

چند گونه جدید از قارچ‌های آربوسکولار میکوریز هم‌زیست با نیشکر از ایران

دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۲۰ / پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۱۶

سینما زنگنه: مربی پژوهش بخش تحقیقات رستنی‌ها، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران (simazangeneh@yahoo.com)

چکیده

نیشکر از گیاهان زراعی مهم سازگار به مناطق گرمسیری و نیمه‌گرمسیری جهان محسوب می‌شود که صدها سال است در مناطق مختلف ایران کشت می‌شود. به دلیل نیاز بالای این گیاه به هم‌زیستی با قارچ‌های میکوریزی برای رشد و محصول‌دهی بالاتر، در تحقیق حاضر، فلور قارچ‌های میکوریزی مزارع نیشکر، در مناطقی از استان خوزستان مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور، ۶۴ نمونه مخلوط خاک، از مزارع هشت شرکت بزرگ کشت و صنعت نیشکر جمع‌آوری و به مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور منتقل شد. از هاگ‌های جدا شده به روش الک‌تر و سانتیفریژ با محلول قندی برای تهیه اسلایدهای دایمی میکروسکوپی استفاده شد و با بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناختی آن‌ها، ۳۰ گونه قارچ آربوسکولار میکوریز به اسامی: *A. herrerae*, *Acaulospora gedanensis*, *Dentiscutata*, *C. etunicatum*, *Claroideoglossum claroideum*, *A. trapei*, *Archaeospora schenckii*, *A. scrobiculata*, *Funneliformis*, *E. kentinensis*, *Entrophospora infrequens*, *Dominikia aurea*, *Diversispora gibbosa*, *erythropus*, *G. macrocarpum*, *Glomus corymbiforme*, *Gigaspora rosea*, *F. mosseae*, *F. geosporus*, *F. coronatus*, *constrictus*, *Rhizophagus aggregatus*, *Rhizoglossum microaggregatum*, *Paraglossum albidum*, *Oehlia diaphana*, *G. nanolumen*، *R. custos*، *R. fasciculatus*، *R. intraradices*، *R. invermaius*، *Scutellospora calospora* و *Tricispora nevadensis* تشخیص داده شد که از آن میان شش گونه جدید برای ایران به اسامی: *Diversispora gibbosa*، *Dominikia aurea*، *Entrophospora kentinensis*، *Glomus corymbiforme*، *Rhizophagus custos* و *Tricispora nevadensis* در این مقاله معرفی و توصیف می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تاکسونومی، ریخت‌شناسی، هم‌زیستی، *Saccharum officinarum*، *Glomeromycota*

Some new species of arbuscular mycorrhizal fungi symbiotic with sugarcane from Iran

Received: 11.07.2023 / Accepted: 07.08.2023

Sima Zangeneh: Research Instructor, Department of Botany, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran (simazangeneh@yahoo.com)

Summary

Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) is one of the important agricultural plants adapted to tropical and subtropical areas of the world which has been cultivated for hundreds of years in different regions of Iran. Due to the high dependency of this plant to mycorrhizal fungi for higher growth and yield, the flora of mycorrhizal fungi of sugarcane fields was investigated in Khuzestan province. For this purpose, 64 mixed soil samples were collected from the fields belonged to eight large sugarcane cultivation and industry companies and transferred to the Iranian Research Institute of Plant Protection (Tehran, Iran). Collected spores by wet sieving and decanting method followed by sucrose density gradient centrifugation were used for preparing permanent slides. By examining diagnostic morphological characteristics, 30 species of arbuscular mycorrhizal fungi, namely, *Acaulospora gedanensis*, *A. herrerae*, *A. scrobiculata*, *Archaeospora schenckii*, *A. trapei*, *Claroideoglossum claroideum*, *C. etunicatum*, *Dentiscutata erythropus*, *Diversispora gibbosa*, *Dominikia aurea*, *Entrophospora infrequens*, *E. kentinensis*, *Funneliformis constrictus*, *F. coronatus*, *F. geosporus*, *F. mosseae*, *Gigaspora rosea*, *Glomus corymbiforme*, *G. macrocarpum*, *G. nanolumen*, *Oehlia diaphana*, *Paraglossum albidum*, *Rhizoglossum microaggregatum*, *Rhizophagus aggregatus*, *R. custos*, *R. fasciculatus*, *R. intraradices*, *R. invermaius*, *Scutellospora calospora*, and *Tricispora nevadensis* were identified of which six species viz. *Diversispora gibbosa*, *Dominikia aurea*, *Entrophospora kentinensis*, *Glomus corymbiforme*, *Rhizophagus custos*, and *Tricispora nevadensis* were found new for Iran and described here.

Keywords: *Glomeromycota*, morphology, *Saccharum officinarum*, symbiosis, taxonomy

