



## Important Criteria for Identification of the *Cercospora* Species

MOUNES BAKHSHI✉

Department of Botany, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. (✉: mounesbakhshi@gmail.com)

Received: 22.11.2016

Accepted: 30.07.2017

Bakhshi M. 2018. Important criteria for identification of the *Cercospora* species. *Plant Pathology Science* 7(1):1-14.

**Abstract:** Species of the genus *Cercospora* are important plant pathogenic fungi with worldwide distribution. They are often associated with leaf spots, occurring on a wide range of hosts in almost all major families of dicots, most monocot families, and even some gymnosperms and ferns. Different characteristics, such as morphology, toxin production and host specificity were used to distinguish species. New research findings have shown that a polyphasic approach, combining morphological, ecological and phylogenetic species concepts, which are discussed in this article, proved the most effective method to distinguish species of the genus *Cercospora*. Accurate identification of these plant pathogens is the first step to adopt the appropriate management strategies for their disease control. Therefore, it is recommended that, in order to accurate identification of the species of the genus *Cercospora*, they should be studied and reviewed on the basis of these criteria.

**Key words:** Sugar beet, Leaf spot, *Cercospora*

### معیارهای مهم شناسایی گونه‌های *Cercospora*

مونس بخشی✉

بخش تحقیقات رستنی‌ها، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

پذیرش: ۱۳۹۶/۰۵/۰۸

دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۲۰

بخشی م. ۱۳۹۶. معیارهای مهم شناسایی گونه‌های *Cercospora*. دانش بیماری‌شناسی گیاهی ۷(۱): ۱-۱۴.  
**چکیده:** گونه‌های *Cercospora* گروهی از قارچ‌های بیمارگر گیاهی مهم با توزیع جغرافیایی گسترده هستند. آنها اغلب باعث ایجاد لکه برگی در گیاهان تیره‌های عمده دولپه‌ای‌ها، بیشتر تیره‌های تک‌لپه‌ای‌ها، برخی بازدانگان و سرخس‌ها می‌شوند. ویژگی‌های مختلفی از قبیل ریخت‌شناسی، تولید زهرابه‌های قارچی و تخصص‌یافتگی میزبانی برای تشخیص گونه‌های این جنس به کار رفته‌اند. یافته‌های جدید پژوهشی نشان داده‌اند که برای شناسایی دقیق گونه‌های *Cercospora* بررسی مجموعه خصوصیات ریخت‌شناسی، زیست‌شناسی و فیلوژنتیک آن‌ها، که در این مقاله شرح داده شده‌اند، از کارایی بهتری برخوردار هستند. شناسایی دقیق این بیمارگرها، قدم اول برای یافتن روش‌های مناسب مدیریت بیماری‌های آن‌ها است، بنابراین پیشنهاد می‌شود که به‌منظور شناسایی دقیق گونه‌های *Cercospora*، آن‌ها بر اساس این معیارها مورد مطالعه و بازبینی قرار گیرند.

**واژه‌های کلیدی:** چغندر قند، لکه برگی، *Cercospora*

✉ مسئول مکاتبه: mounesbakhshi@gmail.com

## مقدمه

جنس *Cercospora* اولین بار در سال ۱۸۶۳ میلادی توصیف شده است. گونه‌های این جنس در تمامی قاره‌های جهان شناسایی شده‌اند، اما بیشتر در نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری مرطوب شیوع گسترده دارند. آن‌ها بیمارگرهای مهم گیاهی می‌باشند که باعث از بین رفتن برگ‌ها، کاهش سطح فتوسنتز به دلیل ایجاد بافت‌مردگی، خشکی و ریزش زودهنگام برگ‌ها، رسیدن زودتر از موعد و کاهش تعداد و اندازه میوه‌ها می‌شوند (Crous et al. 2004, Arzanlou et al. 2007).

۱- نشانه‌های ایجاد شده توسط گونه‌های *Cercospora*

گونه‌های *Cercospora* اغلب باعث ایجاد لکه برگ‌ی در بیشتر تیره‌های گیاهی از قبیل غلات، گیاهان جالیزی و زینتی، درختان جنگلی و چمن می‌شوند (شکل ۱) که از این بین می‌توان به بیماری‌های لکه برگ‌ی



شکل ۱- نشانه‌های لکه برگ‌ی ناشی از گونه‌های مختلف جنس *Cercospora* روی گیاهان مختلف: A. چغندرقد، B. شمشاد، C. پنیرک، D. ترب، E. پنبه، F. کنجد، G. قیاق (اصلی)

