معرفی گونه‌های جدیدی از قارچ‌های آربوسکولار- میکوریزا از ریزوسفر مرکبات ایران

Introduction of some new arbuscular-mycorrhizal fungi (AMF) from citrus rhizosphere of Iran

سیما زنگنه*، علی‌بخش شیروانی، یعقوب‌محمد علیان، موسی نجفی‌نیا، فرزاد کرمپور و حجتا... قلعه‌دزدانی

موسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی، مرکز تحقیقات کشاورزی فارس، موسسه تحقیقات مرکبات، مرکز تحقیقات کشاورزی جیرفت و بم، مرکز تحقیقات کشاورزی هرمزگان و مرکز تحقیقات بلوچستان

دریافت: 1384/3/22 پذیرش: 1384/7/26

چکیده

طی انجام طرح جمع‌آوری و شناسایی قارچ‌های همزیست مرکبات، در سالهای 1380 تا 1382، تعداد 164 نمونه خاک از عمده‌ترین مناطق زیر کشت مرکبات، شامل استان‌های فارس، گیلان، مازندران، کرمان، هرمزگان و سیستان و بلوچستان جمع‌آوری گردید. نمونه‌های خاک به دست آمده با روش الک تر شستشو و سپس سانتریفوژ شد. از هاگ‌های به دست آمده، لام میکروسکوپی تهیه گردید و مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس مطالعه و تعیین نام نمونه‌ها، از 23 گونه قارچ میکوریزایی تشخیص داده شده، پنج گونه نامبرده زیر برای فلور قارچی ایران جدید بوده‌اند:

Glomus albidum, G. diaphanum, G. invermaium, G. tortusum, Scutellospora erythropa.

واژه‌های کلیدی: آربوسکولار- میکوریزا، مرکبات، فارس، گیلان، مازندران، کرمان، هرمزگان و سیستان و بلوچستان

* مسئول مکاتبه

مقدمه

قارچ‌های آربوسکولار- میکوریزا (AMF)، گروه مهمی از قارچ‌ها هستند که به دلیل اثرات بسیار مفیدی که در رشد و نمو گیاهان و افزایش مقاومت آن‌ها به شرایط نامساعد دارند، مورد توجه بسیاری از محققان می‌باشند. جایگاه این گروه در رده‌بندی قارچ‌ها پس از مطالعات مولکولی *شوسلر* و همکاران (Schüβler 2001) تغییر کرد و در شاخه جدیدی به نام Glomeromycota قرار گرفت. از سال 1842 که *ناجلی* (Nägeli 1842) اولین قارچ‌های میکوریزایی و ارتباط همزیستی آن‌ها را با گیاهان تشخیص داد، تاکنون بیش از200 گونه از دنیا و بیش از 50 گونه از ایران، همزیست با گیاهان مختلف از جمله مرکبات تشخیص داده شده است. ریشه‌های ضخیم مرکبات تمایل زیادی به برقراری ارتباط میکوریزایی دارند (Menge 1983). اولین بار *کلاین اشمیت* و *گردمن* (Kleinschmidt & Gerdemann 1972) نشان دادند که با مایه زنی مرکبات با قارچ‌های AMF، می‌توان بر کوتولگی ناشی از اثرات سترون کردن خاک خزانه فایق آمد. آن‌ها با استفاده از انواع مرکبات در حضور قارچ‌های AMF توانستند افزایش رشدی از 0/1 تا 2/5 برابر را مشاهده کنند. دیگر دانشمندان نیز در آزمایش‌ها و مکان‌های دیگر نتایج مشابهی به دست آوردند (Hatting & Gerdemann 1975, Martin 1948, Menge *et al.* 1978). انتخاب قارچ‌های کارآمد برای بسیاری از گونه‌های مهم گیاهی از جمله پایه‌های مرکبات انجام شده است (Vinayak & Bagyaraj 1990). مایه‌زنی نهال‌های مرکبات با قارچ‌های آربوسکولار-میکوریزا در کشورهای توسعه یافته هم اکنون به شکل امری متداول درآمده است (Jeffries & Dodd 1991). *مهرآوران* و *میناسیان* (1984)، در مورد پراکندگی و تنوع جنس‌های قارچ‌های میکوریزایی مطالعاتی انجام داده‌اند. در این مطالعات مشخص شده که گونه‌های مختلف مرکبات وابستگی‌های متفاوتی به قارچ‌های میکوریزایی دارند به طوری‌که بعضی پایه‌ها نظیر نارنج، لیمو، بکرایی و لیمو عمانی به این قارچ‌ها وابستگی بسیار زیادی دارند. همچنین در زمینه شناسایی قارچ‌های میکوریزایی همزیست گندم (*صدروی* و همکاران 1999) و گیلاس (*زنگنه* و *باشکوفسکی* 2001)، مطالعاتی صورت گرفته است. این تحقیق با توجه به ضرورت شناسایی و معرفی قارچ‌های میکوریزایی موجود در منطقه ریزوسفر مرکبات در کشور انجام گردید تا ضمن کمک به شناسایی فلور قارچی ایران، زمینه برای استفاده کاربردی از آن‌ها فراهم شود.

روش بررسی

بیش از 164 نمونه خاک از عمده‌ترین مناطق زیر کشت مرکبات، شامل استان‌های فارس، گیلان، مازندران، کرمان، هرمزگان و سیستان و بلوچستان و از درختان مختلف مرکبات