مقدمه

نیشکر (*Saccharum officinarum* L.) به عنوان گیاهی با مسیر فتوسنتزی C^4 از گیاهان زراعی مهم سازگار به شرایط آب و هوایی گرمسیری تا نیمه‌گرمسیری به شمار می‌آید. کشت نیشکر در ایران سابقه بسیار طولانی دارد و در مناطق جنوبی از استان‌های خوزستان تا سیستان و بلوچستان و در شمال در استان مازندران کشت می‌شود. جلگه خوزستان با وسعتی حدود ۶/۵ میلیون هکتار، با نزدیک به ۲/۳ میلیون هکتار اراضی قابل کشاورزی و در برگرفتن بخش عمده‌ای از آب‌های جاری کشور، یکی از نقاط مستعد کشاورزی کشور است. سطح زیرکشت نیشکر در خوزستان براساس آمارنامه کشاورزی سال ۱۴۰۰-۱۳۹۹، در حدود ۹۰۰۰۰ هکتار، تولید آن در حدود ۶۰۰۰ تن و عملکرد آن در حدود ۶۶۰۰۰ کیلوگرم در هکتار می‌باشد. از آنجایی که نیشکر گیاهی چندساله است، روش‌های مدیریت خاک و افزایش بیومس هم‌زیست موجود در خاک مقرون به صرفه بوده و می‌تواند ضمن حفاظت گیاه در برابر انواع عوامل ناخواسته طبیعی و غیرطبیعی، باعث افزایش محصول شود. برای استحصال بیشترین مقدار محصول از این گیاه استراتژیک لازم است که میزان آب و مواد غذایی در دسترس آن از جمله نیتروژن و فسفر به شکلی صحیح مدیریت شود. به این ترتیب که در زمان رشد رویشی سریع گیاه، آب و مواد لازم به وفور در اختیار گیاه قرار گیرد و در زمان رسیدن نیشکر، از عرضه مقادیر اضافی از این مواد جلوگیری شود تا بیشترین ذخیره‌سازی ساکارز در آن به وقوع پیوندد. این کار جز با ساز و کارهای دقیق زیست‌محیطی گیاه امکان‌پذیر نیست و به کارگیری بی‌حساب و کتاب انواع کودها و سموم کشاورزی به زمین، نتیجه‌ای جز برهم خوردن نظم طبیعت و کاهش کمیت و کیفیت محصولات کشاورزی نخواهد داشت. براساس شواهد موجود، ارتباط هم‌زیستی میکوریزی یک استراتژی طبیعی است که بیشتر گیاهان در فرایند تکاملی‌شان روی کره زمین به وجود آورده‌اند (Paul & Clark 1996). ریشه‌های قارچی در حقیقت موجب افزایش سطح تماس ریشه‌ها با خاک می‌شوند (Brady & Weil 1999) و پس از رهاسازی ترکیبات کربنی به خاک اطراف، یک آشیانه بوم‌شناختی را تشکیل می‌دهند که اصطلاحاً میکوریزوسفر (mycorrhizosphere) نامیده می‌شود (Rambelli 1973, Linderman 1988). قارچ‌های میکوریزی آربوسکولار (AM)، متعلق به شاخه *Glomeromycota*، عامل ایجاد هم‌زیستی با ریشه‌های ظریف بیش از ۸۰ درصد گونه‌های گیاهی

هستند (Smith & Read 1997). در این ارتباط، گیاه-قارچ، قارچ از نظر تغذیه و تولید مثل به گیاه میزبان وابسته است و در مقابل فسفر و مواد معدنی ضروری را از خاک به گیاه میزبان می‌رساند. وظیفه اصلی قارچ‌های AM (arbuscular mycorrhizal fungi) انتقال فسفر می‌باشد. میسلیم‌های منشعب شده این قارچ‌ها به راحتی فسفر را از خاک جذب کرده و به صورت پلی‌فسفات، آن را به سلول‌های پوست ریشه منتقل می‌کنند که سرانجام پس از تثبیت، به گیاه میزبان منتقل می‌شود. تخمین زده شده است که ریشه‌های بیرونی این قارچ‌ها ۸۰ درصد نیاز فسفر گیاه را تامین می‌کنند (Matamoros et al. 1999). قارچ‌های AM قادرند با طیف وسیعی از گیاهان ارتباط میکوریزی برقرار کنند و میزبان گیاهی خاصی ندارند (Evelin et al. 2009). جمعیت قارچ‌های AM تحت تاثیر عوامل مختلف محیطی از قبیل شرایط اقلیمی، وضعیت فیزیکی شیمیایی خاک، وارپته گیاه میزبان و عملیات کشاورزی قرار می‌گیرد. به علاوه، تحمل گونه‌های مختلف قارچ‌های AM به شرایط زیان‌آور فیزیکی و شیمیایی خاک متفاوت است (Kumar & Ghose 2008). مطالعه در مورد قارچ‌های هم‌زیست میکوریزی در ایران، چه از نظر شناسایی و چه از نظر کاربردی در زمینه‌های مختلف، از جمله در مورد قارچ‌های هم‌زیست نیشکر، از ۳۰ سال پیش آغاز شده است (Karimian & Goltapeh 2005, Rokni et al. 2006, Rokni et al. 2010, Rokni & Goltapeh 2011, Ershad 2022). در تحقیق حاضر، از خاک مزارع هشت شرکت کشت و صنعت نیشکر در استان خوزستان نمونه‌برداری شد و شناسایی قارچ‌های میکوریزی هم‌زیست نیشکر، براساس ویژگی‌های ریخت‌شناسی هاگ این قارچ‌ها انجام گردید. با شناسایی فلور غالب و مفید قارچی این مناطق، می‌توان از ظرفیت بالقوه این قارچ‌ها در تکثیر و به دنبال آن تامین کودهای بیولوژیک استفاده کرد.

روش بررسی

- نمونه‌برداری و آماده‌سازی نمونه‌ها

نمونه‌برداری از مزارع نیشکر جدید (بدون سابقه کاشت) و مزارع نیشکر چندساله (دارای سیستم تک‌کشتی) در استان خوزستان طی فصول بهار و زمستان سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۴، توسط کارشناسان مؤسسه تحقیقات و آموزش توسعه نیشکر و صنایع جانبی خوزستان انجام شد. از هر مزرعه، از عمق ۲۵-۲ سانتی‌متری ریزوسفر هر گیاه، ۲۵ نمونه خاک، با حرکت در مسیریایی به شکل W یا Z جمع‌آوری و با یکدیگر مخلوط

بخش رویی لوله‌های سانتریفوژ نیز روی الک ۰/۰۴۵ میلی‌متری شستشو و محتویات به دست آمده به کاغذ صافی منتقل شد.

