

## فلور اُمیستی درختان زینتی شهرستان شیراز

دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۱۶ / پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۲۹

فاطمه سلمانی‌نژاد: دانشجوی دکتری بیماری‌شناسی گیاهی، بخش گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، شیراز  
ایران، ۷۱۴۴۱۶۵۱۸۶  
رضا مستوفی‌زاده قلم‌فارسا✉: استاد بیماری‌شناسی گیاهی، بخش گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، شیراز، ۷۱۴۴۱۶۵۱۸۶.  
(rmostofi@shirazu.ac.ir) ایران

## چکیده

به منظور بررسی فلور اُمیستی همراه با درختان زینتی شیراز، طی سال‌های ۹۷-۱۳۹۶ از خاک و بقایای برگ درختان زینتی از بوستان‌ها و فضای سبز شهرستان شیراز (شامل ۱۱ منطقه) نمونه‌برداری صورت گرفت. براساس واکاوی‌های ریخت‌شناختی، ریخت‌سنجی و فیزیولوژیک سه گونه *Phytophthora* شامل *Ph. cactorum*\*, *Ph. capsici*\*, و *Ph. nicotianae*\*, پنج گونه *Phytophythium* شامل *Pp. litorale*\*, *Pp. oedochilum*\*, *Pp. ostracodes*\*, *Pp. palingenes*†\* و *Pp. vexans* و ۱۱ گونه *Pythium* شامل *Py. aphanidermatum*\*, *Py. catenulatum*\*, *Py. echinulatum*\*, *Py. hydnosporum*\*, *Py. irregulare*\*, *Py. kashmirensense*\*, *Py. megalacanthum*†, *Py. middletonii*\*, *Py. nunn*\*, *Py. oligandrum*\*, و *Py. sylvaticum*† شناسایی شد. آرایه‌های ستاره‌دار فراوان‌ترین آرایه‌های همراه با درختان زینتی شهرستان شیراز بودند. همچنین، آرایه‌های با علامت چلیپا برای میکوبیوتای ایران جدید هستند.

واژه‌های کلیدی: پیتیوم، ریخت‌سنجی، ریخت‌شناسی، فیتوپیتیوم، فیتوفترا

## Oomyceteous flora of ornamental trees of Shiraz County (Iran)

Received: 05.02.2019 / Accepted: 19.06.2019

**Fatemeh Salmaninezhad:** PhD Candidate, Department of Plant Protection, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz 7144165186, Iran

**Reza Mostowfizadeh-Ghalmfarsa**✉: Prof., Department of Plant Protection, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz 7144165186, Iran (rmostofi@shirazu.ac.ir)

## Summary

In order to investigate the oomyceteous flora associated with ornamental trees of Shiraz County (Iran), during 2017–18, rhizosphere soil and plant debris of ornamented trees from various parks and green spaces of Shiraz County (including 11 districts) were sampled. Based on morphological, morphometrical and physiological analyses, three *Phytophthora* species, namely, *Ph. cactorum*\*, *Ph. capsici*\*, and *Ph. nicotianae*\*, five *Phytophythium* species including *Pp. litorale*\*, *Pp. oedochilum*\*, *Pp. ostracodes*\*, *Pp. palingenes*†\*, and *Pp. vexans*, and 11 *Pythium* species including *Py. aphanidermatum*\*, *Py. catenulatum*\*, *Py. echinulatum*\*, *Py. hydnosporum*\*, *Py. irregulare*\*, *Py. kashmirensense*\*, *Py. megalacanthum*†, *Py. middletonii*\*, *Py. nunn*\*, *Py. oligandrum*\*, and *Py. sylvaticum*† were identified. Taxa with asteric were predominant and species with dagger sign were new to Iran mycobiota.

**Keywords:** Morphology, Morphometry, *Phytophthora*, *Phytophythium*, *Pythium*

## مقدمه

پیش از این در ایران، بررسی فلور آمیستی در مورد شالیزارهای برنج استان فارس انجام شده است (Salmaninezhad & Mostowfizadeh-Ghalamfarsa 2017a). همچنین، گزارش‌هایی نیز در مورد گونه‌های بیمارگر آمیستی همراه با برخی درختان و درختچه‌ها که گاه به صورت زینتی در فضاهای شهری کشور کشت می‌شوند، وجود دارد. به عنوان مثال *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan روی افاقیا (*Robinia hispida* L.)، سرو نقره‌ای (*Cupressus arizonica*) (Greene 1996; Mirabolafathy & Ershad 1996; Mirabolafathy & Ershad 2006; Ranjbaran et al. 1998)، *Ph. drechsleri* Tucker روی افاقیا (*Mirabolafathy & Ershad 1996*)، *Ph. megasperma* روی کاج ایرانی (*Ph. citrophthora* Leonian و Drechsler 1997) گزارش شده است. با این حال، تاکنون در هیچیک از شهرستان‌های ایران بررسی جامعی در مورد فلور آمیستی همراه با درختان زینتی صورت نگرفته است. در این پژوهش با استفاده از ویژگی‌های ریخت‌شناختی، ریخت‌سنجی و فیزیولوژیک، گونه‌های آمیستی همراه با درختان زینتی شهرستان شیراز شناسایی و تعیین پراکنش گردید.

## روش بررسی

- نمونه‌برداری، جداسازی و نگهداری جدایه‌ها  
نمونه‌برداری از خاک و بقایای برگ درختان زینتی شامل ارغوان (*Cercis siliquastrum* L.)، افرا (*Acer saccharinum* L.)، افرا برگ چناری (*Acer pseudoplatanus* L.)، افاقیا (*Robinia spp.*)، اکالیپتوس (*Eucalyptus obliqua* L'Hér.)، برگ بو (*Laurus nobilis* L.)، بلوط (*Quercus sp.*)، بید (*Salix alba* L.)، بید مجنون (*Salix babylonica* L.)، چنار (*Platanus orientalis* L.)، پیراکانتا (*Pyracantha coccinea* Roem.)، توت (*Morus nigra* L.)، توت مجنون (*Morus alba* L.)، توری (*Lagerstroemia anisoptera* Koehne)، خرزهره (*Nerium oleander* L.)، داغداغان (*Celtis australis* L.)، زبان‌گنجشک (*Fraxinus excelsior* L.)، سرو تبری (*Platycladus orientalis* L.)، سرو زرین (*Cupressus sempervirens* L.)، سرو شیرازی (*Cupressus sempervirens* L.)، سرو لاوسون (*Chamaecyparis lawsoniana* Parl.)، شیشه‌شور (*Callistemon citrinus* Dum. Cours.)، صنوبر (*Populus tremula* L.)، عرعر (*Ailanthus altissima* Swingle)، کاج ایرانی (*Pinus edarica* Medw.)، کاج تویی (*Pinus mugo*)

امروزه نقش گیاهان، درختان و فضاهای سبز شهری در بهبود کیفیت سلامت زندگی انسان‌ها بر کسی پوشیده نیست. بنابراین، حفاظت از فضای سبز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. درختان و گیاهان فضای سبز مورد حمله طیف وسیعی از آفات و بیماری‌ها قرار می‌گیرند (Alilobonab et al. 2016). در سال‌های اخیر، گزارش‌های متعددی از وجود گونه‌های مختلف آمیستی از جمله گونه‌های مربوط به جنس‌های *Phytophthora*، *Phytophythium* و *Pythium* از نقاط مختلف دنیا از گیاهان متعددی مانند انواع گیاهان گلخانه‌ای، درختان میوه و زینتی و حتی آب‌های آبیاری گزارش شده است (Abad et al. 2017, Yang et al. 2017).

اعضای شاخه *Oomycota* اغلب دارای توان پوده‌رستی هستند (Marano et al. 2014). این اعضا شامل گونه‌های موجود در جنس‌های *Phytophthora*، *Phytophythium* و *Pythium* می‌شوند (Marano et al. 2015). این سه جنس از نظر ریخت‌شناختی شباهت زیادی به یکدیگر دارند و از نظر فیلوژنتیکی نیز با هم مرتبط هستند.

گونه‌های جنس *Pythium* Pringsh. تولید شکل‌های مختلفی از اسپورانژیوم (رشته‌ای، آماسیده، درختی، گرد، تخم‌مرغی و گلابی شکل) می‌کنند. مهم‌ترین ویژگی این جنس، تمایز زئوسپور درون وزیکول است که آن را از سایر جنس‌های آمیستی به خوبی تفکیک می‌کند (Plaäts-Niterink 1981).

