

## معرفی برخی قارچ‌های اندوفیت درختان آلبالو در ایران\*

دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۱۷ / پذیرش: ۱۳۹۶/۰۵/۳۱

**شیوا عبدالهی اقدم:** دانش‌آموخته کارشناسی ارشد رشته بیماری‌شناسی گیاهی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران  
**خلیل‌بردی فتوحی‌فر**✉: دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج ۳۱۵۸۷-۷۷۸۷۱، ایران (fotowhi@ut.ac.ir)

### چکیده

قارچ‌های اندوفیت اغلب برای گیاه مفید هستند و به روش‌های مختلف باعث سازگاری گیاهان میزبان با عوامل تنش‌زای زنده و غیرزنده می‌شوند. به منظور شناسایی برخی قارچ‌های اندوفیت در درختان آلبالو (*Prunus cerasus*)، نمونه‌برداری از اندام‌های کاملاً سالم گیاه شامل شاخه و برگ در برخی از استان‌های ایران صورت گرفت. در این مطالعه، تعداد ۱۷۶ جدایه اندوفیت قارچی از درختان آلبالو جداسازی شده و مورد مطالعه قرار گرفتند. براساس مطالعات ریخت‌شناختی و توالی‌یابی ناحیه ITS از DNA ریبوزومی، ۱۰ گونه قارچی به اسامی *Cladosporium*, *Botryosphaeria dothidea*, *Alternaria multififormis*, *A. pullulans*, *Aureobasidium namibiae*, *Lecanicillium muscarium*, *Epicoccum nigrum*, *Didymosphaeria variabile*, *Coniolarrella limonisporea*, *tenuissimum* و *Neoscytalidium dimidiatum* به عنوان قارچ‌های اندوفیت از درختان آلبالو در ایران شناسایی شدند که از این میان، گونه *Aureobasidium namibiae* برای بیوتای قارچی ایران جدید می‌باشد. همچنین، تمامی گونه‌های شناسایی شده در این تحقیق به جز گونه *A. pullulans* برای نخستین بار به عنوان قارچ اندوفیت از درختان آلبالو در دنیا گزارش می‌شوند.

**واژه‌های کلیدی:** تنوع، درختان چوبی، رده‌بندی، فیلوژنی، همزیستی

### Introduction of some endophytic fungi of sour cherry trees (*Prunus cerasus*) in Iran

Received: 07.05.2017 / Accepted: 22.08.2017

**Shiva Abdollahi Aghdam:** MSc Student of Plant Pathology, Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Science and Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

**Khalil-Berdi Fotouhifar**✉: Associate Prof. of Mycology, Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Science and Engineering, College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Karaj 31587-77871, Iran (fotowhi@ut.ac.ir)

### Summary

Endophytic fungi are beneficial fungi to their host plants and help them to endure biotic and abiotic stresses with different methods. In order to identify some endophytic fungi of sour cherry trees, healthy plant samples including twigs and leaves were collected from several provinces of Iran. A total number of 176 isolates were obtained and studied taxonomically. Based on morphological features and ITS regions sequence data, 10 different fungal species, namely, *Aureobasidium namibiae*, *A. pullulans*, *Alternaria multififormis*, *A. rosae*, *Botryosphaeria dothidea*, *Cladosporium tenuissimum*, *Coniolarrella limonisporea*, *Didymosphaeria variabile*, *Epicoccum nigrum*, *Lecanicillium muscarium*, and *Neoscytalidium dimidiatum* were identified as endophytic fungi of sour cherry trees in Iran. Among these species, *Aureobasidium namibiae* is new for the mycobiota of Iran. All identified species except *A. pullulans*, are reported here for the first time as endophytic fungi of sour cherry trees in the world.

**Keywords:** Diversity, phylogeny, symbiosis, taxonomy, woody plants

\* بخشی از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول به راهنمایی دکتر خلیل‌بردی فتوحی‌فر ارائه شده به دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج

## مقدمه

نیز ۱۵ گونه قارچی را از شاخه‌های درختان آلبالو در کشور چک جداسازی کردند. قارچ‌های *Aureobasidium pullulans* و *Alternaria alternata* (de Bary & Löwenthal) G. Arnaud (Fr.) Keissl به عنوان گونه‌های غالب معرفی شدند. پی‌منتا و همکاران (Pimenta et al. 2012) از ۲۷۰ نمونه برگ درختان هلو (*Prunus domestica*) حاصل از مراحل مختلف رشدی، گونه‌های *Botryotinia Alternaria brassicicola* (Schwein.) Wiltshire *Chaetomium globosum fuckeliana* (de Bary) Whetzel *G. zae*, *Gibberella moniliformis* Wineland, Kunze *Phaeosphaeria*, *Glomerella graminicola* D.J. Politis *Pyrenophora teres Drechsler nodorum* (E. Müll.) Hedjar و *Sordaria macrospora* Auersw را جداسازی کردند و خاصیت ضدقارچی این عوامل را علیه عامل بیماری پوسیدگی قهوه‌ای، *Monilinia fructicola* بررسی و مشاهده کردند که گونه *P. nodorum* ترکیبات بازدارنده فراری را تولید می‌کند که می‌تواند نقش محسوسی در بازدارندگی قارچ *M. fructicola* داشته باشد.

هرقلی (Hergholi 2013)، تعداد ۳۱ گونه قارچ اندوفیت را براساس روش‌های ریخت‌شناختی و مولکولی از درختان مو در استان آذربایجان غربی گزارش نمود. گونه‌های شناسایی شده متعلق به جنس‌های *Arthrimum* Kunze, *Alternaria* Nees, *Bipolaris*, *Beauveria* Vuill., *Aspergillus* P. Micheli, *Chaetomium*, *Botryosphaeria* Ces. & De Not., Shoemaker, *Geosmithia*, *Epicoccum* Link., *Cytophora* Ehrenb., Kunze, *Penicillium*, *Paecilomyces* Bainier, *Mucor* Fresen., Pitt, *Seimatosporium*, *Rhizoctonia* DC., *Phoma* Sacc., Link و *Truncatella* Steyaert, *Trichoderma* Pers., Corda و *Verrucobotrys* Hennebert بودند. جمع‌اشکذری و فتوحی‌فر (Jam Ashkezari & Fotouhifar 2017) نیز ۳۰ گونه قارچ اندوفیت را براساس روش‌های ریخت‌شناختی و مولکولی از درختان سرخدار معمولی (*Taxus baccata* L.) در ایران شناسایی کردند. گونه‌های شناسایی شده متعلق به جنس‌های *Aureobasidium*, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Absidia* Tiegh, *Cheiromoniliophora* Tzean & J.L., Viala & G. Boyer, *Coniothyrium* Corda, *Cladosporium* Link, Chen, *Fusarium* Link, *Epicoccum*, *Cyclothyrium* Petr., *Lecanicillium* W., *Geniculosporium* Chesters & Greenh.

درخت آلبالو با نام علمی *Prunus cerasus* L. از تیره گل‌سرخیان (*Rosaceae*) بوده و درخت کوچکی است که خزان-کننده است. برگ‌های آلبالو به صورت بیضوی، تخم‌مرغی شکل و یا نوک تیز هستند. آلبالو در سطح کمتری نسبت به گیلان کشت می‌شود. بیشترین میزان تولید این میوه به مصرف صنایع غذایی رسیده و امروزه محصولات متنوعی از این میوه در بازارهای دنیا به فروش می‌رسد (Nemati & Abdollahzadeh 2009).

اغلب گیاهانی که تاکنون در اکوسیستم‌های طبیعی مطالعه شده‌اند، به وسیله گروهی از قارچ‌ها که علائم ظاهری مشخصی در گیاهان ایجاد نمی‌کنند، کلونیزه می‌شوند که به این دسته از قارچ‌ها، اندوفیت گفته می‌شود (Schulz & Boyle 2006). این قارچ‌ها بدون این که باعث ایجاد علائم آشکاری شوند، تمام طول دوره زندگی خود یا بخشی از آن را داخل بافت‌های گیاهان سپری می‌کنند (Hyde & Soyton 2008). شمار زیادی از اندوفیت‌ها، ارتباط نزدیکی با قارچ‌های بیمارگر داشته و این احتمال وجود دارد که از آن‌ها و در نتیجه گسترش دوره نهفتگی و کاهش بیماری‌زایی به وجود آمده باشند. همچنین، این فرضیه وجود دارد که اندوفیت‌ها در مقایسه با بیمارگرهای شناخته شده گیاهی به مراتب دارای تغییرپذیری بیشتری هستند و از این رو تنوع بیشتری در مقایسه با بیمارگرها در خصوصیات از قبیل مکان آلودگی، کلونیزاسیون، دوره نهفتگی، بیماری‌زایی و یا ساپروفیتی دارند (Liu et al. 2010). این قارچ‌ها از تمام میزبان‌هایی که تا به حال مورد مطالعه قرار گرفته‌اند، جداسازی شده‌اند و تمام گیاهان آوندی و غیرآوندی خشکی‌زی و دریازی زیستگاه آن‌ها می‌باشند (Weber 2009).

قارچ‌های اندوفیت گیاهان چوبی از تنوع زیادی برخوردار هستند و متعلق به گروه‌های تاکسونومیکی مختلف می‌باشند. با وجود تنوع و فراوانی زیاد اندوفیت‌ها در گیاهان چوبی، این قارچ‌ها و همچنین برهم‌کنش آن‌ها با گیاهان میزبان در مقایسه با اندوفیت‌های موجود در گیاهان باریک‌برگ، کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند (Weber 2009).

هاید و همکاران (Hyde et al. 1997)، گونه *Apiosordaria striatispora* (Furuya & Udagawa) Guarro & Cano را به عنوان قارچ اندوفیت از نهال‌های نارمشک (*Prunus arborea* (Blume) Kalkman و *Mesua ferrea* L.) گزارش کردند. هورتوا و نواتونی (Hortova & Novotny 2011)

برای جداسازی قارچ‌های اندوفیت از نمونه‌های گیاهی جمع‌آوری شده از روش رفایی و همکاران (Refaei et al. 2011)، با اندکی تغییرات نظیر عبور دادن سریع نمونه گیاهی از روی شعله استفاده شد. برای این منظور جهت ضدعفونی کردن سطحی، نمونه‌های گیاهی به صورت جداگانه ابتدا زیر جریان ملایم آب شیر به مدت ۱۵ دقیقه شسته شدند. سپس نمونه‌های گیاهی به مدت یک دقیقه در اتانول ۷۰ درصد، بعد از آن به مدت ۳۰ ثانیه در هیپوکلریت سدیم ۰/۵ درصد و دوباره به مدت ۳۰ ثانیه در اتانول ۷۰ درصد و سپس به مدت ۱۰ ثانیه از روی شعله عبور داده و بعد به مدت ۳۰ ثانیه درون آب مقطر سترون قرار داده شدند. در نهایت نمونه‌های گیاهی روی کاغذ صافی استریل خشک شدند. قطعات گیاهی ضدعفونی شده به ابعاد ۰/۵ × ۰/۵ سانتی‌متر بریده شده و به درون تشتک‌های پتری حاوی محیط کشت آب-آگار (WA) دو درصد منتقل شدند. تشتک‌های پتری تلقیح شده به درون انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سلسیوس انتقال یافتند. قارچ‌های رشد نموده از حاشیه بافت‌های گیاهی به طور جداگانه و توسط سوزن‌های کشت استریل برداشته شده و به داخل تشتک‌های پتری جدید واجد محیط کشت PDA حاوی آنتی‌بیوتیک جنتامایسین منتقل شدند. تشتک‌های پتری برای رشد قارچ‌ها درون انکوباتور با دمای ۲۵ درجه سلسیوس نگهداری شدند.