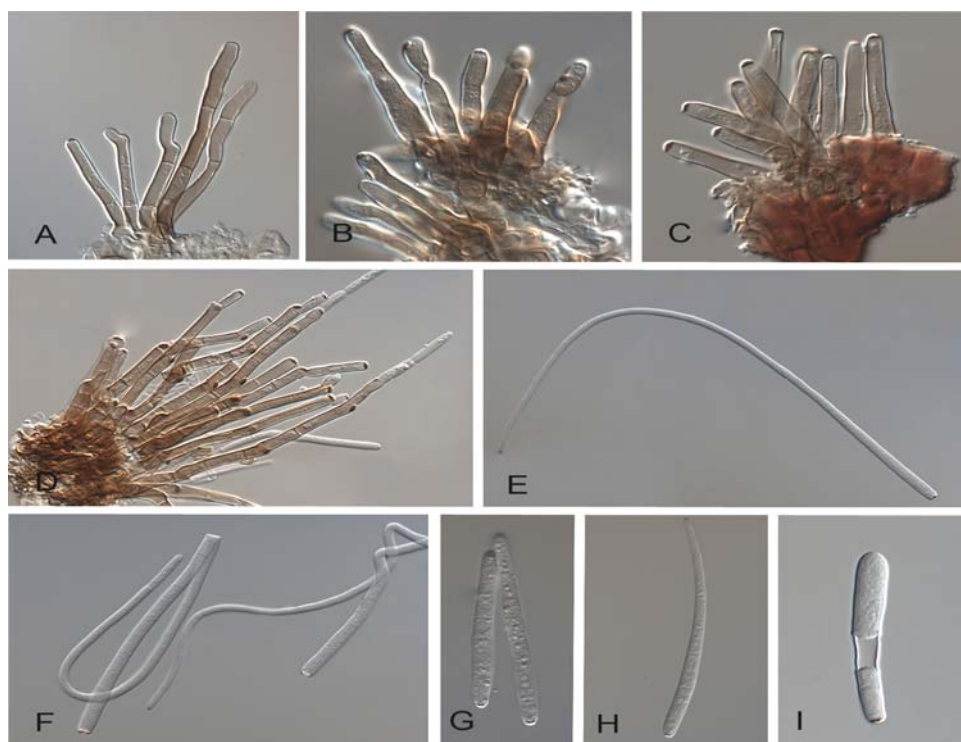
**Figure 1.** Leaf spot symptoms of *Cercospora* spp. on different host plants: A. *Beta vulgaris*, B. *Buxus microphylla*, C. *Malva* sp., D. *Raphanus sativus*, E. *Gossypium herbaceum*, F. *Sesamum indicum*, G. *Sorghum halepense*.

کرفس (*Cercospora apii* Fresen.) (Groenewald *et al.* 2006a)، چغندر قند (*C. beticola* Sacc.) (Weiland *et al.* 2001)، باقلا (*C. zonata* Winter) (Kimber and Paull 2011)، ذرت (*C. zea-maydis* Tehon and Daniels و *C. zeina* Crous and Braun) (Crous *et al.* 2006a) اشاره نمود که سالانه خسارت قابل توجهی به این محصولات در سرتاسر دنیا وارد می‌کنند. با این حال برخی از گونه‌های این جنس از زخم‌های نکروزه در گل‌ها، میوه‌ها و بذرها یا پوسیدگی بعد از برداشت میوه‌ها نیز در سرتاسر دنیا گزارش شده‌اند (Silva and Pereira 2008). برخی از گونه‌ها به‌عنوان عوامل مهار زیستی علف‌های هرز از قبیل گونه *C. caricis* Dearn. and House روی علف هرز اویارسلام (*Cyperus rotundus* L.) و گونه *C. rodmanii* Conway روی سنبل آبی (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) گزارش شده‌اند (Tessmann *et al.* 2001, Praveena and Naseema 2004). لکه‌های ایجاد شده توسط گونه‌های *Cercospora* اغلب برگ‌ها را تحت تأثیر قرار داده و اغلب این لکه‌ها به‌سرعت گسترش یافته و لکه‌های مجاور به هم متصل می‌شوند و باعث سوختگی برگ می‌شوند، و تحت شرایط مرطوب، کنیدیوم‌برها و کنیدیوم‌های قارچ در مرکز لکه‌ها تشکیل می‌شوند.

## ۲- ویژگی‌های ریخت‌شناسی جنس *Cercospora*

میسلیوم رنگی گونه‌های *Cercospora* اغلب فرورفته در بافت میزبان، دارای استروما، کنیدیوم‌برها متمایز از ریشه رویشی، قهوه‌ای کم‌رنگ تا قهوه‌ای، صاف، ساده یا به‌ندرت منشعب، مستقیم تا خمیده، گاهی زانویی که به‌صورت منفرد یا دسته‌ای (Fascicles) کم تراکم تا متراکم تشکیل می‌شوند، سلول‌های کنیدیوم‌زا انتهایی، بین ریشه‌ای (Intercalary)، یا ادغام شده (Integrated)، کنیدیوم‌زایی هولوبلاستیک (مونو یا پلی‌بلاستیک)، رشد سیمپودیال، شیوه جداشدن کنیدیوم از نوع شیزولیتیک، محل‌های کنیدیوم‌زایی مشخص، ضخیم، رنگی، کنیدیوم‌ها اغلب چندسلولی و سوزنی شکل (Scolecosporous)، بی‌رنگ، صاف، اغلب منفرد و به‌ندرت در زنجیرهای آکروپتال تشکیل می‌شوند (Ellis 1971) (شکل ۲).

