

کمک به رده‌بندی و شناسایی جنس آنامورفیک *Oidium* (تیره Erysiphaceae) در استان گیلان

کوثر شریفی^{۱*}، سید اکبر خداپرست^۲ و صدیقه موسی‌نژاد^۳
۱، ۲ و ۳ دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار
گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان
(تاریخ دریافت: ۹۱/۶/۱۲ - تاریخ تصویب: ۹۲/۳/۷)

چکیده

به منظور مطالعه گونه‌های تیره Erysiphaceae که به صورت غیرجنسی (آنامورف) روی میزبانهای مختلف وجود دارند، و اغلب با نام جنس آنامورفیک (شبه جنس) *Oidium* معرفی می‌شوند، نمونه‌های متعددی از نقاط مختلف استان گیلان طی سال‌های ۱۳۸۳-۱۳۹۰ جمع‌آوری شد. هدف از این مطالعه امکان شناخت گونه‌های موجود بر اساس خصوصیات آنامورف و فهم ارتباط آنها با گونه‌های تلئومورف بود. بر اساس نتایج به دست آمده نمونه‌های مطالعه شده به عنوان مرحله غیرجنسی (آنامورف) ۲۵ گونه زیر تشخیص داده شدند:

Erysiphe alphitoides, *E. australiana*, *E. begoniicola*, *E. betae*, *E. convolvuli*, *E. euonymicola*, *E. heraclei*, *E. platani*, *E. polygoni*, *E. quericicola*, *E. sesbaniae*, *Golovinomyces ambrosiae*, *G. artemisiae*, *G. biocellatus*, *G. montagnei*, *G. depressus*, *G. orontii*, *G. cf. orontii*, *G. sonchicola*, *Podosphaera aphanis*, *P. euphorbiae-hirtae*, *P. fugax*, *Sphaerotheca xanthii* s.l., *P. pannosa*, *Sawadaea bicornis*.
گونه‌های *E. australiana* از روی *Lagerstroemia indica* و *P. euphorbiae-hirtae* از روی *Pedilantus* sp. برای اولین بار از ایران گزارش می‌شوند. همچنین *E. alphitoides* از روی *Physalis* *Gerbera* sp. *Dichrocephala* sp. از روی *S. xanthii* s. lat.; *Castanea sativa* *alkekengi* و *Vigna unguiculata*; *G. ambrosiae*; از روی *Zinnia* sp. و *Erysiphe ahlia* sp. از روی *E. heraclei*; *Dysphania ambrosioides*; از روی *G. cf. orontii* برای اولین بار از روی این میزبان‌ها از ایران گزارش می‌شوند. همچنین نام‌های *G. montagnei* برای عامل سفیدک پودری *Silybum marianum* و *E. euonymicola* برای عامل سفیدک پودری شمشاد رسمی (*Euonymus japonicus*) و *E. begoniicola* برای عامل سفیدک پودری بگونیا در ایران معرفی می‌شود. این قارچ‌ها پیش از این به ترتیب با نام‌های *G. cichoracearum*، *E. euonymus-japonici* و *Oidium begoniae* از ایران گزارش شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: سفیدک‌های پودری، میزبان جدید، تاکسونومی، *Erysiphales*

مقدمه

مانده است. به عنوان مثال در استان گیلان این قارچ روی گیاهان مختلف مثل انواع کدویان، توتون، حبوبات، گیاهان زینتی مثل توری، درختانی مثل چنار، شاه بلوط وجود دارد. به همین دلیل اگرچه در بسیاری موارد فرم جنسی آنها شناخته شده است، اما به دلیل کمیاب بودن آنها اغلب چنین نمونه‌هایی تحت نام *Oidium* معرفی می‌شوند. بر خلاف باور بسیاری، تنوع قابل توجهی در

جنس آنامورفیک *Oidium* عضوی از قارچ‌های خانواده Erysiphaceae است که از روی گیاهان گوناگون متعلق به خانواده‌های گیاهی متعدد گزارش شده است. بر اساس مطالعه Khodaparast & Abbasi (2009) این جنس به فراوانی روی گیاهان مختلف در ایران پیدا می‌شود که تاکنون گونه‌های تلئومورفیک آن‌ها ناشناخته

مواد و روش‌ها

جمع‌آوری نمونه و بررسی‌های میکروسکوپی

از سال ۱۳۸۳-۱۳۹۰ با بازدید از مناطق مختلف به منظور مطالعه تاکسونومی جنس آنامورفیک *Oidium* در استان گیلان، گیاهان آلوده به سفیدک پودری که فاقد تلئومورف بودند جمع‌آوری و به آزمایشگاه قارچ‌شناسی گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه گیلان منتقل شدند. نمونه‌های گیاهی همراه قارچ پس از انتقال به آزمایشگاه به طرق معمول خشک گردیدند و در هر بار یوم گروه گیاهپزشکی نگهداری شدند. جهت مطالعه میکروسکوپی اسلایدهای میکروسکوپی از اندام‌های غیرجنسی قارچ در اسید لاکتیک ۵۰ درصد تهیه شد. پس از تهیه اسلایدهای میکروسکوپی، مشخصات کنیدیوم‌ها و کنیدیوفورها از قبیل طول و عرض کنیدیوم، طول و عرض کنیدیوفور، طول و عرض سلول پایه کنیدیوفور، تعداد سلول بعد از سلول پایه کنیدیوفور، فاصله اولین دیواره از منشاء کنیدیوفور و ابعاد ریشه توسط میکروسکوپ نوری مطالعه و بررسی شدند. جهت اندازه‌گیری نمونه‌ها در هر اسلاید ۳۰-۲۵ مورد از اندام‌ها مورد بررسی اندازه‌گیری شدند. سپس برای تکمیل شرح گونه‌های شناسایی شده، کنیدیوم‌ها و کنیدیوفورها به کمک لوله‌ی ترسیم متصل به میکروسکوپ نوری ترسیم شدند. همچنین از این اندام‌ها به کمک دوربین دیجیتال سونی (DSH-HX, Sony, Japan) متصل به میکروسکوپ الیمپوس (Olympus, Japan) عکس تهیه شد. در صورت ضرورت عکس‌ها به کمک نرم‌افزار فتوشاپ کنار هم قرار گرفته و پس از ویرایش به صورت یک عکس تهیه شدند.

