

شناسایی قارچ‌های Erysiphaceae در گروهی از درختان و درختچه‌های جنگلی استان لرستان

کرم سپه‌وند^{۱*}، مصطفی درویش‌نیا^۲ و عیدی بازگیر^۲

*^۱ - نویسنده مسئول، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

پست الکترونیک: karamsepahvand@gmail.com

^۲ - استادیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۵/۰۹ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۲۰

چکیده

به منظور مطالعه قارچ‌های تیره Erysiphaceae در گروهی از درختان و درختچه‌های جنگلی استان لرستان نمونه‌های آلوده از گونه‌های *Quercus infectoria* subsp. و *Crataegus azarolus*، *Salix alba*، *Daphne mucronata*، *Acer monspesulanum* و *Boisieri* جمع‌آوری شد. پس از شناسایی میزبان‌های گیاهی، ثبت مشخصات اولیه و شناسایی قارچ‌های عامل بیماری انجام شد. در بین نمونه‌های شناسایی شده قارچ *Phyllactinia gutata* از روی *S. alba* و *C. azarolus* اولین گزارش از این قارچ روی این میزبان‌ها از ایران می‌باشد. همچنین قارچ *Leveillula taurica* از روی *D. mucronata* برای دومین بار از دنیا روی این گونه گزارش می‌شود و قارچ *Erysiphe alphitoides* var. *alphitoides* روی *Q. infectoria* subsp. *Boisieri* به‌عنوان اولین گزارش روی این زیرگونه گیاهی از ایران و قارچ *Sawadea tulasnei* روی گونه *A. monspesulanum* به‌عنوان اولین گزارش از استان لرستان معرفی می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: سفیدک سطحی، اریزیفاسه، درختان جنگلی، لرستان

مقدمه

از این ۱۵ یا ۱۶ جنس از تیره Erysiphaceae که اغلب اکتوپارازیت هستند و فقط هوستوریوم^۱ را از طریق لایه‌های کوتیکولی وارد سلول‌های اپیدرم میزبان می‌کنند، فقط سه جنس *Leveillula*، *Phyllactinia* و *Pleochaeta* اندوپارازیت هستند^۲. البته جنس *Leveillula* تنها جنسی از تیره Erysiphaceae است که کاملاً اندوپارازیت است. مطالعات جدیدتر نشان داده که تیره Erysiphaceae به پنج

تیره Erysiphaceae یک گروه از قارچ‌های بیوتروف می‌باشد که باعث بیماری سفیدک پودری در حدود ۱۰۰۰۰ گونه از گیاهان نهانده می‌شوند (Amano, 1986). دامنه میزبانی این گروه از قارچ‌ها به نهانداگان محدود شده و هرگز این قارچ‌ها به‌عنوان آلوده‌کننده روی سرخس‌ها و بازداگان گزارش نشده‌اند (Amano, 1986). این قارچ‌ها شامل ۱۶ جنس و تقریباً ۶۵۰ گونه هستند (Liberato et al., 2006). هرچند که در گزارش‌های پیش‌تر ذکر شده که متعلق به ۱۵ جنس هستند (Takamatsu et al., 2005). اما

۱- اندام جذب مواد غذایی است.

۲ - جنس‌های *Pleochaeta* و *Phyllactinia* قدری اندوپارازیت هستند.

و آلودگی جدید را ایجاد کنند. بیماری در شرایط آب و هوای خشک شدت می‌یابد، گرچه رطوبت نسبی بالا برای ایجاد آلودگی جدید لازم است. با وجود اینکه این بیماری به سرعت گیاه را نمی‌کشد، اما گیاه یا درخت به دیگر عوارض حساس تر می‌شود و ظاهر و میزان میوه تولیدی آن (در صورت تولید) به خطر می‌افتد. با توجه به اهمیت این گروه از بیمارگرهای گیاهی، این تحقیق برای شناسایی قارچ‌های Erysiphaceae در گروهی از درختان و درختچه‌های جنگلی استان لرستان انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در عرصه‌های جنگلی استان لرستان انجام شد. استان لرستان در غرب ایران، بین ۶۴ درجه و ۱۵ تا ۵۰ درجه و ۳ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و ۲۳ درجه و ۷۳ دقیقه تا ۴۳ درجه و ۲۲ دقیقه شمالی قرار دارد. وسعت آن حدود ۹۵۵۸۲ کیلومتر مربع است که ۳۲ درصد^۳ از آن عرصه جنگلی است، که از نظر طبقات تراکمی به سه طبقه ۰-۲۰، ۲۰-۴۰ و ۴۰-۱۰۰ درصد تراکمی تقسیم می‌شود. ارتفاع این سرزمین از سطح دریای آزاد از ۵۰۴۰ متر (اشترانکوه) تا ۵۰۰ متر (جنوبی‌ترین ناحیه استان) می‌باشد. برای انجام این تحقیق نمونه‌برداری‌هایی از نقاط رویش درختان جنگلی آلوده به سفیدک پودری در استان لرستان انجام شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده به آزمایشگاه منتقل شده و ابتدا از آنها نمونه‌های هرباریومی تهیه و بعد گونه آنها شناسایی شد. ضمن جمع‌آوری نمونه‌های گیاهی، ثبت علائم ماکروسکوپی و توصیف شکل اندام‌های چاسموتسیوم، آسک، آسکوسپور و کنیدیوم‌های قارچ عامل بیماری با مشاهده زیر میکروسکوپ انجام شد. رسم شکل این اندام‌های قارچی با استفاده از دستگاه لوله ترسیم نصب شده روی میکروسکوپ و میکرومتری این اندام‌های قارچی با استفاده از میکروسکوپ کالیبره شده BH2 انجام شد. عکس‌های میکروسکوپی از آنها نیز با

قبیله و دو جنس اصلی تقسیم می‌شود (Takamatsu *et al.*, 2010) که شامل قارچ‌های انگل درختان و گیاهان علفی هستند. قارچ‌های انگل درختی اغلب جایگاه پایه‌ای را در این قبیله‌ها داشته و قارچ‌های انگل گیاهان علفی جایگاه مشتق شده‌ای را دارند (Takamatsu *et al.*, 2010). مشاهدات این واقعیت را بیان می‌کنند که اغلب جنس‌های پایه‌ای Erysiphaceae درختان را آلوده می‌کنند و حدس زده می‌شود که درختان گیاهان اولیه میزبان قارچ‌های تیره Erysiphaceae بوده‌اند (Mori *et al.*, 2000a). ساعت‌های مولکولی کالیبره شده تخمین می‌زنند که این قارچ‌ها از اواخر دوره کرتاسه ایجاد شده‌اند (Mori *et al.*, 2000b; Takamatsu & Matsuda, 2004) که این نظریه با فرضیه هلوتا (Heluta, 1992) سازگاری دارد. تغییر میزبان از درختان به گیاهان علفی در این قارچ‌ها در طول دوره ترشیاری رخ داده است (Takamatsu & Matsuda, 2004). آنالیزهای فیلوژنتیکی مولکولی مشخص کرده که تیره Erysiphaceae یک گروه مونوفیلتیک جدا را تشکیل می‌دهند (Mori *et al.*, 2000b; Lutzoni *et al.*, 2004; Takamatsu & Matsuda, 2004; Wang *et al.*, 2006). بنابراین خانواده Erysiphaceae از یک جد (تاکسون) منفرد مشتق شده‌اند که خاصیت انگلی آنها ناگهانی ایجاد شده است. مطالعات فیلوژنتیکی منتهی به پیشرفت‌های مهمی در فیلوژنی و تاکسونومی قارچ‌های Erysiphaceae شده است (Mori *et al.*, 2000 a). به طوری که تعیین توالی‌های نوکلئوتیدها بر اساس ۵.۸s، ۱۸ s، ۲۸s rDNA و نواحی ITS برای قارچ‌های Erysiphaceae انجام شده و نسب‌های (Lineage) عمده آنها پیدا شده است (Khodaparast *et al.*, 2000). این قارچ‌ها عامل بیماری عمومی برگ‌ی در تعداد زیادی از گونه‌های درختی و علفی هستند. اغلب گونه‌های این قارچ‌ها تنها به یک گونه درختی و درختچه‌ای حمله می‌کنند، هرچند که برخی میزبان‌های بیشتری دارند. علائم بیماری به صورت یک نمای سفید رنگ، شامل توده‌ای از اسپور قارچی است که سطح اندام‌های گیاهی به‌ویژه برگ‌ها را می‌پوشاند. این اسپورها قادرند با جریان هوا انتشار یافته

