

قارچ‌های میکوریز آربوسکولار مزارع گندم در استان گلستان

Arbuscular mycorrhizal fungi of wheat fields in the Golestan Province

مهدي صدروي

دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

پذیرش: ۱۳۸۵/۸/۱۳

دریافت: ۱۳۸۵/۲/۱۱

چکیده

برای شناسایی قارچ‌های میکوریز آربوسکولار، مزارع گندم استان گلستان در سالهای ۱۳۸۳-۱۳۸۴ مورد بازدید قرار گرفتند و توده ریشه آن‌ها جمع‌آوری شد. پس از جداسازی و مطالعه هاگ‌های قارچ‌های موجود در نمونه‌ها و رنگ‌آمیزی ریشه‌ها، ۱۹ قارچ میکوریز آربوسکولار، به اسامی زیر شناسایی شدند:

Entrophospora infrequens, *Glomus caledonium*, *G. clarum*, *G. constrictum*, *G. deserticola*, *G. eburneum*, *G. etunicatum*, *G. geosporum*, *G. gibbosum*, *G. globiferum*, *G. intraradices*, *G. microcarpum*, *G. mosseae*, *G. multiforum*, *G. rubiforme*, *G. sinuosum*, *Paraglomus occultum*, *Scutellospora calospora* and *S. dipurpurascens*.

تنوع این قارچ‌ها در نمونه‌ها (۷-)-۴ (۱-) و *G. mosseae* با فراوانی ۹۱٪ گونه غالب بود. قارچ‌های *G. eburneum*، *G. globiferum* و *S. calospora* برای اولین بار از ایران گزارش می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: قارچ‌های میکوریز آربوسکولار، گندم، *Glomus*، *Scutellospora*، ایران

مقدمه

قارچ‌های میکوریز آربوسکولار، همزیست اجباری ریشه اکثر گیاهان زراعی از جمله غلات و گندم هستند. آن‌ها ضمن گسترش ریشه‌های خود در خارج ریشه گیاهان همزیست، به درون بافت آن نفوذ کرده و درون یاخته ریشه، تولید اندام درختچه مانند (آربوسکول) می‌کنند که محل اصلی تبادل مواد غذایی، بین قارچ و گیاه است. قارچ به کمک ریشه‌های خارج ریشه‌ای خود جذب آب و عناصر غذایی (فسفر و روی) را برای گیاه افزایش داده و بدین ترتیب باعث افزایش محصول و مقاومت آن در برابر تنش‌های محیطی و قارچ‌های انگل خاکزی می‌شود (Pfleger & Linderman 1994). این قارچ‌ها در شاخه گلومرومیکوتا (Glomeromycota Walker & Schüßler)، با یک رده گلومرومیست (Glomeromycetes Cavalier-Smith)، چهار راسته، هشت تیره و ۱۰ جنس قرار دادند (Schüßler *et al.* 2001, Morton & Redecker 2001, Redecker *et al.* 2000, Walker & Schüßler 2004).

مهمترین خصوصیات ریختی هاگ این قارچ‌ها برای شناسایی آن‌ها، محل تشکیل هاگ (در انتهای انشعاب‌های ریشه، درون گردن یک کیسه مولد هاگ و یا روی گردن آن کیسه) شکل ریشه متصل به هاگ (ساده یا پیازی شکل)، تعداد دیواره (ها) و نوع لایه‌های این دیواره (ها) هستند. از بین این صفات تعداد دیواره‌ها و نوع لایه‌های آن‌ها برای تشخیص گونه‌های هر جنس اهمیت زیادی دارند. هر هاگ این قارچ‌ها دارای یک دیواره اصلی (spore wall) است. این دیواره می‌تواند ۲ تا ۴ لایه داشته باشد. مهم‌ترین لایه‌های این دیواره لایه لزج (mucilagenous)، ورقه‌ای (lamine) و واحد (unit) هستند. علاوه بر دیواره، هاگ در گونه‌های چند جنس، از جمله *Scutellospora*، دارای یک تا چند دیواره تندشی داخلی (germination wall) و غلاف تندشی (germination shield) هستند. هاگ گونه‌های این جنس پس از جوانه‌زنی در اطراف ریشه‌های گیاه همزیست تولید یاخته‌های کمکی (auxiliary cells)، پوشیده در غشایی با سطح صاف کرده که به نفوذ قارچ به بافت ریشه گیاه و برقراری رابطه همزیستی کمک می‌کنند (Morton 1995, Błaszkowski *et al.* 2001). تاکنون ۲۴ گونه از این قارچ‌ها به اسامی زیر در دنیا از روی ریشه گندم گزارش شده‌اند:

Acaulospora denticulata Sieverd. & S. Toro, *Archaeospora trappei* (R.N. Ames & Linderman) J.B. Morton & D. Redecker, *Entrophospora infrequens* (I.R. Hall) R.N. Ames & R.W. Schneid., *Glomus albidum* C. Walker & L.H. Rhodes, *G. caledonium* (Nicol. & Gerd.) Trappe & Gerd., *G. claroideum* N.C. Schenck & S.M. Sm., *G. clarum* Nicol. & N.C. Schenck, *G. constrictum* Trappe, *G. coronatum* Giovann., *G. dominikii* Błaszk. [= *Pacispora scintillans* (S.L. Rose & Trappe) Sieverd. & Oehl], *G. etunicatum* W.N. Becker & Gerd., *G. geosporum* (Nicol. & Gerd.) C. Walker, *G. gibbosum* Blaszk., *G. intraradices* N.C. Schenck & S.M. Sm., *G. macrocarpum* Tul. & C. Tul., *G. monosporum* Gerd. & Trappe,

G. mosseae (Nicol. & Gerd.) Gerd. & Trappe, *G. multiforum* Tadych & Błaszcz., *G. rubiforme* (Gerd. & Trappe) R.T. Almeida & N.C. Schenck, *G. sinuosum* (Gerd. & B. K. Bakshi) R.T. Almeida & N.C. Schenck, *G. versiforme* (P. Karsten) S.M. Berch, *Gigaspora decipiens* I.R. Hall & L.K. Abbott, *Scutellospora calospora* (Nicol. & Gerd.) C. Walker & F.E. Sanders, and *S. dipurpurascens* J.B. Morton & Koske (Gerdemann & Trape 1974, Walker & Rodes 1981, Schenck & Smith 1982, Sadravi *et al.* 1999, 2000, 2001, Sadravi 2002, 2004, Talukdar & Germida 1994 and Błaszczowski 1993).

