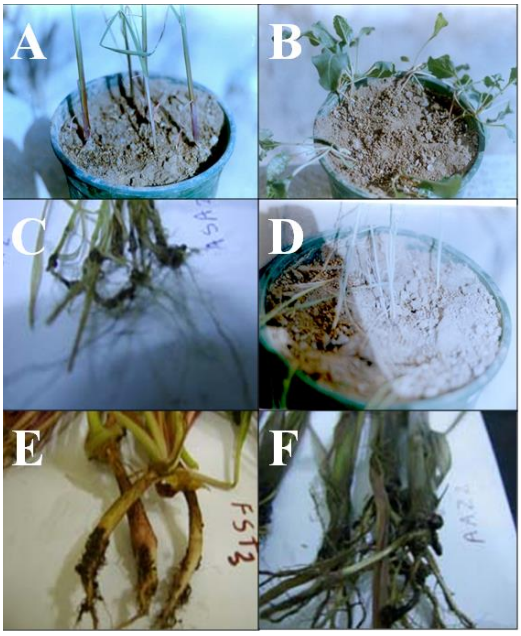
شکل ۱- بافت‌مردگی طوقه و ریشه‌ی گندم (A)، بافت‌مردگی طوقه ذرت (B)، بافت‌مردگی ریشه و طوقه‌ی چغند قند (C)، کشت نواحی آلوده گیاهان در محیط کشت PARP (D)،بافت مردگی ریشه‌ی ذرت (E) و تله‌گذاری با بافت برگ مرکبات برای پی‌تیوم (F).

Fig 1. Dead tissue of wheat crown and root (A), dead tissue of corn crown (B), dead tissue of root and crown of sugar beet (C), cultivation of infected areas of plants in PARP culture medium (D) , corn root necrosis (E) and trapping with citrus leaf tissue for Pythium (F).

برای مایه‌زنی در اطراف ریشه از گیاهان رشد یافته در مرحله ۲ ماهگی استفاده شد برای این منظور از گلدان‌های بزرگ به قطر تقریبی ۲۵ سانتی‌متر استفاده شد. بذرهای گندم (رقم چمران)، ذرت (رقم دامغان ۷۰٤) و چغندرقند رقم ۷۲۳۳ عدد که به صورت رایج در منطقه کاشته می‌شوند با وایتکس ۵٪ تجاری به‌مدت ٤ دقیقه ضدعفونی سطحی گردیدند و تعداد ۱۲ عدد در گلدان‌های حاوی خاک استریل کاشته شدند و در شرایط گلخانه دمای اتاق و نور متناوب نگهداری شدند و بر حسب نیاز گیاه آبیاری شدند. پس از گذشت ۲۰ روز تعداد گیاهچه در هر گلدان به ۸ عدد تنک شدند بعد از اینکه گیاه به مرحله ۲ ماهگی رسید. مایه‌زنی با بذر ارزن انجام شد. سپس یک لایه از بذر ارزن به روی ریشه‌ها ریخته شد و روی آنها با خاک مجدداً پوشانیده شد و گلدان‌ها در شرایط غرقاب قرار گرفتند. برای تیمار شاهد از دانه‌های ارزن فاقد قارچ استفاده گردید این آزمون در طرح کاملاً تصادفی با ٤ تکرار از هر جدایه برای هر گیاه انجام شد (شکل ۲).

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-29]

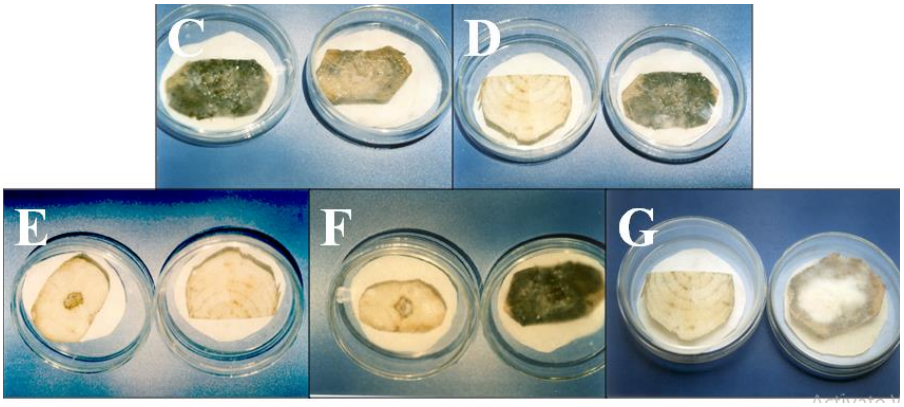
[DOI: 10.61882/gebsj.13.2.12]



شکل ۲- بافت‌مردگی ساقه ارزن ۲ ماهه در اثر تلقیح با پی‌تیوم (A)، بافت مردگی طوقه چغندر ۲ ماهه در اثر تلقیح با *P. aphanidermatum* (B)، بافت‌مردگی ریشه گندم توسط *P.G.F* (C)، مرگ بوته‌های گندم با تلقیح گیاهان با *P. ostracodes* (D)، بافت مردگی ریشه‌ی ذرت در اثر تلقیح *P. diclinum* (E) و بافت مردگی ریشه‌ی ذرت در اثر تلقیح *P. aphanidermatum* (F).

Fig 2. 2-month-old millet stem tissue death due to inoculation with Pythium (A), 2-month-old beet collar tissue death due to *P. aphanidermatum* inoculation (B), wheat root tissue death by P.G.F (C), Death of wheat plants by inoculation of plants with *P. ostracodes* (D), necrosis of corn roots due to *P. ostracodes* inoculation. diclinum (E) and corn root necrosis due to inoculation of *P. aphanidermatum* (F).

مایه‌زنی به برش‌های غده‌ی چغندرقند: برای اثبات بیماریزایی ۲۰ جدایهٔ ذکر شده بلوک‌هایی به قطر ۵ میلی‌متر از هر ایزوله روی محیط CMA کشت داده شد. از حاشیه کشت ۳ روزه قارچ‌ها بلوک‌هایی به قطر ۵ میلی‌متر جدا شد. غده‌های سالم با الکل سفید ۹۵٪ سطح آن ضدعفونی شد و سپس روی شعله به مدت چند ثانیه قرار گرفتند تا سطح آنها کاملاً عاری از آلودگی باشد و قطعاتی از غده‌ها به قطر ۷ سانتی‌متر و ضخامت ۱/۵ سانتی‌متر جداسازی و به درون پتری‌های استریل حاوی کاغذ صافی استریل منتقل شدند. مقدار کمی آب مقطر استریل به هر پتری اضافه شد (Heydari *et al.*, 2010). پتری‌ها به مدت ٤ روز در در شرایط اتاق نگهداری شدند و مورد بررسی قرار گرفتند. روی هر غده یک بلوک قارچ قرار داده شد و قطر لکه ایجاد شده به صورت روزانه اندازه‌گیری شد. این آزمون در طرح کاملاً تصادفی و با ٤ تکرار انجام شد.



شکل۳- پوسیدگی برشهای غده چغندر قند: *P.G. G* سمت راست و *P. aphanidermatum* (پتری سمت چپ) (C)، *P. aphanidermatum* (پتری سمت راست) و شاهد (پتری سمت چپ) (D)، شاهد (پتری سمت چپ) و *P. G.F* (پتری سمت راست) (E)، *P. aphanidermatum* (پتری سمت راست) و *P. G.F* (پتری سمت چپ) (F)، *P.ultiumu* پتری سمت راست و شاهد (پتری سمت چپ).G.

Fig 3. Decay of sugar beet tuber slices: G P.G. (right Petri) and *P. aphanidermatum* (left Petri) (C); *P. aphanidermatum* (right Petri) and control (left Petri) (D); control (left Petri) and *P. G.F* (right Petri) (E); *P. aphanidermatum* (right Petri) and *P. G.F* (left Petri) (F); *P. ultimum* (right Petri) and control (left Petri) (G).

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-29]
[DOI: 10.61882/gebsj.13.2.12]

نتایج و بحث

شناسایی ریخت‌شناختی جدایه‌های پی‌تیوم

P. aphanidermatum: جدایه‌های اینگونه با توصیف وانلاپلاتس (۱۹۸۱) تطابق داشت، یعنی دارای اسپورانژیومهای انگشتی متورم با ابعاد مختلف، آنتریدیم‌های بین سلولی و ااسپورهایی که فضای داخل اُاگونیوم را پر نمی‌کنند. ااگونیومها کروی با دیواره صاف دارند و هیچ گونه تزئیناتی ندارند و پرگنه‌های قارچ روی محیط CMA تولید ریسه‌های هوایی پنبه‌ای شکل می‌کند (شکل ٤).

P .deliense: با خصوصیات یک جدایه *P.deliense* که از استان فارس جمع‌آوری شده بود بعد با توصیفات و اندرپلاتس (۱۹۸۱) مطابقت دارد. پرگنه‌ها روی محیط CMA رشد هوایی پنبه‌ای دارند. اسپورنژیومها انگشتی و متعدد، آنتریدیومها انتهایی و یک عدد است اُاگونیوم‌ها کروی با دیواره صاف و به صورت انتهایی یا بین ریسه‌ای تشکیل می‌شوند. اُاسپور کروی با دیواره صاف و فاقد تزئینات بوده وفضای اُاگونیـــوم را پر نمی‌کنـد (Vanderplaaats- Niterink 1981, Moor man 2000) (شکل ٤).

