معرفی چهار آرایه جدید فوزاریوم از کمپلکس فوزاریوم سولانی جدا شده از خاک

دریافت: 1392/10/14 / پذیرش: 1393/3/21

خسرو چهری: استادیار گروه زیست شناسی، دانشکده علوم دانشگاه رازی، کرمانشاه (khchehri@gmail.com)

چکیده

جهت شناسایی گونه‌های مختلف کمپلکس فوزاریوم سولانی از خاک مزارع کشاورزی موجود در مناطق مختلف آب و هوایی استان‌های کرمانشاه، همدان و کردستان، 58 نمونه خاک جمع‌آوری شد. در این بررسی، 100 جدایه از گونه‌های مربوط به این کمپلکس به دست آمد. براساس مشخصات مورفولوژیکی چهار گونه *Fusarium falciforme*، *F. petroliphilum*، *F. keratoplasticum* و *F. pseudensiforme* متعلق به کمپلکس فوزاریوم سولانی شناسایی شد که نخستین بار از ایران گزارش می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: ایران، خاک، کردستان، کرمانشاه، میکوفلور، همدان

Four new *Fusarium* species from *Fusarium solani* species complex isolated from soil

Received: 04.01.2014 / Accepted: 11.06.2014

Khosrow Chehri: Assistant Prof., Department of Biology, Faculty of Science, Razi University, Kermanshah, Iran (khchehri@gmail.com)

Summary

One hundred isolates of *Fusarium solani* species complex were isolated and identified from 58 agricultural soil samples collected from different geographical regions in Kermanshah, Hamadan and Kurdistan provinces of Iran. Based on morphological characteristics, *Fusarium falciforme*, *F. petroliphilum*, *F. keratoplasticum* and *F. pseudensiforme*, are reported for the first time from Iran.

Keywords: Hamadan, Iran, Kermanshah, Kurdistan, mycoflora, soil

مقدمه

جنس فوزاریوم از مهمترین قارچ‌های هیفومیست خاک‌زی است که گونه‌های مختلف آن در سراسر دنیا و در شرایط مختلف اقلیمی به صورت بیمارگر گیاهی، کودرست و اندوفیت انتشار وسیعی دارند (Kommedahl & Windels 1977, Salleh & Sulaiman 1984, Burgess *et al.* 1994, Sangalang *et al.* 1995, Jutta *et al.* 2006). انتشار وسیع گونه‌های فوزاریوم مربوط به توانایی رشد آن‌ها روی دامنه وسیع از مواد مختلف، داشتن مکانیزم‌های کافی برای انتشار و همچنین قدرت دوام و بقای طولانی در شرایط نامناسب می‌باشد (Burgess 1981). گونه‌های این جنس به صورت‌های مختلف کلامیدوسپور در خاک، بافت و یا ریسه‌های فعال و غیرفعال در بقایای میزبان و مواد آلی وجود دارند (Burgess *et al.* 1994, Summerell *et al.* 2003).

گرچه گونه‌های فوزاریوم عمدتا به عنوان بیمارگر گیاهی مورد توجه بوده‌اند، ولی بسیاری از آن‌ها قادر به تولید مایکوتوکسین هستند که برای سلامتی انسان و حیوانات مضر هستند (Gelderblom *et al.* 1988, Wilson *et al.* 1985, Nelson *et al.* 1994). همچنین، در آزمایش‌های مختلف نشان داده شده است که بعضی از گونه‌های کمپلکس فوزاریوم سولانی به طور فراوان باعث بیماری‌های پوستی، چشمی و تنفسی در افراد بیمار و یا در افراد با سیستم ایمنی ضعیف بدن و بویژه

افراد مبتلا به ایدز شده‌اند (Nelson *et al.* 1994, O'Donnell, 2000, O'Donnell *et al.* 2008).

گونه مورفولوژیک *F. solani* (Mart.) Sacc. ابتدا توسط C.F.P. von Martius به عنوان *Fusisporium solani* شناخته شد و بعد توسط ساکاردو (Saccardo 1882) به عنوان شبه جنس *F. solani* معرفی شد. اسنایدر و هانسن (Snyder & Hansen 1941) این گونه را در بخش *Martiella* قرار دادند. اخیرا، با استفاده از روش‌های مولکولی اعضای این گونه به عنوان کمپلکس گونه‌ای بررسی شد و گونه‌های متعددی از این کمپلکس معرفی شد (O'Donnell 2000).

