رستنیها ۲۴(۱): ۴۶–۳۹ (۱۴۰۲) – مقاله پژوهشی Rostaniha 24(1): 39–46 (2023) – Research Article

DOI: 10.22092/BOT.J.IRAN.2023.361307.1347

نخستین گزارش از *Circinella muscae* برای فونگای ایران

دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۰۴ / پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۰۴

عباس آتشی خلیل‌آباد: دانشجوی دکتری بیماری‌شناسی گیاهی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ۷۷۸۷۱-۳۱۵۸۷، ایران

خلیل‌بِردی فتوحی‌فر✉: دانشیار قارچ‌شناسی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۷۷۸۷۱-۳۱۵۸۷، ایران (fotowhi@ut.ac.ir)

چکیده

طی مطالعه آرایه‌های قارچی در مناطق مختلف استان مرکزی در بهار ۱۴۰۱، جدایه قارچی با ویژگی‌های ریخت‌شناختی مشابه جنس *Circinella* از گیاه فیکوس (*Ficus altissima*) دارای علایم لکه‌برگی به دست آمد. براساس بررسی‌های ریخت‌شناختی از قبیل موجدار بودن یا نبودن اسپورانژیوفورها، حضور یا عدم حضور خارها روی انشعابات تولیدکننده اسپورانژیوم‌ها، تشکیل یا عدم تشکیل ساختارهای خاص در پایه خارها، ویژگی‌های ظاهری ساختارهای خاص (منشعب یا بدون انشعاب و زگیل‌دار یا بدون زگیل)، مقاوم یا شکننده بودن اسپورانژیوم‌ها، شکل و اندازه اسپورانژیوسپورها، صاف یا زگیل‌دار بودن نوک ستونک‌ها و همچنین فیلوژنی مولکولی مبتنی بر توالی نوکلئوتیدی حاصل از تکثیر نواحی ITS-nrDNA، جدایه به دست آمده (UTR29) تحت گونه *C. muscae* شناسایی و توصیف گردید. براساس بررسی‌های انجام شده، گونه *C. muscae* آرایه جدیدی برای فونگای ایران بوده و برای نخستین بار گزارش و توصیف می‌شود. به علاوه، گیاه فیکوس میزبان جدیدی (matrix nova) برای *C. muscae* در دنیا معرفی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آرایه قارچی، تنوع زیستی، فیکوس، فیلوژنی، میزبان

First report of *Circinella muscae* for funga of Iran

Received: 31.01.2023 / Accepted: 25.05.2023

Abbas Atashi Khalilabad: PhD Student in Plant Pathology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, 31587-77871, Iran

Khalil-Berdi Fotouhifar✉: Associate Prof. in Mycology, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, 31587-77871, Iran (fotowhi@ut.ac.ir)

Summary

During the study of fungal taxa in different regions of Markazi province (Iran) in spring of 2022, a fungal isolate with similar characteristics of *Circinella* Tiegh. & G. Le Monn. was obtained from the leaf spot symptom of *Ficus altissima* Blume. Based on the combined morphological characteristics and the sequence data of the ITS-nrDNA regions, recovered isolate (UTR29) was identified as *C. muscae* (Sorokin) Berl. & De Toni. Sporangiophores arising from the substrate or aerial mycelia, at first colorless then becoming pale brown, 6–11 µm in diam., erect, growing indefinitely, branching sympodial; branches sometimes 2–3- septate, at the end, bearing a single fertile sporangium, two fertile sporangia or a single fertile sporangium and a sterile spine; spines sterile, pale brown and cut off by a septum; sporangia diverse in size, multispored, globose to slightly dorsiventrally, with persistent wall, smooth, breaking, at first hyaline then becoming brownish yellow to gray with age, 30–61 × 29–58 µm in size; collumellae mostly hyaline, rarely light brown, diverse in shape, pyriform, oval, conical, subglobose, 18–30 × 15–28 µm in size; sporangiospores globose to oval, aseptate, grayish brown in color, black color in mass (inside of the sporangium), smooth, 3–7 × 3–6 µm in size. The nuclear ITS-rDNA of the isolate was amplified by ITS1/ITS4 primer pairs and the PCR product was sequenced. The resulting sequence was deposited in the GenBank (NCBI) with accession number of OQ550282. In the ML phylogenetic tree, isolate UTR29 was clustered with the other *Circinella* species with a bootstrap support of 100%. In addition, UTR29 was grouped with the other isolates of *C. muscae* (KF805762, KF805763 and MN431502) with a bootstrap support of 80%. Based on the bibliography, *C. muscae* is a new taxon for funga of Iran and *Ficus altissima* Blume is a new host (matrix nova) for *C. circinans* in the world. Living culture of isolate UTR29 was deposited in Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran Culture Collection (Karaj, Iran) under accession number ABRIICC 10371.

