

## بررسی گونه‌های فوزاریوم، عامل پوسیدگی خشک سیب زمینی در

### استان‌های اردبیل، تهران و همدان

#### *Fusarium* species causing dry rot of potatoes in Ardabil, Tehran and Hamedan Provinces

کسری شریفی<sup>۱\*</sup>، رسول زارع<sup>۱</sup>، حمیدرضا زمانی زاده<sup>۲</sup> و امیر ارجمندیان<sup>۳</sup>

۱- مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، تهران

۲- گروه گیاهپزشکی، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی

۳- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان

(تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۸۶، تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۸۷)

#### چکیده

به منظور شناسایی و بررسی گونه‌های فوزاریوم عامل پوسیدگی خشک سیب زمینی از غده‌های انبار شده در استان‌های اردبیل، تهران و همدان از آذر ماه ۱۳۸۰ تا فروردین ۱۳۸۱ نمونه برداری شد. غده‌های با علائم بیماری به آزمایشگاه منتقل و از بافت‌های آلوده پس از ضد عفونی، کشت به عمل آمد. جدایه‌ها بر اساس مشخصات ریخت‌شناسی شناسایی شدند. از ۲۰۸ جدایه فوزاریوم بدست آمده گونه‌های *F. equiseti*، *F. culmorum*، *Fusarium acuminatum*، *F. verticillioides* و *F. reticulatum*، *F. solani*، *F. sambucinum*، *F. oxysporum*، *F. lateritium* شناسایی شدند که گونه‌های *F. reticulatum* و *F. culmorum* برای اولین بار به عنوان عامل بیماری پوسیدگی خشک از ایران گزارش می‌شوند. جدایه‌های شناسایی شده مربوط به استان اردبیل به ترتیب فراوانی متعلق به گونه‌های *F. equiseti*، *F. sambucinum*، *F. oxysporum*، *F. lateritium*، *F. culmorum*، *F. solani* و *F. verticillioides* بودند. جدایه‌های بدست آمده

---

\* Corresponding author: kasharifi@yahoo.com

کسری شریفی و همکاران: بررسی گونه‌های فوزاریوم، عامل پوسیدگی خشک سیب زمینی ...

از استان تهران به ترتیب فراوانی به گونه‌های *F. oxysporum*، *F. solani*، *F. equiseti*، *F. sambucinum* و *F. reticulatum* تعلق داشتند. جدایه‌های حاصل از استان همدان به ترتیب فراوانی مربوط به گونه‌های *F. sambucinum*، *F. acuminatum*، *F. solani*، *F. oxysporum*، *F. equiseti* و *F. reticulatum* بودند. تمامی جدایه‌های بدست آمده به روش تلقیح سوسپانسیون کنیدیوم ( $1 \times 10^4$  کنیدی/میلی لیتر) به غده‌های سبب زمینی مایه‌زنی شدند. بیشترین و کمترین شدت بیماری‌زایی به ترتیب مربوط به جدایه‌های متعلق به گونه‌های *F. solani* و *F. reticulatum* بود. عوامل اصلی پوسیدگی خشک در استان‌های مورد بررسی گونه‌های *F. oxysporum*، *F. sambucinum* و *F. solani* بوده و *F. equiseti* در اردبیل، و *F. acuminatum* در همدان دارای اهمیت بودند.

واژه‌های کلیدی: ایران، پوسیدگی خشک غده، بیماری‌زایی، *Fusarium*.

#### Abstract

To study *Fusarium* species associated with potato dry rot during October 2001-April 2002, samples from stored potatoes were collected from Ardabil, Tehran and Hamedan provinces. Decayed segments were cultured on potato dextrose agar. Species were identified based on morphological characters. A total of 208 isolates obtained belonging to *Fusarium acuminatum*, *F. culmorum*, *F. equiseti*, *F. lateritium*, *F. oxysporum*, *F. sambucinum*, *F. solani*, *F. reticulatum* and *F. verticillioides*. This is the first report of *F. culmorum* and *F. reticulatum* as the causal agent of potato dry rot in Iran. The prevalence of isolated species in descending order for Ardabil Province was *F. equiseti*, *F. sambucinum*, *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. culmorum*, *F. lateritium* and *F. verticillioides*; for Tehran Province was *F. oxysporum*, *F. solani*, *F. equiseti*, *F. sambucinum* and *F. reticulatum* and for Hamadan Province was *F. sambucinum*, *F. acuminatum*, *F. solani*, *F. oxysporum*, *F. equiseti* and *F. reticulatum*. A conidial suspension ( $1 \times 10^4$  conidia/ml) for each isolate was inoculated on potato tubers. Isolates of *F. solani* were the most pathogenic while those of *F. reticulatum* had the lowest pathogenicity. *F. sambucinum*, *F. oxysporum* and *F. solani* were the most pathogenic species in all three provinces, whereas *F. equiseti* and *F. acuminatum*, were respectively important in Ardabil and Hamedan Provinces.

**Key words:** *Fusarium*, tuber dry rot, Iran, pathogenicity.

## مقدمه

پوسیدگی‌های غده و قطعات بذری سیب زمینی مهم‌ترین و خسارت‌زاترین بیماری‌های پس از برداشت، انبار و در زمان کاشت هستند. شایع‌ترین نوع پوسیدگی‌های غده و قطعات بذری، پوسیدگی خشک فوزاریومی است. عامل آن تعدادی از گونه‌های جنس *Fusarium* می‌باشد (Rowe, 1993). خسارت ناشی از این بیماری در آمریکا سالانه مبلغی بالغ بر یکصد میلیون دلار برآورد شده است که علاوه بر خسارت مالی بعلت توکسین‌زا بودن اغلب گونه‌های این قارچ‌ها، خطر جدی برای سلامت انسان و دام به شمار می‌رود (Rowe, 1993; Marasas et al., 1984). بیماری در غده‌هایی که در زمان برداشت، درجه بندی و حمل و نقل زخمی شده‌اند و مدت زمان لازم برای تکمیل دوره ترمیم و چوب پنبه‌ای شدن به بافت زخمی داده نشده است بوجود می‌آید (Boyd, 1972; Hudson & Orr, 1997). حساسیت غده‌ها نسبت به بیماری معمولاً پس از دو ماه انبارداری افزایش می‌یابد و گسترش بیماری سه ماه پس از شروع زمان انبارداری اتفاق می‌افتد (Guenther, 2001). کشت غده‌های بذری آلوده موجب پوسیدگی غده‌ها و قطعات بذری شده و کاهش تعداد بوته در واحد سطح و در نتیجه کاهش عملکرد را در بر خواهد داشت (Theron & Holz, 1991). بیماری بیش از ۶۰٪ محصول انبار شده را در معرض خطر پوسیدگی قرار می‌دهد که در ۲۵-۶٪ غده‌ها علایم مشاهده می‌شود (Carnegie et al., 1990). در لهستان خسارت ناشی از این بیماری ۲۵-۶٪ گزارش شده است (Chelkowski, 1985). تحقیقات انجام شده در انگلستان نشان داد که ۷۰٪ غده‌های خوراکی و ۱۰۰٪ غده‌های بذری تحت تأثیر بیماری بوده و بیش از ۱٪ غده‌ها علایم بیماری را نشان می‌دهند (Bradshaw et al., 2001). تا کنون ۱۳ گونه *Fusarium* به عنوان عوامل مهم پوسیدگی خشک سیب زمینی معرفی شده است (Cullen et al., 2005). (*F. sulphureum* Schltd. (= *F. sambucinum* Fuckel). مهم‌ترین عامل بیماری در شمال آمریکا و اروپا (Hanson et al., 1995; Hide et al., 1992); *F. solani* (Mart.) Sacc. و (Mecteau et al., 2002, Stevenson et al., 2001) عامل اصلی بیماری در انگلستان معرفی شده است (Peters et al., 2004). علاوه بر گونه‌های مذکور، *F. acuminatum*، *F. oxysporum* Schltd.، *F. culmorum* (W. G. Sm.) Sacc. (Fr.) Sacc.، *F. equiseti* (Corda) ، *F. crookwellense* L.W. Burgess, P. E. Nelson & Toussoun, Wollenw.

کسری شریفی و همکاران: بررسی گونه‌های فوزاریوم، عامل پوسیدگی خشک سیب زمینی ...