تاکنون در ایران مقالات متعددی در زمینه شناسایی گونه‌های فوزاریوم ارایه شده است (Zare & Ershad 1997, Darvishnia *et al.* 2006, Chehri *et al.* 2010). در مقاله حاضر در راستای شناسایی و تکمیل اطلاعات در خصوص فلور گونه‌های فوزاریوم ایران گزارشی از آرایه‌های *Fusarium falciforme*، *F. petroliphilum*، *F. keratoplasticum* و *F. Pseudensiforme* متعلق به کمپلکس فوزاریوم سولانی به عنوان آرایه‌های جدید برای فلور قارچ‌های ایران ارایه می‌گردد.

روش بررسی

طی سالهای 1382 تا 1391 از قسمت‌های سطحی (10 cm) خاک مزارع و باغ‌های مختلف در استان‌های کرمانشاه، همدان و کردستان نمونه‌برداری صورت گرفت. نمونه‌ها در پاکت‌های کاغذی (استفاده نشده) قرار داده شد و سریع به آزمایشگاه منتقل گردید و در آون در دمای 25 درجه سلسیوس خشک شدند. گونه‌ها به روش تهیه سوسپانسیون خاک جداسازی شدند به این صورت که یک گرم از خاک با 100 سی‌سی آب مخلوط شد و یک سی سی از آن روی محیط کشت انتخابی پنتاکلرونیتروبنزن- آگار (PPA) (Nash and Snyder 1962) کشت شد. همه تشتک‌های پتری برای 48 ساعت در درون انکوباتور و در دمای دمای 25 درجه سلسیوس روز و 20 درجه سلسیوس شب و در فاصله 30 سانتی‌متری لامپ Near ultra violet (NUV) قرار داده شدند (Salleh & Sulaiman 1984). پرگنه‌های رشد کرده تک اسپور گردیده و برای نگهداری کوتاه مدت و مشاهده مشخصات پرگنه نظیر میزان رشد و رنگ به محیط کشت معمولی سیب زمینی- دکستروز- آگار (PDA) انتقال داده شدند. جهت تحریک جدایه‌ها به تولید ماکروکنیدیوم از محیط‌های کشت برگ میخک- آگار (CLA) 2% (Fisher *et al.* 1982) و اس. ان. ا. (SNA) (Nirenberg 1976) استفاده شد. برای مشاهده جدایه‌هایی که به سختی تولید کلامیدوسپور می‌کنند از محیط کشت خاک- آگار (SA) 2/5% (Klotz *et al.* 1988) استفاده شد. گونه‌ها به کمک کلیدهای تشخیص موجود در آخرین مقالات علمی مرتبط شناسایی شدند (Summerbell & Schroers 2002, Short *et al.* 2013).