بررسی جوانه‌زنی کنیدیوم

بررسی جوانه‌زنی کنیدیوم برای نمونه‌های تازه انجام شده است. برای جوانه‌زنی از روش Cook & Braun (2009) استفاده شد. در این روش از تشتک پتری پلاستیکی هشت سانتی‌متری استفاده گردید. ابتدا برگ آلوده حاوی کنیدیوم‌های تازه در بالای سطح داخلی درب تشتک پتری قرار گرفت و از پشت با وارد کردن ضربه کنیدیوم‌ها در آن ریخته شدند. سپس داخل ظرف تشتک پتری پنبه مرطوب قرار داده شد و درب روی آن قرار گرفت و دور آن با پارافیلیم بسته شد و درون

ویژگی‌های مورفولوژیکی در مرحله آنامورفیک قارچهای عامل سفیدک‌های پودری وجود دارد. با وجود این براساس ویژگیهای آنامورفیک محدود تعداد کمی از گونه‌ها را می‌توان شناسایی کرد. درحالیکه با بررسی ترکیبی از چندین ویژگی مهم آنامورفیک همراه با دامنه میزبانی گونه‌ها می‌توان تعداد گونه‌های بیشتری را شناسایی کرد. از جمله این ویژگی‌های مهم باید به موقعیت میسلیم، تولید کنیدیوم به صورت منفرد و یا زنجیری، حضور و یا عدم حضور اجسام فیروزین مشخص، شکل آپرسوریوم، شکل و اندازه کنیدیوم و شکل و موقعیت جوانه‌زنی آن‌ها اشاره کرد (Boesewinkel, 1980).

در مطالعات اخیر Braun *et al.*, (2002) بیان کردند که ویژگی‌های آنامورفیک اساس و پایه طبقه‌بندی جنس‌های *Erysiphales* و منعکس کننده فیلوژنی موجود در این گروه قارچی است، درحالیکه ویژگی‌های تلئومورف در شناخت فیلوژنی و تاکسونومی جنس‌ها اهمیت کمتری داشته و بیشتر در تاکسونومی سطح گونه کاربرد دارد (To-anun *et al.*, 2005). مطالعه این قارچ‌ها در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته و اطلاعات ارزشمندی در زمینه فیلوژنی و رده‌بندی این قارچ‌ها به ویژه بر اساس تجزیه و تحلیل فیلوژنتیک مینی بر DNA منتشر شده است (Saenz & Taylor, 1999; Mori *et al.*, 2000; Takamatsu *et al.*, 1998 & 1999, 2000, 2008; Takamatsu, 2004; Matsuda & Takamatsu, 2003; Khodaparast *et al.* 2003, 2005, Cunningham *et al.*, 2010, Hirata *et al.* 2000). اخیراً، با تاکید بیشتر بر ویژگی‌های مورفولوژیک آنامورفها در قارچهای عامل سفیدک‌های پودری در کنار استفاده از اطلاعات مبتنی بر DNA موفقیت‌های زیادی در زمینه تاکسونومی این قارچ‌ها صورت گرفته است (Cunnington *et al.*, 2003; Mori *et al.*, 2000; Braun *et al.* 2001, 2002; Braun & Cook 2012) در این تحقیق سفیدک‌های پودری که به صورت غیرجنسی (آنمورف) روی میزبانهای مختلف وجود دارند، و معمولاً در جنس آنامورفیک *Oidium* قرار داده می‌شوند در استان گیلان مطالعه شدند. تلاش شده است نام قارچ (نام تلئومورف) بر اساس ویژگیهای مرحله غیرجنسی و دامنه میزبانی شناسایی و معرفی شود.

نظیر (Braun, 1987, 1995; Braun & Cook, 2012) شناسایی و تعیین گونه شده‌اند. *Erysiphe australiana* (McAlpine) U. Braun & S. Takam. (2000) نمونه‌های بررسی شده: روی *Lagerstroemia indica* رشت، ۱۳۸۸/۲/۱۶، جمع‌آوری اکبر خداپرست، رشت، ۱۳۹۰/۶/۱۴، جمع‌آوری کوثر شریفی، تالش، ۹۰/۷/۱۸، جمع‌آوری کوثر شریفی، رشت، ۱۳۹۱/۳/۸، جمع‌آوری کوثر شریفی.

پرگنه سفیدرنگ به صورت متراکم روی هر دو سطح برگ مشاهده می‌شوند. قطر ریشه ۴/۸-۷/۲ میکرومتر است. کنیدیوفور راست و اندازه آن ۷۲/۴×۷/۲-۹/۶-۴۰/۸ میکرومتر است. سلول پایه استوانه‌ای شکل به اندازه ۲۴-۴۸×۹/۴-۷/۲ میکرومتر است و روی آن ۱ تا ۲ سلول کوتاه‌تر قرار دارد.

کنیدیوم استوانه‌ای شکل و منفرد، به اندازه ۱۶/۸-۲۴-۴۰/۸×۱۲ میکرومتر می‌باشد. نحوه جوانه‌زنی کنیدیوم از نوع *Pseudoidium* و به صورت انتهایی و یا نیمه‌انتهایی با آپرسوریوم چندگوشه‌ای است (شکل ۱). بر اساس مونوگراف Braun & Cook (2012) حداقل دو گونه *Pseudoidium yenii* (synonym: *Oidium*) و *Erysiphe australiana* روی این میزبان گزارش شده است.

در ایران نیز Ershad (2009)، *Oidium yenii* را از روی گیاه توری (*Lagerstroemia indica*) گزارش کرده است. این دو گونه به راحتی از نظر تفاوت در نحوه جوانه‌زنی کنیدیوم و ابعاد ریشه از یکدیگر قابل شناسایی هستند. به طوری که قطر ریشه در گونه *Pseudoidium yenii* کم‌تر از گونه *Erysiphe australiana* است و گونه *Pseudoidium yenii* با یک لوله تندش ساده و بدون آپرسوریوم مشخص جوانه می‌زند.

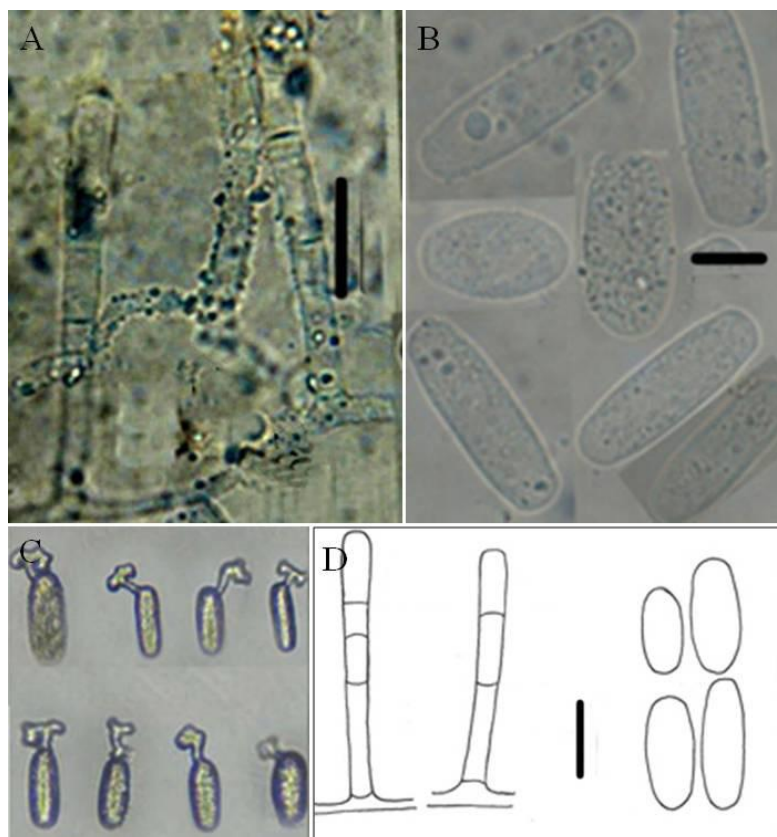
با توجه به ویژگی‌های شرح داده شده در مورد این نمونه، گونه جمع‌آوری شده به‌عنوان آنامورف *Erysiphe australiana* شناسایی شد. این اولین گزارش از این گونه در ایران است. با توجه به پراکنش این گونه در بسیاری از نقاط ایران، ضرورت دارد بررسی‌های بیشتری به منظور شناخت دقیق عامل سفیدک پودری توری در سایر نقاط کشور انجام شود. این گونه در سراسر استان گسترش دارد.

