



Important Characters in Identification of *Cladosporium* spp.

AMIRREZA AMIRMIJANI

Department of Plant Protection, University of Jiroft, Jiroft, Iran

(✉: ar.amirmijani@ujiroft.ac.ir)

Received: 25.10.2018

Accepted: 27.01.2019

Amirmijani, A. M. 2019. Important characters in identification of *Cladosporium* spp. *Plant Pathology Science* 8(1):50-59. DOI: 10.2982/PPS.8.1.50.

Abstract: The genus *Cladosporium* is one of the largest genera of fungi. Its species live in different ways: as plant pathogens, as saprobes in the soil or on decaying plant materials, or as hyperparasitic on other fungi. Morphological characteristics of conidia such as shape, formation and surface ornamentation, the features of conidiophores including shape, ramification and conidiogenous loci, and sequencing data from different regions of DNA are very important for identification of *Cladosporium* species. In this article the important morphological characteristics and genomic regions which are useful for identification of closely related or cryptic species of this genus, are illustrated.

Key words: Ramoconidium, Intercalary conidia, Cryptic species,

صفات مهم در تشخیص گونه‌های *Cladosporium*

✉ امیررضا امیرمیجانی

گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه جیرفت

پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۰۷

دریافت: ۱۳۹۷/۰۸/۰۳

امیرمیجانی ا. ر. ۱۳۹۷. صفات مهم در تشخیص گونه‌های *Cladosporium*. دانش بیماری‌شناسی گیاهی ۸(۱): ۵۹-۵۰. DOI: 10.2982/PPS.8.1.50.

چکیده: *Cladosporium* یکی از جنس‌های بزرگ قارچ‌ها است که گونه‌های آن اغلب به صورت بیمارگر گیاهان، گندرو در خاک و یا روی مواد گیاهی خشک، یا فراانگل سایر قارچ‌ها زندگی می‌کنند. صفات ظاهری کنیدیوم‌ها مانند شکل، نحوه تشکیل و تزیینات سطح آنها، ویژگی‌های کنیدیوم‌برها نظیر شکل، نحوه انشعاب و محل‌های کنیدیوم‌زایی و داده‌های بدست آمده از توالی‌یابی نواحی مختلف DNA در شناسایی گونه‌های این جنس از اهمیت بسیاری برخوردار هستند. صفات ریخت‌شناسی و نواحی ژنومی مهم برای شناسایی گونه‌های نزدیک یا پنهان این جنس، در این مقاله شرح داده شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: راموکنیدیوم، کنیدیوم‌های میانی، گونه پنهان

مقدمه

Cladosporium Link یکی از بزرگترین جنس‌های ناهمگن قارچها است که تقریباً از تمامی نقاط دنیا گزارش شده و در برگ‌گیرنده بالغ بر ۷۷۰ نام است (David 1997). این جنس دارای گونه‌های بیمارگر انسان و گیاه، انگل قارچها، گندرو و درونزی (Endophyte) است که به روش‌های مختلف زندگی روزمره انسانها را تحت تاثیر قرار می‌دهند (Crous et al. 2007). هاگ‌های *Cladosporium* بخشی از هاگ‌های موجود در هوا را تشکیل می‌دهند و از عوامل آلودگی و فساد محصولات غذایی و یا صنعتی و لکه برگی در گیاهان به شمار می‌روند. گونه‌های گندرو این جنس مانند *C. cladosporioides* (Fresen.) G.A. de Vries و *C. herbarum* (Pers.: Fr.) Link روی ساقه و برگ‌های مرده یا پژمرده گیاهان علفی و چوبی رشد کرده و به عنوان عوامل آلوده کننده ثانویه روی زخم‌های نکروزه برگ‌ها که توسط سایر قارچها ایجاد شده است، عمل می‌کنند. همچنین گونه *C. sphaerosporium* s.l. از عوامل بالقوه مرتبط با پزشکی بوده و سبب بروز آلرژی و ناراحتی‌های ریوی می‌شود (Hoog et al. 2000). علاوه بر این برخی گونه‌های آن بیمارگر گیاهان بوده و سبب بروز لکه برگی در آنها می‌شوند و گونه *C. aphidis* Thüm. قادر به آلوده کردن آفات مهم گیاهی خصوصاً شته‌ها و سفید بالک بوده و از جنبه کنترل بیولوژیک حایز اهمیت است (Abdel-Baky and Abdel-Salam 2003).