قاعده ۹-۱۸، در وسط ۶-۱۵ و در نوک ۶-۱۵ میکرومتر و پهنای زوائد لوله لامپی در قاعده ۱۲-۱۵، در وسط ۹-۱۲ و در نوک ۶-۹ میکرومتر اندازه‌گیری شد. داخل هر چاسموتسیوم ۱۰-۱۹ آسک وجود داشت (شکل ۸).
کنیدیوم‌ها اغلب چماقی تا چماقی کشیده و در *C. azarolus* تعداد کمی حالت تخم‌مرغی، و در *S. alba* مقدار زیادی استوانه‌ای کشیده که در نیمه بالایی پهن‌تر و نوک‌تیز بودند (شکل‌های ۹ و ۱۴-۴). آسک‌ها در *C. azarolus* حالت تخم‌مرغی تا بیضوی و بعضی بیضوی کشیده و به حالت پایه‌دار و در *S. alba* آسک‌ها از استوانه‌ای تا بیضوی کشیده، پایه‌دار، بندرت بدون پایه و در هر دو حالت داخل هر کدام دو عدد آسکوسپور وجود داشت (شکل‌های ۸ و ۱۴-۴). آسکوسپورها در *C. azarolus* حالت تخم‌مرغی و در *S. alba* بیضوی تا بیضوی تخم‌مرغی بودند. اندازه چاسموتسیوم‌ها ۲۲۲-۳۶۰، آسک‌ها ۱۳۶-۷۲×۸۶-۳۷، آسکوسپورها ۶۶-۳۷×۴۲-۱۶ و کنیدیوم‌ها ۱۱۰-۲۸×۳۹-۲۱ میکرومتر اندازه‌گیری شد.

2- *Leveillula taurica* (Lév.) Arnaud, Ann. Epiphyt. 7. p. 94 (1921)
Syn: *Erysiphe picridis* Cast, Cat. p. Mars. P. 192 (1845), *Erysiphe taurica* Lev. In Demdof. vey. Russ. merid. (hot.) p. 119 (1842)
Anamorphe: *Oidium haplophylli* Magn. ver, Zoolbot. Ges. Wien 50. p. 444 (1900).

میزبان *Daphne mucronata* Royle جمع‌آوری سپه‌وند، تاریخ ۲۷/۵/۷۷، دهستان پاچه لک غربی بالاتر از روستای کمندان، موقعیت جغرافیایی "۲۲،۱۷/۷۹، ۴۹° شرقی و "۲۳/۷۳، ۳۳° شمالی و ارتفاع ۱۹۵۲ متر، تاریخ ۵/۷/۷۷، منطقه آبشار آب سفید الیگودرز، موقعیت جغرافیایی "۲۳/۶۲، ۳۷°، ۴۹° شرقی و "۴۴/۵۸، ۳۳° شمالی و ارتفاع ۲۰۶۹ متر، تاریخ ۲۷/۷/۸۷، دهستان

دوربین المپوس مدل PM-CB20 تهیه شد. نمونه‌های قارچ‌های جمع‌آوری شده با استفاده از کلیدهای شناسایی مربوطه تطابق و شناسایی شدند.

نتایج

در مجموع چهار گونه قارچ عامل سفیدک پودری از روی پنج گونه از درختان جنگلی در استان لرستان به شرح ذیل شناسایی شد:

1- *Phyllactinia guttata* (Wallr. Fr.) Lév. Ann. Sci Nat., Bot. 3 Ser. Is 15p. 144

Syn: *Ph. candollei* Lev., Ann. Sci. Nat. bot. 3 ser. 15. p 150 (1851), *Ph. carpini* Fuss (L.e.). *P. fagi* (D.c) Fuss (L.e.), *Ph. suffulta* (Rebet.) Sacc. *Michelia* zp. 50 (1880), Anamorph: *Ovulariopsis moricola* Del.

میزبان‌های *Salix alba* L. و *Crataegus azarolus* L. جمع‌آوری سپه‌وند، تاریخ ۲/۹/۷۸، دهستان کرگاه شرقی شهرستان خرم‌آباد، منطقه تاف، مسیر آبشار نوژیان، اطراف روستای گاراژ، موقعیت جغرافیایی "۲۷،۵۸/۱۶، ۴۸° شرقی و "۴۱/۵، ۱۸°، ۳۳° شمالی و ارتفاع ۱۹۵۲ متر.

میسلیوم‌ها در *C. azarolus* به صورت پایا و در سطح رویی و پشتی برگ‌ها (شکل ۲۰) و در *S. alba* بیشتر در سطح زیرین برگ‌ها وجود داشتند. چاسموتسیوم‌ها به صورت منفرد تا مجتمع داخل این پوشش وجود داشتند (شکل ۱۷). چاسموتسیوم‌ها به صورت کروی کاملاً منظم بودند و سلول‌های روی چاسموتسیوم در *C. azarolus* اغلب به صورت واضح و مشخص و به رنگ قهوه‌ای تیره و در بعضی موارد قهوه‌ای روشن و در *S. alba* چاسموتسیوم‌ها تیره رنگ و سلول‌های سطح زیاد مشخص نبود (شکل‌های ۷ و ۱-۱۴). زوائد چاسموتسیوم لوله لامپایی و در *C. azarolus* به تعداد ۲ تا ۸ عدد و در *S. alba* به تعداد ۵-۹ عدد روی هر چاسموتسیوم و در اندازه‌های ۱۴۴-۳۵۱ میکرومتر بودند. در بعضی موارد زوائد به صورت رشته‌ای به تعداد خیلی کم دیده می‌شد که ۲۴-۱۴۷ میکرومتر طول داشتند. پهنای زوائد رشته‌ای در

"۴۸°، ۱۱'، ۰۲۲" شرقی و "۳۳°، ۴۶'، ۱۷" شمالی و ارتفاع ۱۸۳۵ متر، تاریخ ۸۶/۸/۱۰، روستای پنگ‌آباد کاکا شرف شهرستان خرم‌آباد، موقعیت جغرافیایی "۴۸°، ۳۲'، ۲۳/۵۱" شرقی و "۳۳°، ۱۹'، ۷۶" شمالی و ارتفاع ۱۹۱۸ متر.