- تهیه اسلاید میکروسکوپی و تشخیص گونه‌ها
ابتدا دو قطره کوچک از PVLG (polyvinyl alcohol/lactic acid/glycerol) + معرف ملزر (Melzer's reagent)، بر سطح اسلاید تمیزی گذاشته شد، به طوری که جای کافی برای قرار دادن برچسب در کنار لام باقی بماند. از هاگ‌های موجود روی کاغذ صافی، در زیر بینوکولر با استفاده از یک سوزن ظریف که نوک آن آغشته به چسب PVLG بود، ۱۰ تا ۲۰ هاگ مشابه از نظر رنگ و اندازه برداشته و در هر قطره قرار داده شد. هاگ‌ها قبل از قرار دادن لامل، به مدت ۳ تا ۵ دقیقه به حال خود رها شدند تا در صورت نیاز بتوان آن‌ها را جابجا کرد و مواد زاید اطراف را برداشت. سپس لامل تمیزی روی هر قطره با زاویه ۴۵ درجه قرار داده شد. اسلایدهای تهیه شده به شکل افقی به مدت چند روز نگهداری شدند تا ضمن خارج شدن حباب‌های هوا، بر غلظت ماده نگه دارنده آن‌ها افزوده شود (شکل ۱). تعدادی از هاگ‌ها برای بررسی لایه‌های درونی هاگ با فشار ته سوزن در زیر بینوکولر شکسته شد (شکل ۲). روی برچسب، اطلاعات لازم در مورد کدهای شناسایی نمونه‌ها، تاریخ تهیه اسلاید و شماره آن نوشته شد. پس از آماده‌سازی این نمونه‌ها و بررسی مشخصات ریخت‌شناسی هاگ‌ها، قارچ‌های میکوریزی تا حد گونه تشخیص داده شدند.

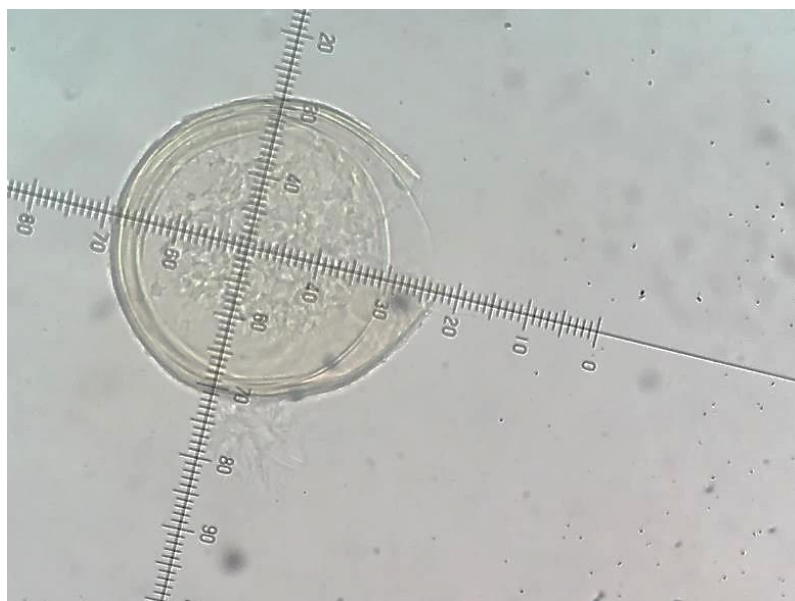
شدند. از هر نمونه جمعیتی، بخشی در پاکت‌های کاغذی مناسب قرار داده شد و پس از درج اطلاعات لازم از قبیل نام یا کد قطعه زمین نمونه‌برداری شده، مرحله رشدی نیشکر، تاریخ نمونه‌برداری و نام جمع‌آوری‌کننده به آزمایشگاه منتقل شدند. بر این اساس، ۶۴ نمونه از خاک مزارع هشت شرکت کشت و صنعت نیشکر در استان خوزستان، شامل: امیرکبیر (۱۰ نمونه)، امام خمینی (هشت نمونه)، دهخدا (هشت نمونه)، دعبل خزاعی (هشت نمونه)، سلمان فارسی (هشت نمونه)، کارون (هشت نمونه)، میرزا کوچک‌خان (شش نمونه) و هفت‌تپه (هشت نمونه) آماده و به بخش تحقیقات رستنیهای مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور برای بررسی‌های بعدی ارسال گردید.

- استخراج، شمارش و شناسایی هاگ‌های قارچ‌های AM
جداسازی هاگ‌ها از خاک با روش گردمان و نیکولسون (Gerdemann & Nicolson 1963) انجام شد. ابتدا ۱۰۰ گرم از هر نمونه خاک در یک ظرف آب به مدت ۲۴ ساعت خیسانده شد. پس از مخلوط کردن، سوسپانسیون به مدت ۱۰ ثانیه به حال خود رها شد تا ذرات سنگین ته‌نشین شوند. به منظور جدا کردن ریشه‌های موجود در خاک و مواد آلی شناور، سوسپانسیون حاصل به آرامی از یک الک با منافذ ۲ میلی‌متری گذرانده شد و در ظرف دیگر جمع‌آوری گردید. به باقیمانده خاک ظرف اول آب اضافه شد و مرحله اول دو مرتبه دیگر تکرار گردید. مجموعه سوسپانسیون حاصل از الک دارای منافذ ۰/۰۴۵ میلی‌متر عبور داده شد. سپس، بقایای روی الک دوم به روش فورلان و همکاران (Furlan *et al.* 1980) با محلول قندی مخلوط و سانتریفوژ شد.



