شناسایی گونه‌های اندوفیت جنس *Alternaria* از درختان میوه هسته‌دار در ارومیه و میاندوآب (استان آذربایجان غربی)

دریافت: ۱۳۹۳/۰۹/۲۹ / پذیرش: ۱۳۹۴/۰۳/۲۴

اسماعیل هاشم‌لو✉: دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد (esm.hashemloo@gmail.com)
عبدالحسین جمالی زواره: استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد
یوبرت قوستا: استادیار دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه

چکیده

در مطالعه انجام گرفته روی قارچ‌های اندوفیت درختان میوه هسته‌دار شامل زردآلو، هلو و شلیل در استان آذربایجان غربی، تعداد قابل توجهی از جدایه‌های جنس *Alternaria* از بخش‌های مختلف این درختان جداسازی شده و مورد مطالعه تاکسونومیکی قرار گرفتند. عمل جداسازی قارچ‌های اندوفیت مطابق با روش جداسازی این قارچ‌ها و طی روند ضد عفونی سطحی چند مرحله‌ای انجام گرفت. از تعداد ۱۰۰ نمونه گیاهی مورد بررسی، تعداد ۱۰۲ جدایه قارچی متعلق به جنس *Alternaria* جداسازی شد. براساس مطالعات ریخت‌شناختی، ۱۰ گونه شامل: *Alternaria alternata*، *A. arborescens*، *A. atra*، *A. consortialis*، *A. destruens*، *A. dumosa*، *A. infectoria*، *A. japonica*، *A. pseudorostrata* و *A. tenuissima* شناسایی شدند. گونه‌های *A. tenuissima*، *A. alternata* و *A. arborescens* به ترتیب با ۳۰، ۲۵ و ۱۶ جدایه بیشترین فراوانی را در میان گونه‌های شناسایی شده به خود اختصاص دادند. تمامی گونه‌های شناسایی شده برای نخستین بار به عنوان قارچ‌های اندوفیت از درختان زردآلو، هلو و شلیل در دنیا و گونه‌های *A. consortialis* و *A. pseudorostrata* به عنوان گونه‌های جدید برای فلور قارچی ایران گزارش می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: اندوفیت، جدایه، زردآلو، شلیل، هلو

Taxonomic study of endophytic species of *Alternaria* from *Prunus* trees in Urmia and Miandoab in W Azarbaijan province (NW Iran)

Received: 20.12.2014 / Accepted: 14.06.2015

Esmaeel Hashemloo✉**:** MSc Student, Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran (esm.hashemloo@gmail.com)
Abdol-Hossein Jamali Zavareh: Assistant Prof., Faculty of Agriculture, Shahrekord University, Shahrekord, Iran
Yobert Ghosta: Assistant Prof., Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

Summary

During the study on endophytic fungi of stone fruits including apricot, peach and nectarine in W Azarbaijan (NW Iran), a large number of isolates with *Alternaria* characteristics were isolated from different parts of these plants and studied taxonomically. Isolation was made based on endophytic fungal isolation method and following surface sterilization procedure. From 100 different plant samples, 102 isolates with *Alternaria* characteristics were obtained. Based on morphological characteristics,

10 species *viz*. *Alternaria alternata*, *A. arborescens*, *A. atra*, *A. consortialis*, *A. destruens*, *A. dumosa*, *A. infectoria*, *A. japonica*, *A. pseudorostrata*, and *A. tenuissima* were identified. *Alternaria tenuissima*, *A. alternata* and *A. arborescens* with 30, 25 and 16 isolate had the highest frequency respectively. All the identified species were isolated for the first time as endophytic fungi from apricot, peach and nectarine worldwide. *Alternaria consortialis* and *A. pseudorostrata* are new to mycoflora of Iran.

Keywords: Apricot, endophytic fungi, isolates, nectarine, peach

* بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول به راهنمایی دکتر عبدالحسین جمالی زواره و دکتر یوبرت قوستا ارایه شده به دانشگاه شهرکرد

مقدمه

گونه‌های جنس *Alternaria*، قارچ‌هایی همه‌جازی بوده و شامل گونه‌های ساپروفیت، اندوفیت و بیماری‌زا است. گونه‌های این جنس از طیف گسترده‌ای از بسترها شامل بذرها، گیاهان مختلف، فرآورده‌های کشاورزی، حیوانات، خاک و اتمسفر جداسازی شده‌اند. بیشتر گونه‌های جنس *Alternaria* از مهمترین بیمارگرهای گیاهی هستند که موجب ایجاد بیماری در انواع مختلفی از گیاهان و نیز پوسیدگی‌های پس از برداشت در بسیاری از محصولات کشاورزی می‌شوند. برخی از گونه‌های *Alternaria* به عنوان بیمارگر انسانی بویژه در بیماران مبتلا به نقص ایمنی مطرح می‌باشند و هاگ‌های این قارچ، یکی از رایج‌ترین و قوی‌ترین عوامل حساسیت‌زای موجود در هوا هستند (Lawrence *et al.* 2013, Woudenberg *et al.* 2013). جنس *Alternaria* نخستین بار توسط نیس (Nees 1816) با گونه تیپ *Alternaria tenuis* توصیف شد. به تدریج با معرفی برخی از جنس‌های مشابه با جنس *Alternaria*، افزایش تعداد گونه‌های معرفی شده در جنس *Alternaria* و نیز ناکافی بودن مشخصات توصیفی جنس و گونه‌ها، تغییرات مشخصی در مفاهیم جنس و گونه‌ای ارایه شد (Elliott 1917, Saccardo 1886) (Simmons 1967, Joly 1964, Wiltshire 1933, 1938) و برخی از گونه‌های توصیف شده در این جنس، از آن جدا شده و در جنس‌های جدید قرار داده شدند (Simmons 2007). تنوع ریخت‌شناختی قابل توجهی در افراد این جنس وجود دارد و تلاش‌های فراوانی در جهت سازمان‌دهی آرایه‌ها به صورت گروه‌بندی پایین‌تر از سطح جنس و براساس ویژگی‌های مشترک ریخت‌شناختی انجام گرفته است. بر این اساس، گونه‌های جنس *Alternaria* به صورت گروه‌های گونه‌ای (species-groups) تقسیم‌بندی شدند (Simmons 1992) و سپس، این سیستم طبقه‌بندی توسعه یافت و گروه‌های گونه‌ای مختلفی توصیف شدند (Simmons 1994, 1995, 2007). استفاده از داده‌های مولکولی به همراه ویژگی‌های ریخت‌شناختی به بازنگری تاکسونومیکی این جنس منجر شده است. براساس مطالعات مولکولی، دو گروه گونه‌ای جدید برای جنس *Alternaria* معرفی شد و هشت گروه گونه‌ای موجود در این جنس به سطح بخش (section) ارتقا داده شدند (Lawrence 2013). در آخرین بازنگری انجام شده، تعداد ۲۴ بخش در این جنس مشخص شدند و ۱۳ جنس قبلا توصیف شده و مشابه با جنس *Alternaria*، به عنوان جنس‌های مترادف با *Alternaria* مشخص شدند و به صورت گروه‌های گونه‌ای در جنس *Alternaria* قرار گرفتند (Woudenberg *et al.* 2013).

واژه اندوفیت برای میکروارگانیسم‌هایی که در تمام یا بخشی از چرخه زندگی خود، در داخل بافت‌های گیاهی، زندگی کرده و آلودگی‌های ظاهری یا نشانه‌های بیماری را بروز نمی‌دهند، به کار برده شده است (Bacon & White 2000, Saikkonen *et al.* 2004). بنا به تعریف دیگر، اندوفیت‌ها تمامی میکروارگانیسم‌هایی را شامل می‌شوند که ممکن است قابل کشت و یا غیرقابل کشت باشند، ولی در داخل بافت‌های گیاهی ساکن بوده، آسیبی به میزبان وارد نمی‌کنند و ساختارهایی در خارج از میزبان تشکیل نمی‌دهند (Azevedo & Araújo 2007). این گروه از میکروارگانیسم‌ها ممکن است رشد میزبان‌ها را از طریق مکانیسم‌های مختلف از جمله کنترل بیولوژیکی، القا مقاومت فراگیر در برابر بیمارگرها، تثبیت نیتروژن، تولید تنظیم‌کننده‌های رشد، تولید مواد ضد میکروبی و آنزیم‌ها، تسریع در جذب آب و مواد غذایی و افزایش تحمل گیاهان در برابر خشکی، سرما و بیمارگرها بهبود بخشند (Suryanarayanan 2011, Rodriguez *et al.* 2004, 2009) (Suryanarayanan *et al.* 2012,). مطالعات نشان داده است که گونه‌های دارای هاگ‌های کوچک در جنس *Alternaria* (طول کمتر از ۵۰ میکرومتر) جزو اندوفیت‌های غالب جداسازی شده از برگ‌ها و دیگر اندام‌های گیاهان مختلف هستند و بسته به نوع گیاه مورد مطالعه، گروه‌های گونه‌ای مختلفی از جنس *Alternaria* جداسازی شده‌اند (Polizzotto *et al.* 2012). همچنین، متابولیت‌های ثانویه تولید شده توسط جدایه‌های اندوفیت *Alternaria* بسیار متنوع هستند که برخی از آن‌ها، نقش مؤثری در بازداری از بیمارگرها و آفات گیاهی و همچنین بیمارگرهای انسانی دارند و منبع جدیدی برای ساخت داروها بویژه داروهای ضد سرطان محسوب می‌شوند (Kaur Gu 2009 *et al.* 2013, Lou *et al.* 2013,). بازداری از بیمارگرهای گیاهی توسط قارچ‌های اندوفیت جنس *Alternaria* در شرایط آزمایشگاهی نیز گزارش شده است (Musetti *et al.* 2006). با توجه به موارد فوق‌الذکر، شناسایی درست و دقیق گونه‌ها برای استفاده مناسب از توانایی‌های آن‌ها، دارای اهمیت زیادی است. مطالعات محدودی در زمینه شناسایی و استفاده از توانایی‌های قارچ‌های اندوفیت در درختان میوه هسته‌دار در جهان وجود دارد و تاکنون هیچ مطالعه‌ای روی قارچ‌های اندوفیت درختان زردآلو، هلو و شلیل در ایران و جهان صورت نگرفته است. با توجه به اهمیت این محصولات در اقتصاد کشاورزی استان آذربایجان‌غربی و افزایش سطح زیر کشت این محصولات در سال‌های اخیر و نیز ویژگی‌های مفید قارچ‌های اندوفیت، در این