میسلیوم‌ها به صورت نیمه‌پایا تا پایا روی سطح رویی و زیرین برگ‌ها وجود داشت (شکل ۱۸). اندام‌های جنسی روی این میسلیوم‌ها به صورت پراکنده تا مجتمع بودند (شکل ۲۲). اندازه چاسموتسیوم‌ها ۶۸-۱۳۲ میکرومتر، آسک‌ها ۶۷-۶۷×۴۷-۵۷-۲۲ میکرومتر، و آسکوسپورها ۲۳-۱۱×۱۲-۸ میکرومتر و کنیدیوم‌ها ۳۶-۲۲×۲۰-۱۰ میکرومتر اندازه‌گیری شد. زوائد چاسموتسیوم ۴-۱ بار دوشاخه‌ای و بی‌رنگ بودند و طولشان از ۱/۳-۰/۷ برابر قطر چاسموتسیوم‌ها متغیر بود و تعداد زوائد ۱۴-۵ عدد در هر چاسموتسیوم اندازه‌گیری شد (شکل ۱۰ و ۱-۱۵). داخل هر چاسموتسیوم ۸-۴ عدد آسک وجود داشت (شکل ۱۱ و ۲-۱۵). آسکوسپورهای داخل هر آسک ۶-۴ عدد بود. کنیدی‌ها بیضوی-تخم‌مرغی و بعضی حالت تقریباً استوانه‌ای داشتند (شکل ۱۲ و ۴-۱۵).

4- *Sawadaea tulasnei* (Fuck.) Homma, J. Fac. Agric. Hokkaido Imp. Univ. 38, p. 374 (1937)
Synonym: *Uncinula tulasnei* Fuck., Fungi rhen. 1746 (1866). *U. aceris* var. *tulasnei* (Fuck.) Salm., Mem. Torrey Bot. Club 9, p. 93 (1900). *Erysiphe varium* Fr., ScIer. suec. 253 (1822), nom. nud

میزبان *Acer monspesulanum* L. جمع‌آوری سپه‌وند، تاریخ ۷۷/۷/۱۵، منطقه آبشار آب سفید الیگودرز، موقعیت جغرافیایی "۴۹°، ۳۵'، ۳۰۷" شرقی و "۳۲°، ۵۹'، ۹۶۹" شمالی و ارتفاع ۲۱۱۰ متر.

علائم قارچ به صورت میسلیوم‌های ناپایا تا نیمه‌پایا در سطح رویی و زیرین برگ‌ها وجود داشتند. میسلیوم‌ها در سطح رویی بیشتر به فرم نیمه‌پایا و در سطح زیرین بیشتر به فرم ناپایا بودند (شکل ۱۹). چاسموتسیوم‌ها به صورت

کرگه شرقی شهرستان خرم‌آباد، منطقه تاف، مسیر آبشار نوژیان، اطراف روستای گاراژ، موقعیت جغرافیایی "۴۸°، ۲۷'، ۵۸/۱۶" شرقی و "۳۳°، ۱۸'، ۰۵/۴۱" شمالی و ارتفاع ۱۹۵۲ متر، تاریخ ۷۷/۶/۲۳، جاده سراب گاماسیاب، بعد از روستای شاه‌آباد گاماسیاب علیا، ارتفاع ۲۶۴۳ متر.

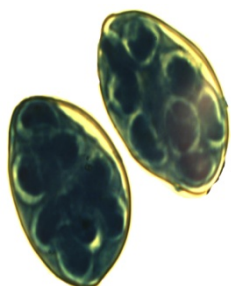
علائم بیماری به صورت لکه‌های محدود تا بزرگتر در سطح روئی و زیرین برگ‌ها وجود داشت (شکل ۲۱). میسلیوم‌ها از نوع پایا و چاسموتسیوم‌ها داخل این توده میسلیومی وجود داشت. داخل هر چاسموتسیوم ۳۲-۲۶ عدد آسک بود (شکل ۵). زوائد چاسموتسیوم به صورت رشته‌ای یک شاخه و بعضی دو شاخه و طول آنها ۴۲۰-۱۵ میکرون بود (شکل ۴ و ۱-۱۶). سلول‌های روی چاسموتسیوم تقریباً مشخص و به رنگ‌های قهوه‌ای تیره تا روشن دیده می‌شد. آسک‌ها بیضوی کشیده تا بیضوی و پایه‌دار و داخل هر کدام دو عدد آسکوسپور وجود داشت (شکل ۵ و ۲-۱۶). آسکوسپورها بیضوی کشیده تا بیضوی و بعضی حالت تخم‌مرغی کشیده داشتند (شکل ۳-۱۶). کنیدی‌ها استوانه‌ای نوک تیز در کنیدی‌های اولیه و حالت استوانه‌ای تا استوانه‌ای کشیده در کنیدی‌های ثانویه بود (شکل ۹ و ۴-۱۶). اندازه چاسموتسیوم‌ها ۳۴۵-۲۷۰، آسک‌ها ۱۴۴-۱۱۶×۳۲-۲۱، آسکوسپورها ۶۲-۴۸×۳۲-۲۱ و کنیدی‌ها ۹۶-۸۰×۲۸-۲۰ میکرومتر اندازه‌گیری شد.

3- *Erysiphe alphitoides* (Griffon & Maublance) Braun & Takamatsu var. *alphitoides*, *Microsphaera alphitoides* Griff. & Maub. var. *alphitoides*, *M. abbreviata* (peck) Salm., *M. alni* (Wallr.) Winter var. *quercinum*, *M. quercina* (Schew.) Burr.,
Anamorph: *Oidium quercinum* Thuem

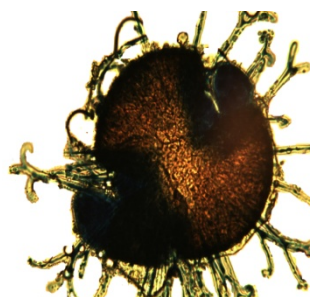
میزبان *Quercus infectoria* Oliv. Subsp. *Boisieri* جمع‌آوری سپه‌وند، تاریخ ۷۸/۸/۱۲، دهستان قلابی، بین روستاهای لعل‌آباد و گلستان، موقعیت جغرافیایی

تعداد آسک داخل چاسموتسیوم حدود ۷ عدد و شکل آنها تخم‌مرغی بدون پایه، آسکوسپورها تخم‌مرغی تا بیضوی کشیده (شکل ۱۳-۳) و تعداد آسکوسپور داخل هر آسک ۶-۸ عدد بود. کنیدی‌ها به دو فرم، بعضی استوانه‌ای تا استوانه‌ای کشیده و بعضی تخم‌مرغی تا بیضوی مایل به گرد بودند (شکل ۳ و ۴-۱۳). اندازه چاسموتسیوم‌ها ۱۲۸-۱۹۷، آسک‌ها ۴۳-۶۰×۶۰-۹۱، آسکوسپورها ۱۲-۲۴×۲۴-۳۷ و کنیدیوم‌ها ۴۰-۲۶×۲۴-۱۲ میکرومتر اندازه‌گیری شد.