شامل: نارنج (*Citrus bigaradia*)، پرتقال (*C sinensis*)، نارنگی (*C. nobolis*)، بکرایی (*C. bergamia*)، گریپ فروت (*C. paradisi*) و لیموترش (*C. limon*)، طی سالهای 1380 تا 1382 جمع‌آوری و به موسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی ارسال شد. طبق روش *مورتون* و همکاران (Morton *et al.* 1993)، اقدام به تکثیر قارچ‌های میکوریزایی موجود در نمونه‌های خاک گردید. بدین ترتیب که از خاک باغ‌های مرکبات به عنوان مایه اولیه و از گیاه ذرت (*Zea mays*)، برای به‌دام انداختن قارچ‌های میکوریزایی از میکروارگانیسم‌های خاک و افزایش آن‌ها استفاده شد. نمونه خاک از باغ‌های مرکبات با سابقه کشت طولانی در فصل بهار یا پاییز و از محل سایه‌انداز درختان تهیه شد، بدین ترتیب که از هر باغ تعدادی نمونه (حداقل پنج نمونه) خاک و ریشه از عمق 30-0 سانتی‌متری مجاور درختان جمع‌آوری شد و سپس به خوبی با هم مخلوط گردیدند. آنگاه ریشه‌ها به قطعات دو سانتی‌متری قطعه قطعه شدند، سپس تمامی محتویات به طور یکنواخت با یکدیگر مخلوط شدند. مقداری از نمونه تهیه شده به عنوان مایه به مخلوط شن سترون و مرطوب به نسبت 1:1 اضافه و در گلدان‌های 15 سانتی‌متری سترون ریخته شد. بین 10 تا 15 دانه ذرت سترون، روی سطح خاک قرار گرفت و روی آن با یک سانتی‌متر ماسه سترون پوشانده شد. این کشت به مدت چهار ماه نگهداری گردید. کوددهی تنها در صورتی انجام گرفت که در گیاهان آثار کمبود فسفر به شکل ارغوانی شدن رنگ برگ‌ها و یا آثار کمبود ازت به شکل کلروز برگ‌های جوان نمایان شده بود. پس از پایان دوره رشدی، به منظور تحریک هاگ‌دهی، گیاهان به مدت یک تا دو هفته در معرض خشکی قرار گرفتند. سپس محتویات گلدان‌ها خالی و هوا دهی شد. از خاک به دست آمده جهت شستشو و جدا سازی هاگ‌های تکثیر شده استفاده گردید. جدا سازی هاگ‌ها به روش الک تر (Gerdemann & Nicolson 1963) و سانتریفوژ با محلول قندی (Jenkins 1964) انجام شد. از هاگ‌های به دست آمده لام میکروسکوپی تهیه شد و پس از اندازه‌گیری و ثبت خصوصیات حداقل پنج نمونه، به کمک کلیدهای شناسایی در کتاب راهنمای شناسایی قارچ‌های AMF (Schenk & Perez 1988)، مقالات کلیدی و اینترنت، جنس و گونه قارچ‌های میکوریزایی تشخیص داده شد. همچنین درصد فراوانی هر گونه بر اساس فرمول زیر تعیین گردید:

$$\text{درصد فراوانی} = \frac{\text{تعداد نمونه حاوی قارچ}}{\text{تعداد کل نمونه‌ها}} \times 100$$

نتیجه و بحث

بین 164 نمونه بررسی شده، تنها چهار نمونه فاقد قارچ‌های میکوریزایی بودند. با بررسی نمونه‌ها، 23 گونه قارچ آربوسکولار- میکوریزا مندرج در جدول 1 تشخیص داده شد که پنج گونه از آنها برای اولین بار از ایران گزارش می‌شوند.

جدول 1- قارچ‌های میکوریزایی آربوسکولار شناسایی شده از ریزوسفر مرکبات ایران (گونه‌هایی که برای فلور ایران جدید می‌باشند با علامت * مشخص شده‌اند)

Table 1. Identified arbuscular-mycorrhizal fungal species from citrus rhizosphere (New species for Iran flora are indicated by *)

نام قارچ	میزبان	محل جمع‌آوری	درصد فراوانی
Entrophospora infrequens	*Citrus* sp.، لیموترش، نارنج، گریپ فروت	گیلان، مازندران، کرمان، فارس	3/1
Gigaspora albida	پرتقال، نارنگی، گریپ فروت	سیستان و بلوچستان، کرمان	1/9
Gigaspora gigantea	لیموترش، پرتقال، گریپ فروت	فارس، کرمان، هرمزگان	2/5
Gigaspora margarita	پرتقال	هرمزگان	0/6
Glomus aggregatume	لیموترش، نارنج، ترنج، پرتقال، نارنگی، گریپ فروت	گیلان، مازندران، کرمان، سیستان و بلوچستان، فارس، هرمزگان	52
**Glomus albidum*	لیموترش، نارنج، پرتقال، نارنگی، گریپ فروت	گیلان، مازندران، کرمان، سیستان و بلوچستان، فارس، هرمزگان	34
Glomus clarum	لیموترش، نارنج	فارس، گیلان	2/5
Glomus constrictum	لیموترش، نارنج، پرتقال، نارنگی، گریپ فروت	گیلان، مازندران، کرمان، سیستان و بلوچستان، فارس، هرمزگان	23/8
Glomus coronatum	پرتقال	فارس	0/6
**Glomus diaphanum*	لیموترش، نارنج، پرتقال، نارنگی، گریپ فروت	گیلان، کرمان، سیستان و بلوچستان، فارس، هرمزگان	6/3
Glomus etunicatum	لیموترش، نارنج، پرتقال، نارنگی، گریپ فروت	گیلان، مازندران، کرمان، سیستان و بلوچستان، فارس، هرمزگان	26/3
Glomu geosporum	لیموترش، نارنج، پرتقال، نارنگی، گریپ فروت	گیلان، مازندران، کرمان، سیستان و بلوچستان، فارس، هرمزگان	25

*Glomus invermaium	لیموترش، پرتقال	سیستان و بلوچستان، فارس	1/2
Glomus macrocarpum	لیموترش، پرتقال، گریپ فروت	کرمان، فارس	1/3
Glomus microaggregatum	لیموترش، نارنج، ترنج، پرتقال، نارنگی، گریپ فروت	گیلان، مازندران، کرمان، سیستان و بلوچستان، فارس، هرمزگان	36
Glomus microcarpum	لیموترش، نارنج	گیلان، مازندران، سیستان و بلوچستان، فارس	3/8
Glomus mosseae	لیموترش، نارنج، پرتقال، نارنگی، گریپ فروت	گیلان، مازندران، کرمان، سیستان و بلوچستان، فارس، هرمزگان	22
Glomus rubiforme	لیموترش، نارنج، نارنگی	مازندران، فارس، هرمزگان	3/8
Glomus sinuosum	لیموترش، گریپ فروت	فارس، کرمان	8/8
*Glomus tortusum	پرتقال	سیستان و بلوچستان	1/8
Paraglomus occultum	پرتقال	هرمزگان	0/6
*Scutellospora erythropa	لیموترش	فارس	0/6
Scutellospora fulgida	پرتقال	سیستان و بلوچستان	0/6
Scutellospora pellucida	نارنج	مازندران	0/6