گونه‌های جنس *Phytophthora* de Bary با داشتن اسپورانژیوم‌های گرد تا تخم‌مرغی و آزادسازی مستقیم زئوسپور درون اسپورانژیوم از سایر گونه‌های آمیستی تفکیک می‌شوند (Erwin & Ribeiro 1996, Yang et al. 2017).

جنس *Phytophythium* Abad, de Cock, Bala, Robideau, Lodhi & Lèvesque یک جنس جدید است که سابقاً گونه‌های آن در *Pythium* جای داشت (Bala et al. 2010). طبق واکاوی‌های فیلوژنتیکی لاوسک و دکاک (Lèvesque & de Cock 2004)، گونه‌های *Phytophythium* تبار کوچکی (K) را درون جنس *Pythium* تشکیل می‌دهند که شامل برخی گونه‌های توصیف شده جنس *Pythium* است. اعضای این تبار دارای خصوصیات مابین جنس‌های *Phytophthora* و *Pythium* یعنی داشتن اسپورانژیوم‌های گرد، گلابی تا تخم‌مرغی، دارای افزولش داخلی شبیه جنس *Phytophthora* و تمایز زئوسپور درون وزیکول شبیه جنس *Pythium* هستند (de Cock et al. 2015).

به دست آمده سه گونه *Phytophthora* شامل: *Ph. cactorum* Leonian, (Lebert & Cohn) J. Schröt. و *Ph. capsici* Leonian, (Lebert & Cohn) J. Schröt. *Phytophythium* پنج گونه *Ph. nicotianae* Breda de Haan شامل *Pp. litorale* (Nechw.) Abad, de Cock, Bala, *Pp. ostracodes* (Drechsler), Robideau, Lodhi & Lévesque, Abad, de Cock, Bala, Robideau, Lodhi & Lévesque *Pp. oedochilum* Abad, de Cock, Bala, Robideau, Lodhi & *Pp. palingenes* Abad, de Cock, Bala, Lévesque *Pp. vexans* (de Bary) و Robideau, Lohdi & Lévesque و Abad, de Cock, Bala, Robideau, Lodhi & Lévesque *Py. aphanidermatum* Fitzp *Py.* شامل *Pythium* گونه ۱۱ *Py. echinulatum* Matthews, *Py. catenulatum* Matthews *Py. irregulare* *Py. hydnosporum* (Mont.) J. Schröt. *Py. megalacanthum* de *Py. kashmirensis* Paul, Buisman *Py. nunn* Lifsh., Stangh. *Py. middletonii* Sparrow, Bary *Py. sylvaticum* و *Py. oligandrum* Drechsler, & Baker از Campbell & Hendrix نظر ریخت‌شناختی مورد شناسایی قرار گرفتند. سایر جدایه‌های به دست آمده از این پژوهش، تولید هیچ‌گونه ساختار تولیدمثلی جنسی یا غیرجنسی نکردند و تنها در محیط کشت تولید ریشه با انشعابات زیاد نمودند. ویژگی‌های ریخت‌شناختی، ریخت‌سنجی و فیزیولوژیک جدایه‌ها در جداول ۲ تا ۴ آمده است. گونه‌های *Pp. palingenes*, *Pp. megalacanthum* و *Py. sylvaticum* نیز برای میکوبیوتای ایران جدید هستند. تمامی جدایه‌های به دست آمده در این پژوهش، در مجموعه قارچ‌شناسی بخش گیاه‌پزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز نگهداری می‌شوند. ویژگی‌های ریخت‌شناختی و ریخت‌سنجی گونه‌هایی که برای ایران جدید هستند، در ادامه آورده شده است:

*Phytophythium palingenes* (Drechsler) Abad, de Cock, Bala, Robideau, Lohdi & Lévesque

جدایه‌های مربوط به این گونه از درختان عرعر، سرو شیرازی، کاج تهران، اکالیپتوس و نخل شانه‌ای از نقاط مختلف شهرستان شیراز به دست آمدند (جدول ۱). الگوی رشد پرگنه روی محیط کشت‌های PDA به صورت گل‌سرخ، روی HSA به صورت حدواسط شعاعی و گل‌داوودی و روی CMA، CA و MEA فاقد الگوی رشد مشخص بود (جدول ۲). قطر ریشه اصلی به ۶/۵ میکرومتر می‌رسید. اسپورانژیوم معمولاً انتهای به شکل نیمه‌گرد یا تخم‌مرغی، با ابعادی معادل ۴۷ × ۳۹ میکرومتر، اغلب دارای یک پستانک بسیار کوتاه، گاهی فاقد

کاج تهران (*Pinus brutia* Tenore)، ماگنولیا (*Magnolia virginiana* L.)، نارنج (*Citrus aurantium* L.)، نارون (*Ulmus boissieri* Grudz)، نخل بادبزنی (*Chamaerops humilis* L.)، نخل شانه‌ای (*Phoenix canariensis* Chabaud) و نسترن (*Rosa canina* L.) از بوستان‌ها و فضای سبز مناطق یک تا ۱۱ شهرستان شیراز، به طور کاملاً تصادفی انجام گرفت. نمونه‌های به دست آمده، برای بررسی‌های بعدی به بخش گیاه‌پزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز منتقل شدند. جداسازی از خاک با استفاده از روش طعمه‌گذاری با برگ مرکبات (Banihashemi et al. 1992) و برگ چمن (Tan et al. 1996) و از گیاه به روش توصیه شده توسط گانل و وبستر (Gunnell & Webster 1988) با استفاده از محیط کشت CMA-PARP (Jeffers & Martin 1968) انجام شد. جدایه‌های به دست آمده به روش نوک‌ریسه، خالص شده (Tuit 1969)، برای نگهداری به لوله‌های حاوی محیط کشت عصاره ذرت-آگار در ۱۵ درجه سلسیوس منتقل شدند.

- شناسایی جدایه‌ها

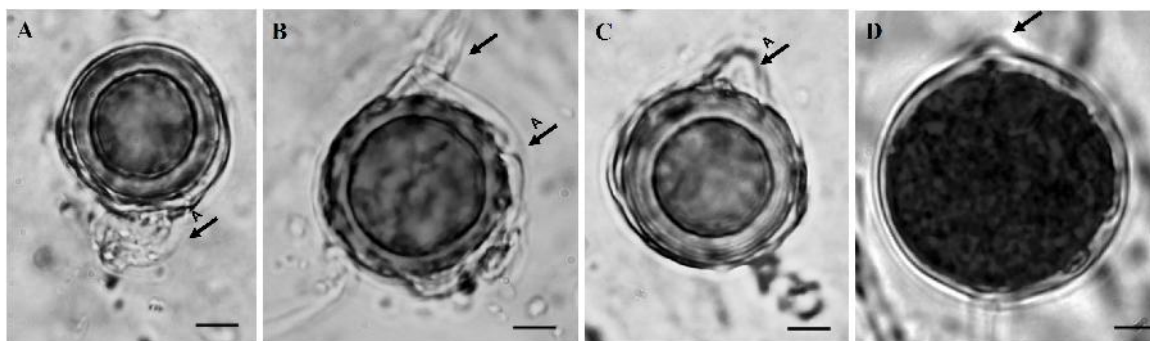
شناسایی جدایه‌ها با استفاده از کلیدهای شناسایی موجود (Van der Pläats-Niterink 1981, Gallegly & Hong 2008, Huang et al. 2013; Abdul Baten et al. 2014, de Jesus et al. 2016) و سایر مقاله‌های معتبر براساس ویژگی‌های ریخت‌شناختی، ریخت‌سنجی و فیزیولوژیک انجام گرفت. شناسایی گونه‌ها براساس ویژگی‌های اندام‌های جنسی (شامل شکل و تزیینات سطح آگونیوم، نوع اتصال آنتریدیوم به آگونیوم و نوع آسپور) و همچنین، اندام‌های غیرجنسی (شامل نوع اسپورانژیوم و وجود یا عدم وجود آماس ریشه)، سرعت رشد در دماهای مختلف (از پنج تا ۴۵ درجه سلسیوس به فواصل دمایی ۵ درجه سلسیوس) و ریخت‌شناسی پرگنه روی محیط کشت‌های مختلف شامل عصاره ذرت-آگار (CMA)، عصاره هویج-آگار (CA)، عصاره مخمر-آگار (MEA)، عصاره شاه‌دانه-آگار (HSA) و عصاره سیب‌زمینی دکستروز-آگار (PDA) (Mostowfizadeh-Ghalamfarsa & Banihashemi 2005) انجام شد.