#### - شناسایی قارچ‌ها

شناسایی جدایه‌های قارچی در شرایط استاندارد و براساس خصوصیات ریخت‌شناختی و با استفاده از کلیدهای معتبر شناسایی و همچنین با استفاده از داده‌های حاصل از توالی‌یابی ناحیه ITS1-5.8S-ITS2 انجام گرفت.

برای مطالعه اندام‌های قارچی، ویژگی‌های پرگنه و ویژگی‌های ماکروسکوپیکی و میکروسکوپیکی ساختارهای تکثیری غیرجنسی و جنسی مورد بررسی قرار گرفتند. اسلایدهای میکروسکوپی با استفاده از محلول‌های لاکتوفنل و لاکتوفنل-کاتن بلو تهیه شده و با میکروسکوپ نوری المپوس (Olympus, Japan) مدل BH2 مجهز به خط‌کش میکرومتری اندازه‌گیری شدند (حداقل ۵۰ مورد از هریک از اندام‌های قارچی مورد نظر). جدایه‌های قارچی با استفاده از منابع معتبر شناسایی و تعیین نام شدند.

در بررسی‌های مولکولی، به منظور تهیه توده میسلیومی مورد نیاز برای استخراج DNA، از محیط کشت جامد PDA استفاده شد. جهت استخراج DNA ژنومی کل میسلیوم‌های هر

*Paraphoma* Morgan- *Nigrospora* Zimm., Gams & Zare *Phomopsis* (Sacc.) Bubák, *Phoma* Jones & J.F. White, *Seimatosporium* Corda, *Sclerostagonospora* Höhn., *Xylaria* Hill ex و *Truncatella* Steyaert, *Stachybotrys* Corda Schrank بودند.

طی دو دهه اخیر، علاقه فزاینده‌ای برای مطالعه اندوفیت‌ها، منشاء و تنوع زیستی آن‌ها، اثرات متقابل بین اندوفیت‌ها و گیاهان، نقش اندوفیت‌ها در اکولوژی و همچنین خصوصیات شیمیایی و فعالیت‌های زیستی متابولیت‌های ثانویه تولید شده توسط آن‌ها به وجود آمده است.

دلایل متعددی برای جداسازی قارچ‌های اندوفیت وجود دارد. توصیف این قارچ‌ها، مطالعه تنوع و پویایی جمعیت قارچ‌های اندوفیت، استفاده از مایه تلقیحی آن‌ها برای بهبود رشد و سلامتی گیاه و همچنین استفاده از قارچ‌های اندوفیت به عنوان یک منبع جدید زیستی برای تولید و استفاده از متابولیت‌های ثانویه فعال از جمله این دلایل می‌باشند (Strobel 2003, Schulz 2005, et al. 2002, Schulz & Boyle 2005). علی‌رغم مطالعات زیادی که روی این گروه از قارچ‌ها در دنیا انجام شده، ولی تاکنون مطالعه‌ای در زمینه شناسایی قارچ‌های اندوفیت درختان آلبالو در ایران صورت نگرفته است و هیچ‌گونه اطلاعاتی از حضور یا تنوع زیستی این قارچ‌ها در دست نمی‌باشد. بنابراین، هدف اصلی این تحقیق شناسایی برخی قارچ‌های اندوفیت درختان آلبالو در ایران است.

#### روش بررسی

- نمونه‌برداری و جداسازی قارچ‌ها

به منظور دستیابی و شناسایی جدایه‌های مربوط به قارچ‌های اندوفیت درختان آلبالو، نمونه‌برداری طی پاییز سال ۱۳۹۲ و بهار تا پاییز سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴، از شاخه‌ها و برگ‌های سالم و فاقد علائم درختان آلبالو واقع در استان‌های آذربایجان غربی و شرقی، البرز، اردبیل، تهران، زنجان، خراسان شمالی، خراسان رضوی، چهارمحال و بختیاری، قزوین، گلستان و همدان صورت گرفت. نمونه‌های گیاهی حاوی شاخه‌های چندساله و برگ‌های درختان سالم و بالغ بودند. نمونه‌های جمع‌آوری شده درون پاکت‌های کاغذی با ثبت مشخصات مربوط به مکان و تاریخ جمع‌آوری، به آزمایشگاه منتقل شدند و در دمای چهار درجه سلسیوس نگهداری شدند.

Close Neighbor با الگوریتم Maximum-Likelihood Interchange Algorithm (Nei & Kumar 2000) و با استفاده از الگوی از پیش تعیین شده نرم‌افزار MEGA 7.0 ترسیم گردید. نتایج حاصله با شناسایی ریخت‌شناختی جدایه‌ها مورد مقایسه قرار گرفت و تعیین نام گونه‌ها تایید گردید. تمام جدایه‌ها در کلکسیون بیماری‌شناسی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران و بانک میکروبی پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی (ABRII)، کرج، نگهداری می‌شوند.

#### نتیجه

در تحقیق حاضر، پس از مطالعه ریخت‌شناختی ۱۷۶ جدایه به دست آمده و تعیین توالی نوکلئوتیدی ناحیه ITS1-5.8S-ITS2، در نهایت ۱۰ گونه متعلق به نُه جنس شناسایی شدند (جدول ۱) که هر یک در ذیل توصیف شده‌اند:

جدایه، از روش ژانگ و استافنسون (Zhong & Steffenson) 2001) با اندکی تغییرات استفاده شد. برای تکثیر نواحی ITS1-5.8S-ITS2 از rDNA هسته‌ای از ترکیب آغازگرهای ITS1 به همراه ITS4 استفاده شد (White *et al.* 1990). مخلوط هر واکنش PCR با حجم ۲۵ میکرولیتر شامل ۱۳ میکرولیتر آب دیونیزه سترون، هشت میکرولیتر بافر آماده واکنش، ۰/۴ پیکومول از هر آغازگر و حدود ۲۰ الی ۲۵ نانوگرم DNA تهیه شد. واکنش PCR در دستگاه ترموسایکلر (Eppendorf, Germany) و با ۳۵ چرخه تحت شرایط واسرشت‌سازی اولیه در دمای ۹۴ درجه سلسیوس به مدت دو دقیقه، واسرشت‌سازی در دمای ۹۴ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ ثانیه، اتصال در دمای ۵۶ درجه سلسیوس به مدت ۴۵ ثانیه، بسط در دمای ۷۲ درجه سلسیوس به مدت ۳۰ ثانیه و بسط نهایی در دمای ۷۲ درجه سلسیوس به مدت ۱۰ دقیقه انجام گردید. پس از اخذ توالی‌ها و ویرایش آن‌ها، این توالی‌ها با ۳۶ توالی اخذ شده از بانک ژن (NCBI) مورد مقایسه قرار گرفتند. ترسیم تبارنما براساس روش

جدول ۱- مشخصات جدایه‌های قارچی مورد استفاده در این تحقیق

Table 1. Characteristics of the fungal isolates used in this study

گونه (Taxon)	ایزوله (Isolate)	شماره دستیابی در بانک ژن (NCBI) (GenBank Accession No.)	منبع (Reference)
<i>Alternaria multiformis</i>	ABRII 10238	KY472288	this study
	P2_G6_190.2	KU325037	unpublished
	LTF10-MRL	KT290047	unpublished
<i>A. tenuissima</i>	EGS 34-015	AF347032	Pryor & Michailides (2002)
<i>Aureobasidium namibiae</i>	ABRII 10237	MF398842	this study
	CBS 147.97 <sup>T</sup>	KT693730	van Nieuwenhuijzen <i>et al.</i> (2016)
	CBS 140260	KT693691	van Nieuwenhuijzen <i>et al.</i> (2016)
<i>A. pullulans</i>	UTFC-EP14	KY472291	this study
	KM15	KT279811	unpublished
	CBS 146.30	FJ150902	Zalar <i>et al.</i> (2008)
	CBS 584.75 <sup>T</sup>	FJ150906	Zalar <i>et al.</i> (2008)
<i>A. subglaciale</i>	EXF-3640	FJ150896	Zalar <i>et al.</i> (2008)
	EXF-2481	FJ150895	Zalar <i>et al.</i> (2008)
<i>A. melanogenum</i>	CBS 110374	FJ150888	Zalar <i>et al.</i> (2008)
	EXF-926	FJ150884	Zalar <i>et al.</i> (2008)
<i>Botryosphaeria dothidea</i>	ABRII 10239	KY472293	this study
	CBS110302	AY259092	Alves <i>et al.</i> (2004)
	CBS 116741	AY640254	Phillips <i>et al.</i> (2005)
<i>B. corticis</i>	CBS119048	DQ299246	Lazzizzera <i>et al.</i> (2008)
	CBS119047	DQ299245	Lazzizzera <i>et al.</i> (2008)
<i>Cladosporium tenuissimum</i>	ABRII 10240	KY472295	this study
	MHI-Mich	AY545639	Guillén-Sánchez <i>et al.</i> (2007)
	CIFRI	KX999700	unpublished

Table 1 (contd)		جدول ۱ (ادامه)	
<i>C. perangustum</i>	CBS 125996	HM148121	Bensch <i>et al.</i> (2010)
	11e	KU715143	Pak <i>et al.</i> (2017)
<i>Coniolariaella limonispota</i>	ABRII 10241	KY472296	this study
<i>C. hispanica</i>	Co125	GU553323	Zare <i>et al.</i> (2010)
	ATCC MYA-4453	FJ172294	unpublished
<i>Dendrothyrium variisporum</i>	CBS 121517 <sup>T</sup>	JX496030	Verkley <i>et al.</i> (2014)
<i>Didymosphaeria variabile</i>	UTFC-EP24	MF398844	this study
<i>Epicoccum nigrum</i>	ABRII 10242	KY472301	this study
	CBS 505.85	FJ426997	Aveskamp <i>et al.</i> (2009)
<i>Lecanicillium muscarium</i>	ABRII 10243	KY47230 <sup>r</sup>	this study
	IRAN 684C	EF641892	Zare & Gams (2008)
<i>L. attenuatum</i>	CBS 170.76 <sup>T</sup>	EF679164	Leal <i>et al.</i> (2008)
<i>Neoscytalidium dimidiatum</i>	UTFC-EP35	KY472305	this study
	CBS 135275	KF571862	Bakhshizadeh <i>et al.</i> (2014)
<i>N. hyalinum</i>	HUPE0090154840	KR072526	da Silva <i>et al.</i> (2016)
	IRNHM-KB78	KR867696	Hashemi & Mohammadi (2016)
	FF5	HM150642	Forootanfar <i>et al.</i> (2011)
<i>Paraconiothyrium variabile</i>	BL	KR909137	Travadon <i>et al.</i> (2016)
	CBS 680.83	JX496105	Verkley <i>et al.</i> (2014)
	DUCC5000	KM520128	Choi <i>et al.</i> (2014)
<i>P. brasiliense</i>	PV51	JF934923	Cloete <i>et al.</i> (2011)
	CBS 283.64	KF719198	Hsieh <i>et al.</i> (2010)
<i>Ulocladium multififormis</i>	CBS 102060 <sup>T</sup>	FJ266486	Runa <i>et al.</i> (2009)