Keywords: Biodiversity, *Ficus*, fungal taxon, host, phylogeny

مقدمه

فیکوس (*Ficus* L.) یکی از جنس‌های مهم گیاهی از تیره توت (*Moraceae*) با بیش از ۸۵۰ گونه است. اعضای این جنس به صورت درختی، درختچه‌ای، بالارونده یا خزنده، یک‌پایه یا دوپایه، دارای شیرابه، برگ‌های همیشه سبز یا خزان‌کننده با شکل و اندازه‌های متنوع هستند. این گروه از گیاهان در مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری جهان رشد می‌کنند (Banik *et al.* 2020). گونه *Ficus altissima* Blume گیاهی زینتی، چندساله با برگ‌های نسبتا ضخیم و همیشه سبز است. خاستگاه اولیه این گیاه کشورهای چین و ژاپن است. از پوست تنه و برگ‌های این گیاه برای درمان بیماری‌های پوستی نیز استفاده می‌شود (Hwisa *et al.* 2013). براساس بررسی‌های انجام گرفته، آرایه‌های قارچی متنوعی از گیاه فیکوس در دنیا گزارش شده‌اند. به عنوان مثال در تحقیقی که توسط اَل-بحری و همکاران (Al-Bahry *et al.* 2005) در کشور عمان انجام گرفته، گونه *Ganoderma colossum* از گیاه *F. altissima* شناسایی و گزارش شده است. وانگ و همکاران (Wang *et al.* 2008)، قارچ *Ellisiopsis gallesiae* Bat. & Nascim. را از برگ‌های ریخته شده گیاه *F. altissima* در شمال کشور تایلند جداسازی و گزارش کرده‌اند. در پژوهشی که در کشور چین انجام شده، قارچ *Fusarium proliferatum* (Matsush.) Nirenberg از برگ گیاه *F. altissima* توسط لی و همکاران (Li *et al.* 2015) گزارش شده است. ژیا و همکاران (Xia *et al.* 2022) نیز برای نخستین بار قارچ *Lasiodiplodia fici* G.Y. Xia, Manawas., M. Luo & K.D. Hyde را از برگ گیاه *F. altissima* از کشور چین شناسایی و توصیف کرده‌اند. با توجه به اهمیت این گیاه زینتی از نظر سطح زیرکشت و پرورش آن در گلخانه‌های استان مرکزی و همچنین مطالعات علمی اندکی که در زمینه بررسی و شناسایی قارچ‌های مرتبط با این گیاه در دنیا صورت گرفته، پژوهش حاضر با هدف بررسی و گزارش برخی گونه‌های قارچی مرتبط با این گیاه انجام گرفته است.

براساس اطلاعات موجود، جدایه‌ای از این گونه در کلکسیون میکروارگانیسم‌های صنعتی واقع در پژوهشکده زیست-فناوری سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران نگهداری می‌شود. با مکاتبات به عمل آمده با مسئول کلکسیون مذکور، مشخص شد که اطلاعات کامل این جدایه از جمله محل جمع‌آوری، بستر، نام فردی که آن را جداسازی نموده و همچنین توصیف ریخت‌شناختی و توالی ITS-rDNA آن در دسترس نیست!

روش بررسی

- نمونه‌برداری و جداسازی قارچ

در بهار ۱۴۰۱، از برخی گلخانه‌های شهرستان محلات در استان مرکزی بازدید به عمل آمد و از بافت‌های گیاهان زینتی مختلف که دارای آلودگی قارچی بودند نمونه‌برداری انجام گرفت. نمونه‌های گیاهی جمع‌آوری شده با ثبت مشخصات مربوط به مکان، نام میزبان، تاریخ جمع‌آوری و موقعیت جغرافیایی (GPS)، درون پاکت‌های کاغذی قرار داده و به آزمایشگاه بیماری‌شناسی گیاهی دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران منتقل شدند و تا زمان جداسازی قارچ‌های همراه، در دمای چهار درجه سلسیوس نگهداری گردیدند. برای جداسازی آرایه‌های قارچی از نمونه‌های آلوده گیاهی از روش رفایی و همکاران (Refaei *et al.* 2011) با اندکی تغییرات استفاده شد. برای این منظور، جهت ضدعفونی سطحی با هدف زدودن قارچ‌های اپی‌فیت و گرد و خاک، بافت‌های گیاهی ابتدا در جریان ملایم آب شیر به مدت ۱۰ دقیقه شسته شدند. سپس بافت‌های گیاهی به ابعاد ۲ × ۲ سانتی‌متر بریده و به مدت ۳۰ ثانیه در اتانول ۷۰ درصد و بعد به مدت ۳۰ ثانیه در هیپوکلریت سدیم دو درصد و در نهایت به مدت دو دقیقه درون آب مقطر سترون با دو تکرار قرار داده شدند. در نهایت، بافت‌های گیاهی در بین کاغذ صافی سترون خشک و به تشتک‌های پتری حاوی محیط‌کشت آب-آگار (WA) دو درصد منتقل گردیدند. به این ترتیب، دو تشتک پتری از هر نمونه آلوده گیاهی کشت شد که هر کدام حاوی پنج قطعه از بافت آلوده برگ بود. تشتک‌های پتری تلقیح شده به انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سلسیوس منتقل شدند. قارچ‌های رشد کرده از حاشیه بافت‌های گیاهی به طور جداگانه توسط سوزن‌های ظریف و سترون برداشته و به تشتک‌های پتری جدید در محیط-کشت سیب زمینی-دکستروز-آگار (PDA) حاوی آنتی‌بیوتیک جنتامایسین و سولفات استرپتومایسین منتقل شدند. تشتک‌های پتری در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در انکوباتور نگه‌داری شدند.