گونه‌هایی که برای میکوفلور ایران جدید بوده‌اند به شرح زیر توصیف می‌شوند. قابل ذکر است که شماره‌هایی که در کنار نمونه‌های مورد بررسی دیده می‌شود مربوط به نمونه‌های خاک جمع‌آوری شده از هر استان است که به صورت اسلاید میکروسکوپی در موسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی تگهداری می‌شوند.

1- *Glomus albidum* C. Walker & L.H. Rhodes [as 'albidus'], Mycotaxon 12 (2): 509, 1981

نمونه‌های بررسی شده:

خاک ریزوسفر *Citrus* sp.، استان کرمان، کت گرگ (13)، کبر آباد (14)، دولت‌آباد (15)، باقر آباد (16)، مرکز آموزش علی‌آباد امام (17)، 1381/8/25، جمع‌آوری موسی نجفی نیا

خاک ریزوسفر پرتقال، استان سیستان و بلوچستان، پیردان (2)، دامن (7)، 1381/7/6، جمع‌آوری حجتا... قلعه دزدانی- استان هرمزگان، حاجی آباد، باغ 8 هکتاری (4)، 1381/4/29، جمع‌آوری فرزاد کرمپور.

خاک ریزوسفر گریپ فروت، استان کرمان، مرکز تحقیقات (10)، 1380/6/4، جمع‌آوری موسی نجفی نیا- استان هرمزگان، حاجی آباد، باغ 8 هکتاری ایستگاه (5)، 1381/4/29، جمع‌آوری فرزاد کرمپور.

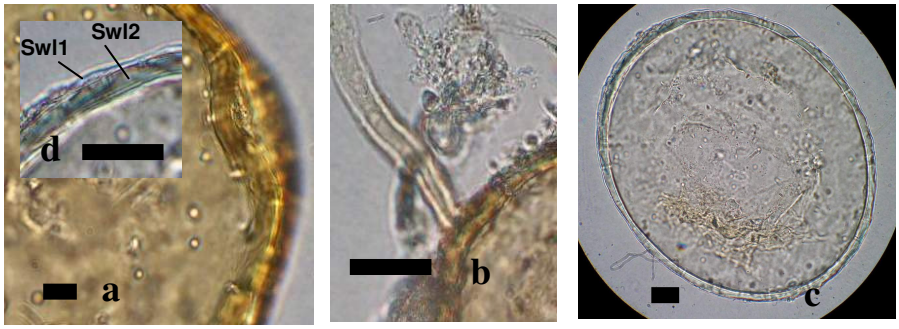
خاک ریزوسفر لیموترش، استان هرمزگان، رودان- بند ملا (6، 7، 12، 13، 15، 19، 20، 21)، 1381/4/29، جمع‌آوری فرزاد کرمپور- استان سیستان و بلوچستان، حیط (10)، نیک شهر (16)، جلال‌آباد (18)، جیک‌ور (19)، 1381/7/6، جمع‌آوری حجتا... قلعه دزدانی- استان فارس، جهرم گل برنجی (9)،1380/3/30، جهرم (15، 16، 19)، فارس، قیر و کارزین، (25، 28)، کازرون (37) داراب (45)، 1380/8/26، جمع‌آوری علی‌بخش شیروانی.

خاک ریزوسفر نارنج، استان گیلان، چابکسر- دورانمحله (1)، 29 /80/7، شیخ زاهد محله چابکسر (6) شاهمراد محله سیاهکلرود کلاچای (7)، یوسف‌آباد املش (8)، کومله لنگرود (9)، قاسم آباد سفلی (10)،81/9/2، جمع‌آوری یعقوب محمد علیان- استان مازندران، اشکار دشت چالوس (3)، عماریه زنگشاء محله (10)، 1380/9/20 نوشهر چلندر (13)، نوشهر چلک (14)، کلاچان چالوس (15)، 1381/9/2، جمع‌آوری یعقوب محمد علیان- استان هرمزگان، حاجی آباد، حاشیه باغ کلکسیون، ایستگاه (16)، 1381/4/29، جمع‌آوری فرزاد کرمپور- استان سیستان و بلوچستان، دامن (11)، 1381/7/6، جمع‌آوری حجتا... قلعه دزدانی- استان فارس، کازرون (38)، 1380/9/26، جمع‌آوری علی‌بخش شیروانی.

خاک ریزوسفر نارنگی، استان کرمان، مرکز تحقیقات (7)، 1380/6/4، موسی نجفی‌نیا- استان هرمزگان، بندرعباس- سیاهو (18)، بندرعباس- سیاهو- خرسین (24، 25، 26، 28)، 1381/4/29، جمع‌آوری فرزاد کرمپور- استان سیستان و بلوچستان، هیتمک (5)، 1381/7/6، جمع‌آوری حجتا... قلعه دزدانی.