***Alternaria multififormis* (E.G. Simmons) –۱**Woudenberg & Crous, *Studies in Mycology* 75: 204 (2013)

هوایی هستند. در این گونه، کنیدیوفورها متمایز از ریشه رویشی بوده و به صورت ساده و یا منشعب هستند. کنیدیوفورها راست بوده و دارای سطحی صاف و یا دارای تزییناتی به صورت خارهای ظریف بوده و به رنگ قهوه‌ای روشن دیده می‌شوند. انتهای کنیدیوفورها حالت زیگزاگی داشته و محل افتادن کنیدیوم‌ها به صورت یک سوراخ مشخص دیده می‌شود. اندازه کنیدیوفورها  $(4/2) \times 3 - 5(4/2) - 67(37/4) - 10$  میکرومتر می‌باشد. کنیدیوم‌ها کروی، بیضوی و یا تخم‌مرغی بوده و به رنگ طلایی تا قهوه‌ای تیره و با سطح صاف و یا زگیل‌دار هستند. دو شکل متفاوت کنیدیوم در این گونه مشاهده می‌شود. یک نوع از کنیدیوم‌ها آلترناریا-شکل (alternarioid) هستند. این نوع کنیدیوم‌ها بعد از سه روز در پرگنه مشاهده می‌شوند. این نوع کنیدیوم‌ها به بیضوی و یا تخم‌مرغی شکل دیده شده و به رنگ قهوه‌ای روشن هستند و با یک الی پنج دیواره عرضی، یک الی دو دیواره طولی و یک الی سه دیواره مورب دیده می‌شوند. این نوع کنیدیوم‌ها اغلب دارای سطح صاف هستند و به ندرت زواید زگیل مانند روی آن‌ها دیده می‌شود. ابعاد این کنیدیوم‌ها  $(9/7) - 11 - 8 \times (23/5) - 30 - 10$  میکرومتر می‌باشد. نوع دوم کنیدیوم‌ها رنگ تیره‌تری نسبت به

نمونه‌های بررسی شده: جدایه‌های TEA14، TEA15، TEA20 و TEA21، به دست آمده از شاخه‌های چندساله درختان آلبالو، شهریار، تهران، تیر ۱۳۹۳؛ جدایه‌های GAA6، GAA7 و GAA8، به دست آمده از شاخه چندساله و GAA10، به دست آمده از برگ درختان آلبالو، بویین زهرا، قزوین، تیر ۱۳۹۳؛ جدایه KAA2، به دست آمده از برگ و جدایه‌های KAA1، KAA3، KAA4، KAA6 و KAA4، به دست آمده از شاخه‌های چندساله درختان آلبالو، کاشمر، خراسان رضوی، فروردین ۱۳۹۳؛ جدایه KSA20، به دست آمده از شاخه‌های چندساله درختان آلبالو، اسفراین، خراسان شمالی، اردیبهشت ۱۳۹۴ (جدایه نماینده: ABRII 10238، به دست آمده از شاخه‌های چندساله، شهریار، تهران، تیر ۱۳۹۳)

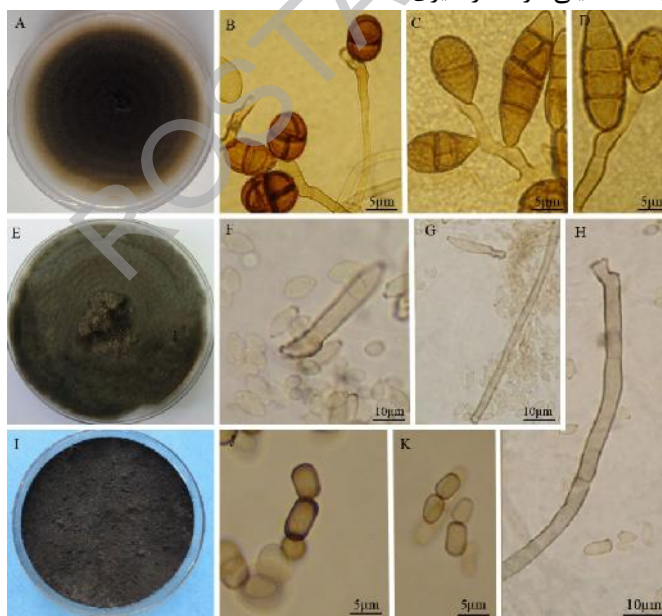
قطر پرگنه قارچ روی محیط کشت PCA پس از گذشت هفت روز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، ۴۶ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. پرگنه روی محیط کشت PCA رشد سریعی داشته و به رنگ سبز زیتونی تیره متمایل به سیاه دیده شد. ریشه‌ها در سطح و داخل محیط کشت رشد کرده و به میزان کمی دارای ریشه‌های

پرگنه قارچ به رنگ سبز زیتونی متمایل به خاکستری بود. برای بررسی‌های میکروسکوپی از محیط کشت SNA استفاده شد. ریشه‌های رویشی ساده و یا منشعب بوده و ۱/۵ الی ۴ میکرومتر عرض آن‌ها می‌باشد. کنیدیوفورها به صورت منفرد بوده و به صورت انتهایی یا جانبی از ریشه‌های رویشی به وجود می‌آیند. کنیدیوفورها به صورت مستقیم و استوانه‌ای شکل بوده و اغلب در انتها دارای تورم هستند و به رنگ سبز زیتونی روشن تا قهوه‌ای روشن دیده می‌شوند. سطح این کنیدیوفورها زبر بوده و به رنگ زیتونی تا قهوه‌ای روشن هستند. کنیدیوفورها به نسبت طولی بوده و به ابعاد  $(۱۲۵) \times ۳-۵(۳/۸)$  -  $۲۱۰-۶۰$  میکرومتر می‌باشند. سلول‌های کنیدیوم‌زا به صورت انتهایی و گاهی به صورت بینابینی و یا جانبی دیده می‌شوند. سلول‌های کنیدیوم‌زا استوانه‌ای شکل بوده و سطح آن‌ها زبر هستند. ابعاد سلول‌های کنیدیوم‌زا  $۳ \times ۱۹-۴۹(۶۲)$  میکرومتر می‌باشد. کنیدیوم‌ها دارای زنجیره حقیقی منشعب هستند. کنیدیوم‌ها به رنگ قهوه‌ای متمایل به سبز زیتونی روشن بوده و سطح آن‌ها اغلب صاف بوده و به ندرت تزیینات خار مانند روی آن‌ها دیده می‌شود. راموکنیدیوم‌ها استوانه‌ای شکل بوده و اغلب بدون دیواره و یا دارای یک الی دو دیواره عرضی هستند.

کنیدیوم‌های آلترناریا-شکل دارند، به رنگ قهوه‌ای تیره دیده می‌شوند و دارای دیواره عرضی و دیواره طولی نیز هستند. دیواره‌ها در این کنیدیوم‌ها اغلب حالت صلیبی شکل داشته و در محل دیواره عرضی میانی کمی حالت فرورفتگی دیده می‌شود. اندازه این نوع کنیدیوم‌ها  $(۱۴/۳) \times ۱۱-۱۷/۵$  -  $(۱۸/۳) \times ۱۵-۲۹$  میکرومتر می‌باشند (شکل ۱، A-D). این گونه در ایران برای نخستین بار توسط باقرآبادی و همکاران ( Bagherabadi et al. ) (2015) از درمنه و گندم در همدان جداسازی و گزارش شده است و برای نخستین بار به عنوان قارچ اندوفیت درختان آلبالو در ایران و دنیا گزارش می‌شود.

*Cladosporium tenuissimum* Cooke, Grevillea - ۲  
6(40): 140 (1878)

نمونه‌های بررسی شده: جدایه‌های ARA5, ARA3, ARA2, ARA6, ARA7, ARA8, ARA9 و ARA10، به دست آمده از شاخه‌های چندساله درختان آلبالو، سرعین، اردبیل، مهر ۱۳۹۴ (جدایه نماینده: ABRII 10240، به دست آمده از شاخه‌های چندساله درختان آلبالو، سرعین، اردبیل، مهر ۱۳۹۴) قطر پرگنه قارچ روی محیط کشت PDA پس از ۱۴ روز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، ۸۷ میلی‌متر اندازه‌گیری شد.



شکل ۱- گونه *Alternaria multififormis*: A. پرگنه قارچ روی محیط کشت PCA پس از گذشت هفت روز، B. کنیدیوم‌های کروی، C-D. کنیدیوم‌های آلترناریا-شکل، گونه *Cladosporium tenuissimum*؛ E. پرگنه روی محیط کشت PDA پس از ۱۴ روز، F. کنیدیوم‌ها، G-H. کنیدیوفورها و گونه *Neoscytalidium dimidiatum*؛ I. پرگنه قارچ روی محیط کشت PDA بعد از هفت روز، J-K. آرthroconidia.

نمونه‌های مورد بررسی: جدایه‌های URA1، URA2، URA3، URA5، URA6، URA8 و URA9 به دست آمده از شاخه‌های چندساله درختان آلبالو، ارومیه، آذربایجان غربی، اردیبهشت ۱۳۹۳ (جدایه نماینده: UTFC-EP35، به دست آمده از شاخه‌های چندساله درختان آلبالو، ارومیه، آذربایجان غربی، اردیبهشت ۱۳۹۳)

پرگنه قارچ روی محیط کشت PDA بعد از گذشت هفت روز در شرایط تاریکی و دمای ۲۵ درجه سلسیوس، تشتک پتری هشت سانتی‌متری را پر کرد. پرگنه به رنگ سبز تیره تا سیاه دیده شد. میسلیوم‌ها منشعب، با سطح صاف، به رنگ قهوه‌ای روشن تا قهوه‌ای تیره، دارای دیواره عرضی بوده و به صورت بندبند بوده که قطعه قطعه شده و کنیدیوم‌ها را به صورت آتریک به وجود می‌آورند. آتریکونیدیوم‌ها استوانه‌ای شکل، قهوه‌ای روشن تا قهوه‌ای تیره و با دیواره ضخیم بوده که از ریشه‌های بندبند به وجود می‌آیند. تعداد دیواره‌های عرضی کنیدیوم در این گونه صفر الی یک عدد بوده و اندازه کنیدیوم‌ها  $3-6(4/9) \times 4-14(8/3)$  میکرومتر می‌باشد (شکل ۱، I-K).

گونه *N. dimidiatum* گستره جغرافیایی و طیف میزبانی وسیعی دارد. در ایران، عسگری و همکاران (Asgari et al. 2004) نخستین بار این گونه را به عنوان قارچ فیلوپیلان جو در استان آذربایجان شرقی جداسازی کردند. گونه *N. dimidiatum* برای نخستین بار به عنوان قارچ اندوفیت از درختان آلبالو در ایران و دنیا گزارش می‌شود.