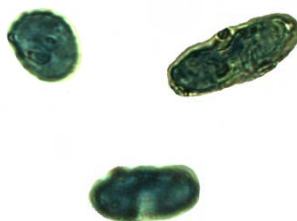
لکه‌های پراکنده روی میسلیوم‌ها وجود داشتند. رنگ چاسموتسیوم‌ها از قهوه‌ای روشن (در نمونه‌های نارس) تا قهوه‌ای مایل به تیره (در نمونه‌های رسیده) متغیر بود. زوائد چاسموتسیوم بی‌رنگ و رشته‌ای و در انتها قدری خمیده و بعضی کاملاً سرعصابی، بعضی حالت سرعصابی دوشاخه و تعداد کمی حالت سه‌شاخه با کمی خمیدگی و تعدادی نیز رشته‌ای بدون خمیدگی بودند (شکل ۱ و ۱-۱۳). تعداد زوائد بین ۱۷-۴۷ عدد شمارش شد. زوائد بی‌رنگ، عرض زوائد در قاعده ۶-۷/۳ میکرومتر و در قسمت انتهایی ۳-۹ میکرومتر و طول زوائد ۹-۱۸۶ میکرومتر اندازه‌گیری شد.



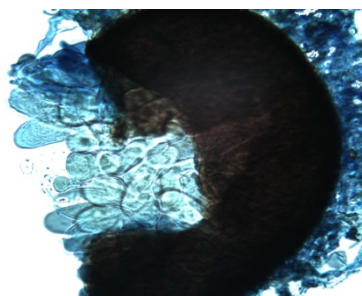
شکل ۲- آسک و آسکوسپور قارچ *S. tulasnei*



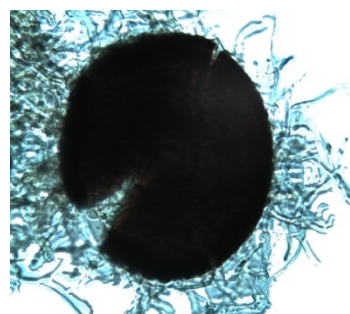
شکل ۱- چاسموتسیوم قارچ *S. tulasnei*



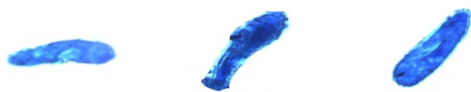
شکل ۳- کنیدی‌های قارچ *S. tulasnei*



شکل ۵- چاسموتسیوم باز شده و آسک‌های قارچ *L. taurica*



شکل ۴- چاسموتسیوم قارچ *L. taurica*



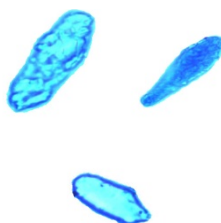
شکل ۶- کنیدی‌های قارچ *L. taurica*



شکل ۸- چاسموتسیوم بازشده و آسک‌های قارچ *Ph. guttata*



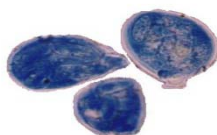
شکل ۷- چاسموتسیوم قارچ *Ph. Guttata*



شکل ۹- کنیدی‌های قارچ *Ph. guttata*



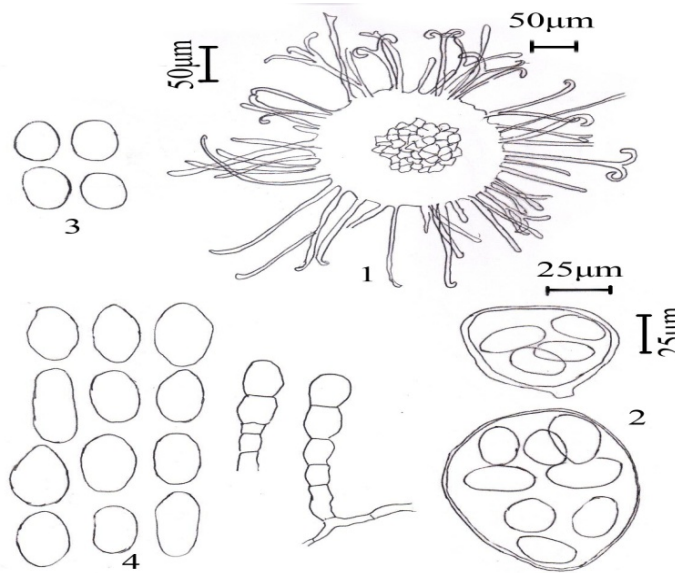
شکل ۱۰- چاسموتسیوم قارچ *E. alphitoides var. alphitoides*



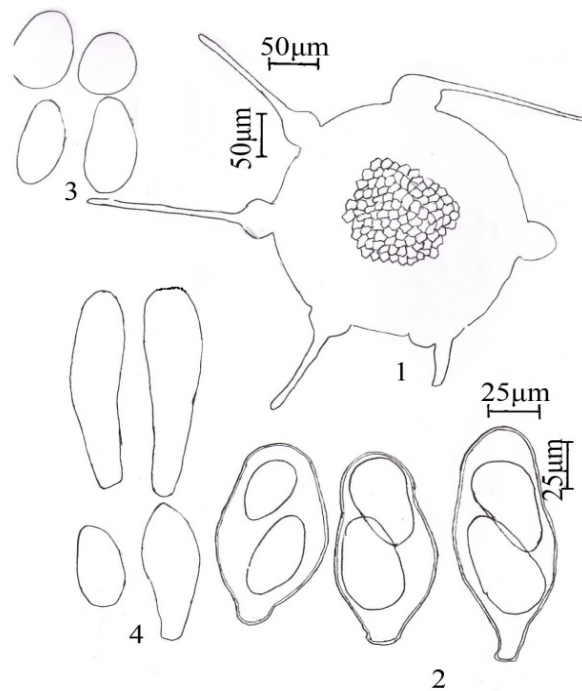
شکل ۱۱- آسک‌های قارچ *E. alphitoides var. alphitoides*



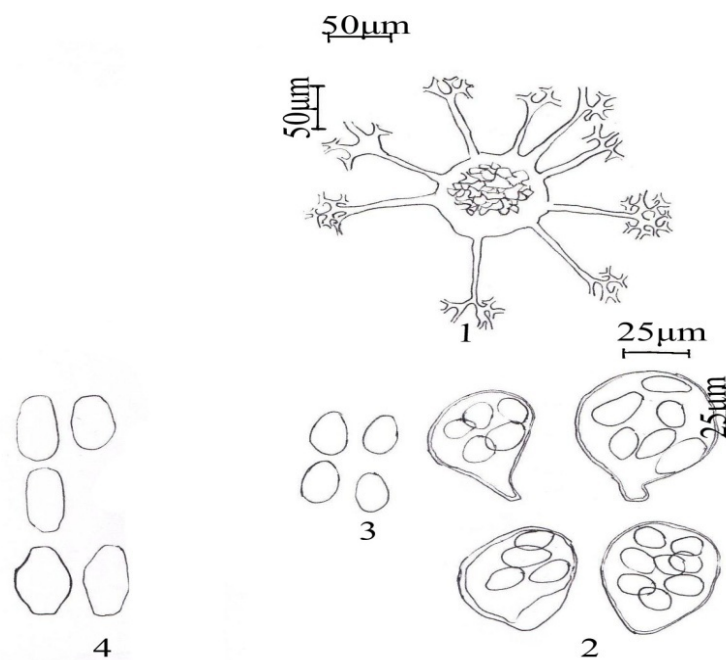
شکل ۱۲- کنیدی قارچ *E. alphitoides* var. *alphitoides*