ویژگی‌های اصلی این جنس برای تمایز از جنس‌های نزدیک شامل بی‌رنگ بودن کنیدیوم (در مقایسه با جنس *Passalora* Fr.)، مشخص، ضخیم و رنگی بودن ساختار سلول کنیدیوم‌زا و هیلوم (Hilum) در کنیدیوم‌ها



شکل ۲- A-D: انواع کنیدیوم‌بر، E-I: انواع کنیدیوم در گونه‌های مختلف *Cercospora* (اصلی)

**Figure 2.** A–D: Different types of conidiophores, E–I: Conidia of *Cercospora* spp.

(در مقابل جنس *Pseudocercospora* Speg. و صاف بودن سطح ساختارها (در مقابل *Stenella* Syd. می‌باشند (Crous and Braun 2003).

### ۳- وضعیت جنس *Cercospora* در سیستم نام‌گذاری جدید قارچ‌ها

در دنیای موجودات زنده تا سال ۲۰۱۱، قارچ‌ها تنها گروهی بودند که بر اساس ماده ۵۹ کد بین‌المللی نام‌گذاری گیاهان (International Code of Botanical Nomenclature = ICBN) اجازه داشتند بیش از یک نام معتبر داشته باشند. با پیشرفت‌های صورت گرفته در روش‌های نوین مولکولی و با توجه به اینکه، با در اختیار داشتن توالی یک قارچ به راحتی می‌توان جایگاه آرایه‌بندی آن را مشخص نمود و نیازی به داشتن شکل جنسی قارچ برای تثبیت موقعیت آرایه‌بندی نیست، در چند سال اخیر مفهوم "یک گونه قارچ = یک نام"، از سوی برخی قارچ‌شناسان پیشنهاد شده است و در کنگره

بین‌المللی گیاه‌شناسی در ملبورن (استرالیا) در سال ۲۰۱۱ مقرر گردید از ماه ژانویه سال ۲۰۱۳ برای هر قارچ فقط یک اسم معتبر وجود داشته باشد (Hawksworth *et al.* 2011, Kirk *et al.* 2013). بر این اساس و پس از اجرای این مصوبه اولویت با اسم مرحله جنسی قارچ نخواهد بود، بلکه اولویت بر مبنای تاریخ نام‌گذاری خواهد بود، اگرچه آن اسم مربوط به شکل غیرجنسی قارچ باشد (Hawksworth *et al.* 2011).

جنس *Cercospora* با توجه به اینکه مرحله جنسی بیشتر گونه‌های آن ناشناخته است، در گذشته به‌عنوان شبه جنس قارچی مطرح بود. در سال‌های اخیر با پیشرفت‌های ایجاد شده در تکنیک‌های مولکولی، داده‌های توالی از نواحی رمزگذار و فاقد رمز ژنوم برای بررسی روابط فیلوژنتیکی بین گروه‌های مختلف قارچی در سطوح آرایه‌بندی مختلف به‌کار رفته‌اند. در این بین داده‌های حاصل از توالی‌یابی چندژنی، جنس *Cercospora* را در دودمان *Mycosphaerella* قرار می‌دهد (Crous *et al.* 2009). تا قبل از تصویب قوانین نام‌گذاری جدید تحت کد بین‌المللی نام‌گذاری جلبک‌ها، قارچ‌ها و گیاهان (ICN)، جنس *Mycosphaerella* Johanson متعلق به تیره *Mycosphaerellaceae*، یکی از بزرگترین جنس‌های *Ascomycota* به حساب می‌آمد که با شبه‌جنس‌های آنامورف بسیاری از جمله *Cercospora* مرتبط بود (Crous *et al.* 2004, Groenewald *et al.* 2013). این جنس در مفهوم گسترده (*Mycosphaerella sensu lato*) شامل حدود ۳۰۰۰ نام و همراه با آنامورف‌های آن بیش از ۱۰۰۰۰ گونه را در بر می‌گرفت (Arzanlou *et al.* 2007, Crous *et al.* 2009). با توجه به تعداد بسیار زیاد جنس‌های آنامورف، افزودن اطلاعات توالی‌یابی ژنتیکی مشخص نموده است که این جنس چند نیایی است، بنابراین به چندین جنس تفکیک شده است (Crous *et al.* 2009). بنابراین، *Mycosphaerella sensu stricto* محدود به آرایه‌های با شکل غیرجنسی *Ramularia* Unger شده است (Groenewald *et al.* 2013). بنابراین جنس *Cercospora* هم‌اینک به‌عنوان یک جنس مستقل در تیره *Mycosphaerellaceae* مورد تأیید است (Kirk *et al.* 2013).

#### ۴- مروری بر تاریخچه شناسایی گونه‌های *Cercospora*

معیارهای شناسایی گونه‌های *Cercospora*، از زمان توصیف این جنس دستخوش تغییر بسیاری شده‌اند.

در طی سالیان متمادی، ویژگی‌های مختلفی از قبیل ریخت‌شناسی، تولید زهرابه‌های قارچی و تخصص‌یافتگی میزبانی برای تمایز گونه‌های این جنس به کار رفته‌اند که در این قسمت مورد بحث قرار می‌گیرند.