#### ۴- *Aureobasidium namibiae* (Zalar, de Hoog & Gunde-Cim.) Zalar, Gostincar, Gunde-Cim., BMC Genomics 15(1): 16 (2014)

نمونه‌های مورد بررسی: جدایه‌های HAA1 و HAA2، به دست آمده از شاخه‌های چندساله درختان آلبالو، ملایر، همدان، خرداد ۱۳۹۴ (جدایه نماینده: ABRII 10237، به دست آمده از شاخه‌های چندساله، ملایر، همدان، خرداد ۱۳۹۴)

قطر پرگنه قارچ روی محیط کشت PDA پس از هفت روز، ۳۴ میلی‌متر بود. پرگنه قارچ به رنگ صورتی متمایل به قهوه‌ای بوده و ریشه‌های رویشی بی‌رنگ و صاف بودند، ولی پس از مدتی ریشه‌ها به رنگ قهوه‌ای در آمدند و توسط پلی‌ساکاریدهای خارج سلولی احاطه شدند. سلول‌های کنیدیوم‌زا تمایز یافته نیستند. ریشه‌های رویشی بی‌رنگ و صاف بوده و دارای دیواره‌های عرضی متعددی هستند. قطر ریشه ۸-۴ میکرومتر اندازه‌گیری شد. سلول‌های کنیدیوم‌زا به حالت

راموکنیدیوم‌ها در قاعده حالت تخت داشته و در رأس اغلب دو الی چهار هیلوم دارند. راموکنیدیوم‌ها به رنگ قهوه‌ای متمایل به سبز زیتونی روشن دیده شده و در رأس آن‌ها دو الی چهار هیلوم وجود دارد. ابعاد این کنیدیوم‌ها  $3/5-5(3/9) \times 23-39(33)$  میکرومتر اندازه‌گیری شد. کنیدیوم‌های کوچک انتهایی کروی و یا تخم‌مرغی شکل بوده و فاقد دیواره عرضی هستند. انتهای این کنیدیوم‌ها گرد بوده و به رنگ قهوه‌ای روشن متمایل به سبز زیتونی دیده می‌شود. ابعاد کنیدیوم‌های کوچک انتهایی  $2/5-3/5(3/1) \times 3-5(4/2)$  میکرومتر می‌باشد. کنیدیوم‌های بینابینی به اشکال تخم‌مرغی، استوانه‌ای و بیضوی دیده می‌شوند. این کنیدیوم‌ها به طرف رأس و قاعده باریک شده و دارای یک الی پنج هیلوم در رأس خود هستند. کنیدیوم‌های بینابینی اغلب فاقد دیواره عرضی بوده و به ندرت یک دیواره عرضی در آن‌ها دیده می‌شود. رنگ این کنیدیوم‌ها قهوه‌ای متمایل به سبز زیتونی روشن می‌باشد. ابعاد این کنیدیوم‌ها  $2/5-4(3/4) \times 5-12(8/6)$  میکرومتر بود. راموکنیدیوم‌های ثانویه بیضوی و یا استوانه‌ای شکل هستند. اغلب فاقد دیواره عرضی بوده و به ندرت یک الی دو دیواره در آن‌ها وجود دارد و دارای چهار الی هفت هیلوم در رأس خود می‌باشند. در بعضی یک الی دو هیلوم هم دیده می‌شود. این کنیدیوم‌ها قهوه‌ای کم‌رنگ متمایل به سبز زیتونی بوده و دارای سطح صافی هستند. ابعاد راموکنیدیوم‌های ثانویه  $3-4/5(3/7) \times 10-27(23/4)$  میکرومتر می‌باشد (شکل ۱، E-H).

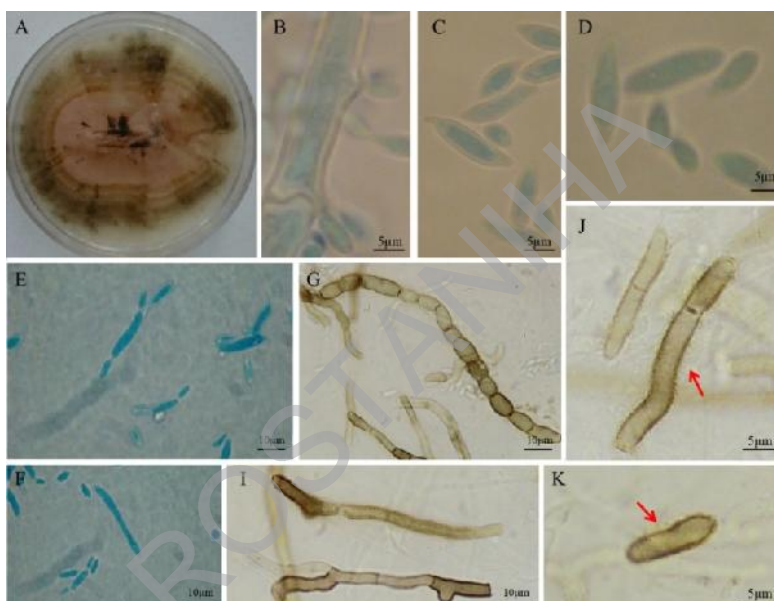
ویژگی‌های ریخت‌شناختی این جدایه‌ها با توصیف گونه *C. tenuissimum* ارائه شده توسط بنش و همکاران (Bensh et al. 2010) مطابقت دارد. این گونه از هیفومیست‌های ساپروفیت بوده که به کمپلکس *C. cladosporioides* تعلق دارد. این گونه با داشتن خصوصیتی از جمله کنیدیوفورهای بلند و وجود تورم‌هایی در رأس کنیدیوفور، از سایر گونه‌های موجود در این کمپلکس متمایز می‌شود. این گونه نخستین بار توسط امیرمیحانی و همکاران (Amirmijani et al. 2014) از *Fragaria*، *Nerium*، *Phaseolus vulgaris*، *Robinia* sp.، *ananassa* و *oleander* و *Citrus* sp. از ایران گزارش شده است. گونه *C. tenuissimum* برای نخستین بار به عنوان قارچ اندوفیت درختان آلبالو در ایران و دنیا گزارش می‌شود.

#### ۳- *Neoscytalidium dimidiatum* (Penz.) Crous & Slippers, Studies in Mycology 55: 244 (2006)

دو سلولی بوده و ابعاد آن‌ها  $9-16 \times 5-9$  (۱۵) میکرومتر است (شکل ۲).

این گونه با داشتن پلی‌ساکاریدهای خارج سلولی که اطراف کنیدیوم‌ها و ریشه‌های تیره را احاطه می‌کنند، از سایر گونه‌های این جنس به خصوص گونه‌های نزدیک نظیر *A. pullulans*، *A. melanigenum* و *A. subglacial* که قبلاً به عنوان وارسته‌های گونه *Aureobasidium pullulans* در نظر گرفته می‌شدند، متمایز می‌شود (Zalar et al. 2008, Gostin et al. 2014). گونه *A. namibiae* آرایه جدیدی برای فلور قارچی ایران بوده و برای نخستین بار به عنوان قارچ اندوفیت از درخت آلبالو در ایران و دنیا گزارش می‌گردد.

غیرمتمایز از ریشه رویشی دیده می‌شوند و به صورت بینابینی و یا انتهایی بوده و کنیدیوم‌های بلاستیک را به وجود می‌آورند. کنیدیوم‌های بلاستیک معمولاً به طور هم‌زمان روی دندان‌های کوچک (denticle) تشکیل می‌شوند. کنیدیوم‌ها بی‌رنگ تا به رنگ قهوه‌ای تیره دیده می‌شوند. کنیدیوم‌ها تک‌سلولی، بیضوی و یا به اشکال دیگر بوده و دارای سطح صاف هستند. کنیدیوم‌ها اغلب دارای یک هیلوم می‌باشند. جوانه‌زنی و تولید کنیدیوم‌های ثانویه به وفور دیده می‌شود. کنیدیوم‌های بی‌رنگ، تک‌سلولی، صاف و بیضوی بوده و ابعاد آن‌ها  $4-7 \times 3-5$  (۲۱) میکرومتر است. کنیدیوم‌های قهوه‌ای رنگ یک الی



شکل ۲- گونه *Aureobasidium namibiae*: A. پرگنه قارچ روی محیط کشت PDA بعد از هفت روز، B. سلول‌های کنیدیوم‌زا، C-F. کنیدیوم‌ها و کنیدیوم‌های ثانویه، G-K. آگزوپلی‌ساکارید در اطراف ریشه‌ها و کنیدیوم‌های تیره.

Fig. 2. *Aureobasidium namibiae*: A. Colony on PDA after seven days, B. Conidiogenous cells, C-F. Primary and secondary conidia, G-K. Melanized hypha and conidia surrounded by EPS.

SAA11، SAA12، SAA18 و SAA24، به دست آمده از شاخه چندساله و SAA23، به دست آمده از برگ درختان آلبالو، سنقرآباد، البرز، مهر ۱۳۹۲؛ جدایه‌های SAA50، SAA52، SAA53، SAA55 و SAA56، به دست آمده از شاخه چندساله درختان آلبالو، سنقرآباد، البرز، اردیبهشت ۱۳۹۴؛ جدایه‌های SAA80، SAA82 و SAA83، به دست آمده از شاخه چندساله درختان آلبالو، سنقرآباد، البرز، مرداد ۱۳۹۴؛ جدایه‌های MOA2 و MOA3، به دست آمده از شاخه چندساله و MOA5، به دست

#### ۵- *Aureobasidium pullulans* (de Bary & Löwenthal) G. Arnaud,

Annals d'École National d'Agric. de Montpellier, Série 2 16(1-4): 39 (1918)

نمونه‌های مورد بررسی: جدایه‌های CSA2 و CSA3، به دست آمده از شاخه‌های چندساله درختان آلبالو، برغان، البرز، مهر ۱۳۹۲؛ جدایه‌های CSA20 و CSA21، به دست آمده از شاخه چندساله درختان آلبالو، برغان، البرز، اردیبهشت ۱۳۹۴؛ جدایه‌های CSA40 و CSA41، به دست آمده از شاخه چندساله درختان آلبالو، برغان، البرز، مرداد ۱۳۹۴؛ جدایه‌های SAA9،



کشور چک گزارش شده است. ارزنلو (Arzanlou 2014) گونه *A. pullulans* را از بافت‌های آوندی درختان هسته‌دار در استان‌های آذربایجان غربی و شرقی به عنوان عامل زوال باغ‌ها جداسازی کرد. داوری و همکاران (Davari et al. 2011)، نیز این گونه را به عنوان یکی از عوامل قارچی تجزیه‌کننده آلاینده‌های نفتی در شمال غرب ایران گزارش کرده‌اند. براساس بررسی‌ها، گونه مذکور برای نخستین بار به عنوان قارچ اندوفیت از درخت آلبالو در ایران گزارش می‌شود.

#### ۶- *Lecanicillium muscarium* (Petch) Zare & W.

Gams, Nova Hwdwigia 73 (1-2): 13 (2001)

نمونه‌های مورد بررسی: جدایه‌های ASA31، ASA30، ASA26، ASA32 و ASA33، به دست آمده از شاخه‌های چندساله درختان آلبالو، مرند، آذربایجان شرقی، مهر ۱۳۹۴؛ جدایه‌های ARA15، ARA16، ARA18، ARA21، ARA22 و ARA23، به دست آمده از شاخه‌های چندساله درختان آلبالو، سرعین، اردبیل، مهر ۱۳۹۴؛ جدایه‌های ZA10، ZA11، ZA13 و ZA14، به دست آمده از شاخه‌های چندساله درختان آلبالو، ابهر، زنجان، مهر ۱۳۹۴ (جدایه نماینده: ABR11 10243، به دست آمده از شاخه‌های چندساله درختان آلبالو، مرند، آذربایجان شرقی، مهر ۱۳۹۴)

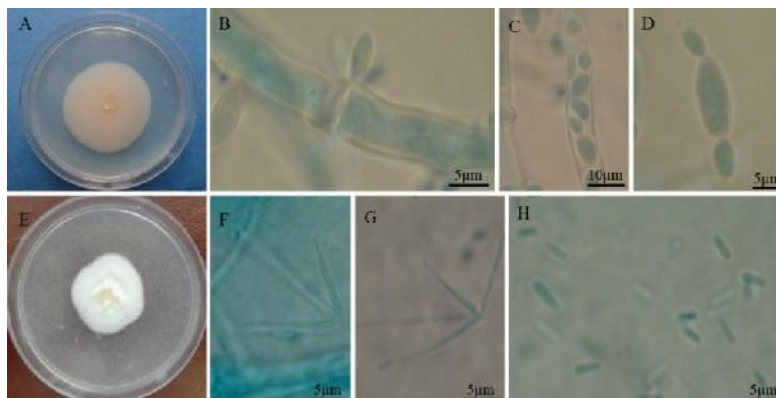
قطر پرگنه قارچ روی محیط کشت OMA پس از گذشت ۱۰ روز و در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، ۳۴ میلی‌متر بود. پرگنه قارچ به صورت فشرده، پنبه‌ای و سفید رنگ می‌باشد. کنیدیومورها به صورت ساده یا فراهم در دسته‌های سه الی شش تایی و مستقیم روی ریشه‌های رویشی و یا انشعابات ثانویه همین ریشه‌ها تشکیل می‌شوند. کنیدیومزایی از نوع فیالیدیک بوده و اندازه فیالیدها ۲-۱ × (۲۲/۵) - ۳۰-۱۵ میکرومتر بود. کنیدیومها به صورت سرهای لزوج (slimy head) در رأس فیالیدها تشکیل می‌شوند. کنیدیومها بیضوی و یا استوانه‌ای شکل هستند. اندازه کنیدیومها ۱-۲ × (۴/۲) - ۳ میکرومتر می‌باشد (شکل ۳، E-H).