- شناسایی قارچ

شناسایی جدایه قارچی در شرایط استاندارد و براساس خصوصیات ریخت‌شناختی، به کمک کلیدهای معتبر شناسایی و همچنین با استفاده از داده‌های حاصل از توالی‌یابی ناحیه ITS1-5.8S-ITS2 انجام گرفت. به منظور بررسی خصوصیات میکروسکوپی و اندازه‌گیری ابعاد ساختارهای تکثیری قارچ، اسلایدهای میکروسکوپی از اندام‌های قارچی در محلول لاکتوفنول و اسید لاکتیک ۹۰ درصد تهیه گردید. سپس به کمک میکروسکوپ نوری المپوس مدل BH2 (ساخت کشور ژاپن) مجهز

به خط‌کش میکرومتری اندام‌های بارده قارچ اندازه‌گیری شدند (حداقل ۵۰ مورد از هر یک از اندام‌های مورد نظر) و دامنه تغییرات اندازه آن‌ها نیز محاسبه گردید. تصاویر ریخت‌شناختی مربوط به جدایه قارچی با استفاده از میکروسکوپ نوری مجهز به دوربین مدل DSC-H9 تهیه و جدایه قارچی با استفاده از منابع معتبر موجود شناسایی و تعیین نام گردید.

در بررسی‌های مولکولی، به منظور تهیه توده میسلیومی مورد نیاز برای استخراج DNA، از محیط‌کشت جامد PDA و از پرگنه هفت روزه قارچ استفاده شد. جهت استخراج DNA ژنومی میسلیوم جدایه مورد بررسی، از روش ژانگ و استفنسون (Zhong & Steffenson 2001) با اندکی تغییرات استفاده شد. برای تکثیر ناحیه ITS1-5.8S-ITS2 از rDNA هسته‌ای از ترکیب آغازگرهای ITS1 و ITS4 استفاده گردید (White *et al*. 1990). مخلوط واکنش PCR با حجم ۲۵ میکرولیتر شامل ۱۱ میکرولیتر آب دیونیزه سترون، ۱۰ میکرولیتر بافر آماده واکنش، دو میکرولیتر آغازگر و دو میکرولیتر DNA تهیه شد. واکنش PCR در دستگاه ترموسایکلر (Eppendorf, Germany) و با ۳۵ چرخه تحت شرایط واسرشت‌سازی اولیه در دمای ۹۴ درجه سلسیوس به مدت پنج دقیقه، سپس برای چرخه‌ها، واسرشت‌سازی در دمای ۹۴ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ ثانیه، اتصال در دمای ۵۵ درجه سلسیوس به مدت ۴۵ ثانیه، بسط در دمای ۷۲ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ ثانیه و بسط نهایی در دمای ۷۲ درجه سلسیوس به مدت ۱۰ دقیقه انجام گردید. پس از اتمام واکنش، به منظور ارزیابی محصول تکثیرشده در PCR، از ژل آگاروز یک درصد به همراه نشانگر اندازه DNA ۱۰۰ بازی (Ladder Mix) ساخت شرکت SMOBIO و رنگ‌آمیزی با اتیدیوم بروماید یک درصد استفاده شد. خالص‌سازی و تعیین توالی ناحیه تکثیر شده از طریق شرکت ژنتیک کدون (واقع در استان تهران) انجام گردید. پس از اخذ توالی و ویرایش آن، این توالی با استفاده از ابزار جستجوی BLAST (Altschul *et al*. 1990) در بانک ژن (NCBI) با توالی‌های مرتبط مورد مقایسه قرار گرفت. توالی به دست آمده در این تحقیق به همراه ۲۵ توالی مرتبط اخذ شده از بانک ژن (NCBI) با استفاده از نرم‌افزار MEGA 6.0 (Tamura *et al*. 2013)، مرتب و هم‌ردیف‌سازی شدند. در ارزیابی توالی‌ها، از روش مقایسه توالی‌ها و ترسیم تبارنمای فیلوژنتیکی با روش maximum-likelihood (ML) (Felsenstein 1973) استفاده شد. ارزیابی پایداری تبارنماها با استفاده از شاخص اعتبارسنجی (bootstrap) و با ۱۰۰۰ تکرار انجام گرفت (Felsenstein 1985). توالی به دست آمده در این تحقیق، در پایگاه بانک ژن (NCBI) ثبت و رس‌شمار برای آن اخذ گردید. نتایج حاصله با شناسایی ریخت‌شناختی و مولکولی جدایه‌های تحقیقات قبلی مقایسه و تعیین نام گونه تایید گردید. جدایه مورد بررسی از این قارچ (UTR29) در کلکسیون ذخایر میکروبی کشاورزی پژوهشکده بیوتکنولوژی ایران، کرج (ABRIICC 10371) نگه‌داری می‌شود.