شکل ۱- اسلاید تهیه شده برای بررسی هاگ‌های قارچ‌های میکوریزی.

Fig. 1. The slide prepared to examine the spores of mycorrhizal fungi.



شکل ۲- هاگ شکسته شده برای بررسی مشخصات ریخت‌شناسی بیرونی و درونی آن.

Fig. 2. A broken spore to examine its external and internal morphological characteristics.

هاگ‌ها، مجموعاً ۳۰ گونه قارچ میکوریزی به شرح زیر تشخیص

- معرفی گونه‌های قارچ‌های میکوریزی

با بررسی اسلایدهای تهیه شده از سوسپانسیون حاوی داده شد:

1. *Acaulospora gedanensis* Błaszk.
2. *A. herrerae* E. Furrázola, B.T. Goto, G.A. Silva, Sieverd. & Oehl
3. *A. scrobiculata* Trappe
4. *Archaeospora schenckii* (Sieverd. & S. Toro) C. Walker & A. Schüßler
5. *A. trappei* (R.N. Ames & Linderman) J.B. Morton & D. Redecker
6. *Claroideoglomerum claroideum* (N.C. Schenck & G.S. Sm.) C. Walker & A. Schüßler
7. *C. etunicatum* (W.N. Becker & Gerd.) C. Walker & A. Schüßler
8. *Denticutata erythropus* (Koske & C. Walker) C. Walker & D. Redecker
9. *Diversispora gibbosa* (Błaszk.) Błaszk. & Kovács
10. *Dominikia aurea* (Oehl & Sieverd.) Błaszk., Chwat, G.A. Silva & Oehl
11. *Entrophospora infrequens* (I.R. Hall) R.N. Ames & R.W. Schneid.
12. *E. kentinensis* C.G. Wu & Y.S. Liu, in Wu, Liu, Hwuang, Wang & Chao
13. *Funneliformis constrictus* (Trappe) C. Walker & A. Schüßler
14. *F. coronatus* (Giovann.) C. Walker & A. Schüßler
15. *F. geosporus* (T.H. Nicolson & Gerd.) C. Walker & A. Schüßler
16. *F. mosseae* (T.H. Nicolson & Gerd.) C. Walker & A. Schüßler
17. *Gigaspora rosea* T.H. Nicolson & N.C. Schenck
18. *Glomus corymbiforme* Błaszk.
19. *G. macrocarpum* Tul. & C. Tul.
20. *G. nanolumen* Koske & Gemma
21. *Oehlia diaphana* (J.B. Morton & C. Walker) Błaszk., Kozłowska, Niezgodna, B.T. Goto & Dalpé
22. *Paraglomerum albidum* (C. Walker & L.H. Rhodes) Oehl, G.A. Silva & Sieverd.
23. *Rhizoglomerum microaggregatum* (Koske, Gemma & P.D. Olexia) Sieverd., G.A. Silva & Oehl
24. *Rhizophagus aggregatus* (N.C. Schenck & G.S. Sm.) C. Walker
25. *R. custos* (C. Cano & Dalpé) C. Walker & A. Schüßler
26. *R. fasciculatus* (Thaxt.) C. Walker & A. Schüßler
27. *R. intraradices* (N.C. Schenck & G.S. Sm.) C. Walker & A. Schüßler
28. *R. invermaius* (I.R. Hall) C. Walker
29. *Scutellospora calospora* (T.H. Nicolson & Gerd.) C. Walker & F.E. Sanders
30. *Tricispora nevadensis* (Palenz., N. Ferrol, Azcón-Aguilar & Oehl) Oehl, Palenz., G.A. Silva & Sieverd.

نتیجه و بحث

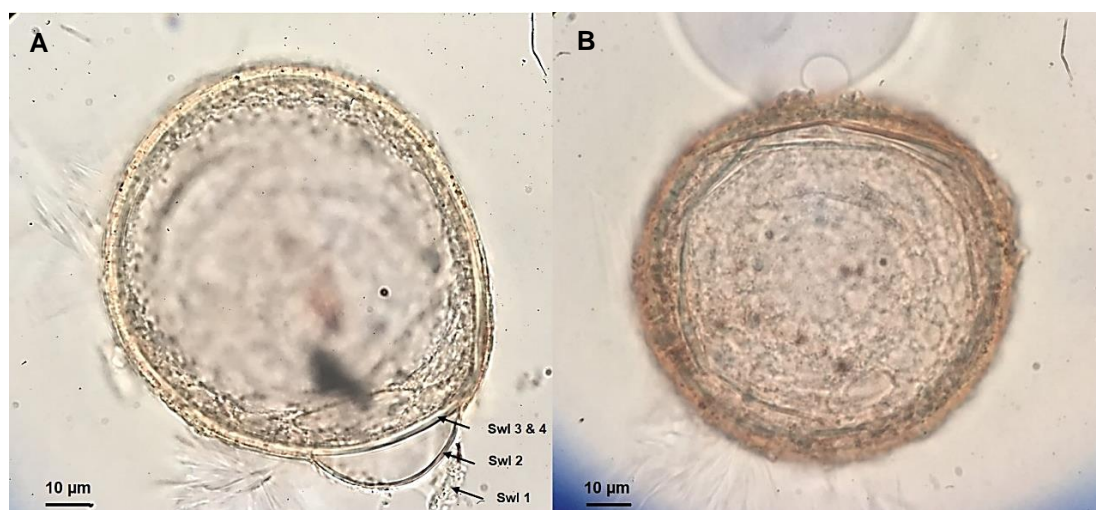
ضخامت؛ عدم مشاهده ریشه متصل به هاگ در نمونه مورد بررسی؛ عدم واکنش هاگ به معرف ملزر. خصوصیات این نمونه‌ها با مشخصات معرفی شده توسط باشکوفسکی (Blaszkowski 1997) مطابقت داشت.