#### ۴-۱- ویژگی‌های ریخت‌شناسی مورد استفاده برای تفکیک گونه‌های *Cercospora*

ویژگی‌های ریخت‌شناسی مورد استفاده در تفکیک گونه‌های جنس *Cercospora*، شامل شکل و اندازه کنیدیوم، حضور یا عدم حضور میسلیم ثانوی و ویژگی‌های ریخت‌شناسی کنیدیوم‌بر بوده‌اند که متأسفانه این مشخصات تنوع درون‌گونه‌ای بسیاری را نشان می‌دهند که استفاده از آن‌ها را مشکل‌ساز می‌کند (Groenewald *et al.* 2006b) و از طرف دیگر شناسایی گونه‌ها بر اساس خصوصیات ریختی نیاز به دانش تخصصی دارد. یکی دیگر از مشکلات مرتبط با شناسایی گونه‌های این جنس بر اساس صفات ریخت‌شناسی، نرخ رشد پایین و عدم هاگ‌زایی آن‌ها روی محیط‌های کشت مصنوعی می‌باشد.

بیشتر گونه‌های جنس *Cercospora* تولید زهرابه قارچی به نام سرکوسپورین می‌نمایند. در ابتدا تصور بر این بود که این زهرابه تنها توسط گونه‌های حقیقی *Cercospora* تولید می‌شود و گونه‌هایی که این زهرابه را تولید نمی‌کنند، متعلق به وابستگان جنس *Cercospora* می‌باشند. با این حال هرچند این ترکیب ممکن است بیماری-زایی را افزایش دهد، اما عامل اساسی بیماری‌زایی به حساب نمی‌آید، زیرا به‌وسیله تمام گونه‌ها تولید نمی‌شود (Groenewald *et al.* 2006a). از طرفی مشخص شده است که توانایی یک جدایه در تولید زهرابه سرکوسپورین تحت تأثیر شرایط محیطی و ژنتیکی قرار دارد (Groenewald *et al.* 2006a)؛ بنابراین با توجه به بی‌ثباتی در تولید این زهرابه و میزان آن، کاربرد این ویژگی نیز در تفکیک گونه‌های این جنس مؤثر واقع نشد.

#### ۴-۲- کاربرد تخصص‌یافتگی میزبانی در تفکیک گونه‌های *Cercospora*

تخصص‌یافتگی میزبانی از دیرباز به‌عنوان یک معیار عمده برای تفکیک گونه‌های جنس *Cercospora* از همدیگر به کار رفته است. به‌طوری که در صورت جداسازی یک گونه *Cercospora* از یک میزبان متفاوت، به‌عنوان گونه جدید در نظر گرفته می‌شد (Chupp 1954). برخی محققین اظهار کردند که بیشتر جدایه‌های غیرقابل تمایز از نظر خصوصیات ریخت‌شناسی جنس *Cercospora* متعلق به گونه *C. apii* می‌باشند که روی دامنه گسترده‌ای

از میزبان‌ها حضور دارد (Groenewald *et al.* 2006a). این نگرش در تک‌نگاره‌ی گونه‌های *Cercospora* که در آن اظهار شده است، گونه‌های *Cercospora* عموماً تخصص‌یافتگی میزبانی دارند، مورد تردید قرار گرفت (Chupp 1954) و در ادامه مفهومی ارائه گردید که بر اساس آن به‌ازای یک گونه، جنس یا تیره میزبانی، یک گونه *Cercospora* وجود دارد (Chupp 1954). این مفهوم منجر به توصیف تعداد بی‌شماری گونه بر اساس میزبان شد و بیش از ۳۰۰۰ نام برای آن لیست شد (Pollack 1987). با این حال، مشکل مهم در رابطه با آرایه‌بندی جنس *Cercospora*، درجه تخصص‌یافتگی میزبانی گونه‌های مختلف است. قابلیت آلوده کردن میزبان‌های مختلف در آزمایش‌های مایه‌زنی، از ارزش بسیاری در تعیین حدود گونه برخوردار است. آزمایش‌های مایه‌زنی مختلف نشان داده‌اند که شناسایی گونه‌های *Cercospora* تنها با اتکا به میزبان معیار مناسبی نیست. به‌عنوان مثال *C. beticola* می‌تواند کافشه (*Carthamus tinctorius* L.) را نیز در طی مایه‌زنی مصنوعی آلوده کند (Lartey *et al.* 2005). از طرفی، برخی گونه‌ها از قبیل *C. apii*، *C. canescens* Ellis and Martin و *C. zebrina* Pass. مشخص شده است که در تیره‌های میزبانی مختلف آلودگی ایجاد می‌کنند و دامنه میزبانی گسترده دارند (Crous and Braun 2003, 2013, Lartey *et al.* 2005, Bakhshi *et al.* 2012b, Groenewald *et al.* 2013). بنابراین هویت بسیاری از گونه‌ها که تنها با اتکا به میزبان معرفی شده‌اند، با شک و تردید همراه است.