نتیجه

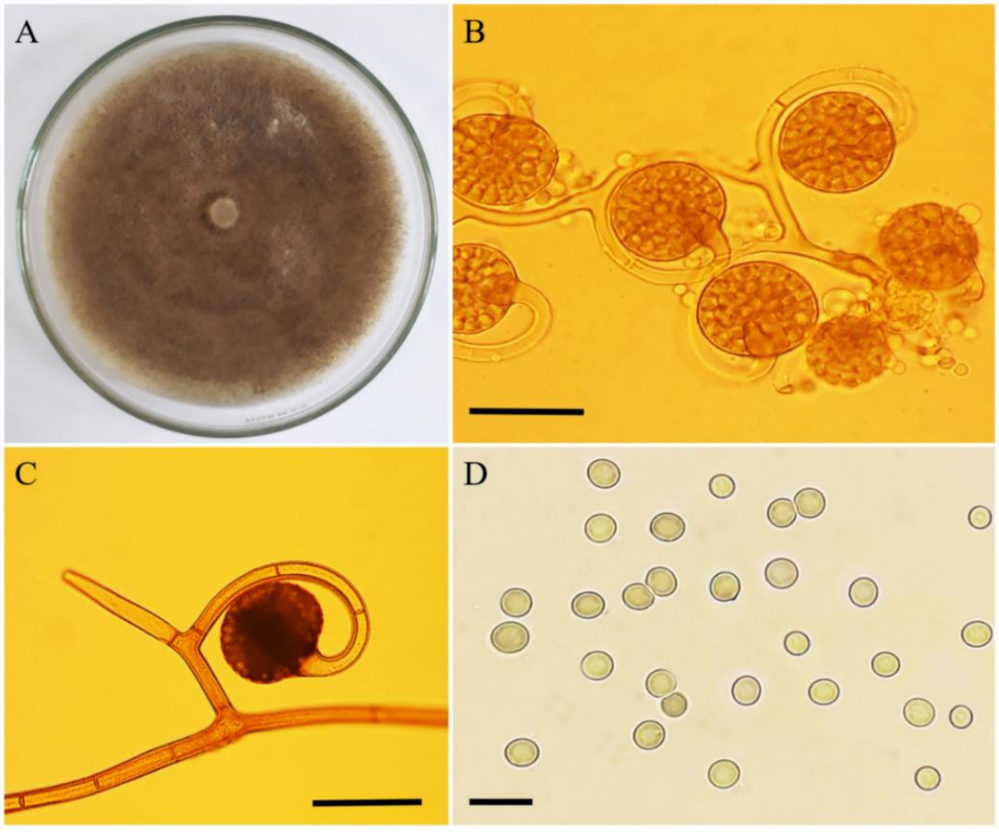
براساس بررسی‌های ریخت‌شناختی و فیلوژنی مولکولی، جدایه‌ای از جنس *Circinella* حاصل از گیاه فیکوس تحت نام *Circinella muscae* مورد شناسایی قرار گرفت. خصوصیات این آرایه به شرح زیر است:

Circinella muscae (Sorokīn) Berl. & De Toni, in Berlese, De Toni & Fischer, Syll. fung. (Abellini) 7(1): 216 (1888)