نظر به نقش و اهمیت فراوان این قارچ‌ها، در رشد، نمو و تولید بهینه محصول گندم (Al-Karaki *et al.* 2004, Al-Karaki & Clark 1999)، این تحقیق به منظور شناسایی قارچ‌های میکوریز آربوسکولار بومی مزارع گندم در استان گلستان که مقام سوم تولید گندم در کشور را دارد، انجام شد.

روش بررسی

در اواخر بهار سالهای ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴، در زمان برداشت محصول گندم، از مزارع حومه گرگان، کردکوی، آق‌قلا، علی‌آباد، محمدآباد، محمودآباد، کلاله، گنبد، مینودشت و مراوه‌تپه بازدید شد. در هر مزرعه از چندین نقطه به طور تصادفی بوته‌های با ظاهر سالم و رشد خوب، انتخاب شدند و توده ریشه آن‌ها از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری، در کیسه‌های پلاستیکی به آزمایشگاه منتقل گردید. پنجاه و سه نمونه جمع‌آوری شده، در معرض جریان هوا قرار گرفتند تا خشک شوند و سپس تا زمان انجام سایر مراحل در یخچال در دمای چهار درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. برای جداسازی هاگ‌های قارچ‌های میکوریز آربوسکولار، ۱۰۰ گرم توده ریشه و خاک همراه هر نمونه، به روش الک تر (Gerdemann & Nicolson 1963) شستشو داده شده و سوسپانسیون حاصل به روش (Jenkins 1964) سانتریفیوژ شدند. خصوصیات ریختی هاگ‌ها، پس از قرار دادن آن‌ها در محلول پلی وینیل الکل/اسید لاکتیک/گلیسرین (PVLG; Koske & Tessier 1983)، اندازه‌گیری گردید. دیواره‌های هاگ‌ها و لایه‌های آن‌ها با شکستن آن‌ها در مخلوط PVLG + Melzer's reagent (Hall 1984)، شناسایی شدند. رنگ هاگ‌ها بر اساس طرح رنگ کلکسیون بین‌المللی قارچ‌های میکوریز و سیکولار- آربوسکولار مستقر در دانشگاه ویرجینیای غربی آمریکا (INVAM color chart for spores) تعیین شد (Morton 1995). اطلاعات جمع‌آوری شده، با توصیفات قارچ‌های میکوریز آربوسکولار (Schenck & Perez 1990, Błaszczowski & Tadych 1997, Kennedy *et al.* 1999) مقایسه و قارچ‌ها شناسایی شدند. ریشه‌های باقیمانده از جداسازی هاگ‌ها، به قطعات یک سانتی‌متری بریده شدند و سپس به روش فیلیپس و هایمن (Phillips & Hayman 1970) رنگ‌آمیزی شدند.

و اندامک‌های قارچی آن‌ها پس از انتقال به یک قطره محلول PVLG روی لام، مورد مطالعه و شناسایی قرار گرفتند.

نتیجه و بحث

بافت ریشه تمامی نمونه‌های مطالعه شده، دارای ریشه‌های بدون بند، و سیکل‌های بین یاخته‌ای، آربوسکول‌های درون یاخته‌ای و در خارج بافت ریشه بعضی از نمونه‌ها یاخته‌های کمکی قارچ‌های میکوریز آربوسکولار، مشاهده شدند که نشان از همزیستی این قارچ‌ها با ریشه این گیاه داشتند. با مطالعه هاگ‌های جداسازی شده ۱۹ قارچ میکوریز آربوسکولار، متعلق به سه راسته، چهار تیره و چهار جنس شاخه گلوومرومیکوتا به شرح جدول ۱ شناسایی شدند:

جدول ۱- قارچ‌های میکوریز آربوسکولار مزارع گندم در استان گلستان

Table 1. Arbuscular mycorrhizal fungi of wheat fields in the Golestan Province

Fungi	Frequency (%)
Order: Divercisporales C. Walker & Schüßler	
Family: Acaulosporaceae J.B. Morton & Benny	
1. <i>Entrophospora infrequens</i> (Hall) Ames & Schneider	5
Family: Gigasporaceae J.B. Morton & Benny	
2. <i>Scutellospora calospora</i> (Nicol. & Gerd.) C. Walker & F.E. Sanders	5
3. <i>S. dipurpurascens</i> J.B. Morton & Koske	5
Order: Glomerales J.B. Morton & Benny	
Family: Glomeraceae Piroz. & Dalpé	
4. <i>Glomus caledonium</i> (Nicol. & Gerd.) Trappe & Gerd	23
5. <i>G. clarum</i> Nicol. & Schenck	23
6. <i>G. constrictum</i> Trappe	23
7. <i>G. deserticola</i> Trappe, Bloss & Menge	9
8. <i>G. eburneum</i> L.J. Kenn., J.C. Stutz & J.B. Morton	14
9. <i>G. etunicatum</i> W.N. Becker & Gerd.	55
10. <i>G. geosporum</i> (Nicol. & Gerd.) C. Walker	5
11. <i>G. gibbosum</i> Błaszk.	9
12. <i>G. globiferum</i> Koske & C. Walker	5
13. <i>G. intraradices</i> N.C. Schenck & S.M. Sm.	4
14. <i>G. microcarpum</i> Tul. & C. Tul.	4
15. <i>G. mosseae</i> (Nicol. & Gerd.) Gerd. & Trappe	91
16. <i>G. multiforum</i> Tadych & Błaszk.	5
17. <i>G. rubiforme</i> (Gerd. & Trappe) R.T. Almeida & N.C. Schenck	32
18. <i>G. sinuosum</i> (Gerd. & B.K. Bakshi) R.T. Almeida & N.C. Schenck	45
Order: Paraglomales C. Walker & Schüßler	
Family: Paraglomaceae J.B. Morton & D. Redecker	
19. <i>Paraglomus occultum</i> (C.Walker) J.B. Morton & D. Redecker	9