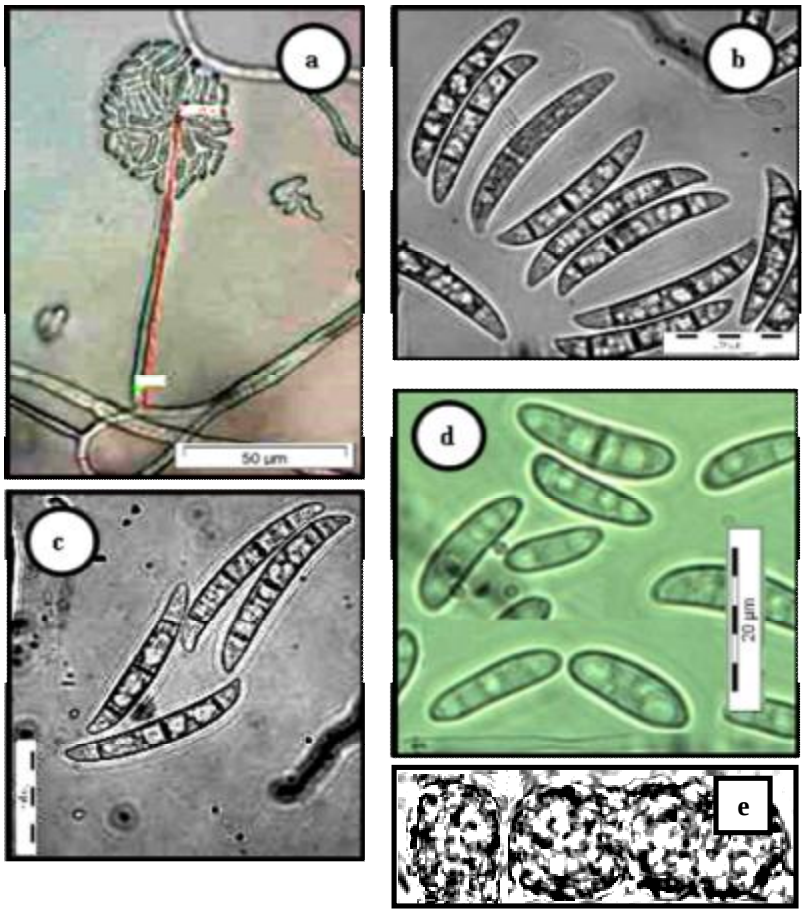
نتیجه و بحث

در این بررسی، 100 جدایه به دست آمد. براساس مشخصات مورفولوژیکی چهار گونه *Fusarium falciforme*، *F. petroliphilum*، *F. keratoplasticum* و *F. pseudensiforme* متعلق به کمپلکس فوزاریوم سولانی شناسایی شد که به شرح زیر برای نخستین بار از ایران گزارش و معرفی می‌شوند.

1- ***Fusarium falciforme*** (Carrion) Summerbell & Schroers, Journal of Clinical Microbiology 40: 2866

میزان رشد پرگنه قارچ روی محیط PDA بعد از 24 ساعت در دمای 25 درجه سلسیوس برابر 8/5 میلی‌متر است. رنگ ریسه‌های هوایی سفید متمایل به زرد است و رنگ پرگنه از پشت تشتک پتری بعد از 1-2 هفته زرد می‌شود. پرگنه دارای حاشیه صاف است. کنیدیوفورهای سطح پرگنه 200-150 میکرومتر طول و 7-3/5 میکرومتر عرض دارند. سلول‌های کنیدیوم‌زا به صورت استوانه‌ای روی ریسه‌های هوایی به صورت مونوفیالید تشکیل می‌شوند. این گونه میکروکنیدیوم‌های تخم‌مرغی و بیضوی کشیده که غالبا تک‌حجره‌ای بوده، تولید می‌کنند. اندازه میکروکنیدیوم‌های تک‌حجره‌ای (5/4-) 4/6-3/8 (-2/8) × (-13) 6-12/6 (-5/5) میکرومتر می‌باشد. اسپورودخیوم‌ها در همه جدایه‌ها روی محیط CLA تشکیل شدند. ماکروکنیدیوم‌های اسپورودخیومی، خمیده با 3 تا 4 بند و سلول پایه‌ای فرورفته و سلول انتهایی خمیده (bent) می‌باشند. تعداد ماکروکنیدیوم‌های 4 بندی بیشتر است. اندازه ماکروکنیدیوم های 3 بندی (5/6-) 5-4/5 (-4/2) × (44-) 42-30 (-25) میکرومتر و ماکروکنیدیوم‌های 4 بندی 5/5-4/5 × 45-40 میکرومتر است. این گونه کلامیدوسپور فراوانی تولید می‌کند. کلامیدوسپورها دارای سطح صاف یا ناصاف هستند و به صورت منفرد و چند تایی تشکیل می‌شوند و اندازه آن‌ها 7 تا 15 میکرومتر است (شکل 1). مشخصات این گونه با شرح ارایه شده توسط سامربل و شروئرز (Summerbell & Schroers 2002) مطابقت داشت. این گونه از نظر شکل پرگنه و شکل میکروکنیدیوم ممکن است با بعضی از جدایه‌های گونه‌های *F. petroliphilum* و *F. keratoplasticum* مشابه باشد، ولی ماکروکنیدیوم‌های این گونه کوتاه‌تر از ماکروکنیدیوم‌های

گونـــه *F. petroliphilum* و بلنـــدتر از ماکروکنیـــدیوم‌هـــای گونـه *F. Keratoplasticum* مـی‌باشـد (Short *et al.* 2013). گزارش این گونه برای فلور ایران جدید می‌باشد.