این گونه قارچی به خوبی روی محیط‌کشت سیب زمینی-دکستروز-آگار (PDA) رشد کرد و میزان رشد پرگنه روی این محیط‌کشت در دمای ۲۵-۲۳ درجه سلسیوس و تحت شرایط تناوب نوری ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت نور نزدیک به فرابنفش پس از هفت روز، ۸۰ میلی‌متر بود. پرگنه قارچ در ابتدا بی‌رنگ تا سفید، کم‌پشت و مسطح بود و حاشیه نامنظمی داشت. سپس با افزایش سن، میسلیوم‌ها توده‌ای شدند و رنگ آن‌ها به قهوه‌ای دارچینی تا خاکستری زیتونی تغییر یافت. ریسه‌ها قهوه‌ای کم‌رنگ تا قهوه‌ای تیره با سطحی صاف، گاهی دارای دیواره عرضی به قطر ۱۲-۸ میکرومتر بودند. این جدایه فاقد ریزوئید بود. اسپورانژیوفورها از میسلیوم‌های واقع در سطح بستر و هم از میسلیوم‌های هوایی منشاء گرفته که در ابتدا بی‌رنگ ولی با گذشت زمان به قهوه‌ای روشن تغییر رنگ دادند. اسپورانژیوفورها راست، دارای رشد نامحدود و با انشعابات سیمپودیال بودند. قطر اسپورانژیوفورها ۱۱-۶ میکرومتر و انشعابات آن‌ها دارای دو تا سه دیواره عرضی بارور و دایره‌ای شکل که در انتهای هر کدام، یک اسپورانژیوم بارور یا دو اسپورانژیوم بارور یا یک اسپورانژیوم بارور و یک خار نابارور وجود داشت. در بیشتر موارد، اسپورانژیوفورها کوتاه و در انتها دارای دو اسپورانژیوم بارور متناوب و بدون خار بودند. خارهای نابارور به رنگ قهوه‌ای روشن که توسط یک دیواره عرضی جدا شده بود. اسپورانژیوم‌ها به ابعاد متغیر با چندین هاگ، کروی تا کمی دارای دو پهلوی نامتقارن با دیواره مقاوم و سطح صاف که در ابتدا بی‌رنگ و با گذشت زمان به زرد مایل به قهوه‌ای تا خاکستری تغییر رنگ دادند. ابعاد اسپورانژیوم‌ها ۵۸-۲۹ × ۶۱-۳۰ میکرومتر بود. ستونک‌ها اغلب بی‌رنگ، به ندرت قهوه‌ای روشن و دارای شکل‌های مختلف، گلابی، تخم‌مرغی، مخروطی تا

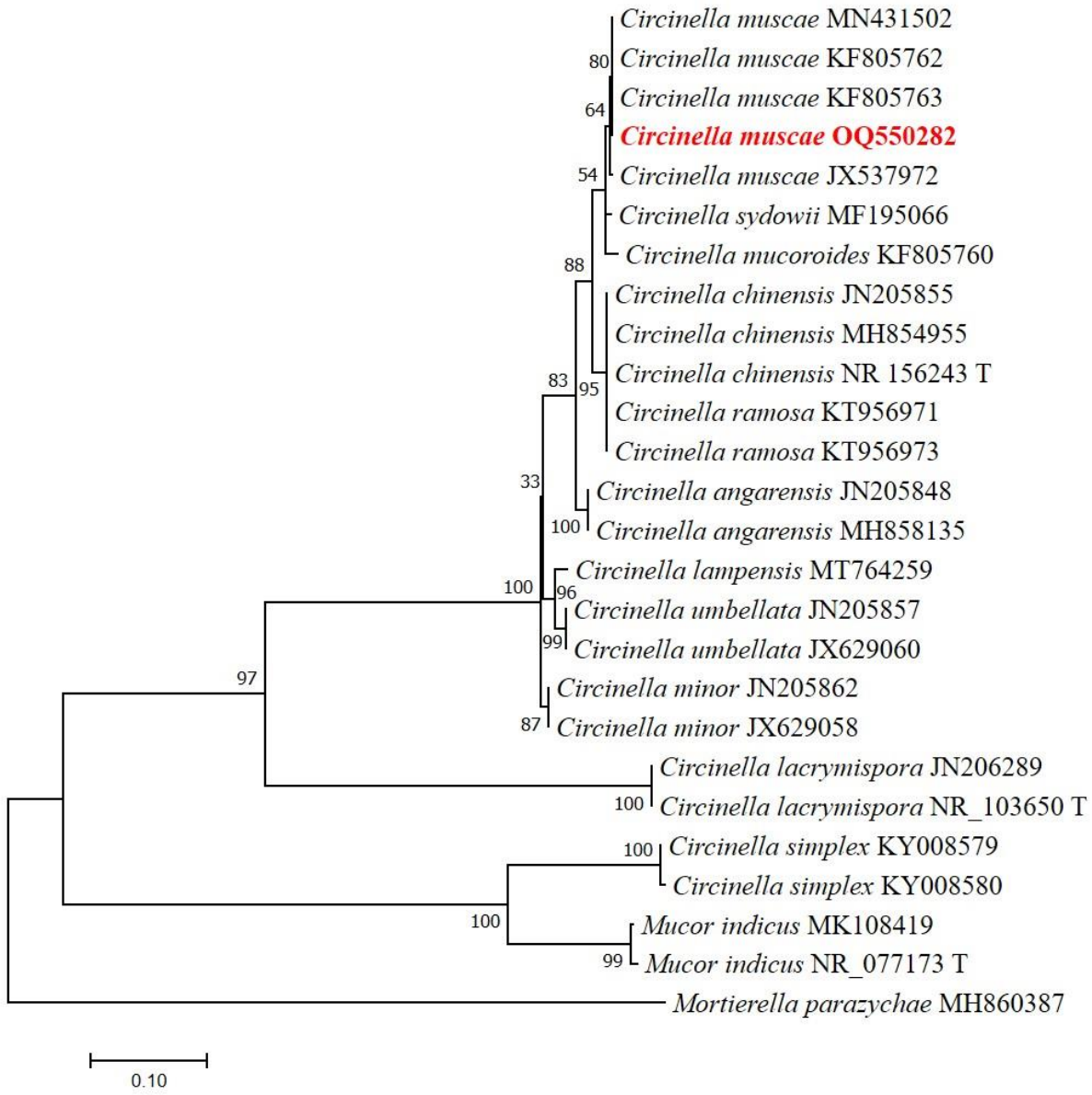
تقریبا کروی بودند. ابعاد ستونک‌ها ۲۸-۱۵ × ۳۰-۱۸ میکرومتر اندازه‌گیری شد. اسپورانژیوسپورها کروی تا تخم‌مرغی، بدون دیواره، به رنگ قهوه‌ای متمایل به خاکستری و در توده (داخل اسپورانژیوم) به رنگ متمایل به سیاه دیده شدند. سطح اسپورانژیوسپورها صاف و قطر آن‌ها ۶-۳ × ۷-۳ میکرومتر اندازه‌گیری شد. این گونه هتروتال بوده بنابراین، زیگوسپورانژیوم مشاهده نشد. همچنین، ریسه رونده (استولون) و کلامیدوسپور نیز در محیط‌کشت تولید نشدند (شکل ۱).