P. ostracodes: بر روی محیط کشت CMA تولید ریسه‌های هوایی نمود. اسپورانژیوم‌ها انتهایی و کروی است. اُاگونیوم بینابینی یا انتهایی است و دیواره صاف دارد. آنتریدیها به تعداد ۲ عدد در هر ااگونیوم وجود دارد. اُاسپورها همگی فضای اُاگونیوم را پر کرده است (پلوروتیک) خصوصیات آن با توصیفات مونوگراف و اندرپلاتس (۱۹۸۱) تطابق دارد (شکل ٤).

P. ultimum: یک جدایه از این قارچ که از همدان جمع‌آوری شده بود دارای ریسه‌های هوایی کم و خوابیده روی محیط CMA است. دارای اسپورانژیم‌های میانی یا انتهایی و گرد یا بشکه‌ای شکل هستند. اُاگونیوم‌ها کروی و با دیواره صاف و انتهایی هستند و یک آنتریدی به آن متصل است. اُاسپور کروی و حجم اُاگونیوم را پر نمی‌کند و دیواره صاف و بدون تزئینات دارد و با توصیفات و اندرپلاتس (۱۹۸۱) مطابقت دارد (شکل ٤).

P.G.F: ۱۳ جدایه این گروه از پی‌تیوم که از خوزستان جمع‌آوری شده بود دارای اسپورانژیومهای غیر قابل تمایز با ریسه هستند. ریسه‌ها تخت وبی‌شکل هستند. جدایه‌ها هتروتال هستند و تال منفرد در محیط کشت‌های مختلف تولید ااوسپور نمی‌کنند. توصیفات آن مطابق با مونوگراف و اندرپلاتس است (شکل ٤).

P.G.G: ۱۲ جدایه از این گروه پی‌تیوم که از خوزستان جداسازی شده بود دارای ریسه‌های تخت و بی‌شکل و اسپورانژیم‌های گرد و کروی بودند. این جدایه‌ها تولید اُاسپور در محیط‌های کشت مختلف نکردند و هتروتال هستند و با توصیفات مونوگراف و اندرپلاتس (۱۹۸۱) مطابقت دارند (شکل ٤).

P. diclinum: این گونه الگوی رشدی منشعب روی محیط CMA دارد. اسپورانژیوم‌ها رشته‌ای و متورم به صورت منشعب یا غیرمنشعب هستند. اُاگونیوم‌ها کروی یا تخم‌مرغی با دیواره صاف و اغلب انتهایی هستند و دارای یک ااسپور هستند که فضای ااگونیوم را پر نمی‌کند. خصوصیات این قارچ با توصیفات و اندرپلاتس (۱۹۸۱) مطابقت داد (شکل ٤).

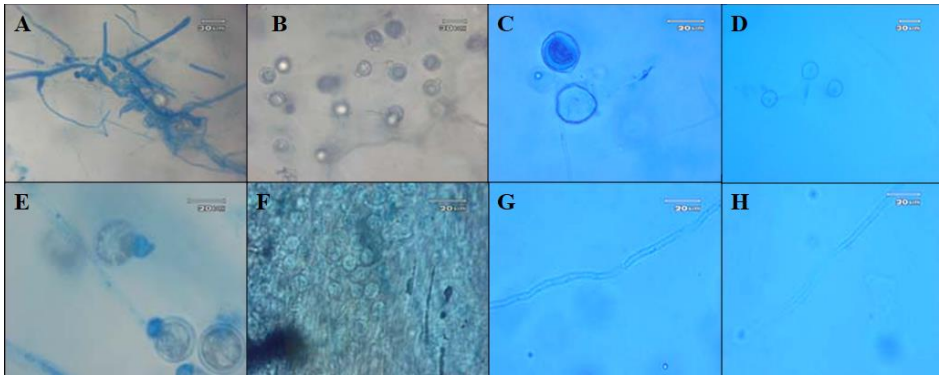
P. inflatum: این گونه بر روی محیط کشت CMA رشد منشعب دارد. اسپورانژیومهای رشته‌ای متورم دارند. ااگونیوم‌ها با دیواره صاف و به صورت بینابینی یا انتهایی است. ااسپورها فضایی داخل اُاگونیوم‌ها را پر می‌کنند (پلوروتیک)خصوصیات آن باتوضیحات و اندرپلاتس مطابقت دارد (شکل ٤).

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.61882/gebsj.13.2.12]

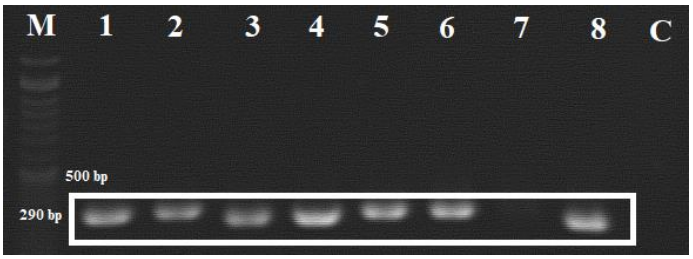
نتایج حاصل از الکتروفورز قطعات تکثیر شده در واکنش زنجیره‌ای پلی‌مراز

در واکنش پی.سی.آر با آغازگرهای ITS1, ITS2 که ناحیه بین ITS1-5.8S و ITS4 را تکثیر می‌کنند مطابق انتظارقطعه‌ای به اندازه‌ی ۲۹۰ جفت‌باز تکثیر شد و در چاهک کنترل منفی (C) هیچگونه قطعه‌ای تکثیر نشد (شکل ۵).



شکل ٤– A) اووگونیوم و آنتریدیوم در *P.aphanidermatum*; B) اسپورانژیوم در *P.aphanidermatum*; C) سیستهای *P. ostracodes*; D) آنتریدیوم و اووگونیوم در*P. ultimum*; E) اووسپور در *P. inflatum*; F) سیست در *P. diclinum*; G) ریسه در P. group G; H) ریسه در P. Group F.

Fig 4. **A**. Oogonium and anthridium in *P. aphanidermatum* **B.** sporangium in *P. aphanidermatum* **C**. Cysts of *P. ostracodes* **D**. antheridium and oogonium in; *P. ultimum* **E.** Oospore in ;*P. inflatum* **F**. Cyst in *P. diclinum*; G. hypha in ;*P. group G* **H**. hypha in *P. Group F*.



شکل ۵ – قطعات تکثیر شده حاصل از پی. سی. آر ناحیه ITS1-5.8S, ITS4 با آغازگرهای عمومی جنس پی تیوم (ITS1,2) که قطعه‌ای به اندازه‌ی ۲۹۰ جفت‌باز تکثیر شد. چاهک ۱ تا ۸ به ترتیب متعلق به قارچ

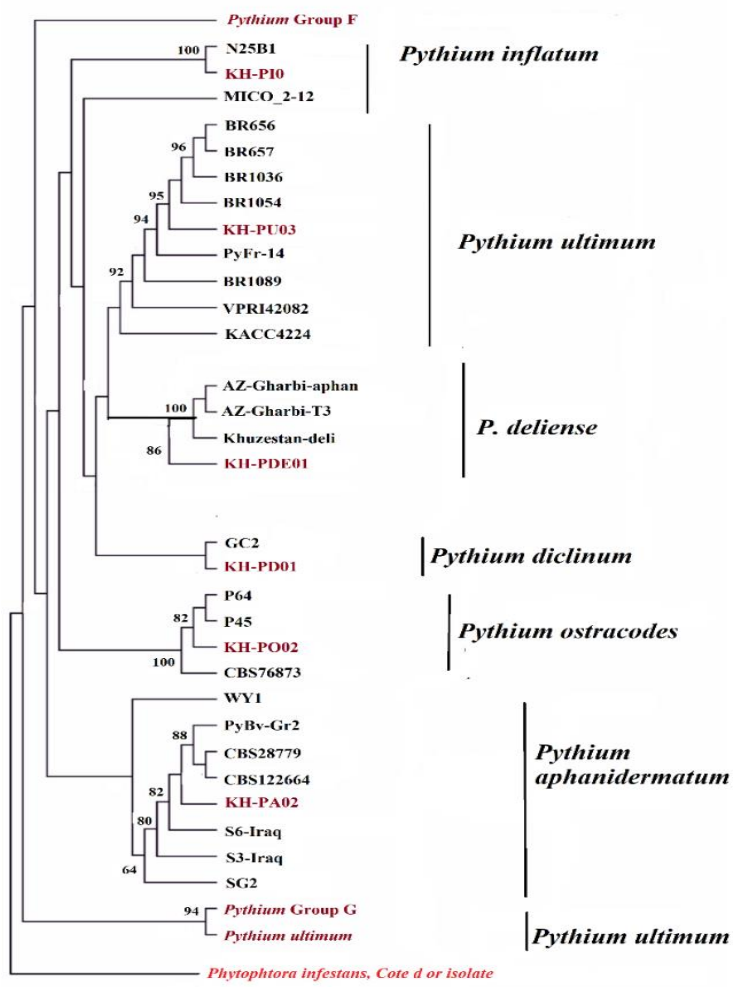
P. aphanidermatum ،*P. ultimum* ،*P. ostrocodes* ،*P. inflatum*، ،*P. diclinum* ،*P. deliense* ، *P.G.G* و *P.G.F*.