انکوباتور با دمای 20 ± 1 درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت نگهداری شد. سپس از جوانه‌زنی کنیدیوم‌ها توسط دوربین دیجیتال سونی (مدل DSH-HX₁) متصل به میکروسکوپ الیمپوس مدل BH2 عکس تهیه شد.

نتایج و بحث

طی این تحقیق ۲۵ گونه از مناطق مختلف استان گیلان جمع‌آوری و شناسایی شدند که به شرح زیر هستند: *Erysiphe alphitoides* روی *Castanea sativa*، *Erysiphe australiana* روی *Lagerstroemia indica*، *Erysiphe begoniicola* روی *Begonia multiflora*، *Erysiphe betae* روی *Dysphania ambrosioides*، *Erysiphe convolvuli* روی *Convolvulus* sp.، *Erysiphe euonymicola* روی *Euonymus japonicus*، *Erysiphe heraclei* روی *Petroselinum hortense*، *Erysiphe platani* روی *Platanus orientalis*، *Erysiphe polygoni* روی *Polygonum persicaria*، *Erysiphe quericicola* روی *Quercus* sp.، *Erysiphe sesbaniae* روی *Sesbania punicea*، *Golovinomyces ambrosiae* روی *Golovinomyces*، *Dahlia* sp. و *Zinnia* sp.، *Golovinomyces artemisiae* روی *Artemisia annua*، *Golovinomyces biocellatus* روی *Mentha* sp.، *Golovinomyces silybummariansis* روی *Silybum marianum*، *Golovinomyces depressus* روی *Arctium lappa*، *Golovinomyces orontii* روی *Nicotiana tabacum*، *Golovinomyces cf. orontii* روی *Fraxinus* sp.، *Golovinomyces sonchicola* روی *Sonchus* sp.، *Golovinomyces euphorbiae-hirtae* روی *Agrimonia eupatoria*، *Golovinomyces fugax* روی *Geranium dissectum*، *Golovinomyces Phaeotheca xanthii* s.l. روی *Dichrocephala*، *Golovinomyces Physalis alkekengi* روی *Gerbera* sp. و *Golovinomyces Podosphaera pannosa* روی *Rosa* sp. و *Golovinomyces Sawadaea bicornis* روی *Acer* sp.

بسیاری از گونه‌های فوق قبلاً از ایران گزارش شده‌اند از اینرو نیازی به بحث و تکرار نام آنها نیست. در ادامه شرح گونه‌های جدید و اطلاعات جدید برای سایر گونه‌ها ارائه می‌شود. کلیه آرایه‌ها با استفاده از منابع معتبری



شکل ۱- *Erysiphe australiana*: A: کنیدیوفورها، مقیاس ۴۰ میکرومتر؛ B: کنیدیومها، مقیاس ۲۰ میکرومتر؛ C: نحوه جوانه‌زنی کنیدیومها (بدون مقیاس)؛ D: ترسیمی از کنیدیوفورها و کنیدیومها، مقیاس ۲۰ میکرومتر

و در انتها تخت و در حالت نابالغ بیضوی-استوانه‌ای شکل است (شکل ۲).

بر پایه ویژگی‌های ذکر شده این گونه به‌عنوان *Erysiphe alphitoides* شناسایی شد.

گونه‌شناسی (*Basionym: Erysiphe alphitoides*) *Microsphaera alphitoides* روی دامنه گسترده‌ای از میزبان‌ها از جمله شاه‌بلوط انتشار جهانی دارد (Braun, 1987, Braun & Cook 2012). بنابر مطالعات صورت گرفته، آنالیز فیلوژنتیک این قارچ بر اساس توالی بخشی از rDNA نشان دهنده تنوع ژنتیکی قابل توجه در این قارچ و سایر قارچ‌های عامل سفیدک پودری روی جنس بلوط و شاه‌بلوط از جمله *E. hypophylla* است (Takamatsu et al., 2007).

تفاوت در شکل و اندازه کنیدیوم‌های این گونه و نیز نوع آلودگی با سایر گونه‌ها از جمله *Erysiphe hypophylla* کاملاً مشهود است. تفاوت‌های دیگر این

Erysiphe alphitoides (Griffon & Maubl.) U. Braun & S. Takam. (2000)

نمونه‌ی بررسی شده: روی *Castanea sativa*، لاهیجان، شاه‌بلوط محله، ۱۳۸۹/۵/۲۵ و ۱۳۹۰/۴/۱۴، جمع‌آوری اکبر خداپرست. میسلیم روی هر دو سطح برگ (غالباً روی سطح بالایی) به‌صورت لکه‌های سفید و یا پراکنده، دیده می‌شود. ریشه منشعب شده و بند بند بوده و قطر آن ۷/۲-۴/۸ میکرومتر است. کنیدیوفور ۸/۶-۵/۶×۸/۱-۳۶ میکرومتر، اغلب مرکزی، راست، به‌ندرت خمیده است و به صورت انتهایی از سلول مادر بوجود می‌آید. سلول پایه کنیدیوفور استوانه‌ای شکل، و اندازه آن ۷/۲-۴/۸×۵/۶-۱۴/۴ میکرومتر است، که روی آن ۱ تا ۳ سلول کوتاه‌تر قرار دارد. کنیدیوم منفرد و اندازه آن ۲۵-۱۲×۲۴-۴۲ میکرومتر است. کنیدیوم اولیه بیضی-تخم-مرغی‌شکل، در ناحیه نوک گرد شده و در پایه تخت است. کنیدیوم ثانویه در زمان بلوغ بشکه‌ای شکل بوده

به مشاهده ویژگی‌های ذکر شده، این نمونه‌ها در گونه *Erysiphe alphitoides* قرار داده می‌شود. این اولین گزارش از سفیدک پودری شاه بلوط در ایران است.