ویژگی‌های پرگنه و همچنین مشخصات ریخت‌شناختی جدایه مورد بررسی با توصیف گونه *C. muscae* ارایه شده توسط هسلتین و فنل (Hesseltine & Fennell 1955) و ژنگ و همکاران (Zheng *et al*. 2017) مطابقت داشت. برای کمک به شناسایی، ریخت‌شناختی و بررسی تبارزایی این گونه، نواحی ITS-rDNA هسته‌ای با استفاده از جفت آغازگرهای ITS1 و ITS4 (White *et al*. 1990) در جدایه UTR29 تکثیر و ترادف‌یابی گردید. ترادف به دست آمده با شماره دستیابی OQ550282 در بانک ژن (NCBI) ثبت شد. جستجوی بلاست توالی نوکلئوتیدی به دست آمده در بانک ژن (NCBI)، شباهت ۹۹ درصدی آن با توالی مربوط به استرین S2-10 از گونه *C. muscae* (JX537972) را نشان داد. در شجره تبارزایی ML ترسیم شده براساس توالی نواحی ITS، جدایه مورد بررسی (UTR29) با میزان اعتبارسنجی ۱۰۰ درصد با جدایه‌های معتبر مربوط به گونه‌های این جنس در یک گروه قرار گرفت (جدول ۱). همچنین، جدایه مورد بررسی با حمایت اعتبارسنجی ۸۰ درصد، در کنار جدایه‌های گونه *C. muscae* از بانک ژن (NCBI) (MN431502، KF805763 و KF805762) قرار گرفت (شکل ۲).



شکل ۱- *Circinella muscae* جدایه UTR29: A. سطح رویی پرگنه قارچ روی محیط‌کشت PDA بعد از گذشت ۱۰ روز در دمای ۲۵-۲۳ درجه سلسیوس و تناوب نوری ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت نور نزدیک به فرابنفش، B. انشعابات جانبی اسپورانژیوفور به همراه اسپورانژیوم‌های چندهاگی بالغ، C. اسپورانژیوم بالغ به همراه خار نابارور، D. اسپورانژیوسپورها (مقیاس‌ها: B–C = ۵۰ میکرومتر، D = ۱۰ میکرومتر).

Fig. 1. *Circinella muscae* isolate UTR29: A. Colony surface on PDA after ten days at 23–25 °C in 12/12 dark/nUV condition, B. Lateral branches of sporangiophore with mature multi-spored sporangia, C. Mature sporangium with sterile spine, E. Sporangiospores (Bars: B–C = 50 µm, D = 10 µm).



شکل ۲- درخت تبارزایی ترسیم شده با استفاده از توالی نوکلئوتیدی ناحیه ITS1-5.8S-ITS2 در ۲۵ آرایه براساس روش maximum likelihood در نرم‌افزار MEGA 6.0. اعداد بالای هر شاخه درصد اعتبارسنجی از ۱۰۰۰ تکرار را نشان می‌دهند. گونه *Mortierella parazychae* (MH860387) به عنوان گروه خارجی استفاده شده است [جدایه مورد مطالعه در این تحقیق به صورت پررنگ (قرمز) مشخص شده است].

Fig. 2. Maximum likelihood tree inferred from nucleotide sequence of ITS1-5.8S-ITS2 region in 25 taxa generated in MEGA 6.0 software. The numbers on the branches are the bootstrap values of 1000 replications. *Mortierella parazychae* (MH860387) was used as an out-group taxon [The strain indicated in bold (red) is the one obtained in the present study].