*F. semitectum* (Corda) ، *F. scirpi* Lambotte & Fautrey ، *F. graminearum* Schwabe, Sacc. و *F. lateritium* Nees, Sacc. از نقاط مختلف جهان به عنوان عوامل بیماری گزارش شده‌اند (Theron & Holz 1991; Cullen *et al.*, 2005; Seppanen, 1981; Hanson *et al.*, 1996). پوسیدگی خشک سیب‌زمینی نخستین بار در ایران توسط (Scharif & Ershad, 1966) گزارش و عامل آن *F. solani* (= *F. coeruleum* (Lib.) Sacc.) معرفی شد. (Karimi 1970) ، *F. oxysporum* را مهم‌ترین عامل پوسیدگی خشک سیب‌زمینی در انبارهای فارس اعلام نمود. مهم‌ترین عامل پوسیدگی غده در فریدن اصفهان *F. sulphureum* تعیین شد (Nasr-Esfahani, 1998). گونه‌های *F. chlamyosporum* Wollenw. & Reinking ، *F. avenaceum* ، *F. acuminatum* ، *F. lateritium* ، *F. moniliforme* (= *F. verticillioides* Sacc.) Nirenberg ، *F. equiseti* و *F. sambucinum* نیز به عنوان عوامل پوسیدگی خشک از ایران گزارش شدند (Saremi, 1989; Nasr-Esfahani, 1998; Karimi, 1970). پژوهش حاضر به منظور تعیین عوامل بیماری پوسیدگی خشک سیب زمینی، بیماری‌زایی و فراوانی آن‌ها در استان‌های اردبیل، تهران و همدان صورت گرفته است.

#### روش بررسی

**جمع‌آوری نمونه‌های بیمار:** غده‌های سیب زمینی با علائم پوسیدگی، از ابتدای آذرماه ۱۳۸۰ تا فروردین ۱۳۸۱ از انبارهای سیب زمینی استان‌های اردبیل، تهران و همدان جمع‌آوری شد. برای این منظور در استان اردبیل ۳۸ انبار از شهرستان‌های اردبیل، سراب و نمین (حدود ۱۱۰۰ تن سیب‌زمینی)، استان تهران ۲۳ انبار از شهرستان‌های دماوند (آبسرد) و فیروزکوه (حدود ۶۵۰ تن) و در استان همدان از شهرستان‌های بهار، دوسر، رزن، کبودرآهنگ و همدان، ۴۹ انبار (حدود ۱۵۰۰ تن) انتخاب، حدود یک درصد از کل محصول در هر انبار از نظر بیماری بررسی و از هر کیسه‌ی ۵۰ کیلویی سیب‌زمینی ۵-۲ غده با علائم پوسیدگی به طور تصادفی جدا و در پاکت به آزمایشگاه انتقال داده شد.

**جداسازی و خالص کردن قارچ‌ها:** برای این منظور از هر پاکت حاوی نمونه دو غده انتخاب و قطعات کوچکی از بافت داخل غده‌های پوسیده (حد فاصل بافت سالم و بیمار)

بریده و با محلول هیپوکلریت سدیم ۱٪ به مدت ۲ دقیقه ضد عفونی سطحی شدند. قطعات مزبور پس از شستشو با آب مقطر استریل توسط کاغذ صافی استریل خشک شدند. سپس به محیط کشت اسید لاکتیک + PDA (سیب زمینی - دکستروز - آگار) منتقل گردیدند. ظروف پتری در دمای ۲۵°C به مدت ۳-۷ روز نگهداری و پس از تشکیل پرگنه‌ی قارچ، از حاشیه پرگنه قطعه‌ی کوچکی به محیط PDA منتقل گردید. ظروف پتری به مدت ۳-۵ روز در دمای ۲۵°C نگهداری شدند. در صورت بروز آلودگی‌های ثانویه و عدم رشد فوزاریوم، قطعات کوچکی از غده‌های بیمار به محیط کشت اختصاصی (Nash & Snyder) منتقل شد (Nelson *et al.*, 1983). همه جدایه‌ها به روش‌های تک اسپور یا نوک ریشه کردن خالص شدند. برای نگهداری جدایه‌ها از محیط کشت SNA (Synthetic Nutrient-poor Agar) در لوله‌های آزمایش استفاده شد (Nirenberg, 1976).

#### نحوه تشخیص گونه‌های فوزاریوم: همه جدایه‌های خالص شده به محیط CLA

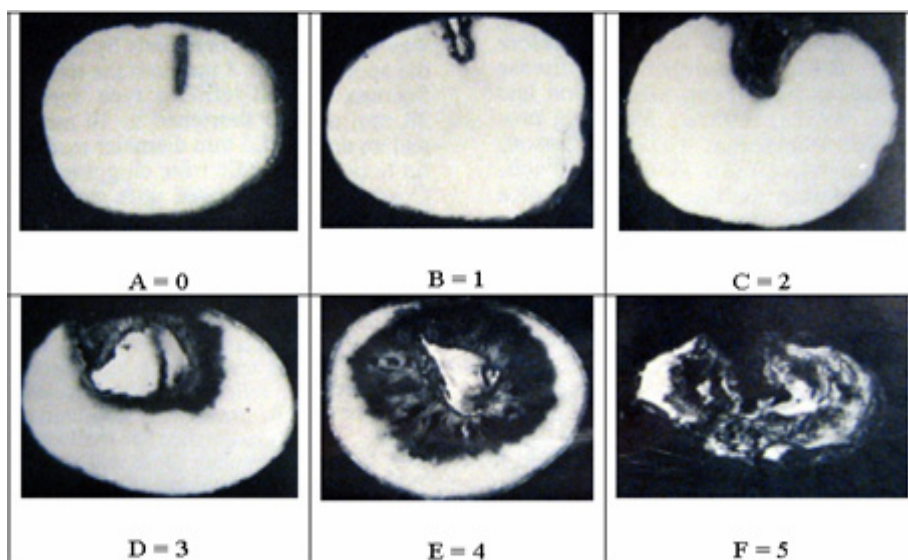
(آگار + برگ میخک) منتقل شدند. پرگنه‌ها پس از رشد و تشکیل کنیدیوم روی برگ میخک (حدود ۱۴ روز) بر پایه ویژگی‌های ظاهری تشخیص داده شدند. این ویژگی‌ها عبارت بودند از: نوع فیالید (مونوفیالید یا پلی‌فیالید)، وجود یا عدم وجود کلامیدوسپور، شکل ماکروکنیدیوم، وجود یا عدم وجود میکروکنیدیوم، نحوه قرار گرفتن میکروکنیدیوم (در سرهای دروغین یا بصورت زنجیره‌ای یا به هر دو صورت) و رنگ، نرخ رشد و نحوه رشد پرگنه (Nirenberg, 1981). برای شناسایی از کلیدهای Gerlach & Nirenberg (1982) و Nelson *et al.* (1983) و مقاله‌های مرتبط استفاده شد.

#### آزمون بیماری‌زایی: برای این منظور جدایه‌های خالص شده به محیط CLA منتقل شدند

و پس از تشکیل کنیدیوم روی برگ میخک (حدود ۱۴ روز) یک لوپ از اسپورهای روی برگ میخک به ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر استریل منتقل و سپس با استفاده از لام گلبول شمار (هموسایتومتر) تعداد اسپور در هر میلی‌لیتر به  $10^4$  اسپور تنظیم شد (Fisher *et al.*, 1983). برای مایه زنی سوسپانسیون مزبور از غده‌های رقم آژاکس با ظاهر سالم که مدت ۳ ماه در سردخانه در دمای  $1 \pm 5$  درجه سانتی‌گراد نگهداری شده بودند استفاده شد. غده‌های مزبور دو روز قبل از مایه زنی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داد شدند (Boyd, 1972). در این بررسی برای

کسری شریفی و همکاران: بررسی گونه‌های فوزاریوم، عامل پوسیدگی خشک سیب زمینی ...

هر جدایه (تیمار) سه غده با وزن تقریبی ۲۰۰ گرم منظور گردید و از آب مقطر استریل به عنوان شاهد استفاده شد. غده‌ها در محلول هیپوکلریت سدیم ۳ درصد به مدت ۱۵ دقیقه قرار داده شده و پس از شستشو با آب مقطر، خشک شدند. در دو انتهای غده‌ها (Rose end و Stolon end) با یک میله استریل نوک تیز، حفره‌هایی به حجم تقریبی ۰/۳ میلی‌لیتر ایجاد و ۰/۲ میلی‌لیتر از سوسپانسیون اسپور جدایه‌ها در عمق ۸ میلی‌متر بافت غده تزریق و دهانه منفذ بوسیله پارافین جامد بسته شد. غده‌های مربوط به هر تیمار در داخل پاکت‌های کاغذی جداگانه، به مدت سه هفته در دمای  $1 \pm 25^\circ\text{C}$  در اتاقک حرارت ثابت و در تاریکی نگهداری شدند. برای ارزیابی شدت بیماری، غده‌ها از وسط به دو قسمت (در امتداد خط تزریق) تقسیم و شدت بیماری‌زایی طبق الگوی (Wiersma (1977) که توسط Theron & Holz (1989) تکمیل شده است، نمره‌دهی شد (شکل ۱). داده‌های حاصل با نرم‌افزار SAS تجزیه‌ی آماری و مقایسه میانگین شد.