مطالعه، قارچ‌های اندوفیت جنس *Alternaria* از برگ‌ها و شاخه‌های درختان زردآلو، هلو و شلیل باغ‌های مختلف شهرستان‌های ارومیه و میاندوآب واقع در استان آذربایجان غربی جداسازی، شناسایی و معرفی می‌شوند.

روش بررسی

- نمونه‌برداری

به منظور جداسازی قارچ‌های اندوفیت درختان میوه هسته‌دار شامل زردآلو، هلو و شلیل در استان آذربایجان غربی، تعداد ۱۰۰ نمونه گیاهی مختلف از شاخه‌ها و برگ‌های با سنین مختلف گیاهان کاملا سالم و بدون هیچگونه نشانه بیماری، از باغ‌های زیر کشت این گیاهان در شهرستان‌های ارومیه و میاندوآب در طول تابستان و پاییز سال‌های ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ به صورت تصادفی جمع‌آوری شد. نمونه‌های جمع‌آوری شده درون پاکت‌های کاغذی جداگانه قرار داده شدند و سپس به آزمایشگاه منتقل و در یخچال با دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شدند. این نمونه‌ها حداکثر تا ۴۸ ساعت پس از نمونه‌برداری مورد کشت قرار گرفتند.

- جداسازی و خالص‌سازی قارچ‌ها

برای جداسازی قارچ‌های اندوفیت از نمونه‌های گیاهی از روش شولز و همکاران (Schulz *et al.* 1993) با اندکی تغییرات استفاده گردید. برای حذف قارچ‌های اپی‌فیت، ابتدا نمونه‌های گیاهی بطور کامل زیر آب شیر شسته شدند. عمل ضدعفونی سطحی بافت‌ها با قرار دادن آن‌ها ابتدا در محلول اتانول ۷۵ درصد به مدت ۱ دقیقه و سپس در محلول هیپوکلریت سدیم ۳ درصد (ماده مؤثره) به مدت پنج دقیقه انجام گرفت و بافت‌ها بلافاصله سه بار با آب مقطر سترون شسته شدند. آب اضافی نمونه‌ها، با استفاده از کاغذ صافی سترون حذف گردید. قطعات کوچکی از شاخه‌ها، پهنک برگ، دمبرگ و رگبرگ میانی به طول یک سانتی‌متر برش داده شد و قطعات مربوط به هر کدام از این بخش‌ها، به صورت مجزا در تشتک‌های پتری ۸ سانتی‌متری حاوی محیط کشت سیب‌زمینی-دکستروز-آگار (ساخت کارخانه مرک آلمان) تقویت شده با آنتی‌بیوتیک سولفات استرپتومایسین به میزان ۵۰ پی‌پی‌ام به منظور جلوگیری از آلودگی‌های باکتریایی قرار داده شدند. تشتک‌های پتری در انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سلسیوس و در شرایط تاریکی به مدت ۳۰-۱۵ روز نگهداری شدند و به طور مرتب و روزانه مورد بررسی قرار گرفتند. پرگنه‌های قارچی بعد از گذشت حداقل یک هفته به تدریج شروع به ظاهر شدن نمودند. از حاشیه هر پرگنه رشد کرده، قطعات کوچکی برداشته شد و به تشتک‌های پتری جدید منتقل گردید. عمل خالص‌سازی جدایه‌ها از طریق برداشتن نوک ریسه و یا تک اسپور انجام گرفت. نمونه‌های خالص‌سازی شده در داخل لوله‌های آزمایش حاوی محیط کشت سیب‌زمینی-هویج-آگار (PCA) به همراه تکه‌ای از کاغذ صافی کشت داده شدند و بعد از رشد به میزان کافی، در یخچال با دمای ۴ درجه سلسیوس نگهداری شدند. تمامی جدایه‌ها در آزمایشگاه قارچ‌شناسی دانشگاه ارومیه نگهداری می‌شوند.

- شناسایی گونه‌ها

شناسایی گونه‌ها با استفاده از روش استاندارد شده سیمونز (Simmons 2007) و بررسی مشخصات ریخت‌شناختی جدایه‌ها صورت گرفت. قارچ‌های خالص شده روی محیط کشت سیب‌زمینی-هویج-آگار (PCA) کشت شده و در شرایط دمایی ۲۵-۲۳ درجه سلسیوس و زیر نور سفید فلورسنت با دوره تاریکی/روشنایی ۸/۱۶ ساعته به مدت ۷-۵ روز نگهداری شدند. بعد از گذشت این مدت، وضعیت انفرادی یا زنجیری بودن هاگ‌ها، ساده یا منشعب بودن زنجیره‌ها، تعداد هاگ در هر زنجیره بدون تخریب حالت طبیعی آن‌ها و نیز رنگ پرگنه بررسی شد. خصوصیات ریخت‌شناختی میکروسکوپی جدایه‌ها مانند رنگ هاگ، ابعاد هاگ، آرایش بندهای عرضی و طولی در هاگ، وجود یا عدم وجود نوک و طول آن و نیز تزیینات سطح هاگ مورد مطالعه قرار گرفت. شناسایی گونه‌ها با استفاده از منابع، توصیفات و کلیدهای شناسایی معتبر گونه‌های جنس *Alternaria* انجام گرفت.

نتیجه و بحث

از تعداد ۱۰۰ نمونه گیاهی جمع‌آوری و کشت شده، در مجموع، ۱۰۲ جدایه قارچی متعلق به جنس *Alternaria* جداسازی شدند. ۴۲/۱۶ درصد جدایه‌ها از نواحی مختلف شهرستان ارومیه و ۵۷/۸۴ درصد از نواحی مختلف شهرستان میاندوآب جداسازی شدند. ۱۷/۶۴ درصد جدایه‌ها از پهنک برگ، ۱۷/۶۵ درصد از دمبرگ، ۱۹/۶۱ درصد از رگبرگ و ۴۵/۱ درصد از شاخه‌ها جداسازی شدند. ۶۸/۶۳ درصد جدایه‌ها از درختان زردآلو، ۲۴/۵۱ درصد از درختان هلو و ۶/۸۶ درصد از درختان شلیل به دست آمدند. از مجموع ۱۰۲ جدایه مورد مطالعه، تعداد ۱۰ گونه شامل *A. alternata*، *A. arborescens*، *A. atra*، *A. consortialis*، *A. destruens*، *A. dumosa*، *A. infectoria*، *A. japonica*، *A. pseudorostrata* و *A. tenuissima* براساس خصوصیات ریخت‌شناختی شناسایی شدند. گونه‌های *A. tenuissima*، *A. alternata* و

A. arborescens به ترتیب با ۳۰، ۲۵ و ۱۶ جدایه بیشترین فراوانی را داشتند. همچنین، گونه‌های *A. atra*، *A. consortialis*، *A. destruens*، *A. dumosa*، *A. infectoria*، *A. japonica* و *A. pseudorostrata* به ترتیب شامل شش، چهار، سه، هشت، هفت، دو و یک جدایه بودند. تمامی گونه‌های شناسایی شده برای نخستین بار به عنوان قارچ اندوفیت از درختان زردآلو، هلو و شلیل در دنیا و گونه‌های *A. consortialis* و *A. pseudorostrata* به عنوان گونه جدید برای فلور قارچ‌های ایران گزارش می‌شوند. زردآلو میزبان جدید برای گونه‌های *A. arborescens*، *A. atra*، *A. consortialis*، *A. dumosa*، *A. infectoria*، *A. japonica* و *A. pseudorostrata*؛ هلو میزبان جدید برای گونه‌های *A. arborescens*، *A. atra*، *A. consortialis*، *A. destruens*، *A. dumosa* و *A. infectoria* و شلیل نیز میزبان جدید برای گونه‌های *A. alternata*، *A. arborescens*، *A. dumosa*، *A. infectoria* و *A. tenuissima* در ایران گزارش می‌شوند. گونه‌های جدید برای فلور قارچی ایران در زیر توصیف می‌شوند.