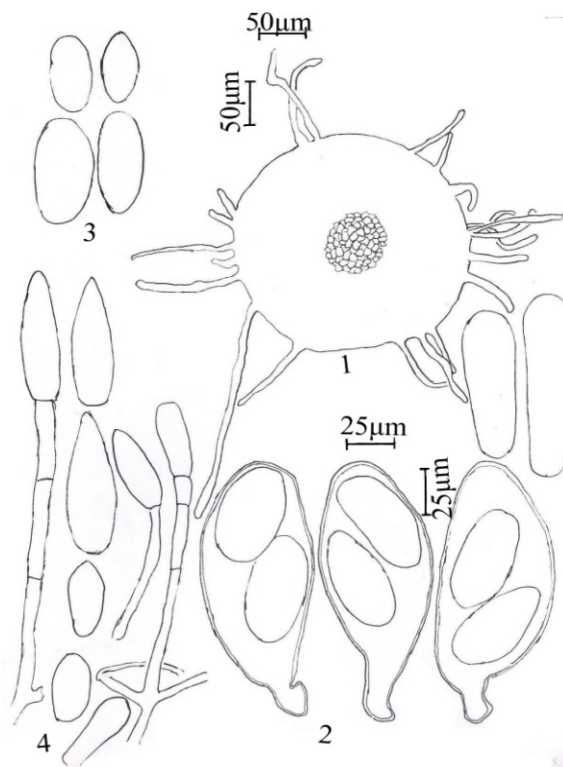
شکل ۱۳- رسم اندام‌های قارچ *S. tulasnei*: ۱. چاسموتسیوم، ۲. آسک، ۳. آسکوسپور، ۴. کنیدی



شکل ۱۴- رسم اندام‌های قارچ *Ph. Guttata*: ۱. چاسموتسیوم، ۲. آسک، ۳. آسکوسپور، ۴. کنیدی



شکل ۱۵- رسم اندام‌های قارچ *E. alphitoides* var. *alphitoides*: ۱. چاسموتسیوم، ۲. آسک، ۳. آسکوسپور، ۴. کنیدی



شکل ۱۶- رسم اندام‌های قارچ *L. taurica*: ۱. چاسموتسیوم، ۲. آسک، ۳. آسکوسپور، ۴. کنیدی



شکل ۱۸- *Q. infectoria* subsp. *Boisieri* آلوده به سفیدک پودری

شکل ۱۷- *S. alba* آلوده به سفیدک پودری



شکل ۱۹- درخت *A. monspesulanum* آلوده به سفیدک پودری



شکل ۲۰- درخت *C. azarolus* آلوده به سفیدک پودری شکل ۲۱- درختچه *D. mucronata* آلوده به سفیدک پودری



شکل ۲۲- علائم بیماری سفیدک پودری در سطح برگ‌های میزبان *Q. infectoria* Subsp. *Boisieri* از نمای نزدیک

بحث

نواحی اقلیمی استان لرستان در بررسی سالانه و ماهانه بر پایه ۱۸ مؤلفه اقلیمی و روش تحلیل خوشه‌ای سلسله مراتبی به ۵ ناحیه اقلیمی تقسیم شده است که در تمام این ۵ ناحیه عنوان خشک تا نیمه خشک وجود دارد. از طرف دیگر روند خشکسالی سالانه در حال افزایش است، به طوری که متوسط بارش باران در سطح استان لرستان در سال زراعی ۹۰-۹۱ نسبت به سال قبل ۱۷ درصد و نسبت به متوسط

یکی از عوامل بیماری‌زا در گروهی از درختان و درختچه‌های جنگلی استان لرستان قارچ‌های راسته Erysiphales می‌باشد. اسپوره‌های این نوع قارچ‌ها قادرند با جریان هوا منتشر شده و آلودگی جدید ایجاد کنند. این بیماری در شرایط آب و هوای خشک شدت می‌یابد.^۴

۴ - گرچه رطوبت نسبی بالا برای ایجاد آلودگی جدید لازم است.

گیاهان عرصه‌های منابع طبیعی ممنوع است. بنابراین اهمیت روش‌های بیولوژیکی برای محافظت گیاهان امروزه افزایش یافته است (Rankovic, 1997). در بیشتر حالات مستقر کردن وارپته‌های مقاوم یا اجتناب از وارپته‌های حساس و پیروی کردن از عملیات زراعی مناسب به حد کافی سفیدک‌های پودری را کنترل می‌کند (Flint, 1998). در عرصه‌های جنگلی در برنامه‌های احیای جنگل‌ها در مکان‌هایی که نهال‌های جنگلی کشت می‌شود، باید از نهال‌های مقاوم استفاده کرد.

قارچ‌های جنس *Phyllactinia* روی حدود ۷۰۰ گونه از ۶۹ خانواده گیاهی گزارش شده و در سراسر جهان، به‌ویژه در نواحی گرمسیری نیمکره شمالی مثل شرق آسیا، اروپا و آمریکای شمالی گسترش دارد (Amano, 1986). این جنس به‌عنوان انگل گیاهان چوبی شناخته شده است (Amano, 1986). یکی از گونه‌های مهم آن *Phyllactinia guttata* (Wallr.) Le'v. است. این گونه روی میزبان‌های بی‌شماری از جنس‌های ۵۰ خانواده گیاهی وجود دارد (Braun, 1987). قارچ *Ph. guttata* (Wallr.) Lev. حداقل ۲۷۷ گونه از جنس‌های مختلف یافت می‌شود. این گونه عمومی‌ترین گونه جنس *Phyllactinia* است که روی میزبان‌های زیادی از جنس‌های مختلف گیاهی بیماری ایجاد می‌کند (Ellis & Ellis 1997; Farr et al., 1989; Braun, 1995). این قارچ با کلیستوتس‌های خیلی بزرگ و زوائد نوک تیز مشخص می‌شود (Braun, 1987). تاکنون در ایران قارچ *Ph. guttata* (Wall.: Fr.) Lév روی *Alnus* sp. (بدون ذکر محل) توسط آمانو (۱۹۴۶) روی *A. glutinosa* Medik. از مازندران، رستم‌آباد، ماسوله، شفت، املش، جاده زیابار- تالش، رامسر، توسط اسفندیاری (۱۹۴۶)، خبیری (۱۹۵۸) شریف و ارشاد (۱۹۶۶)، آمانو (۱۹۸۶)، ارشاد (۱۹۹۵)، خداپرست و همکاران (۲۰۰۱) و پیرنیا و همکاران (۲۰۰۷) و روی *Carpinus betulus* L. از مناطق ماسوله، اردبیل، جنگل‌های ارسباران توسط پیرنیا و همکاران (۲۰۰۷) و روی *Catalpa speciosa* Warder ex Engelm. از کرج توسط شریف و ارشاد (۱۹۶۶) و روی *Corylus*