همه این قارچ‌ها برای فلور میکوریزایی گندم در این استان جدیدند. تنوع گونه‌های این قارچ‌ها در نمونه‌ها از حداقل یک تا حداکثر هفت، با میانگین چهار، متغیر بود. در بین آن‌ها فراوانی قارچ *G. mosseae* از سایرین بیشتر بود. فراوانی این قارچ در مزارع غلات استان‌های تهران و خوزستان نیز بیش از سایرین بوده است (Sadraei et al. 1999). مایه‌زنی گندم با این قارچ در شرایط دیم و آبی، باعث افزایش وزن تر و محصول، در مقایسه با بوته‌های مایه‌زنی نشده، گردیده است (Al-Karaki et al. 2004). مایه‌زنی دو رقم گندم دُروم با این قارچ باعث افزایش نسبت پروتیین/چربی و وزن دانه‌های آن‌ها گردیده است (Al-Karaki & Clark 1999). خصوصیات ریختی قارچ‌های *G. clarum*، *G. caledonium*، *G. mosseae*، *G. sinuosum*، *G. rubiforme*، *G. microcarpum*، *G. etunicatum*، *G. constrictum* و *S. dipurpurascens* و *E. infrequens* در ایران توصیف شده‌اند (Sadraei et al. 1999, 2001, Sadraei 2002, 2004). توصیف سایر قارچ‌ها براساس اصول جدید (Morton 1995, Błaszczowski et al. 2001) به شرح زیر است:

***Glomus deserticola* Trappe, Bloss & Menge, Mycotaxon 20: 123-127, 1984**

هاگ‌های این قارچ منفرد، کروی، به قطر (۱۷۵-۹۶) (-۴۱) میکرومتر، اغلب به رنگ قهوه‌ای قرمز (۰-۸۰-۶۰-۰) و با دیواره اصلی دو لایه (لایه لزج و ورقه‌ای) هستند. ریشه متصل به هاگ استوانه‌ای تا تقریباً قیفی شکل است (شکل ۱). لایه ورقه‌ای دیواره هاگ که در ریشه هم وجود دارد، در بعضی نقاط ضخیم‌تر شده و به سمت درون فرورفتگی و حالت موجی دارد (شکل ۲). این حالت دیواره ریشه متصل به هاگ که در نمونه تیپ آن هم مشاهده شده (Błaszczowski 1990)، ابعاد، رنگ و ساختمان دیواره هاگ و شکل ریشه متصل به آن، از صفات متمایز کننده این قارچ هستند. این قارچ در مزارع گندم حومه گرگان و کردکوی حضور داشت.

این قارچ از ریزوسفرگندم جو، ذرت، سودان گراس، یولاف، پنبه، پیاز، فلفل سبز، *Partenium argentatum* Gray، *P. incanum* H.B.K.، *Simmondsia chinensis* (Link) Schneid. جداسازی و همزیستی آن با ریشه گیاهان پس از مایه‌زنی هاگ‌های آن به ریشه بارهنگ سرنیزه‌ای (کاردی) و سودان گراس در کشت‌های گلدانی که همراه با تشکیل وسیکل‌ها و آربوسکول‌ها در بافت ریشه آن‌ها بوده، در آمریکا، لهستان و استان‌های تهران و خوزستان گزارش شده است (Trappe et al. 1984, Błaszczowski 1990, Sadraei et al. 2000).

***Glomus eburneum* L.J. Kenn., J.C. Stutz & J.B. Morton, Mycologia 91: 1083-1093, 1999**

هاگ‌ها منفرد، کروی، به قطر ۵۰ تا ۹۰ میکرومتر، بی‌رنگ تا زرد کم‌رنگ (۰-۰-۱۰۰-۰)، با دیواره دو لایه، یک لایه نازک شفاف خارجی که ذرات خاک و مواد آلی به آن چسبیده‌اند، ولی اثری از تجزیه شدن، پیچیدگی و جدا شدن آن مشاهده نمی‌شود و یک لایه ورقه‌ای ضخیم‌تر، هستند. روزنه هاگ توسط یک بند محدب از داخلی ترین ورقه لایه ورقه‌ای، مسدود شده است. ریشه متصل به هاگ‌ها استوانه‌ای تا کمی قیفی شکل و دارای همان دو لایه دیواره هاگ در دیواره خود است (شکل‌های ۳ و ۴). این قارچ که در مزارع گندم روستای محمودآباد از توابع شهرستان علی‌آباد حضور داشت، برای فلور میکوریزایی ایران جدید است. این قارچ اولین بار از ریزوسفر غلات در ایالت‌های آریزونا و تگزاس آمریکا جداسازی و توصیف شده است و در کشت گلدانی با ریشه ذرت همزیستی وسیکولار- آربوسکولار برقرار کرده است. این گونه شباهت زیادی به قارچ *G. spurcum* Pfeiff., Walker & Bloss emend. Kenn., Stutz & Morton دارد ولی از آن با دارا بودن ریشه مشخص، پایا بودن، عدم پیچیدگی و جدا نشدن لایه اول و امتداد یافتگی لایه ورقه‌ای در ریشه قابل تشخیص است (Kennedy et al. 1999).

***Glomus geosporum* (Nicol. & Gerd.) C. Walker, Mycotaxon 15: 49-61, 1982**

هاگ‌ها منفرد، کروی، به قطر (۱۷۳-۱۴۵) میکرومتر، اغلب به رنگ قهوه‌ای نارنجی (۰-۶۰-۱۰۰-۰)، با دیواره سه لایه [لایه اول: شفاف، نازک و تجزیه شونده، خارجی، لایه دوم: ورقه‌ای و رنگی، لایه سوم: نازک، به رنگ زرد تا قهوه‌ای نارنجی که معمولاً به لایه ورقه‌ای چسبیده و در محل روزنه هاگ به شکل یک بند عرضی محدب آنرا مسدود کرده است] هستند. ریشه متصل به هاگ، دارای همان دو لایه (شفاف و ورقه‌ای) دیواره هاگ است، ولی این لایه‌ها، خصوصاً لایه ورقه‌ای، به فاصله کمی در آن امتداد یافته و سپس ریشه ظریف و انعطاف‌پذیر می‌نماید. رنگ و ساختمان دیواره هاگ و حالت ریشه متصل به آن از صفات متمایز کننده این قارچ هستند. این قارچ در مزارع گندم حومه شهرستان علی‌آباد حضور داشت.