۱- *Alternaria alternata* (Fr.) Keissl., Beih. Bot. Zbl., Abt. 2 29: 434 (1912) (شکل ۱: A-D)

گونه *A. alternata* از طیف وسیعی از گیاهان و سایر بسترها مثل خاک، مواد غذایی و منسوجات جداسازی گردیده است (Domsch 2007). در ایران این گونه از تعداد زیادی از گیاهان تیره‌های *Alismataceae*، *Anacardiaceae*، *Asteraceae*، *Betulaceae*، *Brassicaceae*، *Chenopodiaceae*، *Convolvulaceae*، *Cucurbitaceae*، *Dilleniaceae*، *Fabaceae*، *Lamiaceae*، *liliaceae*، *Malvaceae*، *Musaceae*، *Pedaliaceae*، *Poaceae*، *Rosaceae*، *Rutaceae*، *Solanaceae*، *Theaceae* و *Vitaceae* گزارش شده است (Ershad 2009). گیلاس، آلبالو، سیب، انگور، لیموترش، کاج، قهوه، توت کاغذی، هلیله، فلفل زینتی و نوعی درخت بومی استرالیایی با نام علمی *Eremophilia longifolia* به عنوان میزبان برای جدایه‌های اندوفیتی *A. alternata* در دنیا گزارش شده‌اند (Serdani *et al.* 2002, Wang & Guo 2007, Durán *et al.* 2005, 1998 Haddadderafshi de Errasti 2010, Fernandes *et al.* 2009, Hortova & Novotny 2011, 2011, Phaopongthai 2013, Núñez-Trujillo *et al.* 2012, Zaferanloo 2014, Devari *et al.* 2013). جدایه‌های اندوفیت *A. alternata* در کنترل بیماری سفیدک دروغی انگور (Musetti *et al.* 2006) و نیز در کنترل آفات (Kaur *et al.* 2013) مؤثر بوده‌اند. این گونه برای نخستین بار به عنوان قارچ اندوفیت از گیاهان زردآلو، هلو و شلیل در دنیا گزارش می‌شود.

جدایه‌های بررسی شده: UQZ7C، برگ زردآلو، روستای غریب حسن ارومیه؛ UGZ65C، برگ زردآلو، روستای قلنجلو ارومیه؛ UNZ89C، برگ زردآلو، روستای نازلو ارومیه؛ UVZ146C، برگ زردآلو، روستای وزیرآباد ارومیه؛ MHZ48L، برگ زردآلو، روستای حاجی حسن میاندوآب؛ MHZ44M، دمبرگ زردآلو، روستای حاجی حسن میاندوآب؛ MHZ10A، دمبرگ زردآلو، روستای حیدرآباد میاندوآب؛ UVZ162C، رگبرگ زردآلو، روستای وزیرآباد ارومیه؛ MHZ46R، رگبرگ زردآلو، روستای حاجی حسن میاندوآب؛ MHZ61D، رگبرگ زردآلو، روستای حیدرآباد میاندوآب؛ UQZ2U، شاخه زردآلو، روستای غریب حسن ارومیه؛ UQZ4N، شاخه زردآلو، روستای غریب حسن ارومیه؛ UGZ75C، شاخه زردآلو، روستای قلنجلو ارومیه؛ MMZ2J، شاخه زردآلو، میاندوآب؛ MHZ41L، شاخه زردآلو، روستای حاجی حسن میاندوآب؛ MHZ3A؛ شاخه زردآلو، روستای حیدرآباد میاندوآب؛ MHZ57A، شاخه زردآلو، روستای حیدرآباد میاندوآب؛ MHZ8F، شاخه زردآلو روستای حیدرآباد-میاندوآب؛ MHS36F، رگبرگ شلیل، روستای حیدرآباد-میاندوآب؛ UVH175C، دمبرگ هلو، روستای وزیرآباد ارومیه؛ UVH174A، رگبرگ هلو، روستای وزیرآباد ارومیه؛ MMH70H، رگبرگ هلو، میاندوآب؛ MMH49H، شاخه هلو، میاندوآب؛ MMH50F، شاخه هلو، میاندوآب؛ MMH66A، شاخه هلو، میاندوآب. جمع‌آوری‌کننده: اسماعیل هاشم‌لو.

۲- *Alternaria arborescens* E.G. Simmons, Mycotaxon 70: 356 (1999) (شکل ۱: E-H)

گونه *A. arborescens* در ایران از گیاهان متعلق به تیره‌های *Brassicaceae*، *Convolvulaceae*، *Cucurbitaceae*، *Fabaceae*، *Laminaceae*، *Malvaceae*، *Solanaceae* و *Vitaceae* گزارش شده است (Ershad 2009). همچنین، این گونه به عنوان قارچ اندوفیت از گیاهان گل‌گندم خاردار، انگور، افرا، *Betula platyphylla*، بلوط دارمازو، نارون، گیاه دارویی *Ageratum myriadenia* و گندنا جداسازی گردیده است (Shipunov 2008, Sun *et al.* 2012, Sun *et al.* 2011, González & Tello 2010, Qadri *et al.* 2013, Glienke *et al.* 2012). این گونه برای نخستین بار به عنوان قارچ اندوفیت از گیاهان زردآلو، هلو و شلیل در دنیا گزارش می‌شود. همچنین، درختان زردآلو، هلو و شلیل میزبان‌های جدیدی برای این گونه در دنیا می‌باشند.

جدایه‌های بررسی شده: UGZ57C، برگ زردآلو، روستای قلنجلو ارومیه؛ UGZ73E، برگ زردآلو، روستای قلنجلو ارومیه؛

MHZ10B، دمبرگ زردآلو، روستای حیدرآباد میاندوآب؛ UQZ2G، رگبرگ زردآلو، روستای غریب حسن ارومیه؛ MJZ13B، رگبرگ زردآلو، جاده میاندوآب-ملکان؛ MJZ14B، رگبرگ زردآلو، جاده میاندوآب-ملکان؛ MHZ46B، رگبرگ زردآلو، روستای حاجی حسن میاندوآب؛ UQZ1C، شاخه زردآلو، روستای غریب حسن ارومیه؛ UNZ95A، شاخه زردآلو، روستای نازلو ارومیه؛ MMZ2I، شاخه زردآلو، میاندوآب؛ MHZ3F، شاخه زردآلو، روستای حیدرآباد میاندوآب؛ MHZ8E، شاخه زردآلو، روستای حیدرآباد میاندوآب؛ MHS37A، دمبرگ شلیل، روستای حیدرآباد میاندوآب؛ MHS39D، شاخه شلیل، روستای حیدرآباد میاندوآب؛ UCH84I، برگ هلو، روستای چناقلو ارومیه و MMH49F، شاخه هلو، میاندوآب. جمع‌آوری‌کننده: اسماعیل هاشم‌لو.

۳- *Alternaria atra* (Preuss) Woudenberg & Crous, Stud. Mycol. 75(1): 204 (2013) (شکل ۱: I-L)

گونه *A. atra* قبلا در جنس *Ulocladium* و به نام *Ulocladium atrum* شناخته می‌شد. مطالعات مولکولی بر مبنای استفاده از چندین ژن نشان داد که جنس *Ulocladium* مترادف با جنس *Alternaria* است و لذا نام گونه به نام *Alternaria atra* تغییر یافت و در بخش *Ulocladioides* قرار داده شد (Woudenberg *et al.* 2013). این گونه توان رقابتی پوده‌زیستی بسیار بالایی دارد و گاهی اوقات می‌تواند بیماری‌زا باشد و در مناطق جغرافیایی وسیعی در برگ‌ها، شاخه‌ها، بذرها و ریشه‌های انواع گیاهان و همچنین در خاک و نیز در گرد و خاک موجود در هوا یافت می‌شود (Eviner & Chapin 2003). گونه *A. atra* قبلا در ایران با نام *Ulocladium atrum* از گیاهان جو، پسته و سیب‌زمینی گزارش شده است (Ershad 2009). علاوه بر آن، این گونه در تعدادی از گیاهان از جمله گل‌گندم خاردار، بذرالبنگ و صنوبر به عنوان اندوفیت جداسازی و گزارش شده است (Abdel- Motaal *et al*. 2010, Shipunov *et al*. 2008). *A. atra*، یک قارچ آنتاگونیست نیز محسوب می‌شود و در کنترل زیستی کپک خاکستری ناشی از قارچ *Botrytis cinerea* و دیگر گونه‌های جنس *Botrytis*، در محصولات مختلف از جمله انگور، کیوی، پیاز، توت‌فرنگی و غیره، همچنین در کنترل زیستی کپک سفید ناشی از قارچ *Sclerotinia sclerotiorum* در لوبیا، کلزا و یونجه و کاهش شدت بیماری زنگ ناشی از *Melampsora* در صنوبر مؤثر بوده است (Boff *et al*. 2002, Huang & Erickcon 2007, Raghavendra & Newcombe 2013). این گونه برای نخستین بار به عنوان قارچ اندوفیت از درختان زردآلو و هلو در دنیا گزارش می‌شود. همچنین، درختان زردآلو و هلو به عنوان میزبان جدید این قارچ در دنیا معرفی می‌شوند.

