رستنیها، جلد ۹(۲)، ۱۳۸۷

معرفی قارچ‌هایی از راسته Entomophthorales از ایران

New records of entomophthoralean fungi from Iran

سیما زنگنه* و مهران غزوی

موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور

دریافت: ۱۳۸۷/۲/۳۱ پذیرش: ۱۳۸۷/۹/۱۲

چکیده

با بررسی ۱۷۰ نمونه حشره آلوده به قارچ‌های بیماری‌زا که طی سالهای ۸۶-۱۳۸۲ از سه استان شمالی کشور جمع‌آوری شده بود، هشت آرایه از قارچ‌های متعلق به راسته Entomophthorales از جمله، چهار قارچ بیماری‌زای حشرات راسته دوبالان شامل: *Entomophaga tipulae* روی یک پشه پابلند، *Entomophthora muscae* روی پنج مگس چسبیده به پشت برگ‌های باقلا، *Pandora bulata* روی یک مگس چسبیده به پشت برگ زالزالک و *Pandora dipterigena* روی ۱۹ پشه از خانواده Sciaridae چسبیده به پشت برگ‌های درخت انجیلی و برگ‌های کاهو تشخیص داده شد. بیشترین حشرات آلوده به قارچ‌های بیماری‌زا را شته‌ها تشکیل می‌دادند. *Entomophthora planchoniana* روی ۱۷ شته، *Neozygites fresenii* روی ۲۰ شته، *Zoophthora* sp. تنها روی یک شته و *Pandora neoaphidis* شایع‌ترین نمونه قارچی روی ۶۰ شته یافت شد. پنج قارچ به اسامی: *Entomophaga tipulae*، *Entomophthora muscae*، *Pandora bulata*، *Pandora dipterigena* و *Zoophthora* sp. برای اولین‌بار از ایران گزارش می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: *Entomophaga*، *Entomophthora*، *Pandora*، *Neozygites*، *Zoophthora*

---

* مسئول مکاتبه (E-mail: simazangeneh@yahoo.com)

مقدمه

راسته انتوموفتورالس (زیگومیست‌ها) شامل پنج خانواده به اسامی: Anclystaceae، Completoriaceae، Entomophthoraceae، Meristacraceae و Neozygitaceae است (Keller & Petrini 2005). از ۲۳۰ گونه توصیف شده این راسته، ۱۹۵ گونه متعلق به خانواده Entomophthoraceae و ۱۷ گونه متعلق به خانواده Neozygitaceae است که همگی بیماری‌زای بندپایان می‌باشند (Keller & Wegensteiner 2007). از خصوصیات مهم این قارچ‌ها ایجاد حالت همه‌گیری در جمعیت بسیاری از حشرات به خصوص اعضای راسته‌های نیم‌بالان، دوبالان، بال‌پولک‌داران و راست‌بالان (Papierok & Hajek 1997) و نیز تولید کنیدیوم‌های پرتاب شونده‌ای است که می‌توانند بر سطح بدن میزبان رشد و در کوتیکول حشره نفوذ نمایند. این قارچ‌ها اغلب بیمارگرهای انتخابی برای سخت‌بالپوشان، سن‌ها، حشرات برگ‌خوار و کنه‌ها هستند و قادرند به جمعیت آن‌ها تلفات سنگینی وارد کنند، به حدی که جمعیت میزبان را در منطقه نزدیک به صفر برسانند (Charnley 1997).

اولین گونه انتوموفتورای شناخته شده *Entomophthora muscae* نام دارد (Cohn 1855). این قارچ می‌تواند حشرات کامل انواع مگس‌ها، به خصوص مگس خانگی را بیمار نماید. از دیگر قارچ‌های مهم *Neozygites fresenii* است که مهمترین قارچ بیماری‌زای شته‌ها در مناطق گرمسیر شناخته شده است (Keller 1997). از ایران برای قارچ‌های راسته Entomophthorales گزارش‌هایی وجود دارد. *رومودیر* و همکاران (Remaudière *et al*. 1981) *Conidiobolus obscurus*، *Entomophthora planchoniana*، *Neozygites fresenii* و *Pandora neoaphidis* را گزارش کرده‌اند. *درویش مجنی* (Darvish Mojeni 2001) هم *Pandora neoaphidis* را از شته سبز گندم از گرگان گزارش کرده است. همچنین گونه *Entomophaga grylli* توسط *غزوی* و همکاران (Ghazavi *et al*. 2003) از ملخ‌های *Euprepocnemis plorans* و *Calliptamus* sp. به ترتیب از مناطق مختلف استان گیلان و شهر گرگان گزارش شده است. شناسایی این قارچ‌ها اولین قدم در به کارگیری این عوامل مفید در کنترل آفات و جلوگیری از مصرف بی‌رویه سموم دفع آفات گیاهی می‌باشد.

روش بررسی

نمونه‌برداری از اوایل فصل بهار تا اواسط پاییز سالهای ۸۶-۱۳۸۲ در استان‌های گیلان، مازندران و گلستان، در کلیه مناطق دارای پوشش گیاهی شامل: مزارع و حاشیه آن‌ها، باغ‌ها، مراتع، علف‌زارها و مناطق جنگلی به روش نمونه‌برداری نقطه‌ای (Kooyman & Shah 1992) انجام شد. طبق این روش، در طول یک مسیر و یا در یک منطقه به تناوب توقف و از حشرات

نمونه‌برداری گردید. لاشه حشرات مشکوک به ابتلا به بیماری قارچی همراه با ماده زمینه جمع‌آوری و نمونه‌ها پس از هوادهی در پاکت‌های کاغذی و ظروف دارای تهویه به آزمایشگاه منتقل شد. مشخصات ماکروسکوپی هر حشره و اندام‌های آلوده کننده آن، با کمک استریومیکروسکوپ بررسی گردید. از قارچ‌های هر حشره به روش *هامبر* (Humber 1997)، لام میکروسکوپی تهیه و مشخصات میکروسکوپی هر قارچ اندازه‌گیری و ثبت گردید. سرانجام نام علمی قارچ‌ها با استفاده از منابع زیر تعیین شد:
Humber 1981, 1989, 1996, 1998, McLeod 1963, Keller 1987, 1991, 2002, 2007,) .(Waterhouse & Brady 1982

برای آن‌که بتوان قارچ‌های انتوموفتورایی را در محیط‌های کشت مصنوعی کشت داد، باید حشرات میزبانی را که در حال مرگ هستند و یا به تازگی مرده‌اند و هنوز شروع به پراکنش کنیدیوم نکرده‌اند، بلافاصله پس از جمع‌آوری در محیط کشت قرار داد. به همین دلیل کشت نمونه‌های جمع‌آوری شده در تمامی موارد بی‌نتیجه ماند و شناسایی قارچ‌ها تنها از راه بررسی مشخصات نمونه‌های آلوده شده در طبیعت یعنی با شناسایی حشره میزبان، صفات ظاهری لاشه حشره آلوده به قارچ و خصوصیات میکروسکوپی اندام‌های قارچی انجام شد. لازم به ذکر است که شناسایی حشره میزبان گاهی به دلیل آلودگی شدید به قارچ و در دسترس نبودن نمونه‌های سالم، تنها در حد راسته امکان‌پذیر بود ولی با توجه به منابع، اطلاعات در همین سطح هم می‌توانست به شناسایی قارچ بیماری‌زا بیانجامد.