این قارچ در مزارع و باغ‌های اسکاتلند و آمریکا از ریزوسفر *Avena* sp., *Lolium* sp., *Malus* sp. و *Trifolium* sp., *Prunus* sp. جداسازی و در کشت گلدانی با گوجه فرنگی، ذرت و *Fragaria* sp. تکثیر شده است (Gerdemann & Trappe 1974). این قارچ همچنین همزیست ریشه غلات در استان‌های تهران و خوزستان (Sadraei et al. 2000)، مرکبات در ایران (Zangeneh et al. 2005)، گیاه فستوک در غرب آمریکا و کانادا (Molina et al. 1978) و علف‌های هرز در لهستان بوده است (Błaszczkowski 1993). به علاوه از انگلستان و هند

(Walker 1982)، ایتالیا (Puppi & Riess 1982)، چین (Mei-Qing & You-Shan 1991) و نیوزیلند (Johnson 1977) نیز گزارش شده است.

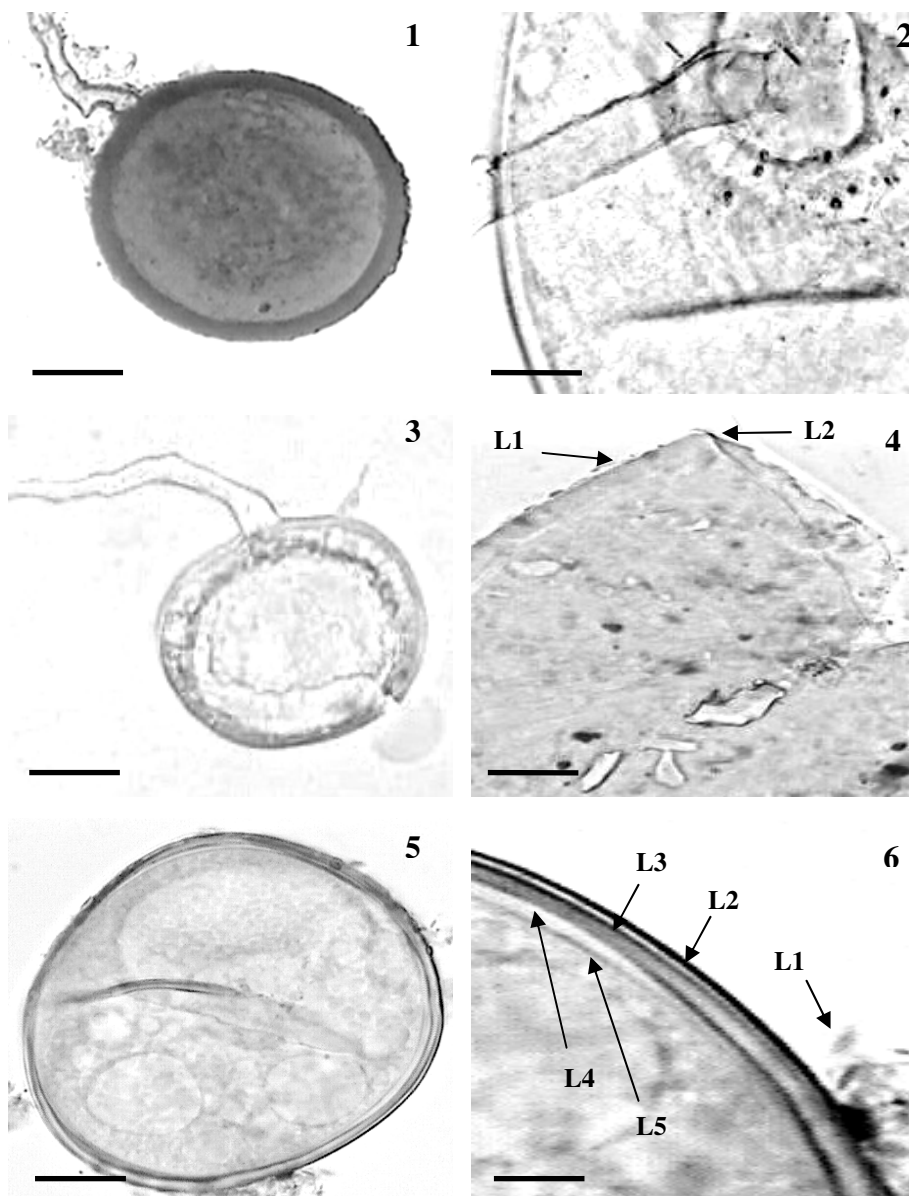
***Glomus gibbosum* Błazsk., Mycologia 89: 339-345, 1997**

هاگ‌ها منفرد، کروی، به قطر (۱۰۳-۷۷) میکرومتر، بی‌رنگ، با دیواره پنج لایه (لایه اول: شفاف، نازک، لزج و تجزیه و جدا شونده، لایه دوم: شفاف و نازک که در محلول PVLG از سطح هاگ جدا می‌شود، لایه سوم: شفاف و ورقه‌ای، به ضخامت سه تا پنج میکرومتر، لایه‌های چهارم و پنجم: دو لایه شفاف، نازک به هم چسبیده‌اند) هستند (شکل‌های ۵ و ۶). ریشه استوانه‌ای شکل با دیواره‌ای با همان سه لایه اول دیواره هاگ است. این قارچ در مزارع گندم روستای محمودآباد از توابع شهرستان علی‌آباد حضور داشت. این قارچ که نام آن اشاره به جدا شدن لایه دوم در محلول PVLG از سطح هاگ دارد، از سایر گونه‌های آن با هاگ بی‌رنگ و ساختمان دیواره پنج لایه قابل تشخیص است و از ریزوسفر *Ammophila arenaria* (L.) Link, *Helichrysum arenarium* (L.) Moench., *Hieracium umbellatum* L., and *Petasites spurius* (Retz.) Rchb. شده و در کشت گلدانی با ریشه سورگوم و بارهنگ سرنیزه‌ای تشکیل میکوریز وسیکولار-آربوسکولار داده است (Błazzkowski 1997). این قارچ همچنین همزیست ریشه غلات در استان‌های تهران و خوزستان (Sadraei et al. 2000) و علف‌های روییده در ساحل دریای مدیترانه (Błazzkowski et al. 2001) بوده است.