جدول ۱- توالی‌های مورد استفاده برای ترسیم تبارنمای فیلوژنتیکی براساس توالی نوکلئوتیدی نواحی ITS-nrDNA

Table 1. Sequences used for construction of phylogenetic tree based on the nucleotide sequences of the ITS-nrDNA regions

آرایه Taxon	جدایه Isolate	بستر/میزبان Substrate/Host	کشور Country	رس‌شمار در بانک ژن GenBank Accession Number ITS
Circinella muscae	CYR001	Rabbit dung	Taiwan	KF805762
	CYR011	Rabbit dung	Taiwan	KF805763
	IPBCC 19.1419	Sheep and rabbit dung	Indonesia	MN431502
	UTR29	***Ficus altissima***	**Iran (Mahallat)**	**OQ550282**
C. sydowii	SA2	Garden soil	India	MF195066
C. mucoroides	CYD1000719	Formosan sambar deer dung	Taiwan	KF805760
C. ramosa	CGMCC:3.14098	Soil	China	KT956971
	CGMCC:3.14088	Spinach field soil	China	KT956973
C. chinensis	CBS 140.28	Unknown	Netherlands	JN205855
	CBS 140.28	Unknown	Japan	MH854955
C. angarensis	CBS 172.62	Unknown	Netherlands	JN205848
	CBS 172.62	Unknown	United States	MH858135
C. minor	CBS 143.56	Unknown	Netherlands	JN205862
	WA27384	Unknown	Poland	JX629058
	CBS 143.56	Unknown	Netherlands	JN205862
	WA27384	Unknown	Poland	JX629058
C. lampensis	ChFC 564	Soil	Chile	MT764259
C. umbellata	CBS 101.16	Unknown	Netherlands	JN205857
	CBS 101.16	Unknown	Poland	JX629060
C. lacrymispora	CBS 101757	Unknown	Netherlands	JN206289
	CBS 101757	Unknown	Netherlands	NR_103650
C. simplex	CBS 284.92	Soil	Brazil	KY008579
	CBS 142.35	Soil	Brazil	KY008580
Mucor indicus	EV45	Unknown	India	MK108419
	CBS 226.29	Unknown	France	NR_077173
Mortierella parazychae	CBS 868.71	Unknown	Netherlands	MH860387

بحث

جنس *Circinella* متعلق به *Syncephalastraceae* (*Mucorales*)، نخستین بار توسط وَن‌تیگم و لی‌مونیه (van Tieghem & Le Monnier 1873) معرفی گردید و در حال حاضر، دارای ۱۳ گونه پذیرفته شده است (www.indexfungorum.org). گونه‌های مختلف این جنس عموما براساس ویژگی‌های ریخت‌شناختی از قبیل موجدار بودن یا نبودن اسپورانژیوفورها، حضور یا عدم حضور خارها روی انشعابات تولیدکننده اسپورانژیوم‌ها، تشکیل یا عدم تشکیل ساختارهای خاص در پایه خارها، ویژگی‌های ظاهری ساختارهای خاص (منشعب یا بدون انشعاب و زگیل‌دار یا بدون زگیل)، مقاوم یا شکننده بودن اسپورانژیوم‌ها، شکل و اندازه اسپورانژیوسپورها و همچنین صاف یا زگیل‌دار بودن نوک ستونک‌ها از یکدیگر تشخیص داده می‌شوند (Zheng *et al*. 2017). اعضای این جنس معمولا از خاک، فضولات، شن‌های ساحلی، دانه‌های تخمیرشده کاکائو، شن‌های آلوده به هیدروکربن و آجیل‌های کپک‌زده

جداسازی و توصیف شده‌اند (Hesseltine & Fennell 1955, González *et al*. 2017, Nguyen & Lee 2018). از نظر خصوصیات ریخت‌شناختی از قبیل شکل اسپورانژیوم‌ها، مارپیچی بودن اسپورانژیوفورها، وجود خارهای نابارور و کروی بودن اسپورانژیوسپورها، گونه *C. mucoroides* Saito نزدیکترین گونه به *C. muscae* است. با این حال، *C. mucoroides* دارای اسپورانژیوفورهای موج‌دار و دواری است که ممکن است شاخه‌های آن در انتها فقط خارهای نابارور تولید کنند. در این گونه، اسپورانژیوم‌ها در قسمت‌های فوقانی اسپورانژیوفور تولید می‌شوند، در حالی که *C. muscae* دارای اسپورانژیوفورهای راست و غیرمواج است که در انتهای انشعابات اسپورانژیوفور خارهای نابارور و ساده به همراه اسپورانژیوم تولید می‌شوند. به علاوه، در *C. muscae* اسپورانژیوم‌های کوچکتر و خارهای نابارور کم‌تری تولید می‌شوند. در ایران، گونه *C. circinans* (Bainier) Milko قبلا به عنوان قارچ همراه با آسکوکارپ دنبلان‌های صحرایی گزارش شده است (Jamali & Banihashemi 2012). در حال حاضر، گونه *C. circinans* به جنس *Pirella* Bainier منتقل شده و تحت نام *P. circinans* Bainier شناخته می‌شود (www.indexfungorum.org). براساس اطلاعات موجود، *C. muscae* آرایه جدیدی برای فونگای ایران است و گیاه *Ficus altissima* نیز میزبان جدیدی (matrix nova) برای این آرایه در دنیا گزارش می‌شود.