هاگ‌ها به شکل منفرد در خاک دیده شدند. هاگ‌های جوان شفاف مایل به صورتی تا قرمز نارنجی و هاگ‌های بالغ مایل به رنگ سفید دیده شدند. معمولاً یک ریسه متصل وجود دارد. هاگ‌های بالغ (108-)168-95- (60)× (198-)168-95 (-85)، کروی تا نیمه کروی گاه به شکل تخم مرغی و گاه بی‌شکل و نامنظم هستند. دیواره هاگ با دیواره ریسه در یک راستا واقع می‌شود. در جوانی دولایه دیواره هاگ، یک لایه خارجی شفاف با 2-0/5 میکرومتر ضخامت و یک لایه داخلی مورق به خوبی مشاهده می‌شود. در هاگ بالغ لایه خارجی غیر شفاف و ریزان با ظاهری دانه‌دار و خشن و اغلب کمتر از یک میکرومتر ضخامت دیده شد. ریسه متصل دیواره‌ای دو لایه دارد که لایه خارجی در محل اتصال به هاگ ضخیم است. ریسه متصل معمولا مستقیم و ساده است و گاه در محل اتصال به هاگ منقبض و با ضخیم شدن لایه خارجی کم و بیش قیفی شکل می‌شود. منفذ ریسه اغلب باز و گاه با یک سپتوم مسدود است. لایه خارجی آن تا 0/7 میکرومتر ضخامت دارد که در زمان بلوغ می‌افتد، در نهایت ریسه

با چروک خوردن جدا می‌شود و در نتیجه اغلب به سختی مشاهده می‌گردد، به همین دلیل در اکثر نمونه‌ها ریسه متصل مشاهده نشد (شکل 1). این قارچ از *G. occultum* به خاطر داشتن اندازه‌ای بزرگتر، دیواره‌ای دولایه، نداشتن ریسه‌ای دایمی با دیواره‌ای یک لایه و از *G . clarum* به خاطر نداشتن لایه خارجی ضخیم‌تر در دیواره مشخص می‌شود. این گونه از ریزوسفر گندم زمستانه (*Triticium aestivum* L.) در ایالت اوهایو، از اطراف ریشه‌های علف‌ها (*Setaria* sp.) و (*Bromus inermis* Leyess. و درختان صنوبر (*Populus* spp.) در مناطق قدیمی و مرکزی ایالت آیوا در آمریکا توسط *واکر* و *رودز* (Walker & Rhodes 1981)، توسط *کولکارنی* و همکاران (Kulkarni *et al.* 1997) و از ریزوسفر گیاهان گرمسیری سواحل غربی هند توسط *زهرا* و همکاران (Zahra & Loynachan. 2003) گزارش شده است.



شکل 1- *Glomus albidum*: a. هاگ مسن، فاقد ریسه متصل، b. هاگ دارای ریسه متصل که در محل اتصال تا حدی فشردگی دارد، c. هاگ جوان فاقد ریسه متصل، d. لایه‌های دیواره هاگ، Swl1 و Swl2، لایه‌های شماره یک و دو دیواره هاگ، از نمونه شماره 13 از کرمان (مقیاس 10 میکرومتر).

Fig. 1. *Glomus albidum*: a. old spore without subtending hyphae, b. spore with a subtending hyphae constricted in the point of attachment, c. a young spore without subtending hyphae, d. spore wall layer, Swl1 and Swl2, spore wall layer one and two from Kerman. Sample No. 13 (scale 10µm).

2- *Glomus diaphanum* J.B. Morton & C. Walker, Mycotaxon 21: 433, 1984

نمونه‌های بررسی شده:

خاک ریزوسفر پرتقال، استان کرمان، کشت و صنعت (1)، 1380/6/4، جمع‌آوری موسی نجفی نیا.

خاک ریزوسفر گریپ فروت، استان کرمان، مرکز تحقیقات (6، 10)، 1380/6/4، جمع‌آوری موسی نجفی نیا.

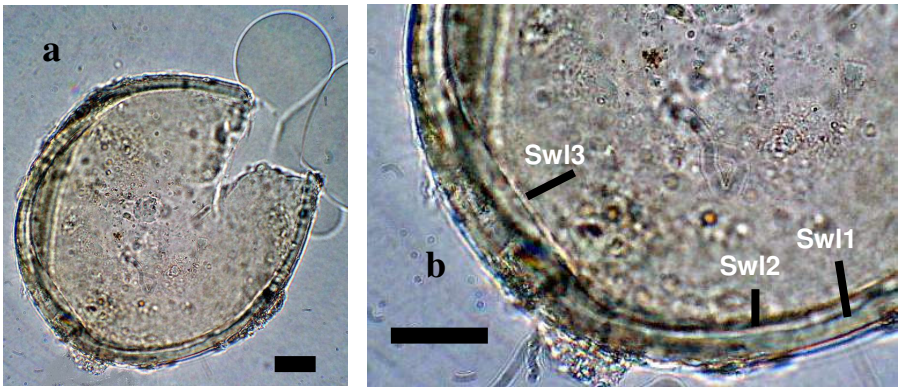
خاک ریزوسفر لیمو ترش، استان فارس، جهرم (16)، 1380/8/26، جمع‌آوری علی‌بخش شیروانی- استان سیستان و بلوچستان، رحمان آباد (1)، 1381/7/6، جمع‌آوری حجتا... قلعه دزدانی.

خاک ریزوسفر نارنج استان گیلان، شیخ زاهد محله چابکسر (6)، کومله لنگرود (9)، 81/9/2، جمع‌آوری یعقوب محمد علیان- استان فارس، کازرون (38)، 1380/9/26، جمع‌آوری علی‌بخش شیروانی.

خاک ریزوسفر نارنگی، استان هرمزگان، بندرعباس- سیاهو- خرسین، (28، 29، 30)، 1381/4/29، جمع‌آوری فرزاد کرمپور.