#### ۴-۳- تولیدمثل جنسی در گونه‌های *Cercospora*

علی‌رغم انتشار گسترده، تاکنون هیچ شکل تولید مثل جنسی برای گونه‌های متعلق به مجموعه *C. apii* (گونه تیپ این جنس) شناسایی و توصیف نشده است و مطالعه تلاقی آزمایشگاهی جدایه‌های *C. zeina* و *C. zae-maydis* در تولید مرحله جنسی ناموفق بودند (Crous *et al.* 2006a). تلاش در القای مرحله جنسی بین جدایه‌های *C. beticola* با تیپ‌های آمیزشی متفاوت در شرایط آزمایشگاه نیز موفقیتی به همراه نداشت (بخشی و همکاران ۱۳۹۱ الف). مطالعات انجام گرفته روی ساختار ژنتیکی جمعیت‌های برخی گونه‌های جنس *Cercospora* نشان می‌دهد که تنوع ژنتیکی زیادی در بین اعضای این گونه‌ها وجود دارد (Weiland *et al.* 2001, Moretti *et al.* 2004). در واقع تنوع ژنتیکی در بین جمعیت‌های گونه‌هایی که دارای چرخه جنسی هستند، به مراتب بیشتر از

تنوع ژنتیکی جمعیت‌های همسانه‌ای می‌باشد (Groenewald *et al.* 2006b). از طرفی تنوع بالایی از نظر ریخت‌شناسی پرگنه از قبیل نرخ رشد، رنگ میسلیم، ریخت‌شناسی هاگ‌ها و تولید فیتوتوکسین در گونه‌های مختلف جنس *Cercospora* مشاهده شده است (Moretti *et al.* 2004). محققین در تلاشی برای یافتن منبع این تنوع و تعیین سطح تمایز ژنتیکی، امکان وجود چرخه جنسی پنهان در این قارچ را مطرح کردند (Groenewald *et al.* 2006b).

در سلسله قارچ‌ها، تولیدمثل جنسی به‌وسیله یک ناحیه خاص ژنومی تحت عنوان مکان‌های ژنی تیپ آمیزشی (Mating type = MAT) تنظیم می‌شود (بخشی و همکاران ۱۳۹۱ب). در تمامی گونه‌های قارچی مطالعه شده تاکنون ژن‌های تیپ آمیزشی شناسایی شده‌اند، و قارچ‌های غیرجنسی (میتوسپوریک) نیز در ژنوم خود حاوی ژن‌های تیپ آمیزشی می‌باشند و این ژن‌ها در آزمون‌های انتقال ژن از کارایی لازم برخوردار هستند (Coppin *et al.* 1997, Linde *et al.* 2003). حضور ژن‌های تیپ آمیزشی جهت اثبات حضور مرحله جنسی کافی نیست، با این حال در صورتی که انتخاب وابسته به فراوانی (در صورت وقوع نوترکیبی جنسی) در این ژن‌های فراهم باشد، آن وقت آلل‌های تیپ‌های آمیزشی از فراوانی مساوی برخوردار خواهند بود (بخشی و همکاران ۱۳۹۱الف، ۱۳۹۱ب). ژن‌های تیپ آمیزشی برخی گونه‌های جنس *Cercospora* اخیراً مشخص شده‌اند و گونه‌های *C. beticola*، *C. zeina* و *C. zea-maydis* هتروتال هستند، با این وجود تنها یک تیپ آمیزشی در جمعیت‌های *C. apii* و *C. apiicola* Groenew., Crous and U. Braun حضور دارد (Groenewald *et al.* 2006b). در ضمن در پژوهشی، توزیع ژن‌های تیپ آمیزشی گونه *C. beticola* در مزارع چغندر قند در سطح لکه، برگ و مزرعه در نواحی مختلف ایران بررسی گردید و نتایج حاکی از توزیع نابرابر ژن‌های تیپ آمیزشی بود (Bakhshi *et al.* 2011). با اینحال دو تیپ آمیزشی *C. beticola* با نسبت تقریباً برابر در برخی جمعیت‌های بررسی شده در سایر نقاط جهان حضور دارند (Bolton *et al.* 2012). این امر نشان می‌دهد این ژن‌ها ممکن است در برخی مناطق فعال باشند و حاکی از تولیدمثل جنسی پنهان است. کشف مرحله جنسی گونه‌های جنس *Cercospora*، کمک



شایانی در بهبود درک ما از موقعیت آرایه‌بندی این جنس خواهد کرد و مشکلات هویت گونه در این جنس را مرتفع خواهد نمود.

#### ۴-۴- روش‌های مولکولی برای آرایه‌بندی گونه‌های *Cercospora*

روش‌های مولکولی برای توالی‌یابی ژنوم موجودات زنده و از جمله قارچ‌ها در سال‌های اخیر ابداع و با پیشرفت‌های چشمگیری داشته‌اند. با توجه به محدودیت‌های موجود در آرایه‌بندی ریخت‌شناسی و کاربرد مفاهیم زیست‌شناسی گونه، روش‌های مولکولی به دلیل این که در مقایسه با روش‌های سنتی از سرعت عمل و دقت بالاتری برخوردار می‌باشند، جایگاه خاصی در آرایه‌بندی و شناسایی گونه‌های *Cercospora* پیدا کرده‌اند.