جدایه مورد بررسی از این قارچ (UTR29) در کلکسیون ذخایر میکروبی کشاورزی پژوهشکده بیوتکنولوژی ایران، کرج (ABRIICC 10371) نگه‌داری می‌شود.

نمونه بررسی شده: استان مرکزی، محلات، برگ *Ficus altissima* Blume، بهار ۱۴۰۱، عباس آتشی، جدایه UTR29 (ABRIICC 10371).

سپاسگزاری

نگارندگان از پرسنل محترم دانشگاه تهران به خاطر فراهم‌کردن محیطی مناسب برای انجام این پژوهش سپاسگزاری می‌نمایند.

References

Al-Bahry, S., Elshafie, A.E., Deadman, M., Al Sa'di, A., Al Raeesi, A. & Al Maqbali, Y. 2005. First report of *Ganoderma colossum* on *Ficus altissima* and *Delonix regia* in Oman. Plant Pathology 54(2): 245–245.

Altschul, S.F., Gish, W., Miller, W., Myers, E.W. & Lipman, D.J. 1990. Basic local alignment search tool. Journal of Molecular Biology 215: 403–410.

Banik, B., Debbarma, S., Majumdar, K. & Datta, B.K. 2020. A new distributional record of *Ficus altissima* Blume (Moraceae) in Tripura: an occasionally confused fig species with *Ficus benghalensis* L. Plant Science Today 7(4): 658–662.

Felsenstein, J. 1973. Maximum likelihood and minimum-steps methods for estimating evolutionary trees from data on discrete characters. Systematic Zoology 22: 240–249.

Felsenstein, J. 1985. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap. Evolution 39(4): 783–791.

González, M.C., Murueta-Figueroa, N., Medina-Ortiz, C. & Hanlin, R.T. 2010. New record of *Circinella muscae* from a hydrocarbon polluted sand beach of Tabasco, Mexico. Mycotaxon 113: 111–117.

Hesseltine, C.W. & Fennell, D.I. 1955. The genus *Circinella*. Mycologia 47(2): 193–212.

Hwisa, N.T., Chandu, B.R., Katakam, P. & Nama, S. 2013. Pharmacognostical studies on the leaves of *Ficus altissima* blume. Journal of Applied Pharmaceutical Science 3(4): S56–S58.

Jamali, S. & Banihashemi, Z. 2012. Fungi associated with ascocarps of desert truffles from different parts of Iran. Journal of Crop Protection 1(1): 41–47.

Li, X., Xie, M., Yang, H., Chen, H., Yan, J., Wang, Z. & Fan, S. 2015. Pathogen identification and biological characteristics of leaf blight of *Ficus altissima*. Southwest China Journal of Agricultural Sciences 28(6): 2558–2562.

Nguyen, T.T. & Lee, H.B. 2018. Isolation and characterization of three Zygomycetous fungi in Korea: *Backusella circina*, *Circinella muscae*, and *Mucor ramosissimus*. Mycobiology 46(4): 317–327.

Refaei, J., Jones, E.B.G., Sakayaroj, J. & Santhanam, J. 2011. Endophytic fungi from *Rafflesia cantleyi*:

species diversity and antimicrobial activity. Mycosphere 2(4): 429–447.

Tamura, K., Stecher, G., Peterson, D., Filipski, A. & Kumar, S. 2013. MEGA 6: Molecular evolutionary genetics analysis version 6.0. Molecular Biology and Evolution 30: 2725–2729.

Tieghem, P.É.L. van & Le Monnier, A.A.G. 1873. Recherches sur les Mucorinées. Annales des Sciences Naturelles, Botanique, 5e Série 17: 261–399.

Wang, H.K., Hyde, K.D., Soytong, K. & Lin, F.C. 2008. Fungal diversity on fallen leaves of *Ficus* in northern Thailand. Journal of Zhejiang University Science B 9: 835−841.

White, T.J., Bruns, T., Lee, S. & Taylor, J. 1990. Amplification & direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. Pp. 315–322. *In*: Inis, M.A., Gelfand, D.H., Sninsky, J.J. & White, T.J. (eds), PCR Protocols: A Guide to Methods & Applications. Academic Press, San Diego, U.S.A.

Xia, G., Manawasinghe, I.S., Phillips, A.J., You, C., Jayawardena, R.S., Luo, M. & Hyde, K.D. 2022. *Lasiodiplodia fici* sp. nov., causing leaf spot on *Ficus altissima* in China. Pathogens 11(8): 840.

Zheng, R.Y., Liu, X.Y. & Wang, Y.N. 2017. *Circinella* (Mucorales, Mucoromycotina) from China. Mycotaxon 132(1): 43–62.

Zhong, S. & Steffenson, B.J. 2001. Virulence and molecular diversity in *Cochliobolus sativus*. Phytopathology 91(5): 469–476.