هاگ‌ها به شکل منفرد دیده شدند. بیشتر کروی تا نیمه کروی هستند و (125) -72- (36) میکرومتر قطر دارند. هاگ‌ها در هر سن و در زیر نور گذرا و نور منعکس شده شفاف هستند. دیواره هاگ شامل سه لایه است. لایه اول موسیلاژی است و تا 0/5 میکرومتر ضخامت دارد، لایه دوم مورق است و (6/5)-4/2- (2) میکرومتر ضخامت دارد، لایه سوم لایه‌ای انعطاف پذیر، صاف و شفاف است و از یک دیواره نازک غشایی با (1/5)-0/8- (0/5) میکرومتر ضخامت تشکیل شده است. این لایه از لایه خارجی وقتی که هاگ می‌شکند جدا می‌شود. محتویات هاگ شفاف است و از یک تا چند قطره روغن بزرگ تشکیل شده است. ریسه متصل منفرد، است و اغلب در نزدیک محل اتصال به هاگ در حین جداسازی هاگ می‌شکند (شکل 2). این گونه بر اساس *مورتون* (Morton 1985) احتمالا گسترش جهانی دارد. برای اولین بار از ریزوسفر شبدر قرمز از ایالت وست ویرجینیای آمریکا گزارش شده است. خاک مناطقی که این قارچ از آن جدا شده است نسبتا تا کاملا اسیدی بوده است. تنها گزارش وجود این قارچ در اروپا به گزارش *اوال* و همکاران (Oehl *et al.* 2003, 2005) بر می‌گردد که از حضور این قارچ در بسیاری از مناطق تحت پوشش محصولات کشاورزی واقع در دره بالای راین بین باسل (سویس)، فین‌بورگ (هلند) و مول‌هاوس (فرانسه) خبر داده‌اند. علاوه بر این *زانگ* و *وانگ* (Zhang & Wang 1991)، هاگ این قارچ را در پکن و زینگ جیانگ چین یافته‌اند. شبیه‌ترین هاگ‌ها به این گونه، مربوط به

G. laccatum، *G. viscosum* و *Paragomus occultum* است. این گونه‌ها همگی دارای اندازه مشابه هستند (Blaszkowski 1988, Walker *et al.* 1995, Morton 2000, Morton & Redecker 2001, Morton & Walker 1984). در هیچ کدام از این گونه‌ها لایه انعطاف‌پذیر تا نیمه انعطاف پذیر داخلی و لایه موسیلاژی خارجی که با معرف ملزر رنگ می‌پذیرد وجود ندارد. همچنین این گونه به صورت منفرد در خاک دیده شد، در حالی‌که *G. viscosum* به صورت دسته‌ای منشعب از یک ریسه مشترک دیده می‌شود (Morton 2000, Walker *et al.* 1995).



شکل 2- *Glomus diaphanum*: a. هاگ محتوی چند گلبول روغن، b. دیواره هاگ شامل سه لایه Swl1, Swl2 و Swl3 از نمونه شماره 10 از استان کرمان (مقیاس 10 میکرومتر).

Fig. 2. *Glomus diaphanum*: a. spore containing oil globules, b. spore wall including three layers, Swl1, Swl2 and Swl3 from Kerman. Sample No. 10 (scale 10µm).

3- *Glomus invermaium* I.R. Hall [as 'invermaius'], Trans. Br. Mycol. Soc. 68 (3): 345, 1977

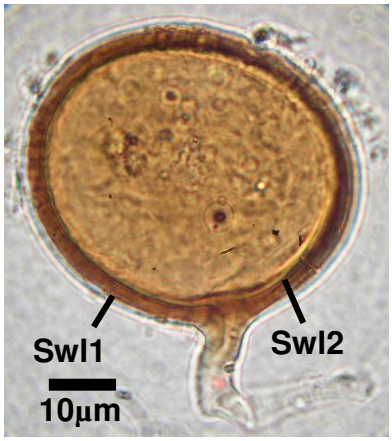
نمونه‌های بررسی شده،

خاک ریزوسفر پرتقال، استان سیستان و بلوچستان، حیط (14)، 1381/7/6، جمع‌آوری حجتا... قلعه دزدانی.

خاک ریزوسفر لیموترش، استان فارس، جهرم گل برنجی (9)، 1380/3/30، جمع‌آوری علی‌بخش شیروانی.

هاگ به صورت منفرد و آزاد در نمونه‌های خاک دیده شد. قطر هاگ 75-50 میکرومتر و دیواره آن دو لایه است. لایه خارجی بی‌رنگ (1/5-1 میکرومتر ضخامت) و لایه داخلی

قهوه‌ای روشن (6-3 میکرومتر ضخامت)، لایه خارجی بر ریسه متصل تا فاصله 100 میکرومتری امتداد پیدا می‌کند. ریسه متصل، بی‌رنگ تا قهوه‌ای است درمحل اتصال 6 تا 13 میکرومتر قطر دارد و کمی در محل اتصال فشردگی دارد. قطر منفذ 4-1 میکرومتر و بدون سپتوم است (شکل3). اولین بار *هال* (Hall 1977) این گونه را از سواحل نیوزیلند و از ریزوسفر *Trifolium repens* L. و *باتاچارجی* و *موکرجی* (Bhattacharjee & Mukerji 1980) این گونه را از خاک‌های جمع‌آوری شده از بنگلور هند گزارش کرد. طبق توصیف اولیه‌ای که *هال* از این گونه داشته است. هاگ این قارچ در اسپوروکارپ‌هایی سست دیده شده است، ولی در نمونه‌های مورد بررسی هاگ به شکل منفرد در خاک دیده شد که ممکن است در اثر سانتریفوژ هاگ‌ها به صورت جدا جدا درآمده باشند. وجود ریسه شفاف، اندازه کوچک این هاگ و داشتن دیواره‌ای دولایه به شناسایی این قارچ کمک می‌نماید.



شکل 3- *Glomus invermaium*: هاگ به همراه ریسه متصل، Swl1 و Swl2 لایه‌های دیواره سلولی از نمونه شماره 9 از استان فارس.

Fig. 3. *Glomus invermaium*: spore with subtending hyphae, Swl1 and Swl2 are the layers of spore wall from Fars. Sample No. 9.

4- *Glomus tortuosum* N.C. Schenck & G.S. Sm., Mycologia 74 (1): 83, 1982

نمونه‌های بررسی شده:

خاک ریزوسفر *Citrus* sp.، استان کرمان، دولت‌آباد (15)، باقر آباد (16)، 1381/8/25، جمع‌آوری موسی نجفی نیا.

خاک ریزوسفر پرتقال، استان سیستان و بلوچستان، حیط (14)، 1381/7/6، جمع‌آوری حجتا... قلعه دزدانی.