از جمله موارد قابل توجه در تشخیص این قارچ، چهارلایه بودن دیواره این هاگ و متورم شدن لایه‌های اول و دوم دیواره هاگ در واکنش به اسید لاکتیک موجود در ماده نگهدارنده بود. این قارچ از خاک مزرعه شرکت کشت و صنعت امام خمینی جداسازی و با شماره IRAN 18266 در مجموعه قارچ‌های مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور نگهداری می‌شود (شکل ۳).

خصوصیات و توصیف شش گونه از قارچ‌های میکوریزی که برای نخستین بار در این مقاله از ایران گزارش شده به شرح زیر است:

Diversispora gibbosa (Blaszk.) Blaszk. & Kovács, Mycotaxon 116: 110 (2011)

هاگ‌ها به شکل تکی در خاک، کروی، با ۸۱-۹۰ میکرومتر قطر، با یک ریشه حامل؛ دیواره هاگ متشکل از چهار لایه: لایه اول (swl 1): ناپایدار، شفاف، تا پیش از اضمحلال تا یک میکرومتر ضخامت، لایه دوم (swl 2)، پایدار، تقریباً انعطاف‌پذیر، شفاف تا زرد کم‌رنگ و تا ۴ میکرومتر ضخامت، لایه سوم (swl 3)، ورقه‌ای، شفاف، با ضخامت ۲-۵ میکرومتر و لایه چهارم (swl 4)، انعطاف‌پذیر، شفاف و کمتر از یک میکرومتر



شکل ۳- *Diversispora gibbosa*: A-B. دیواره چهارلایه و واکنش لایه‌های اول (swl 1) و دوم (swl 2) دیواره هاگ به اسید لاکتیک موجود در ماده نگهدارنده.

Fig. 3. *Diversispora gibbosa*: A-B. The four-layered wall and the reaction of spore wall layers one (swl 1) and two (swl 2) to the lactic acid in the mounting material.

گچی تا قرمز نارنجی. رنگ ریشه حامل نارنجی روشن تا نارنجی، صاف یا خمیده، استوانه‌ای یا کمی قیفی شکل، با ۶ میکرومتر قطر در محل پایه هاگ، دیواره ریشه حامل نارنجی روشن، متشکل از دو لایه ممتد با لایه‌های اول و دوم دیواره هاگ، انسداد منفذ اغلب با یک بند خمیده ایجاد شده از امتداد درونی‌ترین لایه دیواره ورقه‌ای، تزریق بند به فضای داخل ریشه حامل تا ۵ میکرومتر. برای شناسایی این گونه، از کوچک بودن هاگ‌ها با دیواره‌ای دولایه و رنگی که لایه اول آن در معرف ملزر رنگ نمی‌گرفت استفاده شد. مشخصات این گونه با توصیف اوئهل و همکاران (Oehl et al. 2003) مطابقت داشت.

Dominikia aurea (Oehl & Sieverd.) Blaszk., Chwat, G.A. Silva & Oehl, in Oehl, Sanchez-Castro, Ferreira de Sousa, Silva & Palenzuela, Nova Hedwigia 101(1-2): 71 [2015] (2014)

هاگ‌ها نارنجی روشن، معمولاً بیضوی، با قطری تا حدود ۲۹ × ۱۹ میکرومتر، به ندرت کروی، به قطر ۳۸ میکرومتر، با یک ریشه حامل. ساختار فراسلولی هاگ‌ها متشکل از یک دیواره دو لایه؛ لایه اول (swl 1) موسیلاژی، شفاف، با بیش از یک میکرومتر قطر، ناپایدار در هاگ‌های بالغ، لایه دوم (swl 2) ورقه‌ای، نارنجی روشن، با قطری تا حدود ۴ میکرومتر، در بخش پایه‌ای هاگ تا ۶ میکرومتر؛ تغییر رنگ لایه اول به رنگ قرمز

شماره‌های IRAN 18267 و IRAN 18268 در مجموعه قارچ‌های مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور نگهداری می‌شود (شکل ۴).

این قارچ از خاک مزارع شرکت‌های کشت و صنعت دعبل خزاعی و میرزا کوچک‌خان جداسازی شد که به ترتیب با



شکل ۴- *Dominikia aurea*: A-B. هاگ کوچک و دیواره دولایه‌ای آن.

Fig. 4. *Dominikia aurea*: A-B. Small size spores and the double-layered spore wall.

یک‌لایه، در واقع دو لایه به هم چسبیده، با ضخامتی یکسان و در حدود ۱-۲ میکرومتر، دیواره دوم داخلی متشکل از سه لایه چسبیده به هم؛ لایه اول با کمتر از یک میکرومتر ضخامت، لایه دوم بی‌شکل و کاملاً ارتجاعی، با حدوداً ۵ میکرومتر در ماده نگه‌دارنده PVLG و فشار وارده، لایه سوم بسیار نازک و کمتر از یک میکرومتر. مشخصات این گونه با توصیف وو و همکاران (Wu *et al.* 1995) مطابقت داشت.