Figure 5 . The reproduced parts obtained from PCR reactions of ITS1-5.8S, ITS4 region was amplified with general primers of Pythium genus (ITS1,2) and a fragment of 290 base pairs was amplified. Wells 1 to 8 belong to *P. aphanidermatum, P. ultimum, P. ostrocodes, P. inflatum, P. diclinum, P. deliense, P.G.G* and *P.G.F.*

ترسیم درخت تبارنما برای جدایه‌های نماینده توالی‌یابی شده

درخت تبارزایی ترسیم شده براساس بخشی از توالی بین ITS1-5.8S, ITS2 (۲۹۰ نوکلئوتیدی) مربوط به آغازگرهای ITS1,2 و ۲۵ جدایه موجود در بانک ژن می‌باشد که دارای تشابه توالی در قطعه ی تکثیر شده مورد نظر می‌باشند. درخت تبارنما به روش بیشترین تشابه (ML, maximum likelihood)و توسط نرم‌افزار مگا ۸– (MEGA: 8.0.) ترسیم شده است. یک گونه نزدیک به جنس پی‌تیوم یعنی شبه‌قارچ عامل بادزدگی سیب‌زمینی (*Phytophtora infestans*) با رس شمار AB448694.1 نیز به‌عنوان Out group انتخاب شد. جدایه‌های ایرانی به همراه جدایه‌های اروپایی در گروه‌های مختلف قرار گرفتند. گروه هایی که فشردگی کمتر از ٦٤ ٪ مقادیر بوت‌استرپ را پشتیبانی می‌کردند، گزارش نشدند. رس‌شمار و خاستگاه جغرافیایی جدایه‌های مربوطه در درخت تبارنما نشان داده شده است (شکل ٦).

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-29]
[DOI: 10.61882/gebsj.13.2.12]



شکل٦- درخت تبارنمای حاصل از توالی یابی جدایه‌های مورد پژوهش در این تحقیق و تعیین جایگاه آنها بین سایر جدایه های پی تیوم گزارش شده از سراسر جهان. جدایه‌هایی که مقادیر بوت‌استرپ کمتر از ٦٤٪ را پشتیبانی نمی‌کردند حذف شدند و یک جدایه از شبه‌قارچ عامل بادزدگی سیب زمینی (*Ph. infestans*) به عنوان گروه خارجی در درخت قرار گرفت.

Fig 6. Phylogenic tree resulting from the sequencing of isolates studied in this research and determining their position among other Pythium isolates reported from around the world. The isolates that did not support bootstrap values less than 64% were removed and one isolate of potato blight pseudofungus (*Ph. infestans*) was placed as an outgroup in the tree.

نتایج حاصل از آزمون مقایسه قطر لکه‌های پوسیده روی چغندر قند:

تجزیه و تحلیل داده‌ها با نرم‌افزار SAS و آزمون دانکن ایزوله‌ها را به چند دسته تقسیم‌بندی کرد و نشان داد که در سطح احتمال ٥٪ بین ایزوله‌ها ٢٤ ساعت بعد از مایه‌زنی اختلاف معنی‌دار وجود دارد. ایزوله‌های *P. aphanidermatum* همگی در یک دسته (A) قرار گرفتند و ایزوله‌های *P. inflatum* و *Pythium G .F* نیز در یک گروه (D) قرار گرفتند. ایزوله *P. ultimum* و *P. diclinum* در یک گروه (B) مجزا قرار گرفتند و ایزوله *P. deliense* و*P. ostracodes* نیز در یک گروه (C) قرار گرفتند. ٤٨ ساعت بعد از مایه‌زنی همه ایزوله‌های *P. aphanidermatum* در گروه A و ایزوله‌های *P. ultimum* و *P.diclium* درگروه (B) و ایزوله‌های G *P. deliense* و *P. ostracidesl* در گروه (C) و ایزوله‌های *P.G.F* و *P.inflatum* در گروه (D) و ایزوله‌های P.G.G در گروه E قرار گرفتند. ٧٢ ساعت بعد از مایه‌زنی همه ایزوله‌های *P. aphanidermatum* در گروه A و *P. diclinum* و *P. ultimum* در گروه (B)، ایزوله‌های *P. delienses* و *P. ostracodes* در گروه (C) و ایزوله‌های *P.G.F* و *P.GG* و *P. inflatum* نیز در گروه D قرار گرفتند. در تیمار شاهد که در آن از محیط کشت فاقد قارچ استفاده شد هیچ

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-29]
[DOI: 10.61882/gebsj.13.2.12]

گونه علائم پوسیدگی مشاهده نشد. نتایج حاصل از آزمون مقایسه قطر لکه بر روی برش‌های غده‌های چغندر قند که به‌وسیله بلوک‌های ۵ میلی‌متری از جدایه مورد نظر مایه‌زنی شده بودند در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- مقایسه قطر پوسیدگی‌های پی‌تیوم روی برش‌های چغندرقند

Table 1. Comparison of the diameter of pythium rots on sugar beet slices

Isolates	Spot diameter 24 hours after inoculation	Spot diameter 48 hours after inoculation	Spot diameter 72 hours after inoculation
Pythium Group G (GSt5)	1.0000	1.8000	2.2500
Pythium Group G (GDL4)	1.5500	1.8750	2.0000
Pythium Group G (GDL5	1.0250	1.2000	1.9000
Pythium Group F ($FSA_{1)}$	1.5000	2.5000	2.5000
Pythium Group F (FSt5)	1.5000	2.3500	2.4200
Pythium Group F (FDL5)	1.5000	2.0000	2.0000
*P. deliense*s (A5)	2.1250	3.0000	3.0000
P.ultimum	3.0000	4.0000	4.0000
*P. ostracode(*Bll)	2.2500	3.3000	3.3000
*P. inflatum(*Kll7)	1.5750	2.3750	2.3750
P.diclinum(N143)	3.2750	4.2500	4.2500
P. aphanidermatum ASA_1	4.0000	5.0000	5.0000
P. aphanidermatum ASD_2	4.1250	5.0000	5.0000
P. aphanidermatum ASR_1	4.3750	5.3750	5.3750
P. aphanidermatum ASB5	3.8750	5.1250	5.1250
P. aphanidermatum ADL4	4.2500	5.5000	5.5000
AAZ2 *P. aphanidermatum*	4.0000	5.1250	5.7500
AK11 *P. aphanidermatum*	4.0000	5.0000	5.0000
P. aphanidermatum ASR10	4.0000	6.0000	6.0000
P. aphanidermatum ADL14	4.2000	6.0000	6.0000
Control	0	0	0

بررسی بافت مردگی طوقه وریشه درمحیط آب- آگار

میانگین شدت بافت‌مردگی طوقه ایجاد شده درتمام تیمارها در چغندرقند صفر درصد و شدت بافت‌مردگی طوقه ایجاده شده توسط جدایه-های *P. aphanidermatum* در گندم بین ۲۵- ۱۰ ٪ و در ذرت ۸- ۱۸ ٪ و بیشتر از سایر گونه‌های پی‌تیوم بود. میانگین شدت بافت‌مردگی ریشه ایجاد شده در گندم در تمام تیمارهای جدایه‌های پی‌تیوم ۰ ٪ است(جدول۲).

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.61882/gebsj.13.2.12]

جدول ۲- میانگین اندازه بافت‌مردگی طوقه روی هر گیاهان گندم، ذرت و چغندرقند با ۳ تکرار در سطح احتمال ۵٪، ۱۰ روز پس از مایه زنی با جدایه های پی‌تیوم. از محیط کشت WA بدون تلقیح با مایه پی-تیوم به عنوان شاهد استفاده شد.

Table 2. The average size of tissue-death collarrot on each wheat, corn and sugar beet plants with 3 replications at 5% probability level 10 days after inoculationwith Pythium isolates.

Pythium spp.	Average severity of crown tissue death in plants			
	Triticum sp.	*Zea mays*	*Beta vulgaris*	Total plants
P. aphanidematum1	25	18	0	14.333 ^{A}
P. aphanidematum 7	15	18	0	11.000 ^{Ab}
P. aphanidematum 4	15	13	0	9.333 ^{Ab}
P. aphanidematum 2	15	13	0	9.333 ^{Ab}
P. aphanidematum 5	10	18	0	9.333 ^{Ab}
P. aphanidematum 8	10	13	0	7.667 ^{abc}
P. aphanidematum 3	15	18	0	7.667 ^{abc}
P. aphanidematum 6	15	8	0	7.667 ^{abc}
P. aphanidematum 9	15	8	0	7.667 ^{abc}
P. diclinum	15	6	0	7.000 ^{abc}
P.G.F2	9	6	0	5.000 ^{bc}
P.G.G1	9	6	0	5.000 ^{bc}
P.G.G2	9	6	0	5.000 ^{bc}
P.G.G3	9	6	0	5.000 ^{bc}
P.G.F3	9	6	0	5.000 ^{bc}
P.deliense	3	12	0	5.000 ^{bc}
P.G.F1	9	6	0	5.000 ^{bc}
P. inflatum	6	6	0	4.000 ^{bc}
P. ultimum	6	6	0	4.000 ^{bc}
P. ostracodes	6	3	0	3.000 ^{bc}
Control	0	0	0	0.000 c

میانگین شدت بافت‌مردگی ریشه ایجاد شده توسط جدایه‌های *P. aphanidermatum* در چغندرقند بین ۲۴- ۱۷ ٪ و در ذرت ۱۵ ٪ بود که بیشتر ازسایرگونه‌های پی‌تیوم مورد بررسی در این پژوهش است. در گیاهان شاهد مایه‌زنی شده فقط با محیط کشت بافت‌مردگی طوقه و ریشه مشاهده نشد. میانگین درصد شدت بافت‌مردگی ایجاد شده توسط تمام ایزوله‌ها در هرگیاه با گیاه دیگر کاملا متفاوت و در آزمون دانکن چند دامنه‌ای در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۳).