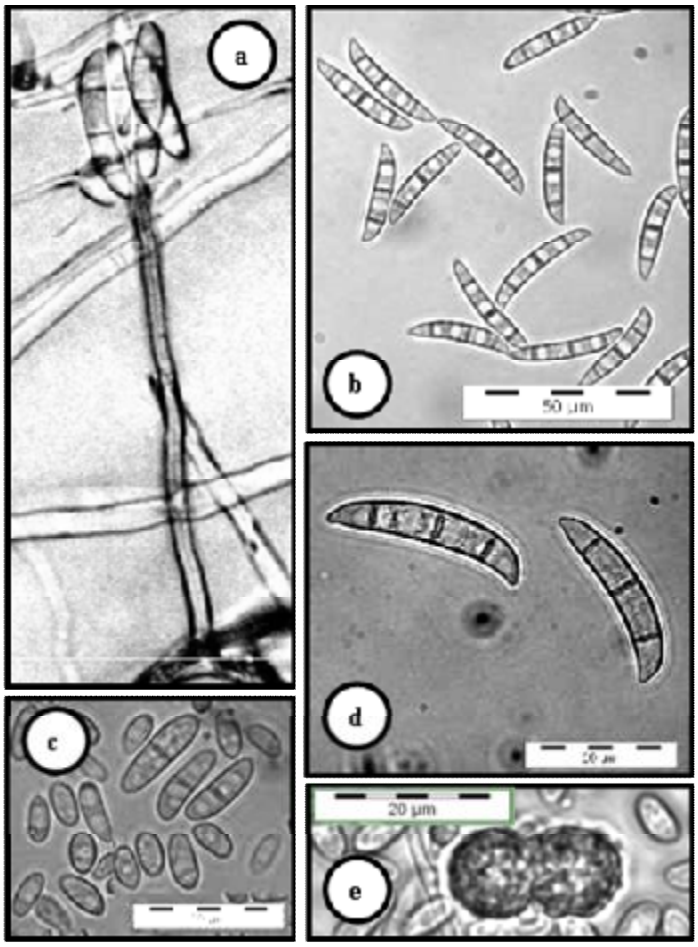
شکل 1- *Fusarium falciforme*: f. a. مونوفیالید، b, c, ماکروکنیدیوم‌ها، d. میکروکنیدیوم‌ها، e. کلامیدوسپور (مقیاس برای اشکال b-e برابر 20 میکرومتر و برای شکل a برابر 50 میکرومتر است).

Fig. 1. *Fusarium falciforme*: a. Monophialide, b-c. Macroconidia, d. Microconidia, e. Chlamydospore (Bar = 20 µm for b-e; Bar = 50 µm for a).

2- ***Fusarium keratoplasticum*** D. Geiser, O'Donnell, Short et Zhang, Fungal Genetics and Biology 53: 59

میزان رشد پرگنـه قـارچ روی محـیط PDA بعـد از 24 ساعت در دمای 25 درجه سلسیوس برابـر 7/5 میلـی‌متـر اسـت. رنگ ریسه‌های هوایی سفید متمایـل بـه نـارنجی اسـت و رنـگ پرگنه از پشـت تشـتک پتـری بعـد از 2-1 هفتـه آجـری رنـگ می‌شود. پرگنه دارای حاشیه صاف اسـت. کنیـدیوفورهای سـطح پرگنه 140-100 میکرومتر طول 6-3/5 میکرومتر عرض دارنـد. سلول‌های کنیدیوم‌زا به صورت استوانه‌ای روی ریسه‌های هـوایی بـــه صـــورت مونوفیالیـــد تشـــکیل مـــی‌شـــوند. ایـــن گونـــه میکروکنیدیوم‌های بیضوی کشیده که غالبا تک و دوحجره‌ای بـوده، تولیـد مـی‌کنـد کـه بـه صـورت سـر دروغـین تشـکیل مـــی‌شـــوند. انـــدازه میکروکنیـــدیوم‌هـــای تـــک‌حجـــره‌ای (6/4-) 4/5-3/8 (-2/5) × (13-) 11/5-9/6 (-3/5) میکرومتـــر می‌باشد. در همه جدایه‌ها روی محـیط CLA، اسـپورودخیوم‌هـا تشـکیل شـدند. ماکروکنیـدیوم‌هـای اسـپورودخیومی تقریبـا از قسمت پشتی خمیده، با 3 تا 5 دیـواره عرضـی و سـلول پایـه‌ای فرورفته و سلول انتهایی خمیـده و تـا حـدودی پسـتانک شـکل می‌باشند. تعداد ماکروکنیدیوم‌های 3 بندی بیشـتر اسـت. انـدازه ماکروکنیـدیوم‌هـای 3 بنـدی (5/8-) 5/5-4/5 (-4/2) × (42-) 38-30 (-24) میکرومتـــر و ماکروکنیـــدیوم‌هـــای 5-4 بنـــدی