هاگ به شکل منفرد در خاک دیده شد. به‌رنگ زرد تا قهوه‌ای- خاکستری است که با مانتلی متراکم از ریسه‌های سینوسی با قطر چهار تا 10 میکرومتر و چسبیده به هاگ پوشیده شده است. مانتل 25-13 میکرومتر ضخامت دارد. رنگ آن مایل به قهوه‌ای است

و از برجستگی‌های موجود بر سطح هاگ منشا می‌گیرد. هاگ گرد است و (148/9-)141/7(-134/4) میکرومتر قطر دارد. دیواره هاگ یک لایه و مورق است که 2-3/5 میکرومتر ضخامت دارد و گاه به دلیل مورق بودن دو یا چند لایه به نظر می‌رسد. محتویات هاگ به دلیل وجود مانتل نامعلوم است. ریسه متصل به هاگ در نمونه بررسی شده ملاحظه نگردید (شکل4). این قارچ ابتدا از خاک اطراف *Glycine max* (L.) Merr. از منطقه فلوریدا به دست آمده است (Schenck & Smith 1982). براساس گفته *کاسکی* (Koske 1987)، *G. tortuosum* یکی از پنج قارچ آربوسکولار میکوریزای همراه با *Ammophila breviligulata* Fern. و *Uniola paniculata* L. درتپه‌های شنی واقع در شمال نیوجرسی تا ویرجینیا بوده است. این قارچ همچنین در تپه‌های شنی هند و ژاپن هم دیده شده است (Sridhar & Beena 2001). *کابلو* Cabello (2001) این قارچ را از منطقه ریشه‌ای *Cyndon dactylon* (L.) Pers.، در خاک آلوده به هیدروکربن واقع در انسنادا، بوئنوس آیرس واقع در کشور آرژانتین، یافته است. *اوال* و همکاران (Oehl *et al.* 2003) آن را در علفزارهای سوییس یافته‌اند. در توصیفی که از این قارچ توسط *شنک* و *اسمیت* (Scenck & Smith 1982) ارایه شده است، محتویات هاگ به شکل کروی و ریسه متصل شفاف تا زرد روشن ذکر شده است، ولی در نمونه مورد مطالعه این مشخصات قابل بررسی نبود. از گونه‌های مشابه به این قارچ می‌توان *G. convolutum* Gerdemann & Trappe را نام برد. در این گونه نیز هر هاگ به طور مجزا در داخل مانتلی از ریسه‌های در هم پیچیده محصور شده است، ولی هاگ‌ها در اسپوروکارپی سخت و شکننده قرار گرفته‌اند و ریسه‌های مانتل این گونه قطری به اندازه 1/5-5 میکرومتر دارند. از دیگر تفاوت های این قارچ می‌توان به وجود قطرات روغن به رنگ زرد پررنگ در داخل هاگ اشاره کرد که در *G. tortuosum* وجود ندارد.

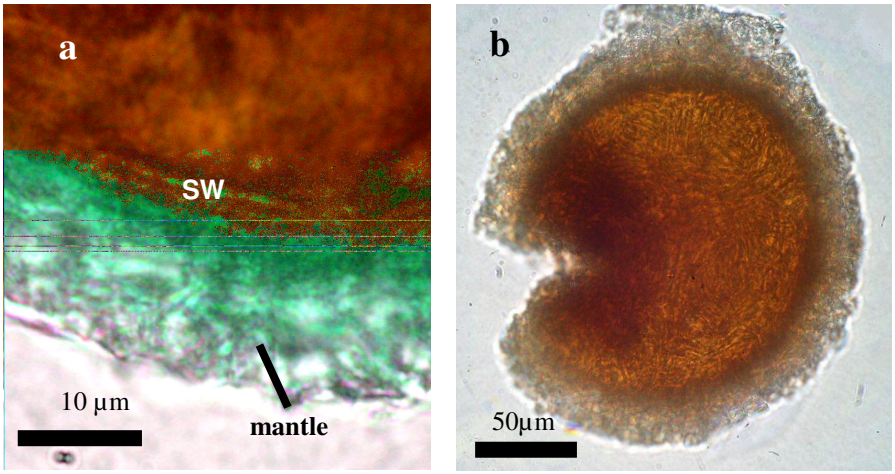
5- *Scutellospora erythropa* (Koske & C. Walker) C. Walker & F.E. Sanders, Mycotaxon 27: 181, 1986

نمونه بررسی شده،

خاک ریزوسفر لیموترش، استان فارس، داراب (47) ، 1380/9/26، جمع‌آوری علی‌بخش شیروانی.

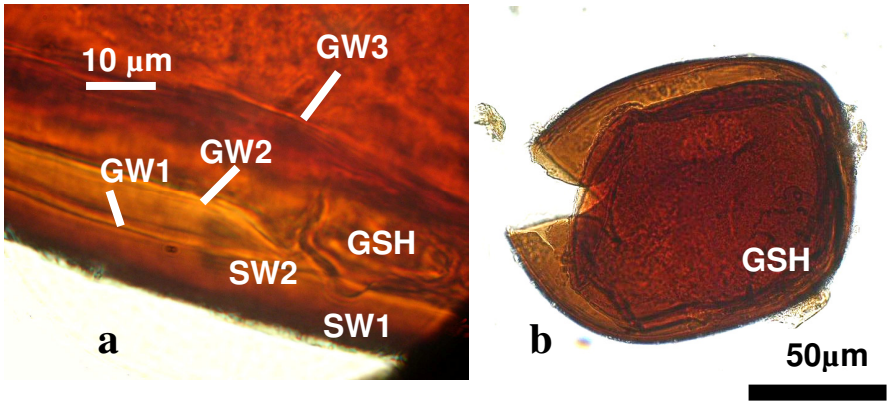
هاگ به صورت منفرد در خاک، به رنگ قرمز متمایل به قهوه‌ای، به شکل بیضوی کشیده است و 235×302/5 میکرومتر قطر دارد. دیواره هاگ دو لایه‌ای است که به هم چسبیده‌اند. لایه اول، لایه‌ای شکننده با سطحی صاف و به رنگ قرمز قهوه‌ای تیره است که به شدت به لایه دوم چسبیده است، لایه دوم شامل زیرلایه‌های نارنجی تیره است. دیواره

سلولی در مجموع 7-5 میکرومتر ضخامت دارد. دیواره‌های رویشی از سه دیواره قابل انعطاف شفاف ساخته شده است. در منابع برای هر کدام از این دیواره‌ها دو لایه مشخص شده است که



شکل 4- *Glomus tortuosum*: a. دیواره هاگ و مانتل، b. هاگ پوشیده شده با مانتلی از ریسه‌های درهم تنیده از نمونه شماره 14 از استان سیستان و بلوچستان.