این قارچ از خاک مزارع شرکت‌های کشت و صنعت امام خمینی، دعبل خزاعی، امیرکبیر، میرزا کوچک‌خان، سلمان فارسی، کارون و هفت‌تپه جداسازی شد که به ترتیب با شماره‌های IRAN 18270، IRAN 18269، IRAN 18271، IRAN 18272، IRAN 18273، IRAN 18274 و IRAN 18275، در مجموعه قارچ‌های مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور نگهداری می‌شود (شکل ۵).

Entrophospora kentinensis C.G. Wu & Y.S. Liu, in Wu, Liu, Hwuang, Wang & Chao, Mycotaxon 53: 287 (1995)

منشا هاگ از یک کیسه رویشی؛ در جوانی به رنگ زرد شفاف، با محتویات متراکم، در بلوغ به رنگ زرد تیره و با محتویات بسیار شفاف، کروی تا نیمه‌کروی، به قطر ۸۰-۱۶۰ میکرومتر، به طور متوسط ۱۰۲ میکرومتر؛ زیرساختار هاگ دارای یک دیواره هاگی و دو دیواره داخلی؛ دیواره هاگ متشکل از سه لایه؛ لایه اول (swl 1) شفاف در امتداد دیواره کیسه هاگ‌زا، با حدود یک میکرومتر ضخامت، ناپایدار، لایه دوم (sw 2) ورقه‌ای و دارای تزیینات گرد و نامنظم تا چندضلعی و نامنظم، در برگیرنده محتویات هاگ، با ضخامت ۲-۴ میکرومتر، لایه سوم (sw 3) تقریباً انعطاف‌پذیر، با کمتر از یک میکرومتر ضخامت و چسبیده به سطح داخلی دیواره دوم؛ دیواره داخلی اول متشکل از دو دیواره انعطاف‌پذیر، در نظر اول



شکل ۵- *Entrophospora kentinensis*: A. کیسه رویشی متصل به هاگ در حال تشکیل شدن؛ B. لایه‌های دیواره هاگ (swl) و دیواره رویشی (jwl) درون هاگ.

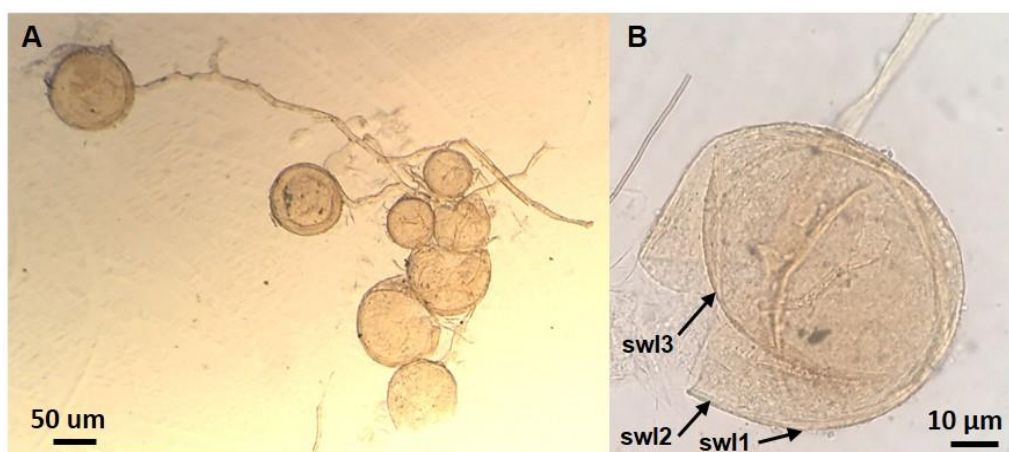
Fig. 5. *Entrophospora kentinensis*: A. Sporiferous saccule attached to the forming spore, B. Spore wall (swl) and germinating wall (jwl) layers inside the spore.

محل اتصال به هاگ، متشکل از دو لایه در امتداد لایه‌های یک و دو دیواره هاگ. عدم واکنش هاگ به معرف ملزر، دسته‌ای بودن هاگ‌ها و دیواره سه‌لایه‌ای آن به تشخیص این گونه کمک کرد (شکل ۶). توصیف این گونه با مشخصات بیان شده توسط باشکوفسکی (Błaszowski 1995) مطابقت داشت.

این قارچ از خاک مزارع شرکت‌های کشت و صنعت امام خمینی و میرزا کوچک‌خان جداسازی شد که به ترتیب با شماره‌های IRAN 18277 و IRAN 18276 در مجموعه قارچ‌های مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور نگهداری می‌شود (شکل ۶).

Glomus corymbiforme Blaszk., Mycologia 87(5): 732 (1995)

هاگ‌ها در دسته‌های دیهیمی شکل از اسپوروفورها و به ندرت به شکل تکی در خاک، هاگ‌ها زرد تا نارنجی، کروی تا نیمه‌کروی، با (۵۰-۱۰۳) میکرومتر قطر، با یک ریشه حامل. هاگ متشکل از دیواره‌ای سه‌لایه؛ لایه اول دایمی، شکننده، صاف، شفاف تا زرد پررنگ، دارای کمتر از ۲ میکرومتر ضخامت، چسبیده به لایه دوم، لایه دوم ورقه‌ای، با ۳ میکرومتر ضخامت، لایه سوم تا حدی انعطاف‌پذیر، با بیش از یک میکرومتر ضخامت و معمولاً چسبیده به لایه دوم؛ ریشه حامل هم‌رنگ هاگ، صاف یا خمیده، شیپوری شکل، گاهی استوانه‌ای یا منقبض، تا ۶ میکرومتر قطر در



شکل ۶- *Glomus corymbiforme*: A. دسته‌ای از هاگ‌ها؛ B. دیواره سه‌لایه‌ای هاگ.