۱- تاریخچه آرایه‌بندی *Cladosporium*

آرایه‌بندی *Cladosporium* برای اولین بار توسط پرسون و با توصیف گونه‌ای از آن تحت عنوان *Dematium herbarm* Pers. روی چوب‌های پوسیده، شروع شد (David 1997). استفاده از واژه "*Cladosporium*" به عنوان یک جنس، توسط لینک (Link 1816) مرسوم شد و بدنبال آن دو گونه *D. herbarum* و *D. abietinum* Pers. در جنس *Cladosporium* قرار داده شدند (Heuchert et al. 2005). بر اساس پژوهش دیوید (David 1997) دو عامل مهم شامل تعریف وسیع حد و مرز این جنس و در نظر گرفتن ارتباط آن با میزبانهای مختلف در افزایش سریع نام‌های مرتبط با جنس *Cladosporium* دخیل بوده است. به همین منظور پژوهشی اولیه توسط دیوید (David 1997) برای تعیین حدود و ثغور جنس *Cladosporium* صورت گرفت. طبق نوشته وی همه گونه‌های *Cladosporium* s. str. به راحتی بر اساس زخم محل کنیدیوم‌زایی و هیلوم کنیدیوم، برجستگی محل جدا شدن کنیدیوم از زنجیره و سلول کنیدیوم‌زا، از سایر جنسهای نزدیک جدا می‌شوند. ایشان با بررسی گونه‌های دو جنس *Cladosporium* و *Heterosporium* Klotzsch ex Cooke

میکروسکوپ الکترونی SEM تعریف جدیدی از *Cladosporium* ارائه کرد. بر این اساس تمام گونه‌های *Cladosporium* با مفهوم خاص، با دارا بودن کنیدیوم‌هایی با هیلوم برآمده و تاجی شکل (Coronate) و با مرکز گنبدی شکل (Dome) که با دیواره‌هایی برآمده احاطه شده است و زخم مشخص در محل کنیدیوم‌زایی (Scar) از سایر گونه‌های جنس‌های نزدیک، تفکیک می‌شوند. این جنس در آرایه‌بندی نوین قارچ‌ها در تیره *Cladosporiaceae*، راسته *Capnodiales*، رده *Dothideomycetes*، زیرشاخه *Pezizomycotina*، شاخه *Ascomycota* قرار داده شده است.

۲- ریخت‌شناسی گونه‌های *Cladosporium*

پرگنه این قارچ‌ها روی میزبان پراکنده تا مجتمع است. اغلب به رنگ سبز زیتونی متمایل به قهوه‌ای تا قهوه‌ای تیره دیده می‌شود. میسلیم داخلی و فرورفته و دارای ریشه‌های هوایی است. ریشه‌ها منشعب، دارای بند، سطح آنها صاف تا گاهی زبر یا زگیلی است. اغلب فاقد استروما یا در برخی گونه‌ها استرومای توسعه یافته دارند. کنیدیوم‌ها معمولاً متمایز از ریشه، منفرد، گاهی در دسته‌هایی با تراکم کم تا تراکم، معمولاً ایستاده تا خوابیده، صاف تا خمیده و به صورت انتهایی یا جانبی روی ریشه تشکیل می‌شوند، معمولاً بدون انشعاب یا دارای انشعابهای کوتاه دندانمانند تا بلند هستند. دارای بند بوده و معمولاً به رنگ قهوه‌ای روشن یا کم رنگ تا قهوه‌ای دیده می‌شوند. کنیدیوم‌زایی آنها از نوع هولوبلاستیک، رشد آنها اغلب سیمپودیال و به ندرت مونوپودیال است. سلول کنیدیوم‌زا ادغام شده، انتهایی یا میانی روی کنیدیوم‌بر تشکیل می‌شود. محل‌های کنیدیوم‌زایی گاهی به صورت ضخیم و تیره دیده می‌شوند. کنیدیوم‌ها فراوان اغلب در زنجیره‌های آکروپتال منشعب یا غیر منشعب و خیلی کم به صورت انفرادی روی کنیدیوم‌بر تشکیل می‌شوند، از نظر شکل بسیار متنوع هستند. شکل آنها اغلب نیمه‌کروی، کروی، تخم‌مرغی، واژ تخم‌مرغی، بیضوی، دوکی، لیمویی، نیمه استوانه‌ای تا استوانه‌ای بوده و بدون بند یا دارای چندین بند عرضی هستند. معمولاً دارای رنگدانه، سطح آنها صاف، زگیلی خفیف تا زگیلی مشخص یا خار مانند، با هیلوم برجسته و تاجی شکل است. کنیدیوم‌زایی میکروسیکلک در اغلب گونه‌ها وجود دارد (Bensch et al. 2012).