### نتیجه و بحث

حاصل نمونه‌برداری طی سال‌های ۹۷-۱۳۹۶ از خاک و بقایای برگ درختان زینتی از بوستان‌ها و فضای سبز شهرستان شیراز ۵۱۲ جدایه مربوط به جنس‌های *Phytophthora* و *Phytophythium* بود (جدول ۱). با توجه به داده‌های

شد. خصوصیات گفته شده با توصیف اولیه این گونه (Plaäts- Niterink 1981) تطابق داشت. این گونه نخستین بار توسط درشلر (Drechsler 1930) توصیف شد، اما در سال ۲۰۱۵ توسط درکاک و همکاران (de Cock *et al.* 2015) به جنس *Phytophythium* منتقل شد. این گونه تشابه زیادی با گونه *Pp. helicoides* در ریخت‌شناختی دارد، اما *Pp. helicoides* تولید اسپورانژیوم‌های منظم و بدون شیار (بدون موج) می‌کند (پلاتس-نیتترینک ۱۹۸۱). از آنجا که جدایه‌های این گونه از بافت‌های پوسیده طوقه و ریشه عرعر و اکالیپتوس و خاک درخت سرو نقره‌ای دارای پوسیدگی طوقه در این پژوهش به دست آمدند، به احتمال قوی این گونه بیمارگر درختان مذکور است، ولی با این حال استفاده از اصول کخ برای اثبات بیماری‌زایی این جدایه‌ها الزامی خواهد بود.

پستانک، گاهی دارای افزولش داخلی یا دارای لوله‌ی تخلیه به طول ۵۰ میکرومتر بود. آگونیوم به صورت انتهایی، با دیواره صاف، گاهی بدون پایه، بین‌ریسه‌ای یا با اتصال جانبی، اغلب به صورت انتهایی، گرد تا نزدیک به کروی با قطر ۴۰ میکرومتر مشاهده شدند. به ازای هر آگونیوم، یک تا ۳ آنتریدیوم به صورت تک‌بُن و دوئِن وجود داشت. پایه آنتریدیوم و نیز ریشه رویشی معمولا به دور پایه آگونیوم می‌پیچید. سلول‌های آنتریدیومی به صورت استوانه‌ای بودند و معمولا به صورت موج‌دار یا نامنظم و پهن به آگونیوم متصل می‌شدند. ابعاد آنتریدیوم ۲۰ در ۴ میکرومتر بود. آسپورها به صورت نزدیک به کروی، ناپرساز با قطر ۲۸ میکرومتر با دیواره‌ای به ضخامت ۴ میکرومتر مشاهده شدند (جدول ۳، شکل ۱). میزان رشد روزانه پرگنه در ۲۵ درجه سلسیوس روی محیط کشت CMA ۰/۱ میلی‌متر بود. دمای کمینه ۲۰، بهینه ۳۵ و بیشینه ۴۰ درجه سلسیوس اندازه‌گیری



شکل ۱- ریخت‌شناسی *Phytophythium palingenens* (جدایه GbEu1a) جدا شده از شهرستان شیراز: A-C: ساختارهای جنسی: A. آسپور انتهایی با یک عدد آنتریدیوم پیچ‌خورده به دور پایه آگونیوم و اتصال به صورت پراماده و تک‌بُن، B. آگونیوم بین‌ریسه‌ای و پیچ‌خورده‌ی مشخص آنتریدیوم به دور پایه آگونیوم به همراه اتصال پهن آنتریدیوم به آگونیوم، C. آسپور ناپرساز با آنتریدیوم پراماده، D. اسپورانژیوم تخم‌مرغی (مقیاس = ۱۰ میکرومتر).

**Fig. 1.** Morphology of *Phytophythium palingenens* (GbEu1a) isolated from Shiraz County, Iran: A-C: Sexual structures: A. Terminal oospore with one paragynous and monoclinal antheridia which is wrapping around oogonial stalk, B. Intercalary oogonium with antheridial stalk wrapping around oogonial stalk and broad attachment to oogonium, C. Aplerotic oospore with paragynous antheridium, D. Ovoid sporangium (Bar = 10  $\mu$ m).

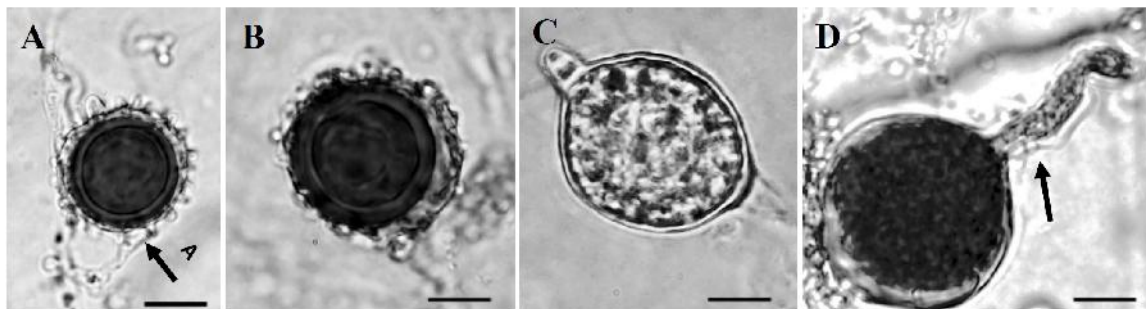
معمولا دارای پستانک و ندرتا دارای افزولش داخلی بود. تشکیل زئوسپورها در ۲۵ درجه سلسیوس رخ داد. آگونیوم به صورت انتهایی تا بین‌ریسه‌ای، کروی تا نزدیک به کروی، با ابعاد ۳۵ میکرومتر، دارای تزیینات تقریبا مخروطی شکل به طول ۵ و قطر ۲/۵ میکرومتر وجود داشت. به ازای هر آگونیوم یک تا ندرتا چهار آنتریدیوم تک‌بُن یا دوئِن وجود داشت. اتصال آنتریدیوم به آگونیوم به صورت پهن بود. آسپورها از نوع ناپرساز تا تقریبا پرساز به قطر ۳۰ میکرومتر با دیواره‌ای به ضخامت ۲ میکرومتر بودند (جدول ۴، شکل ۲). دمای کمینه ۱۰، بهینه ۳۰ و بیشینه

#### *Pythium megalacanthum* de Bary

جدایه‌های مربوط به این گونه از درختان نارنج، اکالیپتوس، نخل شانه‌ای، نارون و صنوبر نقاط مختلف شهرستان شیراز به دست آمدند (جدول ۱). الگوی رشد پرگنه روی محیط کشت‌های CMA به صورت شعاعی، روی MEA به صورت گل‌سرخ، روی PDA به صورت گل‌داوودی و روی HSA و CA بدون الگوی رشد بود (جدول ۲). ضخامت ریشه اصلی به ۸ میکرومتر می‌رسید. اسپورانژیوم انتهایی یا بین‌ریسه‌ای، بیضوی کشیده، تخم‌مرغی تا ندرتا گرد، با ابعاد ۳۸ در ۲۷ میکرومتر،

یوزوهاشی و همکاران (Uzuhashi et al. 2010)، نام این گونه باید به *Globisporangium megalacantum* (de Bary) Uzuhashi, Tojo & Kakish تغییر کند. این گونه از خاک درختان نارنج، نارون و نخل زینتی دارای پوسیدگی شدید طوقه در این پژوهش جداسازی شده، اما تاکنون گزارشی از بیماری‌زایی آن روی درختان زینتی ذکر نشده است.

۳۵ درجه سلسیوس بود. آهنگ رشد روزانه روی محیط کشت CMA در ۲۵ درجه سلسیوس ۷ میلی‌متر بود. این گونه از نظر ساختارهای غیرجنسی و جنسی، به گونه‌های *P. anandrum*، *P. oligandrum* و *P. prolatum* شباهت زیادی دارد، ولی تفاوت این گونه با سایر گونه‌ها در داشتن اغلب اسپورانژیوم‌های دارای پستانک، وجود آنتریدیوم‌های تک‌بن، بقای آنتریدیوم بعد از بلوغ و وجود تزئینات ضخیم‌تر نسبت به سایر گونه‌های توصیف شده است (پلاتس-نیتزینک ۱۹۸۱). طبق نظر