***Glomus globiferum* Koske & C. Walker, Mycotaxon 26: 133-142, 1986**

هاگ‌ها منفرد، کروی، به قطر ۲۵۰-۱۶۰ میکرومتر، به رنگ زرد قهوه‌ای روشن (۰-۱۰-۱۰۰-۰) و احاطه شده بایک لایه پریدیوم متشکل از ریشه‌های در هم پیچیده در بعضی نقاط دارای بند، هستند. در درون و روی این پریدیوم حباب‌های (vesicles) گردی دیده می‌شوند (شکل ۷). دیواره هاگ در زیر پریدیوم از سه لایه (لایه اول: یک لایه واحد به رنگ زرد قهوه‌ای روشن ضخیم، لایه دوم: ورقه‌ای و به رنگ قهوه‌ای نارنجی و لایه سوم: نازک و بی‌رنگ) تشکیل شده است. ریشه باریک استوانه‌ای تا تقریباً قیفی شکل، به رنگ زرد تا زرد قرمز به هاگ متصل است. این قارچ که در مزارع گندم حومه گرگان حضور داشت برای میکوفلور ایران جدید است.

نام این قارچ که از ریزوسفر دو گونه آرتمیسیا در آمریکا جداسازی شده، اشاره به حباب‌های گردی که از پریدیوم آن زاده شده‌اند دارد که وجه تمایز آن از سایر گونه‌های این جنس است (Koske & Walker 1986a). این قارچ با ریشه *Uniola paniculata* L. در کشت



شکل‌های ۱ و ۲- *Glomus deserticola*: ۱- هاگ (بار= ۲۹ میکرومتر)، ۲- برآمدگی دیواره ریشه متصل به هاگ (بار= ۲۵ میکرومتر)، ۳ و ۴- *Glomus eburneum*: ۳- هاگ (بار= ۲۷ میکرومتر)، ۴- ساختمان دو لایه دیواره هاگ (بار= ۱۵ میکرومتر)، ۵ و ۶- *Glomus gibbosum*: ۵- هاگ (بار= ۱۸ میکرومتر)، ۶- ساختمان پنج لایه دیواره هاگ (بار= ۱۵ میکرومتر).

Figs 1 and 2. *Glomus deserticola*: 1. Spore (bar=29 μ m), 2. Hyphal wall (HW) projection (bar=25 μ m), Figs 3 and 4. *Glomus eburneum*: 3. Spore (bar=27 μ m), 4) Two-layered spore wall structure (bar=15 μ m), Figs 5 and 6. *Glomus gibbosum*: 5. Spore (bar=18 μ m), 6. Five layered spore wall structure (bar=15 μ m).

گلدانی همزیستی برقرار کرده (Sylvia & Burks 1988) و از ریزوسفر گیاهان روییده در شن‌های ساحلی دریای بالتیک در لهستان نیز گزارش شده است (Błaszowski 1990).

***Glomus intraradices* N.C. Schenck & S.M. Sm., Mycologia 74: 77-92, 1982**

هاگ‌های این قارچ در نوک انشعاب‌های یک ریشه فاقد بند زاده شده‌اند و در دسته‌های شش تا ۳۲ تایی، کروی، به قطر ۱۲۰-۶۴ میکرومتر و اغلب به رنگ قهوه‌ای (۰-۲۰-۱۰۰-۰) هستند. دیواره آن‌ها از سه لایه [لایه اول: نازک، شفاف و لزج که در معرف ملزر به رنگ صورتی (۰-۳۰-۲۰-۰) در می‌آید و تجزیه شونده است و در هاگ‌های بالغ به صورت لکه‌ای روی سطح هاگ دیده می‌شود. لایه دوم: شفاف و نازک است، لایه سوم: ورقه‌ای و رنگی است. در هاگ‌های شکسته ورقه‌های این لایه به آسانی از یکدیگر جدا می‌شوند] تشکیل شده است. ریشه متصل به هاگ استوانه‌ای شکل و دیواره آن همان لایه‌های دیواره هاگ را داشت. این قارچ در مزارع گندم حومه گرگان و علی‌آباد حضور داشت.

علیرغم شباهت ظاهری هاگ‌های این قارچ (از نظر رنگ، شکل و دسته‌ای بودن)، با بعضی دیگر از گونه‌های آن، این قارچ از نظر ساختمان سه لایه دیواره هاگ، جدا شدن ورقه‌های لایه سوم و انتوزنی هاگ منحصر به فرد است (Stürmer & Morton 1997).

این قارچ همزیست ریشه مرکبات، گوجه فرنگی، بادام زمینی، ذرت، لوبیا، توت فرنگی، هویج، سیب زمینی، پاپایا، جو، یولاف، گندم و گیاهان علوفه‌ای تیره بقولات در آمریکا بوده است و در کشت گلدانی روی ریشه باهیا گراس مستقر و تکثیر گردیده است (Schenck & Smith 1982, Medina et al. 1988). قارچ مذکور همچنین همزیست ریشه غلات در استان‌های تهران و خوزستان (Sadraei et al. 2000) و چین (Mei-Qing & You-Shan 1991)، درختچه‌های ساحل مدیترانه در ایتالیا (Matosevic et al. 1997) بوده است.

مایه‌زنی ریشه گندم با این قارچ باعث تشکیل یک پروتئین جدید در آن (Fester et al. 2002) و افزایش جذب فسفر و روی توسط گیاه گردیده است (Mohammad et al. 2005).

***Glomus multiforum* Tadych & Błasz., Mycologia 89: 339-345, 1997**

هاگ‌ها منفرد، کروی، به قطر ۱۴۰-۸۰ میکرومتر، زرد (۰-۰-۸۰-۰) تا قهوه‌ای نارنجی (۰-۶۰-۱۰۰-۰) رنگ، با دیواره سه لایه [لایه اول: شفاف، نازک، لزج، تجزیه شده که در مخلوط حاوی معرف ملزر به رنگ صورتی کمرنگ (۰-۲۰-۲۰-۰) درآمد. لایه دوم: شفاف، ضخیم‌تر از لایه قبل و با برآمدگی‌هایی که حفره‌های موجود در لایه سوم را پر می‌کنند. لایه