نتیجه و بحث

آرایه‌های تشخیص داده شده به شرح زیر هستند. در توصیف هر آرایه اعداد داخل پرانتز حد بالا و پایین مشخصات اندازه‌گیری شده و نسبت L/D برابر میانگین میزان طول به عرض بخش اندازه‌گیری شده است.

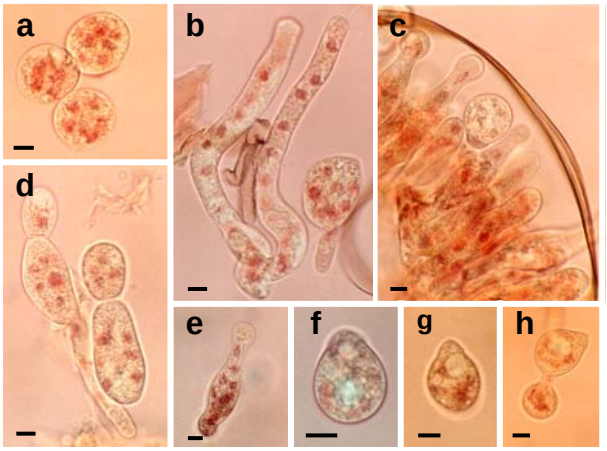
***Entomophaga tipulae* (Fresen.) Humber, Mycotaxon 34(2): 448, 1989**

حشره میزبان به کمک پاها به ماده زمینه چسبیده بود و هیچ رشد بیرونی از اندام‌های قارچی بر سطح بدن حشره دیده نشد. اجسام ریسه‌ای معمولا کروی تا نیمه‌کروی، بیضوی، بیضوی کشیده یا نامنظم به ابعاد (۳۷) ۳۰-۲۲ (۱۶) * (۶۵)۴۴-۲۸(۲۳) میکرومتر و با هسته‌هایی که به وضوح با لاکتوفنول استواورسئین (LPAO) رنگ گرفته بودند دیده شد. بعضی از لوله‌های رویشی تندش یافته از اجسام ریسه‌ای به کنیدیوفور تبدیل شده بودند (شکل ۱- a، b، d). کنیدیوفورها بدون انشعاب بودند، از بین بندهای بدن حشره بیرون نیامده و انتهای آن‌ها در زمان تولید کنیدیوم تا ۱۶ میکرومتر عریض شده بود (شکل ۱- c، e). کنیدیوم‌های اولیه گلابی تا تخم‌مرغی شکل بودند، پاپیلای آن‌ها اغلب تا

حدی نامتقارن یا گرد بود و به ابعاد (۳۱)۳۰-۲۳(۱۹) * (۴۴)۳۹-۲۹/۵(۲۶) دیده شدند (شکل ۱- c، f، g). کنیدیوم‌های ثانویه به انواع اولیه آن شباهت داشت و به صورت جانبی از کنیدیوم اولیه روی کنیدیوفور ثانویه کوتاهی ایجاد شده بود (شکل ۱- h). هاگ‌های استراحتی در نمونه مورد بررسی دیده نشد. همچنین ریزوییید نیز مشاهده نگردید که این صفت متمایز کننده افراد جنس *Entomophaga* از جنس *Batkoa* است.

Entomophaga tipulae یک عضو ویژه از گروه *E. grylli* است که داده‌های مورفولوژیکی و سلول‌شناسی اجازه جداکردن آن را از این گروه نمی‌دهد، تنها تفاوت موجود، میزبان آن‌هاست (Keller 2007). از دیگر خصوصیاتی که کمک به تشخیص این گونه می‌کند، عدم رشد رویشی قارچ بر سطح بدن حشره است (Roy *et al.* 2005).

از این گونه نمونه‌ای با مشخصات زیر در هرباریوم قارچ‌های ایران ("IRAN") نگهداری می‌شود: روی پشه پا بلند از خانواده Tipulidae در استان مازندران، از جنگلی در ابتدای مسیر ساری به گرگان، شهریور ۱۳۸۲، سیما زنگنه، مهران غزوی و اصغر صادقی، شناسایی: مهران غزوی، IRAN 12855 F.



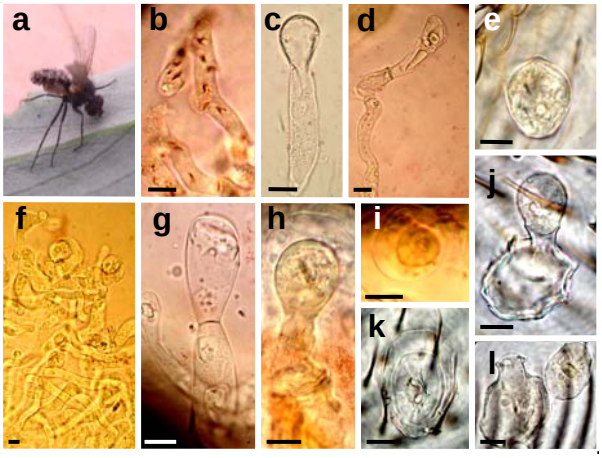
شکل ۱- *Entomophaga tipulae*: a، b، d. اجسام ریسه‌ای، دارای هسته‌هایی که با LPAO رنگ گرفته، بعضی از اجسام ریسه‌ای لوله تندشی ایجاد کرده‌اند، c، e. کنیدیوفور، c، f، g. کنیدیوم‌های اولیه، h. کنیدیوم ثانویه که روی کنیدیوفور کوچک به وجود آمده از کنیدیوم اولیه ایجاد شده است (مقیاس برابر ۱۰ میکرومتر).

Fig. 1. *Entomophaga tipulae*: a, b, d. Hyphal bodies, including nuclei stained with LPAO, some of hyphal bodies have germinated, c, e. Conidiophores, c, f, g. Primary conidia, h. Secondary conidium produced on a short conidiophore on a primary conidium (Scale bar = 10 µm).