گونه با گونه‌های *E. quericola* و *E. hypophylla* باید به عدم تغییر رنگ بافت گیاه آلوده (قهوه‌ای شدن) اشاره کرد (Takamatsu et al., 2007). در این بررسی با توجه



شکل ۲- *Erysiphe alphitoides* روی شاه بلوط: A: کنیدیوفورها، B: آپروسوریوم روی ریشه، C: کنیدیوم‌ها، D: نحوه جوانه‌زنی کنیدیوم‌ها (بدون مقیاس)، مقیاس برابر ۲۰ میکرومتر

(Braun & Cook 2012). این گونه قبلاً با نام *Oidium* sp. از ایران گزارش شده است.

***Erysiphe betae* (Vanha) Weltzien (1963)**

نمونه‌ی بررسی شده: روی *Dysphania ambrosioides* (= *Chaenopodium ambrosioides*)، تالش، لیسار سه‌راه حجت‌محله، ۱۳۹۰/۸/۲، جمع‌آوری کوثر شریفی. میسلیوم در هر دو سطح برگ، اغلب در سطح بالایی، به صورت پراکنده و یا متراکم مشاهده می‌شود. ریشه منشعب، و قطر آن ۹/۶-۴/۸ میکرومتر است. کنیدیوفور به اندازه ۱۲-۹/۶ × ۴۳/۲-۱۲۴/۸ میکرومتر، راست و کشیده است. سلول پایه کنیدیوفور استوانه‌ای شکل، و اندازه آن ۱۲-۷/۲ × ۶۹/۶-۱۹/۲ میکرومتر است که روی آن ۱ تا ۴ سلول کوتاه‌تر قرار دارد. کنیدیوم‌ها بیضی - استوانه‌ای شکل، در بعضی موارد بشکته‌ای شکل بوده و اندازه آنها ۱۶/۸-۱۲ × ۳۸/۴-۲۶/۴ میکرومتر است (شکل ۳). بر پایه

***Erysiphe begoniicola* U. Braun & S. Takam. (2000)**

نمونه بررسی شده: روی *Begonia multiflora*، رشت، ۸۳/۲/۲۱، جمع‌آوری اکبر خداپرست.

پرگنه روی هر دو سطح برگ اما اغلب در سطح بالایی برگ به صورت متراکم و یا لکه‌های پراکنده دیده می‌شود. ریشه اندکی مارپیچ و منشعب، به اندازه ۹/۶-۴/۸ میکرومتر است. کنیدیوفور راست و به اندازه ۱۲-۷/۲ × ۸۴-۴۳/۲ میکرومتر است. سلول پایه کنیدیوفور استوانه‌ای، به اندازه ۹/۶-۷/۲ × ۵۲/۸-۲۴ میکرومتر بوده و روی آن به ۱ تا ۲ سلول کوتاه‌تر قرار دارد. کنیدیوم‌ها منفرد، استوانه‌ای، به اندازه ۱۹/۲-۱۲ × ۶۰-۲۸/۸ میکرومتر هستند.

گونه دیگری نیز با نام *E. begoniae* از روی این گیاه گزارش شده است که اندمیک چین بوده و با داشتن کنیدیوم‌های کوچک‌تر از این گونه متمایز می‌شود

این میزبان در ایران است.

ویژگی‌های ذکر شده این گونه به‌عنوان *Erysiphe betae* شناسایی شد. این اولین گزارش از وقوع این گونه روی



شکل ۳- *Erysiphe betae*: A: کنیدیوفورها، B: کنیدیوم‌ها، C: ترسیمی از کنیدیومها و کنیدیوفورها، مقیاس ۲۰ میکرومتر

است متمایز می‌شود (Braun & Cook 2012). قبلاً این قارچ با نام *Erysiphe eunymi-japonici* از ایران گزارش شده است (Khodaparast & Abbasi 2012).

***Erysiphe heraclei* DC. (1815)**

نمونه بررسی شده: روی *Petroselinum hortense* صومعه‌سرا، ۱۳۹۱/۳/۱۶، جمع‌آوری کوثر شریفی.

میسلیوم روی ساقه، گل و برگ‌ها و در هر دو سطح برگ به‌صورت متراکم و یا پراکنده مشاهده می‌شود. قطر ریشه ۴-۵ میکرومتر است.

کنیدیوفور راست بوده و اندازه آن‌ها $7-8 \times 45-90$ میکرومتر است. سلول پایه استوانه‌ای شکل، به اندازه $7/2-10 \times 28/8-50$ میکرومتر، که روی آن ۱ تا ۲ سلول کوتاه‌تر قرار دارد. کنیدیوم‌ها منفرد، استوانه‌ای در مواردی تخم‌مرغی شکل و به اندازه $8/16-9/6 \times 45/6-24$ میکرومتر می‌باشند. نحوه جوانه‌زنی کنیدیوم *Pseudoidium* و به‌صورت انتهایی یا نیمه‌انتهایی با آپرسوریوم چندگوشه‌ای است (شکل ۴). بر اساس

***Erysiphe euonymicola* U. Braun, (2012)**

نمونه بررسی شده: روی *Euonymus japonicus* صومعه‌سرا، ۹۰/۶/۱۱، جمع‌آوری کوثر شریفی، هشتر، ۹۰/۷/۳، جمع‌آوری کوثر شریفی، اسالم، ۹۰/۷/۳، جمع‌آوری کوثر شریفی، دانشگاه گیلان، ۹۱/۲/۱۱، جمع‌آوری کوثر شریفی.

پرگنه سفید رنگ روی برگ به صورت متراکم مشاهده می‌شود. ریشه راست در مواردی مارپیچ، کنیدیوفور راست به اندازه $7-9 \times 50-80$ میکرومتر است. سلول پایه استوانه‌ای، راست به اندازه $7/5-8/5 \times 20-50$ میکرومتر بوده و روی آن ۱ تا ۲ سلول کوتاه‌تر قرار دارد. کنیدیوم منفرد، بیضوی تا استوانه‌ای، به ابعاد $12-18 \times 24-40$ میکرومتر است. نحوه جوانه‌زنی کنیدیوم *Pseudoidium* و به‌صورت کوتاه، انتهایی یا نیمه‌انتهایی با آپرسوریوم چندگوشه‌ای می‌باشد. این گونه با داشتن سلول پایه بلندتر روی کنیدیوفور از گونه نزدیک به خود (*E. euonymi* DC.) که روی جنس شمشاد گزارش شده

ویژگی‌های ذکر شده این گونه به‌عنوان *Erysiphe heraclei* شناسایی شد.