جدایه‌های بررسی شده: MHZ64N، برگ زردآلو، روستای حیدرآباد میاندوآب؛ UGZ2Y، شاخه زردآلو، روستای غریب حسن ارومیه؛ UGZU59D، شاخه زردآلو، روستای قلنجلو ارومیه؛ MHZ42P، شاخه زردآلو، روستای حاجی حسن میاندوآب؛ MMH66P، شاخه هلو، میاندوآب؛ MMH73G، شاخه هلو، روستای گاومیش‌گلی میاندوآب. جمع‌آوری‌کننده: اسماعیل هاشم‌لو.

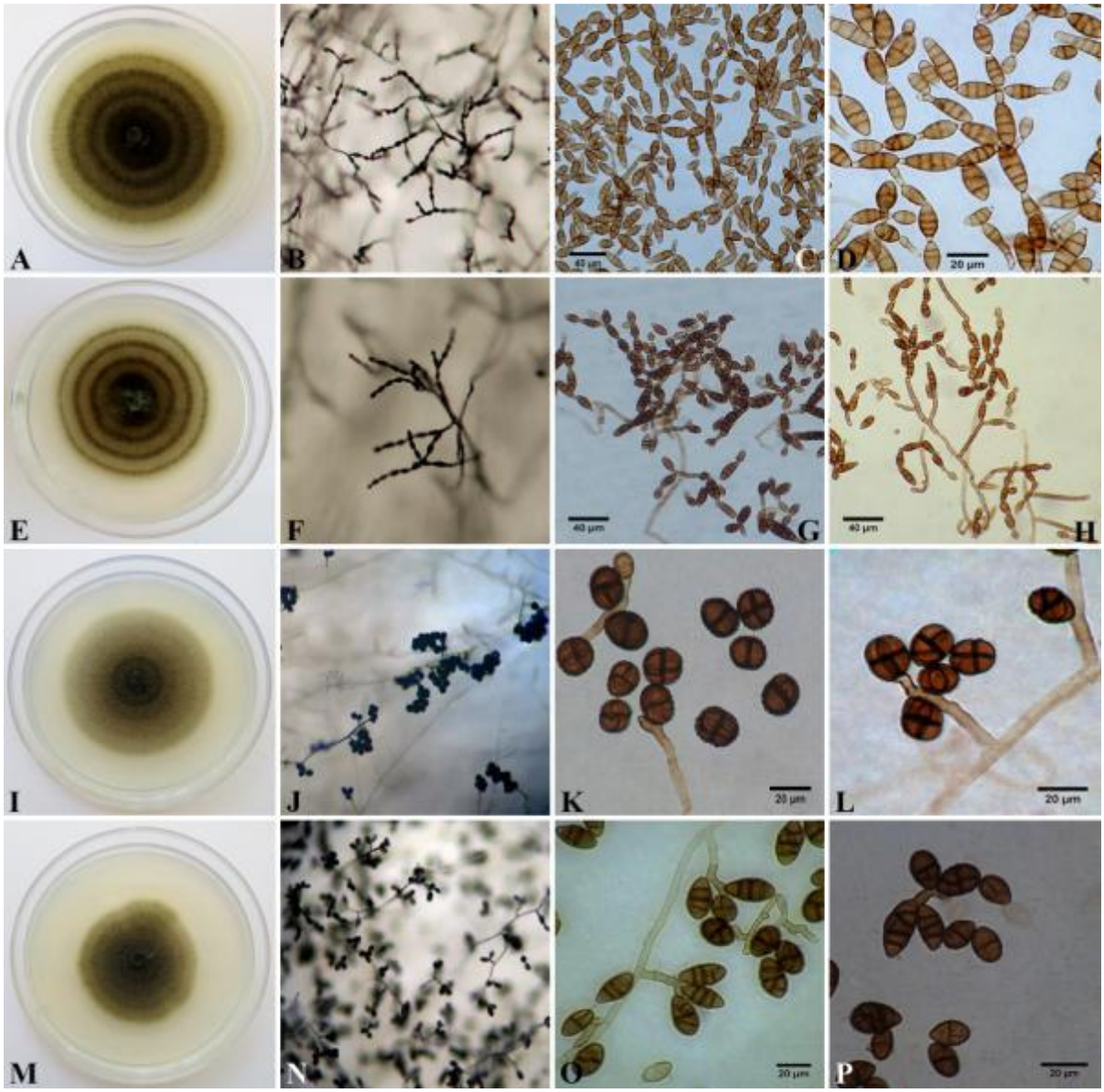
۴- *Alternaria consortialis* (Thüm.) J.W. Groves & S. Hughes, Can. J. Bot. 31: 636 (1953) (شکل ۱: M-P)

قطر رشدی پرگنه بعد از گذشت هفت روز برابر ۵۳ میلی‌متر است. پرگنه حالت مخملی داشته و به رنگ سبز زیتونی متمایل به قهوه‌ای است. هاگ‌برها راست و کوتاه بوده، ساده یا منشعب هستند. رنگ هاگ‌بر قهوه‌ای روشن، به عرض ۵-۴ میکرومتر و به طول تا ۵۲ میکرومتر است. هاگ‌ها به شکل‌های مختلف نسبتا کروی، بیضوی یا نسبتا استوانه‌ای یا لوزی دیده می‌شوند. هاگ‌ها دارای سطح صاف، گاهی اوقات منقوط و ندرتا زگیل‌دار، با ۵-۱ بند عرضی و ۳-۱ بند طولی هستند. هاگ‌ها اغلب به حالت انفرادی تشکیل می‌شوند اما گاهی اوقات زنجیرهای کوتاه ۳-۲ عددی نیز قابل مشاهده است. ابعاد هاگ‌ها ۱۵-۱۰ × ۳۳-۱۶ میکرومتر است.

این گونه قبلا در جنس *Ulocladium* و تحت نام *Ulocladium consortiale* نامیده شده بود ولی مطالعات مولکولی بر مبنای استفاده از چندین ژن نشان داد که این جنس مترادف با جنس *Alternaria* بوده و لذا به نام *Alternaria consortialis* تغییر یافت و در بخش *Ulocladioides* قرار گرفت (Woudenberg *et al.* 2013). این گونه قبلا از گیاهان خیار، پیچ امین‌الدوله، سیب خودروی اروپایی، اسفناج زلاندنو، انواع شبدر، بنفشه وحشی (Shaw 1973)، پیاز، چغندر، کلم، فلفل زینتی، هویج، کرفس، کاهو، اسفناج، جعفری، گوجه فرنگی، یونجه، لوبیا، نخودفرنگی، تربچه، سیب‌زمینی، کاج (Ginns 1986)، بیدمشک (Ahmad *et al.* 1997)، داوودی (Nielsen *et al.* 2002)، زیره سیاه (Mazur & Nawrocki 2004)، علف جارو (Kowalik & Sagan 2005)، ارنی‌توپوس صحرایی (Mulenko *et al.* 2008) و زیتون (Piccolo *et al.* 2013) در دنیا گزارش شده است و تاکنون گزارشی از آن به عنوان قارچ اندوفیت وجود ندارد و بنابراین، این نخستین گزارش از حضور گونه *A. consortialis*

به عنوان قارچ اندوفیت از درختان زردآلو و هلو می‌باشد. ضمنا زردآلو و هلو میزبان جدید برای این گونه در دنیا معرفی می‌گردند. این گونه برای فلور قارچ‌های ایران جدید است. جدایه UCH77A در کلکسیون ملی قارچ‌های زنده ایران، واقع در مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، با شماره دسترسی IRAN 2342 C نگهداری می‌شود.

جدایه‌های بررسی شده: MJZ9U، دمبرگ زردآلو، جاده میاندوآب-ملکان؛ UGH60C، شاخه زردآلو، روستای قلنجلو ارومیه؛ MHZ3T، شاخه زردآلو، روستای حیدرآباد میاندوآب؛ UCH77A، دمبرگ هلو، روستای گجین ارومیه. جمع‌آوری‌کننده: اسماعیل هاشم‌لو.