***Entomophthora muscae* (Cohn) Fresen., Bot. Zeitg. 14: 883, 1856**

حشرات بیمار با خرطوم خود به سطح زیرین برگ‌ها چسبیده بودند (شکل ۲- a). کنیدیوفورها که در بخش انتهایی عریض بودند [۱۷-(۱۴/۶)-۱۱ میکرومتر]، از کوتیکول بخش‌های غشایی میزبان و از بین بندها بیرون آمده بودند و هر یک ۹-۷ هسته داشتند (شکل ۲- c، d، f، g). کنیدیوم‌های اولیه دارای برجستگی راسی بودند و قطر آن‌ها به (۱۲)۱۳/۵-۱۷(۱۷/۷) * (۱۶)۱۵/۸-۲۳/۴(۲۵) میکرومتر می‌رسید (شکل ۲- e، h، i، k). کنیدیوم‌های ثانویه شبیه کنیدیوم اولیه ولی بدون برجستگی راسی و به ابعاد (۱۰)۱۱/۳-۱۴/۴(۱۵) * (۱۲)۱۳/۸-۱۷/۵(۱۹) میکرومتر بودند (شکل۲- j، l). در نمونه‌های بررسی شده پروتوپلاست، اجسام ریسه‌ای، سیستیدیوم و ریزوئید دیده نشد. دلیل عدم وجود پروتوپلاست و اجسام ریسه‌ای مربوط به شرایط نمونه‌های جمع‌آوری شده بود، چنانچه این اندام‌ها تنها در زمانی که حشره در حال مرگ باشد قابل مشاهده هستند، ولی عدم حضور سیستیدیوم و ریزوئید مطابق با توصیف *کلر* (۱۹۸۷) مربوط به ویژگی‌های خاص این گونه می‌باشد.

از این قارچ نمونه‌ای با مشخصات زیر در هرباریوم قارچ‌های ایران ("IRAN") نگهداری می‌شود: روی مگسی از خانواده Anthomyiidae، پشت برگ‌های باقلا (*Vicia faba* L.)، استان گلستان، مزرعه باقلا واقع در مسیر گرگان به جنگل توسکستان، ۱۳۸۴/۱/۲۲، سیما زنگنه و اصغر صادقی، IRAN 1531 F. این قارچ در نمونه‌های جمع‌آوری شده از حوالی کردکوی هم دیده شد.

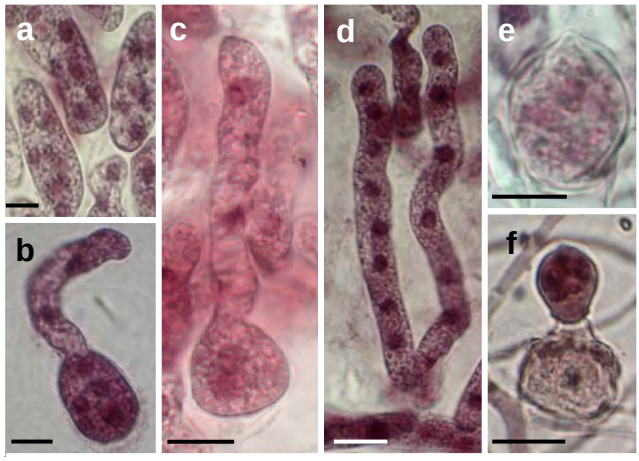


شکل ۲- *Entomophthora muscae*: a. لاشه حشره از طریق خرطوم و پاهایش به سطح زیرین برگ باقلا چسبیده است، b. کنیدیوفور با هسته‌های مشخص، c، d، f، g. تشکیل کنیدیوم اولیه، e، h، i، k. کنیدیوم‌های اولیه، j، l. کنیدیوم ثانویه (مقیاس برابر ۱۰ میکرومتر).

Fig. 2. *Entomophthora muscae*: a. Dead insect attached to substrate by its proboscis and legs, b. Conidiophores with distinct nuclei, c, d, f, g. Formation of primary conidia, e, h, i, k. Primary conidia, j, l. Secondary conidium (Scale bar = 10 µm).

***Entomophthora planchoniana* Cornu, Bull. Soc. Bot. France 189, 1873**

پروتوپلاست‌ها لوله‌ای یا طویل با ابعاد (۲۰)۱۸/۴-۱۳/۳(۱۳) * ۸۶-۵۸(۵۰) دیده شدند. اجسام ریسه‌ای، تک‌سلولی، چند هسته‌ای و غیر منشعب بودند، انتهایی گرد داشتند و بیشتر به شکل گوشه‌دار، بیضوی تا میله‌ای کوتاه، با ابعاد (۲۰)۱۶/۳-۱۲/۸(۱۲) * (۴۸)۳۶-۲۲(۱۹) میکرومتر و با ۹-۴ هسته دیده شدند (شکل ۳- a، b، c). کنیدیوفورها غیر منشعب بودند، در انتها قطرشان به ۱۷-۱۴ میکرومتر می‌رسید (شکل ۳- d) و اطراف شکم میزبان را می‌پوشانیدند. کنیدیوم‌های اولیه به ابعاد (۱۷/۵)۱۷/۲-۱۴(۱۱/۵) * (۲۱)۱۹/۶-۱۵/۷(۱۵) میکرومتر، بیضوی پهن و دوجداره، با پاپیلای نسبتا کوچک، راسی مشخص و نوک‌تیز (شکل ۳- e) و با ۹-۳ هسته دیده شدند، این کنیدیوم‌ها با فشار به اطراف میزبان پرتاب شده و هاله‌ای سفید رنگ را در اطراف آن به وجود آورده بودند. کنیدیوم‌های ثانویه به ابعاد (۱۳)۱۲/۲-۱۰/۶(۱۰) * (۱۵)۱۴/۶-۱۲(۱۱) میکرومتر شبیه کنیدیوم‌های اولیه ولی کوچکتر از آن‌ها بودند، اغلب پاپیلای راسی نداشتند و روی یک ساقه بسیار کوتاه جانبی روی کنیدیوم‌های اولیه به وجود آمده بودند (شکل ۳- g).



شکل ۳- *Entomophthora planchoniana*: a، b، c. اجسام ریسه‌ای با هسته‌های مشخص، درحال رویش و تولید کنیدیوفور، d. کنیدیوفور تشکیل شده از اجسام ریسه‌ای، e. کنیدیوم اولیه با پاپیلای مشخص، f. کنیدیوم ثانویه تشکیل شده روی پایه کوتاهی از کنیدیوم اولیه (مقیاس برابر ۱۰ میکرومتر).