نزدیک‌ترین گونه به *L. muscarium*، گونه *L. lecani* است. گونه *L. lecani* به دلیل تشکیل فیالیدهای کوتاه‌تر و همچنین کنیدیومهای کوچک‌تر و عریض‌تر از گونه *L. muscarium* متمایز می‌شود (Zare & Gams 2008). اغلب گونه‌های این جنس به عنوان بیمارگر حشرات و یا بیمارگر قارچ‌ها شناخته شده‌اند (Zare & Gams 2008). گونه *L. muscarium* برای نخستین بار به عنوان قارچ اندوفیت از درختان آلبالو در ایران و دنیا گزارش می‌شود.

آمده از برگ درختان آلبالو، محمدشهر، البرز، مرداد ۱۳۹۴؛ جدایه‌های ASA4، ASA5، ASA6، ASA7، ASA9، ASA11 و ASA13، به دست آمده از شاخه‌های چندساله و ASA2، به دست آمده از برگ درختان آلبالو، مرند، آذربایجان شرقی، مهر ۱۳۹۴؛ جدایه‌های ARA1، ARA4 و ARA11، به دست آمده از برگ و ARA12، به دست آمده از شاخه چندساله درختان آلبالو، سرعین، اردبیل، مهر ۱۳۹۴؛ جدایه‌های TEA3، TEA4، TEA5، TEA6 و TEA10، به دست آمده از شاخه چندساله و TEA9، به دست آمده از برگ درختان آلبالو، شهریار، تهران، تیر ۱۳۹۳؛ جدایه‌های ZA1 و ZA2، به دست آمده از شاخه چندساله درختان آلبالو، ابهر، زنجان، مهر ۱۳۹۴؛ جدایه‌های ZA20 و ZA21، به دست آمده از شاخه چندساله و ZA22، ZA23 و ZA24، به دست آمده از برگ درختان آلبالو، خرمدره، زنجان، آذر ۱۳۹۴ (جدایه نماینده: UTFC-EP14، به دست آمده از شاخه‌های چندساله، برغان، البرز، مهر ۱۳۹۲)

قطر پرگنه قارچ روی محیط کشت PDA در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و تحت شرایط تاریکی مطلق بعد از گذشت هفت روز ۳۴ میلی‌متر بود. پرگنه قارچ به رنگ کرم متمایل به صورتی دیده شد. پرگنه قارچ صاف و لزوج بوده و فاقد میسلیمومهای هوایی می‌باشد. ریشه‌های رویشی قارچ بی‌رنگ و صاف بوده و دارای دیواره‌های عرضی هستند. قطر ریشه سه الی ۱۰ میکرومتر اندازه‌گیری شد. در پرگنه مسن، ریشه‌های قهوه‌ای رنگ با دیواره ضخیم تشکیل می‌شوند. سلول‌های کنیدیومها متمایز از ریشه‌های رویشی نبوده و به صورت بینابینی و یا انتهایی روی ریشه‌های رویشی تشکیل می‌شوند. کنیدیومهای بلاستیک معمولاً به طور هم‌زمان روی دندان‌های کوچک تشکیل می‌شوند و بی‌رنگ هستند. کنیدیومها تک‌سلولی، بیضوی و یا به اشکال دیگر بوده و صاف هستند. کنیدیومها اغلب دارای یک هیلوم می‌باشند. ابعاد کنیدیومها متغیر بوده و اندازه آن‌ها ۲-۵ (۳/۴) × ۶-۱۸ (۹/۵) میکرومتر بود. جوانه‌زنی و تولید کنیدیومهای ثانویه به وفور دیده می‌شود. اندوکنیدیومها تک‌سلولی و بی‌رنگ بوده و ابعاد آن‌ها ۳-۵ (۳/۲) × (۸/۱) - ۱۰-۶ میکرومتر بود. این کنیدیومها معمولاً داخل ریشه‌های رویشی تشکیل می‌شوند (شکل ۳، A-D).

گینس (Ginns 1986) این گونه را از آلبالو و گیلاس در کانادا گزارش کرده است. کروس و همکاران (Crous et al. 2000) نیز این گونه را از *Prunus persica* از آفریقای جنوبی گزارش کرده‌اند. این گونه همچنین توسط هورتوا و نووتونی (Hortova & Novotony 2011) به عنوان قارچ اندوفیت از درخت آلبالو از



شکل ۳- گونه *Aureobasidium pullulans*: A. پرگنه قارچ روی محیط PDA پس از هفت روز، B. جایگاه‌های کنیدیوم‌زایی، C. اندوکنیدیوم‌ها، D. کنیدیوم‌ها؛ گونه *Lecanicillium muscarium*: E. پرگنه قارچ روی محیط کشت OMA بعد از ۱۰ روز، F-G. کنیدیوفور و فیالیدها، H. کنیدیوم‌ها.

Fig. 3. *Aureobasidium pullulans*: A. Colony on PDA after seven days, B. Denticles, C. Endoconidia, D. Conidia; *Lecanicillium muscarium*: E. Colony on OMA after 10 days, F-G. Conidiophore and phialides, H. Conidia.

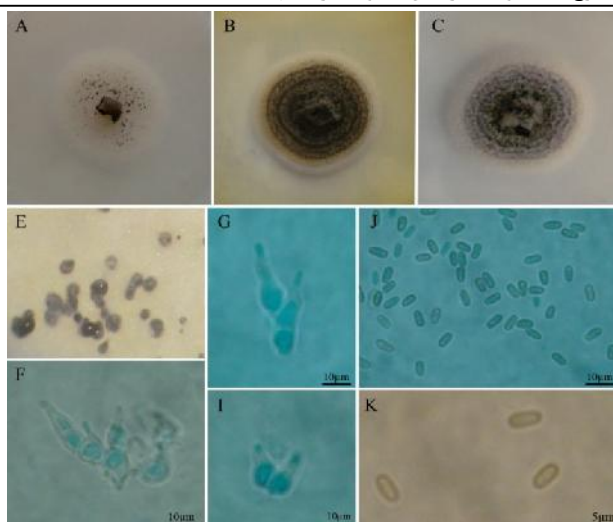
رویشی بی‌رنگ تا به رنگ قهوه‌ای روشن هستند. کنیدیوفورها بی‌رنگ و یک الی سه سلولی هستند. اندازه کنیدیوفورها  $(۳/۷) \times (۱۴/۳) - ۲۱ - ۱۰$  میکرومتر می‌باشد. سلول‌های کنیدیوم‌ها از نوع فیالید بوده و مخروطی، استوانه‌ای و آمپولی شکل دیده می‌شوند. اندازه سلول‌های کنیدیوم‌ها  $(۳/۴) - ۵ \times (۸/۶) - ۱۲ - ۳$  میکرومتر بود. کنیدیوم‌های جوان و نابالغ بی‌رنگ بوده و کنیدیوم‌های بالغ به رنگ قهوه‌ای کم‌رنگ دیده می‌شوند. کنیدیوم‌ها بیضوی تا استوانه‌ای شکل هستند. اندازه کنیدیوم‌ها  $(۱/۷) - ۲ \times (۳/۸) - ۵$  میکرومتر می‌باشد (شکل ۴).

گونه *Didymosphaeria variabile* ابتدا تحت عنوان *Paraconiothyrium variabile* برای نخستین بار از روی هلو و شلیل از آفریقای جنوبی به عنوان عامل نکروز گزارش شد (Damm et al. 2008). این گونه قارچی به عنوان عامل لکه‌برگی گیاه *Phoenix theophrasti* از یونان نیز گزارش گردیده (Ligoxigakis et al. 2013) و در ایران نخستین بار توسط فروتن‌فر و همکاران (Forootanfar et al. 2011) از خاک جداسازی شد. گونه *D. variabile* برای نخستین بار به عنوان قارچ اندوفیت درختان آلبالو در ایران و دنیا گزارش می‌شود.

*Didymosphaeria variabile* (Riccioni, Damm, Verkley –V & Crous) Ariyawansa & K.D. Hyde, in Ariyawansa, Tanaka, Thambugala, Phookamsak, Tian & Campo, Fungal Diversity 68: 82 (2014)

نمونه‌های مورد بررسی: جدایه‌های KSA4، KSA3، KSA2، KSA16، KSA15، KSA14، KSA10، KSA6، KSA5، KSA17، به دست آمده از شاخه‌های چندساله درختان آلبالو، اسفراین، خراسان شمالی، اردیبهشت ۱۳۹۴؛ جدایه‌های HAA3، HAA4، HAA5، HAA6، HAA7، HAA8، HAA9، HAA11 و HAA13، به دست آمده از شاخه‌های چندساله درختان آلبالو، ملایر، همدان، خرداد ۱۳۹۴ (جدایه نماینده: UTFC-EP24، به دست آمده از شاخه‌های چندساله درختان آلبالو، ملایر، همدان، خرداد ۱۳۹۴)

پرگنه قارچ روی محیط کشت OMA در شرایط تناوب نوری ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت نور نزدیک به فرابنفش پس از ۱۴ روز، ۵۳ میلی‌متر بود. کنیدیوما از نوع پیکنید بوده و به رنگ قهوه‌ای تیره به صورت سطحی یا کمی فرورفته در محیط کشت پس از هفت روز تشکیل می‌شود. پیکنیدها کروی بوده و دارای یک الی سه استیول هستند. پیکنیدها به رنگ قهوه‌ای تیره بوده و اندازه آن‌ها ۳۰۰ الی ۶۰۰ میکرومتر می‌باشند. ریشه‌های



شکل ۴- گونه *Didymosphaeria variabile*: A. پرگنه قارچ روی محیط کشت OMA بعد از ۱۰ روز، B. پرگنه قارچ روی محیط کشت MEA بعد از ۱۰ روز، C. پرگنه روی محیط کشت PDA بعد از ۱۰ روز، D. پیکنیدها، E-G. سلول‌های کنیدیوم‌زا، H-I. کنیدیوم‌ها. Fig. 4. *Didymosphaeria variabile*: A. Colony on OMA after 10 days, B. Colony on MEA after 10 days, C. Colony on PDA after 10 days, D. Pycnidia, G-E. Conidiogenous cells, H-I. Conidia.

کل سطح داخلی پیکنید را می‌پوشانند. سلول‌های کنیدیوم‌زا از نوع انتروبلاستیک بوده و سطح آن‌ها صاف بوده و استوانه‌ای شکل و بی‌رنگ می‌باشند. دو نوع کنیدیوم در جدایه‌های مورد بررسی این گونه وجود داشت. برخی کنیدیوم‌ها دوکی شکل و سطح آن‌ها صاف بود. این کنیدیوم‌ها در قسمت پایه حالت تخت (truncate) دارند. این کنیدیوم‌ها بی‌رنگ بوده و اغلب فاقد دیواره عرضی هستند. تعداد کمی از کنیدیوم‌ها با یک الی دو دیواره عرضی دیده شدند. ابعاد این کنیدیوم‌ها  $۵-۷(۶/۳) \times ۱۲-۱۹(۱۷/۶)$  میکرومتر و نسبت طول به عرض آن‌ها  $۳/۵$  بود. میکروکنیدیوم‌ها در اشکال متنوع و به طور کلی استوانه‌ای شکل هستند. این کنیدیوم‌ها بی‌رنگ بوده و ابعاد آن‌ها  $۲-۳(۲/۴) \times ۶-۷(۶/۶)$  میکرومتر بود (شکل ۵، A-D).