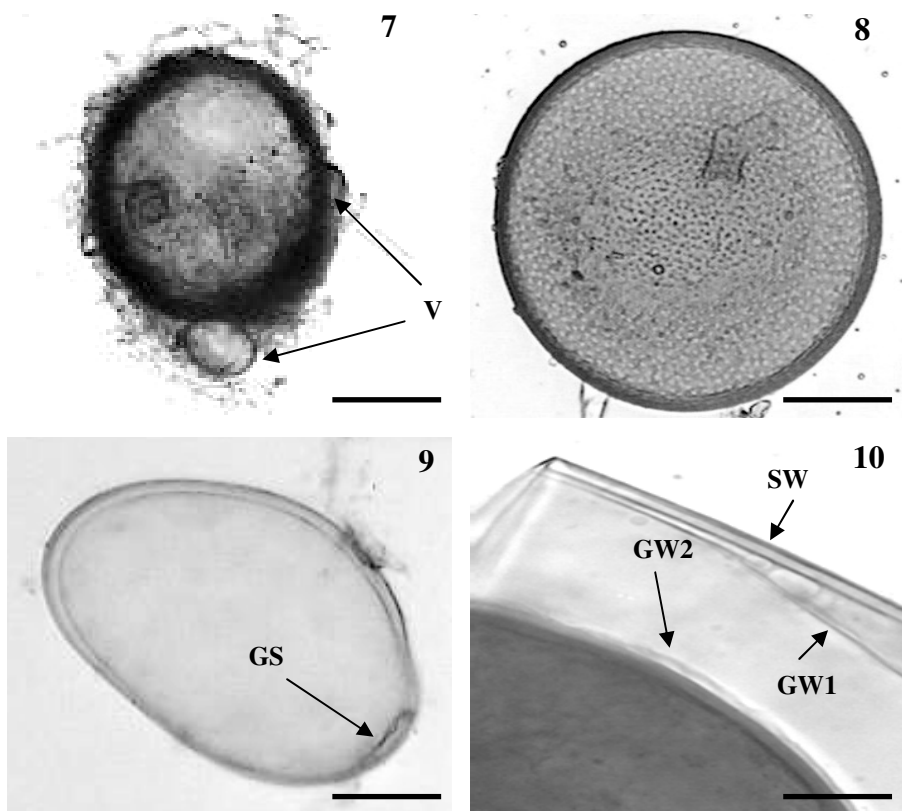
سوم: رنگی، ورقه‌ای که توسط حفره‌های گردی پوشیده شده‌اند] هستند (شکل ۸). ریشه متصل به هاگ استوانه‌ای تا قیفی شکل است. این قارچ در مزارع حومه علی‌آباد حضور داشت. این قارچ که با حفره‌های روی سطح هاگ‌هایش به خوبی از سایر گونه‌های آن قابل تشخیص است، در مزارع لهستان، همزیست ریشه *Plantago major* L. و *Poa trivialis* L. بود و در کشت گلدانی با ریشه سودان گراس، میکوریزای وسیکولار-آربوسکولار ایجاد کرد (Blaszkowski & Tadych 1997). این قارچ در استان‌های تهران و خوزستان نیز همزیست ریشه غلات بوده است (Sadravi et al. 2000).

***Paraglomus occultum* (C. Walker) J.B. Morton & D. Redecker, Mycologia 93: 181-195, 2001**

هاگ‌ها منفرد، کروی، به قطر ۱۱۰-۴۰ میکرومتر، اغلب بی‌رنگ، با دیواره سه لایه (لایه اول: لزج و تجزیه شده، لایه دوم: نازک و واحد، لایه سوم: نازک و واحد)، با ریشه‌ای ظریف و استوانه‌ای شکل هستند. این قارچ در مزارع حومه گرگان حضور داشت. این قارچ، که با هاگ‌های کروی شکل، کوچک، بی‌رنگ و ساختمان سه لایه دیواره، قابل تشخیص است، با ریشه گیاهان زراعی و علف‌های هرز در انگلستان، هلند و آمریکا (Walker 1982, Morton & Redecker 2001)، سیب در آمریکا (Miller et al. 1985) و درختان میوه در ناحیه قمصر کاشان (Zangeneh et al. 2003)، همزیست بوده است.

***Scutellospora calospora* (Nicol. & Gerd.) C. Walker & F.E. Sanders, Mycotaxon 27: 219-235, 1986**

هاگ‌ها منفرد، تخم‌مرغی شکل، ۲۳۰-۱۷۰ x ۲۰۰-۱۴۰ میکرومتر، به رنگ زرد روشن (۰-۰-۴۰-۰)، زرد متمایل به سبز (۵-۰-۲۰-۰) تا زرد قهوه‌ای روشن (۰-۱۰-۶۰-۰)، با دیواره دو لایه (لایه اول: نازک، شفاف، لایه دوم: رنگی و ورقه‌ای) و دو دیواره تندشی [دیواره اول با دو لایه شفاف و نازک، دیواره دوم با دو لایه ضخیم‌تر از لایه‌های دیواره اول، هر دو لایه این دیواره در مخلوط حاوی معرف ملزر رنگ می‌گیرند ولی لایه اول به رنگ صورتی کم‌رنگ (۰-۲۰-۲۰-۰) و لایه دوم به رنگ قرمز صورتی (۰-۶۰-۴۰-۰) در می‌آیند] هستند. روی دیواره تندشی دوم، غلاف تندشی، شفاف، بیضی شکل وجود دارد. هاگ روی یک یاخته پیازی شکل زاده شده است (شکل‌های ۹ و ۱۰).



شکل ۷- هاگ *Glomus globiferum* با حباب‌ها (V) (بار ۷۷ میکرومتر)، ۸- هاگ *Glomus multiforum* (بار=۲۷ میکرومتر)، ۹ و ۱۰- *Scutellospora calospora*: ۹- هاگ با غلاف تندشی (GS) (بار=۴۹ میکرومتر)، ۱۰- ساختمان دیواره هاگ (SW) و دیواره‌های تندشی (GW) (بار=۱۵ میکرومتر).

Fig. 7. Spore of *Glomus globiferum* with vesicles (V) (bar=77 μ m), 8. Spore of *Glomus multiforum* (bar=27 μ m), Figs 9-10: *Scutellospora calospora*: 9. Spore with germination shield (GS) (bar=49 μ m), 10. Spore wall (SW) and germination walls (GW1 and 2) structure (bar=9 μ m).

در اطراف ریشه‌های گندم همزیست این قارچ، یاخته‌های کمکی آن وجود داشتند. این قارچ که در مزارع کردکوی حضور داشت، برای میکوفلور ایران جدید است.