5/6-6/1 × 36-42 میکرومتر است. این گونه کلامیدوسپور فراوانی تولید می‌کند. کلامیدوسپورها دارای سطح صاف یا ناصاف هستند و به صورت منفرد و جفتی و بین سلولی تشکیل می‌شوند و اندازه آن‌ها 7 تا 15 میکرومتر است (شکل 2). مشخصات این گونه با شرح ارایه شده توسط شورت و همکاران (Short *et al.* 2013) مطابقت داشت. گزارش این گونه برای فلور ایران جدید بوده و از خاک زراعی شهرستان‌های سرپل ذهاب بیستون، سنقر، همدان، قروه، سنندج، روانسر، کرمانشاه و صحنه جدا شده است.



شکل 2- *Fusarium keratoplasticum*: a. مونوفیالید، b, d. ماکروکنیدیوم‌ها، c. میکروکنیدیوم‌ها، e. کلامیدوسپورها، (مقیاس برای اشکال a-b برابر 50 میکرومتر و برای شکل c-e برابر 20 میکرومتر است).

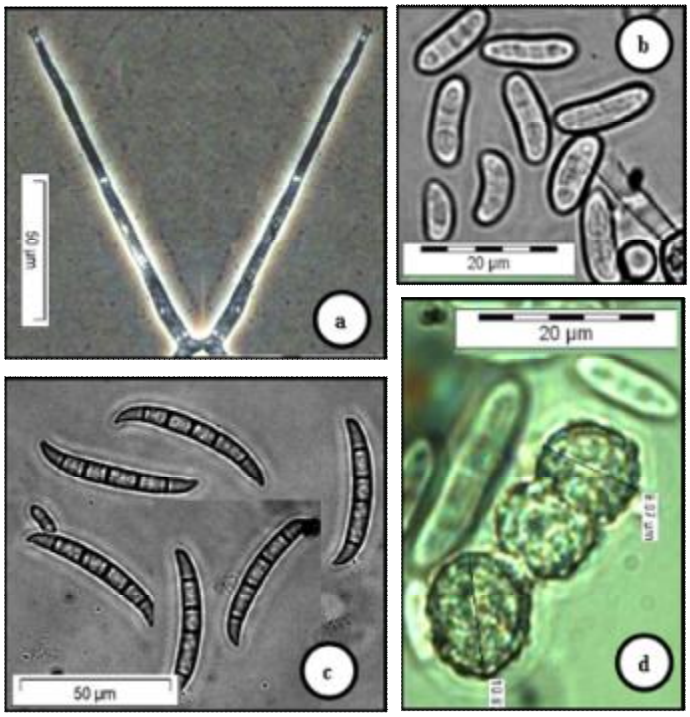
Fig. 2. *Fusarium keratoplasticum*: a. Monophialide, b, d. Macroconidia, c. Microconidia, e. Chlamydospores (Bar = 20 µm for c-e; Bar = 50 µm for a-b).

3- ***Fusarium petroliphilum*** (Q.T. Chen & X.H. Fu) D. Geiser, O'Donnell, Short et Zhang, Fungal Genetics and Biology 53: 59

میزان رشد پرگنه قارچ روی محیط PDA بعد از 24 ساعت در دمای 25 درجه سلسیوس برابر 7/5 میلی‌متر است. رنگ ریسه‌های هوایی سفید متمایل به کرم است و رنگ پرگنه از پشت تشتک پتری بعد از 2–1 هفته آجری رنگ می‌شود. پرگنه دارای حاشیه صاف است. کنیدیوفورهای سطح پرگنه 180-100 میکرومتر طول 5/6-3/5 میکرومتر عرض دارند. سلول‌های کنیدیوم‌زا به صورت استوانه‌ای روی ریسه‌های هوایی به صورت مونوفیالید تشکیل می‌گردند. این گونه میکروکنیدیوم‌های بیضوی کشیده که غالبا تک و دوحجره‌ای بوده، تولید می‌کند که به صورت سر دروغین تشکیل می‌شوند. اندازه میکروکنیدیوم‌های تک و دوحجره‌ای (6/0-) 5/4-4/8