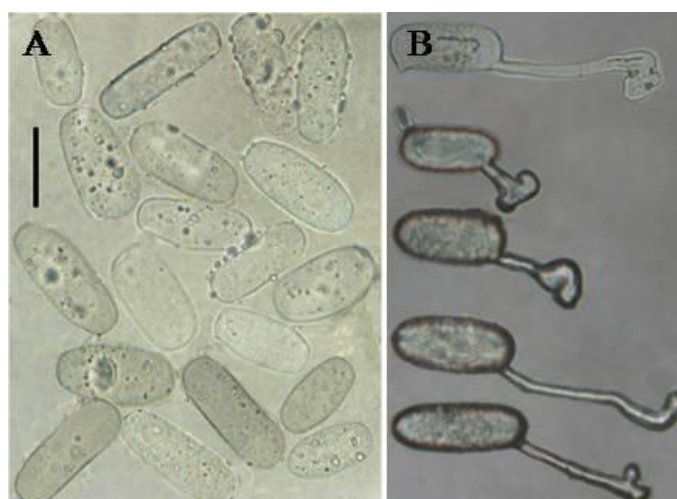


شکل ۴- *Erysiphe heraclei*, A: ترسیمی از کنیدیوفور و کنیدیوم‌ها کنیدیوفورها، مقیاس ۲۰ میکرومتر، B: نحوه جوانه‌زنی کنیدیوم‌ها

آن ۱ تا ۴ سلول کوتاه‌تر قرار دارد. کنیدیوم‌ها منفرد و به دو شکل هستند. کنیدیوم‌های اولیه بیضوی تا تخم‌مرغی شکل و کنیدیوم‌های ثانویه استوانه‌ای تا استوانه‌ای-بیضوی هستند. اندازه کنیدیوم‌ها $12-14/4 \times 26/4-40/8$ میکرومتر تعیین شد. جوانه‌زنی کنیدیوم‌ها به صورت انتهایی یا نیمه-انتهایی بوده و طول لوله تندش کوتاه تا بلند و تا بیش از ده برابر عرض کنیدیوم است و در انتها متورم و اغلب لبه‌دار است (شکل ۵).

***Erysiphe sesbaniae* Wolcan & U. Braun (2010)**

نمونه بررسی شده: روی *Sesbania punicea* رشت، جمع‌آوری اکبر خداپرست. پرگنه سفید رنگ در هر دو سطح برگ، اغلب در سطح بالایی برگ و به صورت متراکم مشاهده می‌شود. ریشه منشعب و به قطر $4/8-7/2$ میکرومتر است. کنیدیوفور راست و کشیده به اندازه $7/2-9/6 \times 36-134/4$ میکرومتر است. سلول پایه کنیدیوفور استوانه‌ای، به اندازه $4/8-7/2 \times 14/4-38/4$ میکرومتر بوده و روی



شکل ۵- *Erysiphe sesbaniae*, A: کنیدیوم‌ها، مقیاس ۲۰ میکرومتر، B: نحوه جوانه‌زنی کنیدیوم‌ها (بدون مقیاس)

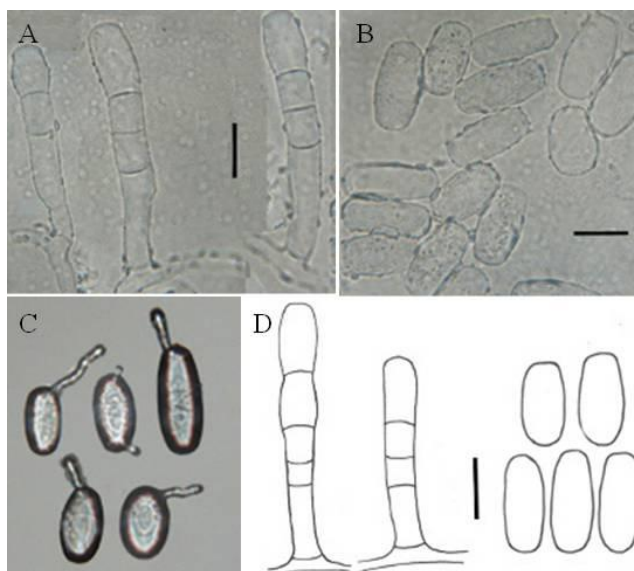
کنیدیوم از دو گونه دیگر یعنی *Pseudoidium fabacearum* و *Microidium agatidis* متمایز می‌شود (Braun & Cook 2012). این قارچ قبلاً با نام *Oidium* sp. از ایران گزارش شده است.

این نوع جوانه‌زنی از نوع *pseudoidium* و زیرتپ *longitubus* نام دارد (Braun & Cook 2012). تاکنون سه گونه به عنوان عامل سفیدک پودری روی این میزبان گزارش شده اند که گونه فوق به دلیل مورفولوژی

***Golovinomyces ambrosiae* (Schwein.) U. Braun
& R.T.A. Cook (2008)**

نمونه‌های بررسی شده: روی *Zinnia* sp. رشت، ۱۳۹۰/۶/۱۶، جمع‌آوری کوثر شریفی، رشت، محوطه دانشگاه گیلان، ۱۳۹۰/۶/۲۷، جمع‌آوری کوثر شریفی، تالش، کریم‌سرا، ۱۳۹۰/۷/۳، جمع‌آوری کوثر شریفی، روی *Dahlia* sp. رشت، ۱۳۹۰/۷/۱۶، جمع‌آوری کوثر شریفی. میسیلیوم در هر دو طرف برگ و هم‌چنین روی ساقه‌ها و گلبرگ‌های گل مشاهده می‌شود. ریشه صاف تا خمیده و به قطر ۹/۶-۴/۸ میکرومتر است. کنیدیوفورها منفرد و به اندازه ۹/۶-۱۴/۴ × ۴۸-۱۴۶/۴ میکرومتر هستند. محل زایش کنیدیوفورها معمولاً در وسط دو دیواره ریشه است. سلول پایه کنیدیوفور استوانه‌ای شکل، به اندازه ۹/۶-۱۴/۴ × ۲۴-۶۹/۶ میکرومتر است

که به روی آن ۱ تا ۴ سلول کوتاه‌تر قرار دارد. کنیدیوم‌ها زنجیری، بیضی - بشکه‌ای گاهی تقریباً استوانه‌ای شکل و به اندازه ۱۹/۲-۱۲ × ۲۱/۶-۴۳/۲ میکرومتر هستند. جوانه‌زنی کنیدیوم در نوک یا کمی زیر آن است و لوله تندش در انتها ساده یا کمی متورم است (شکل ۶). این نوع جوانه‌زنی کنیدیوم با نام نوع *Euoidium* معرفی شده است (Braun & Cook, 2012). بر اساس مشخصات ذکر شده این گونه به‌عنوان *Golovinomyces ambrosiae* شناسایی شد. قبل از این سفیدک پودری روی *Zinnia* sp. و *Dahlia* sp. با نام *Golovinomyces cichoracearum* گزارش شده است (Khodaparast and Abbasi, 2009).