S. dipurpurascens J.B. این قارچ که از نظر شکل، رنگ و اندازه هاگ شبیه به قارچ است از آن با ساختمان دو لایه دیواره تندشی اول که هیچیک از Morton & Koske لایه‌های آن در معرف ملزر تغییر رنگ نمی‌دهند، قابل تشخیص است و از ریزوسفر گیاهان زراعی در اسکاتلند، ایتالیا، فنلاند، آمریکا، برزیل، کانادا، استرالیا و گندم در هند جدا سازی و در کشت گلدانی با ریشه ذرت تشکیل میکوریز- آربوسکولار داده است

(Nicolson & Gerdemann 1968, Puppi & Riess 1982, Koske & Walker 1986b, Gemma & Koske 1997, Gerdemann & Trappe 1974, Dalpé 1989, Trufeum *et al.* 1989, Vestberg 1995, Hall & Abbott 1984, Singh & Adholeya 2002).
<http://webspirs5.rose-net.co.ir:8595/webspirs/doLS.ws?ss=Reena-Singh+in+AU>

منابع

جهت ملاحظه منابع به صفحات 122-126 متن انگلیسی مراجعه شود.

نشانی نگارنده: دکتر مهدی صدروی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان (E-mail: sadravi_me@yahoo.com).

ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI OF WHEAT FIELDS IN THE GOLESTAN PROVINCE

M. SADRAVI

Gorgan University of Agricultural Sciences & Natural Resources

Received: 01.05.2006

Accepted: 04.10.2006

For identification of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), in the late springs of 2004 and 2005, wheat fields in the Golestan Province (northeast of Iran near the Caspian sea) surveyed and root cores sampled. After extraction of AMF spores and staining roots, 19 AMF identified as follow: *Entrophospora infrequens*, *Glomus caledonium*, *G. clarum*, *G. constrictum*, *G. deserticola*, *G. eburneum*, *G. etunicatum*, *G. geosporum*, *G. gibbosum*, *G. globiferum*, *G. intraradices*, *G. microcarpum*, *G. mosseae*, *G. multifoum*, *G. rubiforme*, *G. sinuosum*, *Paraglomus occultum*, *Scutellospora calospora* and *S. dipurpurascens*. Species richness per sample was (1-) 4 (-7) and *G. mosseae* with 91% frequency was domain. *G. eburneum*, *G. globiferum* and *S. calospora*, are reported for the first time from Iran.

Key words: Arbuscular mycorrhizal fungi, Wheat, *Glomus*, *Scutellospora*, Iran

To observe the figures and table, please refer to the Persian text (pages: ۱۲۹-۱۴۰).

References

- AL-KARAKI, G.N. and CLARK, R.B. 1999. Mycorrhizal influence on protein and lipid of durum wheat grown at different soil phosphorus levels. *Mycorrhiza* 9: 97-101.
- AL-KARAKI, G.N., MC MICHAEL, B. and ZAK, J. 2004. Field response of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress. *Mycorrhiza* 14: 263-269.
- BŁASZKOWSKI, J. 1990. Polish Endogonaceae 4: *Gigaspora gigantea*, *Glomus deserticola* and *Glomus globiferum*. *Acta Mycologica* XXVI: 3-16.
- BŁASZKOWSKI, J. 1993. Comparative studies of the occurrence of arbuscular fungi and mycorrhizae in cultivated soils of Poland. *Acta Mycologica* XXVIII: 93-140.
- BŁASZKOWSKI, J. 1997. *Glomus gibbosum* a new species from Poland. *Mycologia* 89: 339-345.
- BŁASZKOWSKI, J. and TADYCH, M. 1997. *Glomus multiformum* and *G. verruculosum*, two new species from Poland. *Mycologia* 89: 804-811.
- BŁASZKOWSKI, J., TADYCH, M., MADEJ, T., ADAMSKA, I. and IWANIUK, A. 2001. Arbuscular mycorrhizal fungi of Israeli soils. *Przegląd naukowy Wydz. Inz. Kształt. Srod.* 22: 8-27.
- DALPE, Y. 1989. Inventaire et repartition de la flore endomycorhizienne de dunes et de rivages maritimes du Quebec, du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Ecosse. *Naturaliste Can. Rev. Ecol. Syst.* 116: 219-236.
- FESTER, T., KIESS, M. and STRACK, D. 2002. A mycorrhiza-responsive protein in wheat roots. *Mycorrhiza* 12: 219-222.
- GEMMA, J.N. and KOSKE, R.E. 1997. Arbuscular mycorrhizae in sand dune plants of the North Atlantic coast of the US: Field and greenhouse studies. *J. Environ. Manag.* 50: 251-264.
- GERDEMANN, J.W. and NICOLSON, T.H. 1963. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet-sieving and decanting. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 46: 235-244.
- GERDEMANN, J.W. and TRAPPE, J.M. 1974. The Endogonaceae in the Pacific Northwest. *Myc. Memoir* 5: 76.

- HALL, I. R. 1984. Taxonomy of VA mycorrhizal fungi. pp: 57-94. *In*: C.L. Powell and D.J. Bagyaraj (eds) VA Mycorrhiza. CRC Press, Boca Raton, FL, USA.
- HALL, I.R. and ABBOTT, L.K. 1984. Some Endogonaceae from south western Australia. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 83: 203-208.
- JENKINS, W.R. 1964. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Dis. Rep.* 48: 692.
- JOHNSON, P.N. 1977. Mycorrhizal Endogonaceae in a New Zealand forest. *New Phytologist* 78: 161-170.
- KENNEDY, J.L., STUTZ, J.C. and MORTON, J.B. 1999. *Glomus eburneum* and *G. luteum*, two previously undescribed species of arbuscular mycorrhizal fungi, with emendation of *G. spurgum*. *Mycologia* 91: 1083-1093.
- KOSKE, R.E. and TESSIER, B. 1983. A convenient, permanent slide mounting medium. *Newsletter of the Mycological Society of America* 34: 59.
- KOSKE, R.E. and WALKER, C. 1986a. *Glomus globiferum*: a new species of Endogonaceae with a hyphal peridium. *Mycotaxon* 26: 133-142.
- KOSKE, R.E. and WALKER, C. 1986b. Species of *Scutellospora* (Endogonaceae) with smooth-walled spores from maritime sand dunes: two new species and a redescription of the spores of *Scutellospora pellucida* and *Scutellospora calospora*. *Mycotaxon* 27: 219-235.
- MATOSEVIC, I., COSTA, G. and GIOVANNETTI, M. 1997. The mycorrhizal status of the woody Mediterranean shrub *Myrtus communis* L. *Mycorrhiza* 7: 51-53.
- MEDINA, O.A., KRETSCHMER, A.E. and SYLVIA, D.M. 1988. The occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on tropical forage legumes in south Florida. *Tropical Grasslands* 22: 74-48.
- MEI-QING, Z. and YOU-SHAN, W. 1991. Seven species of VA mycorrhizal fungi from northern China. *Acta Mycologica Sinica* 10: 13-21.
- MILLER, D.D., DOMOTO, P.A. and WALKER, C. 1985. Mycorrhizal fungi at eighteen apple rootstock plantings in the United States. *New Phytologist* 100: 379-391.