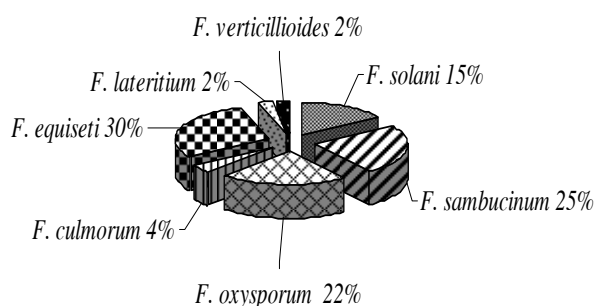
شکل ۱- الگوی (Wiersma, (1977) برای ارزیابی شدت پوسیدگی غده‌های

سیب‌زمینی، تکمیل شده توسط Theron & Holz (1987)

**Fig. 1-** Wiersma index scale for assessment of potato tuber rot severity, complemented by Theron & Holz (Wiersma 1977, Theron & Holz 1987)

### نتیجه و بحث

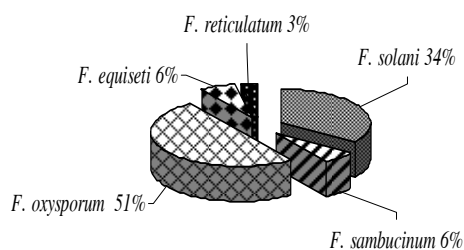
در این تحقیق ۲۰۸ جدایه *Fusarium* از غده‌های پوسیده از استان‌های اردبیل، تهران و همدان بدست آمد. این جدایه‌ها به ۹ گونه فوزاریوم تعلق داشتند و شامل *F. sambucinum*، *F. culmorum*، *F. reticulatum*، *F. acuminatum*، *F. equiseti*، *F. solani*، *F. oxysporum*، *F. lateritium* و *F. verticillioides* بودند. گونه‌های *F. reticulatum* و *F. culmorum* برای اولین بار به عنوان عامل بیماری پوسیدگی خشک از ایران گزارش می‌شوند. ۸۵ جدایه مربوط به استان اردبیل به ترتیب فراوانی متعلق به گونه‌های *F. equiseti*، *F. sambucinum*، *F. oxysporum*، *F. lateritium*، *F. culmorum*، *F. solani* و *F. verticillioides* بودند (شکل ۲). گونه‌های *F. oxysporum*، *F. sambucinum*، *F. equiseti* و *F. reticulatum* به ترتیب بیشترین و کمترین فراوانی جدایه‌ها را در تهران به خود اختصاص دادند (شکل ۳). جدایه‌های بدست آمده از استان همدان (۹۱ جدایه) به گونه‌های *F. sambucinum*، *F. acuminatum*، *F. oxysporum*، *F. solani* و *F. equiseti* تعلق داشتند (شکل ۴).



شکل ۲- فراوانی گونه‌های فوزاریوم بدست آمده از استان اردبیل

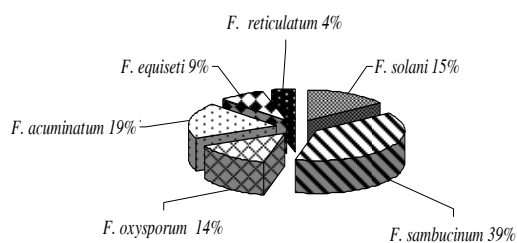
Fig. 2- Frequency of *Fusarium* species in Ardebil province

کسری شریفی و همکاران: بررسی گونه‌های فوزاریوم، عامل پوسیدگی خشک سیب زمینی ...



شکل ۳- فراوانی گونه‌های فوزاریوم بدست آمده از استان تهران

Fig. 3- Frequency of *Fusarium* species in Tehran province



شکل ۴- فراوانی گونه‌های فوزاریوم بدست آمده از استان همدان

Fig. 4- Frequency of *Fusarium* species in Hamedan province

اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ بین شدت بیماری‌زایی (پوسیدگی خشک) جدایه‌های مربوط به سه استان وجود داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین شدت بیماری‌زایی جدایه‌ها به تفکیک استان مربوط بر اساس آزمون دانکن نشان داد جدایه‌های بدست آمده از استان‌های اردبیل، تهران و همدان به ترتیب به ۱۶، ۱۴ و ۲۰ گروه تقسیم شدند (جدول‌های ۲، ۳ و ۴). جدایه‌های ۲۰۷، ۱۳۴ و ۱۳۰ و ۱۳۱ به ترتیب جدا شده از تهران، همدان و اردبیل بیشترین



شدت بیماری‌زایی را داشتند که چهار جدایه مذکور متعلق به *F. solani* بودند. برای تعیین اهمیت گونه‌های فوزاریوم شناسایی شده در هر استان، جدایه‌های مربوط به هر گونه در آن استان مقایسه‌ی مستقل گروهی شدند. مقایسات گروهی شدت بیماری‌زایی گونه‌های فوزاریوم شناسایی شده در تهران نشان داد: اختلاف معنی‌دار از نظر بیماری‌زایی بین *F. solani* و *F. sambucinum*، همچنین *F. oxysporum* و *F. equiseti* وجود ندارد. ولی *F. sambucinum* بیماری‌زاتر از *F. equiseti*، *F. oxysporum* و *F. reticulatum* بوده و *F. solani* بیماری‌زاتر از *F. equiseti*، *F. oxysporum* و *F. reticulatum* و نهایتاً *F. reticulatum* ضعیف‌تر از *F. oxysporum* و *F. equiseti* است (جدول ۱). نتایج مقایسه گونه‌های مربوط به اردبیل از نظر شدت بیماری‌زایی گویای عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین *F. sambucinum* و *F. culmorum* و بین *F. solani* و *F. verticillioides* می‌باشد و گونه *F. equiseti* از همه گونه‌ها به غیر از *F. lateritium* ضعیف‌تر است. در این مقایسه‌ها شدت بیماری‌زایی *F. solani* از دیگر گونه‌ها بیشتر بوده و *F. verticillioides* از بقیه گونه‌ها بیماری‌زاتر بود. شدت بیماری‌زایی *F. oxysporum* نسبت به *F. sambucinum* و *F. culmorum* کمتر و نسبت به *F. lateritium* بیشتر بود (جدول ۱). با توجه به مقایسه گروهی گونه‌های فوزاریوم مربوط به همدان، *F. oxysporum*، *F. equiseti* و *F. acuminatum* از نظر شدت بیماری‌زایی با هم اختلاف معنی‌دار نداشتند. *F. equiseti* در مقایسه با *F. sambucinum*، *F. solani* ضعیف‌تر و نسبت به *F. reticulatum* از شدت بیماری‌زایی بیشتری برخوردار بود. به همین ترتیب *F. oxysporum* در مقایسه با *F. sambucinum*، *F. solani* و *F. reticulatum* نتیجه مشابه مقایسات مربوط به *F. equiseti* را داشت. شدت بیماری‌زایی *F. solani* در مقایسه با گونه‌های دیگر (*F. acuminatum* و *F. sambucinum*) بیشتر بود. همچنین *F. sambucinum* از همه گونه‌ها بجز *F. solani* شدت بیماری‌زایی بیشتر داشت (جدول ۱). به اختصار، *F. solani* بیشترین شدت بیماری‌زایی را در مقایسه با دیگر گونه‌ها در سه استان مورد نظر داشت. *F. reticulatum* در تهران و همدان و *F. lateritium* در اردبیل کمترین شدت بیماری‌زایی را بین گونه‌های شناسایی شده نشان دادند.