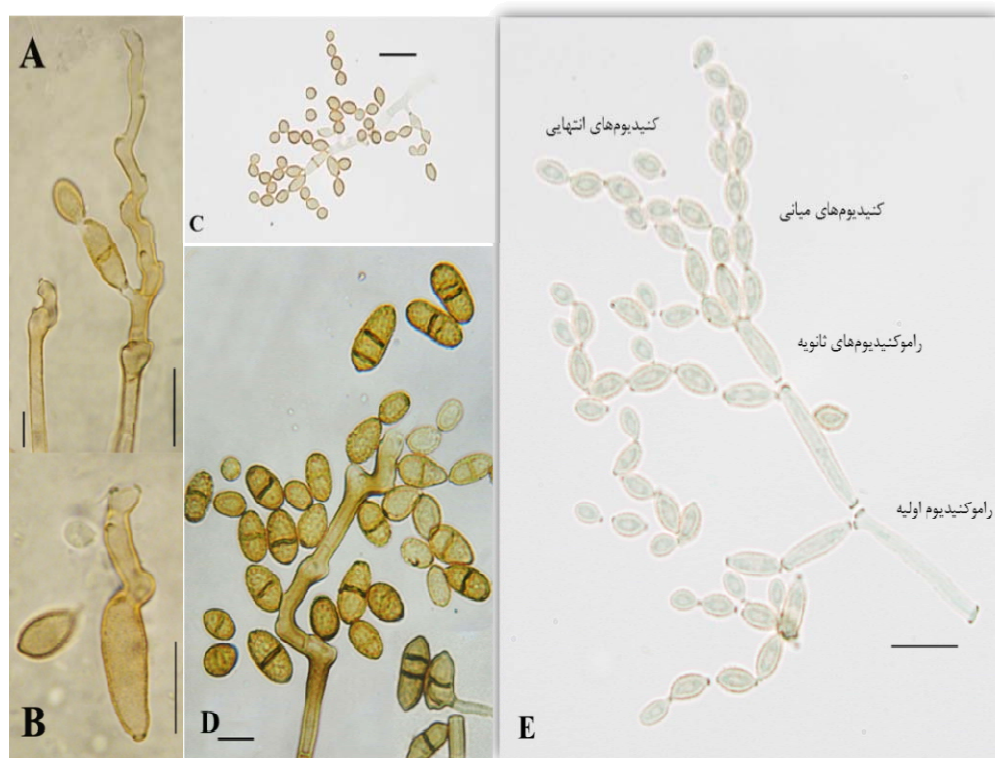
خصوصیات کنیدیوم‌بر مانند عرض، انشعابها و محل کنیدیوم‌زایی، ابعاد، شکل و انواع کنیدیوم و تزیینات سطح آنها، در تشخیص گونه‌های *Cladosporium*، اهمیت زیادی دارند (Amirmijani et al. 2013, Khodaparast et al. 2012). سایر خصوصیات نظیر عرض ریشه، تولید ساختارهای کلامیدوسپورمانند روی ریشه، وجود یا عدم وجود استروما و کنیدیوم‌زایی کوتاه چرخه (Microcyclic conidiation) از ارزش کمتری برخوردار هستند.