Fig. 3. *Entomophthora planchoniana*: a, b, c. Hyphal bodies with distinct nuclei (in b, c, it grows and forms a conidiophore), d. Conidiophores made by hyphal bodies, g. Secondary conidium forming on a primary conidium (Scale bar = 10 µm).

این قارچ روی بیش از ۲۰ شته آلوده دیده شد. سیستیدیوم و هاگ استراحتی در نمونه‌های مورد بررسی مشاهده نشد. *E. planchoniana* که از مهمترین قارچ‌های بیماری‌زای شته‌ها از راسته Entomophthorales می‌باشد، گسترش جهانی دارد و به دلیل دامنه وسیع میزبان‌هایش، اغلب در بین شته‌ها ایجاد همه‌گیری می‌نماید (Keller 2006).

از این گونه نمونه‌هایی با مشخصات زیر در هرباریوم قارچ‌های ایران ("IRAN") نگهداری می‌شود: روی شته‌های چسبیده به برگ تمشک (*Rubus fruticosus* L.)، استان گلستان، مسیر گرمابدشت به جنگل توسکستان، IRAN 1505 F، النگ دره، IRAN 1505 F، ۱۳۸۴/۲/۱۵، سیما زنگنه، رسول زارع و اصغر صادقی.

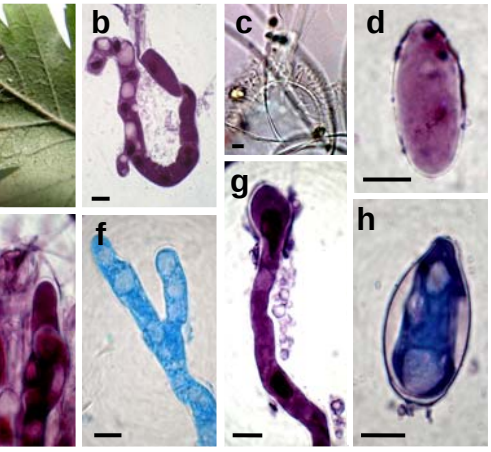
***Pandora bullata* (Thaxt. & D.M. MacLeod) Humber, Mycotaxon 34(2): 452, 1989**

لاشه حشره به سطح زیرین برگ درخت زالزالک *Crataegus microphylla* چسبیده و دسته‌های میسلیومی قهوه‌ای از بخش‌های غشایی و از بین بندهای بدن حشره بیرون آمده بود. شکم حشره کم و بیش با پوششی نمدین پوشیده شده بود (شکل ۴- a). ریزوییدهای تک‌ریسه‌ای در سطح شکمی و اطراف شکم فراوان و به راحتی قابل مشاهده بودند و در انتهای آن‌ها هولد فست مشخص و بشقابی شکلی دیده می‌شد (شکل ۴- c). کنیدیوفورها در این قارچ چند شاخه‌ای بودند (شکل ۴- b، e، f، g). کنیدیوم‌های اولیه، به ابعاد (۲۵)۱۸/۴-۱۳(۱۲/۵) * (۴۲/۵)۳۵-۷۶(۲۰) میکرومتر (۲/۲-۱/۶)۲ = L/D، تک‌هسته‌ای، تا حدی نامتقارن، طویل و به طور محسوسی خمیده و دوجداره هستند. انتهای کنیدیوم صاف است، پاپیلای مشخص، مخروطی شکل و پهنی دارند که لبه آن در محل اتصال تا حدی عریض شده است (شکل ۴- d، h). هاگ‌های استراحتی و سیستیدیوم در نمونه مورد مطالعه دیده نشد. مشخصات قارچ بررسی شده با توصیف *کلر* (۱۹۹۱) از این قارچ مطابقت دارد.

از این قارچ نمونه‌ای با مشخصات زیر در هرباریوم قارچ‌های ایران ("IRAN") نگهداری می‌شود: حشره‌ای متعلق به راسته دوبالان، چسبیده به پشت برگ‌های *Crataegus microphylla*، استان گلستان، حاشیه جنگل گلستان، شهریور ۱۳۸۲، سیما زنگنه و مهران غزوی، IRAN 13171 F.

***Pandora dipterigena* (Thaxt.) Humber, Mycotaxon 34(2): 452, 1989**

شکم و گاه تمامی سطح لاشه حشره‌ای که زیر برگ‌ها چسبیده بود، با پوشش نمد مانندی پوشیده شده بود (شکل ۵- a، b). اجسام ریسه‌ای میله‌ای نامنظم تا رشته‌ای، خمیده و گاه منشعب بودند (۱۶-۹ میکرومتر). کنیدیوفورها منشعب و در انتها کمی عریض بودند (۱۶-۶ میکرومتر) (شکل ۵- c، g)، کنیدیوم‌های اولیه با ابعاد (۲۰)۱۵-۹(۸) * (۳۰)۲۴-۱۵(۱۱)میکرومتر، L/D=۱/۲۸-۲/۱۴، از نظر اندازه بسیار متنوع و طویل و معمولا نامتقارن بودند و یک تا چند

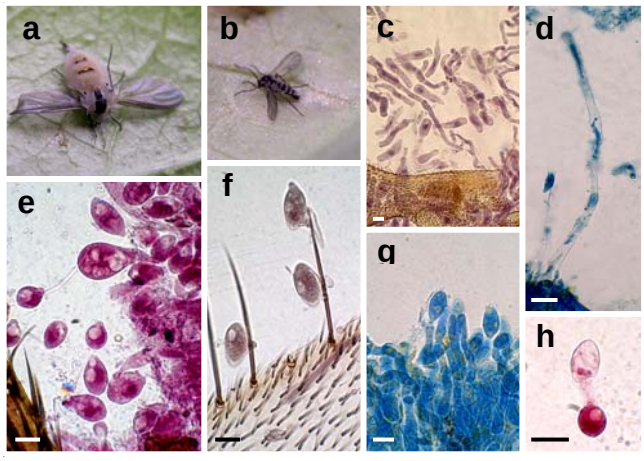


شکل ۴- *Pandora bullata*: a. مگس آلوده به قارچ که با کمک ریزوییدها به برگ چسبیده و با میسلیوم‌های قهوه‌ای پوشیده شده است، b، e، f، g. کنیدیوفور (b و f) با هسته مشخص (b و g) و در حال تشکیل کنیدیوم (g)، c. یک هولدفست بشقابی شکل، d، h. کنیدیوم‌های اولیه دو جداره (h) (مقیاس برابر ۱۰ میکرومتر).