جدول ۱- تجزیه واریانس شدت بیماری‌های جدایی‌ها و مقایسه‌های گروهی گونه‌های فوزاریوم بدست آمده از استان‌های اردبیل، تهران و همدان  
**Table 1-** Variance analysis of isolates and comparison contrasts of *Fusarium* species obtained from Ardebil, Tehran and Hamedan provinces

Ardabil			Tehran			Hamedan		
SV	DF	MS	SV	DF	MS	SV	DF	MS
Treatments	84	2.78**	Treatments	31	5.14**	Treatments	90	3.32**
Error	170	0.09 <sup>ns</sup>	Error	64	0.07 <sup>ns</sup>	Error	182	0.059 <sup>ns</sup>
Total	254		Total	95		Total	272	
<i>F. equiseti</i> vs <sup>a</sup> <i>F. oxysporum</i>	1	83.5**	<i>F. equiseti</i> vs <sup>a</sup> <i>F. oxysporum</i>	1	0.07 <sup>ns</sup>	<i>F. equiseti</i> vs <sup>a</sup> <i>F. oxysporum</i>	1	0.07 <sup>ns</sup>
<i>F. equiseti</i> vs <i>F. sambucinum</i>	1	136.4**	<i>F. equiseti</i> vs <i>F. sambucinum</i>	1	2.08**	<i>F. equiseti</i> vs <i>F. sambucinum</i>	1	6.45**
<i>F. equiseti</i> vs <i>F. solani</i>	1	480.2**	<i>F. equiseti</i> vs <i>F. solani</i>	1	2**	<i>F. equiseti</i> vs <i>F. solani</i>	1	1.29**
<i>F. equiseti</i> vs <i>F. culmorum</i>	1	16.2**	<i>F. equiseti</i> vs <i>F. reticulatum</i>	1	2.35**	<i>F. equiseti</i> vs <i>F. acuminatum</i>	1	0.16 <sup>ns</sup>
<i>F. equiseti</i> vs <i>F. lateritium</i>	1	1.27*	<i>F. oxysporum</i> vs <i>F. sambucinum</i>	1	2.75**	<i>F. equiseti</i> vs <i>F. reticulatum</i>	1	5**
<i>F. equiseti</i> vs <i>F. verticillioideis</i>	1	10.2**	<i>F. oxysporum</i> vs <i>F. solani</i>	1	5.7**	<i>F. oxysporum</i> vs <i>F. sambucinum</i>	1	7.32**
<i>F. oxysporum</i> vs <i>F. sambucinum</i>	1	2.97*	<i>F. oxysporum</i> vs <i>F. reticulatum</i>	1	4.05**	<i>F. oxysporum</i> vs <i>F. solani</i>	1	2.6**
<i>F. oxysporum</i> vs <i>F. solani</i>	1	193**	<i>F. sambucinum</i> vs <i>F. solani</i>	1	0.21 <sup>ns</sup>	<i>F. oxysporum</i> vs <i>F. acuminatum</i>	1	0.02 <sup>ns</sup>
<i>F. oxysporum</i> vs <i>F. culmorum</i>	1	791.8**	<i>F. sambucinum</i> vs <i>F. reticulatum</i>	1	7.35**	<i>F. oxysporum</i> vs <i>F. reticulatum</i>	1	4.81**
<i>F. oxysporum</i> vs <i>F. lateritium</i>	1	5.4**	<i>F. solani</i> vs <i>F. reticulatum</i>	1	8.06**	<i>F. sambucinum</i> vs <i>F. solani</i>	1	22.53**
<i>F. oxysporum</i> vs <i>F. verticillioideis</i>	1	3.9**				<i>F. sambucinum</i> vs <i>F. acuminatum</i>	1	7.73**
<i>F. sambucinum</i> vs <i>F. solani</i>	1	168**				<i>F. sambucinum</i> vs <i>F. reticulatum</i>	1	0.51*
<i>F. sambucinum</i> vs <i>F. culmorum</i>	1	0.027 <sup>ns</sup>				<i>F. solani</i> vs <i>F. acuminatum</i>	1	3.54**
<i>F. sambucinum</i> vs <i>F. lateritium</i>	1	6.6**				<i>F. solani</i> vs <i>F. reticulatum</i>	1	10.95**
<i>F. sambucinum</i> vs <i>F. verticillioideis</i>	1	3*				<i>F. acuminatum</i> vs <i>F. reticulatum</i>	1	4.64**
<i>F. solani</i> vs <i>F. culmorum</i>	1	10.7**						
<i>F. solani</i> vs <i>F. lateritium</i>	1	23.7**						
<i>F. solani</i> vs <i>F. verticillioideis</i>	1	0.35 <sup>ns</sup>						
<i>F. culmorum</i> vs <i>F. verticillioideis</i>	1	93.8**						
<i>F. culmorum</i> vs <i>F. lateritium</i>	1	5**						
<i>F. lateritium</i> vs <i>F. verticillioideis</i>	1	4.7**						

a: VS, versus; \* and \*\* significant at  $P = 0.05$ ,  $P = 0.01$ , respectively

جدول ۲- مشخصات جدایه‌های مربوط به گونه‌های فوزاریوم جمع‌آوری شده از استان اردبیل  
**Table 2-** Characteristics of isolates of *Fusarium* species collected from Ardabil province

Isolates	Species	Mean of disease severity <sup>a</sup>	Homologous groups <sup>b</sup>	Isolates	Species	Mean of disease severity <sup>a</sup>	Homologous groups <sup>b</sup>	Isolates	Species	Mean of disease severity <sup>a</sup>	Homologous groups <sup>b</sup>	Isolates	Species	Mean of disease severity <sup>a</sup>	Homologous groups <sup>b</sup>
130	<i>F. solani</i>	4.33	a	110	<i>F. sambucinum</i>	1.83	fgh	153	<i>F. equiseti</i>	1.00	klm	170.1	<i>F. sambucinum</i>	0.67	lmno
131	<i>F. solani</i>	4.17	a	140	<i>F. cubrorum</i>	1.83	fgh	165.2	<i>F. sambucinum</i>	1.00	klm	164	<i>F. equiseti</i>	0.67	lmno
130.1	<i>F. solani</i>	3.67	b	25	<i>F. equiseti</i>	1.83	fgh	216	<i>F. cubrorum</i>	1.00	klm	169	<i>F. equiseti</i>	0.67	lmno
109	<i>F. oxysporum</i>	3.67	b	141	<i>F. verticilloides</i>	1.83	fgh	190	<i>F. equiseti</i>	1.00	klm	166.1	<i>F. oxysporum</i>	0.50	mnop
167	<i>F. oxysporum</i>	3.00	c	183.1	<i>F. Sambucinum</i>	1.83	fgh	178.1	<i>F. equiseti</i>	1.00	klm	161	<i>F. equiseti</i>	0.50	mnop
112	<i>F. oxysporum</i>	3.00	c	160.1	<i>F. oxysporum</i>	1.83	fgh	145	<i>F. oxysporum</i>	1.00	klm	184	<i>F. solani</i>	0.33	nop
23	<i>F. sambucinum</i>	3.00	c	24	<i>F. solani</i>	1.67	fghi	176	<i>F. equiseti</i>	1.00	klm	121	<i>F. lateritium</i>	0.33	nop
175	<i>F. equiseti</i>	3.00	c	132	<i>F. solani</i>	1.67	fghi	121.2	<i>F. lateritium</i>	1.00	klm	193	<i>F. sambucinum</i>	0.33	nop
35	<i>F. sambucinum</i>	2.67	cd	162	<i>F. solani</i>	1.67	fghi	52	<i>F. sambucinum</i>	1.00	klm	189	<i>F. equiseti</i>	0.33	nop
125	<i>F. sambucinum</i>	2.5	cde	123	<i>F. sambucinum</i>	1.67	fghi	186	<i>F. oxysporum</i>	1.00	klm	177	<i>F. equiseti</i>	0.17	op
122	<i>F. sambucinum</i>	2.17	def	178	<i>F. equiseti</i>	1.67	fghi	126	<i>F. oxysporum</i>	1.00	klm	174	<i>F. equiseti</i>	0.17	op
36	<i>F. solani</i>	2.17	def	159.1	<i>F. solani</i>	1.67	fghi	127	<i>F. oxysporum</i>	1.00	klm	185	<i>F. equiseti</i>	0.17	op
186.1	<i>F. equiseti</i>	2.17	def	170.2	<i>F. equiseti</i>	1.50	hij	163	<i>F. equiseti</i>	1.00	klm	108	<i>F. oxysporum</i>	0.00	p
173	<i>F. oxysporum</i>	2.17	def	140.1	<i>F. cubrorum</i>	1.50	hij	188.1	<i>F. sambucinum</i>	1.00	klm	179	<i>F. equiseti</i>	0.00	p
149	<i>F. oxysporum</i>	2.17	def	159	<i>F. solani</i>	1.33	ijk	183	<i>F. oxysporum</i>	0.83	lmn	165.1	<i>F. equiseti</i>	0.00	p
133	<i>F. sambucinum</i>	2.00	efg	171	<i>F. solani</i>	1.33	ijk	196	<i>F. sambucinum</i>	0.83	lmn	188	<i>F. equiseti</i>	0.00	p
141.1	<i>F. verticilloides</i>	2.00	efg	36.1	<i>F. solani</i>	1.33	ijk	144	<i>F. oxysporum</i>	0.83	lmn	30	<i>F. oxysporum</i>	0.00	p
180	<i>F. sambucinum</i>	2.00	efg	194	<i>F. sambucinum</i>	1.33	ijk	151	<i>F. equiseti</i>	0.83	lmn	191	<i>F. sambucinum</i>	0.00	p
148	<i>F. oxysporum</i>	2.00	efg	160	<i>F. equiseti</i>	1.33	ijk	161.1	<i>F. equiseti</i>	0.67	lmno	133	<i>F. sambucinum</i>	0.00	p
168	<i>F. solani</i>	2.00	efg	37	<i>F. equiseti</i>	1.67	jkl	65	<i>F. oxysporum</i>	0.67	lmno				
124	<i>F. sambucinum</i>	2.00	efg	152	<i>F. sambucinum</i>	1.67	jkl	147	<i>F. oxysporum</i>	0.67	lmno				
172	<i>F. equiseti</i>	2.00	efg	217	<i>F. solani</i>	1.67	jkl	182	<i>F. sambucinum</i>	0.67	lmno				