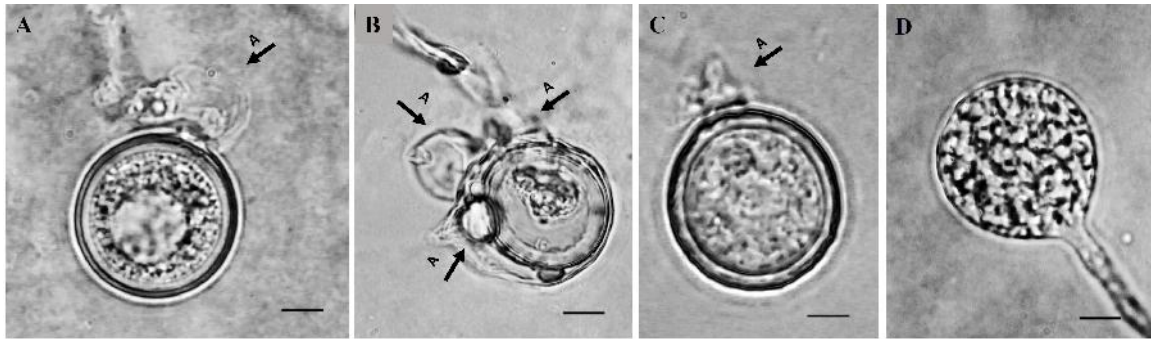


**شکل ۲-** ریخت‌شناسی *Pythium megalacantum* (جدایه MpCi03) جدا شده از شهرستان شیراز: A-B. ساختارهای جنسی: A. آسپور ناپرساز با آنتریدیوم تک‌بن، B. آسپور کاملاً ناپرساز با آنتریدیوم با اتصال پهن، C-D. اسپورانژیوم: C. اسپورانژیوم با پستانک و افزولش داخلی، D. اسپورانژیوم تقریباً تخم‌مرغی با لوله تخلیه بلند (مقیاس = ۱۰ میکرومتر).

**Fig. 2.** Morphology of *Pythium megalacantum* (MpCi03) isolated from Shiraz County, Iran: A-B. Sexual structures: A. Aplerotic oospore with monoclinous antheridium, B. Perfectly aplerotic oospore with broad antheridial attachment, C-D: Sporangium: C. Sporangium releasing zoospores, D. Nearly ovoid sporangium with long discharged tube (Bar = 10  $\mu$ m).

ضخامت ۰/۵ تا ۱ میکرومتر بودند (جدول ۴، شکل ۳). دمای کمینه ۵، بهینه ۲۵ و بیشینه ۴۰ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شد. آهنگ رشد روزانه روی محیط کشت CMA در ۲۵ درجه سلسیوس ۴ میلی‌متر بود. این گونه از جمله نخستین گونه‌های دگرتال *Pythium* در دنیا گزارش شده است (Campbell & Hendrix 1967b). برخلاف نتایج این پژوهشگران و همچنین پلاتس-نیتزینک (۱۹۸۱)، تمامی جدایه‌های مورد بررسی در این پژوهش هم‌تال بودند، اما میزان تولید ساختارهای جنسی به تعداد بسیار کمی در محیط کشت‌های جامد HSA و CA دیده شد. این گونه قبلاً در دنیا از درختان کاج گزارش شده است (Galaen & Venn 1979). در این پژوهش، گونه مذکور از طوقه پوسیده درخت کاج ایرانی به دست آمده است. با توجه به داده‌های حاصل از پژوهش‌های قبلی و این پژوهش، می‌توان این گونه را به احتمال زیاد بیمارگر درخت کاج دانست.

*Pythium sylvaticum* W.A. Campb. & F.F. Hendrix جدایه‌های مربوط به این گونه از کاج ایرانی، سرو شیرازی، افاقیا از نقاط مختلف شهرستان شیراز به دست آمدند (جدول ۱). الگوی رشد پرگنه روی محیط کشت‌های CA و MEA به صورت گل‌سرخ و روی CMA، HSA و PDA فاقد الگوی رشد مشخص است (جدول ۲). قطر ریشه اصلی ۷ میکرومتر بود. اسپورانژیوم و زئوسپور در هیچ‌یک از جدایه‌های این گونه تشکیل نشد، اما آماس‌های ریشه به فراوانی در محیط مایع تشکیل شدند. این آماس‌ها کروی یا لیمویی شکل، انتهایی یا بین‌ریشه‌ای و به قطر ۲۰ میکرومتر بودند. تمامی جدایه‌های مربوط به این گونه هم‌تال بودند. آگونیوم با سطح صاف، به صورت انتهایی یا بین ریشه‌ای و با قطر ۲۳ میکرومتر به تعداد اندکی در کشت جامد تشکیل شد. به ازای هر آگونیوم ۲ تا ۴ آنتریدیوم دو بن تا ندرتا تک‌بن به صورت پراماده وجود داشت. سلول‌های آنتریدیومی اغلب آماسیده بودند. آسپورها از نوع ناپرساز تا نزدیک به پرساز، به قطر ۲۰ میکرومتر و با دیواره‌ای به



شکل ۳- ریخت‌شناسی *Pythium sylvaticum* (جدایه SgPi04) جدا شده از شهرستان شیراز: A-C. ساختارهای جنسی: A. آسپور پراساز با یک عدد آنتریدیوم دوئین، B. آسپور ناپراساز با بیش از سه عدد آنتریدیوم پراماده، C. آسپور انتهایی و تقریباً پراساز با یک عدد آنتریدیوم تک‌بُن و پراماده، D. آماس ریشه انتهایی (مقیاس = ۱۰ میکرومتر).

**Fig. 3.** Morphology of *Pythium sylvaticum* (SgPi04) isolated from Shiraz County, Iran: A-C. Sexual structures: A. Plerotic oospore with a declinuous antheridium, B. Aplerotic oospore with more than three paragynous antheridia, C. Nearly plerotic, terminal oospore with a monoclinal, paragynous antheridium, D. Terminal hyphal swelling (Bar = 10  $\mu$ m).

از میان گونه‌های *Pythium* به دست آمده در این پژوهش، دو گونه *Py. echinulatum* و *Py. irregulare* هر دو از بافت ریشه درختان زینتی جداسازی شده‌اند (جدول ۱) و این احتمال وجود دارد که جدایه‌های به دست آمده از این دو گونه حداقل روی نهال‌های این درختان بیماری‌زا باشند. گونه *Py. middletonii* از خاک درخت سرو نقره‌ای با علائم پوسیدگی طوقه و خشکیدگی سرشاخه و بافت ریشه پوسیده درخت افرا جداسازی شد. گزارش‌هایی مبنی بر بیمارگر بودن *Py. middletonii* نیز روی سوزنی‌برگان وجود دارد (Campbell & Hendrix 1967a). گونه *Py. middletonii* از روی حشرات و قطعات گیاهی در حال پوسیدن در آب جداسازی و توصیف شده است (پلاتس-نیتزینک ۱۹۸۱) و این گونه فقط یک‌بار از روی خیار در استان کرمان گزارش شده است (Hatami et al. 2010). تمامی گونه‌های پیتیوم در این پژوهش از نظر خصوصیات ریخت‌شناختی با توصیفات قبلی شباهت داشتند (پلاتس-نیتزینک ۱۹۸۱). وجود تمامی جدایه‌های هم‌تال *Py. catenulatum* یک نتیجه جالب از این پژوهش بود، زیرا اغلب گزارش‌های مربوط به وجود این گونه از ایران، همگی آن را دگر تال معرفی کرده‌اند (Khodashenas Roudsari et al. 2010, Salmaninezhad & Mostowfizadeh-Ghalamfarsa 2017a). نتایج حاصل از بررسی فلور آمیستی درختان زینتی شهرستان شیراز نشان داد که اغلب گونه‌های به دست آمده گرم‌پسند هستند (جدول ۴). بیش‌ترین جدایه‌های به دست آمده از این پژوهش مربوط به مناطقی بودند که به خوبی آبیاری در آن‌ها صورت می‌گرفت و رطوبت خاک تأمین می‌شد (نظیر بوستان‌ها). نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که بیش‌ترین تنوع گونه‌های به دست آمده مربوط به سوزنی‌برگان است. اغلب سوزنی‌برگانی که به خصوص

گونه‌های *Phytophthora* به دست آمده در این پژوهش از نظر خصوصیات ریخت‌شناختی به جز اندکی اختلاف در ابعاد اندام‌های جنسی، با توصیفات قبلی شباهت داشتند (Gallegly & Hong 2008). به نظر می‌رسد که گونه *Ph. capsici* پیش از این از هیچ درخت زینتی گزارش نشده است. در پژوهش حاضر، این گونه از خاک درخت اکالیپتوس و طوقه درخت نارنج جداسازی شد و این احتمال وجود دارد که بیمارگر درختان نارنج باشد. همچنین، گونه *Ph. nicotianae* نیز از بافت ریشه پوسیده درختان بیدمجنون و نارنج جداسازی شد.