این گونه در ایران، از گیاهانی از قبیل بادام و گردو گزارش شده است (Ershad 2009). این گونه به عنوان اندوفیت از برخی گیاهان از جمله اکالیپتوس نیز گزارش شده است (Smith et al. 1996). گونه *B. dotidea* برای نخستین بار به عنوان قارچ اندوفیت درختان آلبالو در ایران و دنیا گزارش می‌گردد.

۹- *Coniolarrella limonispora* (Ellis & Everh.) Checa, Arenal & J.D. Rogers [as 'limoniispora'], in Checa, Arenal, Blanco & Rogers, Mycol. Res. 112(7): 797 (2008)

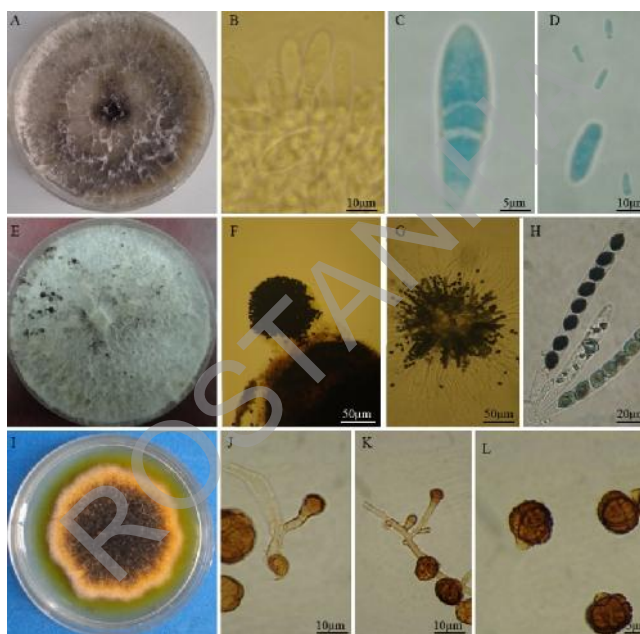
–*Botryosphaeria dothidea* (Moug. ex Fr.) Ces. & De Not., Commentario della Società Crittogamologica Italiana 1 (4): 212 (1863)

نمونه‌های بررسی شده: جدایه‌های GLA1، GLA2، GLA3، GLA4، GLA5، GLA8، GLA9، GLA10، GLA12، GLA13، GLA14، GLA17، GLA18، GLA19، GLA20، GLA21 و GLA22، به دست آمده از شاخه‌های چندساله درختان آلبالو، GLA23، GLA24، GLA6، GLA7، GLA15 و GLA16، به دست آمده از برگ درختان آلبالو، گرگان، گلستان، شهرپور ۱۳۹۳ (جدایه نماینده: ABR11 10239، به دست آمده از شاخه‌های چندساله درختان آلبالو، گرگان، گلستان، شهرپور ۱۳۹۳)

پرگنه قارچ پس از هفت روز تمام تشک پتری هشت سانتی‌متری حاوی محیط کشت PDA را پر کرد. پرگنه ابتدا سفید رنگ بوده و سپس به رنگ زیتونی مایل به سبز تا خاکستری دیده شد. پیکنیدها پس از ۱۴ روز به صورت منفرد و یا در دسته‌های چندتایی به صورت فرورفته در محیط کشت تشکیل می‌شوند. سطح پیکنیدها توسط ریشه‌ها پوشیده شده بود. ریشه‌ها منشعب بوده و گاهی تورم‌هایی در آن‌ها دیده می‌شود. پیکنیدها تک‌حجره‌ای بوده و دارای استیول گرد و مرکزی هستند و ابعاد آن‌ها ۲۵۰ الی ۶۷۰ میکرومتر می‌باشد. کنیدیوفورها بی‌رنگ بوده و سطح آن‌ها صاف است. ابعاد کنیدیوفورها  $۱۷-۲۲(۱۹/۷) \times ۱/۵-۳(۲/۳)$  میکرومتر بوده و

بعد از گذشت هفت روز تشتک پتری هشت سانتی‌متری را پر کرد. پرگنه قارچ ابتدا میسلیم‌های بی‌رنگ و هوایی تشکیل می‌دهد و بعد از گذشت ۱۴ روز میسلیم‌های سفید و پریتسیوم-های نابالغ به صورت پراکنده در محیط کشت تشکیل می‌شوند. ریشه‌های رویشی قارچ بی‌رنگ و صاف بوده و دارای دیواره‌های عرضی هستند. میسلیم‌های قارچ رشد هوایی داشتند و کلامیدوسپور مشاهده نمی‌شود. پریتسیوم‌ها در هفته دوم به صورت پراکنده یا کنار هم تولید شده و پس از گذشت چهار الی پنج هفته بالغ می‌شوند. پریتسیوم‌ها به صورت سطحی و کروی بوده و به رنگ سیاه هستند. قطر پریتسیوم‌ها یک الی دو میلی‌متر می‌باشد. پریتسیوم‌ها دارای منفذ خروجی هستند. سطح رویی برخی پریتسیوم‌ها با ریشه‌های رویشی پوشیده می‌شود.

نمونه‌های مورد بررسی: جدایه‌های SAA20، SAA21، SAA22، SAA26، SAA27، SAA28 و SAA29، به دست آمده از شاخه‌های چندساله، SAA31 و SAA34، به دست آمده از برگ درختان آلبالو، سنقرآباد، البرز، مهر ۱۳۹۲؛ جدایه‌های SAA58، SAA60، SAA61، SAA62، SAA63، SAA64، به دست آمده از شاخه‌های چندساله درختان آلبالو، سنقرآباد، البرز، اردیبهشت ۱۳۹۴؛ جدایه‌های SAA81، SAA84 و SAA85، به دست آمده از شاخه‌های چندساله درختان آلبالو، سنقرآباد، البرز، مرداد ۱۳۹۴ (جدایه نماینده: ABRII 10241، به دست آمده از شاخه‌های چندساله درختان آلبالو، سنقرآباد، البرز، مهر ۱۳۹۲) Leonian's) آگار (S) محیط کشت لیونین-آگار (S) در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و تحت شرایط تاریکی مطلق



شکل ۵- گونه *Botryosphaeria dothidea*: A. پرگنه روی محیط کشت PCA پس از ۱۴ روز، B. سلول‌های کنیدیوم‌زای آنلیدیک، C-D. کنیدیوم‌ها؛ گونه *Coniolaria limoniispora*: E. پرگنه قارچ روی محیط کشت لیونین-آگار پس از شش هفته، F. پریتسیوم، G. پارافیزها، H. آسک‌ها و آسکوسپورها؛ گونه *Epicoccum nigrum*: I. پرگنه قارچ روی محیط کشت PDA پس از هفت روز، J-K. سلول کنیدیوم‌زا، L. کنیدیوم‌ها.

Fig. 5. *Botryosphaeria dothidea*: A. Colony on PDA after 14 days, B. Annelidic conidiogenous cells, C-D. Conidia; *Coniolaria limoniispora*: E. Colony on Leonian agar after six weeks, F. Perithecium, G. Paraphysis, H. Ascus and ascospores; *Epicoccum nigrum*: I. Colony on PDA after seven days, J-K. Conidiogenous cells, L. Conidia.

سطح پرگنه مشاهده می‌شوند. میسلیوم‌ها به صورت متراکم بوده، کنیدیوفورها ساده، راست، نسبتا کوتاه، غیرمنشعب و به رنگ قهوه‌ای کم‌رنگ بوده و به صورت متراکم و متمایز از ریشه رویشی تشکیل می‌شوند. ابعاد کنیدیوفورها  $3-7 \times 3-7$  (۱۳/۸)  $17-6$  میکرومتر می‌باشد. سلول‌های کنیدیوم‌ها به صورت انتهایی، مونوبلاستیک و دارای رشد محدود هستند. کنیدیوم‌ها گرد تا گلابی شکل بوده، به رنگ قهوه‌ای تیره هستند و دارای یک سلول پایه برجسته و کم‌رنگ با دیواره‌های طولی و عرضی در جهات مختلف می‌باشند که کنیدیوم‌ها را به چند سلول (۱۱-۵) تقسیم کرده‌اند. ابعاد کنیدیوم‌ها  $25-8 \times 26-11$  (۲۰/۱) میکرومتر اندازه‌گیری شد (شکل ۵، I-L).

گونه *Epicoccum nigrum* توسط حداد درفشی و همکاران (Haddadrafshi et al. 2011) به عنوان قارچ اندوفیت از درخت گیلاس از مجارستان جداسازی شده است. هرقلی (۱۳۹۲) نیز این گونه را به عنوان قارچ اندوفیت از درخت مو در ایران گزارش نمود. گونه *E. nigrum* برای نخستین بار به عنوان قارچ اندوفیت درختان آلبالو در ایران و دنیا گزارش می‌شود.

#### بحث

در شناسایی مولکولی و بررسی فیلوژنی قارچ‌های اندوفیت اغلب از نواحی بین ژن‌های کدکننده زیر-واحدهای ریبوزوم هسته‌ای (ITS rDNA) استفاده می‌شود (Arnold et al. 2007). در تحقیق حاضر نیز از توالی ناحیه ITS1-5.8S-ITS2 جهت شناسایی مولکولی و بررسی فیلوژنی قارچ‌های اندوفیت به دست آمده استفاده شد. این ناحیه، قادر به تفکیک اغلب گونه‌های قارچی شناسایی شده در سطح گونه بود. در این تحقیق، تبارنمای فیلوژنتیکی با استفاده از روش maximum likelihood و براساس توالی نواحی ITS در ۱۰ جدایه مورد بررسی و ۳۶ جدایه استاندارد و یک جدایه به عنوان گروه خارجی اخذ شده از بانک ژن (NCBI) ترسیم شد (جدول ۱). جدایه‌ها براساس نحوه انشعاب شاخه‌ها، در شش دودمان قرار گرفتند. تمام اعضای تبارنما متعلق به شاخه *Ascomycota* هستند. گونه *Eremothecium gossypii* (AY046216) از راسته *Saccharomycetales* و از شاخه *Ascomycota* به عنوان گروه خارجی در نظر گرفته شده است (شکل ۶).

در دودمان یک، جدایه‌های مورد مطالعه متعلق به گونه‌های *Aureobasidium pullulans* و *A. namibiae*

آسک‌ها استوانه‌ای شکل بوده و دارای یک پایه نسبتا کوتاه می‌باشند و هشت آسکوسپور در هر آسک وجود دارد. اندازه آسک‌ها  $11-13 \times 11-13$  (۱۶۵/۵)  $105-183$  میکرومتر است. پارافیزها به تعداد زیاد تشکیل شده و به صورت نخ‌شکل و بی‌رنگ بوده، دارای دیواره‌های عرضی و به صورت ساده و فاقد انشعاب هستند. پارافیزها معمولا از آسک‌ها بلندتر هستند. اندازه پارافیزها ۱۹۰ الی ۳۲۵ میکرومتر است. آسکوسپورها به صورت هشت‌تایی و به صورت تک‌ردیفه در آسک‌ها قرار دارند. آسکوسپورها ابتدا بی‌رنگ و در مرحله بلوغ به رنگ قهوه‌ای تیره و یا سیاه رویت می‌شوند. سطح آسکوسپورها صاف بوده و دارای یک قطره چربی نسبتا بزرگ هستند. یک برآمدگی مشخص در هر دو طرف آسکوسپورها وجود دارد. اندازه آسکوسپورها  $9-12 \times 9-12$  (۱۹/۳)  $16-20$  میکرومتر می‌باشد (شکل ۵، E-H). گونه‌های این جنس از بسترهای مختلفی از جمله خاک، کود، چوب و اندام‌های هوایی گیاه و آب‌های آزاد گزارش شده‌اند (Asgari & Zare 2006). این گونه برای نخستین بار به عنوان قارچ اندوفیت درختان آلبالو در ایران و دنیا گزارش می‌شود.