<sup>a</sup> Average dry rot index value obtained from two replicates with 3 tubers, 3 wk post-inoculation. 0 = no dry rot; 5 = 100% dry rot. <sup>b</sup> Homologous groups obtained by Duncan's multiple range analysis ( $p < 0.05$ ). There is no significant statistical difference between the isolates with similar letters.

کسری شریفی و همکاران: بررسی گونه‌های فوزاریوم، عامل پوسیدگی خشک سیب زمینی ...

*F. acuminatum* به عنوان عامل بیماری‌های پوسیدگی ریشه، طوقه تعداد زیادی از گیاهان معرفی شده است (Gerlach & Nirenberg, 1982). از ایران (آذربایجان شرقی) Behroozin & Assadi (1994) آن را عامل بیماری‌های پوسیدگی ریشه و طبق پیاز، (1989) Saremi عامل پوساننده غده سیب زمینی در کرج و (Zare & Ershad, 1997) آن را عامل پوسیدگی ریشه گندم از گلستان معرفی کردند. همه جدایه‌های مربوط به *F. acuminatum* از استان همدان بدست آمدند. درصد فراوانی این گونه در مقایسه با گونه‌های دیگر همدان در ردیف دوم (پس از *F. sambucinum* بوده (شکل ۳) و بیماری‌زایی آن از *F. solani*، *F. sambucinum* و *F. oxysporum* کمتر است (جدول ۱). با توجه به جمعیت زیاد و شدت بیماری‌زایی متوسط جدایه‌های این گونه، می‌توان آن را یکی از عوامل نسبتاً مهم پوسیدگی خشک در همدان قلمداد کرد. (Theron & Holz, 1989) درصد شدت بیماری‌زایی جدایه‌های *F. acuminatum* بدست آمده از غده‌های پوسیده را ۱/۵۲٪ اعلام کردند که با توجه به متوسط شدت بیماری‌زایی جدایه‌های بدست آمده در این تحقیق (۲۶/۵٪)، به نظر می‌رسد بیماری‌زایی جدایه‌های همدان اختلاف زیاد با جدایه‌های آفریقای جنوبی داشته باشند.

*F. culmorum* عامل اصلی بیماری اسکب (Scab) گندم بوده (Wiese, 1987) و در بعضی از مناطق تولید سیب‌زمینی این گونه به عنوان عامل بیماری پوسیدگی خشک سیب‌زمینی نیز گزارش شده است (Venter et al., 1992). *F. culmorum* یکی از عوامل مهم پوسیدگی ریشه گندم در ایران است (Zare & Ershad, 1997). در تحقیق حاضر سه جدایه مربوط به این گونه بودند که از استان اردبیل جداسازی شدند. این گونه اولین بار از ایران به عنوان عامل بیماری پوسیدگی خشک گزارش می‌شود. هر چند این گونه از فراوانی زیادی برخوردار نبود ولی شدت بیماری‌زایی آن چشم‌گیر و از این نظر با *F. sambucinum* اختلاف معنی‌دار نداشت (جدول ۱). *F. culmorum* از عوامل پوسیدگی خشک غده سیب‌زمینی در اروپا بوده و جزو تشدید کننده‌های بیماری محسوب می‌شود (Cullen et al., 2005).

*F. equiseti* پراکنش جهانی داشته و از ریشه، طوقه، ساقه، برگ و دیگر بخش‌های تعداد زیادی از گونه‌های گیاهی جدا شده است (Gerlach & Nirenberg, 1982). این گونه از گیاهان متعدد از جمله سیب‌زمینی در ایران جدا شده است (Singh, Saremi, 1989; Ershad, 1995).

(1987) *et al.* از هند، (1989) Theron & Holz از آفریقای جنوبی و (1971) Booth از اروپا *F. equiseti* را به عنوان یکی از عوامل پوساننده غده سیب‌زمینی معرفی کردند. هرچند شدت بیماری‌زایی جدایه‌های مربوط به این گونه زیاد نیست ولی با توجه به فراوانی آن (شکل ۲) نقش مهمی در بروز پوسیدگی خشک سیب‌زمینی در اردبیل دارد. طبق تحقیقات (1989) Theron & Holz، *F. equiseti* هر چند از نظر شدت بیماری‌زایی ضعیف است ولی تشدید کننده بیماری محسوب و همراهی آن با دیگر گونه‌ها موجب تشدید بیماری می‌شود. درصد فراوانی این گونه در تهران و همدان پایین بوده و به عنوان عامل ثانوی بیماری محسوب می‌گردد.

از گونه‌های فوزاریوم که فقط از استان اردبیل جدا شد *F. lateritium* بود. این گونه پراکنش جهانی دارد و اغلب در گیاهان چوبی بیماری ایجاد می‌کند (Nelson *et al.*, 1981). این گونه عامل بیماری کلروز سیب‌زمینی شیرین (*Ipomoea batatas* L.) است و به شدت توکسین‌زا می‌باشد (Clark, 1992; Clark & Hoy, 1994). این گونه در ایران از نخود، مرکبات، پنبه و توت (Ershad 1995)، گندم، ذرت و برنج (Zare 1995) گزارش شده است. در این تحقیق تنها ۲ جدایه از اردبیل بدست آمد که شدت بیماری‌زایی آن‌ها از همه گونه‌ها کمتر بود. (2000) Rastegar *et al.* نیز *F. lateritium* را یکی از عوامل ثانوی پوسیدگی سیب‌زمینی در خراسان رضوی معرفی نمود.

*F. oxysporum* یکی از مهم‌ترین گونه‌های جنس فوزاریوم بوده و از نظر بهداشتی و اقتصادی در کشاورزی مهم و میزبان‌های متعدد برای این گونه معرفی شده است (Hanson *et al.* 1995). این قارچ در ایران به عنوان عامل مهم بیماری‌های پوسیدگی ریشه و طبق پیاز خوراکی (Behroozin & Assadi, 1994)، پوسیدگی ریشه نخود (Ershad, 1995) و پوسیدگی ریشه غلات (Zare & Ershad, 1997) معرفی شده است. *F. oxysporum* در اغلب مناطق سیب‌زمینی کاری به عنوان یکی از عوامل مهم پوسیدگی خشک غده و قطعات بذری سیب‌زمینی معرفی شده است (Schisler *et al.*, 1997; Cullen *et al.* 2005). از ۲۰۸ جدایه بدست آمده ۴۸ جدایه مربوط به این گونه است که پس از *F. sambucinum* بیشترین فراوانی را داشت. در اردبیل، تهران و همدان به ترتیب ۲۲، ۵۱ و ۱۴ درصد جدایه‌ها مربوط به این گونه بود

کسری شریفی و همکاران: بررسی گونه‌های فوزاریوم، عامل پوسیدگی خشک سیب زمینی ...