۲-۱-کنیدیوم‌بر

کنیدیوم‌بر در گونه‌های این جنس اغلب ایستاده، استوانه‌ای یا نخی شکل است و گاهی به دلیل رشد سیمپودیال، به صورت خمیده و زانویی دیده می‌شود، این کنیدیوم‌برها گاهی دارای تورم‌های یکطرفه (Nodulose) و دو طرفه (Torulose) مانند آنچه در گونه‌های *C. herbarum* و *C. macrocarpum* Preuss دیده می‌شود (Amirmijani et al. 2015a) و یا بدون تورم مانند افراد متعلق به گونه مرکب *C. cladosporioides* هستند (Amirmijani et al. 2014). در اغلب گونه‌ها کنیدیوم‌برها معمولاً به صورت انفرادی در قسمت‌های جانبی یا انتهایی ریشه و در تعداد اندکی بصورت دسته‌های مجتمع درون استروماهای کوچک تا توسعه یافته (مانند گونه *C. neriicola* شکل 2D) تشکیل می‌شوند. برخی گونه‌ها دارای دو نوع کنیدیوم‌بر (متفاوت در صفات ظاهری مانند طول، عرض، تعداد بند، رنگ و ضخامت دیواره) بوده و به نوعی دوشکلی دارند. علاوه بر صفات گفته شده وجود یا عدم وجود انشعاب (Ramification)، توپولوژی آن، دفعات انشعاب و زاویه انشعاب‌های کنیدیوم‌بر، تعداد بند و ابعاد کنیدیوم‌بر (طول و عرض)، به طور خاص عرض آن، به تشخیص کمک می‌کنند. روی کنیدیوم‌بر، سلول کنیدیوم‌زا عموماً به صورت انتهایی و گاهی میانی و به صورت ادغام شده ایجاد می‌شوند. در تعداد کمی گونه سلول کنیدیوم‌زا محدود به تورم‌های انتهایی کنیدیوم‌بر (مانند *C. tenuissimum* Cooke) و یا تورم‌های میانی آن (مانند *C. herbarum* و *C. oxysporum* Berk. & M.A. Curtis) است که این صفتی مناسب برای تشخیص گونه است (Amirmijani et al. 2014, 2015a). تعداد محل‌های کنیدیوم‌زایی، زخم (Scar) ناشی از آن و عرض آن نیز به تشخیص گونه‌ها کمک می‌کند (شکل 1A).

۲-۲-انواع کنیدیوم‌ها

گونه‌های *Cladosporium* قابلیت تولید کنیدیوم در زنجیره‌های حقیقی آکروپتال (Acropetal) منشعب را دارند و تشکیل کنیدیوم در زنجیره یا به صورت انفرادی صفتی کلیدی در تشخیص است (Bensch et al. 2012). در زنجیره کنیدیوم این قارچ چندین نوع کنیدیوم تشکیل می‌شود. این زنجیره کنیدیومی از قاعده به سمت نوک مشتمل بر راموکنیدیوم حقیقی، راموکنیدیوم ثانویه، کنیدیوم‌های میانی (Intercalary conidia) و کنیدیوم‌های کوچک انتهایی است. اصطلاح راموکنیدیوم (Ramoconidium) برای کنیدیوم‌هایی که در قاعده زنجیره کنیدیومی قرار داشته و در نوک بیش از یک محل کنیدیوم‌زایی دارند توسط الیس (Ellis 1971) استفاده شده است، اما به اعتقاد شوبرت (Schubert 2005) چنانچه راموکنیدیوم دارای قاعده تخت (Truncate) یا اندکی محدب (Slightly convex)، بدون ضخیم شده‌گی و فاقد ساختار گنبدی شکل در مرکز با دیواره‌های برآمده باشد، به



شکل ۱- کنیدیوم در گونه‌های *Cladosporium*: A-B: سلول کنیدیوم زا با هیلوم و زخم برجسته در *Cladosporium herbarum*, **C:** کنیدیوم انتهایی کروی با سطح صاف در گونه *Cladosporium halotolerans*, **D:** تزئینات کنیدیوم در گونه *Cladosporium macrocarpum*, **E:** انواع کنیدیوم در گونه *Cladosporium cladosporioides* s.s. (اصلی)

Figure 1. Conidia of *Cladosporium*. A-B: Conidiogenous cell with hilum and scar in *Cladosporium herbarum*, C: terminal conidia with smooth surface in *Cladosporium halotolerans*, D: Surface ornamentation of conidia in *Cladosporium macrocarpum*, E: Different conidia in *Cladosporium cladosporioides* s.s.