- MOHAMMAD, M.J., PAN, W.L. and KENNEDY, A.C. 2005. Chemical alteration of the rhizosphere of the mycorrhizal-colonized wheat root. *Mycorrhiza* 15: 259-266.
- MOLINA, R.J., TRAPPE, J.M. and STRICKLER, G.S. 1978. Mycorrhizal fungi associated with *Festuca* in the western US and Canada. *Can. J. Bot.* 56: 1691-1695.
- MORTON, J.B. 1995. Taxonomic and phylogenetic divergence among five *Scutellospora* species based on comparative developmental sequences. *Mycologia* 87: 127-137.
- 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.
- NICOLSON, T.H. and GERDEMANN, J.W. 1968. Mycorrhizal endogone species. *Mycologia* 60: 313-325.
- PFLEGER, F.L. and LINDERMAN, R.G. 1994. Mycorrhizae and plant health. APS Press, 185pp., St. Paul, MN, USA.
- PHILLIPS, J.M. and HAYMAN, D.S. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 55: 158-161.
- PUPPI, G. and RIESS, S. 1982. Notes on the occurrence of endogonaceous spores and vesicular-arbuscular mycorrhizal associations in woodland sites in the middle valley of the Tiber (Italy). *Acc. Lincei-Rend. Sc. Fis. Mat. e Nat.* 22: 279-286.
- REDECKER, D., MORTON, J.B. and BRUNS, T.D. 2000. Molecular phylogeny of the arbuscular mycorrhizal fungi *Glomus sinuosum* and *Sclerocystis coremioides*. *Mycologia* 92: 282-285.
- SADRAVI, M. 2002. Five *Glomus* species of arbuscular mycorrhizal fungi from Iran. *J. Agric. Sci. Natur. Resour.* 9: 15-30.
- SADRAVI, M. 2004. Seven fungi new for Iran. *J. Agric. Sci. Natur. Resour.* 11: 71-78.

- SADRAVI, M., MOHAMADI-GOLTAPEH, E. and BŁASZKOWSKI, J. 2001. *Scutellospora dipurpurascens* new for Asian mycorrhizal flora. Proceedings of the Asian International Mycological Congress, Karaj, Iran, p.104.
- SADRAVI, M., MOHAMADI-GOLTAPEH, E., BŁASZKOWSKI, J., MINASIAN, V. and ALIZADEH, A. 1999. Four vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi of Iran. *Seed and Plant* 15: 9-24.
- SADRAVI, M., BŁASZKOWSKI, J., MOHAMADI-GOLTAPEH, E., MINASIAN, V. and ALIZADEH, A. 2000. Seven cereal vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi of Iran. Proceedings of 14th Plant Protection Congress of Iran, Isfahan pp: 27.
- SCHENCK, N.C. and SMITH, G.S. 1982. Additional new and unreported species of mycorrhizal fungi from Florida. *Mycologia* 74: 77-92.
- SCHENCK, N.C. and PEREZ, Y. 1990. Manual for the Identification of VA Mycorrhizal Fungi. Synergistic Publications, 286pp., Gainesville, FL, USA.
- SCHÜBLER, A., SCHWARZOTT, D. and WALKER, C. 2001. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. *Myc. Res.* 105: 1413-1421.
- SINGH, R. and ADHOLEYA, A. 2002. AMF biodiversity in wheat agro systems of India. *Mycorrhiza News* 14: 21-23.
- STÜRMER, S.L. and MORTON, J.B. 1997. Development patterns defining morphological characters in spores of four species in *Glomus*. *Mycologia* 89: 72-81.
- SYLVIA, D.M. and BURKS, J.N. 1988. Selection of a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus for practical inoculation of *Uniola paniculata*. *Mycologia* 80: 565-568.
- TALUKDAR, N.C. and GERMIDA, J.J. 1994. Growth and yield of lentil and wheat inoculated with three *Glomus* isolates from Saskatchewan soils. *Mycorrhiza* 5: 145-152.
- TRAPPE, J.M., BLOSS, H.E. and MENGE, J.A. 1984. *Glomus deserticola* sp. nov. *Mycotaxon* 20: 123-127.
- TRUFEUM, S.F.B., OTOMO, H.S. and MALATISZY, S.M.M. 1989. Fungos micorrizicos vesiculo-arbusculares em rhizosferas de plantas em dunes do

- Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Sao Paulo, Brasil. (I) Taxonomia. Acta Bot. Bras. 3: 141-152.
- VETSBERG, M. 1995. Occurrence of some Glomales in Finland. Mycorrhiza 5: 329-336.
- WALKER, C. 1982. Species in the Endogonaceae: A new species (*Glomus occultum*) and a new combination (*Glomus geosporum*). Mycotaxon 15: 49-61.
- WALKER, C. and RHODES, L.H. 1981. *Glomus albidus*: A new species in the Endogonaceae. Mycotaxon 12: 509-514.
- WALKER, C. and SCHÜBLER, A. 2004. Nomenclatural clarifications and new taxa in the Glomeromycota. Mycol. Res. 108: 979-982.
- ZANGENEH, S., MAHMOUDI, M. and ESMAILI-TAHERI, A. 2003. Two vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi from cool-dry region of Iran. Proceedings of 15th Plant Protection Congress of Iran, Kermanshah, p. 277.
- ZANGENEH, S., SHIRVANI, A.B., ALIAN, Y.M. NAJAFI-NIA, M., KARAMPUR, F. and GHALEDEZDANI, H. 2005. Introduction of some new arbuscular-mycorrhizal fungi (AMF) from citrus rhizosphere of Iran. Rostaniha 6: 29-32.

Address of the author: Dr. M. SADRAVI, Faculty of Agricultural Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences & Natural Resources, Gorgan, Iran (E-mail: sadravi_me@yahoo.com).