شکل ۶- *Golovinomyces ambrosiae*: A: کنیدیوفورها، B: کنیدیوم‌ها، C: نحوه جوانه‌زنی کنیدیوم‌ها، D: ترسیمی از کنیدیوفورها و کنیدیوم‌ها، مقیاس ۲۰ میکرومتر

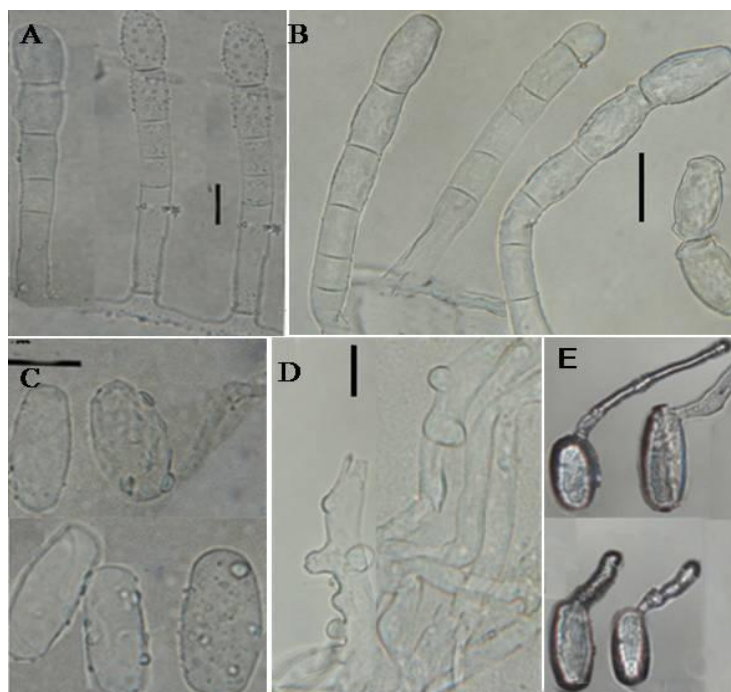
استوانه‌ای شکل و به اندازه ۷/۲-۱۲ × ۲۱/۶-۶۴/۸ میکرومتر بوده و روی آن ۱ تا ۳ سلول کوتاه‌تر قرار دارد. کنیدیوم زنجیری، بیضی - بشکه‌ای شکل و به اندازه ۱۲-۱۶/۸ × ۲۴-۴۳/۲ میکرومتر است. کنیدیوم با لوله تندش نسبتاً بلند جوانه می‌زند و در انتها کمی متورم تا گرزمانند هستند (شکل ۷). این نوع جوانه‌زنی نوع *Euoidium* (*longitubus* pattern) نامیده می‌شود (Braun & Cook 2012). هیچ گزارشی از وقوع این

***Golovinomyces* cf. *orontii* (Castagne) V.P. Heluta**

نمونه بررسی شده: روی *Fraxinus* sp. رشت، ۱۳۹۰/۸/۲۰، جمع‌آوری کوثر شریفی. پرگنه سفیدرنگ روی هر دو سطح برگ دیده می‌شود، اگرچه بیشتر در سطح بالایی برگ‌های به‌صورت پراکنده مشاهده می‌شود. ریشه راست تا خمیده و به اندازه ۴/۸-۷/۲ میکرومتر است. کنیدیوفور راست و کشیده، و به اندازه ۹/۶-۱۲ × ۳۸/۴-۱۲۰ میکرومتر است. سلول پایه کنیدیوفور

تیره Cichorioideae از تیره Asteraceae شده است (Braun & Cook 2012). از اینرو با توجه به دامنه میزبانی گونه *Golovinomyces orontii* و ویژگی‌های مورفولوژیکی این نمونه احتمال ارتباط عامل سفیدک پودری زبان گنجشک با این گونه وجود دارد. با وجود این، اطلاعات بیشتری به ویژه به کمک داده‌های مولکولی نیاز است تا ارتباط دقیق این نمونه با این گونه-ها مشخص شود.

قارچ روی جنس زبان‌گنجشک (*Fraxinus*) در مونوگراف‌های جدید مربوط به تیره Erysiphaceae (Baraun 1987, 1995; Braun & Cook 2012) وجود ندارد. تنها یک مورد از آلودگی این گیاه به گونه *Golovinomyces cichoracearum* (با نام قدیمی *Erysiphe cichoracearum*) گزارش شده است (Yarwood & Gardner 1964). دامنه میزبانی گونه *Golovinomyces cichoracearum* امروزه محدود به زیر



شکل ۷- گونه *Golovinomyces cf. orontii* روی *Fraxinus sp.* A و B: کنیدیوفورها، B: C: کنیدیوم‌ها، D: آپرسوریوم روی ریشه، E: نحوه جوانه‌زنی کنیدیوم‌ها، مقیاس ۲۰ میکرومتر

***Podosphaera euphorbiae-hirtae* (U. Braun & Somani) U. Braun & S. Takam.**

نمونه‌های بررسی شده: روی *Pedilanthus sp.* تالش، کریم‌سرا، ۱۳۹۰/۷/۳، جمع‌آوری کوثر شریفی، رشت، ۱۳۹۱/۳/۱۴، جمع‌آوری کوثر شریفی.

پرگنه سفیدرنگ روی هردو سطح برگ (اغلب سطح پایین) و ساقه به صورت متراکم تا پراکنده مشاهده می‌شود. به فراوانی آلودگی روی جوانه انتهایی ساقه دیده می‌شود که باعث مرگ کامل جوانه می‌گردد. ریشه اولیه بی‌رنگ، ظریف و سطح وسیعی از برگ را می‌پوشاند. ریشه ثانویه قهوه‌ای روشن، راست تا خمیده و زانویی، گاهی مارپیچی، با دیواره ضخیم و به قطر به قطر ۸-

***Golovinomyces montagnei* U. Braun (2012)**

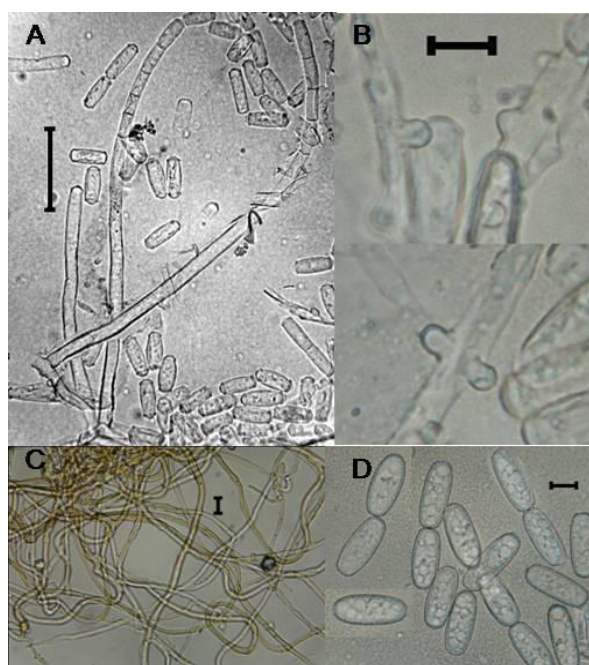
نمونه بررسی شده: روی *Silybium marianum* رشت، جمع‌آوری وحید طاهریان. سفیدک سطحی روی *Silybium marianum* پیش از این با نام *Golovinomyces cichoracearum* (DC.) Heluta ایران گزارش شده است (Khodaparast & Abbasi 2009). بر اساس آخرین بازنگری انجام شده در مورد تاکسونومی گونه *Golovinomyces cichoracearum s.l.* (Braun & Cook 2012) این گونه به گونه‌های بیشتری تقسیم شده است. بر این اساس گونه *Golovinomyces montagnei* به عنوان عامل سفیدک‌های پودری زیرتیره *Carduoideae* (تیره Asteraceae) معرفی شده است.