گونه‌های *Phytopyhtium* به دست آمده در این پژوهش، همگی از نظر خصوصیات ریخت‌شناختی اندام‌های جنسی و غیرجنسی و پرگنه با توصیفات قبلی تشابه داشتند (Plaäts-Niterink 1981, Abdul Baten et al. 2014, Abdul Baten et al. 2015, de Cock et al. 2015, Salmaninezhad & Mostowfizadeh-Ghalamfarsa 2017b). تنها اندکی تفاوت در ریخت‌سنجی آن‌ها با توصیفات اولیه‌شان مشاهده شد (جدول ۳). گونه *Pp. oedochilum* همراه با درختان کاج ایرانی، سرو نقره‌ای و نارون جداسازی شد. این گونه قبلاً در ایران از کنگر (*Circium* sp.) گزارش شده است (Chenari Bouket et al. 2016). گونه *Pp. vexans* پیش از این به عنوان عامل پوسیدگی ریشه عشقه (*Hedera helix* L.) در شیراز معرفی شده است (Bolboli & Mostowfizadeh-Ghalamfarsa 2014). در این پژوهش، این گونه از خاک درخت سرو نقره‌ای دارای علائم پوسیدگی طوقه شدید به دست آمد.

احتمالی جدید می‌توان از واکاوی‌های فیلوژنتیکی مبتنی بر ژن‌های هسته‌ای و میتوکندریایی بهره گرفت. از آن‌جا که تنوع آمیست‌های جداشده از درختان زینتی این پژوهش بسیار زیاد بود و از طرفی فضای سبز و درختان زینتی از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند، پیشنهاد می‌شود که فلور آمیستی درختان زینتی سایر شهرهای ایران نیز مورد بررسی قرار گیرند، تا با ایجاد تصویری دقیق‌تر از تنوع زیستی موجود، امکان اتخاذ راهکارهای مدیریتی به موقع فراهم گردد.

گونه‌های مربوط به جنس‌های *Phytophthora* و *Phytophthora* از آن‌ها جداسازی شد، علایمی نظیر سیاه‌شدگی طوقه و خشکیدگی را از خود نشان می‌دادند. بنابراین، احتمال بیماری‌زایی این جنس‌ها روی سوزنی‌برگان زیاد است که نیاز به اثبات بیماری‌زایی و انجام اصول کخ دارد.

تنوع زیادی در پنج جنس مختلف آمیستی به دست آمده از این پژوهش مشاهده شد که برخی از آن‌ها متعلق به آرایه‌های جدید بودند. با این حال، به منظور توصیف گونه‌های

### جدول ۱- جدایه‌های آمیست به دست آمده از درختان زینتی شهرستان شیراز

**Table 1.** Oomyceteous isolates from ornamental trees of Shiraz County (Iran)

Taxon	Isolate <sup>†</sup>	Matrix	Date	Location	Coordinates
<i>Phytophthora cactorum</i>					
	AzPi03	<i>Pinus eldarica</i> (soil)	Jul. 2018	Azadi Park	29°37'.773"N 052°32'.248"E
	AzCu01	<i>Cupressus sempervirens</i> (soil)	Jul. 2018	Azadi Park	29°37'.759"N 052°32'.255"E
	ErCu06	<i>Cupressus sempervirens</i> (soil)	Jun. 2018	Eram Garden	29°37'.742"N 052°32'.322"E
	JaCu04	<i>Cupressus arizonica</i> (soil)	Sept. 2018	Jahan Nama Garden	29°37'.760"N 052°32'.344"E
<i>Phytophthora capsici</i>					
	RgEu03	<i>Eucalyptus obliqua</i> (soil)	Jun. 2018	Raaz Garden Restaurant	29°37'.733"N 052°32'.332"E
	MmCi08	<i>Citrus aurantium</i> (crown)	Aug. 2018	Mellat Park	29°37'.743"N 052°32'.342"E
<i>Phytophthora nicotianae</i>					
	AzPi08	<i>Pinus brutia</i> (root)	Jun. 2018	Azadi Park	29°37'.759"N 052°32'.391"E
	GbCi01	<i>Citrus aurantium</i> (root)	May 2018	Golestan Blvd.	29°37'.764"N 052°32'.401"E
	AzSa03	<i>Salix babylonica</i> (root)	Jul. 2018	Azadi Park	29°37'.764"N 052°32'.402"E
	ChCu09	<i>Cupressus sempervirens</i> (soil)	May 2018	Chamran Blvd.	29°37'.780"N 052°32'.419"E
<i>Phytophthora litorale</i>					
	ErPi06	<i>Platanus orientalis</i> (soil)	May 2018	Eram Garden	29°37'.785"N 052°32'.432"E
<i>Phytophthora oedocheilum</i>					
	AzPi21	<i>Pinus eldarica</i> (soil)	Apr. 2018	Azadi Park	29°37'.735"N 052°32'.466"E
	ErU101	<i>Ulmus boissieri</i> (soil)	Mar. 2018	Eram Garden	29°37'.742"N 052°32'.480"E
	MpCu04	<i>Cupressus sempervirens</i> (soil)	May 2018	Melli Garden	29°37'.743"N 052°32'.492"E
<i>Phytophthora ostracodes</i>					
	MpCu03-1	<i>Cupressus arizonica</i> (root)	Mar. 2018	Melli Garden	29°37'.732"N 052°32'.492"E
	SgPi09	<i>Platanus orientalis</i> (soil)	May 2018	Shaghayegh Garden	29°37'.732"N 052°32'.493"E
<i>Phytophthora paltingenes</i>					
	GbEu1a	<i>Eucalyptus obliqua</i> (root)	Jun. 2018	Golestan Blvd.	29°37'.557"N 052°33'.335"E
	ErAi01	<i>Ailanthus altissima</i> (crown)	Jul. 2018	Eram Garden	29°37'.554"N 052°33'.336"E
	GhCu06	<i>Cupressus sempervirens</i> (soil)	Sept. 2018	Zerehi Koodak Park	29°37'.547"N 052°33'.331"E
<i>Phytophthora vexans</i>					
	RgCu01	<i>Cupressus sempervirens</i> (soil)	Jul. 2018	Raaz Garden Restaurant	29°37'.545"N 052°33'.335"E
<i>Pythium aphanidermatum</i>					
	GbCu01	<i>Cupressus arizonica</i> (soil)	Mar. 2018	Golestan Blvd.	29°37'.506"N 052°33'.310"E
	AzCe02	<i>Cercis siliquastrum</i> (soil)	Jun. 2018	Azadi Park	29°37'.535"N 052°33'.338"E
	AzAc12	<i>Acer saccharinum</i> (soil)	Jul. 2018	Azadi Park	29°37'.534"N 052°33'.338"E
	ErRo07	<i>Robinia hispida</i> (soil)	Dec. 2017	Eram Garden	29°37'.528"N 052°33'.337"E
	JaEu02	<i>Eucalyptus obliqua</i> (soil)	Aug. 2018	Jahan Nama Garden	29°37'.528"N 052°33'.339"E
	JaLa08	<i>Laurus nobilis</i> (soil)	Jan. 2018	Jahan Nama Garden	29°37'.516"N 052°33'.333"E