Fig. 6. *Glomus corymbiforme*: A. Aggregates of spores, B. The three-layered wall of the spore.

ضخامت‌های موضعی، با کمتر از دو میکرومتر ضخامت. در محلول ملرز، لایه‌های اول و چهارم به رنگ قهوه‌ای قرمز تغییر رنگ دادند؛ ریشه هم‌رنگ با دیواره هاگ، صاف، منحنی، استوانه‌ای یا کمی نوک‌تیز، در محل اتصال با نزدیک به ۴ میکرومتر ضخامت؛ دیواره ریشه حامل زرد تا زرد مایل به قهوه‌ای، با چهار لایه در امتداد لایه‌های دیواره هاگ. مشخصات این گونه با توصیف کانو و همکاران (Cano *et al.* 2009) مطابقت داشت.

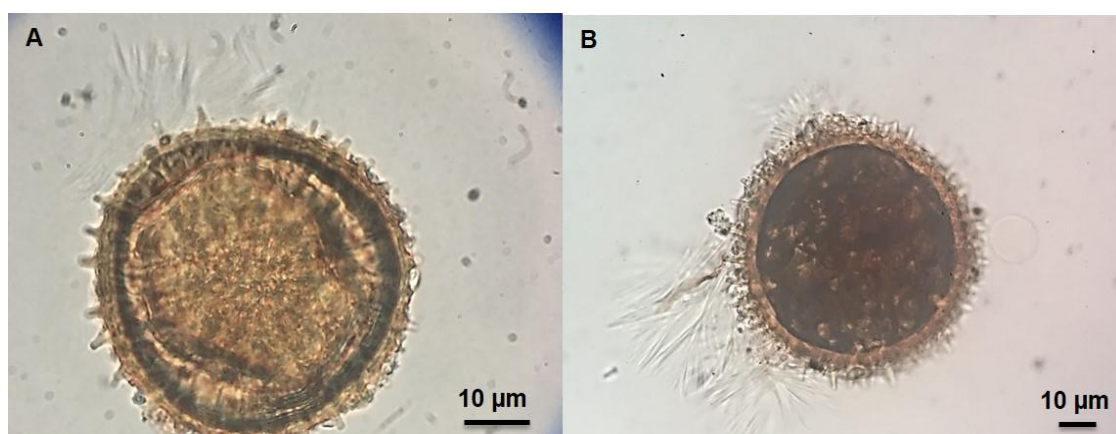
این قارچ از خاک مزرعه شرکت کشت و صنعت میرزا کوچک‌خان، جداسازی شد و با شماره IRAN 18278 در مجموعه قارچ‌های مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور نگهداری می‌شود (شکل ۷).

Rhizophagus custos (C. Cano & Dalpé) C. Walker & A. Schüßler, *The Glomeromycota, A Species List With New Families and New Genera*: 19 (2010)

تشکیل هاگ‌ها به تنهایی و یا در دسته‌های کوچک با دو تا پنج هاگ؛ هاگ‌ها زرد کم‌رنگ تا زرد مایل به قهوه‌ای، کروی تا نیمه‌کروی، با ۲۵-۵۰ میکرومتر قطر، با یک ریشه حامل؛ لایه اول موسیلاژی، نیمه‌پایدار، شفاف، صاف، با حدود یک میکرومتر ضخامت، لایه دوم ورقه‌ای، زرد پررنگ، با سه میکرومتر ضخامت، لایه سوم یک‌دست، تقریباً انعطاف‌پذیر، صاف، شفاف تا زرد، با یک میکرومتر ضخامت، بیشتر چسبیده به سطح زیرین لایه دوم یا به سطح رویی لایه چهارم، لایه چهارم زرد تا زرد-قهوه‌ای، سطح رویی صاف، سطح زیرین



شکل ۷- *Rhizophagus custos*: A. هاگ‌های خوشه‌ای شکل، B. دیواره چهارلایه‌ای هاگ.
Fig. 7. *Rhizophagus custos*: A. Aggregated spores, B. Four-layered wall of the spore.



شکل ۸- *Tricispora nevadensis*: A-B. تزئینات سوزنی شکل دیواره خارجی سطح هاگ.
Fig. 8. *Tricispora nevadensis*: A-B. Spiny, thorn-like projections on the outer wall of the spore surface.

به تشخیص آن کمک کرد. مشخصات این گونه با توصیف پالزنوئلا و همکاران (Palenzuela *et al.* 2010) مطابقت داشت. این قارچ از خاک مزارع شرکت‌های کشت و صنعت امام خمینی و میرزا کوچک‌خان جداسازی شد که به ترتیب با شماره‌های IRAN 18279 و IRAN 18280 در مجموعه قارچ‌های مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور نگهداری می‌شود (شکل ۸).

سیاسگزاری

از آقای دکتر کوروش طاهرخانی، عضو محترم هیات علمی مؤسسه تحقیقات و آموزش نیشکر و صنایع جانبی خوزستان و همچنین همکاران ایشان در جمع‌آوری و ارسال نمونه‌های خاک به مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور (تهران) سپاسگزاری و قدردانی می‌شود.