عنوان راموکنیدیوم اولیه یا راموکنیدیوم حقیقی شناخته شده و اگر راموکنیدیوم در قاعده یا بین زنجیره کنیدیومی واقع شده و در قاعده خود محدب و با دیواره ضخیم و زخم مشخص باشد، به عنوان راموکنیدیوم ثانویه (Secondary ramoconidium) در نظر گرفته می‌شود. وجود راموکنیدیوم اولیه یک ویژگی با ارزش محدود برای تشخیص گونه‌های *Cladosporium* است، چرا که این کنیدیوم به ندرت تشکیل می‌شود. در صورت تشکیل شدن، ابعاد و تعداد بندهای میانی آن به تشخیص گونه‌های خاص کمک می‌کند. طول کنیدیوم و تعداد بندهای میانی آن، بسیار متغیر بوده و به تنهایی صفت مناسبی برای تشخیص نیست و در کنار سایر صفات به تشخیص کمک می‌کند اما عرض کنیدیوم برای تعیین حدود گونه‌ها نسبتاً مناسب‌تر است. کنیدیوم‌های انتهایی معمولاً در نوک کاملاً گرد بوده و

فاقد هرگونه اسکار یا هیلوم در نوک و فاقد بند هستند شکل کنیدیومهای انتهایی در تفکیک گونه‌های مرکب دارای اهمیت است. کنیدیوم انتهایی در افراد متعلق به گونه مرکب *C. sphaerosporium* Penz. به صورت کشیده و با سطح صاف و در گونه مرکب *C. cladosporioides* به صورت کروی تا (به ندرت نیمه کروی) دیده می‌شوند. برجستگی نوک کنیدیوم و زخم محل کنیدیوم زایی از صفات مهم در تشخیص این جنس و گونه‌های آن هستند، عرض هیلوم، تعداد زخم و محل تشکیل آنها در تفکیک گونه‌های نزدیک موثر هستند. حد فاصل کنیدیوم‌های انتهایی و راموکنیدیوم ثانویه، کنیدیوم‌های میانی قرار دارند (شکل ۲). تزئینات سطح کنیدیوم در گونه‌های مختلف متفاوت است و به صورت صاف، زگیلی خفیف تا زگیلی (*C. herbarum* species complex) یا خاردار دیده می‌شود (شکل ۱).