Table 1 (contd)		جدول ۱ (ادامه)			
MpMo12	<i>Morus nigra</i> (soil)	Feb. 2018	Melli Garden	29°37'.516"N	052°33'.345"E
JaNe01	<i>Nerium oleander</i> (soil)	Aug. 2018	Jahan Nama Garden	29°37'.396"N	052°33'.572"E
<i>Pythium catenulatum</i>					
GbPi01	<i>Platyclusus orientalis</i> (soil)	Feb. 2018	Golestan Blvd.	29°37'.377"N	052°33'.598"E
ChCh03	<i>Chamaerops humilis</i> (soil)	Apr. 2018	Chamran Blvd.	29°37'.372"N	052°33'.603"E
ChSa06	<i>Salix babylonica</i> (soil)	Mar. 2018	Chamran Blvd.	29°37'.372"N	052°33'.603"E
ChU101	<i>Ulmus boissieri</i> (soil)	Jul. 2018	Chamran Blvd.	29°37'.372"N	052°33'.603"E
SgPo04	<i>Populus tremula</i> (soil)	Aug. 2018	Shaghayegh Garden	29°37'.342"N	052°33'.641"E
ChPi01	<i>Pinus mugo</i> (soil)	Aug. 2018	Chamran Street	29°37'.341"N	052°33'.641"E
JgCu04	<i>Cupressus sempervirens</i> (soil)	May 2018	Jannat Garden	29°36'.953"N	052°34'.091"E
JgSa09	<i>Salix alba</i> (soil)	May 2018	Jannat Garden	29°36'.968"N	052°34'.058"E
<i>Pythium echinulatum</i>					
MpCi05	<i>Citrus aurantium</i> (root)	Jul. 2018	Melli Garden	29°36'.968"N	052°34'.056"E
SiCa07	<i>Callistemon citrinus</i> (soil)	Jun. 2018	Sibzar Garden	29°36'.998"N	052°34'.037"E
<i>Pythium hydnosporum</i>					
RgCh02	<i>Chamaerops humilis</i> (soil)	Aug. 2018	Raaz Garden Restaurant	30°03'.603"N	052°22'.690"E
SgAi12	<i>Ailanthus altissima</i> (soil)	Apr. 2018	Shaghayegh Garden	30°03'.603"N	052°22'.690"E
AzRo8	<i>Robinia hispida</i> (soil)	Sept. 2018	Azadi Park	30°03'.603"N	052°22'.690"E
<i>Pythium irregulare</i>					
AzPh01	<i>Phoenix canariensis</i> (root)	Mar. 2018	Azadi Park	29°39'44.7"N	052°29'17.3"E
MpCu02	<i>Cupressus sempervirens</i> (soil)	Aug. 2018	Melli Garden	29°39'45.0"N	052°29'56.6"E
AzPh07	<i>Phoenix canariensis</i> (soil)	May 2018	Azadi Park	29°39'08.2"N	052°28'46.8"E
JgPy02	<i>Pyracantha coccinea</i> (root)	Jul. 2018	Jannat Garden	29°38'15.7"N	052°28'46.8"E
ErCh01	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (soil)	Jun. 2018	Eram Garden	29°37'41.7"N	052°34'.037"E
<i>Pythium kashmirensis</i>					
GbMo1	<i>Morus alba</i> (soil)	Apr. 2018	Golestan Blvd.	29°37'.519"N	052°33'.318"E
ErCh05	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (soil)	May 2018	Eram Garden	29°37'.735"N	052°32'.466"E
<i>Pythium megalacanthum</i>					
MpCi03	<i>Citrus aurantium</i> (soil)	Apr. 2018	Melli Garden	29°37'.781"N	052°32'.241"E
ChU103	<i>Ulmus boissieri</i> (soil)	May 2018	Azadi Park	29°36'12.7"N	052°22'.690"E
GbPh12	<i>Phoenix canariensis</i> (soil)	Jun. 2018	Golestan Blvd.	29°38'15.7"N	052°28'46.8"E
<i>Pythium middletonii</i>					
GbCu03	<i>Cupressus sempervirens</i> (soil)	Jul. 2018	Golestan Blvd.	29°37'.519"N	052°33'.318"E
ErAc01	<i>Acer pseudoplatanus</i> (root)	Aug. 2018	Eram Garden	29°36'12.7"N	052°22'.690"E
<i>Pythium numm</i>					
GbCu04-1	<i>Cupressus arizonica</i> (leaf)	Jun. 2018	Golestan Blvd.	30°03'.603"N	052°22'.690"E
AzRo17	<i>Robinia hispida</i> (soil)	Jul. 2018	Azadi Park	29°37'.733"N	052°32'.332"E
<i>Pythium oligandrum</i>					
MpPi02	<i>Pinus brutia</i> (soil)	Aug. 2018	Melli Garden	29°37'.781"N	052°32'.241"E
ErPi04	<i>Pinus elderica</i> (soil)	Jul. 2018	Eram Garden	052°22'.690"E	052°33'.338"E
RgPi08	<i>Pinus mugo</i> (soil)	Aug. 2018	Raaz Garden Restaurant	29°37'.733"N	052°32'.332"E
MpCe12	<i>Celtis australis</i> (soil)	Aug. 2018	Raaz Garden Restaurant	29°37'.780"N	052°32'.419"E
<i>Pythium sylvaticum</i>					
SgPi04	<i>Pinus mugo</i> (crown)	Jun. 2018	Shaghayegh Garden	30°03'.603"N	052°22'.690"E



**جدول ۲-** ریخت‌شناسی پرگنه و میزان رشد (میلی‌متر در روز) گونه‌های آمیستی درختان زینتی شهرستان شیراز در ۲۵ درجه سلسیوس در محیط کشت‌های مختلف

**Table 2.** Colony morphology and growth rate (mm/d) of oomyceteous species from ornamental trees of Shiraz (Iran) at 25 °C on various media

Taxon	HSA <sup>1</sup>		MEA <sup>2</sup>		CA <sup>3</sup>		PDA <sup>4</sup>		CMA <sup>5</sup>	
	Growth	Colony	Growth	Colony	Growth	Colony	Growth	Colony	Growth	Colony
<i>Phytophthora cactorum</i> (AzCu01)	5	Rad	10	Med	2	Med	10	Med	5	Rad
<i>Ph. capsici</i> (RgEu03)	5	NP	5	NP	4	NP	7	NP	3	NP
<i>Ph. nicotianae</i> (GbCi01)	20	NP	7	Chry	9	Ros	10	Med	5	NP
<i>Phytophythium litorale</i> (AzMo1a)	30	Med	10	Med	5	Chry	5	Ros	15	St
<i>Pp. oedochilum</i> (MpCu04)	20	Rad	30	Ros	10	Chry	30	Ros	20	Rad
<i>Pp. ostracodes</i> (MpCu03-1)	2	Rad	30	Rad	25	Chry	20	Ros	2	Rad
<i>Pp. palingenes</i> (GbEu1a)	10	NP	2	NP	10	Med	7	Ros	5	NP
<i>Pp vexans</i> (RgCu01)	2	NP	30	Rad	2	Rad	10	Ros	3	Rad
<i>Pythium aphanidermatum</i> (GbCu01)	10	NP	30	NP	30	NP	30	NP	4	NP
<i>Py. catenulatum</i> (GbPi01)	30	Rad	30	Ros	0.1	Uni	30	St	20	Rad
<i>Py. echinulatum</i> (MpCi05)	1	Chry	30	Chry	0.1	Uni	30	Chry	20	Uni
<i>Py. hydnosporum</i> (RgCh02)	0.5	NP	8	Chry	7	NP	6.3	Ros	0.5	NP
<i>Py. irregulare</i> (AzPh01)	0.5	NP	4.2	Chry	5.1	Chry	3.5	NP	1.5	NP
<i>Py. kashmirensis</i> (GbMo1)	15	Rad	25	Rad	1	Uni	20	Ros	26	Rad
<i>Py. megalacanthum</i> (MpCi03)	30	NP	12	Ros	2	NP	27	Chry	21	Rad
<i>Py. middletonii</i> (GbCu03)	11	Rad	12	Chry	0.5	Uni	1	Rad	10	Rad
<i>Py. nunn</i> (GbCu04-1)	0.5	NP	0.5	Chry	2.1	Rad	3	Med	0.5	NP
<i>Py. oligandrum</i> (MpPi02)	24	Rad	30	Ros	0.5	NP	30	Ros	25	Uni
<i>Py. sylvaticum</i> (SgPi04)	0.5	NP	3.3	Ros	4.5	Ros	2.2	NP	0.5	NP

<sup>1</sup>HSA= Hempseed agar; <sup>2</sup>MEA= Malt extract agar; <sup>3</sup>CA= Carrot agar; <sup>4</sup>PDA= Potato dextrose agar; <sup>5</sup>CMA= Corn meal agar; <sup>6</sup>Rad= radiate, Ros= rosette, Med= mediated, NP= no particular pattern, Uni= uniform, St= star-shaped

## جدول ۳- مقایسه خصوصیات ریخت‌شناختی گونه‌های آمیستی در این پژوهش

Table 3. Comparison of morphological characteristics of oomycetous species in this study