Fig. 4. *Glomus tortuosum*: a. spore wall and mantle, b. spore covered with a mantle of interwoven hyphae from Sistan va Baloochestan. Sample No. 14.



شکل 5- *Scutellospora erythropa* : a. ساختمان دیواره هاگ پس از تشکیل دیواره‌های رویشی، GW3، GW2، GW1، دیواره‌های رویشی، GSH، سپر رویشی، SW2 و SW1، لایه‌های دیواره هاگ. هاگ با سپر رویشی از نمونه شماره 7 از استان فارس.

Fig. 5. *Scutellospora erythropa*: a. spore wall structure after the formation of germination walls. GW=Germination wall, SW=Spore wall layer, GSH= Germination shield, b. spore with germination shield from Fars. Sample No. 7.

با میکروسکوپ‌های در دسترس این دیواره‌ها به شکل یک لایه دیده می‌شود. ریسه در برگیرنده سوسپانسوری شکل، دیواره نازک و به رنگ زرد متمایل به قهوه‌ای است و ابعاد آن 50×29 میکرومتر می‌باشد. سپر رویشی گرد کشیده و ابعاد آن120×115 میکرومتر است و بر داخلی‌ترین دیواره رویشی (GW3) قرار گرفته است (شکل 5). این قارچ قبل از آن که جنس *Scutellospora* از جنس *Gigaspora* جدا شود تحت این نام گزارش شده است. اولین بار *کاسکی* و *واکر* (Koske & Walker 1984) این قارچ را از تپه‌های شنی سواحل رد ایلند از آمریکا گزارش کردند. آن‌ها در هاگ این قارچ یک دیواره داخلی نازک با نام دیواره واحد، تشخیص دادند که احتمالا همان دیواره رویشی شماره یک است و یک دیواره مورق که عملا از دیواره‌های رویشی شماره دو و سه تشکیل شده که به یکدیگر چسبیده‌اند (Morton 2000).

منابع

جهت ملاحظه منابع به صفحات 32-29 متن انگلیسی مراجعه شود.

نشانی نگارندگان: سیما زنگنه* و حجتا... قلعه‌دزدانی، موسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی، صندوق پستی 1454، تهران 19395؛ علی‌بخش شیروانی، مرکز تحقیقات کشاورزی فارس، زرقان؛ یعقوب‌محمد علیان، موسسه تحقیقات مرکبات، رامسر؛ موسی نجفی‌نیا، مرکز تحقیقات کشاورزی جیرفت و بم، جیرفت و فرزاد کرمپور، مرکز تحقیقات کشاورزی هرمزگان، بندرعباس.

* **E-mail:** simazangeneh@yahoo.com

شکل 2- *Glomus diaphanum*: a. هاگ محتوی

INTRODUCTION OF SOME NEW ARBUSCULAR-MYCORRHIZAL FUNGI (AMF) FROM CITRUS RHIZOSPHERE OF IRAN

S. ZANGENEH*, A.B. SHIRVANI, Y. M. ALIAN, M. NAJAFI NIA, F. KARAMPUR and **H. GHALE DEZDANI**

Dept. of Botany, Plant Pests & Diseases Res. Inst., Fars Agriculrural Res. Center; Citrus Res. Inst.; Djiroft & Bam Agricultural Res. Center; Hormozgan Agricultural Res. Center and Baloochestan Agricultural Res. Center

Received: 12.06.2005 Accepted: 18.5.2005

During 2001-2002, a total number of 164 soil-root samples were collected from citrus orchards of six provinces, namely, Fars, Gilan, Mazandaran, Kerman, Hormozgan and Sistan va Baloochestan. Soil samples were decanted and centrifuged and spores were collected and examined. Out of 23 identified species, five species were recognized new to Iran mycoflora. New species are as follows: *Gomus albidum, G. diaphanum, G. invermaium, G. tortusum* and *Scutellospora erythropa.*

Key words: Arbuscular mycorrhiza, citrus, Fars, Gilan, Mazandarn, Kerman, Hormozgan, Sistan va Baloochestan

To look at the figures, please refer to the Persian text (pages: 77-89).

* Corresponding author

References

BHATTACHARJEE, M. and MUKERJI, K.G. 1980. Studies on Indian Endogonaceae. II. The Genus *Glomus*. Sydowia 33: 14-17.

BLASZKOWSKI, J. 1988. Three new vesicular-arbuscular-mycorrhizal fungi (Endogonaceae) from Poland. Bull. Pol. Ac. Sci. Biol. Sci. 36: 10-12.

CABELLO, M.N. 2001. *Glomus tortuosum* (Glomales) and arbuscular-mycorrhizal fungus (AMF) isolated from hydrocarbon-polluted soils. Nova Hedwigia 73: 513-520.

GERDEMANN, J.W. and NICOLSON, T.H. 1963. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. Trans. Br. Mycol. Soc. 46: 235-244.

HALL, I.R. 1977. Species and mycorrhizal infections of New Zealand Endogonaceae. Tran. Br. Mycol. Soc. 68: 341-356.

HATTINGH, M.J. and GERDEMANN, J.W. 1975. Inoculation of Brazilian sour orange seed with endomycorrhizal fungi. Phytopathology 65: 1013.

JEFFRIES, P. and DODD, J.C. 1991. The use of mycorrhizal inoculants in forestry and agriculture. *In*: Handbook of Applied Mycology Vol. 1. Soil and Plants, D.K. Arora, R.B. Mukherji and G.R. Kandsen (eds.).