#### ۴-۴-۱- استفاده از آغازگرهای اختصاصی گونه

آغازگرهای اختصاصی طراحی شده بر اساس نواحی مختلف ژنوم، به‌صورت رایج جهت شناسایی گونه‌های مختلف قارچی از کشت‌های خالص و از بافت‌های گیاهی آلوده با استفاده از روش‌های مبتنی بر واکنش زنجیره‌ای پلی‌مرز (PCR) به کار گرفته شده‌اند (Arzanlou *et al.* 2007). با طراحی آغازگرهای اختصاصی بر اساس توالی ژن آکتین (ACT)، محققین توانستند گونه *C. beticola* را از بافت‌های برگ آلوده چغندر قند تشخیص و ردیابی نمایند (Lartey *et al.* 2005). در این راستا، با استفاده از PCR و به کارگیری آغازگرهای اختصاصی مبتنی بر توالی ژن کالمودولین (CAL)، شواهد اولیه از وجود گونه‌های متمایز در داخل مجموعه *C. apii* نیز ارائه گردید (Groenewald *et al.* 2005). با این حال کارایی آغازگرهای اختصاصی برای استفاده در مقیاس گسترده روی جدایه‌های به‌دست‌آمده از میزبان‌ها و مناطق مختلف، مناسب نیست، زیرا همپوشانی معنی‌داری در بین گونه‌ها دیده می‌شود و برای تشخیص دقیق همه گونه‌ها قابل استفاده نیست. به‌عنوان مثال آغازگرهای طراحی شده برای ژن آکتین (Lartey *et al.* 2005)، بر اساس گونه *C. beticola*، گونه‌های *Cercospora*ی به دست‌آمده از سایر میزبان‌ها را نیز تکثیر می‌کنند (بخشی و همکاران ۱۳۹۲).

#### ۴-۲-۴ روش‌های مبتنی بر توالی‌یابی DNA

امروزه استفاده از توالی‌یابی نوکلئوتیدی یا به عبارتی مفهوم فیلوژنتیک گونه، امری رایج در آرایه‌بندی قارچ‌های بیمارگر گیاهی است. در حالت کلی استفاده از مفهوم فیلوژنتیک گونه، تغییرپذیری کمتری داشته و واقعی‌تر است و تفاوت‌های ریخت‌شناسی نیز عموماً از نهادینه شدن تغییرات در توالی‌های نوکلئوتیدی منشأ می‌گیرند و بنابراین مشکلات مربوط به مفاهیم ریخت‌شناسی و زیست‌شناسی گونه را مرتفع می‌سازد. بررسی روابط فیلوژنی بین گونه *C. beticola* و سایر گونه‌های *Cercospora*ی نزدیک مشخص کرد که جدایه‌های متعلق به *C. beticola* دارای دامنه میزبانی وسیع بوده و گونه‌های متمایزی هستند (Groenewald et al. 2010). بر اساس این داده‌ها مشخص شد که مفهومی که گونه‌های *Cercospora* را محدود به جنس‌ها یا تیره‌های میزبانی خاص می‌دانست (Chupp 1954)، به‌طور کامل نادرست نیست.

جامع‌ترین مطالعه مولکولی با استفاده از توالی‌های چندژنی، در زمینه آرایه‌بندی جنس *Cercospora* پژوهشی است که در آن با استفاده از داده‌های توالی پنج ناحیه ژنی (CAL, ACT, TEF1- $\alpha$ , ITS و HIS) روابط خویشاوندی بین گونه‌های این جنس مورد مطالعه قرار گرفته است (Groenewald et al. 2013)، مهم‌ترین دستاورد این تحقیق این بود که چندین گونه که قبلاً با توجه به ویژگی‌های ریخت‌شناسی در مجموعه *C. apii* قرار می‌گرفتند، گونه‌های متمایزی هستند (Groenewald et al. 2013). علاوه بر این مشخص شد برخی گونه‌های این جنس تخصص‌یافتگی میزبانی دارند و برخی دارای دامنه میزبانی وسیع می‌باشند؛ بنابراین، این داده‌ها نشان دادند که داده‌های ریخت‌شناسی و تخصص‌یافتگی میزبانی به‌تنهایی برای تفکیک گونه‌های جنس *Cercospora* و توصیف گونه‌های جدید کافی نیستند. در ضمن بر اساس این داده‌ها مشخص شده است که با وجود اینکه ITS به‌عنوان ژن بارکد عمومی در قارچ‌ها مطرح است، اما این ناحیه نمی‌تواند پاسخگوی تمایز بیشتر گونه‌های قارچی در جنس *Cercospora* باشد (Groenewald et al. 2013) و برای شناسایی و استنتاج فیلوژنتیکی گونه‌های این جنس ترکیبی از توالی پنج ناحیه ژنی مذکور ضروری می‌باشد.