Character	Taxon							
	<i>Phytophthora cactorum</i>	<i>Phytophthora capsici</i>	<i>Phytophthora nicotianae</i>	<i>Phytophthora litorale</i>	<i>Phytophthora oedochilum</i>	<i>Phytophthora ostracodes</i>	<i>Phytophthora paligenes</i>	<i>Phytophthora vexans</i>
Sporangia								
Papillae	+	+	+	+	-	+	-	+
Average length (µm)	30	32	50	40	22.2	31	47	38
Range length (µm)	25-43	28-40	45.3-57.1	37-43.5	20.1-26.3	30-35	45.5-48.9	37.2-44
Average width (µm)	20	25	40	35	20	27	39	29
Range width (µm)	19-29	21-39	37.6-45.9	30-41.1	19.7-23.5	25.9-34	36.1-43.8	27-32
Length width ratio	1.5	1.9	1.5	1.3	1.2	1.1	1.6	1.2
Shapes	Globose, ovoid	Ovoid, ellipsoid	Ovoid, ellipsoid	Globose, ovoid	Subglobose, ovoid	Subglobose, ovoid	Globose, ovoid	Globose, ovoid
Proliferation	-	-	-	+	+	+	+	+
Average pore diam. (µm)	5	4	8	3	1.9	7	6.8	12
Range (µm)	3-5.5	3-5.3	6.7-12	2.9-6.6	1.3-2.4	4.1-7.7	5.6-7.9	6.9-12.4
Mating type	Homothallic	A2	A1	Sterile	Homothallic	Homothallic	Homothallic	Homothallic
Oogonia								
Average diam. (µm)	32	34	29	-	27.7	30	40.2	28
Range (µm)	29-40	28-43	27-38.9	-	25.1-29.3	28.3-34	38.6-45.6	27.4-32.8
Oospores								
Average diam. (µm)	25	29	21	-	23.6	28	28	25
Range (µm)	20-30	26-43	19-24.3	-	22-27.4	27.2-29.7	27.9-41.8	24.6-29.9
Type	Plerotic and aplerotic	Nearly plerotic	Aplerotic	-	Aplerotic	Aplerotic	Aplerotic	Aplerotic
Oospore wall average (µm)	4	2	2	-	1.5	4	4	3
Antheridia								
Average diam. (µm)	10	10	18	-	13 × 4	15 × 7	20 × 4	25 × 3.2
Range (µm)	7-13	7.2-12.7	14.2-21	-	12.1 × 2-14 × 5	14 × 5-16 × 9.1	19 × 3.5-23 × 6	24 × 2-26 × 2.9
Hyphae								
Average width (µm)	3	3.5	3	-	6	6.1	6.5	4.5
Range (µm)	2.7-7	3-5.9	2.4-7	-	3.9-7.2	5.4-6.8	5.7-6.9	4-7

جدول ۴- مقایسه خصوصیات ریخت‌شناختی گونه‌های *Pythium* در این پژوهش

Table 4. Comparison of morphological characteristics of *Pythium* species in this study

Character	Taxon										
	<i>P. aphanidermatum</i>	<i>P. catenulatum</i>	<i>P. echinulatum</i>	<i>P. hydnosporum</i>	<i>P. irregulare</i>	<i>P. kashmirensense</i>	<i>P. megalacanthum</i>	<i>P. middletonii</i>	<i>P. nunn</i>	<i>P. oligandrum</i>	<i>P. sylvaticum</i>
Sporangia											
Papillae	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
Average length (µm)	Var. <sup>1</sup>	Var.	33	-	30	Var.	38	30	-	Var.	-
Range length (µm)	Var.	Var.	32.1-34.8	-	27-34	Var.	35.8-40.2	29-31	-	Var.	-
Average width (µm)	Var.	Var.	27	-	20	Var.	27	25	-	Var.	-
Range width (µm)	Var.	Var.	26.5-33	-	19.1-21	Var.	26-28.3	24.4-25.8	-	Var.	-
Length: width ratio	Var.	Var.	1.1	-	1.3	Var.	1.6	1.2	-	Var.	-
Shapes	Inflated	Filamentous	Subglobose	-	Ovoid, globose	Filamentous	Ellipsoid, ovoid	Ovoid	-	Inflated	-
Proliferation	Var.	Var.	+	-	-	Var.	+	+	-	Var.	-
Average pore diam. (µm)	Var.	Var.	7	-	3	Var.	3.5	3	-	Var.	-
Range (µm)	Var.	Var.	6.3-9.5	-	2.4-7	Var.	3-5.9	2.7-4	-	Var.	-
Mating type	Homothallic	Homothallic	Homothallic	Homothallic	Homothallic	Homothallic	Homothallic	Homothallic	Homothallic	Homothallic	Homothallic
Oogonia											
Average diam. (µm)	43	27	30	35	25	33	35	33	30	35	23
Range (µm)	39-47	26.4-29	27.4-32	34.1-36.9	24-26.3	30.2-34.9	34.2-35.9	31-34.2	28.9-33	32.8-35.8	21-23.6
Oospores											
Average diam. (µm)	30	20	26	30	23	26	30	27	27.8	30	20
Range (µm)	28.9-36.3	19.7-27	25.8-30	27.9-33	22.2-24.5	25-27.7	28.7-33	26-28.1	27-30	27-32	19.6-21
Type	Aplerotic	Aplerotic	Aplerotic	Aplerotic	Aplerotic	Aplerotic	Aplerotic	Aplerotic	Aplerotic	Aplerotic	Aplerotic
Oospore wall average (µm)	2	2	3	1.5	2	3	2	1	2	3	1
Antheridia											
Average diam. (µm)	15 × 10	5	6 × 2	4	Var.	12	4 × 2	4	7	5	12
Range (µm)	14 × 7-16 × 11.5	4.5-5.7	5 × 1.3-7 × 3	3.5-5.1	Var.	11-13	3.1 × 1.2-5 × 3.5	3.2-5	6.5-8.1	4-5.5	11-13.4
Hyphae											
Average width (µm)	5	3.3	6	5	5.5	5.5	8	7	5.5	5	7
Range (µm)	4.6-8.7	3-5.1	5.1-7	3-5.6	5-6.3	5-6	7.2-8.4	6.5-7.8	5-6.5	4.5-6	6.5-7.8

<sup>1</sup>Var.= variable

جدول ۵- میانگین آهنگ رشد شعاعی (میلی متر در روز) گونه‌های مورد آزمون در این پژوهش در دماهای مختلف روی محیط کشت عصاره ذرت-آگار

**Table 5.** Average radial growth rate (mm/d) of tested species in this study at various temperatures on Corn Meal-Agar

Taxon	Temperature (°C)									
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
<i>Phytophthora cactorum</i> (AzCu01)	0	0	0	3	4	5	13	11	1	0
<i>Ph. capsici</i> (RgEu03)	0	0	0	1	2	3	12	9	0	0
<i>Ph. nicotianae</i> (GbCi01)	0	0	0	3	4	5	11	12	3	0
<i>Phytophthium litorale</i> (AzMo1a)	0	0	0	4	12	15	20	19	0	0
<i>Pp. oedoehilum</i> (MpCu04)	0	0	5	2	14	20	23	24	0	0
<i>Pp. ostracodes</i> (MpCu03-1)	0	0	1	1	4	6	10	17	0	0
<i>Pp. palingenes</i> (GbEu1a)	0	0	1	4	5	5	7	9	0	0
<i>Pp. vexans</i> (RgCu01)	0	0	1	2	4	5	8	14	1	0
<i>Pythium aphanidermatum</i> (GbCu01)	0	0	0	2	17	20	30	30	15	2
<i>Py. catenulatum</i> (GbPi01)	0	0	0	7	15	20	30	30	12	3
<i>Py. echinulatum</i> (MpCi05)	0	0	0	9	13	20	21	20	0	0
<i>Py. hydnosporum</i> (RgCh02)	0	0	0	1	2	3	6	5	0	0
<i>Py. irregulare</i> (AzPh01)	0	0	0	1	2	4	7	12	0	0
<i>Py. kashmirensis</i> (GbMo1)	0	0	0	20	23	26	30	30	0	0
<i>Py. megalacanthum</i> (MpCi03)	0	0	0	2	15	21	25	21	0	0
<i>Py. middletonii</i> (GbCu03)	0	0	0	2	5	10	15	16	0	0
<i>Py. numm</i> (GbCu04-1)	0	0	0	0	1	12	17	12	1	0
<i>Py. oligandrum</i> (MpPi02)	0	0	0	2	17	25	30	26	4	0
<i>Py. sylvaticum</i> (SgPi04)	0	0	0	0	5	9	11	11	0	0

## References

- Abdul Baten, M.D., Asano, T., Motohashi, K., Ishiguro, Y., Ziaur Rahman, M., Inaba, S., Suga, H. & Kageyama, K. 2014. Phylogenetic relationships among *Phytophthium* species, and re-evaluation of *Phytophthium fagopyri* comb. nov. recovered from damped-off buckwheat seedlings in Japan. *Mycological Progress* 13(4): 1145–1156.
- Abdul Baten, M.D., Mingzhu, L., Motohashi, K., Ishiguro, Y., Rahman, M.Z., Suga, H. & Kageyama, K. 2015. Two new species, *Phytophthium iriomotense* sp. nov. and *P. aichiense* sp. nov., isolated from river water and water purification sludge in Japan. *Mycological Progress* 14: 2–13.
- Alilobonab, S., Moravaj, G., Heidari, M. & Ditrish, C. 2016. Species variation of Cicadellidae leafhoppers in Mashhad green space along with the introduction of predominant species. *Proceedings of the 21st.*