(-2/6) × (24-) 12/6-18/5 (-4/8) میکرومتر می‌باشد. در همه جدایه‌ها روی محیط CLA، اسپورودخیوم‌ها تشکیل شدند. ماکروکنیدیوم‌های اسپورودخیومی تقریبا از قسمت پشتی و شکمی خمیده، با 3 تا 5 بند و سلول پایه‌ای به پاشنه‌ای شکل (foot-shaped) و سلول انتهایی خمیده و پستانک شکل می‌باشند.

اندازه ماکروکنیدیوم‌های 4–3 بندی (5/8-) 4/9-5/6 (4/4-) × (50-) 42-47 (-40) میکرومتر و ماکروکنیدیوم‌های 5 بندی 5/5-5/9 × 46-52 میکرومتر است. این گونه کلامیدوسپور فراوانی تولید می کند. کلامیدوسپورها دارای سطح صاف یا ناصاف هستند و به صورت منفرد و جفتی و بین‌سلولی تشکیل می‌شوند و اندازه آن‌ها 7 تا 12 میکرومتر است (شکل 3). مشخصات این گونه با شرح ارایه شده توسط شورت و همکاران (Short *et al*. 2013) مطابقت داشت. این گونه قبلا تحت عنوان *F. solani* f.sp. *cucurbitae* Race معرفی شده است و با توجه به طبقه‌بندی جدید گونه‌های کمپلکس فوزاروم سولانی به عنوان *F. petroliphilum* معرفی شد (Short *et al*. 2013). استرین‌های این گونه از خاک زراعی شهرستان‌های سرپل ذهاب بیستون، سنقر، همدان، قروه، سنندج، روانسر، کرمانشاه و صحنه جدا شده است. همچنین، بعضی از استرین‌های این گونه از میوه کدو تنبل پوسیده شده در مزارع کشت شده کدو در همدان جدا شده است.



شکل 3- *Fusarium petroliphilum*: a. مونوفیالیدها، b. میکروکنیدیوم‌ها، c. ماکروکنیدیوم‌ها، d. کلامیدوسپورها (مقیاس برای اشکال a, c برابر 50 میکرومتر و برای شکل b, d برابر 20 میکرومتر است).

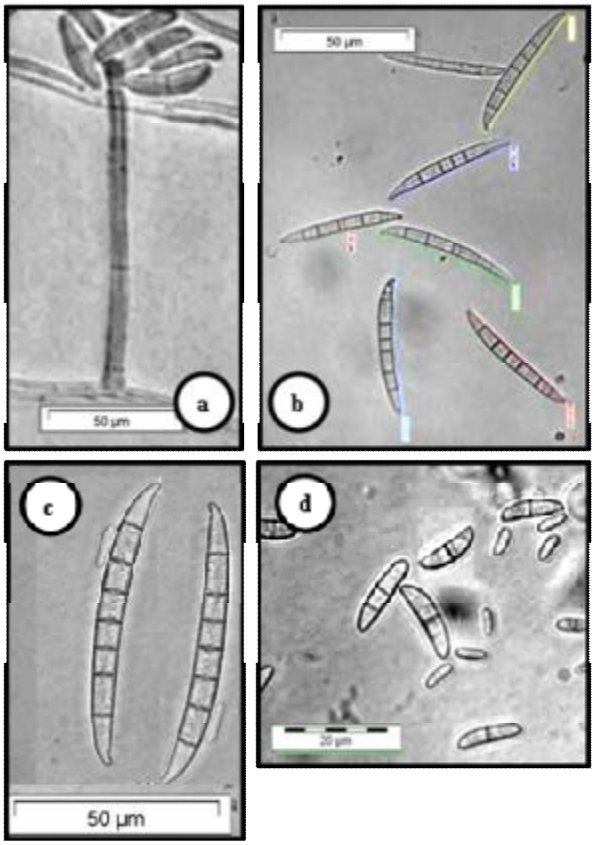
Fig. 3. *Fusarium petroliphilum*: a. Monophialide, b. Microconidia, c. Macroconidia, d. Chlamydospores (Bar = 20 µm for b, d; Bar = 50 µm for a, c).