۲-۳- توالی‌یابی نواحی مختلف DNA

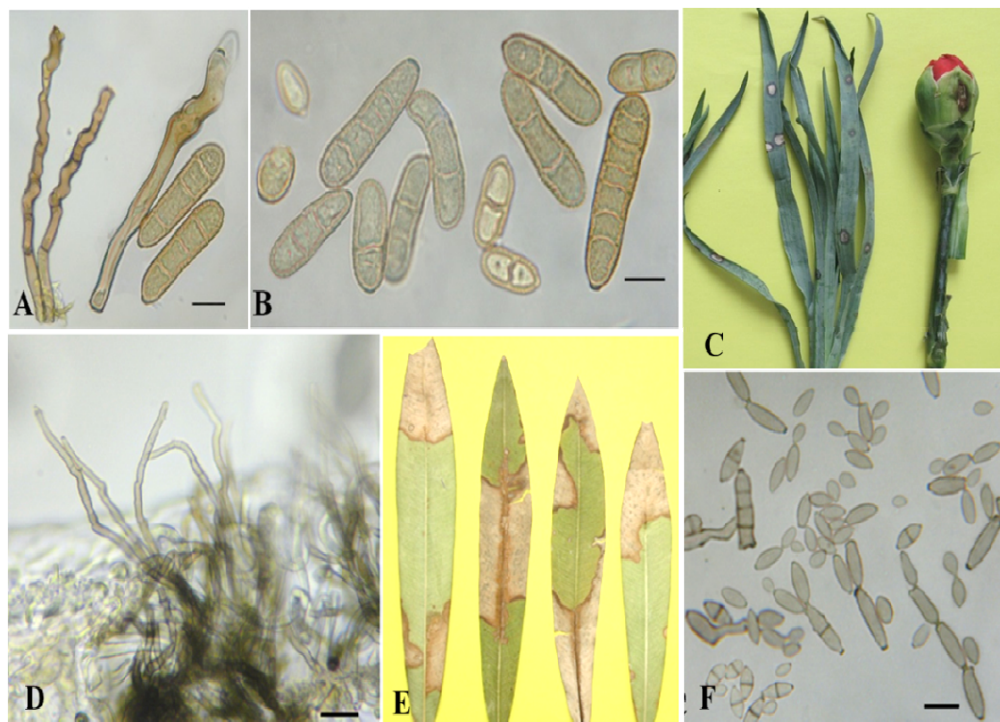
امروزه استفاده از توالی‌یابی DNA کمک زیادی به آرایه‌بندی قارچ‌ها کرده است. استفاده از ژن‌های کد کننده RNA ریبوزومی، به دلیل دارا بودن نسخه‌های فراوان در ژنوم و تکامل همزمان آنها، بسیار مورد توجه بوده است. زیر واحدهای این ژن‌ها از سرعت تکامل متفاوتی برخوردار بوده و اطلاعات حاصل، آنها را تبدیل به ابزارهای مفید برای آرایه‌بندی کرده است، به طوری که ناحیه ITS-rDNA در قارچ‌ها به عنوان بارکد DNA، در تفکیک جنس و گونه‌های بسیاری مورد استفاده قرار گرفته است. هر چند در اکثر موارد استفاده تنها از این ناحیه ژنومی قادر به تفکیک گونه‌ها نبوده است و استفاده همزمان از ویژگی‌های ریختشناسی و توالی‌یابی قسمت‌هایی از دیگر نواحی ژنومی مانند عامل بسط دهنده ترجمه (*tef1*)، ژن اکتین (*act*) و ژن توبولین (*tub*) ضروری است. بر اساس نوشته بنش و همکاران (Bensch *et al.* 2012) براساس توالی‌یابی‌های این نواحی ژنومی گونه‌های نهفته بسیاری درون گونه‌های کمپلکس این جنس وجود دارند.

هر چند پژوهشهای مختلف منجر به معرفی گونه‌های جدیدی از داخل گونه‌های مرکب این جنس شده است، اما شواهد نشان می‌دهد، هنوز خط‌های تکاملی مجزایی درون جدایه‌های برخی گونه‌های متعلق به این جنس وجود دارند که از نظر صفات مورفولوژیکی غیر قابل تشخیص هستند (Amirmijani *et al.* 2015b). پیچیدگی این جنس و گونه‌های آن چنان زیاد است که سایفرت و همکاران (Seifert *et al.* 2011) برای شناسایی گونه‌های *Cladosporium*، علاوه بر داشتن تخصص و مطالعه خوب و دقیق خصوصیات ریختشناسی نمونه‌ها، توالی‌یابی نواحی مختلف DNA را هم توصیه می‌کنند. بررسی تنوع زیستی گونه مرکب *C. herbarum* با استفاده از صفات ریختی، تولیدمثل

جنسی و آنالیز فیلوژنتیکی توالی نواحی ژنی اکتین، کالمودلین، عامل بسط دهنده ترجمه و پروتئین هیستون نشان دادند، این گونه در برگ‌گیرنده پنج گونه مختلف شامل *C. herbarum* s. str. (Tel: *C. bruhnei* Linder (D. و *C. macrocarpum* (D. *macrocarpa*)، *Davidiella tassiana* (*allicina*) است (Schubert et al. 2007). بررسی فیلوژنتیکی نواحی ITS-rDNA، SSU-rDNA و β -tubulin همراه با ویژگی‌های اکولوژیکی گونه مرکب *C. sphaerospermum* منجر به شناسایی و معرفی هفت گونه جدید شد که این آرایه‌های قابلیت رشد در آب با درجه نمک بسیار زیاد داشتند (Zalar et al. 2007). مطالعه بنش و همکاران (Bensch et al. 2010). در خصوص تنوع درون گونه‌ای و اکولوژیکی گونه مرکب *C. cladosporioides* با استفاده از توالی یابی سه ژن *act*، ITS-rDNA و *tef* نشان داد این گونه در برگ‌گیرنده بالغ بر ۲۲ گونه است که دارای میزبان اختصاصی و یا محدود به منطقه جغرافیایی خاصی هستند. همچنین بررسی چند ژنی با استفاده از نواحی *act*، ITS-rDNA و *tef* توسط بنش و همکاران منجر به معرفی ۱۶ گونه جدید در این جنس شده است (Bensch et al. 2018).