شکل ۱- A-D: *Alternaria alternata*: A. پرگنه هفت روزه روی محیط کشت PCA، B. الگوی هاگ‌زایی، C و D. هاگ‌ها؛ E-H: *A. arborescens*: E. پرگنه هفت روزه روی محیط کشت PCA، F. الگوی هاگ‌زایی، G و H. هاگ‌برها و هاگ‌ها؛ I-L: *A. atra*: I. پرگنه هفت روزه روی محیط کشت PCA، J. الگوی هاگ‌زایی، K و L. هاگ‌برها و هاگ‌ها؛ M-P: *A. consortialis*: M. پرگنه هفت روزه روی محیط کشت PCA، N. الگوی هاگ‌زایی، O. هاگ‌برها و هاگ‌ها، P. هاگ‌ها.

Fig. 1. A-D: *Alternaria alternata*: A. 7-d-old colony on PCA, B. Sporulation pattern, C-D. Conidia; E-H: *A. arborescens*: E. 7-d-old colony on PCA, F. Sporulation pattern, G-H. Conidiophores and conidia; I-L: *A. atra*: I. 7-d-old colony on PCA, J. Sporulation pattern, K-L. Conidiophores and conidia; M-P: *A. consortialis*: M. 7-d-old colony on PCA, N. Sporulation pattern, O. Conidiophores and conidia, P. Conidia.

۵- ***Alternaria destruens*** E.G. Simmons, Mycotaxon 68: 419 (1998) (شکل ۲: A-D)

گونه *A. destruens* در دنیا از گونه‌های مختلف گیاهان انگل سس (Simmons 2007, Zhuang 2005) و در ایران از گیاهان آفتابگردان، جو، بادنجان و انبه گزارش شده است (Ershad 2009). همچنین، این گونه به عنوان قارچ اندوفیت از گیاه جاتروفا (*Jatropha curcas*) جداسازی شده است (Kumar & Kaushik 2013). قارچ *A. destruens* دارای فعالیت علف‌کشی علیه گیاه انگل سس بوده و محصول تجاری آن با نام ®Smolder در ترکیب با سایر علف‌کش‌ها برای کنترل این گیاه انگل به خوبی به کار رفته است (Cook *et al.* 2009). این نخستین گزارش از گونه *A. destruens* به عنوان قارچ اندوفیت درختان هلو در دنیا می‌باشد و درختان هلو میزبان جدیدی برای گونه *A. destruens* در دنیا معرفی می‌شوند.

جدایه‌های بررسی شده: MMH51L، دمبرگ هلو، میاندوآب؛ UVZ153A، برگ زردآلو، روستای وزیرآباد ارومیه؛ MHZ57M، شاخه زردآلو روستای حیدرآباد میاندوآب. جمع‌آوری‌کننده: اسماعیل هاشم‌لو.

۶- ***Alternaria dumosa*** E.G. Simmons, Mycotaxon 70: 310 (1999) (شکل ۲: I-L)

گونه *A. dumosa* در ایران از گیاهان فلفل، جو، آفتابگردان، سیب‌زمینی و پرتقال گزارش شده است (Ershad 2009, Fazlikhani & Soleimani 2013, Tahery Ardestani *et al.* 2010) براساس اطلاعات موجود تاکنون این گونه به عنوان اندوفیت گزارش نشده است و در این مطالعه برای نخستین بار به عنوان قارچ اندوفیت از درختان زردآلو، هلو و شلیل در دنیا جداسازی و گزارش می‌شود. زردآلو، هلو و شلیل میزبان‌های جدید این قارچ در دنیا معرفی می‌شوند.

جدایه‌های بررسی شده: UGZ72A، رگبرگ زردآلو، روستای قلنجلو ارومیه؛ UGZ76G، شاخه زردآلو، روستای قلنجلو ارومیه؛ MHZ8A، شاخه زردآلو، روستای حیدرآباد میاندوآب؛ MHS38A، دمبرگ شلیل، روستای حیدرآباد میاندوآب؛ MHS39I، شاخه شلیل، روستای حیدرآباد میاندوآب؛ MGH76C، دمبرگ هلو، روستای گاومیش‌گلی میاندوآب؛ MMH1D، رگبرگ هلو، میاندوآب؛ MGH77H، رگبرگ هلو، روستای گاومیش‌گلی میاندوآب. جمع‌آوری کننده: اسماعیل هاشم‌لو.

۷- ***Alternaria infectoria*** E.G. Simmons, Mycotaxon 25(1): 298 (1986) (شکل ۲: M-P)

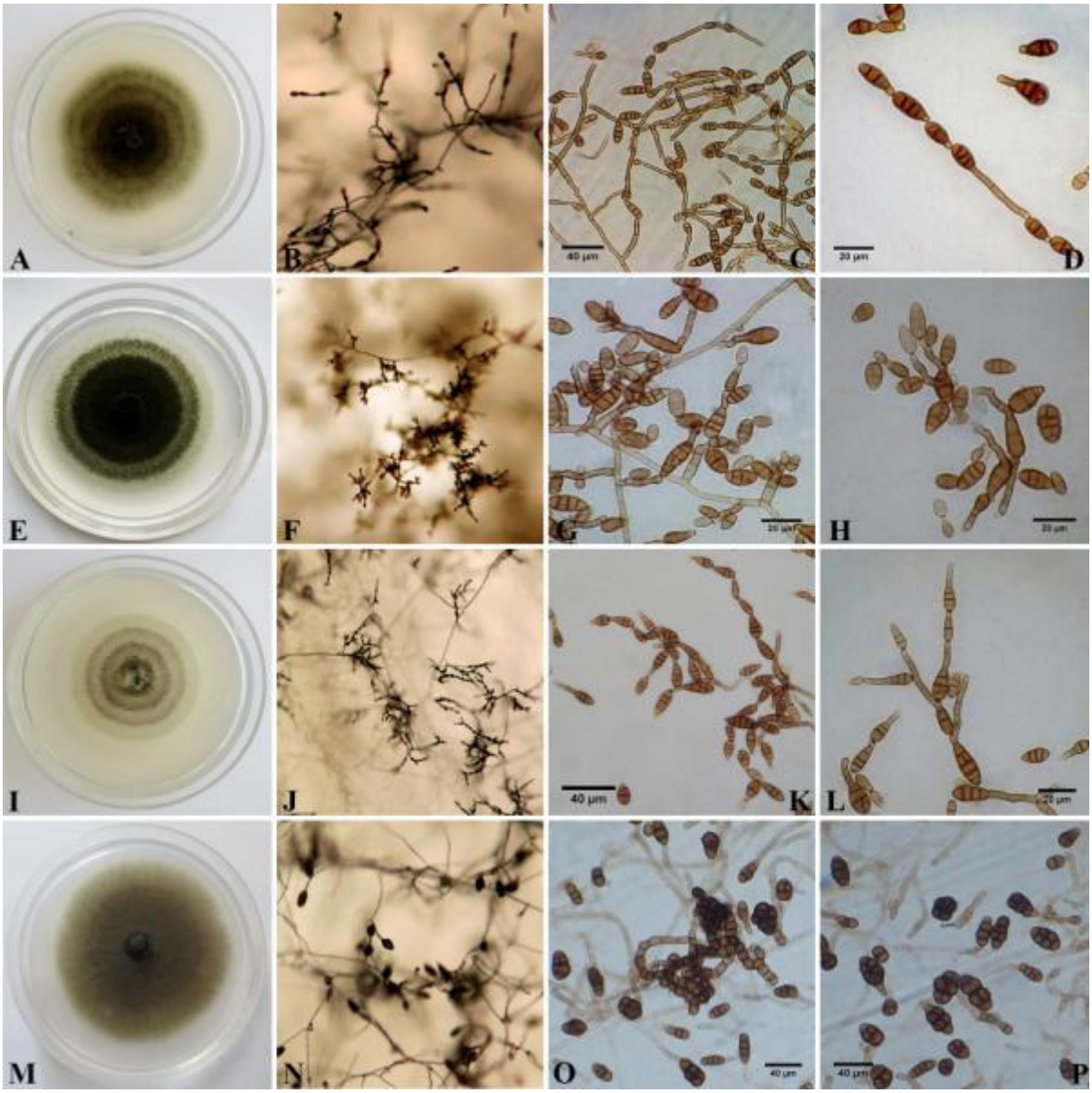
گونه *A. infectoria* در ایران از گیاهان تیره‌های *Fabaceae*، *Brassicaceae*، *Poaceae*، *Asteraceae*، *Rosaceae* و *Oleaceae* و *Solanaceae* گزارش شده است (Tahery Ardestani *et al.* 2010, Ershad 2009). همچنین، این گونه به عنوان اندوفیت از گیاهان سیب، انگور، گندم و درخت زبان گنجشک جداسازی گردیده است (Serdani *et al.* 1998, Scholtysik *et al.* 2013, Mostert *et al.* 2000, Larran *et al.* 2007). این نخستین گزارش از گونه *A. infectoria* از درختان زردآلو، هلو و شلیل به عنوان اندوفیت در دنیا می‌باشد و درختان زردآلو، هلو و شلیل میزبان‌های جدید برای این قارچ در دنیا معرفی می‌شوند.