Tricispora nevadensis (Palenz., N. Ferrol, Azcón-Aguilar & Oehl) Oehl, Palenz., G.A. Silva & Sieverd., in Oehl, Silva, Sánchez-Castro, Goto, Maia, Vieira, Barea, Sieverding & Palenzuela, Mycotaxon 117: 310 (2011)

هاگ‌ها منفرد، زرد-قهوه‌ای تا قهوه‌ای مایل به خاکستری، کروی، با ۷۰-۵۰ میکرومتر قطر، دیواره هاگ متشکل از سه لایه؛ لایه اول ناپایدار، شفاف تا نیمه‌شفاف، با کمتر از میکرومتر ضخامت، لایه دوم با ۹ میکرومتر ضخامت؛ لایه سوم انعطاف‌پذیر و هم‌رنگ با لایه دوم، به رنگ زرد-قهوه‌ای، با کمتر از یک میکرومتر ضخامت و به سختی قابل مشاهده. تزئینات سطح هاگ با برجستگی‌های سوزنی تا شاخی شکل، ناپایدار و اغلب خمیده، منشا گرفته از لایه‌های یک و دو دیواره هاگ، با طولی تا ۱۶ میکرومتر، در محل پایه تا ۴ میکرومتر عرض، در بخش راسی تا کمتر از ۰/۵ میکرومتر؛ یک دیواره داخلی با چند لایه که به سختی دیده می‌شدند. تزئینات سوزنی شکل دیواره خارجی سطح هاگ‌های این گونه،

spores. Transactions of the British Mycological Society 75(2): 336-338.

Gerdemann, J.W. & Nicolson, T.H. 1963. Spores of mycorrhizal fungi isolated from soil by wet sieving and decanting. Transactions of the British Mycological Society 46: 235-244. [http://dx.doi.org/10.1016/S0007-1536\(63\)80079-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0007-1536(63)80079-0).

Karimian, K.H., Goltapeh, E.M. & Minassian, V. 2005. Arbuscular mycorrhizal fungi from Iran. Journal of Agricultural Science and Technology 1(2): 301-313.

Kumar, T. & Ghose, M. 2008. Status of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in the Sundarbans of India in relation to tidal induction and chemical properties of soil. Wetlands Ecology and Management 16(6): 471-483.

Linderman, R.G. 1988. Mycorrhizal interaction with the rhizosphere microflora: The mycorrhizosphere effect. Phytopathology 78: 366-371.

Matamoros, M.A., Baird, L.M., Escuredo, P.R., Dalton, D.A., Minchin, F.R., Iturbe-Ormaetxe, I., Rubio, M.C., Moran, J.F., Gordon, A.J. & Becana, M. 1999. Stress-induced legume root nodule senescence. Physiological, biochemical, and

References

- Błaszowski, J. 1995. *Glomus corymbiforme*, a new species in Glomales from Poland. Mycologia 87(5): 732-737.
- Błaszowski, J. 1997. *Glomus gibbosum*, a new species from Poland. Mycologia 89(2): 339-345.
- Brady, N.C. & Weil, R.R. 1999. The Nature and Properties of Soils (2nd edn). Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey. 881 pp.
- Cano, C., Bago, A. & Dalpé, Y. 2009. *Glomus custos* sp. nov., isolated from a naturally heavy metal-polluted environment in southern Spain. Mycotaxon 109(1): 499-512.
- Evelin, H., Kapoor, R. & Giri, B. 2009. Arbuscular mycorrhizal fungi in alleviation of salt stress: a review. Annals of Botany 104(7): 1263-1280.
- Ershad, D. 2022. Fungi and Fungal Analogues of Iran. Ministry of Agriculture, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran. 695 pp.
- Furlan, V., Bartschi, H. & Fortin, J.A. 1980. Media for density gradient extraction of endomycorrhizal

- structural alterations. *Plant Physiology* 121(1): 97–112.
- Oehl, F., Wiemken, A. & Sieverding, E. 2003. *Glomus aureum*, a new sporocarpic arbuscular mycorrhizal fungal species from European grasslands. *Journal of Applied Botany* 77: 111–115.
- Palenzuela, J., Barea, J.M., Ferrol, N., Azcón-Aguilar, C. & Oehl, F. 2010. *Entrophospora nevadensis*, a new arbuscular mycorrhizal fungus from Sierra Nevada National Park (southeastern Spain). *Mycologia* 102(3): 624–632.
- Paul, E.A. & Clark, F.E. 1996. *Soil Microbiology and Biochemistry*. Academic Press, San Diego, California. 340 pp.
- Rambelli, A. 1973. The Rhizosphere of Mycorrhizae. Pp. 299–343. *In*: Marks, G.C. & Kozlowski, T.T. (eds), *Ectomycorrhizae, their ecology and physiology*. Academic Press, New York and London.
- Rokni, N. & Mohammadi Goltapeh, E. 2011. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi associated with common sugarcane varieties in Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology* 7(4): 1017–1022.
- Rokni, N., Goltapeh, M.E. & Alizadeh, A. 2010. Some new recorded species of arbuscular mycorrhizal fungi associated with sugarcane crop in Iran. *Journal of Agricultural Science and Technology* 6(1): 67–78.
- Rokni, N., Mohammadi Goltapeh, E. & Alizadeh, A. 2006. Introducing one species of arbuscular mycorrhizal fungi from Khuzestan sugarcane fields new to Iran. *Rostaniha* 7(2): 218–222 (In Persian with English summary).
- Smith, S.E. & Read, D.J. 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, London.
- Wu, C.-G. & Liu, Y.-S. 1995. Glomales of Taiwan: V. *Glomus chimonobambusae* and *Entrophospora kentinensis*, spp. nov. *Mycotaxon* 53: 283–294.