دوره آماری بلندمدت ۳۳ درصد کاهش داشته و رسم نقشه شدت خشکسالی استان لرستان طی سال زراعی ۹۰-۹۱ بر اساس شاخص SPS نشان‌دهنده سه منطقه خشک شدید، خشک بسیار شدید و فوق‌العاده خشک می‌باشد. با وجود اینکه این بیماری بسرعت گیاه را نمی‌کشد، اما گیاه یا درخت به دیگر عوارض حساس‌تر می‌شود و ظاهر و میزان میوه تولیدی آن (در صورت تولید) به خطر می‌افتد. این گروه قارچ‌ها بیماری‌های مهمی را روی تعداد زیادی از محصولات ایجاد می‌کنند (Kristova et al., 2009). قارچ‌های عامل بیماری سفیدک سطحی معمولاً نیاز به شرایط رطوبتی بالا ندارند و اسپورهای غیرجنسی می‌توانند جوانه بزنند و در غیاب آب اندام‌های گیاهی را آلوده کنند. گرچه رطوبت قدرت زنده‌مانی کنیدی‌ها را کاهش می‌دهد. اما آنها نسبت به بقیه بیمارگرها در شرایط خشک تابستان در تعداد زیادی از کشورها شایع‌تر هستند (Flint, 1998). همانطور که ملاحظه می‌شود در این تحقیق نیز در این دوره زمانی نمونه‌برداری و جمع‌آوری قارچ‌ها انجام شده است. در بیشتر حالات، رطوبت آزاد باعث کشته‌شدن اسپورها شده و از جوانه‌زنی و رشد میسلیم‌ها جلوگیری می‌شود و همچنین درجه حرارت متوسط و شرایط سایه به‌طورکلی برای توسعه سفیدک‌های پودری مطلوب است (Flint, 1998). شدت بیماری به‌طور معمول در اواخر فصل تابستان بالاتر است. مجموعه این شرایط در مکان‌هایی از درختان جنگلی استان که سایه‌اندازی روی هم دارند و در شرایط دمایی متوسطی در زمان فعالیت قارچ قرار دارند، می‌تواند شدت بالایی داشته باشد. البته نوع حساسیت و مقاومت گونه درختی نیز در این مورد اهمیت دارد.

یکی از راه‌های کنترل بیماری سفیدک پودری در گیاهان زراعی و باغی کنترل شیمیایی است و به‌طور معمول با استفاده از قارچ‌کش‌هایی شامل گوگرد و جلوگیری کننده بیوسنتزی استرول انجام می‌شود (Zahavi et al., 2001). عنصر سولفور یکی از نخستین قارچ‌کش‌های معرفی شده است که هنوز برای جلوگیری از آلودگی سفیدک‌های پودری با ارزش اقتصادی مهم است. اما کاربرد قارچ‌کش‌ها در

توسط شریف و ارشاد (۱۹۶۶)، ارشاد (۱۹۷۱)، آمانو (۱۹۸۶)، ارشاد (۱۹۹۵) و پیرنیا و همکاران (۲۰۰۷)، روی *P. salicifolia* Pall. از جنگل‌های ارسباران توسط آمانو (۱۹۸۶)، محمدی دوستدار (۱۹۶۷) و ارشاد (۱۹۹۵)، روی *Ulmus* sp. از کرج توسط شریف و ارشاد (۱۹۶۶)، ارشاد (۱۹۷۱)، آمانو (۱۹۸۶) و ارشاد (۱۹۹۵)، روی *Ulmus* sp. از کرج توسط شریف و ارشاد (۱۹۶۶)، ارشاد (۱۹۷۱)، آمانو (۱۹۸۶) و ارشاد (۱۹۹۵)، روی *U. glabra* Huds. از کرج و اطراف تهران، توسط محمدی-دوستدار (۱۹۶۷)، آمانو (۱۹۸۶) و ارشاد (۱۹۹۵) گزارش شده (تمام اسامی ذکر شده به نقل از Khodaparast & Abbasi, 2009 می‌باشد) ولی گزارش این قارچ از روی دو گونه *S. alba* و *C. azarolus* گزارشی جدید برای ایران است.

قارچ *Erysiphe alphitoides* در سراسر اروپا، قسمت‌هایی از آسیا و آفریقا نیز یافت می‌شود (Takamatsu *et al.*, 2007). این قارچ قبلاً به نام *Microsphaera quercina* (Schw.) Burr. شناخته شده است (Takamatsu *et al.*, 2007). در جهان روی ۱۳۴ آرایه از میزبان‌های مختلف از جمله ۱۱۵ آرایه (۸۸ گونه، ۱۷ واریته و ۳ فرم) از جنس بلوط بیماری ایجاد می‌کند. گونه‌های مختلف جنس بلوط عمدتاً در آسیا، اروپا و شمال آمریکا گسترده شده است. این قارچ در مقایسه با محدودیت‌های اخیر روی حدود ۳۲۰ گونه و به صورت سنتی ۵۰۰ گونه بلوط وجود دارد (Takamatsu *et al.*, 2007). بعضی از گونه‌های سفیدک بودری بلوط را آلوده می‌کنند که شامل *Erysiphe E. calocladophora*, *E. alphytoides abbreviata* Braun, 1987; و *extensa* و *E. hypophylla* می‌باشند (Braun *et al.*, 2003). گونه *E. alphytoides* با گسترش وسیعی در آسیا و اروپا روی گونه‌های بی شماری از جنس *Quercus* وجود دارد و در نقاط مختلفی از جهان گزارش شده است (Braun, 1987, 1995; Nomura, 1997). توصیف‌های گزارش شده از این قارچ در اروپا بیانگر این است که از لحاظ شکل مورفولوژیکی نسبتاً یک شکل هستند (Braun, 1995). در حالیکه در آسیا، بیشتر در چین،