جدایه‌های بررسی شده: UGZ65B، برگ زردآلو، روستای قلنجلو ارومیه؛ MHZ9D، برگ زردآلو، روستای حیدرآباد میاندوآب؛ UGZ60AC، شاخه زردآلو، روستای قلنجلو ارومیه؛ MHZ8S، شاخه زردآلو، روستای حیدرآباد میاندوآب؛ MHS36C، رگبرگ شلیل، روستای حیدرآباد میاندوآب؛ MMH54R، رگبرگ هلو، میاندوآب؛ UGH88A، شاخه هلو، روستای گجین ارومیه. جمع‌آوری‌کننده: اسماعیل هاشم‌لو.

۸- ***Alternaria japonica*** Yoshii, Journal of Plant Protection, Tokyo 28: 17 (1941)

گونه *A. japonica* در دنیا از گیاهان تربچه، گل شب‌بوی معمولی، کلم، شلغم، شلغم روغنی و کلم چینی گزارش گردیده است (Woudenberg *et al.* 2013, Ren *et al.* 2012, Bassimba *et al.* 2013). در ایران نیز گیاهان کلم، کلزا، تربچه و کنجد به عنوان میزبان این گونه گزارش شده‌اند (Ershad 2009). براساس اطلاعات موجود، این گونه تاکنون از هیچ یک از گیاهان به عنوان قارچ اندوفیت گزارش نشده است و این نخستین گزارش از حضور گونه *A. japonica* به عنوان اندوفیت از درختان زردآلو می‌باشد. ضمنا زردآلو میزبان جدید این قارچ در دنیا معرفی می‌گردد.

جدایه‌های بررسی شده: UQZ10F، شاخه زردآلو، روستای غریب حسن ارومیه؛ UQZ10G، رگبرگ زردآلو، روستای غریب حسن. جمع‌آوری کننده: اسماعیل هاشم‌لو.



شکل ۲- A-D: *Alternaria destruens*: A. پرگنه هفت روزه روی محیط کشت PCA، B. الگوی هاگ‌زایی، C و D. هاگ‌ها؛ E-H: *A. dumosa*: E. پرگنه هفت روزه روی محیط کشت PCA، F. الگوی هاگ‌زایی، G. هاگ‌برها و هاگ‌ها H. هاگ‌ها؛ I-L: *A. infectoria*: I. پرگنه هفت روزه روی محیط کشت PCA، J. الگوی هاگ‌زایی، K. هاگ‌برها و هاگ‌ها، L. هاگ‌ها؛ M-P: *A. japonica*: M. پرگنه هفت روزه روی محیط کشت PCA، N. الگوی هاگ‌زایی O. کلامیدوسپورها، P. هاگ‌ها.

Fig. 2. A-D: *Alternaria destruens*: A. 7-d-old colony on PCA, B. Sporulation pattern, and C-D. Conidia; E-H: *A. dumosa*: E. 7-d-old colony on PCA, F. Sporulation pattern, G. Conidiophores and conidia and H. Conidia; I-L: *A. infectoria*: I. 7-d-old colony on PCA, J. Sporulation pattern, K-L. Conidiophores and conidia; M-P: *A. japonica*: M. 7-d-old colony on PCA, N. Sporulation pattern O. Chlamydospores P. Conidia.

۹- *Alternaria pseudorostrata* E.G. Simmons, Mycotaxon 57: 398 (1996) (شکل ۳: A-D)

قطر رشدی پرگنه بعد از گذشت هفت روز برابر ۵۵ میلی‌متر است. پرگنه به رنگ سبز زیتونی متمایل به خاکستری بوده و هاگ‌زایی به صورت دوایر متحدالمرکز است، به طوری که چهار حلقه رشد و هاگ‌زایی در سطح پرگنه دیده می‌شود. ریسه‌ها هم در داخل و هم در سطح محیط کشت رشد کرده و ریسه‌های هوایی نیز تشکیل می‌شوند. هاگ‌زایی توسط ریسه‌های موجود در سطح محیط کشت صورت می‌گیرد. هاگ‌برهای اولیه دراز، ساده و به رنگ قهوه‌ای روشن می‌باشند. هاگ‌برهای اولیه گاهی اوقات دارای یک انشعاب هستند و ابعاد آن‌ها ۷-۵ × ۳۷۰-۱۲۰ میکرومتر است. هاگ‌زایی به صورت زنجیرهای ساده و به تعداد ۸-۴ هاگ در هر زنجیره صورت می‌گیرد. ندرتا انشعاب در زنجیرهای هاگ دیده می‌شود. هاگ‌های جوان به رنگ قهوه‌ای روشن، بیضی شکل و فاقد نوک مشخصی هستند. هاگ‌های بالغ به شکل تخم مرغی یا بیضی کشیده، به رنگ قهوه‌ای و دارای ۱۰-۳ بند عرضی و دارای (۲-) ۱ بند طولی یا مورب در بخش عریض هاگ هستند. ابعاد هاگ‌ها ۱۴-۸ × ۱۱۰-۵۰ میکرومتر و سطح آن‌ها صاف تا منقوط است. هاگ‌ها به استثنای هاگ‌های انتهای زنجیره، در انتها دارای دراز شدگی هستند که به عنوان هاگ‌بر ثانویه در تشکیل زنجیره هاگ عمل می‌کنند. بخش نوک به ابعاد ۳-۲ × ۲۰۰-۱۰۰ میکرومتر بوده و گاهی طول این بخش به بیش از ۲۰۰ میکرومتر نیز می‌رسد. این گونه به دلیل داشتن هاگ‌بر ثانویه دراز در زنجیرهای هاگ و نیز اندازه بزرگ‌تر هاگ‌ها از بقیه گونه‌های مشابه تشخیص داده می‌شود.

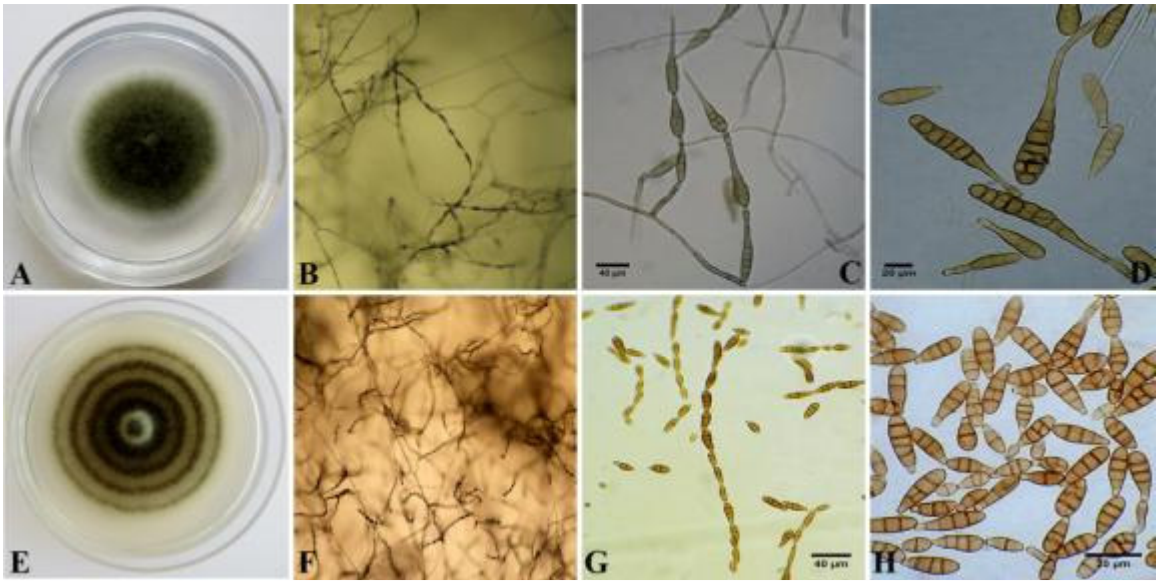
گونه *A. pseudorostrata* در دنیا تنها از گیاه بنت‌القنسول جداسازی و گزارش شده است (Simmons 2007). علاوه بر آن، گونه *A. pseudorostrara* تا کنون به عنوان اندوفیت از هیچ گیاهی گزارش نشده است و این نخستین گزارش از گونه *A. pseudorostrara* به عنوان اندوفیت از درختان زردآلو در دنیا است، ضمن اینکه زردآلو به عنوان میزبان جدید برای این گونه گزارش می‌گردد. این گونه برای فلور قارچ‌های ایران جدید است. جدایه UQZ6E در کلکسیون ملی قارچ‌های زنده ایران، واقع در مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، با شماره دسترسی IRAN 2341 C نگهداری می‌شود.

جدایه بررسی شده: UQZ6E، رگبرگ زردآلو، روستای غریب حسن ارومیه. جمع‌آوری‌کننده: اسماعیل هاشم‌لو.