JENKINS ,W.R. 1964. A rapid centrifugal technique for separating nematodes from soil. Plant Dis. Rep. 48: 692.

KLEINSCHMIDT, G.D. and GERDEMANN, J.W. 1972. Stunting of citrus seedlings in fumigated nurserry soils related to the absence of endomycorrhizae. Phtopathology 62: 1447.

KOSKE R.E. 1987. Distribution of VA mycorrhizal fungi along a latitudinal temperature gradient. Mycologia 79: 55-68.

KOSKE, R.E. and WALKER, C. 1984. *Gigaspora erythropa*, a new species forming arbuscular mycorrhizae. Mycologia 76: 250-255.

KULKARNI, S.S. RAVIRAJA, N.S. and SRIDHAR, K.R. 1997. Arbuscular mycorrhizal fungi of tropical sand dunes of west coast of India. J. Coast. Res. 13 (3): 931-936.

MARTIN, J.P. 1948. Effect of fumigation, fertilization and various other soil treatmants on growth of orange seedlings in old citrus soils, Soil Sci. 66: 273.

MEHRAVARAN, H. and MINASIAN, V. 1984. A survey of citrus mycorrhizal fungi in Iran. The Scientific Jurnal of Agriculture 9: 16-27. Shahid Chamran University Pub.

MENGE, J.A. 1983. Utilization of vesicular-arbuscular-mycorrhizal fungi in Agriculture. Can. J. of Bot. 61: 10115-10124.

MENGE, J.A, LABANAUSKAS, C.K., JOHNSON, E.L.V. and PLATT, R.G. 1978. Partical substitution of mycorrhizal fungi for phosphorus fertilization in the green house culture of citrus. Soil. Sci. Soc. Am. Proc. 42: 926.

MORTON, J.B. 1985. Variation in mycorrhizal and spore morphology of *Glomus occultum* and *Glomus diaphanum* as influenced by plant host and soil environment. Mycologia 77: 192-204.

MORTON, J.B. 2000. International Culture Collection of arbuscular and vesicular-arbuscular-mycorrhizal fungi. West Virginia University.

MORTON, J.B. and WALKER, C. 1984. *Glomus diaphanum*: a new species in the Endogonaceae common to West Virginia. Mycotaxon 21: 431-440.

MORTON, J.B. and REDECKER, D. 2001. Two families of Glomales, Archaeosporaceae and Paraglomaceae, with two new genera *Archaeospora* and *Paraglomus* based on concordant molecular and morphological characters. Mycologia 93: 181-195.

MORTON, J.B., BENTIVENGA, S.P. and WHEELER, W.W. 1993. Germplasm in the International collection of arbuscular and vesicular-arbuscular mycoorhizal fungi (INVAM) and procedures for culture development, documentation and storage. Mycotaxon XLVIII: 491-598.

NÄGELI, C. 1842. Plize im Innern von Zellen. Linnaea: 16: 278-285.

OEHL, F., SIEVERDING, E., INEICHEN, K., MADER, P., BOLLER, T. and WIEMKEN, A. 2003. Impact of land use intensity on the species diversity of arbuscular-mycorrhizal fungi in agroecosystems of Central Europe. Appl. Environ. Microbiol. 69: 2816-2824.

OEHL, F., SIEVERDING, E., INEICHEN, K., RIS, E.-A., BOLLER, T. and WIEMKEN, A. 2005. Community structure of arbuscular-mycorrhizal fungi at different soil depths in extensively and intensively managed agroecosystems. New Phytol. 165: 273-283.

شکل 2- *Glomus diaphanum*. a: هاگ محتوی

SADRAVI, M., MOHAMMADI GOLTAPPEH, E., BLASZKOWSKI, J., MINASIAN, V. and ALIZADEH, A. 1999. Four vesicular-arbuscular-mycorrhizal fungi from Iran. Seed and Plant 15 (1): 9-23.

SCHENK, N.C. and PEREZ, Y. 1988. Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi. 241 pp.

SCHENCK, N.C. and SMITH, G.S. 1982. Additional new and unreported species of mycorrhizal fungi (Endogonaceae) from Florida. Mycologia 74 (1): 77-92.

SCHÜβLER, A., SCHWARZOTT, D. and WALKER, C. 2001. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. Mycol. Res. 105: 1413-1421.

SRIDHAR, K.R. and BEENA, K.R. 2001. Arbuscular-mycorrhizal research in coastal sand dunes: A review. Proc. Nat. Acad. Sci. India 71: 179-205.

VINAYAK, K. and BAGYARAJ, D.J.1990. Biol. Agric Horti. 6: 305-311.

WALKER, C. and. RHODES, L.H. 1981. *Glomus albidus*: A new species in Endogonaceae. Mycotaxon 12 (2): 509.

WALKER, C., GIOVANETTI, M., AVIO, L., CITERNESI, A.S. and NICOLSON, T.H. 1995. A new fungal species forming arbuscular mycorrhizas: *Glomus viscosum*. Mycol. Res. 99: 1500-1506.

ZAHRA, I.T. and LOYNACHANT, E. 2003. Endomycorrhizal fungal survival in continuous corn, soybean and fallow. Agronomy Journal 95: 224-230.

ZANGENEH, S. and BLASZKOWSKI, J. 2001. A report for three arbuscular-mycorrhizal fungi (AMF) from Iran. Rostaniha 2 (1-4): 103-107.

ZHANG, M-Q and WANG Y-S. 1991. Seven species of VA mycorrhizal fungi from northern China. Acta Mycol. Sin. 10: 13-21.

Addresses of the authors: S. ZANGENEH* and H. GHALEDEZDANI, Plant Pests & Diseases Research Inst., P.O. Box 1454, Tehran 19395; A.B. SHIRVANI, Fars Agriculrural Res. Center, Zarghan; Y.M. ALIAN, Citrus Res. Inst., Ramsar; M. NAJAFI NIA, Djiroft & Bam Agricultural Res. Center, Djiroft and F. KARAMPUR, Hormozgan Agricultural Res. Center, Bandar Abbas, Iran.
* **E-mail:** simazangeneh@yahoo.com