avellana L. از آستارا، دماوند، قزوین، کرج، کلاردشت، شمیران، تهران، عمارلو، ماسوله، جاده صوفیان به شبستر، صومعه‌سرا، تنکابن، املش، جنگل‌های ارسباران توسط اسفندیاری (۱۹۴۶)، خبیری (۱۹۵۲)، آمانو (۱۹۸۶)، شریف و ارشاد، محمدی-دوستدار (۱۹۶۷)، ارشاد (۱۹۹۵) و (۱۹۷۱) و خداپرست و همکاران (۲۰۰۷)، روی *Cornus sanguinea* L. در جنگل‌های ارسباران توسط پیرنیا و همکاران (۲۰۰۷)، و همکاران *C. sanguinea* L. subsp. *australis* (C. A. Meyer) Jav. توسط حجارود و عباسی (۲۰۰۰) و روی *Cydonia* sp. توسط آمانو (۱۹۸۶)، روی *C. oblonga* Mill. از گرگان توسط آمانو (۱۹۸۶) و ارشاد (۱۹۹۵)، روی *Fagus orientalis* Lipsky از مازندران، جاده اسالم به خلخال توسط آمانو (۱۹۸۶)، ارشاد (۱۹۹۵) و خداپرست و همکاران (۲۰۰۱)، روی *F. sylvatica* L. از مازندران توسط اسفندیاری (۱۹۴۶)، شریف و ارشاد (۱۹۶۶)، آمانو (۱۹۸۶)، ارشاد (۱۹۹۵)، تاجیک قنبری (۱۹۹۵) و پیرنیا و همکاران (۲۰۰۷)، روی *Paliurus spina-christi* Mill. از آستارا، جاده تالش به آستارا، پارک ملی گلستان، جنگل‌های ارسباران، توسط وینوبورژن (۱۰۵۸)، آمانو (۱۹۸۶)، ارشاد (۱۹۹۵)، تاجیک قنبری (۱۹۹۵) و پیرنیا و همکاران (۲۰۰۷)، روی *P. spina-christi* Mill. var. *spina-christi* از جاده جیرانده به لوشان توسط خداپرست و همکاران (۲۰۰۱)، روی *Parietaria officinalis* رودبار، گرگان، توسط خداپرست و همکاران (۲۰۰۷)، روی *Prunus armeniaca* L. از مشهد توسط پیرنیا و همکاران (۲۰۰۷)، روی *P. cerasus* L. توسط آمانو (۱۹۸۶) و ارشاد (۱۹۹۵)، روی *P. persica* L. از کرج توسط محمدی - دوستدار (۱۹۶۷)، روی *P. divaricata* Ledeb. از پارک ملی گلستان توسط تاجیک قنبری (۲۰۰۵)، روی *Pyrus amygdaliformis* Vill. از کرج، اطراف تهران توسط آمانو (۱۹۸۶)، محمدی دوستدار (۱۹۶۷) و ارشاد (۱۹۹۵)، روی *P. communis* L. از آذربایجان، مناطق اطراف دریای خزر، اصفهان، خراسان، اطراف تهران و ارومیه

کره و ژاپن چاسموتسیومها بیشتر متغیرند (Homma, 1937; Nomura, 1997). گونه‌های میزبان این قارچ هنوز ناقص هستند. از آنجا که تاکسونومی و نامگذاری بلوطها اغلب پیچیده است، بعضی نام‌های ثبت شده از میزبان‌های این قارچ اسامی معقولی به نظر نمی‌رسند (Braun, 1987). بعضی گزارش‌ها درباره شباهت مورفولوژیکی بین سفیدک پودری در درختان گرمسیری و *Erysiphe alphytoides* وجود دارد. گزارش شده که مورفولوژی *Oidium mangifera* با *Erysiphe alphytoides* روی *Q. robur* سازگار است و *O. mangifera* می‌تواند *Erysiphe alphytoides* را آلوده کند (Boesewinkel, 1980). براون گزارش کرده که *O. anacardi* و *O. bixae* به *O. alphytoides* مربوط شده و به‌عنوان آنامورف *Erysiphe alphytoides* محسوب می‌شود (Braun, 1987). با استفاده از علم بیورژئوگرافی" که یک موضوع جذاب در بیولوژی تکاملی است" حدس زده می‌شود که این قارچ از مناطق معتدل منشأ گرفته شده باشد و با آلودگی گیاهان مانگو (Mango) به اروپا معرفی شده است (Limkaisang et al., 2006). در ایران قارچ *Erysiphe alphytoides* (Griffon & Maubel) Braun & Takam. از روی درخت *Quercus* sp. از مناطق بیشه، مناطق اطراف دریای خزر و منطقه زیارت توسط اسفندیاری (۱۹۴۶)، محمدی - دوستدار (۱۹۶۷)، ارشاد (۱۹۷۱)، آمانو (۱۹۸۶) و ارشاد (۱۹۹۵) روی همین درخت گزارش شده است (اسفندیاری، محمدی - دوستدار و گزارش اولین ارشاد از سینونیم *M. alni* (DC.) Wint. و آمانو و گزارش دوم ارشاد از سینونیم *M. alni* var. *quercina* (۱۹۴۶) و سینونیم Neg. توسط وینبورژن (۱۹۵۸)، محمدی - دوستدار (۱۹۶۷)، شریف و ارشاد (۱۹۶۶) و آمانو (۱۹۸۶) و سینونیم *M. alphytoides* توسط ارشاد (۱۹۷۱) و (۱۹۹۵) و از لرستان روی گونه درختی *Q. infectoria* سینونیم

alphytoides توسط سیپه‌وند (۲۰۰۰) و از منطقه جنگل‌های ارسباران روی گونه‌های *Q. macranthera* Fisch. & Mey. *Erysiphe* ex Hohen. *Q. petraea* (Matt.) Liebl. و *alphytoides* (Griffon & Maubel) Braun & Takam. توسط توانایی و همکاران (۲۰۰۱ و ۲۰۰۲) گزارش شده است (تمام اسامی ذکر شده به نقل از Khodaparast & Abbasi, 2009 می‌باشد). ولی گزارش این قارچ روی این زیرگونه گزارش جدیدی است.

قارچ *Leveillula taurica* (Lev.) Arnaud به طور گسترده‌ای در جهان روی گونه‌های مختلف از جنس‌های مختلف حدود ۴۹ خانواده گیاهی منتشر شده، به طوری که در مناطق گرم‌تر و خشک جهان، مناطق مدیترانه‌ای، قسمت‌های جنوبی اروپا و از پرتغال تا اوکراین، آسیای صغیر، تمام آسیای مرکزی، مغولستان، چین، تایوان، ژاپن، پاکستان، اقیانوسیه، آفریقا (از شمال تا جنوب آفریقا) و آمریکا (قسمت جنوبی آمریکا، آمریکای مرکزی) پراکنش دارد (Braun, 1987). در ایران روی گونه‌های مختلفی از ۴۶ جنس گیاهی شامل *Haplophyllum*, *Gypsophila*, *Lactuca*, *Lathyrus*, *Heracleum*, *Helianthus*, *Hyoscyamus*, *Hypericum*, *Impatiens*, *Laburnum*, *Levisticum*, *Lotus*, *Melanderium*, *Hibiscus*, *Phlox*, *Plumbago*, *Launaea*, *Leptorhabos*, *Onobrychis*, *Ononis*, *Prangos*, *Peganum*, *Senecio*, *Serratula*, *Lycopersicum*, *Medicago*, *Reseda*, *Robinia*, *Rosa*, *Sesamum*, *Sanguisorba*, *Spartium*, *Stachis*, *Taraxacum*, *Ruta*, *Papaver*, *Silbium*, *Silene*, *Solanum*, *Thymus*, *Sophora* و *Verbena*, *Vicia*, *Vincetoxicum*, *Zygophyllum* از تیره‌های مخلف گیاهی توسط افراد مختلف گزارش شده است (Khodaparast & Abbasi, 2009). همچنین روی گونه میزبان *Daphne mucronata* Royle نیز از منطقه کوه‌رنگ توسط خداپرست و همکاران (۱۳۸۸) به‌عنوان اولین گزارش روی این میزبان از دنیا گزارش شده و این دومین گزارش از وجود این قارچ می‌باشد.