(شکل‌های ۴-۲). Karimi (1970) عامل اصلی پوسیدگی‌های غده سیب زمینی در دماوند و کرج را *F. oxysporum* معرفی کرد. شدت بیماری‌زایی جدایه‌های مربوط، پس از *F. solani* و *F. sambucinum* قرار داشت (جداول ۱). (Theron & Holz, 1989). بیماری‌زاترین عامل ایجاد پوسیدگی خشک غده در مقایسه با هشت گونه فوزاریوم در اعلام کردند. *F. reticulatum* از پراکنش جهانی بالایی برخوردار نیست. اولین بار Theron & Holz, (1989) را از آفریقای جنوبی به عنوان یکی از عوامل بیماری پوسیدگی خشک معرفی کردند. در این تحقیق در مجموع ۵ جدایه از تهران و همدان بدست آمد که اولین بار به عنوان یکی از عوامل بیماری پوسیدگی خشک سیب زمینی در ایران معرفی می‌گردد. جدایه‌های این گونه از نظر شدت بیماری‌زایی و فراوانی پایین هستند لذا به عنوان عامل ثانوی پوسیدگی خشک غده در این استان‌ها محسوب می‌شوند. اگر چه قدرت بیماری‌زایی *F. reticulatum* نسبت به دیگر گونه‌ها زیاد نیست ولی همراهی آن با *F. solani* و *F. oxysporum* و بیماری *F. sambucinum* را تشدید می‌کند (Theron & Holz, 1989).

*F. sambucinum* در بسیاری از مناطق سیب زمینی کاری از جمله شمال آمریکا، اروپا، بریتانیای کبیر و ساحل عاج عامل اصلی پوسیدگی خشک غده سیب زمینی معرفی شده است (Cherif et al., 2002; Adams & Lapwood, 1983; Hide & Cayley, 1985; Leach & Webb, 1981). در تحقیق حاضر این گونه بیشترین فراوانی را در مقایسه با گونه‌های دیگر به خود اختصاص داد و از همه استان‌ها بدست آمد و پس از *F. solani* بیشترین شدت بیماری‌زایی را داشت (شکل‌های ۴-۲ و جدول ۱). با توجه به جمعیت و شدت بیماری‌زایی جدایه‌های مربوط از مهم‌ترین عوامل پوسیدگی خشک در استان‌های اردبیل و همدان هستند. Nasr-Esfahani (1998) این گونه را مهم‌ترین عامل بیماری پوسیدگی خشک در اصفهان معرفی نمود. *F. sambucinum* نه تنها عامل مهم پوسیدگی خشک غده، بلکه مهم‌ترین عامل پوسیدگی جوانه‌های غده‌های بذری محسوب می‌شود (Cherif et al., 2002). لازم به ذکر است در این تحقیق با پیروی از Nelson et al. (1983) گونه *F. sulphureum* مترادفی برای *F. sambucinum* در نظر گرفته شده است.

جدول ۳- مشخصات جدایه‌های مربوط به گونه‌های فوزاریوم جمع‌آوری شده از استان تهران

Table 3- Characteristics of isolates of *Fusarium* species collected from Tehran province

Isolates	Species	Mean of disease severity <sup>a</sup>	Homologous groups	Isolates	Species	Mean of disease severity <sup>a</sup>	Homologous groups	Isolates	Species	Mean of disease severity <sup>a</sup>	Homologous groups	Isolates	Species	Mean of disease severity <sup>a</sup>	Homologous groups
207	<i>F. solani</i>	5.00	a	95	<i>F. oxysporum</i>	2.50	ef	96	<i>F. oxysporum</i>	1.67	ij	103	<i>F. oxysporum</i>	0.50	mn
38	<i>F. oxysporum</i>	4.00	b	99	<i>F. oxysporum</i>	2.33	efg	91	<i>F. oxysporum</i>	1.33	jk	100	<i>F. oxysporum</i>	0.50	mn
219	<i>F. solani</i>	3.83	b	92	<i>F. oxysporum</i>	2.17	efg	209	<i>F. solani</i>	1.33	jk	206	<i>F. reticulatum</i>	0.33	n
208	<i>F. solani</i>	3.33	c	101	<i>F. equiseti</i>	2.00	ghi	97	<i>F. oxysporum</i>	1.00	kl	210	<i>F. solani</i>	0.33	n
218	<i>F. solani</i>	3.17	c	211	<i>F. solani</i>	2.00	ghi	202	<i>F. oxysporum</i>	1.00	kl	204.2	<i>F. solani</i>	0.00	n
157	<i>F. solani</i>	3.00	cd	98	<i>F. oxysporum</i>	2.00	ghi	207.1	<i>F. equiseti</i>	0.83	lm	204	<i>F. solani</i>	0.00	n
48	<i>F. oxysporum</i>	2.67	de	90	<i>F. oxysporum</i>	2.00	ghi	93	<i>F. oxysporum</i>	0.83	lm	158	<i>F. oxysporum</i>	0.00	n
205	<i>F. sambucinum</i>	2.67	de	203	<i>F. sambucinum</i>	1.83	hi	94	<i>F. solani</i>	0.50	mn	102	<i>F. oxysporum</i>	0.00	n

<sup>a</sup> Average dry rot index value obtained from two replicates with 3 tubers, 3 wk post-inoculation. 0 = no dry rot; 5 = 100% dry rot. <sup>b</sup> Homologous groups obtained by Duncan's multiple range analysis (p<0.05). There is no significant statistical difference between the isolates with similar letters.

جدول ۴- مشخصات جدایه‌های فوزاریوم جمع‌آوری شده از استان همدان

Table 4- Characteristics of isolates of *Fusarium* species collected from Hamedan province

Isolates	Species	Mean of disease severity <sup>a</sup>	Homologous groups	Isolates	Species	Mean of disease severity <sup>a</sup>	Homologous groups	Isolates	Species	Mean of disease severity <sup>a</sup>	Homologous groups	Isolates	Species	Mean of disease severity <sup>a</sup>	Homologous groups
134	<i>F. solani</i>	5.00	a	118	<i>F. sambucinum</i>	2.00	f	1	<i>F. oxysporum</i>	1.33	hij	43	<i>F. acuminatum</i>	1.00	jkl
135	<i>F. solani</i>	4.17	b	50	<i>F. sambucinum</i>	2.00	f	51	<i>F. solani</i>	1.17	ijk	20	<i>F. sambucinum</i>	0.83	klm
82	<i>F. solani</i>	4.00	b	41	<i>F. oxysporum</i>	2.00	f	58	<i>F. equiseti</i>	1.17	ijk	22	<i>F. sambucinum</i>	0.66	lmn
138	<i>F. sambucinum</i>	3.33	c	69	<i>F. reticulatum</i>	2.00	f	65	<i>F. oxysporum</i>	1.17	ijk	11	<i>F. oxysporum</i>	0.66	lmn
70	<i>F. acuminatum</i>	3.17	cd	31	<i>F. equiseti</i>	2.00	f	16	<i>F. oxysporum</i>	1.17	ijk	68	<i>F. sambucinum</i>	0.66	lmn
155	<i>F. solani</i>	3.17	cd	74	<i>F. acuminatum</i>	2.00	f	4	<i>F. oxysporum</i>	1.17	ijk	42.1	<i>F. reticulatum</i>	0.66	lmn
47	<i>F. oxysporum</i>	3.17	cd	89	<i>F. sambucinum</i>	2.00	f	10	<i>F. equiseti</i>	1.00	jkl	80	<i>F. sambucinum</i>	0.66	lmn
17	<i>F. solani</i>	3.00	cde	77	<i>F. acuminatum</i>	2.00	f	15	<i>F. sambucinum</i>	1.00	jkl	2	<i>F. equiseti</i>	0.50	mno
156	<i>F. solani</i>	3.00	cde	73	<i>F. acuminatum</i>	1.83	fg	115	<i>F. oxysporum</i>	1.00	jkl	79.2	<i>F. acuminatum</i>	0.50	mno
88	<i>F. sambucinum</i>	3.00	cde	61	<i>F. solani</i>	1.83	fg	3	<i>F. oxysporum</i>	1.00	jkl	71	<i>F. acuminatum</i>	0.33	nop
45	<i>F. sambucinum</i>	3.00	cde	196	<i>F. sambucinum</i>	1.83	fg	18	<i>F. sambucinum</i>	1.00	jkl	5	<i>F. sambucinum</i>	0.33	nop
53	<i>F. oxysporum</i>	3.00	cde	84	<i>F. sambucinum</i>	1.67	fgh	46	<i>F. reticulatum</i>	1.00	jkl	9	<i>F. acuminatum</i>	0.33	nop
114	<i>F. sambucinum</i>	3.00	cde	51.1	<i>F. solani</i>	1.67	fgh	86	<i>F. sambucinum</i>	1.00	jkl	33	<i>F. sambucinum</i>	0.17	op
213	<i>F. solani</i>	3.00	cde	6	<i>F. solani</i>	1.67	fgh	8	<i>F. sambucinum</i>	1.00	jkl	67	<i>F. sambucinum</i>	0.17	op
63	<i>F. acuminatum</i>	2.83	de	55	<i>F. sambucinum</i>	1.67	fgh	75	<i>F. acuminatum</i>	1.00	jkl	14	<i>F. sambucinum</i>	0.00	p
17.2	<i>F. solani</i>	2.83	de	85	<i>F. sambucinum</i>	1.67	fgh	7	<i>F. sambucinum</i>	1.00	jkl	62	<i>F. solani</i>	0.00	p
44	<i>F. sambucinum</i>	2.67	e	60	<i>F. solani</i>	1.50	ghi	81	<i>F. sambucinum</i>	1.00	jkl	107	<i>F. equiseti</i>	0.00	p
199.1	<i>F. equiseti</i>	2.67	e	56	<i>F. acuminatum</i>	1.50	ghi	19	<i>F. sambucinum</i>	1.00	jkl	76	<i>F. acuminatum</i>	0.00	p
34	<i>F. sambucinum</i>	2.00	f	78	<i>F. acuminatum</i>	1.50	ghi	199	<i>F. acuminatum</i>	1.00	jkl	29	<i>F. oxysporum</i>	0.00	p
195.1	<i>F. equiseti</i>	2.00	f	21	<i>F. sambucinum</i>	1.33	hij	198	<i>F. reticulatum</i>	1.00	jkl	66	<i>F. oxysporum</i>	0.00	p
51.2	<i>F. solani</i>	2.00	f	32	<i>F. sambucinum</i>	1.33	hij	79.3	<i>F. acuminatum</i>	1.00	jkl	62.2	<i>F. solani</i>	0.00	p
54	<i>F. oxysporum</i>	2.00	f	72	<i>F. acuminatum</i>	1.33	hij	57	<i>F. equiseti</i>	1.00	jkl	40	<i>F. sambucinum</i>	0.00	p
197	<i>F. sambucinum</i>	2.00	f	75.1	<i>F. acuminatum</i>	1.33	hij	87	<i>F. sambucinum</i>	1.00	jkl				