Fig. 4. *Pandora bullata*: a. Infected fly covered with brown mycelia, attached to the underside of a leaf by rhizoids, b, e, f, g. Conidiophores (b, f) with distinct nuclei (g, b) and forming conidia (g), c. A disk-like holdfast, d, h. Bitunicate (h) primary conidia (Scale bar = 10 µm)

واکوئول، و پاپیلایی مشخص و گرد داشتند (شکل ۵- e، f، g). کنیدیوم‌های ثانویه با ابعاد ۱۲-۱۰(۸/۵) * (۱۹)۱۶-۱۲(۱۱) میکرومتر، L/D=۱/۱-۱/۴، به شکل کنیدیوم اولیه و یا کروی‌تر از آن و با راسی برجسته (شکل ۵- h) دیده شدند. سیستیدیوم‌ها طویل بودند، قطر آن‌ها در حد محل کنیدیوم‌ها تا ۱۵ میکرومتر و در قسمت راسی به ۷-۶ میکرومتر می‌رسید که گاه کمی در انتها برجسته‌تر شده بودند (شکل ۵- d). این قارچ در تمامی فصل رویش گیاهان و در مناطق مختلف حواشی جنگل‌ها، مزارع و چمنزارها دیده شد.

نمونه‌های زیر از این گونه در هرباریوم قارچ‌های ایران (“IRAN”) نگهداری می‌شود: حشره‌ای متعلق به خانواده Sciaridae، از راسته دو بالان، زیر برگ‌های تحتانی کاهو، استان مازندران، مسیر آمل به بابل، ۱۳۸۴/۱/۲۲، سیما زنگنه و اصغر صادقی مصور، IRAN 1384 F و از همین تیره زیر برگ‌های درخت انجیلی [*Parrotia persica* (DC.) C.A. Meyer]، استان گلستان، النگ دره، ۱۳۸۳/۲/۱۳، سیما زنگنه، رسول زارع و اصغر صادقی مصور، IRAN 1381 F.



شکل ۵- *Pandora dipterigena*: a. حشره آلوده به قارچ، چسبیده به برگ انجیلی، b. حشره آلوده به قارچ، چسبیده به برگ کاهو، c، g. کنیدیوفورهای در حال تشکیل کنیدیوم، d. سیستیدیوم، e، f. کنیدیوم‌های اولیه با اندازه‌های مختلف، h. کنیدیوم ثانویه در حال تشکیل از کنیدیوم اولیه (مقیاس برابر ۱۰ میکرومتر).

Fig. 5. *Pandora dipterigena*: a. Infected insect attached to the underside of a *Parrotia persica* leaf, b. An infected insect attached to the underside of *Lactuca sativa* leaf, c, g. Formation of primary conidia from conidiophores, d. Cystidium, e, f. Primary conidia in different sizes, h. Formation of secondary conidium from primary one (Scale bar = 10 µm).

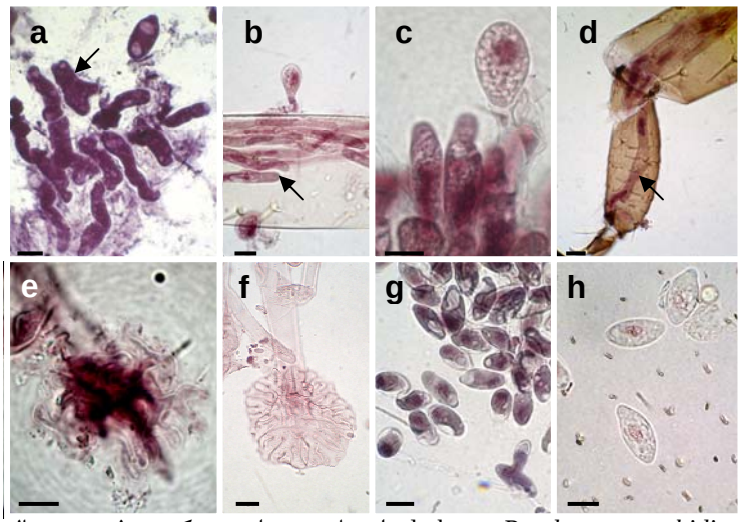
***Pandora neoaphidis* (Remaud. & Hennebert) Humber, Mycotaxon 34(2): 452, 1989**

اجسام ریسه‌ای رشته‌ای و ریسه‌ای، منشعب یا غیر منشعب و با ابعاد متغیر (۱۵)۱۱/۶-۵/۶(۴-) × (۵۳-)۴۷/۲-۲۰/۵(-۲۱) میکرومتر دیده شدند (شکل۶- a، b، d). کنیدیوفورها منشعب، چند هسته‌ای، با آرایش نرده‌ای و ظاهری نمدی شکل و انتهایی عریض (به قطر ۱۵-۷ میکرومتر) و با هسته‌هایی به ابعاد (۱۴-)۸/۳-۴/۶(-۴) × (۱۷-)۱۲/۸-۷/۷(-۷) میکرومتر بودند (شکل ۶- c). کنیدیوم‌های اولیه تخم‌مرغی تا بیضوی کشیده به ابعاد (۱۷-)۱۴/۴-۱۰(-۶) × (۳۵-)۲۸/۷-۲۲(-۱۷) میکرومتر (L/D= ۱/۴-۴/۲) و با هسته‌هایی به ابعاد (۸-)۷/۴-۵ × (۱۱-)۱۰/۴-۷/۳(-۷) مشاهده شدند. پاپیلا به راحتی از بدنه هاگ قابل تشخیص نبود. کنیدیوم‌های اولیه دارای دو دیواره بودند که دیواره خارجی اغلب عریض شده و از دیواره داخلی به جز پاپیلا فاصله گرفته بود. همچنین قطرات روغن و معمولا یک و گاه چند واکوئول مرکزی گرد داشتند (شکل ۶- a، b، c، g، h). کنیدیوم‌های ثانویه به شکل کنیدیوم‌های اولیه ولی با ابعاد کوچکتر (۱۵-)۱۴-۹/۸(-۹) × (۱۸-)۱۶/۷-۱۳(-۱۰) میکرومتر (L/D= ۰/۹-۱/۷) و یا نیمه‌کروی و با راسی نوک تیز دیده شدند. سیستیدیوم‌ها به قطر ۱۵-۱۳

میکرومتر مشاهده شد. ریزوییدها تک‌ریسه‌ای، با ساقه ساده‌ای به قطر ۲۵-۱۶ میکرومتر و طول تا ۲ میلی‌متر از سطح شکمی و بخش سینه حشره بیرون آمده بودند و در انتهای هولدفست‌های بشقابی و یا ریشه‌ای شکل داشتند (شکل ۶- e، f). هاگ استراحتی در نمونه‌های مورد مطالعه دیده نشد.