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.61882/gebsj.13.2.12]

جدول ۳- میانگین اندازه بافت‌مردگی ریشه روی هر کدام از گیاهان گندم، ذرت و چغندرقند با ۳ تکرار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪، ۱۰ روز پس از مایه زنی جدایه های پی‌تیوم. از محیط کشت WA بدون تلقیح با جدایه های پی تیوم به عنوان شاهد استفاده شد.

Table 3. The average size of dead root tissue on each wheat, corn and sugar beet plants with 3 replications at 1% and 5% probability level, 10 days after inoculation with Pytium isolates. WA culture medium without inoculation with Ptium isolates was used as a control.

Pythium spp.	Average severity of root tissue necrosis in plants			
	Triticum sp.	***Zea mays***	***Beta vulgaris***	**Total plants**
P. aphanidematum 4	0	15	24	13.000 ^{A}
P. aphanidematum 3	0	15	22	12.333 ^{A}
P. aphanidematum 1	0	15	22	12.333 ^{A}
P. aphanidematum 2	0	15	22	12.333 ^{A}
P. aphanidematum 7	0	15	17	10.667 ^{A}
P. aphanidematum 8	0	15	17	10.667 ^{A}
P. aphanidematum 5	0	15	17	10.667 ^{A}
P. aphanidematum 6	0	15	17	10.667 ^{A}
P. aphanidematum 9	0	15	17	10.667 ^{A}
P. deliense	0	12	12	8.000^{Ab}
P. diclinum	0	8	16	8.000^{Ab}
P. inflatum	0	6	14	6.667^{Ab}
P. ostracodes	0	3	14	6.667^{Ab}
P. ultimum	0	3	12	5.000 ^{Ab}
P.G.F1	0	6	6	4.000 ^{Ab}
P.G.G3	0	6	6	4.000 ^{Ab}
P.G.F3	0	6	6	4.000 ^{Ab}
P.G.F2	0	6	6	4.000 ^{Ab}
P.G.G1	0	6	6	4.000 ^{Ab}
P.G.G2	0	3	6	3.000 ^{Ab}
Control	0	6	0	0.000 ^{b}

بررسی بافت مردگی **طوقه و ریشه درمحیط CMA**

میانگین شدت بافت‌مردگی ایجاد شده در طوقه در تمام تیمارهای جدایه‌های پی‌تیوم روی گندم و ذرت در سطح احتمال ۵٪ نسبت به شاهد (تیمار شده فقط با محیط کشت WA) معنادار بود. شدت بافت‌مردگی طوقه حاصل از تیمار *P. aphanidermatum* در گندم (۱۷٪-۲٤) و ذرت (۱۵٪) بیش از سایر گونه‌های پی‌تیوم بود. *P. aphanidermatum* در چغندر قند باعث بافت مردگی طوقه نگردید (جدول ٤).

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.61882/gebsj.13.2.12]

جدول ٤- میانگین شدت بافت‌مردگی طوقه حاصل از تیمار ایزوله‌های پی‌تیوم روی ذرت، چغندرقند و گندم. از محیط کشت WA تلقیح نشده با جدایه‌های پی تیوم به‌عنوان شاهد استفاده شد.

Table 4. The average intensity of Collar rot resulting from the Inoculation with Pythium isolates on corn, sugar beet and wheat. WA culture medium not inoculated with Ptium isolates was used as a control.

Pythium spp.	Average percentage of crown tissue necrosis severity in plants.			
	Triticum sp.	*Zea mays*	*Beta vulgaris*	Total plants
P.phanidematum1	24	15	0	13.000 ^{A}
P.phanidematum4	17	15	0	10.667 ^{A}
P.phanidematum3	17	15	0	10.667 ^{A}
P.phanidematum6	17	15	0	10.667 ^{A}
P.phanidematum7	17	15	0	10.667 ^{A}
P.phanidematum8	17	15	0	10.667 ^{A}
P.phanidematum5	17	15	0	10.667 ^{A}
P.phanidematum2	17	15	0	10.667 ^{A}
P.phanidematum9	17	15	0	10.667 ^{A}
P.deliense	9	12	0	7.000 ^{Ab}
P.diclinum	10	9	0	6.333 ^{Ab}
P.G.F2	9	6	0	5.000 ^{Ab}
P.G.G2	9	6	0	5.000 ^{Ab}
P.G.G3	9	6	0	5.000 ^{Ab}
P.G.F3	9	6	0	5.000 ^{Ab}
P.G.F1	9	6	0	5.000 ^{Ab}
P.G.G1	9	3	0	4.000 ^{Ab}
P.inflatum	6	6	0	4.000 ^{Ab}
P.ostracodes	6	6	0	4.000 ^{Ab}
P.ultimum	6	6	0	4.000 ^{Ab}
Control	0	0	0	0.000 ^{B}

همچنین، میانگین شدت بافت مردگی ریشه در گندم در تمام تیمارهای گونه‌های پی‌تیوم صفر ٪، در چغندر قند شدت بافت مردگی ریشه ایجاد شده بوسیله *P. aphanidermatum* بیشتر از دو گیاه دیگر و بین ٢٦-٢٤ ٪ و در نهایت شدت بافت مردگی توسط جدایه های پی تیوم مورد مطالعه در این تحقیق در ذرت به‌طور میانگین ١٧ ٪ بود. بنابراین میانگین شدت بافت‌مردگی ریشه توسط تیمارهای پی‌تیوم روی گیاهان ذرت و چغندرقند در سطح احتمال ٥٪ معنادار بود (جدول ٥).

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.61882/gebsj.13.2.12]

جدول ۵- میانگین شدت بافت مردگی ریشه حاصل از تیمار ایزوله‌های پی‌تیوم روی ذرت، چغندرقند و گندم. از محیط کشت WA تلقیح نشده با جدایه‌های پی‌تیوم به‌عنوان شاهد استفاده شد.

Table 5. Mean intensity of dead root tissue resulting from the treatment of Pythium isolates on corn, sugar beet and wheat. WA culture medium not inoculated with Pytium isolates was used as a control.

Pythium spp.	Average severity of root tissue necrosis in plants			
	Triticum sp.	*Zea mays*	*Beta vulgaris*	Total plants
P.aphanidematum7	**0**	**17**	**26**	14.333 A
P.aphanidematum 4	0	17	26	14.333 A
P.aphanidematum 5	0	17	26	14.333 A
P.aphanidematum 6	0	17	26	14.333 A
P.aphanidematum 9	0	17	26	14.333 A
P.aphanidematum 8	0	17	26	14.333 A
P.aphanidematum 3	0	17	24	13.667 A
P.aphanidematum 2	0	17	24	13.667 A
P.aphanidematum 1	0	17	26	13.667 A
P.ultimum	0	5	25	10.000 Ab
P.ostracodes	0	6	23	9.667 Ab
P.diclinum	0	8	20	9.337 Ab
P.inflatum	0	3	23	8.667 Ab
P.deliense	0	12	12	8.000 Ab
P.G.G2	0	6	12	6.000 Ab
P.G.G3	0	6	12	6.000 Ab
P.G.F1	0	6	12	6.000 Ab
P.G.F2	0	6	12	6.000 Ab
P.G.F3	0	6	12	6.000 Ab
P.G.G1	0	6	12	6.000 Ab
Shahed	0	5	0	0.000 b

بررسی بافت‌مردگی طوقه و ریشه توسط جدایه های پی تیوم در زادمایه دارای ارزن

میانگین شدت بافت‌مردگی طوقه در تمام تیمارهای جدایه های پی‌تیوم روی گیاه چغندر قند صفر ٪ و میانگین شدت بافت‌مردگی طوقه حاصل از تیمار ایزوله های‌های *P. aphanidermatum* در گیاه ذرت بین ۲۰-۱۳/۷۵٪ و در گندم ۲۵-۲۱/۲۵ ٪ و بیش از سایر گونه‌های پی-تیوم مورد بررسی در این تحقیق بود. بنابراین در تمام جدایه های مورد بررسی میانگین شدت بافت‌مردگی طوقه نسبت به گیاهان کنترل (تلقیح‌شده با محیط کشت ارزن) در سطح احتمال ۵٪ معنادار بود (جدول ٦).

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.61882/gebsj.13.2.12]

جدول ٦- بررسی میانگین شدت بافت‌مردگی طوقه توسط جدایه های پی‌تیوم در زادمایه دارای ارزن در گیاهان چغندرقند، ذرت و گندم

Table 6. Average intensity of crown tissue death by Pythium isolates inoula mixed with millet seeds in sugar beet, corn and wheat plants.