- Ale-Agha, N., Heluta, V., 2003. Miscellaneous notes on some powdery mildew fungi. *Schlechtendalia*, 10: 91-95.
- Ellis, M. B., Ellis, J. P., 1997. *Micro Fungi on Land Plants and Identification Handbook*. 2nd Edition., The Richmond Publishing, Co. Ltd. 818 p.
- Farr, D. F., Bills, G. F., Chamuris, G. P., Rossman, A. Y., 1989. *Fungi on Plants and Plant Products in the United States*. American Phytopathological Society Press, Saint Paul, Minnesota. 1252 p.
- Flint, M. L., 1998. *Pests of the Garden and Small Farm: A Grower's Guide to Using Less Pesticide*. Oakland University. California Agriculture, 276 p.
- Heluta, V. P., 1992. Hypothesis on the origin and migrations of fungi of Erysiphales order. *Ukrainian Botanical Journal*, 49: 5-13.
- Homma, Y., 1937. Erysiphaceae of Japan. *Journal of the Faculty of Agriculture, Hokkaido Imperial University*, 38: 183-461.
- James, H., Cunnington, A., Lawrie, C., Ian-Pascoe, G., 2004. Molecular characterisation of *Sawadaea* anamorphism in Australia. *Australasian Mycologist*, 23 (2): 37-40.
- Khodaparast, S. A., Abbasi, M., 2009. Species, host range and geographical distribution of powdery mildew fungi (Ascomycota: Erysiphales) in Iran. *Mycotaxon*, 108: 213-216.
- Khodaparast, S. A., Hedjaroud, G. A., Ershad, D., Zad, J., Termeh, F., 2000. A study on identification of Erysiphaceae in Guilan province, Iran (I). *Rostaniha*, 1 (1-4): 53-63
- Kristkova, C. A., Lebeda, E. A., Sedlakova, B., 2009. Species spectra, distribution and host range of cucurbit powdery mildews in the Czech Republic, and in some other European and Middle Eastern countries. *Phytoparasitica*, 37(4): 337-350.
- Liberato J. R., Barreto, R. W., Niinomi, S., Takamatsu, S., 2006. *Queirozia turbinata* (Phyllactiniaee, Erysiphaceae): a powdery mildew with a dematiaceous anamorph. *Mycological Research*, 110: 567-574.
- Limkaisang, S., Cunnington, J. H., Wui, L. K., Salleh, B., Rangsi Divarangkoon, Y. S., Chaiwat To-anun, W. F., Takamatsu, S., 2006. Molecular phylogenetic analyses reveal a close relationship between powdery mildew fungi on some tropical trees and *Erysiphe alphitoides*, an oak powdery mildew. *Mycoscience*, 47: 327-335.
- Lutzoni, F., Kauff, F., Cox, C. J., McLaughlin, D., Celio, G., 2004. Assembling the fungal tree of life: progress, classification and evolution of subcellular traits. *American Journal of Botany*, 91: 1446-1480.
- Mori, Y., Sato, Y., Takamatsu, S., 2000a. Evolutionary
- جنس *Sawadaea* Miyabe جنسی از راسته Erysiphales است که اغلب کاملاً محدود به جنس *Acer* (Aceraceae) است (James et al., 2004). ترکیب اندام‌های فیبروزین و آسکوماتا (چاسموتسیوم بر طبق براون و همکاران، ۲۰۰۲) وجود آسک‌های چندتایی و ایجاد میکروکنیدی‌ها مشخص‌کننده این جنس از دیگر جنس‌های سفیدک پودری است (James et al., 2004). براون (۱۹۸۷) پذیرفته که این جنس ۵ گونه دارد که دو تا از گونه‌های این جنس به نام‌های *S. bicornis* (Wallr.:Fr.) Homa و *S. tulasnei* (Fuckel) Homma بیشترین پراکنش را در دنیا دارند که در اروپا، خاورمیانه، آسیا و نیوزیلند (در نیوزیلند فقط *S. tulasnei* (Fuckel) Homma) وجود دارند (James et al., 2004). همچنین براون هم وجود این پنج گونه را تأیید کرده است (Braun, 1987). در ایران گونه *Sawadaea tulasnei* (Fuckel) Homma از روی گونه‌های گیاهی *Acer campestre* L. توسط آمانو (۱۹۸۶) و ارشاد (۱۹۹۰) (بدون ذکر شهرستان محل) و از روی گونه گیاهی *A. monspesulanum* L. subsp. *cineracens* (Boiss.) Yaltirik از منطقه بیشه (بدون ذکر شهرستان) توسط ارشاد (۱۹۷۱ و ۱۹۹۵) و روی *A. platanoides* L. (بدون ذکر محل) توسط آمانو (۱۹۸۶) گزارش شده‌اند (تمام اسامی ذکر شده به نقل از Khodaparast & Abbasi, 2009 می‌باشد) و گزارش این قارچ روی این میزبان گیاهی برای استان لرستان گزارشی جدید است.

منابع مورد استفاده

- Amano, K., 1986. Host Range and Geographical Distribution of the Powdery Mildew Fungi. Japan Scientific Societies Press, Tokyo, 289 p.
- Boesewinkel, H. J., 1980. The identity of mango mildew, *Oidium mangiferae*. *Phytopathologische Zeitschrift*, 99: 126-130.
- Braun, U., 1987. A Monograph of the Erysiphales (Powdery Mildew). Jim Cramer, Berlin-Stuttgart, 663 p.
- Braun, U., 1995. The Powdery Mildews (Erysiphales) of Europe. Gustav Fischer Verlag, Jena., 337 p.
- Braun U., Cunnington J. H., Brielmaier-Liebetanz, U.,

- taxonomy of the oak powdery mildew *Erysiphe alphitoides* sensu lato. mycological research, 111: 809–826.
- Takamatsu, S., Braun, U., Limkaisang, S., 2005. Phylogenetic relationships and generic affinity of *Uncinula septata* inferred from nuclear rDNA sequences. Mycoscience, 46: 9–16.
 - Takamatsu, S., Matsuda, S., 2004. Estimation of molecular clocks for ITS and 28S rDNA in Erysiphales. Mycoscience, 45:340–344.
 - Wang, Z., Johnston, P. R., Takamatsu, S., Spatafora, J.W., Hibbett, D. S., 2006. Phylogenetic classification of the Leotiomycetes based on rDNA data. Mycologia, 98: 1066–1076.
 - Zahavi, T., Reuveni, M., Scheglov, D., Lavee, S., 2001. Effect of grapevine training systems on development of powdery mildew. European Journal of Plant Pathology, 107:495-501.
 - analysis of the powdery mildew fungi (Erysiphales) using nucleotide sequences of the nuclear ribosomal DNA. Mycologia, 92: 74–93.
 - Mori, Y., Sato, Y., Takamatsu, S., 2000b. Molecular phylogeny and radiation time of Erysiphales inferred from the nuclear ribosomal DNA sequences. Mycoscience, 41: 437–447.
 - Nomura, Y., 1997. Taxonomical Study of Erysiphaceae of Japan. Yokendo Ltd., Tokyo, Japan. 281 p.
 - Rankovic, B., 1997. Hyperparasites of the genus *Ampelomyces* on powdery mildew fungi in Serbia. Mycopathologia, 139: 157-164.
 - Takamatsu, S., Niinomi, S., Harada, M., Havrylenko, M., 2010. Molecular phylogenetic analyses reveal a close evolutionary relationship between *Podosphaera* (Erysiphales: Erysiphaceae) and its rosaceous hosts. Persoonia, 24: 38–48.
 - Takamatsu, S. Braun, U., Limkaisang, L., Om-Un, S., Sato, S., Cunningham, J.H., 2007. Phylogeny and