۲-۴- نشانه‌های بیماری‌ها و نحوه ارتباط با میزبان

برخی گونه‌های این قارچها مانند *C. neriicola* S.A. Khan & M.A. Kamal (روی خرزهره) و *C. echinulatum* (Berk.) G.A. de Vries (روی گل میخک) باعث ایجاد لکه‌برگی (شکل ۲) می‌شوند (Amirmijani et al. 2015a). تاکنون حدود ۷۰ گونه بیمارگر گیاهان از این جنس معرفی و توصیف شده‌اند، که معمولاً از اختصاصیت میزبانی برخوردار هستند. گونه‌های گندرو آن مانند *C. herbarum* s.l. و *C. cladosporioides* s.l. به طور فراوان روی ساقه و برگ‌های مرده یا پژمرده گیاهان علفی و چوبی رشد می‌کنند و به عنوان عوامل آلوده کننده ثانویه روی زخم‌های نکروزه برگ‌ها که توسط سایر قارچها ایجاد شده است، عمل می‌کنند. گونه *C. uredinicola* فراانگل مرحله تلومی و یورودینیومی زنگ‌ها، سفیدک‌های کرکی و سفیدک‌های پودری است و گونه *C. phyllactinica* قادر به پارازیت کردن *Phyllactinia guttata* است. همچنین *C. aphidis* قادر به آلوده کردن آفات مهم گیاهی خصوصاً شته‌ها و مگس‌های سفید بوده و از جنبه مبارزه زیستی با آنها اهمیت پیدا می‌کنند. تاکنون ۱۸ گونه از این جنس به عنوان انگل قارچها و یا همراه با سایر قارچها و گل‌سنگ‌ها معرفی شده است (Bensch et al. 2012).



شکل ۲. A-C: کنیدیوم‌بر، کنیدیوم و لکه برگی ناشی از *Cladosporium echinulatum* روی میخک (*Dianthus* sp.)، D-F: کنیدیوم‌برهای استرومایی، لکه برگی روی خرزهره (*Nerium oleander*) و کنیدیوم‌های *Cladosporium neriicola* (اصلی).

Figure 2. A-C: Conidiophores, Conidia and leaf spot of *Cladosporium echinulatum* on *Dianthus* sp., D-F: Conidiophores, leaf spot on *Nerium oleander* and conidia of *Cladosporium neriicola*

نتیجه‌گیری

گونه‌های *Cladosporium* اغلب به صورت بیمارگر گیاهان، گندرو در خاک و یا روی مواد گیاهی خشک، یا فراانگل سایر قارچ‌ها زندگی می‌کنند. مطالعه آرایه بندیکی گذشته این جنس در ایران تنها پژوهشهای پراکنده‌ای که اغلب محدود به گزارش‌های قدیمی از این قارچ روی برخی گیاهان است را شامل می‌شود. بدون شک این اطلاعات ناقص بوده و بیانگر میزان گسترش وسیع گونه‌های این قارچ در ایران نیست. همچنین به دلیل عدم دسترسی به اغلب نمونه‌های قدیمی جمع‌آوری شده در ایران، امکان بازنگری و تجدید نظر نام گونه‌ها با توجه به تغییرات ایجاد شده در آرایه‌بندی نوین این جنس وجود ندارد. بنابراین جمع‌آوری و شناسایی گونه‌های این جنس بر اساس خصوصیات ریختی و داده‌های مبتنی بر DNA در ایران، برای یافتن راهی برای شناخت دقیق و سریع گونه‌های کمتر شناخته شده و یا معرفی گونه‌های جدید این قارچ‌های بیمارگر گیاهان پیشنهاد می‌شود.