Pythium spp.	Average percentage of crown tissue necrosis severity in plants			
	Triticum sp.	*Zea mays*	*Beta vulgaris*	Total plants
P. aphanidematum2	25	20	0	15[a]
P. aphanidematum7	21.25	20	0	13.750 [Ab]
P. aphanidematum5	21.25	20	0	13.750 [Ab]
P. aphanidematum8	21.25	20.	0	13.750 [Ab]
P. aphanidematum6	27.5	13.75	0	13.750 [Ab]
P. aphanidematum3	25	13.75	0	12.917 [Ab]
P. aphanidematum1	25	13.75	0	12.917 [Ab]
P. aphanidematum4	25	13.75	0	12.917 [Ab]
P. aphanidematum9	21.25	13.75	0	11.667 [Ab]
P.diclinum	18.75	11.25	0	10 [Abc]
P.ostracodes	15	3.75	0	6.250 [Abc]
P.ultimum	10	7.5	0	5.833 [Abc]
P.inflatum	7.5	7.5	0	5.000 [Abc]
P.deliense	7.5	7.5	0	5.000 [Abc]
P.G.G2	7.5	3.75	0	3.750 [Bc]
P.G.G3	7.5	3.75	0	3.750 [Bc]
P.G.F1	7.5	3.75	0	3.750 [Bc]
P.G.F2	7.5	3.75	0	3.750 [Bc]
P.G.F3	7.5	3.75	0	3.750 [Bc]
P.G.G1	7.5	3.75	0	3.750 [Bc]
Control	0	0	0	0[c]

میانگین شدت بافت‌مردگی ریشه ناشی از جدایه‌های *P. aphanidermatum* بر روی گندم ۲۵-۱۸/۷۵٪، در ذرت ۱۸/۷۵٪ و در چغندرقند بیشترین شدت بافت‌مردگی یعنی ۳۸/۷۵- ۳۵٪ مشاهده شد. میانگین شدت بافت‌مردگی ریشه ناشی از جدایه‌های *P. aphanidermatum* بیشتر از سایر گونه‌های پی‌تیوم مورد بررسی بر روی گیاهان مذکور در این تحقیق بود. ولی در حالت کلی میانگین شدت بافت‌مردگی ریشه ناشی تمامی جدایه‌های پی‌تیوم نسبت به گیاهان شاهد در سطح احتمال ۵٪ معنادار بود (جدول ۷).

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.61882/gebsj.13.2.12]

جدول ۷- میانگین شدت بافت‌مردگی ریشه توسط جدایه‌های پی‌تیوم در زادمایه دارای ارزن در گیاهان چغندرقند، ذرت و گندم

Table 7- Average severity of root tissue death by Pythium isolates inocula mixed with millet in sugar beet, corn and wheat plants.

Pythium spp.	Average severity of root tissue necrosis in plants			
	Triticum sp.	*Zea mays*	*Beta vulgaris*	Total plants
P. aphanidematum9	25	18.75	38.75	27.500 A
P. aphanidematum8	25	18.75	38.75	27.500 A
P. aphanidematum6	25	18.75	38.75	27.500 A
P. aphanidematum7	25	18.75	38.75	26.667 A
P .aphanidematum5	18.75	18.75	38.75	25.417 Ab
P .aphanidematum 4	18.75	18.75	38.75	25.417 Ab
P .aphanidematum 3	18.75	18.75	35	24.167 Abc
P .aphanidematum 1	18.75	18.75	35	24.167 Abdc
P .aphanidematum 2	18.75	18.75	35	23.333 Abc
P. ostracodes	15	11.25	15	13.750 Bce
P. deliense	7.5	7.5	22.5	12.500 Cde
P. diclinum	7.5	10	15	10.833 e
P. inflatum	7.5	7.5	15	10.000 De
P. ultimum	3.75	11.25	15	6.250 De
P.G.G2	7.5	0	11.25	6.250 De
P.G.F3	7.5	0	11.25	5.000 De
P.G.G3	7.5	0	7.5	5.000 De
P.G.F2	7.5	0	7.5	5.000 De
P.G.F1	7.5	0	7.5	5.000 De
P.G.G1	7.5	0	7.5	5.000 De
Control	0	0	0	0/0000 e

بحث

بافت مردگی **طوقه وریشه:** در بررسی‌های انجام گرفته بر روی جدایه‌های *P. aphanidermatum* مشاهده شد که خصوصیات جدایه‌ها با توصیفات هو (Ho, 2018) تطابق دارد. جدایه‌های این گونه دارای اسپورانژیوم‌های انگشتی متورم با ابعاد مختلف، آنتریدیم‌های بین‌سلولی و ااسپورهایی که فضای داخل اُاگونیوم را پر نمی‌کنند. ااگونیوم‌ها کروی با دیواره صاف و هیچ‌گونه تزئیناتی ندارند و پرگنه‌های قارچ روی محیط CMA تولید ریسه‌های هوایی پنبه‌ای شکل می‌کند. خصوصیات جدایه از *P. deliense* با توصیفات گرباوی و همکاران (Gherbawy *et al.*, 2005) مطابقت دارد. پرگنه‌ها روی محیط CMA رشد هوایی پنبه‌ای دارند. اسپورنژیوم‌ها انگشتی و متعدد، آنتریدیوم‌ها انتهایی و ۱ عدد است. اُاگونیوم‌ها کروی با دیواره صاف و به‌صورت انتهایی یا بین ریسه‌ای تشکیل می‌شوند. اُاسپور کروی با دیواره صاف و فاقد تزئینات بوده وفضای اُاگونیـوم را پر نمی‌کند. جدایه *P. ostracodes* بر روی محیط کشت CMA تولید ریسه‌های هوایی نمود. اسپورانژیوم‌ها انتهایی و کروی است. اُاگونیوم بینابینی یا انتهایی است و دیواره صاف دارد. آنتریدی‌ها به تعداد ۲ عدد در هر ااگونیوم وجود دارند. اُاسپورها همه فضای اُاگونیوم را پر کرده است (پلوروتیک) و خصوصیات آن با توصیفات رودریگز و رویز و اندرپلاتس تطابق دارد (Rodriguez-Lazaro & Ruiz-Muñoz, 2012).

جدایه *P. ultimum* دارای ریسه‌های هوایی کم و خوابیده روی محیط CMA است. دارای اسپورانژیم‌های میانی یا انتهایی و گرد یا بشکه‌ای شکل هستند. اُاگونیوم‌ها کروی و با دیواره صاف و انتهایی هستند و یک آنتریدی به آن متصل است. اُاسپور کروی و حجم اُاگونیوم را پر نمی‌کند و دیواره صاف و بدون تزئینات دارد و با توصیفات کاگیاما مطابقت دارد (Kageyama, 2014). ۱۳ جدایه این گروه *P.G.F* دارای اسپورانژیوم‌های غیرقابل تمایز با ریسه هستند. ریسه‌ها تخت و بی‌شکل بودند. جدایه‌ها هتروتال و تال منفرد در محیط‌های کشت

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.61882/gebsj.13.2.12]

مختلف تولید ااوسپور نمی‌کنند. توصیفات این گونه نیز مطابق با لوسکیو و همکاران (Levesque *et al*., 2004) است. ۱۲ جدایه *P.G.G* دارای ریسه‌های تخت، بی‌شکل و اسپورانژیم‌های گرد و کروی بودند. این جدایه‌ها تولید اُاُسپور در محیط‌های کشت مختلف نکردند، همچنین هتروتال بوده و با توصیفات لوسکیو و همکاران (Levesque *et al*., 2004) مطابقت دارند. جدایه *P. diclinum* الگوی رشدی منشعب روی محیط CMA دارد. اسپورانژیوم‌ها رشته‌ای و متورم به‌صورت منشعب یا غیرمنشعب هستند. اُاگونیوم‌ها کروی یا تخم‌مرغی با دیواره صاف و اغلب انتهایی هستند و دارای یک ااسپور هستند که فضای ااگونیوم را پر نمی‌کند. خصوصیات این گونه با توصیف لوسکیو و همکاران (Levesque *et al*., 2004) مطابقت داد. جدایه *P. inflatum* بر روی محیط کشت CMA رشد منشعب نشان داد. اسپورانژیوم‌های رشته‌ای متورم و ااگونیومها با دیواره صاف و به صورت بینابینی یا انتهایی بودند. ااسپورها فضایی داخل اُاگونیوم‌ها را پر کرده (پلوروتیک) و خصوصیات آن با توصیفات لوسکیو و همکاران (Levesque *et al*., 2004) مطابقت دارد.

الف :چغندر قند

میانگین شدت بافت‌مردگی طوقه ایجاد شده درتمام تیمارهای پی‌تیوم در چغندرقند در محیط کشت WA صفر ٪ در حالیکه تمام گونه های مورد بررسی پی‌تیوم موجود در محیط کشت WA منجربه بافت مردگی ریشه در چغندر شدند که بیشترین میانگین شدت بافت‌مردگی ریشه ایجاد شده توسط جدایه‌های *P. aphanidermatum* (۲٤-۱۷ ٪) ایجاد شد.

در محیط کشت CMA نیز بافت‌مردگی طوقه توسط هیچ‌کدام از جدایه‌های پی‌تیوم مورد بررسی مشاهده نشد ولی بافت‌مردگی ریشه توسط تمامی جدایه های مورد بررسی کشت شده در این محیط کشت روی چغندر قند مشاهده شد که بیشترین بافت‌مردگی مربوط به چغندرقند و تیمار جدایه‌های *P. aphanidermatum* (٪۲٤-۲٦) بود. در محیط کشت دارای ارزن نیز بافت مردگی طوقه در چغندرقند مشاهده نشد ولی بافت‌مردگی ریشه توسط تمامی تیمارها مخصوصا تیمار جدایه‌های *P. aphanidermatum* (٪۱۸-۲۵) مشاهده شد. در محیط کشت ورمی‌کولایت با نسبت ۱/۵ بیشترین شدت بافت‌مردگی طوقه در گیاه چغندرقند توسط جدایه‌های *P.G.G* (٪٤۲-٤۹) و سپس *P.G.F* (٪۳۵) حاصل شد. گونه‌های *P. ultimum*، *P. diclinum*، *P. ostracodes* و بیشتر گونه‌های *P. aphanidermatum* (به جز جدایه‌های ۷ و ۹) هیچ گونه بافت‌مردگی روی طوقه ایجاد نکردند. در محیط کشت ورمی‌کولایت ۱/۱۰ نیز بیشترین شدت بافت‌مردگی طوقه در گیاه چغندرقند، به ترتیب توسط جدایه های *P.G.G* (٪٥٦)، *P.G.F* (٪٤۲) و *P. infaltum* (٪۳۵) و *P. aphanidermatum* (٪۲۱-۷) حاصل شد. گونه‌های *P. ultimum* و *P. diclinum* در چغندر قند بافت مردگی در طوقه ایجاد نکردند. میانگین بیشترین شدت بافت مردگی ریشه در گیاه چغندرقند توسط جدایه‌های *P. aphanidermatum* (٪۱۲-۲۱). همچنین، میزان شدت بافت مردگی توسط سایر گونه ها بین ۹-٦٪ بود. و درنهایت گونه‌های *P. ultimum* و *P. diclinum* روی ریشه‌ی چغندرقند بافت‌مردگی ایجاد نکردند.