طبق نظر *کلر* (۲۰۰۷)، این گونه در تمامی قاره‌ها شناسایی شده است، وسیع‌ترین دامنه میزبانی را دارد و به گونه‌های زیادی از شته‌ها که به زیرخانواده‌های مختلف تعلق دارند حمله می‌کند. این قارچ در اروپای مرکزی مهمترین گونه پاتوژن شته‌ها از زیرخانواده‌های مختلف است که باعث اپی‌زئوتیک در میان گونه‌های مهم شته از نظر کشاورزی می‌شود.

Pandora neoaphidis در ۶۰ نمونه جمع‌آوری شده از کلیه استان‌های شمالی کشور مشاهده گردید. سیزده نمونه از این قارچ در هرباریوم قارچ‌های ایران ("IRAN") تحت شماره‌های: IRAN 841 F، IRAN 1379 F، IRAN 850 F، IRAN 1380 F، IRAN 770 F، IRAN 775 F، IRAN 1378 F، IRAN 2308 F، IRAN 2235 F، IRAN 2239 F، IRAN 2265 F، IRAN 2237 F و IRAN 2261 F نگهداری می‌شوند.



شکل ۶- *Pandora neoaphidis*: a، b، d. اجسام ریسه‌ای c. کنیدیوفور در حال تشکیل کنیدیوم اولیه، e. هولدفست با انشعابات ریشه‌ای شکل، f. یک هولدفست بشقابی شکل، a، b، c، g، h. کنیدیوم‌های اولیه (مقیاس برابر ۱۰ میکرومتر).

Fig. 6. *Pandora neoaphidis*: a, b, d. Hyphal bodies, c. Conidiophore forming primary conidium, e. Root-like holdfast, f. A disk-like holdfast of a rhizoid, a, b, c, g, h. Primary conidia (Scale bar = 10 µm).

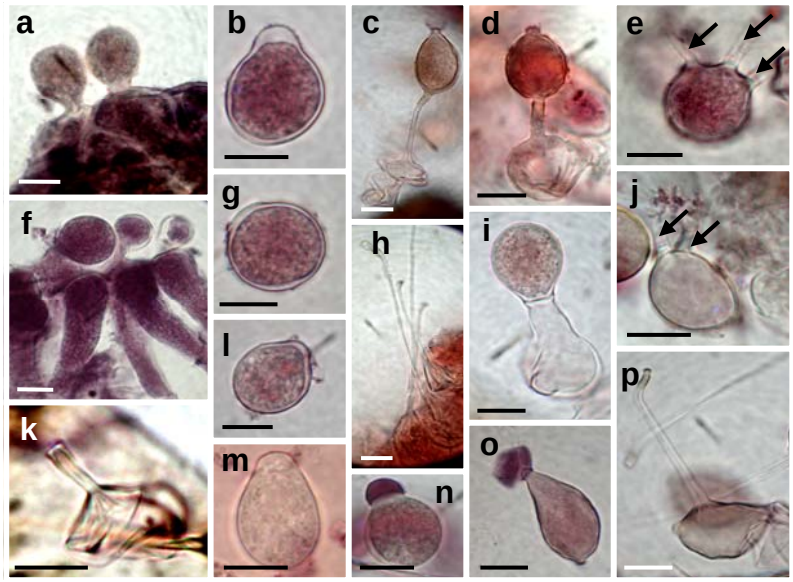
***Neozygites fresenii* (Nowak.) Remaud. & S. Keller, Mycotaxon 11(1): 332, 1980**

لاشه‌های شته‌هایی که توسط میسلیوم‌های سبز تیره یا کرم‌رنگ قارچ پوشیده شده بود با خرطوم و پاها به زیر برگ‌های گزنه (*Urtica dioica*) چسبیده و در کلونی شته‌ها باقی مانده بودند. کنیدیوفورهای جوان بدون انشعاب، کوتاه و چماقی شکل بودند که قبل از پیدایش کنیدیوم‌ها در انتها برجسته شده و به ابعاد (۱۵)۱۳/۷-۱۱(۱۰) * (۷۲)۵۶/۴-۳۵/۲(۳۰) میکرومتر دیده شدند (شکل ۷- a، f). کنیدیوم‌های اولیه با ابعاد (۱۹)۱۶-۱۲/۵(۱۱) * (۲۱)۱۹-۱۶(۱۵)، ۱/۲۴-۱/۱۴ =L/D، دارای هسته‌هایی بودند که با LPAO به راحتی رنگ نگرفت. بدنه کنیدیوم‌ها نیمه‌کروی تا تخم‌مرغی بود و پاپیلایی مشخص، صاف و گاه گرد با قطر ۷-۵ میکرومتر داشت (شکل ۷- b، g، l، m). کنیدیوم‌های ثانویه یا به شکل کنیدیوم اولیه و به ابعاد (۱۹)۱۶-۱۲/۷(۱۰) * (۱۸)۱۷/۲-۱۵(۱۳)، ۱/۱ =L/D، روی کنیدیوفورهای ضخیم و کوتاه (شکل ۷-i) ایجاد شده بودند (کنیدیوم ثانویه نوع I) و یا بادامی شکل و مایل به قهوه‌ای با ابعاد (۱۷)۱۵-۱۱/۳(۹) * (۲۵)۲۲-۱۷/۴(۱۵) میکرومتر، ۱/۸-۱/۱ =L/D، با صفحه‌ای راسی و یا هاپتور بادکشی در انتها (شکل ۷- c، d، n، o)، بر کنیدیوفورهای کوتاه یا بلند و استوانه‌ای شکلی به نام کاپیلاری، با ۱۰۲-۱۰ میکرومتر طول، از کنیدیوم اولیه منشا گرفته بودند (کنیدیوم ثانویه نوع II) (شکل ۷- h، k). گاهی از کنیدیوم اولیه و یا کنیدیوم ثانویه بیش از دو لوله تندشی به وجود آمده بود (شکل ۷- e، j) و گاهی هم از کنیدیوم ثانویه یک کنیدیوم سوم نوع II ایجاد شده بود (شکل ۷- p). ریزوییید و سیستیدیوم در این قارچ وجود ندارد و اجسام ریسه‌ای و هاگ‌های استراحتی هم در نمونه‌های مورد بررسی مشاهده نشد. مشخصات قارچ بررسی شده با توصیف *کلر* (۲۰۰۶) از این قارچ مطابقت دارد. از این گونه نمونه‌ای به شرح زیر در هرباریوم قارچ‌های ایران ("IRAN") نگهداری می‌شود: شته *Microlophium carnosum* متعلق به Hemiptera: Aphidoidea، زیر برگ گزنه (*Urtica dioica* L.)، استان گیلان، ۲۰ کیلومتری فومن، ۱۳۸۴/۲/۲۴، سیما زنگنه و اصغر صادقی، IRAN 12627 F.