References

منابع

1. Abdel-Baky N.F. and Abdel-Salam A.H. 2003. Natural incidence of *Cladosporium* spp. as a bio-control agent against whiteflies and aphids in Egypt. *Journal of Applied Entomology* 127:228-235.
2. Amirmijani A. R., Khodaparast S. A. and Zare R. 2013. Preliminary study of the genus *Cladosporium* in the North of Iran. 1th Iranian Mycological Congress, Rasht, Iran. P.20.
3. Amirmijani A.R., Khodaparast S.A. and Zare R. 2014. Contribution to the identification of *Cladosporium* species in the North of Iran. *Rostaniha* 15:133-145.
4. Amirmijani A. R., Khodaparast S. A. and Zare R. 2015a. Additions to the knowledge of the genus *Cladosporium* in Iran. *Mycologia Iranica* 2:11-21.
5. Amirmijani A. R., Khodaparast S. A., Zare R. and Javan-Nikkhah M. 2015b. Phylogenetic analysis of some Iranian isolates of the genus *Cladosporium*. Asian Mycological Congress. 7-10 October., Goa University, Goa, India. P.104.
6. Bensch K., Braun U., Groenewald J. Z. and Crous P. W. 2012. The genus *Cladosporium*. *Studies in Mycology* 72:1-401.
7. Bensch K., Groenewald J. Z., Dijksterhuis J., Starink-Willemse M., Andersen B., Summerell B. A., Shin H. D., Dugan F.M., Schroers H. J., Braun U. and Crous P.W. 2010. Species and ecological diversity within the *Cladosporium cladosporioides* complex (*Davidiellaceae*, *Capnodiales*). *Studies in Mycology* 67:1-94.
8. Bensch K., Groenewald J. Z., Meijer M., Dijksterhuis J., Jurjevi Z., Andersen B., Houbraken J., Crous P.W. and Samson R.A. 2018. *Cladosporium* species in indoor environments. *Studies in Mycology* 89:177-301.
9. Crous P. W., Braun U., Schubert K. and Groenewald J. Z. 2007. Delimiting *Cladosporium* from morphologically similar genera. *Studies in Mycology* 58:33-56.
10. David J. C. 1997. A contribution to the systematics of *Cladosporium*. Revision of the fungi previously referred to *Heterosporium*. *Mycological Papers* 172:1-157.
11. Ellis M. B. 1971. *Dematiaceous Hyphomycetes*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey. 608p.
12. Heuchert B., Braun U. and Schubert K. 2005. Morphotaxonomic revision of fungicolous *Cladosporium* species (Hyphomycetes). *Schlechtendalia* 13:1-78.
13. Hoog G. S., Guarro J., Gené J. and Figueras M. J. 2000. *Atlas of Clinical Fungi*, 2nd ed. Centraalbureau voor Schimmelfcultures, Utrecht. The Netherlands.
14. Khodaparast S. A., Zahedi M., Amirmijani A. R. and salami M. 2012. New reports on mitosporic fungi from the Caspian Sea area (N Iran). *Rostaniha* 13:31-37.
15. Schubert K. 2005. Morphotaxonomic revision of foliicolous *Cladosporium* species (Hyphomycetes). Ph.D. thesis, Martin-Luther-University, Halle.

16. Schubert K., Groenewald J. Z., Braun U., Dijksterhuis J., Starink M., Hill C. F., Zalar P., Hoog G. S. and Crous P. W. 2007. Biodiversity in the *Cladosporium herbarum* complex (Davidiellaceae, Capnodiales), with standardization of methods for *Cladosporium* taxonomy and diagnostics. *Studies in Mycology* 58:105–156.
17. Seifert K., Morgan-Jones G., Gams W. and Kendrick B. 2011. The Genera of Hyphomycetes. CBS Biodiversity Series 9. Utrecht. The Netherlands.
18. Zalar P., Hoog G. S. Schroers H. J., Crous P. W., Groenewald J. Z. and Gunde-Cimerman N. 2007. Phylogeny and ecology of the ubiquitous saprobe *Cladosporium sphaerospermum*, with descriptions of seven new species from hypersaline environments. *Studies in Mycology* 58:157–18