۱۰- *Alternaria tenuissima* (Kunze) Wiltshire, Trans. Br. Mycol. Soc. 18(2): 157 (1933) (شکل ۳: I-L)

در ایران گونه *A. tenuissima* از گیاهان متعلق به ۱۸ تیره گیاهی جداسازی شده است (Ershad 2009). این گونه به عنوان قارچ اندوفیت از گیاهان مختلف از جمله فلفل رزمارین، انگور، گندنا و مانگروی قرمز گزارش شده است (de Siqueira *et al.* 2011, Núñez-Trujillo *et al.* 2012, Quadri *et al.* 2013, Sun *et al.* 2013). براساس اطلاعات موجود، این گونه تاکنون به عنوان قارچ اندوفیت از درختان زردآلو، هلو و شلیل گزارش نشده است و این نخستین گزارش از گونه *A. tenuissima* به عنوان اندوفیت از میزبان‌های مذکور در دنیا است.

جدایه‌های بررسی شده: UQZ7G، برگ زردآلو، روستای غریب حسن ارومیه؛ UNZ90B، برگ زردآلو، روستای نازلو ارومیه؛ MMZ3I، برگ زردآلو، میاندوآب؛ MHZ48H، برگ زردآلو، روستای حاجی حسن میاندوآب؛ MHZ64B، برگ زردآلو، روستای حیدرآباد میاندوآب؛ UQZ8E، دمبرگ زردآلو، روستای غریب حسن ارومیه؛ UGZ69A، دمبرگ زردآلو، روستای قلنجلو ارومیه؛ MJZ11E، دمبرگ زردآلو، جاده میاندوآب-ملکان؛ MJZ9N، دمبرگ زردآلو، جاده میاندوآب-ملکان؛ MHZ59B، دمبرگ زردآلو، روستای حیدرآباد میاندوآب؛ UVZ162D، رگبرگ زردآلو، روستای وزیرآباد ارومیه؛ MHZ46H، رگبرگ زردآلو، روستای حاجی حسن میاندوآب؛ MHZ2E، رگبرگ زردآلو، روستای حیدرآباد میاندوآب؛ UQZ9H، شاخه زردآلو، روستای غریب حسن ارومیه؛ UGZ59U، شاخه زردآلو، روستای قلنجلو ارومیه؛ UGZ60F، شاخه زردآلو، روستای قلنجلو ارومیه؛ UVZ159A، شاخه زردآلو، روستای وزیرآباد ارومیه؛ UVZ184C، شاخه زردآلو، روستای وزیرآباد ارومیه؛ MHZ3S، شاخه زردآلو، روستای حیدرآباد میاندوآب؛ MHZ58Q، شاخه زردآلو، روستای حیدرآباد میاندوآب؛ MHZ8B، شاخه زردآلو، روستای حیدرآباد میاندوآب؛ MHS37E، دمبرگ شلیل، روستای حیدرآباد میاندوآب؛ UCH84G، برگ هلو، روستای چناقلو ارومیه؛ UGH85A، دمبرگ هلو، روستای گجین ارومیه؛ UGH86B، دمبرگ هلو، روستای گجین ارومیه؛ UVH170D، شاخه هلو، روستای وزیرآباد ارومیه؛ MMH49N، شاخه هلو، میاندوآب؛ MMH66S، شاخه هلو، میاندوآب؛ MMH7A، شاخه هلو، میاندوآب؛ MMH7H، شاخه هلو، میاندوآب. جمع‌آوری کننده: اسماعیل هاشم‌لو.



شکل ۳- A-D: *Alternaria pseudorostrata*: A. پرگنه هفت روزه روی محیط کشت PCA، B. الگوی هاگ‌زایی، C و D. هاگ‌ها؛ E-H: *A. tenuissima*: E. پرگنه هفت روزه روی محیط کشت PCA، F. الگوی هاگ‌زایی، G و H. هاگ‌ها.

Fig. 3. A-D: *Alternaria pseudorostrata*: A. 7-d-old colony on PCA, B. Sporulation pattern, C-D, Conidia; E-H: *A. tenuissima*: E. 7-d-old colony on PCA, F. Sporulation pattern, G-H. Conidia.

References

Abdel-Motaal, F.F., Nassar, M.S.M., El-Zayat, S.A., El-Sayad, M.A. & Shin-Ichi, I. 2010. Antifungal activity of endophytic fungi isolated from Egyption henbane (*Hyoscyamus muticus* L.). Pakistan Journal of Botany 42: 2883–2894.

Ahmad, S., Iqbal, S.H. & Khalid, A.N. 1997. Fungi of Pakistan. Sultan Ahmad Mycological Society of Pakistan, 248 pp.

Azevedo, J.L. & Araújo, W.L. 2007. Diversity and applications of endophytic fungi isolated from tropical plants. Pp. 189–207. *In*: Fungi: multifaceted microbes (Ganguli, B.N. & Deshmukh, S.K., eds). CRC Press, Boca Raton.

Bacon, C.W. & White, J.F. Jr. 2000. Microbial endophytes. Marcel Dekker, New York, 487 pp. Bassimba, D.D.M., Mira, J.L. & Vicent A. 2013. First report of *Alternaria japonica* causing black spot of turnip in Spain. Plant Disease 97: 1505.

Boff, P., Jürgen Köhl, J., Gerlagh, M. & de Kraker, J. 2002. Biocontrol of grey mould by *Ulocladium atrum* applied at different flower and fruit stages of strawberry. BioControl 47:193–206.

Cook, J.C., Charudattan, R., Zimmerman, T.W., Rosskopf, E.N., Stall, W.M. & MacDonald, G.E., 2009. Effects of *Alternaria destruens*, glyphosate, and ammonium sulfate individually and integrated for control of dodder (*Cuscuta pentagona*). Weed Technology 23: 550–555.

de Errasti, A., Carmarán, C.C. & Victoria-Novas, M. 2010. Diversity and significance of fungal endophytes from living stems of naturalized trees from Argentina. Fungal Diversity 41: 29–40.

de Siqueira, V.M., Conti, R., de Araújo, J.M. & Souza-Motta, C.M. 2011. Endophytic fungi from the medicinal plant *Lippia sidoides* Cham. and their antimicrobial activity. Symbiosis 53: 89–95.

Devari. S., Jaglan, S., Kumar, M., Deshidi, R., Guru, S., Bhushan, S., Kushwaha, M., Gupta, A.P., Gandhi, S.G., Sharma, J.P., Taneja, S.C., Vishwakarma, R.A. & Shah, B.A. 2013. Capsaicin production by *Alternaria alternata*, an endophytic fungus from *Capsicum annum*; LC-ESI-MS/MS analysis. Phytochemistry 98: 183–189.

Domsch, K.H., Gams, W. & Anderson, T.H. 2007. Compendium of soil fungi, Second Edition. IHW Verlag, Eching bei München, Germany, 672 pp.

Durán, E.L. Ploper, L.D. Ramallo, J.C. Grandi, R.A.P., Giancoli, Á.C.H. & Azevedo, J.L. 2005. The foliar fungal endophytes of *Citrus limon* in Argentina. Canadian Journal of Botany 83: 350–355.

Elliott, J.A. 1917. Taxonomic characters of the genera *Alternaria* and *Macrosporium*. American Journal of Botany 4: 439–476.

Ershad, D. 2009. Fungi of Iran. Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, 531 pp.

Eviner, V.T. & Chapin, F.S. 2003. Gopher-plant-fungal interactions affect establishment of an invasive grass. Ecology 84: 120–128.

Fazlikhani, L. & Soleimani, M.J. 2013. First report of *Alternaria dumosa* causing orange leaf spot disease in Iran. New Disease Reports 27: 24.

Fernandes, M.R.V., Silva, T.A.C., Pfenning, L.H., Costa-Neto, C.M., Heinrich, T.A., Alencar, S.M., Lima, M.A. & Ikegaki, M. 2009. Biological activities of the fermentation extract of the endophytic fungus *Alternaria alternata* isolated from *Coffea arabica* L. Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences 45: 677–685.

Ginns, J.H. 1986. Compendium of plant disease and decay fungi in Canada 1960–80. Research Branch, Agriculture Canada, Ottawa, Canada, 416 pp.

Gu, W. 2009. Bioactive metabolites from *Alternaria brassicicola* ML-P08, an endophytic fungus residing in *Malus halliana*. World Journal of Microbiology and Biotechnology 25: 1677–1683.

Haddadderafshi, N., Halász, K., Pósa, T., Péter, G., Hrotkó, K., Gáspár, L. & Lukács, N., 2011. Diversity of endophytic fungi isolated from cherry (*Prunus avium*). Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology 15: 1–6.

Hortova, B. & Novotny, D. 2011. Endophytic fungi in branches of sour cherry trees: a preliminary study. Czech Mycology 63: 77–82.

Huang, H.C. & Erickcon, R.S. 2007. Biological control of *Sclerotinia* stem rot of canola using *Ulocladium atrum*. Plant Pathology Bulletin 16: 55–59.

Joly, P. 1964. Le genre *Alternaria*. Encyclopédie Mycologique XXXIII, P. Lechevalier, Paris, France.

Kaur, H.P., Singh, B., Kaur, A. & Kaur, S. 2013. Antifeedent and toxic activity of endophytic *Alternaria alternata* against tobacco caterpillar *Spodoptera litura*. Journal of Pest Science 86: 543–550.