در تحقیقات انجام شده توسط آرورا و همکاران نیز درصد ظهور گیاهچه ۲ هفته بعد از کاشت در خاک آلوده با پی‌تیوم در بذرهای چغندرقند ۸ ٪ و در خاکهای عاری از آلودگی ۷۷ ٪ بود. به‌طور کلی کاهش محصول در نتیجه از پا افتادگی محصول و پوسیدگی ریشه و طوقه چغندرقند می‌تواند تا حدود ۱۰۰ ٪ باشد و در بیشتر مراحل نابالغ مانند مرحله بذری و گیاهچه جوان قارچ قادر است که راحت‌تر به درون بافت گیاه نفوذ کند (Arora *et al*., 2021).

ریشه‌های جوان می‌توانند در هر مرحله‌ای از زندگی و رشد گیاه مورد حمله پی‌تیوم قرار گیرند و گاه تا ٦۰ ٪ از گیاهان چغندرقند در مزرعه در اثر پوسیدگی بذر از بین می‌روند (Rai *et al*., 2019). گونه‌های*P. aphanidermatum, P. ultimum* بخصوص باعث پوسیدگی بذر می‌شوند، چنانچه در خاک آلوده به*P. aphanidermatum*، درصد پوسیدگی بذر در بذرهای ضدعفونی شده با قارچ‌کش ۹ و ۱۷٪ با کربوکسین تیرام و در بذرهای ضدعفونی نشده ۹۳ ٪ بود در خاک آلوده با *P.ultimum* نیز درصد پوسیدگی ریشه چغندرقند در بذرهای ضد عفونی شده ۲۳ و ۲ ٪ و در بذرهای ضد عفونی نشده ۷۸ ٪ بود (Mahendra *et al*., 2018).

ب) گندم

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.61882/gebsj.13.2.12]

شدت بافت‌مردگی طوقه ایجاده شده توسط جدایه‌های *P. aphanidermatum* در محیط کشت WA در گندم بین ۲۵- ۱۰ ٪ و بیشتر از سایر گونه‌های پی‌تیوم بود. میانگین شدت بافت‌مردگی ریشه گندم در تمام تیمارهای جدایه‌های پی‌تیوم صفر ٪ بود.

شدت بافت‌مردگی طوقه حاصل از تیمار *P. aphanidermatum* در محیط کشت CAM و در گندم (٪۱۷-۲٤) بیش از سایر گونه‌های پی-تیوم بود. همچنین، میانگین شدت بافت‌مردگی ریشه در گندم در تمام تیمارهای گونه‌های پی‌تیوم در محیط کشت CAM صفر ٪ بود.

میانگین شدت بافت‌مردگی طوقه حاصل از تیمار ایزوله های *P. aphanidermatum* در محیط کشت دارای اینوکلوم ارزن در گیاه گندم ۲۵-۲۱/۲۵ ٪ و بیش از سایر گونه‌های پی‌تیوم مورد بررسی در این تحقیق بود. میانگین شدت بافت‌مردگی ریشه ناشی از جدایه‌های *P. aphanidermatum* بر روی گندم در محیط کشت ارزن توسط تمام جدایه های مورد بررسی مشاهده گردید و در این بین جدایه‌های گونه‌ی *P. aphanidermatum* دارای بیشترین میانگین شدت بافت‌مردگی ریشه (۷۵-۱۸/۲۵ ٪) بودند.

در محیط کشت ورمی‌کولایت ۱/۵ تمامی جدایه‌های مربوط به همه‌ی گونه‌های پی‌تیوم به جز گونه‌های *P. ostracodes* و *P. inflatum* منجربه بافت‌مردگی طوقه گیاه در گندم نسبت به گیاهان شاهد در سطح احتمال ۵٪ شدند. در گندم بیشترین میانگین شدت بافت‌مردگی طوقه توسط *P.aphanidermatum* ایجاد شد (۱۷-۲۳ ٪).

در محیط کشت ورمی کولایت ۱/۱۰ نیز تمامی جدایه‌های مربوط به همه‌ی گونه‌های پی‌تیوم منجربه بافت‌مردگی طوقه گیاه نسبت به گیاهان شاهد در سطح احتمال ۵٪ شدند. بیشترین میانگین شدت بافت‌مردگی طوقه توسط *P.aphanidermatum* در گندم ایجاد شد (۳۳٪-۲۸ ٪). بعد از *P . aphanidermatum* بیشترین میانگین شدت بافت‌مردگی طوقه مربوط به گونه *P. diclinum* (۳۰ ٪) و در نهایت میانگین شدت بافت‌مردگی طوقه مربوط به بقیه گونه‌های پی‌تیوم روی گندم نیز بین ۲۲٪-٦٪ بود. بافت مردگی‌ریشه گندم در محیط ۱/۱۰ ورمی کولایت نیز تمامی جدایه‌های مربوط به همه‌ی گونه‌های پی‌تیوم منجربه بافت‌مردگی طوقه گیاه نسبت به گیاهان شاهد در سطح احتمال ۵٪ شدند. بیشترین میانگین شدت بافت‌مردگی طوقه توسط *P.aphanidermatum* و *P. diclinum* ایجاد شد (٪۹). در نهایت میانگین شدت بافت‌مردگی ریشه مربوط به بقیه گونه‌های پی تیوم روی گندم نیز بین ٦-۳ ٪ بود.

در آزمونی که هرینگ و همکاران انجام دادند بعد از سه هفته که از کاشت گندم گذشته بود ۳۵ ٪- ۳۰ ٪ از گیاهان به پی‌تیوم آلوده بودند و ارتفاع گیاهان حاصل از بذرهای رشد یافته در خاک آلوده کوتاه‌تر از گیاه رشد یافته در خاک سالم بود (Hering *et al.*, 1987). روانلو نیر در تحقیقاتی که انجام داد درصد پوسیدگی بذر را در ایزوله‌های *P. ultimum* ۸/ ٤ ٪-۱/٦ ٪ و در *P.G.F* به میزان ۸/ ۲۸ ٪ - ۹/٦ ٪ گزارش داد و میزان پوسیدگی طوقه و ریشه را در *P. ultimum* به ترتیب ۱۱/۲ – ٦/٤ ٪ و ٦/٤ ٪ و در P. G. F نیز درصد پوسیدگی طوقه ریشه به ترتیب ۲۲/٤- ۱۷/۱٦ ٪ و ۲۲/٤ – ٤/۸ ٪ گزارش داد (Ravanlou & Banihashemi, 1989). میزان اینوکولوم بکار رفته در میزان بیماریزایی و آلودگی گیاه تأثیر مستقیم دارد چنانچه در *P. ultimum* درصد مرگ گیاهچه درغلظت اینوکولوم ۵۰۰ اووسپور ۵۰ ٪ و درغلظت اینوکولوم ۱۰۰ اووسپور صفر ٪ بود (Daly *et al.*, 2021). مایه‌زنی گونه‌های مختلف پی‌تیوم به گیاهان رشد یافته ۲ ماهه که در آن از بذر ارزن برای تهیه مایه قارچ استفاده شده بود در شرایط مزرعه‌ای نشان داد که *P.ostracodes* و *P.aphanidermatum* بیش از سایر گونه‌ها باعث بافت‌مردگی طوقه و ریشه می‌شوند (Subila & Suseela Bhai, 2020). اگر چه گیاهان بزرگ شده و رشد یافته نسبت به اکثر قارچ‌ها مقاوم هستند و لیکن، بروز علائم بیماری و بافت‌مردگی طوقه و ریشه به نظر می‌رسد که مربوط به حضور فعال قارچ درخاک و مناسب بودن شرایط محیطی بخصوص رطوبت و دما برای فعالیت قارچ است (Alarjani & Elshikh, 2024).

ج) ذرت

میانگین شدت بافت‌مردگی طوقه ایجاد شده درتمام تیمارهای جدایه‌های پی‌تیوم محیط کشت WA در ذرت ۸٪- ۱۸٪ و بیشتر از سایر گونه‌های پی‌تیوم بود. میانگین شدت بافت‌مردگی ریشه در محیط کشت WA ایجاد شده توسط جدایه‌های *P. aphanidermatum* در ذرت ۱۵ ٪ بود که بیشتر ازسایرگونه‌های پی‌تیوم مورد بررسی در این پژوهش است.

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.61882/gebsj.13.2.12]

در محیط کشت CMA میانگین شدت بافت‌مردگی ایجاد شده در طوقه در تمام تیمارهای جدایه‌های پی‌تیوم روی ذرت در سطح احتمال ۵٪ نسبت به شاهد (تیمار شده فقط با محیط کشت WA) معنادار بود. شدت بافت‌مردگی طوقه حاصل از تیمار *P. aphanidermatum* ذرت (۱۵٪) بود. شدت بافت‌مردگی توسط جدایه‌های پی‌تیوم مورد مطالعه در این تحقیق در ذرت به‌طور میانگین ۱۷ ٪ بود. بنابراین میانگین شدت بافت‌مردگی ریشه توسط تیمارهای پی‌تیوم روی گیاهان ذرت در سطح احتمال ۵ ٪ معنادار بود.