<sup>a</sup> Average dry rot index value obtained from two replicates with 3 tubers, 3 wk post-inoculation. 0 = no dry rot; 5 = 100% dry rot. <sup>b</sup> Homologous groups obtained by Duncan's multiple range analysis (p<0.05). There is no significant statistical difference between the isolates with similar letters



گونه *F. solani* انتشار گسترده جهانی و میزبان‌های متعددی دارد (Gerlach & Nirenberg, 1982). یکی از میزبان‌های مهم این قارچ غده‌های سیب زمینی است که در آنها بیماری پوسیدگی خشک ایجاد می‌کند (Booth, 1971). این گونه در ایران به عنوان یکی از عوامل پوسیدگی ریشه و طبق پیاز (Behroozin & Assadi, 1994)، عامل پوسیدگی سیاه ریشه نخود (Karampour & Hedjaroud, 1993) و پوسیدگی ریشه گندم (Zare & Ershad, 1997) معرفی شده است. Scharif & Ershad (1966) برای اولین بار عامل پوسیدگی خشک سیب‌زمینی را در ایران *F. coeruleum* معرفی کردند. Saremi (1989) از کرج و دماوند، (Nasr-Esfahani (1998) از فریدن اصفهان این گونه را به عنوان یکی از عوامل اصلی پوسیدگی خشک سیب زمینی گزارش نمودند. هرچند فراوانی این گونه نسبت به *F. oxysporum*، *F. equiseti*، *F. sambucinum* و *F. acuminatum* کمتر است ولی شدت بیماری‌زایی این قارچ در مقایسه با دیگر گونه‌ها به طور چشم‌گیری زیاد است (جدول‌های ۴-۲). Theron & Holz (1989) دو گونه *F. oxysporum* و *F. solani* را بیماری‌زاترین عوامل بیماری پوسیدگی خشک دانسته و حضور دو گونه در کنار هم را بسیار مخرب و خطرناک معرفی کرده‌اند. همچنین این گونه از مهم‌ترین عوامل پوسیدگی خشک در انگلستان به شمار می‌آید (Peters et al., 2004).

*F. verticillioides* فقط از اردبیل جدا شد و ۲٪ از فراوانی جدایه‌ها را در آن استان به خود اختصاص داد (شکل ۲). جدایه‌های مربوط به بیشترین شدت بیماری‌زایی را پس از *F. solani* داشتند لذا در صورت افزایش جمعیت این گونه در منطقه می‌تواند به عنوان عامل ثانویه ایجاد بیماری قلمداد شود. از جمله گیاهان میزبان می‌توان به برنج، ذرت و سورگوم اشاره کرد (Puhulla & Spieth, 1983). Theron & Holz, (1989) این گونه را عامل ثانوی ایجاد پوسیدگی خشک غده سیب زمینی در آفریقای جنوبی و Rastegar et al. (2000) در خراسان رضوی معرفی نمودند. با توجه به نتایج، مهم‌ترین عوامل بیماری پوسیدگی خشک غده سیب‌زمینی در استان‌های اردبیل، تهران و همدان گونه‌های *F. oxysporum*، *F. sambucinum* و *F. solani* معرفی می‌شوند. علاوه بر گونه‌های یاد شده *F. equiseti* در اردبیل و *F. acuminatum* در همدان اهمیت دارند. البته حضور دیگر گونه‌ها را نباید در ایجاد بیماری و تشدید آن کم اثر دانست. به‌طوری‌که *F. verticillioides*، *F. equiseti*، *F. crookwellense*، *F. acuminatum*، *F. graminearum*

کسری شریفی و همکاران: بررسی گونه‌های فوزاریوم، عامل پوسیدگی خشک سیب زمینی ...

*F. scirpi* و *F. reticulatum*، *F. sporotrichioides*، *F. semitectum*، *F. avenaceum*، *F. culmorum* در کنار عوامل اصلی (*F. solani* و *F. sambucinum*، *F. oxysporum*) موجب افزایش شدت بیماری‌زایی می‌شوند (Theron & Holz, 1990; Cullen *et al.*, 2005; Ali *et al.*, 2005).

#### منابع

- ADAMS, M. J. and D. H. LAPWOOD, 1983. Transmission of *Fusarium solani* var. *coeruleum* and *F. sulphureum* from seed potatoes to progeny tubers in the field. *Ann. Appl. Biol.* 103: 411-417.
- ALI, S., V. V. RIVERA, and G. A. SECOR, 2005. First report of *Fusarium graminearum* causing Dry Rot of Potato in North Dakota. *Plant Dis.* 89: 105.
- BEHROOZIN, M. and P. ASSADI, 1994. Report on three *Fusarium* species as the causal agents of the basal and root rot of onion and their distribution in East Azarbaijan. *Iran. J. Plant Pathol.* 30: 41-49.
- BOOTH, C. 1971. The Genus *Fusarium*. CMI, Kew, Surrey, UK. 273 pp.
- BOYD, A. E. W. 1972. Potato storage diseases. *Rev. Plant Pathol.* 51: 297-321.
- BRADSHAW, N. J., J. A. TURNER and S. J. ELCOCK, 2001. Potatoes: A survey of diseases 2000/01. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food Report.
- CARNEGIE, S. F., A. D. RUTHVEN, D. A. LINDSAY and T. D. HALL, 1990. Effect of fungicides applied to seed potato tubers at harvest or after grading on fungal storage diseases and plant development. *Ann. Appl. Biol.* 116: 61-72.
- CHELKOWSKI, P. 1985. Occurrence of *Fusarium* spp. fungi on potato tubers and their pathogenicity (in Polish). *Ziemniak.* 105-134.
- CHERIF, M., N. SADFI, N. BENHAMOU, A. BOUDABBOUS, A. BOUBAKER, M. R. HAJLAOUI and Y. TIRILLY, 2002. Ultrastructure and cytochemistry of in vitro interactions of the antagonistic bacteria *Bacillus cereus* X16 and *B. Thuringiensis* 55T

---

\* نشانی نگارندگان: مهندس کسری شریفی و دکتر رسول زارع، مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، صندوق پستی ۱۴۵۴، تهران ۱۹۳۹۵، ایران؛ دکتر حمید رضا زمانی‌زاده، گروه گیاهپزشکی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران؛ مهندس امیر ارجمندیان، بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، همدان، ایران.