است، در این نوع لوله تندش نسبتاً کوتاه و در انتها بدون آپرسوریوم مشخص است (شکل‌های ۸، ۹ و ۱۰). علاوه بر *P. euphorbiae-hirtae*، گونه *P. euphorbiae-helioscopiae* (Tanda & Y. Nomura) U. Braun & S. Takam. روی *Pedilanthus* گزارش شده است (Braun & Cook 2012). گونه مورد بررسی در این مطالعه از نظر طول کنیدیوفور و نحوه جوانه‌زنی کنیدیوم از گونه اخیر متمایز می‌شود. این گونه برای اولین بار در ایران از روی این میزبان گزارش می‌شود.

۳/۵ میکرومتر است. آپرسوریوم لیمویی‌شکل و ساده است. کنیدیوفور راست، انعطاف‌پذیر حداکثر تا ۲۵۰ میکرومتر است. سلول پایه کنیدیوفور استوانه‌ای شکل، حداکثر به طول ۲۰۰ و عرض ۱۰ میکرومتر است و روی آن ۱ تا ۳ سلول کوتاه‌تر قرار دارد. کنیدیوم‌ها زنجیری، بیضوی تا استوانه‌ای شکل، دارای اجسام فیبروزین و به اندازه ۹-۱۴ × ۲۰-۳۲ میکرومتر هستند. گاهی طول کنیدیومها به ۴۵ میکرومتر نیز می‌رسد. نحوه جوانه‌زنی کنیدیوم از نوع *Fibroidium* (زیر تیپ *brevitubus*)



شکل ۸- نشانه‌های آلودگی *Podosphaera euphorbiae-hirtae* روی *Pedilanthus* sp.



شکل ۹- *Podosphaera euphorbiae-hirtae*: A: کنیدیوفورها و کنیدیوم‌ها، B: آپرسوریوم روی ریشه، C: ریشه ثانویه رنگی، D: کنیدیوم‌ها، مقیاس برای (A) ۵۰ میکرومتر و برای سایر موارد ۱۰ میکرومتر است



شکل ۱۰- نحوه جوانه زنی کنیدیوم در *Podosphaera euphorbiae-hirtae*

ثانویه می‌توان آن‌ها را به رنگ خاکستری - قهوه‌ای مشاهده کرد. ریشه منشعب بوده و قطر آن $4/8-7/2$ میکرومتر است.

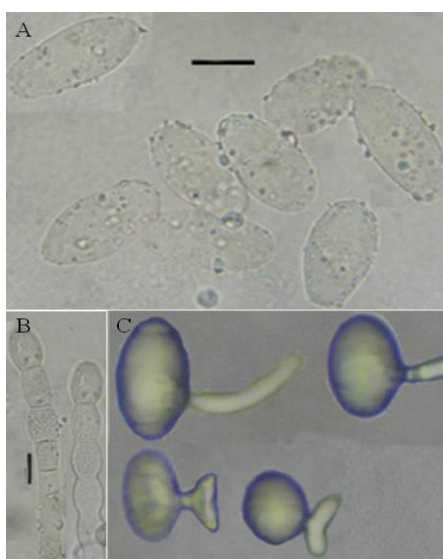
کنیدیوفور به اندازه $9/6-12 \times 6/1-14/6$ میکرومتر و به صورت راست و کشیده است. سلول پایه کنیدیوفور استوانه‌ای شکل و به اندازه $7/2-9/6 \times 14-72$ میکرومتر است و روی آن ۱ تا ۳ سلول کوتاه‌تر قرار دارد. کنیدیوم‌ها زنجیری، بیضوی - تخم‌مرغی و در مواردی بشکه‌ای شکل به اندازه $12-21/6 \times 24-38/4$ میکرومتر می‌باشند. نحوه جوانه‌زنی کنیدیوم از نوع *Fibroidium* است به طوری که لوله تندش کوتاه و گاهی دو شاخه است (شکل‌های ۱۱ و ۱۲).

***Podosphaera xanthii* (Castagne) U. Braun & Shishkoff (2000)**

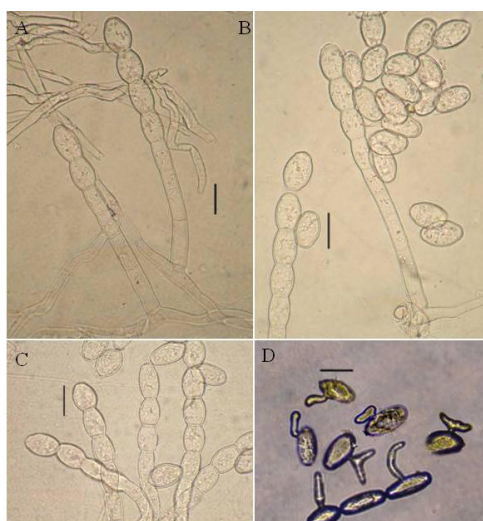
نمونه‌های بررسی شده:

روی *Dichrocephala integrifolia*, فومن، قلعه‌رودخان، جمع‌آوری اکبر خداپرست؛ روی *Gerbera* sp.، ۱۳۹۱/۱/۲۳، رشت، جمع‌آوری کوثر شریفی؛ روی *Physalis alkekengi*, فومن، قلعه‌رودخان، ۸۵/۵/۱۴، جمع‌آوری اکبر خداپرست، روی *Vigna unguiculata*, دانشگاه گیلان، گلخانه، ۱۳۸۸/۹/۳۰، جمع‌آوری اکبر خداپرست.

پرگنه سفید رنگ در هر دو طرف برگ به صورت متراکم و یا لکه‌های پراکنده وجود دارد که در مواردی با افزایش سن میسلیموم و یا تشکیل میسلیموم‌های



شکل ۱۱- گونه *Podosphaera xanthii*, A: کنیدیوم‌ها، B: زنجیر کنیدیوم‌ها روی کنیدیوفورها، C: نحوه جوانه‌زنی کنیدیوم‌ها روی *Gerbera* sp.، مقیاس ۲۰ میکرومتر.