Kowalik, M. & Sagan, A. 2005. Fungi causing dying out of heather in permanent plantings. Acta Mycologica 40: 191–195.

Kumar, S. & Kaushik, N. 2013. Endophytic fungi isolated from oil-seed crop *Jatropha curcas* produces oil and exhibit antifungal activity. Plos One 8: e56202.

Larran, S., Perello, A., Simon, R.M & Moreno, V. 2007. The endophytic fungi from wheat (*Triticum aestivum* L.). World Journal of Microbiology & Biotechnology 23: 565–572.

Lawrence, D.P., Gannibal, P.B., Peever, T.L. & Pryor, B.M. 2013. The sections of *Alternaria*: formalizing species-group concepts. Mycologia 105: 530–546.

Lou, J., Fu, L., Peng, Y. & Zhou, L. 2013. Metabolites from *Alternaria* fungi and their bioactivities. Molecules 18: 5891–5935.

Mazur, S. & Nawrocki, J. 2004. Fungal diseases threat on caraway plantations in the south region of Poland. Acta Fytotechnica et Zootechnica 7: 201–203.

Mostert, L., Crous, P.W. & Petrini, O. 2000. Endophytic fungi associated with shoots and leaves of *Vitis vinifera*, with specific reference to the *Phomopsis viticola* complex. Sydowia 52: 46–58.

Mulenko, W., Majewski, T. & Ruszkiewicz-Michalska, M. 2008. A preliminary checklist of micromycetes in Poland. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Poland, 752 pp.

Musetti, R., Polizzotto, R., Vecchione, A., Borselli, S., Zulini, L., D'Ambrosio, M., Sanità di Toppi, L. & Pertot, I. 2006. Antifungal activity of diketopiperazines extracted from *Alternaria alternata* against *Plasmopara viticola*: an ultrastructural study. Micron 38: 643–650.

Musetti, R., Vecchione, A., Stringher, L., Borselli, S., Zulini, L., Marzani, C., D'Ambrosio, M., Sanità di Toppi, L., & Pertot, I. 2006. Inhibition of sporulation and ultrastructural alterations of grapevine downy mildew by the endophytic fungus *Alternaria alternata*. Phytopathology 96: 689–698.

Nielsen, K., Yohalem, D.S. & Jensen, D.F. 2002. PCR detection and RFLP differentiation of *Botrytis* species associated with neck rot of onion. Plant Disease 86: 682–686.

Núñez-Trujillo, G, Cabrera, R., Burgos-Reyes, R., Lisbel, D.E., Giménez, C. & Cosoveanu, A. & Brito, N. 2012. Endophytic fungi from *Vitis vinifera* L. isolated in Canary Islands and Azores as potential biocontrol agents of *Botrytis cinerea* Pers. Fr. Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology 316: 1–6.

Phaopongthai, J., Wiyakrutta, S., Meksuriyen, D., Sriubolmas, N. & Suwanborirux, K. 2013. Azole-synergistic anti-candidal activity of altenusin, a biphenyl metabolite of the endophytic fungus *Alternaria alternata* isolated from *Terminalia chebula* Retz. Journal of Microbiology 51: 821–828.

Piccolo, S.L., Mondello, V., Giambra, S., Conigliaro, G., Torta, L. & Burruano, S. 2013. *Arthrinium phaeospermum*, *Phoma cladoniicola*, and *Ulocladium consortiale*, new olive pathogens in Italy. Journal of Phytopathology 162: 258–263.

Polizzotto, R., Andersen, B., Martini, M., Grisan, S., Assante, G. & Musetti R. 2012. A polyphasic approach for the characterization of endophytic *Alternaria* strains isolated from grapevines. Journal of Microbiological Methods 88: 162–171.

Qadri, M., Johri, S., Shah, B.A., Khajuria, A., Sidiq, T., Lattoo, S.K., Abdin, M.Z. & Riyaz-Ul-Hassan, S. 2013. Identification and bioactive potential of endophytic fungi isolated from selected plants of the Western Himalayas. Springer Plus 2: 8.

Raghavendra, A.K.H. & Newcombe, G. 2013. The contribution of foliar endophytes to quantitative resistance to *Melampsora* rust. New Phytologist 197: 909–918.

Ren, X.X., Zhang, G.Z. & Dai, W.A. 2012. First report of damping-off caused by *Alternaria japonica* on Chinese cabbage seedlings in China. Plant Disease 96: 1378–1378.

Rodriguez, R.J., Redman, R.S. & Henson J.M. 2004. The role of fungal symbioses in the adaptation of plants to high stress environments. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 9: 261–272.

Rodriguez, R.J., White, J.F., Arnold, A.E. & Redman, R.S. 2009. Fungal endophytes: diversity and functional roles. New Phytologist 182: 314–330.

Saccardo, P.A. 1886. Sylloge Fungorum Omnium Hucusque Cognitorum, Vol. 4. Typis Seminarii, Padua, Italy, 807 pp.

Saikkonen, K., Wäli, P., Helander, M. & Faeth, S.H. 2004. Evolution of endophyte-plant symbioses. Trends in Plant Science 9: 275–280.

Scholtysik, A., Unterseher, M., Otto, P. & Wirth, C. 2013. Spatio-temporal dynamics of endophyte diversity in the canopy of European ash (*Fraxinus excelsior*). Mycological Progress 12: 291–304.

Schulz, B., Wanke, U., Draeger, S. & Aust, H.J. 1993. Endophytes from herbaceous plants and shrubs: effectiveness of surface-sterilization methods. Mycological Research 97: 1447–1450.

Serdani, M., Crous, P.W., Holz, G. & Petrini, O. 1998. Endophytic fungi associated with core rot of apples in South Africa, with specific reference to *Alternaria* species. Sydowia 50: 257–271.

Shaw, C.G. 1973. Host fungus index for the Pacific Northwest I (Hosts). Washington State University

Agricultural Experimental Station Bulletin 765: 1–121.

Shipunov, A., Newcombe, G., Raghavendra, A.K.H. & Andersonm C.L. 2008. Hidden diversity of endophytic fungi in an invasive plant. American Journal of Botany 95: 1096–1108.

Simmons, E.G .1995. *Alternaria* themes and variations. Mycotaxon 55: 55–163.

Simmons, E.G. 1967. Typification of *Alternaria*, *Stemphylium* and *Ulocladium*. Mycologia 59: 67–92.

Simmons, E.G. 1992. *Alternaria* taxonomy: current status, viewpoint, challenge. Pp. 1–35. *In*: *Alternaria* biology, plant diseases and metabolites (Chelkowski, J. & Visconti, A., eds). Elsevier Science Publishers, Amsterdam, the Netherlands.

Simmons, E.G. 1994. *Alternaria* themes and variations. Mycotaxon 50: 219–270.

Simmons, E.G. 2007. *Alternaria*: an identification manual, CBS Biodiversity Series 6. CBS Fungal Biodiversity Centre, Utrecht, the Netherlands.

Sun, H., Gao, Li, X. Li, C. & Wang B. 2013. Chemical constituents of marine mangrove-derived endophytic fungus *Alternaria tenuissima* EN-192. Chinese Journal of Oceanology and Limnology 31: 464–470.

Suryanarayanan, T.S. 2011. Diversity of fungal endophytes in tropical trees. Pp. 67–80. *In*: Endophytes of Tropical Trees (Prittila, A.M. & Carolin, F.A., eds). Forestry Sciences Series 80. Springer, the Netherlands.

Suryanarayanan, T.S., Tirunavukkarasu, N., Govindarajulu, M.B. & Gopalan, V. 2012. Fungal endophytes; an untapped source of biocatalysts. Fungal Diversity 54: 19–30.

Tahery Ardestani, S., Sharifnabi, B., Zare, R. & Abbasi Moghadam, A. 2010. New *Alternaria* species associated with potato leaf spot in various potato growing region of Iran. Iranian Journal of Plant Pathology 45: 83–86.

Wang Y. & Guo, L.D. 2007. A comparative study of endophytic fungi in needles, bark, and xylem of *Pinus tabulaeformis*. Canadian Journal of Botany 85: 911–917.

Wiltshire, S.P. 1933. The foundation species of *Alternaria* and *Macrosporium*. Transactions of the British Mycological Society 18: 135–160.

Wiltshire, S.P. 1938. The original and modern conceptions of *Stemphylium*. Transactions of the British Mycological Society 21: 211–239.

Woudenberg, J.H.C., Groenewald, J.Z., Binder, M. & Crous, P.W. 2013. *Alternaria* redefined. Studies in Mycology 75: 171–212.

Zaferanloo, B., Quang, T.D., Daumoo, S., Ghorbani, M.M., Mahon, P.J. & Palombo, E.A. 2014. Optimization of protease production by endophytic fungus, *Alternaria alternata*, isolated from an Australian native plant. World Journal of Microbiology and Biotechnology 30: 1755–62.

Zhuang, W.Y. 2005. Fungi of northwestern China. Mycotaxon Ltd., Ithaca, New York, USA, 430 pp.