- with *Fusarium roseum* var. *sambucinum*. J. Plant Pathol. 84: 83-93.
- CLARK, C. A. 1992. Histological evidence that *Fusarium lateritium* is an exopathogen on sweet potato with chlorotic leaf distortion. Phytopathol. 82: 656-663.
- CLARK, C. A. and M. W. HOY, 1994. Isolation of *Fusarium lateritium* from sweet potato seed. Plant Dis. 78: 585-587.
- CULLEN, D. W., I. K. TOTH, Y. PITKIN, N. BOONHAM, K. WALSH, I. BARKER, and A. K. LEES, 2005. Use of quantitative molecular diagnostic assays to investigate *Fusarium* dry rot in potato stocks and soil. Phytopathol. 95: 1462-1471.
- ERSHAD, D. 1995. Fungi of Iran. Agricultural Research, Education and Extension Organization. 874 pp.
- FISHER, N. L., L. W. BURGESS, T. A. TOUSSOUN and P. E. NELSON, 1983. Carnation leaves as a substrate for preserving cultures of *Fusarium* species. Phytopathol. 72: 151-153.
- GERLACH, W. and H. NIRENBERG, 1982. The genus *Fusarium*. A Pictorial Atlas. Mitt. Biol. Bundesanst. Land-Forstwirtschaft. Berlin-Dahlem 209: 1-406.
- GUENTHNER, J. F. 2001. The International Potato Industry. Woodhead Publishing Ltd. 222 pp.
- HANSON, L. E., S. J. SCHWAGER and R. LORIA, 1995. Sensitivity to Thiabendazole in *Fusarium* species associated with dry rot of potato. Phytopathol. 86: 378-384.
- HANSON, L. E., S. J. SCHWAGER and R. LORIA, 1996. Sensitivity to thiabendazole in *Fusarium* species associated with dry rot of potato. Phytopathol. 86:378-384.
- HIDE, G. A. and G. R. CAYLEY, 1985. Effects of delaying fungicide treatment of wounded potatoes on the incidence of *Fusarium* dry rot in store. Ann. Appl. Biol. 107: 429-438.
- HIDE, G. A., P. J. READ and S. M. HALL, 1992. Resistance to thiabendazole in *Fusarium* species isolated from potato tubers affected by dry rot. Plant Pathol. 41:745-748.
- HUDSON, D. E. and P. H. ORR, 1997. Incidence of mechanical injury to potatoes during certain storage-related handling operations in the Red River valley production area. Am. Potato J. 54: 11-21.
- KARAMPOUR, F. and G. A. HEJAROUD, 1993. *Fusarium solani* as the chickpea black root rot agent in Iran. Iran. J. Plant Pathol. 29: 147-148.
- KARIMI, A. R. 1970. Wilt of potato plants and dry rot of potato tubers. Iran. J. Plant Path.6: 35-53.
- LEACH, S. S. and R. E. Webb, 1981. Resistance of selected potato cultivars and clones to

کسری شریفی و همکاران: بررسی گونه‌های فوزاریوم، عامل پوسیدگی خشک سیب زمینی ...

- Fusarium dry rot. Phytopathol. 71: 623-629.
- MARASAS, W. F. O., P. E. NELSON and T. A. TOUSSOUN, 1984. Toxigenic *Fusarium* Species Identity and Mycotoxicology. 328 pp. Pennsylvania State University Press 328 pp.
- MECTEAU, M. R., J. ARUL and R. J. TWEDDELL, 2002. Effect of organic and inorganic salts on the growth and development of *Fusarium sambucinum*, a causal agent of potato dry rot. Mycol. Res. 106:688-696.
- NASR-ESFAHANI, M. 1998. *Fusarium* species associated with dry rot of potato tubers in Esfahan. Iran. J. Plant Pathol. 34: 225-232.
- NELSON, P. E., T. A. TOUSSOUN and R. J. COOK, 1981. *Fusarium: Diseases, Biology and Taxonomy*. Penn. State Univ. Press, Univ. Park, USA. 457pp.
- NELSON, P. E., T. A. TOUSSOUN and W. F. O. MARASAS, 1983. *Fusarium* Species: An Illustrated Manual for Identification. Penn. State Univ. Press, Univ. Park, USA. 193 pp.
- NIRENBERG, H. 1976. Untersuchungen Über die morphologische und biologische Differenzierung in der *Fusarium*-Sektion *Liseola*. Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem 169: 1-117.
- NIRENBERG, H. I. 1981. A simplified method for identifying *Fusarium* spp. occurring on wheat. Can. J. Bot. 59: 1599-1610.
- PETERS, J. C., G. S. STROUD, A. LEES, D. W. CULLEN and L. SULLIVAN, 2004. Results from a survey of *Fusarium* spp. on GB potatoes. In: Abstracts of the European Association of Potato Research, Pathology Section Meeting. S. Duvauchelle, ed. Lille, France.
- PUHALLA, J. E. and P. T. SPIETH, 1983. Heterokaryosis in *Fusarium moniliforme*. Exp. Mycol. 7: 328-335.
- RASTEGAR, M. F., H. GHALEDEZDANI and B. JAFARPOUR, 2000. Etiology of Fusarium dry rot of potato tubers in Khorassan province. Proc. 14<sup>th</sup> Iran. Pl. Protec. Con., Isfahan, Iran, P. 305.
- ROWE, R. C. 1993. Potato Health Management. APS Press 178pp.
- SAREMI, H. 1989. Investigation of potato tuber mycoflora in Karaj and Damavand. Proc. 9<sup>th</sup> Iran. Pl. Protec. Cong., Mashhad, Iran. P. 133.
- SCHARIF, G. and D. ERSHAD, 1966. A list of fungi on cultivated plants. Shrubs and trees of Iran. Ministry of Agriculture, Plant Pests and Diseases Research Institute, Evin, Tehran.
- SCHISLER D. A., P. J. SLININGER and R. J. BOTHAST, 1997. Effects of antagonists cell

- concentration and two-strain mixtures on biological control of *Fusarium* dry rot of potatoes. *Phytopathol.* 87: 177-183.
- SEPPANEN, E. 1981. *Fusariums* of the potato in Finland. I. On the *Fusarium* species causing dry rot in potatoes. *Ann. Agric. Fenn.* 20:156-160.
- SINGH, R. P., V. P. AGNIHOTRI, S. P. RAYCHAUDHURI and J. P. VERMA, 1987. Thermo-therapy of sugarcane for disease control. *Rev. Trop. Plant Pathol.* 4: 305-329.
- STEVENSON, W. R., R. LORIA, G. D. FRANC and D. P. WEINGARTNER, 2001. *Compendium of Potato Diseases*. APS Press. 125pp.
- THERON, D. J. and G. HOLZ, 1989. *Fusarium* species associated with dry and stem-end rot of potatoes in South Africa. *Phytophylactica* 21: 175-181.
- THERON, D. J. and G. HOLZ, 1990. Effect of temperature on dry rot development of potato tubers inoculated with different *Fusarium* spp. *Potato Res.* 33: 109-117.
- THERON, D. J. and G. HOLZ, 1991. Prediction of potato dry rot based on the presence of *Fusarium* in soil adhering to tuber at harvest. *Plant Dis.* 75: 126-130.
- VENTER, S. L., D. J. THERON, P. J. STEYN, D. FERRIERA and A. EICKER, 1992. Relationships between vegetative compatibility and pathogenicity of isolation of *Fusarium oxysporum* f. sp. *tuberosi* from potato. *Phytopathol* 82: 858-862.
- WIERSEMA, H. T. 1977. Laboratory testing for the resistance of potato tubers to dry rot. *Potato Res.* 20: 268-269.
- WIESE, M. V. 1987. *Compendium of Wheat Diseases*. APS Press. 112 pp.
- ZARE, R. 1995. A Taxonomic Survey on *Fusarium* spp. Occuring on Cereals in Gorgan and Dasht Region. MSc thesis, Tarbiat Modarres University. 100 pp.
- ZARE, R. and D. ERSHAD, 1997. *Fusarium* species isolated from cereals in Gorgan area. *Iran. J. Plant Pathol.* 33: 1-14.

---

**Address of the authors:** Eng. K. SHARIFI and R. ZARE, Iranian Research Institute of Plant Protection, P. O. Box 1454, Tehran 19395, Iran; Dr. H. R. ZAMANI-ZADEH, Faculty of Agricultural Engineering, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran; Eng. A. ARJMANDIAN, Plant Pests and Diseases Research Department, Agriculture and Natural Resources Research Centre of Hamedan, Iran.

کسری شریفی و همکاران: بررسی گونه‌های فوزاریوم، عامل پوسیدگی خشک سیب زمینی ...