***Zoophthora* sp.**

لاشه حشره با ریزوییدهای تک‌ریسه‌ای که گاه منشعب بودند و ۱۲-۵ میکرومتر قطر داشتند، به پشت برگ گزنه چسبیده بود، راس ریزوییدها ویژگی خاصی نداشت ولی گاه متورم بود (شکل ۸- a، g). کنیدیوفورها ساده و در انتها منشعب و یا به قطعات تک‌سلولی تقسیم شده بودند (شکل ۸- b، c، h) کنیدیوم اولیه به ابعاد (۱۱)۹/۸-۷ * (۲۷)۲۴/۲-۱۷/۶(۱۶) میکرومتر (L/D= ۳/۴-۱/۶)، دوجداره و طویل و استوانه‌ای تا اندکی دوکی شکل بودند و پاپیلای گنبدی شکل، نوک تیز و گاه گردی داشتند که از بدنه کنیدیوم با یک یقه برجسته جدا شده بود. هسته کنیدیوم‌های اولیه به خوبی با استو اورسئین رنگ گرفته بود و

(۵)۴/۴-۵(۳) ✻ (۱۲)۱۱-۶/۴(۵) قطر داشت (شکل ۸- d، e، f). هاگ‌های استراحتی گرد تا

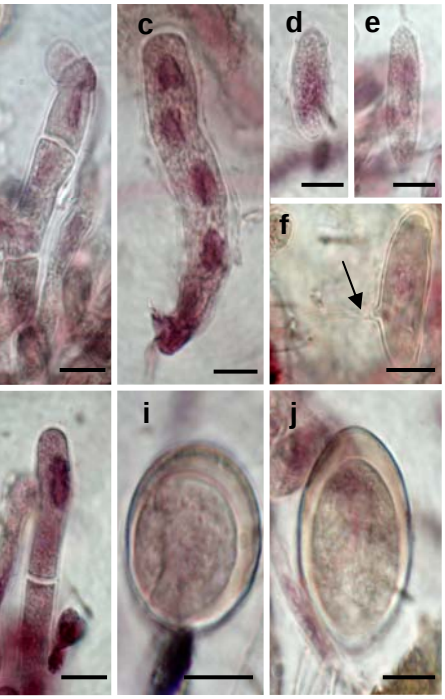


شکل ۷- *Neozygites fresenii*: a و f. کنیدیوفورهای در حال کنیدیوم‌زایی، b، g، l، m کنیدیوم‌های اولیه به شکل‌های مختلف، i. کنیدیوم ثانویه شبیه به کنیدیوم اولیه روی کنیدیوفور ضخیم و کوتاه، c، d، n، o. کنیدیوم ثانویه بادامی شکل با صفحه راسی و یا هاپتورهای بادکش مانند روی کاپیلاری‌های استوانه‌ای کوتاه و بلند، h، k. کاپیلاری‌های استوانه‌ای شکل بلند و کوتاه، e، j. پیدایش بیش از یک لوله تندشی بر سطح کنیدیوم اولیه و یا ثانویه، p. یک کنیدیوم ثانویه کنیدیوم سومی را به وجود آورده است (مقیاس برابر ۱۰ میکرومتر).

Fig. 7. *Neozygites fresenii*: a, f. Conidiophores forming primary conidia, b, g, i, l, m. Primary conidia with different shapes, i. Secondary conidium similar to primary conidia on a short conidiophore, c, n, o. Almond-shaped secondary conidia with apical disc or sucker-like haptor, h, k. Long and short slender capillary. e & j. Formation of more than one germ tube on primary or secondary conidia. p. A secondary conidium has formed a tertiary conidium (Scale bar = 10 µm).

تخم‌مرغی شکل بودند، رنگ آن‌ها زرد طلایی بود، سطحی صاف داشتند و به ابعاد (۲۲)۲۱/۵-۱۸/۴(۱۷) ✻ (۳۴)۳۲ -۲۵/۷(۲۲) میکرومتر (L/D= ۱/۱-۱/۷) دیده شدند (شکل ۸- i، j). اجسام ریسه‌ای و کنیدیوم ثانویه در نمونه حاضر دیده نشد، تنها در یک نمونه لوله

کاپیلاری که از طریق آن کنیدیوم ثانویه ایجاد می‌شود ملاحظه گردید (شکل f –۸). قارچ بررسی شده تنها روی یک شته وجود داشت ولی به خاطر وجود هاگ‌های استراحتی بیضی شکل که



شکل ۸- *Zoophthora* sp.: a و g. ریزوییید، b، c، h. کنیدیوفور که گاه با تقسیم شدن به قطعات تک‌سلولی در می‌آید، d، e، f. کنیدی‌های اولیه، در f لوله کاپیلاری را می‌توان دید، i و j. هاگ استراحتی نیمه‌کروی (i) و تخم‌مرغی شکل (j) (مقیاس برابر ۱۰ میکرومتر).

Fig. 8. *Zoophthora* sp.: a, g. Rhizoids, b, c, h. Conidiophores, sometimes they divide to unicellular fragments, d, e, f. Primary conidia, there is a capillary tube in (f), i, j. Resting spores, subglobose (i) and ovoid (j) (Scale bar = 10 µm)

تاکنون در هیچ قارچی از این جنس دیده نشده گونه‌ای ناشناخته تشخیص داده شد که باید با جمع‌آوری نمونه‌های بیشتر نسبت به بررسی کاملتر خصوصیات و تعیین نام آن اقدام گردد.

نمونه‌ای از این قارچ به شرح زیر در هرباریوم قارچ‌های ایران ("IRAN") نگهداری می‌شود: یک شته متعلق به Hemiptera: Aphidoidea، زیر برگ‌های گزنه (*Urtica dioica* L.)، استان گیلان، ۲۰ کیلومتری فومن، ۱۳۸۴/۲/۲۴، سیما زنگنه و اصغر صادقی مصور، IRAN 12789 F.