4- ***Fusarium pseudensiforme*** Samuels, Nalim & Geiser, Mycologia 103 (6): 1302

میزان رشد پرگنه قارچ روی محیط PDA بعد از 24 ساعت در دمای 25 درجه سلسیوس برابر 4 میلی‌متر است. رنگ ریسه‌های هوایی کرم متمایل به زرد است و رنگ پرگنه از پشت تشتک پتری بعد از 2–1 هفته زرد متمایل به نارنجی می‌شود. پرگنه دارای حاشیه صاف است. کنیدیوفورهای سطح پرگنه 100-140 میکرومتر طول 3/8-6 میکرومتر عرض دارند.

سلول‌های کنیدیوم‌زا به صورت استوانه‌ای روی ریسه‌های هوایی به صورت مونوفیالید تشکیل می‌گردند. این گونه میکروکنیدیوم‌های بیضوی کشیده که غالبا تک و دوحجره‌ای بوده، تولید می‌کند که به صورت سر دروغین تشکیل می‌شوند. اندازه میکروکنیدیوم‌های تک‌حجره‌ای (5/5-) 3/0-4/4 (-2/6) × (19/1-) 9/6-11/5 (-5/1) میکرومتر می‌باشد.

در همه جدایه‌ها روی محیط CLA، اسپورودخیوم های فراوانی تشکیل شدند. ماکروکنیدیوم‌های اسپورودخیومی تقریبا از قسمت پشتی و شکمی دارای انحنای کمی هستند که 3 تا 8 بند دارند. سلول پایه‌ای پاشنه‌ای شکل (foot-shaped) و سلول انتهایی خمیده و پستانک شکل می‌باشند. ماکروکنیدی‌های 7-8 بندی به ندرت تشکیل می‌شوند. اندازه ماکروکنیدیوم‌های 3-4 بندی (7/5-) 7-5/1 (-4/9) × (67-) 57-42 (-38) میکرومتر و ماکروکنیدیوم‌های 6-5 بندی (8/0-) 7/5-6/1 (-5/5) × (74-) 70-55 (-48) میکرومتر است (شکل 4). مشخصات این گونه با شرح ارایه شده توسط نلیم و همکاران (Nalim *et al.* 2011) مطابقت داشت. گزارش این گونه برای فلور ایران جدید بوده و استرین های این گونه از خاک زراعی شهرستان‌های سرپل ذهاب و قصرشیرین جدا شده است.



شکل 4- *Fusarium pseudensiforme*: a. مونوفیالید، b, c. ماکروکنیدیوم‌ها، d. میکروکنیدیوم‌ها (مقیاس برای اشکال a-c برابر 50 میکرومتر و برای شکل d برابر 20 میکرومتر است).

Fig. 4. *Fusarium pseudensiforme*: a. monophialide, b-c. Macroconidia, d. Microconidia (Bar = 50 µm for a-c; Bar = 20 µm for d).

References

Burgess, L.W. 1981. General ecology of the fusaria, p. 225–235. *In*: P.E. Nelson, T.A. Toussoun & R.J. Cook (eds). *Fusarium*: diseases, biology, and taxonomy. Pennsylvania State University Press, University Park.

Burgess, L.W., Summerell. B.A., Bullock, P. & Backhouse. D. 1994. Laboratory manual for *Fusarium* research, Department of Crop Science, University of Sydney, Sydney, Australia. 3nd ed. pp. 133.

Chehri, K., Salleh, B., Soleimani, M.J., Darvishnia, M., Zafari, D. & Sharifnabi, B. 2010. Six new *Fusarium* species isolated from maize in Iran. Rostaniha 11(1): 69–81.

Darvishnia, M., Alizadeh, A., Zare, R. & Mohammadi Goltapeh, E. 2006. Three new *Fusarium* taxa isolated from gramineous plants in Iran. Rostaniha 7(2): 193–205.

Fisher, N.L., Burgess, L.W., Toussoun, T.A., & Nelson, P.E. 1982. Carnation leaves as a substrate and for preserving *Fusarium* species. Phytopathology 72: 151–153.

Gelderblom, W.C.A., Jaskiewicz, K., Marasas, W.F.O., Thiel, P.G., Horak, R.M., Vleggaar, R. & Kriek, N.P.J. 1988. Fumonisins-Novel mycotoxins with cacer-promoting activity associated with *Fusarium moniliform*. Applied and Environmental Microbiology 54: 1806–1811.