## نتیجه‌گیری و پیشنهاد

از زمان توصیف و معرفی جنس *Cercospora*، آرایه‌بندی گونه‌های آن دستخوش تغییرات بسیاری شده است. با توجه به فقدان ویژگی‌های ریخت‌شناسی مفید و سطح بالای تنوع درون گونه‌ای، رابطه میزبانی، مدت‌ها به‌عنوان ویژگی عمده در تعیین حدود گونه در جنس *Cercospora* به‌کار می‌رفت. نتایج مطالعات بعدی نشان داد که رابطه میزبانی به‌عنوان یک معیار مناسب برای آرایه‌بندی گونه‌های این جنس مشکل‌ساز می‌باشد، زیرا تعداد زیادی از گونه‌ها دارای دامنه میزبانی وسیع بوده و در عین حال روی یک میزبان، گونه‌های متعددی ممکن است ایجاد بیماری کنند. در ضمن نتایج تحقیقات مولکولی نیز نشان داده است، ناحیه ITS نمی‌تواند به‌تنهایی پاسخگوی تمایز بیشتر گونه‌های قارچی در جنس *Cercospora* باشد؛ بنابراین به نظر می‌رسد راهکار چندمنظری (Polyphasic approach) یا به عبارتی مفهوم گونه ترکیبی (Consolidated species concept) که به‌منظور رسیدن به نتیجه درست در مورد مرز گونه‌ها، تمامی مفاهیم گونه ریخت‌شناسی، زیست‌شناسی و فیلوژنتیک را با ارزش‌دهی مختلف به‌کار می‌گیرد (Quaedvlieg et al. 2014)، برای تفکیک گونه‌های جنس *Cercospora* مفید است. بر این اساس پیشنهاد می‌شود که در کشور ما نیز که بیشتر گونه‌های مطالعه شده از این جنس بر اساس خصوصیات ریخت‌شناسی و رابطه میزبانی تشخیص داده شده‌اند، از نو جمع‌آوری، کشت و با استفاده از مفهوم گونه ترکیبی که ترکیبی از اطلاعات توالی DNA چندژنی، زیست‌شناسی، اکولوژی، رابطه میزبانی و ویژگی‌های ریخت‌شناسی را برای تعیین حدود گونه‌ها به‌کار می‌گیرد، مورد بازبینی قرار گیرند.

## References

## منابع

۱. بخشی م، ارزنلو م. و بابای اهری ا. ۱۳۹۱ الف. تعیین تیپ‌های آمیزشی قارچ *Cercospora beticola*، عامل لکه برگی چغندر قند با استفاده از آغازگرهای اختصاصی و امکان تشکیل مرحله جنسی آن در شرایط آزمایشگاه و گلخانه. پژوهش‌های کاربردی در گیاه‌پزشکی ۱(۱): ۲۷-۱۵.
۲. بخشی م، ارزنلو م. و بابای اهری ا. ۱۳۹۱ ب. تولید مثل جنسی و ساختار ژن‌های تیپ آمیزشی در قارچ‌های بیمارگر گیاهان. دانش بیماری‌شناسی گیاهی ۲(۱): ۶۳-۵۰.

۳. بخشی م., ارزنلو م. و بابای اهری ا. ۱۳۹۲. شناسایی جدایه‌های *Cercospora beticola*, عامل لکه برگگی

*Cercospora* بی چغندر قند با استفاده از آغازگرهای اختصاصی. بیماری‌های گیاهی ۴۹(۱): ۱۰۵-۱۰۱.

4. Arzanlou M., Abeln E.C., Kema G.H., Waalwijk C., Carlier J., Vries I.D., Guzmán M. and Crous P.W. 2007. Molecular diagnostics for the Sigatoka disease complex of banana. *Phytopathology* 97:1112–1118.
5. Bakhshi M., Arzanlou M. and Babai-Ahari A. 2011. Uneven distribution of mating type alleles in Iranian populations of *Cercospora beticola*, the causal agent of Cercospora leaf spot disease of sugar beet. *Phytopathologia Mediterranea* 50:101–109.
6. Bakhshi M., Arzanlou M. and Babai-Ahari A. 2012b. Morphological and molecular characterization of *Cercospora zebrina* from black bindweed in Iran. *Plant Pathology and Quarantine* 2:125–130.
7. Bolton M.D., Secor G.A., Rivera V., Weiland J.J., Rudolph K., Birla K., Rengifo J. and Campbell L.G. 2012. Evaluation of the potential for sexual reproduction in field populations of *Cercospora beticola* from USA. *Fungal Biology* 116:511–521.
8. Braun U., Nakashima C. and Crous P.W. 2013. Cercosporoid fungi (Mycosphaerellaceae) 1. species on other fungi, Pteridophyta and Gymnospermae. *IMA Fungus* 4:265–345.
9. Chupp C. 1954. A monograph of the fungus genus *Cercospora*. Ithaca, New York. 667p.
10. Coppin E., Debuchy R., Arnais S. and Picard M. 1997. Mating types and sexual development in filamentous ascomycetes. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 61:411–428.
11. Crous P. W. and Braun U. 2003. *Mycosphaerella* and its anamorphs: 1. Names published in *Cercospora* and *Passalora*. CBS Biodiversity Series 1: 1–571.
12. Crous P. W. and Wingfield M.J. 1996. Species of *Mycosphaerella* and their anamorphs associated with leaf blotch disease of Eucalyptus in South Africa. *Mycologia* 441–458.
13. Crous P. W., Groenewald J.Z., Groenewald M., Caldwell P., Braun U. and Harrington T.C. 2006a. Species of *Cercospora* associated with grey leaf spot of maize. *Studies in Mycology* 55:189–197.
14. Crous P. W., Groenewald J. Z., Mansilla J. P., Hunter G. C. and Wingfield M. J. 2004. Phylogenetic reassessment of *Mycosphaerella* spp. and their anamorphs occurring on Eucalyptus. *Studies in Mycology* 50:195–214.