سپاسگزاری

بدین وسیله از پروفسور زیگفرید کلر از ایستگاه دولتی تحقیقات اگرواکولوژی و کشاورزی زوریخ جهت تهیه منابع و راهنمایی در تشخیص قارچ‌ها، همچنین از همکاران بخش تحقیقات رده‌بندی حشرات، آقایان دکتر علی رضوانی، دکتر مهرداد پرچمی و مهندس ابراهیم گیلاسیان که در شناسایی حشرات میزبان قارچ‌ها همکاری نمودند صمیمانه تشکر می‌گردد.

نشانی نگارندگان: سیما زنگنه و دکتر مهران غزوی، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، صندوق پستی ۱۴۵۴، تهران ۱۹۳۹۵.

NEW RECORDS OF ENTOMOPHTHORALEAN FUNGI FROM IRAN

S. ZANGENEH* and M. GHAZAVI

Iranian Research Institute of Plant Protection

Received: 20.05.2008 Accepted: 02.12.2008

Among 170 insects infected by fungal pathogens, obtained during 2003-08 from three Northern provinces of Iran (Mazandaran, Gilan and Golestan), eight taxa of entomophthoralean fungi were identified including four pathogens of dipteran insects: *Entomophaga tipulae* was found on a crane fly, *Entomophthora muscae* was seen on five flies attached to broadbean leaves, *Pandora bulata* was observed only on one fly attached to a hawthorn leave and *Pandora dipterigena* was observed on 19 dark-winged fungus gnats of Sciaridae family, attached to Persian Ironwood and lettuce leaves. Most of the collected samples were infected aphids. *Zoophthora* sp. on one aphid, *Entomophthora planchoniana* on 17 aphids, *Neozygites fresenii* on 20 aphids and *Pandora neoaphidis*, the most frequent pathogen, were identified on 60 infected aphids. *Entomophaga tipulae*, *Entomophthora muscae*, *Pandora bulata*, *Pandora dipterigena* and *Zoophthora* sp. are new records for Iran.

Key words: *Entomophaga*, *Entomophthora*, *Pandora*, *Neozygites*, *Zoophthora*

---

* Corresponding author (E-mail: simazangeneh@yahoo.com)

Figures and tables are given in the Persian text.

References

CHARNLEY, A.K. 1997. Entomopathogenic fungi and their role in pest control. pp. 195. *In*: Esser, K. & Lemke, P.A. (eds). The Mycota, Vol. IV, Springer-Verlag. Berlin.

COHN, F. 1855. *Empusa muscae* und die Krankheit der Stubenfliegen. Hedwigia 1: 57–61.

DARVISH MOJENI, T. 2001. Report of entomopathogen *Erynia neoaphidis* Remau. & Henne. on green wheat aphid, *Sitobion avenae* (F.) from Iran. Journal of Entomological Society of Iran 20(2): 100.

GHAZAVI, M., FAROKHI, S. and BANIAMERI, V. 2003. First report of *Entomophaga grylli* on short-horned grasshoppers in Iran. Rostaniha 4(3-4): 110–111.

HUMBER, R.A. 1981. An alternative view of certain taxonomic criteria used in the Entomophthorales (Zygomycetes). Mycotaxon 13(1): 191–240.

HUMBER, R.A. 1989. Synopsis of a revised classification for the Entomophthorales (Zygomycotina). Mycotaxon 34(2): 441–460.

HUMBER, R.A. 1996. Fungi: Identification. Pp. 153-185. *In*: Lacey L.A. (ed.). Biological Techniques in Invertebrate Pathology. Academic Press, London.

HUMBER, R.A. 1998. Entomopathogenic fungal identification. APS/ESA workshop, 8-12 November, Las Vegas, NV, USA.

KELLER, S. 1987. Arthropode-pathogenic Entomophthorales of Switzerland. I *Conidiobolus*, *Entomophaga* and *Entomophthora*. Sydowia 40: 122–167.

KELLER, S. 1991. Arthropode-pathogenic Entomophthorales of Switzerland. II *Erynia*, *Eryniopsis*, *Zoophthora* and *Tarichium.* Sydowia 43: 39–122.

KELLER, S. 1997. The genus *Neozygites* (Zygomycetes, Entomophthorales) with special reference to species found in tropical regions. Sydowia 49: 118–146.

KELLER, S. 2002. The genus *Entomophthora* (Zygomycetes, Entomophthorales) with a description of five new species. Sydowia 54(2): 157–197.

KELLER, S. 2007. Arthropode-pathogenic Entomophthorales from Switzerland. III. First additions. Sydowia 59(1): 75–113.

KELLER, S. and PETRINI, O. 2005. Keys to the identification of the arthropode pathogenic genera of the families Enthomophthoraceae and Neozygitaceae (Zygomycetes) with descriptions of three new subfamilies and a new genus. Sydowia 57(1): 23–53.

KELLER, S. and WEGENSTEINER, R. 2007. Introduction. pp. 1–6. *In*: Keller, S. (ed.). Arthropode pathogenic Entomophthorales: Biology, Ecology, Identification. *Luxembourg.*

KOOYMAN, C. and SHAH, P. 1992. Exploration for locust and grasshopper pathogens. Pp. 208-213. *In*: Lomer, C.L. & Prior, C. (eds). *In*: Biological Control of Locusts and Grasshoppers. CAB International.

MCLEOD, D.M. 1963. Entomophthorales infections. pp. 189–232. *In*: Stainhaus, E.A. (ed.). Insect Pathology: An Advanced Treatise, Vol. 2. Academic Press, New York.

PAPIEROK, B. and HAJEK, A.E. 1997. Fungi: Entomophthorales. pp. 187–212. *In*: Lacey, L.A. (ed.). Manual of Techniques in Insect Pathology. Academic Press, London.

REMAUDIÈRE, G. 1977. Sur quelques Aphidoidea de la Polynésie Française. Bulletin de la Société Entomologique de France 82: 151–155.

REMAUDIÈRE, G., LATGÉ, J.R. and MICHEL, M.F. 1981. Écologie comparée des Entomophthoracées pathogènes de pucerons en France littorale et continentale. Entomophaga 26(2): 157–178.

ROY, H.E., STEINKRAUS, D., EILENBERG, E., PELL, J.K. and HAJEK, A. 2006. Bizarre interactions and endgames: entomopathogenic fungi and their arthropod hosts. Annual Review of Entomology 51: 331–357.

WATERHOUSE, G.M. and BRADY, H.L. 1982. Key to the species of *Entomophthora senso lato*. Bulletin of the British Mycological Society 16: 113–143.

Addresses of the authors: S. ZANGENEH, Department of Botany and Dr. M. GHAZAVI, Agricultural Entomology Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, P.O. Box 1454, Tehran 19395, Iran.