شکل ۱۲- گونه *Podosphaera xanthii*: A: کنیدیومها، B: کنیدیوفورها، C: نحوه جوانه‌زنی کنیدیومها، D: زنجیره کنیدیومها روی *Vigna unguiculata*

Podosphaera fusca محدود به جنس *Doronicum* (Asteraceae) شده است و گونه *Podosphaera xanthii* به عنوان یک گونه بزرگ و مرکب از روی تعداد زیادی از تیره‌های گیاهی گزارش شده است (Braun & Cook 2012). این گونه از روی این میزبان‌ها برای اولین بار از ایران گزارش می‌شود.

گونه *Podosphaera xanthii* s. lat. یک گونه مرکب به شمار می‌رود (Braun & Cook 2012). گونه نزدیک و مرتبط با آن *Podosphaera fusca* است. Hirata *et al.* (2000) فیلوژنی این گونه‌ها را براساس توالی‌یابی ناحیه ITS از rDNA بررسی کردند و نتایج قابل توجهی گرفتند. بر این اساس تغییراتی در نامگذاری این گونه‌ها صورت گرفته است. به طوری که اخیراً دامنه میزبانی

REFERENCES

1. Boesewinkel, H. J. (1980). The morphology of the imperfect states of powdery mildews (Erysiphaceae). *The Botanical Review* 46, 167-224.
2. Braun, U. (1987). A monograph of the *Erysiphales* (powdery mildews). *Nova Hedwigia*, Beiheft 1-700.
3. Braun, U., Shishkoff, N. & Takamatsu, S. (2001). Phylogeny of *Podosphaera* sect. *Sphaerotheca* subsect. *Magnicellulatae* (*Sphaerotheca fuliginea* auct. s. lat) inferred from rDNA ITS sequences taxonomic interpretation. *Schlechtendalia* 7, 45-52.
4. Braun, U., Cook, R. T. A., Inman, A. J & Shin, H. D. (2002). The taxonomy of the powdery mildew fungi. In R.R. Belanger, W. R. Bushnell, A. J. Dik, T. L. Carver (Eds.). *The powdery mildew, A comprehensive treatise*. (Pp. 13-55.). The American Phytopathological Society, Minnesota, USA.
5. Cook, R. T. A. & Braun, U. (2009). Conidial germination in powdery mildews. *Mycological Research*, 113, 616-639.
6. Cunnington, J. H., Lawrie, A.C. & Pascoe, G. A. (2010). Genetic characterization of the *Golovinomyces cichoracearum* complex in Australia. *Plant Pathology*, 59, 158-164.
7. Cunnington, J. H., Takamatsu, S., Lawrie, A. C. & Pascoe, I. G. (2003). Molecular identification of anamorphic powdery mildews (*Erysiphales*). *Australasian Plant Pathology*, 32, 421-428.
8. Ershad, D. (2009). Fungi of Iran. Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran. Pp: 1-531.
9. Khodaparast, S. A., Hedjaroude, Gh. A., Takamatsu, S. (2003). Phylogenetic relationships between Iranian isolates of *Microsphaera* and *Erysiphe* s. lat. based on rDNA internal transcribed spacers sequences. *Rostaniha* (4)93-103.
10. Khodaparast, S. A., Takamatsu, S., Hedjaroude, Gh. A. (2005). Phylogenetic analysis of the Iranian powdery mildew fungi using nucleotide sequences of the 28S ribosomal DNA. *Journal of Agricultural Science and Technology* Vol. 7: 49-58.
11. Khodaparast, S. A. & Abbasi, M. (2009). Species, host range and geographical distribution of powdery mildew fungi in Iran. *Mycotaxon*, 108, 213-216.
12. Hirata, T., Cunnington, J. H., Paksiri, U., Limaisang, S., Shishkoff, N., Grigaliunaite, B., Sato, B. & Takamatsu, S. (2000). Evolutionary analysis of subsection *Magnicellulatae* of *Podosphaera* section

- Sphaerotheca* (Erysiphales) based on the rDNA internal transcribed spacer sequences with special reference to host plants. *Canadian Journal of Botany*, 78, 1521-1530.
13. Matsuda, S. & Takamatsu, S. (2003). Evolution of host-parasite relationship of *Golovinomyces* (Ascomycete: Erysiphaceae) inferred from nuclear rDNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 27, 314-327.
 14. Mori, Y., Sato, Y. & Takamatsu, S. (2000). Evolutionary analysis of the powdery mildew fungi using nucleotide sequences of the nuclear ribosomal DNA. *Mycological Research*, 92, 74-93.
 15. Saenz, G. S. & Taylor, J. W. (1999). Phylogeny of the Erysiphales (powdery mildews) inferred from internal transcribed spacer ribosomal DNA sequences. *Canadian Journal Botany*, 77, 150-169.
 16. Takamatsu, S. (2004). Phylogeny and evolution of the powdery mildew fungi (Erysiphales, Ascomycota) inferred from nuclear ribosomal DNA sequences. *Mycoscience*, 45, 147-157.
 17. Takamatsu, S., Hirata, T. & Sato, Y. (1998). Phylogeny analysis and predicted secondary structures of the rDNA internal transcribed spacer of the powdery mildew fungi (Erysiphales). *Mycoscience*, 39, 441-453.
 18. Takamatsu, S., Hirata, T., Sato, Y. & Nomura, Y. (1999). Phylogenetic relationship of *Microsphaera* and *Erysiphe* section *Erysiphe* (powdery mildews) inferred from the rDNA ITS sequences. *Mycoscience*, 40, 259-268.
 19. Takamatsu, S., Hirata, T. & Sato, Y. (2000). A parasitic transition from trees to herbs occurred at least twice in tribe Cyctothecae (Erysiphaceae): evidence from nuclear ribosomal DNA. *Mycological Research*, 104 (11), 1304-1311.
 20. Takamatsu, S., Braun, U., Limkaisang, S., Kom-Un, S., Sato, Y. & Cunnington, J. H. (2007). Phylogeny and taxonomy of the oak powdery mildew *Erysiphe alphitoides* sensu lato. *Mycoscience*, 39, 441-453.
 21. Takamatsu, S., Inagaki, D., Niinoni, S., Khodaparast, S. A., Shin, H. D., Grigaliunaite, B. & Havrylenkov, M. (2008). Comprehensive molecular phylogenetic analysis and evolution of the genus *Phyllactinia* (Ascomycota: Erysiphales) and its allied genera. *Mycological Research*, 112 (3), 299-315.
 22. To-anun, C., Kom-un, S., Sunawan, A., Fangfuk, W., Sato, Y. & Takamatsu, S. (2005). A new subgenus, *Microidium*, of *Oidium* (Erysiphaceae) on *Phyllanthus* spp. *Mycoscience*, 46:1-8.
 23. Yarwood, C.E., and Gardner, M.W. (1964). Unreported powdery mildews III. *Plant Disease Reporter* 48, 310.