15. Crous P. W., Schoch C. L., Hyde K. D., Wood A. R., Gueidan C., de Hoog G. S. and Groenewald J. Z. 2009. Phylogenetic lineages in the Capnodiales. *Studies in Mycology* 64:17–47.
16. Ellis M. B. 1971. Dematiaceous hyphomycetes. Kew, UK: Commonwealth Mycological Institute,
17. Fuckel K. W. 1863. Fungi Rhenani exsiccati, Fasc. I-IV. *Hedwigia* 2:132–136.
18. Groenewald J. Z., Groenewald M., Braun U. and Crous P. W. 2010. *Cercospora* Speciation And Host Range. Pp. 21–37. In: R. T. Lartey, J. Weiland, L. Panella, P. W. Crous, and C. Windels, (ed.). *Cercospora* Leaf Spot of Sugar Beet and Related Species. APS Press, Minnesota, USA.
19. Groenewald J. Z., Nakashima C., Nishikawa J., Shin H. D., Park J. H., Jama A. N., Groenewald M., Braun U. and Crous, P. W. 2013. Species concepts in *Cercospora*: spotting the weeds among the roses. *Studies in Mycology* 75:115–170.
20. Groenewald M., Groenewald J. Z. and Crous P. W. 2005. Distinct species exist within the *Cercospora apii* morphotype. *Phytopathology* 95:951–959.
21. Groenewald M., Groenewald J. Z., Braun U. and Crous P. W. 2006a. Host range of *Cercospora apii* and *C. beticola* and description of *C. apiicola*, a novel species from celery. *Mycologia* 98:275–285.
22. Groenewald M., Groenewald J. Z., Harrington T. C., Abeln E. C. and Crous P. W. 2006b. Mating type gene analysis in apparently asexual *Cercospora* species is suggestive of cryptic sex. *Fungal Genetics and Biology* 43:813–825.
23. Hawksworth D. L., Crous P. W., Redhead S. A., Reynolds D. R., Samson R. A., Seifert K. A., Taylor J. W., Wingfield M. J., Abaci Ö. and Aime C. 2011. The Amsterdam declaration on fungal nomenclature. *IMA Fungus* 2:105–112.
24. Kimber R. B. E. and Paull J. G. 2011. Identification and genetics of resistance to cercospora leaf spot (*Cercospora zonata*) in faba bean (*Vicia faba*). *Euphytica* 177:419–429.
25. Kirk P. M., Stalpers J. A., Braun U., Crous P. W., Hansen K., Hawksworth D. L., Hyde K. D., Lücking R., Lumbsch T. H. and Rossmann A. Y. 2013. A without-prejudice list of generic names of fungi for protection under the International Code of Nomenclature for algae, fungi, and plants. *IMA Fungus* 4:381–443.
26. Lartey R., Caesar-TonThat T., Caesar A., Shelver W., Sol N. and Bergman J. 2005. Safflower: A new host of *Cercospora beticola*. *Plant Disease* 89:797–801.

27. Linde C. C., Zala M., Ceccarelli S. and McDonald B. A. 2003. Further evidence for sexual reproduction in *Rhynchosporium secalis* based on distribution and frequency of mating-type alleles. *Fungal Genetics and Biology* 40:115–125.
28. Moretti M., Saracchi M. and Farina G. 2004. Morphological, physiological and genetic diversity within a small population of *Cercospora beticola* Sacc. *Annals of Microbiology* 54:129–150.
29. Pollack F. G. 1987. An annotated compilation of *Cercospora* names. *Mycological Memoirs* 12:1–212.
30. Praveena R. and Naseema A. 2004. Fungi occurring on water hyacinth [*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms] in Kerala. *Journal of Tropical Agriculture* 42:21–23
31. Quaedvlieg W., Binder M., Groenewald J. Z., Summerell B. A., Carnegie A. J., Burgess T. I. and Crous P. W. 2014. Introducing the Consolidated Species Concept to resolve species in the Teratosphaeriaceae. *Persoonia* 33:1–40.
32. Silva M. and Pereira O. L. 2008. Postharvest *Cercospora apii* fruit rot disease on *Cucurbita maxima* (Cucurbitaceae). *Australasian Plant Disease Notes* 3:21–23.
33. Tessmann D.J., Charudattan R., Kistler H.C. and Roskopf E.N. 2001. A molecular characterization of *Cercospora* species pathogenic to water hyacinth and emendation of *C. piaropi*. *Mycologia* 93: 323–334.
34. Weiland J., Eide J., Rivera-Varas V. and Secor G. 2001. Genetic diversity of *Cercospora beticola* in the US and association of molecular markers with tolerance to the fungicide triphenyltin hydroxide. *Phytopathology* 91: 94.