- Iranian Plant Protection Congress, 27–30 Aug., Karaj, Iran: 449.
- Bala, K., Robideau, G.P., Lèvesque, A., de Cock, A.W.A.M., Adad, Z.G., Lodhi, A.M., Shahzad, S., Ghaffar, A. & Coffey, M.D. 2010. *Phytophythium* Adad, de Cock, Bala, Robideau, Lodhi & Lèvesque gen. nov. and *Phytophythium sindhum* Lodhi, Shahzad & Lèvesque sp. nov. *Persoonia* 24: 136–137.
- Banihashemi, Z., MacDonald, J.D. & Stite, J. 1992. Combine baiting and ELISA to detect and quantify *Phytophthora* spp. in container media. *Phytopathology* 82: 1101 (Abstract).
- Bolboli, Z. & Mostwofizadeh-Ghalamfarsa, R. 2014. Identification of *Phytophythium vexans*, the casual agent of ivy root rots in Shiraz. Proceedings of the 21st. Iranian Plant Protection Congress, 23–26 Aug., Urmia, Iran: 864.
- Bolboli, Z. & Mostwofizadeh-Ghalamfarsa, R. 2015. Phylogenetic relationships and taxonomic characteristics of *Pythium* spp. isolates in cereal fields of Fars province. *Iranian Journal of Plant Pathology* 51(4): 471–492.
- Campbell, W.A. & Hendrix, F.F. 1967a. *Pythium* and *Phytophthora* populations in southern forest tree nurseries. *Phytopathology* 57: 457 (Abstract).
- Campbell, W.A. & Hendrix, F.F. 1967b. A new heterothallic *Pythium* from Southern United States. *Mycologia* 59: 274–278.
- Chenari Bouket, A., Babai-Ahari, A., Arzanlou, M. & Tojo, M. 2016. Morphological and molecular characterization of *Phytophythium litorale* and *Pp. oedochilum* from Iran. *Nova Hedwigia* 102(1–2): 257–270.
- de Cock, A.W.A.M., Lodhi, A.M., Rintoul, T.L., Bala, K., Robideau, G.P., Abad, Z.G., Coffey, M.D., Shahzad, S. & Lèvesque, C.A. 2015. *Phytophythium*: molecular phylogeny and systematics. *Persoonia* 34: 25–39.
- Drechsler, C. 1930. Some new species of *Pythium*. *Journal of the Washington Academy of Sciences* 20: 298–418.
- Ershad, D. 2009. *Fungi of Iran*. Iranian Research Institute of Plant Protection, 558 pp., Tehran, Iran.
- Erwin, D.C. & Ribeiro, O.K. 1996. *Phytophthora Diseases Worldwide*. APS Press, 592 pp., St. Paul, Minnesota, USA.
- Galaen, R. & Venn, K. 1979. *Pythium sylvaticum* and other fungi associated with root die-black of 2–0 seedlings of *Picea abies* in Norway. *Meddelelser fra Norsk institutt for Skogforskning* 34: 265–280 (In Norwegian).
- Gallegly, M.E., ChuanXue, H. & Hong, C. 2008. *Phytophthora*: Identifying Species by Morphology and DNA Fingerprints. APS Press, 158 pp., St. Paul, Minnesota, USA.
- Gunnell, P.S. & Webster, R.K. 1988. Crown and root rot of cultivated wild rice in California caused by *Phytophthora erythroseptica* sensu lato. *Plant Disease* 72(10): 909–910.
- Hatami, N., Zamanizadeh, H.R. & Aminaii, M.M. 2008. Collection and identification of plant pathogenic fungi in cucumber greenhouse. Proceedings of the 18th. Iran Plant Protection Congress, 24–27 Aug., Hamedan, Iran: 195.
- Hulvey, J., Telle, S., Nigrelli, L., Lamour, K. & Thines, M. 2010. *Salisapiliaceae*- a new family of oomycetes from marsh grass litter of southeastern North America. *Persoonia* 25: 109–116.

- Jeffers, S.N. & Martin, S.B. 1968. Comparison of two media selective for *Phytophthora* and *Pythium* species. *Plant Disease* 70(11): 1035–1043.
- Jesus, A.L., Gonçalves, D.R., Rocha, S.C.O., Marano, A.V., Jerônimo, G.H., De Souza, J.I. & Pires-Zottarelli, C.L.A. 2016. Morphological and phylogenetic analyses of three *Phytophthora* species (Peronosporales, Oomycota) from Brazil. *Cryptogamie, Mycologie* 37: 117–128.
- Khodashenas Roudsari, M., Okhovat, S.M., Mirabolfathi, M. & Kafi, M. 2010. Pathogenicity of three *Pythium* species isolates on turfgrass in Tehran province. *Journal of Plant Protection* 24(1): 20–28.
- Lévesque, C.A. & de Cock, A.W.A.M. 2004. Molecular phylogeny and taxonomy of the genus *Pythium*. *Mycological Research* 108(12): 1363–1383.
- Marano, A.V., Jesus, A.L., de Souza, J.I., Jeronimo, G.H., Goncalves, D.R., Boro, M.C., Rocha, S.C.O. & Pires-Zottarelli, C.L.A. 2015. Ecological roles of saprotrophic Peronosporales (Oomycetes, Straminipila) in natural environments. *Fungal Ecology* 19: 77–88.
- Marano, A.V., Jesus, A.L., De Souza, J.I., Leão, E.M., James, T.Y., Jerônimo, G.H., de Cock, A.W.A.M. & Pires-Zottarelli, C.L.A. 2014. A new combination in *Phytophthora*: *P. kandeliae* (Oomycetes, Straminipila). *Mycosphere* 5: 510–522.
- Mirabolfathy, M. & Ershad, D. 1996. Studies on the conifer damping-off in the forest nurseries of northern and central Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology* 32: 16–26.
- Mirabolfathy, M. & Ershad, D. 1997. Occurrence of root and stem rot of *Pinus eldarica* in Tehran. *Iranian Journal of Plant Pathology* 33: 220–221.
- Mirabolfathy, M. & Ershad, D. 1998. *Phytophthora* root and stem rot of several ornamental plants in central and northern provinces of Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology* 34: 47–55.
- Mostowfizadeh-Ghalamfarsa, R. 2016. *Pythium* Species in Iran. Shiraz University Press, 230 pp, Shiraz, Iran.
- Mostowfizadeh-Ghalamfarsa, R. & Banihashemi, Z. 2005. Identification of soil *Pythium* species in Fars province of Iran. *Iranian Journal of Science and Technology* 29(A1): 79–87.
- Nakagiri, A., Tokumasu, S., Araki, H., Koreeda, S. & Tubaki, K. 1989. Succession of fungi in decomposing mangrove leaves in Japan, pp. 297–301. *In: Recent Advances in Microbial Ecology* (Hattori, T., Ishida, Y., Maruyama, Y., Morita, R. & Uchida, A., eds). Japan Scientific Society Press, Tokyo, Japan.
- Nigrelli, L. & Thines, M. 2013. Tropical Oomycetes in the German high climate warming or overlooked diversity? *Fungal Ecology* 6: 152–160.
- Ranjbaran, M., Alizadeh, A. & Safaie, N. 2006. Genetic diversity of Iranian populations of *Phytophthora nicotianae* using RAPD and ISSR markers. *Iranian Journal of Plant Pathology* 42: 619–638.
- Salmaninezhad, F. & Mostowfizadeh-Ghalamfarsa, R. 2017a. Taxonomy, phylogeny and pathogenicity of *Pythium* species in rice paddy fields of Fars Province. *Iranian Journal of Plant Pathology* 53(1): 31–50.
- Salmaninezhad, F. & Mostowfizadeh-Ghalamfarsa, R. 2017b. Phylogeny of *Phytophthora* and

- Phytophthium* species associated with rice in Fars province (Iran). *Rostaniha* 18(1): 1–15.
- Tan, K.H. 1996. *Soil Sampling, Preparation and Analysis*. Marcel Dekker Inc., 408 pp., New York, USA.
- Tuit, J. 1969. *Plant Pathological Methods*. Burgess Publishing Co., 293 pp., USA.
- Uzuhashi, S., Tojo, M., & Kakishima, M. 2010. Phylogeny of the genus *Pythium* and description of new genera. *Mycosience* 51: 337–365.
- Plaäts-Niterink, A.J. van der. 1981. Monograph of the Genus *Pythium*. *Studies in Mycology*. No. 21. Centraalbureau voor Schimmelcultures, The Netherlands.
- Yang, X., Tyler, B.M. & Hong, C. 2017. An expanded phylogeny for the genus *Phytophthora*. *IMA Fungus* 8(2): 355–384.