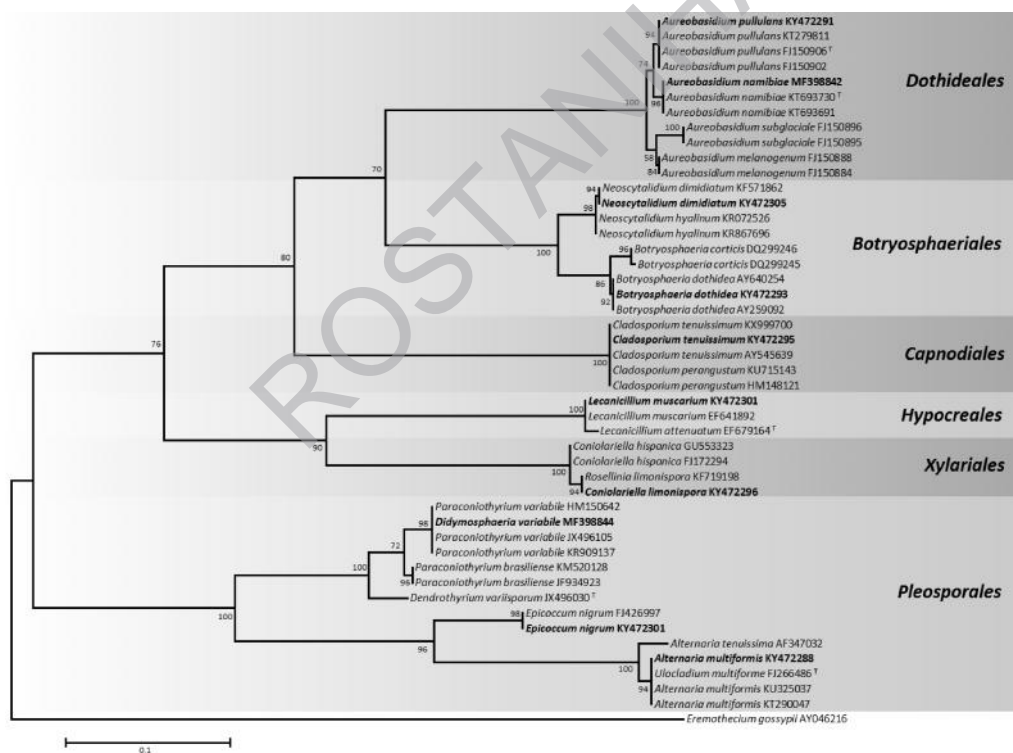
۱۰- *Epicoccum nigrum* Link, Magazin der Gesellschaft

Naturforschenden Freunde Berlin 8: 32 (1816)

نمونه‌های بررسی شده: جدایه‌های TEA1، TEA2، TEA11، TEA12، TEA13، TEA17، TEA18، TEA19، به دست آمده از شاخه‌های چندساله و TEA16 به دست آمده از برگ درختان آلبالو، شهریار، تهران، تیر ۱۳۹۳؛ KAA5، KAA10، KAA13، KAA15، KAA17، KAA19، KAA20، به دست آمده از شاخه‌های چندساله و KAA16، به دست آمده از برگ درختان آلبالو، کاشمر، خراسان رضوی، فروردین ۱۳۹۳؛ CHA1، CHA3، CHA5، CHA6، CHA7، CHA8، به دست آمده از شاخه‌های چندساله درختان آلبالو، شهر کرد، چهارم‌حال و بختیاری، اردیبهشت ۱۳۹۳ (جدایه نماینده: ABRII 10242، به دست آمده از شاخه‌های چندساله درختان آلبالو، شهریار، تهران، تیر ۱۳۹۳) قطر پرگنه قارچ روی محیط کشت PDA بعد از گذشت هفت روز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و شرایط تاریکی مطلق ۴۵ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. پرگنه روی محیط کشت به رنگ قهوه‌ای تیره متمایل به سیاه بوده و حاشیه آن به صورت یک نوار نسبتا باریک زرد و سفید رنگ دیده شد. اطراف پرگنه به دلیل تولید متابولیت ثانویه نارنجی رنگ بود. اسپورودوکیوم‌ها بالشتکی شکل بوده و به صورت نقاط سیاه رنگ و خوشه‌ای به فراوانی در

*Hypocreales* هستند. در دودمان پنج، جدایه‌های مورد مطالعه متعلق به گونه‌های *Coniolariaella limonispora* (نام قبلی *Rosellinia limonispora* Ellis & Everh.) و *Coniolariaella hispanica* می‌باشند. این دودمان همچنین دارای حمایت اعتبارسنجی ۱۰۰ درصد بوده و اعضای آن متعلق به راسته *Xylariales* می‌باشند. در دودمان شش، جدایه‌های مورد مطالعه متعلق به گونه‌های *Didymosphaeria variable*، *Epicoccum nigrum*، *Dendrothyrium variisporum* و *A. tenuissima* می‌باشند. این دودمان هم دارای حمایت اعتبارسنجی ۱۰۰ درصد بوده و اعضای آن متعلق به راسته *Pleosporales* هستند. لازم به ذکر است که گونه *Paraconiothyrium variable*، اخیراً به جنس *Didymosphaeria* منتقل شده و نام سابق گونه *Didymosphaeria variable* است.

*A. melanogenum* و *A. subglaciale* می‌باشند. این دودمان دارای حمایت اعتبارسنجی ۱۰۰ درصد بوده و اعضای آن متعلق به راسته *Dothideales* هستند. در دودمان دو، جدایه‌های مورد مطالعه متعلق به گونه‌های *Botryosphaeria dothidea*، *Botryosphaeria corticis* و *Neoscytalidium dimidiatum*، *Botryosphaeria corticis* و *Neoscytalidium hyalinum* می‌باشند. این دودمان نیز دارای حمایت اعتبارسنجی ۱۰۰ درصد بوده و اعضای آن متعلق به راسته *Botryosphaeriales* هستند. در دودمان سه، جدایه‌های مورد مطالعه متعلق به گونه‌های *Cladosporium tenuissimum* و *C. perangustum* می‌باشند. این دودمان نیز دارای حمایت اعتبارسنجی ۱۰۰ درصد بوده و اعضای آن متعلق به راسته *Capnodiales* می‌باشند. در دودمان چهار، جدایه‌های مورد مطالعه متعلق به گونه *Lecanicillium muscarium* و *L. attenuatum* می‌باشند. این دودمان نیز که دارای حمایت اعتبارسنجی ۱۰۰ درصد بود، اعضای آن متعلق به راسته



شکل ۶- تبارنمای فیلوژنتیکی ترسیم شده با استفاده از توالی نوکلئوتیدی ناحیه ITS1-5.8S-ITS2 در ۴۶ آرایه براساس روش maximum likelihood در نرم‌افزار MEGA 7.0. اعداد بالای هر شاخه درصد اعتبارسنجی از ۱۰۰۰ تکرار را نشان می‌دهد. گونه *Eremothecium gossypii* (AY046216) به عنوان گروه خارجی انتخاب شده است (جدایه‌های مورد مطالعه در این تحقیق بولد شده‌اند). Fig. 6. A maximum likelihood tree inferred from nucleotide sequence of ITS1-5.8S-ITS2 region in 46 taxa generated using MEGA 7.0 software. The numbers the branches are the bootstrap values of 1000 replications. *Eremothecium gossypii* (AY046216) was used as out group (isolates studied in this survey are marked with bold letters).

اکتین به همراه توالی نوکلئوتیدی نواحی ITS برای تفکیک گونه‌های این جنس استفاده کردند. در این تحقیق، گونه *C. tenuissimum* با داشتن خصوصیات ریخت‌شناختی از جمله کنیدیوفورهای بلند، وجود تورم‌هایی در رأس کنیدیوفور و کنیدیوم‌زایی میانی از سایر گونه‌های این جنس و کمپلکس *C. cladosporioides* متمایز می‌گردد.

بنابراین، اغلب گونه‌های قارچی شناسایی شده در این تحقیق، براساس مطالعه مولکولی مبتنی بر توالی نوکلئوتیدی نواحی ITS در کنار جدایه‌های استاندارد از گونه‌های مربوطه در شجره قرار گرفتند که تایید کننده شناسایی ریخت‌شناختی گونه‌ها بوده و همچنین ارتباط آن‌ها را با یکدیگر مشخص می‌نماید.

در شناسایی مولکولی و بررسی فیلوژنی قارچ‌های اندوفیت، اغلب از نواحی بین ژن‌های کدکننده زیرواحدهای ریبوزوم هسته‌ای (ITS rDNA) استفاده می‌شود (Arnold et al. 2007). در تحقیق حاضر نیز از توالی ناحیه ITS1-5.8S-ITS2 جهت شناسایی مولکولی و بررسی فیلوژنی قارچ‌های اندوفیت به دست آمده استفاده شد. این ناحیه، قادر به تفکیک اغلب گونه‌های قارچی شناسایی شده در سطح گونه بود، اما توالی ناحیه ITS1-5.8S-ITS2 قادر به تفکیک دو گونه *C. perangustum* و *C. tenuissimum* از یکدیگر نبود. بنش و همکاران (Bensch et al. 2010) عنوان کردند که توالی نوکلئوتیدی نواحی ITS توانایی تمایز کامل گونه‌های جنس *Cladosporium* را ندارد و به همین دلیل از توالی ژن‌های *tef* و

## References

- Alves, A., Correia, A., Luque, J. & Phillips, A. 2004. *Botryosphaeria corticola*, sp. nov. on *Quercus* species, with notes and description of *Botryosphaeria stevensii* and its anamorph, *Diplodia mutila*. Mycologia 96(3): 598–613.
- Amirmijani, A.R., Khodaparast, S.A. & Zare, R. 2014. Contribution to the identification of *Cladosporium* species in the North of Iran. Rostaniha 15(2): 133–145.
- Arnold, A.E., Henk, D.A., Eells, R.L., Lutzoni, F. & Vilgalys, R. 2007. Diversity and phylogenetics affinities of foliar fungal endophytes in loblolly pine inferred by culturing and environmental PCR. Mycologia 99: 185–206.
- Arzanlou, M. 2014. Molecular Characterization of *Aureobasidium* Species in Iran. Research in Molecular Medicine 2(2): 28–33.
- Asgari, B. & Zare, R. 2006. Two new *Coniochaeta* species from Iran. Nova Hedwigi 82: 227–236.
- Asgari, B., Zare, R. & Peyghami, E. 2004. Hyphomycetous fungal community of barley phylloplane in East Azarbaijan province with emphasis on new taxa for Iranian fungal flora. Rostaniha 5(2): 1–25 (In Persian).
- Aveskamp, M.M., Verkley, G.J., de Gruyter, J., Murace, M.A., Perello, A., Woudenberg, J.H., Groenewald, J.Z. & Crous, P.W. 2009. DNA phylogeny reveals polyphyly of *Phoma* section *Peyronellaea* and multiple taxonomic novelties. Mycologia 101(3): 363–382.
- Bagherabadi, S., Zafari, D. & Soleimani, M. J. 2015. A report on the *Alternaria* species and its similar genera in Hamedan province. Taxonomy and Biosystematic 24: 95–112.
- Bakhshizadeh, M., Hashemian, H.R., Najafzadeh, M.J., Dolatabadi, S. & Zarrinfar, H. 2014. First report of rhinosinusitis caused by *Neoscytalidium dimidiatum* in Iran. Journal of Medical Microbiology 63(7): 1017–1019.
- Bensch, K., Groenewald, J.Z., Dijksterhuis, J., Starink-Willemsse, M., Andersen, B., Summerell, B.A., Shin, H.D., Dugan, F.M., Schroers, H.J., Braun, U. & Crous, P.W. 2010. Species and ecological diversity within the *Cladosporium cladosporioides* complex (*Davidiellaceae*, *Capnodiales*). Studies in Mycology 67: 1–94.
- Bensch, K., Groenewald, J.Z., Dijksterhuis, J., Starink-Willemsse, M., Andersen, B., Summerell, B.A., Shin, H.D., Dugan, F.M., Schubert, H.J., Braun, U. & Crous, P.W. 2010. Species and ecological diversity within the *Cladosporium*