در محیط کشت دارای اینوکلوم ارزن میانگین شدت بافت‌مردگی طوقه در تمام تیمارهای جدایه‌های پی‌تیوم در گیاه ذرت بین ۲۰٪–۱۳/۷۵٪ بود. میانگین شدت بافت‌مردگی ریشه ناشی از جدایه‌های *P. aphanidermatum* بر روی ذرت ۱۸/۷۵٪ بود. میانگین شدت بافت-مردگی ریشه ناشی از جدایه‌های *P. aphanidermatum* بیشتر از سایر گونه‌های پی‌تیوم مورد بررسی بر روی ذرت بود. ولی در حالت کلی میانگین شدت بافت‌مردگی ریشه ناشی تمامی جدایه‌های پی‌تیوم نسبت به گیاهان شاهد در سطح احتمال ۵٪ معنادار بود.

در شرایط آزمایشگاهی در رطوبت بالا در دمای مناسب برای رشد و فعالیت قارچ مشاهده شد که گونه‌های یاد شده دارای قدرت بیماریزایی بر روی گیاه ذرت می‌باشند وسبب پوسیدگی طوقه و ریشه می‌شوند. اما مشخص شده است در شرایط مزرعه خسارات ایجاد شده بوسیله این قارچ چشمگیر نیست (Hyder *et al*., 2021). این امر شاید بدلیل این است که شرایط برای آلودگی گیاه در گلخانه توسط قارچهای یاد شده بدون حضور سایر قارچ‌های مفید و یا شکارگر پی تیوم موجود در خاک مزارع مساعدتر است و گیاهان موجود در مزرعه به واسطه وجود ریزموجودات مفید در خاک در برابر پی‌تیوم مقاومت می‌کنند (Ao *et al*., 2024). تحقیقات انجام شده نیز بیانگر پوسیدگی طوقه ذرت به میزان ٤٠ ٪ و نکروز ریشه به میزان ۱۵ ٪ در خاکهای حاوی پی‌تیوم مخصوصا جدایه‌های *P. diclimum* و *P. aphanidermatum* است (Ao *et al*., 2024). حتی در خاک‌هایی که با عوامل بیولوژیکی نظیر *Burkholderia cepacia* تیمار شده بودند پوسیدگی بذر ۲۵ ٪ و نکروز ریشه به میزان ۱۵ ٪ مشاهده شد (Thomas *et al*., 2016). بررسی‌ها همچنین نشان داد که درصد مرگ گیاهچه در خاک آلوده به پی‌تیوم ۷۵ ٪ و خاک غیر آلوده ۲۵ ٪ بود است و شدت پوسیدگی ریشه نیز ٤٥٪ در خاک آلوده و ۱۵ ٪ در خاک غیرآلوده بوده است (Liu *et al*., 2023). همچنین در بین گونه‌های پی‌تیوم که بر روی ذرت بهاره تست شده بودند *P. aphanidermatum* از همه بیماریزاتر بوده است (Barboza *et al*., 2022). در خاک‌های حاوی *P. ultimum* نیز درصد مرگ گیاهچه بر اثر پوسیدگی طوقه و ریشه ۵۲٪ بوده است (Gleń-Karolczyk *et al*., 2022). در مایه‌زنی گیاهان ۲ ماهه ذرت با دانه‌های ارزان آغشته با پی‌تیوم نیز درصد قابل‌توجهی از گیاهان دچار بافت‌مردگی طوقه و ریشه شدند که درصد بیماری‌زایی در گونه‌های *P. diclimum* و *P. aphanidermatum* بیش از سایر گونه-ها گزارش شده است (Liu *et al*., 2023).

منابع

Afzali, H., & Banihashemi, Z. (2000). A new record of a species of Pythium as a causal agent of sugar beet root rot in Iran. In *14th Iranian Plant Protection Congress, Isfahan, Iran*.

Alarjani, K. M., & Elshikh, M. S. (2024). Plant growth- promoting and biocontrol traits of endophytic *Bacillus licheniformis* against soft rot causing *Pythium myriotylum* in ginger plant. *Journal of Basic Microbiology*, e202300643. https://doi.org/10.1002/jobm.202300643.

Ao, N., Zou, H., Li, J., Shao, H., Kageyama, K., & Feng, W. (2024). First report of *Pythium aphanidermatum* and *Pythium myriotylum* causing root rot on chili pepper (*Capsicum annuum* L.) in Guizhou, China. *Crop Protection*, *181*, 106704. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2024.106704.

Arora, H., Sharma, A., Sharma, S., Haron, F. F., Gafur, A., Sayyed, R. Z., & Datta, R. (2021). Pythium damping-off and root rot of *Capsicum annuum* L.: impacts, diagnosis, and management. *Microorganisms*, *9*(4), 823. https://doi.org/10.3390/microorganisms9040823.

Babai-Ahary, A., Abrinnia, M., & Heravan, I. M. (2004). Identification and pathogenicity of Pythium species causing damping-off in sugarbeet in northwest Iran. *Australasian Plant Pathology*, *33*, 343-347. https://doi.org/10.1071/AP04038.

Badali, F., Abrinbana, M., Abdollahzadeh, J., & Khaledi, E. (2016). Molecular and morphological taxonomy of Pythium species isolated from soil in West Azarbaijan province (NW Iran). *Rostaniha*, *17*(1), 78-91. https://doi.org/10.22092/botany.2016.107005

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.61882/gebsj.13.2.12]

Barboza, E. A., Cabral, C. S., Rossato, M., Martins, F. H. S. R., & Reis, A. (2022). Pythium and Phytopythium species associated with weeds collected in vegetable production fields in Brazil. *Letters in Applied Microbiology*, *74*(5), 796-808. https://doi.org/10.1111/lam.13666.

Bickel, J. T., & Koehler, A. M. (2021). Review of Pythium species causing damping-off in corn. *Plant Health Progress*, *22*(3), 219-225. https://doi.org/10.1094/PHP-02-21-0046-FI

Brantner, J. R., & Windels, C. E. (1998). Variability in sensitivity to metalaxyl in vitro, pathogenicity, and control of *Pythium* spp. on sugar beet. *Plant Disease*, *82*(8), 896-899. https://doi.org/10.1094/PDIS.1998.82.8.896.

Callan, N. W., Mathre, D. E., & Miller, J. B. (1990). Bio-priming seed treatment for biological control of *Pythium ultimum* preemergence damping-off in sh2 sweet corn. *Plant Disease*, 74 (5), 368-372. https://doi.org/10.1094/PD-74-0368.

Chamswarng, C., & Cook, R. J. (1985). Identification and Comparative Pathogenicity of Pythium Species. *Pacific Northwest*, *75*, 821-827. https://doi.org/10.1094/Phyto-75-821

Cook, R. J., Sitton, J. W., & Haglund, W. A. (1987). Influence of soil treatments on growth and yield of wheat and implications for control of Pythium root rot. *Phytopathology*, *77*(8), 1192-1198. https://doi.org/10.1094/Phyto-77-1192.

Daly, P., Chen, S., Xue, T., Li, J., Sheikh, T. M. M., Zhang, Q., ... & Wei, L. (2021). Dual-transcriptomic, microscopic, and biocontrol analyses of the interaction between the bioeffector *Pythium oligandrum* and the Pythium soft-rot of ginger pathogen *Pythium myriotylum*. *Frontiers in Microbiology*, *12*, 765872.https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.765872.

Dehghanpour Farashah, S., & Salehzadeh, M. (2021). Situation of Fusarium root and crown rot disease of wheat in Iran. *University of Yasouj Plant Pathology Science*, *10*(1), 97-106. http://dorl.net/dor/20.1001.1.22519270.1399.10.1.7.8. https://doi.org/10.52547/pps.10.1.97

Dorrance, A. E., Berry, S. A., & Lipps, P. E. (2004). Characterization of *Pythium* spp. from three Ohio fields for pathogenicity on corn and soybean and metalaxyl sensitivity. *Plant Health Progress*, *5*(1), 10. https://doi.org/10.1094/PHP-2004-0202-01-RS.

Eslahi, M. R. (2012). Fungi associated with root and crown rot of wheat in Khuzestan province, Iran. *Journal of Crop Protection*, *1*(2), 107-113. http://dorl.net/dor/20.1001.1.22519041.2012.1.2.9.2.

Gleń-Karolczyk, K., Bolligłowa, E., & Luty, L. (2022). Health parameters of potato tubers under the influence of soil applied bio-preparations and bio-stimulants. *Applied Sciences*, *12*(22), 11593. https://doi.org/10.3390/app122211593.

Harvey, P. R., Australia, V., & Wales, N. S. (2004). Crop rotation could reduce Pythium root rot. *Farming Ahead*, *154*, 38-40. https://ir.bsu.ac.ug//handle/20.500.12284/346.

Hebbar, K. P., Martel, M. H., & Heulin, T. (1998). Suppression of pre-and postemergence damping-off in corn by Burkholderia cepacia. *European journal of plant pathology*, *104*, 29-36. https://doi.org/10.1023/A:1008625511924.