Jutta, M., Faridah, A., Salleh, B. & Faridah. Q.Z. 2006. Preliminary investigations into fungal root endophytes of *Paphiopedilum barbatum* in some in situ and ex situ locations in Peninsular Malaysia. In: 2nd International Symposium on the Diversity and Conservation of Asian Orchids. Tsukuba Botanical Garden, Japan, 31–32.

Klotz, L.V., Nelson, P.E. & Toussoun, T.A. 1988. A medium for enhancement of chlamydospore formation in *Fusarium* species. Mycologia 80: 108–109.

Kommedahl, T. & Windels, C.E. 1977. *Fusarium* stalk rot and common smut in corn fields of southern Minnesota in 1976. Plant Disease Replication 61: 259–262.

Nalim, F.A., Samuels, G.J., Wijesundera & Geiser, D.M. 2011. New species from the *Fusarium solani* species complex derived from perithecia and soil in the Old World tropics. Mycologia 103: 1302–1330.

Nash, S.M. & Snyder, W.C. 1962. Quantitative and estimations by plat counts of propagules of the bean rot *Fusarium* in field soils. Phytopathology 73: 458–462

Nelson, P.E., Dignani, M.C. & Anaissie, E.J. 1994. Taxonomy, biology, and clinical aspects of *Fusarium* species. Clinical Microbiology Review 4: 479–504.

Nirenberg, H.L. 1976. Untersuchungen uber die morphologische und biologische differenzierung in der *Fusarium* section Liseola. Mitteilungen aus der biologischen bundesanstalt fur land–und forstwirtschaft (Berlin-Dahlem) 169: 1–117.

O'Donnell, K. 2000. Molecular phylogeny of the *Nectria haematococca-Fusarium solani* species complex. Mycologia 92: 919–938.

O'Donnell, K., Sutton, D.A., Fothergill, A., Mccarthy, D., Rinaldi, M.G., Brandt, M.E., Zhang, N. & Geiser, D.M. 2008. Molecular phylogenetic diversity, multilocus haplotype nomenclature, and in vitro antifungal resistance within the *Fusarium solani* species complex. Journal of Clinical Microbioloy 46: 2477–2490.

Saccardo, P.A. 1882. Sylloge Fungorum Omnium Hucusque Congitorum. Vol. 1. Edwards Brothers, Ann Arbor, MI.

Salleh, B. & Sulaiman, B. 1984. *Fusarium* associated with naturally diseases plants in Penang. Journal of Plant Protection in the Tropics 1: 47–53.

Sangalang, A.E., Burgess, L.W., Backhouse, D., Duff, J. & Wurst, M. 1995. Mycogeography of *Fusarium* species in soils from tropical, arid and Mediterranean regions of Australia. Mycological Research 60: 1233–1235.

Short, D.P.G., O'donnell, K., Thrane, U., Nielsen, K.F., Zhang, N., Juba, J.H. & Geiser, D.M. 2013. Phylogenetic relationships among members of the *Fusarium solani* species complex in human infections and the descriptions of *F. keratoplasticum* sp. nov. and *F. petroliphilum* stat. nov. Fungal Genetics and Biology 53: 59–70.

Snyder, W.C. & Hansen, H.N. 1941. The species concept in *Fusarium* with reference to section *Martiella*. American Journal of Botany 28: 738–742.

Summerbell, R.C. & Schroers, H-J. 2002. Analysis of phylogenetic relationship of *Cylindrocarpon lichenicola* and *Acremonium falciforme* to the *Fusarium solani* species complex and a review of similarities in the spectrum of opportunistic infections caused by these fungi. Journal of Clinical Microbioloy 40: 2866–2875.

Summerell, B.A., Salleh, B. & Leslie, J.F. 2003. A utilitarian approach to *Fusarium* identification. Plant Disease 87: 117–128.

Wilson, T.M., Nelson, P.E. & Knepp, C.R. 1985. Hepatic neoplastic nodules, adenofibrosis, and cholangrocarcinomas in male Fisher 344 rats fed corn naturally contaminated with *Fusarium moniliforme*. Carcinogenesis 6: 1155–1160.

Zare, R. & Ershad, D. 1997. *Fusarium* species isolated from cereals in Gorgan area. Iranian Journal of Plant Pathology 33: 1–14.