- cladosporioides* complex (*Davidiellaceae*, *Capnodiales*). *Studies in Mycology* 67: 1–94.
- Choi, M.A., Park, S.J., Ahn, G.R. & Kim, S.H. 2014. Identification and characterization of *Paraconiothyrium brasiliense* from garden plant *Pachysandra terminalis*. *The Korean Journal of Mycology* 42(4): 262–268.
- Cloete, M., Fourie, P.H., Ulrike, D.A.M.M., Crous, P.W. & Mostert, L. 2011. Fungi associated with die-back symptoms of apple and pear trees, a possible inoculum source of grapevine trunk disease pathogens. *Phytopathologia Mediterranea* 50(4): 176–190.
- Crous, P.W., Phillips, A.J.L. & Baxter, A.P. 2000. *Phytopathogenic fungi from South Africa*. University of Stellenbosch, Department of Plant Pathology Press, pp. 358.
- da Silva, R.T., Guimarães, D.A., Camargo, Z.P., Rodrigues, A.M., Maceira, J.P., Bernardes-Engemann, A.R. & Orofino-Costa, R. 2016. Cutaneous murine model of infection caused by *Neoscytalidium dimidiatum*: a preliminary study of an emerging human pathogen. *Sabouraudia* 54(8): 890–898.
- Damm, U., Verkley, G.J.M., Crous, P.W., Fourie, P.H., Haegi, A. & Riccioni, L. 2008. Novel *Paraconiothyrium* species on stone fruit trees and other woody hosts. *Persoonia* 20: 9–17.
- Davari, M., Arzanlou, M. & Babai, A.A. 2011. Identification of some fungal species involved in biodegradation of petroleum pollutants in Northwest of Iran. *Rostaniha* 12(1): 1–12.
- Ershad, D. 2009. *Fungi of Iran*. Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran (In Persian).
- Forootanfar, H., Faramarzi, M.A., Shahverdi, A.R. & Yazdi, M.T. 2011. Purification and biochemical characterization of extracellular laccase from the ascomycete *Paraconiothyrium variabile*. *Bioresource Technology* 102(2): 1808–1814.
- Ginns, J.H. 1986. *Compendium of plant disease and decay fungi in Canada 1960–1980*. Research Branch, Canada Agriculture Publications 1813: 416.
- Gostin ar, C., Ohm, R.A., Kogej, T., Sonjak, S., Turk, M., Zajc, J., Zalar, P., Grube, M., Sun, H., Han, J., Sharma, A., Chiniqy, J., Ngan, C.Y., Lipzen, A., Barry, K., Grigoriev, I.V. & Gunde-Cimerman, N. 2014. Genome sequencing of four *Aureobasidium pullulans* varieties: biotechnological potential, stress tolerance, and description of new species, *BMC Genomic* 15(1): 1–28.
- Guillén-Sánchez, D., de Jesús Yañez-Morales, M., Téliz-Ortíz, D., Siebe-Grabach, C. & Bautista-Baños, S. 2007. Morphological and molecular characterization of *Cladosporium tenuissimum* Cooke (Deuteromycotina: Hyphomycetes) on mango tree panicles: symptoms, pathogenicity and severity of the fungus. *Fruits* 62(6): 361–368.
- Haddadrafshi, N., Halasz, K., Posa, T., Peter, G., Hrotko, K., Gasper, K. & Lukaces, N. 2011. Diversity of endophytic fungi isolated from cherry (*Prunus avium*). *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology* 15(2): 1–6.
- Hashemi, H. & Mohammadi, H. 2016. Identification and characterization of fungi associated with internal wood lesions and decline disease of willow and poplar trees in Iran. *Forest Pathology* 46(4): 341–352.
- Hergholi, N. 2013. Isolation and Identification of endophytic fungi in grapevine trees (*Vitis vinifera* L.) in West Azarbaijan province. MSc thesis plant pathology, University of Tehran, Iran (In Persian).
- Hortova, B. & Novotny, D. 2011. Endophytic fungi in branches of sour cherry trees: a preliminary study. *Czech Mycology* 63(1): 77–82.
- Hsieh, H.M., Lin, C.R., Fang, M.J., Rogers, J.D., Fournier, J., Lechat, C. & Ju, Y.M. 2010. Phylogenetic status of *Xylaria* subgenus *Pseudoxylaria* among taxa of the subfamily



- Xylarioideae (Xylariaceae)* and phylogeny of the taxa involved in the subfamily. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 54(3): 957–969.
- Hyde, K.D. & Soyong, K. 2008. The fungal endophyte dilemma. *Fungal Diversity* 33: 163–173.
- Hyde, K.D., Wong, S.W., Lumyong, S. & Lumyong, P. 1997. *Apiosordaria striatispora*, an endophyte of *Mesua ferrea* and *Prunus arborea* from Thailand. *Mycoscience* 38: 437–439.
- Jam Ashkezari, S.J. & Fotouhifar, K.B. 2017. Diversity of endophytic fungi of common yew (*Taxus baccata* L.) in Iran. *Mycological Progress* 3(16): 247–256.
- Lazzizzera, C., Frisullo, S., Alves, A. & Phillips, A.J.L. 2008. Morphology, phylogeny and pathogenicity of *Botryosphaeria* and *Neofusicoccum* species associated with drupe rot of olives in southern Italy. *Plant Pathology* 57(5): 948–956.
- Leal, I., Alfaro, R.I., Lim, Y.W. & Kope, H.H. 2008. Molecular characterization of the entomopathogenic fungi *Lecanicillium* spp. (Deuteromycota: Hyphomycetes) isolated from white pine weevil, *Pissodes strobi* (Coleoptera: Curculionidae), in British Columbia. *The Canadian Entomologist* 140(2): 168–173.
- Ligoxigakis, E.K., Papaioannou, I.A., Markakis, E.A. & Typas, M.A. 2013. First report of leaf spot of *Phoenix theophrasti* caused by *Paraconiothyrium variable* in Greece. *Plant Disease* 97: 1250.
- Liu, A.R., Chen, S.C., Lin, X.M., Wu, S.Y., Xu, T., Cai, F.M. & Jeewon, R. 2010. Endophytic Pestalotiopsis species associated with plants of *Palmae*, *Rhizophoraceae*, *Planchonellae* and *Podocarpaceae* in Hainan, China. *African Journal of Microbiology Research* 4: 2661–2669.
- Nei, M. & Kumar, S. 2000. *Molecular Evolution and Phylogenetics*. Oxford University Press, UK, 333 pp.
- Nemati, H. & Abdollahzadeh, A. 2009. Sweet and sour cherry- Production and Utilization. *Jehad University of Mashhad Press, Iran* (In Persian).
- Pak, D., You, M., Lanoiselet, V. & Barbetti, M.J. 2017. Reservoir of cultivated rice pathogens in wild rice in Australia. *European Journal of Plant Pathology* 147(2): 295–311.
- Phillips, A.J., Rumbos, I.C., Alves, A. & Correia, A. 2005. Morphology and phylogeny of *Botryosphaeria dothidea* causing fruit rot of olives. *Mycopathologia* 159(3): 433–439.
- Pimenta, R.S., Da Silva, J.F.M., Buyer, J.S. & Janisiewicz, W.J. 2012. Endophytic fungi from plums (*Prunus domestica*) and their antifungal activity against *Monilinia fructicola*. *Journal of Food Production* 75(10): 1883–1889.
- Pryor, B.M. & Michailides, T.J. 2002. Morphological, pathogenic, and molecular characterization of *Alternaria* isolates associated with *Alternaria* late blight of pistachio. *Phytopathology* 92(4): 406–416.
- Refaei, J., Jones, E.B.G., Sakayaroj, J. & Santhanam, J. 2011. Endophytic fungi from *Rafflesia cantleyi*: species diversity and antimicrobial activity. *Mycosphere* 2(4): 429–447.
- Runa, F., Park, M.S. & Pryor, B.M., 2009. *Ulocladium* systematics revisited: phylogeny and taxonomic status. *Mycological Progress* 8(1): 35–47.
- Schulz, B. & Boyle, C. 2005. The endophytic continuum. *Mycological Research* 109: 661–686.
- Schulz, B. & Boyle, C. 2006. What are endophytes? Pp. 1–13. In: Schulz, B., Boyle, C. & Seiber, T. (eds). *Microbial Root Endophytes*. Springer, Berlin.
- Schulz, B., Boyle, C. Draeger, S. Rommert, A-K. & Krohn, K. 2002. Endophytic fungi: a source of biologically active secondary metabolites. *Mycological Research* 106: 996–1004.
- Smith, H., Wingfield, M.J. & Petrini, O. 1996. *Botryosphaeria dothidea* endophytic in *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus nitens* in

- South Africa. *Forest Ecology and Management* 89: 189–195.
- Strobel, G.A. 2003. Endophytes as sources of bioactive products. *Microbes and Infections* 5(6): 535–544.
- Travadon, R., Lecomte, P., Diarra, B., Lawrence, D.P., Renault, D., Ojeda, H., Rey, P. & Baumgartner, K. 2016. Grapevine pruning systems and cultivars influence the diversity of wood-colonizing fungi. *Fungal Ecology* 24: 82–93.
- van Nieuwenhuijzen, E.J., Houbraken, J.A., Meijer, M., Adan, O.C. & Samson, R.A. 2016. *Aureobasidium melanogenum*: a native of dark biofinishes on oil treated wood. *Antonie van Leeuwenhoek* 109(5): 661–683.
- Verkley, G.J.M., Dukik, K., Renfurm, R., Göker, M. & Stielow, J.B. 2014. Novel genera and species of *coniothyrium*-like fungi in *Montagnulaceae* (Ascomycota). *Persoonia* 32(1): 25–51.
- Weber, D. 2009. Endophytic fungi, occurrence and metabolites. In: Anke, T. & Weber, D. (eds). *The Mycota. Vol. XV, Physiology and Genetics selected basis and applied aspects* springer-Verlag, Berlin, Germany, pp. 153–195.
- White, T. J., Bruns, T., Lee, S. & Taylor, J. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Inis, M.A., Gelfand, D.H., Sninsky, J.J. & White, T.J. (eds). *PCR Protocols: A guide to Methods and Applications*. Academic Press, San Diego, USA, pp. 315–322.
- Zalar, P., Gostin ar, C., De Hoog, G.S., Urši, V., Sudhadham, M. & Gunde-Cimerman, N. 2008. Redefinition of *Aureobasidium pullulans* and its varieties. *Studies in Mycology* 61: 21–38.
- Zare, R. & Gams W. 2008. A revision of the *Verticillium fungicola* species complex and its affinity with the genus *Lecanicillium*. *Mycological Research* 112(7): 811–824.
- Zare, R. & Gams, W. 2008. A revision of *Verticillium* section Prostrata. IV. The genera *Lecanicillium* and *Simplicillium* gen. nov. *Nova Hedwigia* 73: 1–50.
- Zare, R., Asgari, B. & Gams, W. 2010. The species of *Coniolarrella*. *Mycologia* 102(6): 1383–1388.
- Zhong, S. & Steffenson, B.J. 2001. Virulence and molecular diversity in *Cochliobolus sativus*. *Phytopathology* 91: 469–476.