Heidari, D., & Salehi, Z. (2013). PCR detection of transgenic maize in Iran on the basis of P35S. *Genetic Engineering and Biosafety Journal*, *2*(2), 111-118. http://dorl.net/dor/20.1001.1.25885073.1392.2.2.3.9.

Hering, T. F., Cook, R. J., & Tang, W. H. (1987). Infection of wheat embryos by Pythium species during seed germination and the influence of seed age and soil matric potential. *Phytopathology*, *77*(7), 1104-1108. https://doi.org/10.1094/Phyto-77-1104

Higginbotham, R. W., Paulitz, T. C., & Kidwell, K. K. (2004). Virulence of Pythium species isolated from wheat fields in eastern Washington. *Plant disease*, *88*(9), 1021-1026. https://doi.org/10.1094/PDIS.2004.88.9.1021.

Hyder, S., Gondal, A. S., Rizvi, Z. F., Atiq, R., Haider, M. I. S., Fatima, N., & Inam-ul-Haq, M. (2021). Biological control of chili damping-off disease, caused by *Pythium myriotylum*. *Frontiers in Microbiology*, *12*, 587431. https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.587431.

Ingram, D. M., & Cook, R. J. (1990). Pathogenicity of four Pythium species to wheat, barley, peas and lentils. *Plant Pathology*, *39*(1), 110-117. https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1990.tb02481.x.

Jie, S. (1995). Studies on pathogenic species of Pythium from spring maize seedlings in Zhejiang Province [China]. *Acta Phytophylacica Sinica (China)*, *22*(3).

Khodadadi, R., Amirbakhtiar, N., Sorkhilalehloo, B., & Soltani Najafabadi, M. (2023). Identification of conserved salt-responsive genes from bread wheat, barley crops with Arabidopsis based on microarray data. *Genetic Engineering and Biosafety Journal*, *12*(1), 0-0. http://dorl.net/dor/20.1001.1.25885073.1402.12.1.3.7.

Kreutzer, W. A., & Durrell, L. W. (1938). Rot of mature tap root of Sugar Beet caused by *Pythium butleri*. *Phytopathology*, *28* (7), 512-515. CABI Record Number: 19391100014. https://doi.org/10.1017/S0007485322000128

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.61882/gebsj.13.2.12]

Liu Y, Vaghefi N, Ades PK, Idnurm A, Ahmed A, Taylor PW. 2023. Globisporangium and Pythium Species Associated with Yield Decline of Pyrethrum (*Tanacetum cinerariifolium*) in Australia. Plants 12(6): 1361. https://doi.org/10.3390/plants12061361.

Mahendra Rai, M. R., Ingle, A. P., Priti Paralikar, P. P., Netravati Anasane, N. A., Rajendra Gade, R. G., & Pramod Ingle, P. I. (2018). Effective management of soft rot of ginger caused by *Pythium* spp. and Fusarium spp.: emerging role of nanotechnology. https://doi.org/10.1007/s00253-018-9145-8.

Mao, W., Lewis, J. A., Hebbar, P. K., & Lumsden, R. D. (1997). Seed treatment with a fungal or a bacterial antagonist for reducing corn damping-off caused by species of Pythium and Fusarium. *Plant Disease*, *81*(5), 450-454. https://doi.org/10.1094/PDIS.1997.81.5.450.

McCarter, S. M., & Littrell, R. H. (1970). Comparative pathogenicity of *Pythium aphanidcrniatum* and *Pythium myriotylum* to twelve plant species and intraspecific variation in virulence. *Phytopathology*, *60* (2), 264-268. https://doi.org/10.1094/phyto-60-264

Middleton, J. T. (1943). The taxonomy, host range and geographic distribution of the genus Pythium. *Memoirs of the Torrey Botanical Club*, *20*(1), 1-171.

Mostoufizadeh, G. R., & Banihashemi, Z. A. D. (2005). Identification of soil Pythium species in Fars province of Iran. *Phytopathology*, *28* (7), 512-515. CABI Record Number: 19391100014. https://doi.org/10.22099/IJSTS.2005.2786

Mostowfizadeh-Ghalamfarsa, R. (2015). The current status of Pythium species in Iran: challenges in taxonomy. *Mycologia Iranica*, *2*(2), 79-87. https://doi.org/10.22043/mi.2015.19901.

Nzungize, J., Geps, P., Buruchara, R., Buah, S., Ragama, P., Busogoro, J. P., & Baudoin, J. P. (2011). Pathogenic and molecular characterization of Pythium species inducing root rot symptoms of common bean in Rwanda. *African Journal of Microbiology Research, 5 (10), 1169-1181*. ISSN 1996-0808. https://doi.org/10.5897/AJMR10.747

O'sullIvan, E., & Kavanagh, J. A. (1992). Characteristics and pathogenicity of Pythium spp. associated with damping- off of sugar beet in Ireland. *Plant pathology*, *41*(5), 582-590. https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1992.tb02457.x.

Pankhurst, C. E., McDonald, H. J., & Hawke, B. G. (1995). Influence of tillage and crop rotation on the epidemiology of Pythium infections of wheat in a red-brown earth of South Australia. *Soil Biology and Biochemistry*, *27*(8), 1065-1073. https://doi.org/10.1016/0038-0717(95)00009-4.

Pearson, R., & Parkinson, D. (1960). The sites of excretion of ninhydrin-positive substances by broad bean seedlings. *Plant and Soil*, *13*, 391-396. https://doi.org/10.1007/BF01394650.

Raftoyannis, Y., & Dick, M. W. (2006). Zoospore encystment and pathogenicity of Phytophthora and Pythium species on plant roots. *Microbiological Research*, *161*(1), 1-8. https://doi.org/10.1016/j.micres.2005.04.003.

Rahimian, M. K., & Banihashemi, Z. (1979). A method for obtaining zoospores of *Pythium aphanidermatum* and their use in determining cucurbit seedling resistance to damping-off. *Plant Disease Reporter*, *63*(8), 658-661. https://irdoi.org/349-365-779-798.

Rai, M., Golińska, P., Shende, S., Paralikar, P., Ingle, P., & Ingle, A. P. (2019). Biological control of soft-rot of ginger: Current trends and future prospects. *Plant Microbe Interface*, 347-367. https://doi.org/10.1007/978-3-030-19831-2_16.

Reeves, E. R., Henson, M. S., Sharpe, S. R., & Meadows, I. M. (2022). Evaluation of annual and herbaceous perennial plants for susceptibility to Phytophthora root and crown rot in the Southeastern United States. *Journal of Environmental Horticulture*, *40*(4), 154-163. https://doi.org/10.24266/2573-5586-40.4.154.

Sañudo S, B., & Jurado D, J. (1990). The presence of the fungus Pythium on maize cultivars in the Sibundoy valley, Putumayo. CABI Record Number: 19922323140.

Shahzad, S., Coe, R., & Dick, M. W. (1992). Biometry of oospores and oogonia of Pythium (Oomycetes): the independent taxonomic value of calculated ratios. *Botanical Journal of the Linnean Society*, *108*(2), 143-165. https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.1992.tb01638.x.

Shen, J., & Zhang, B. (1995). Studies on pathogenic species of Pythium from spring cropping maize seedlings in Zhejiang province. CABI Record Number: 19961002741.

Shurtleff, M. C. (1992). Compendium of Corn Diseases. APS. University of Illinois. *Urbana, USA*.

Stanghellini, M. E., Bretzel, P. V., Olsen, M. W., & Kronland, W. C. (1982). Root rot of sugar beets caused by Pythium deliense. *Plant Disease, 66* (9), 857-858. https://doi.org/10.1094.pd-66-857.

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.61882/gebsj.13.2.12]

Subila, K. P., & Suseela Bhai, R. (2020). Pythium deliense, a pathogen causing yellowing and wilt of black pepper in India. *New disease reports*, *42*, 6-6. http://dx.doi.org/10.5197/j.2044-0588.2020.042.006.

Thomas, G. E., Geetha, K. A., Augustine, L., Mamiyil, S., & Thomas, G. (2016). Analyses between reproductive behavior, genetic diversity and Pythium responsiveness in Zingiber spp. reveal an adaptive significance for hemiclonality. *Frontiers in Plant Science*, *7*, 1913. https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01913.

Van der Plaats-Niterink, A. J. (1981). *Monograph of the genus Pythium* (Vol. 21, p. 242). Baarn: Centraalbureau voor Schimmelcultures. *Studies in Mycology*, *21* (1), 242-248. CABI Record Number: 19821379677.

Virginia, G., & Robin, B. (2004). Pathogenicity of Pythium species on hosts associated with bean-based cropping system in south western Uganda. http://hdl.handle.net/11071/3424.

Wu, Q. N., Liang, K. G., Zhu, X. Y., Wang, X. M., Jin, J. T., & Wang, G. Y. (1989). Isolation and identification of the pathogen of maize stalk rot in Beijing and Zhejiang. CABI Record Number: 19922320687.

Yanar, Y., Lipps, P. E., & Deep, I. W. (1997). Effect of soil saturation duration and soil water content on root rot of maize caused by Pythium arrhenomanes. *Plant disease*, *81*(5), 475-480.https://doi.org/10.1094/PDIS.1997.81.5.475

Zidack, N. K., Jacobsen, B. J., Stinson, A. M., & Strobel, G. A. (2001). Mycofumigation: A novel alternative to methyl bromide. In *Proc. 2001 Annu. Int. Conf. Methyl Bromide Alternatives Emissions Reductions. USEPA/USDA, Washington, DC* (pp. 36-1).

[Downloaded from gebsj.ir on 2026-11-29]

[DOI: 10.61882/gebsj.13.2.12]