رستنیها ۲۶(۲): ۱۹۰–۱۸۵ (۱۴۰۴) - مقاله کوتاه Rostaniha 26(2): 185–190 (2025) – Short Article

DOI: 10.22092/bot.j.iran.2026.371911.1443

Archaeospora undulata، گونه‌ای جدید از قارچ‌های آربوسکولار میکوریز برای ایران

دریافت: ۱۴۰۴/۰۹/۰۷ ========== بازنگری: ۱۴۰۴/۰۹/۲۹ ========== پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۳۰

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

چکیده

اُشنان (*Soda rosmarinus*)، یکی از گیاهان گزروهالوفیت شاخص و از گونه‌های غالب خاک‌های خشک و بسیار شور و قلیایی ایران است. این گونه بوته‌ای و چندساله با برگ‌های استوانه‌ای و گوشتی، به طور گسترده در کویر مرکزی و دشت کویر، به ویژه در استان سمنان پراکنش دارد و به دلیل برخورداری از سیستم ریشه‌ای قوی، نقش مؤثری در تثبیت خاک و کاهش فرسایش بادی ایفا می‌کند. قارچ‌های آربوسکولار میکوریزی با بیش از ۸۰ درصد از گیاهان همزیستی دارند و موجب بهبود رشد و افزایش تحمل گیاهان در برابر تنش‌های محیطی می‌شوند. در این مطالعه، تنوع قارچ‌های آربوسکولار میکوریزی ریزوسفر *S. rosmarinus*، همچنین میزان کلنیزاسیون در ریشه‌های این گیاه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که علیرغم درصد پایین کلنیزاسیون در ریشه‌های *S. rosmarinus*، تنوع بالایی از قارچ‌های آربوسکولار میکوریزی در ریزوسفر آن وجود دارد، به طوری که هفت گونه قارچ به اسامی: *Archaeospora undulata*، *Funneliformis geosporus*، *Gigaspora albida*، *Glomus ambisporum*، *G. macrocarpum*، *Rhizophagus aggregatus* و *R. fasciculatus* شناسایی شدند. در این مقاله، گونه *A. undulata* برای نخستین از ایران گزارش و توصیف می‌شود. نتایج به دست آمده تداعی‌کننده این مطلب است که گیاهان بومیِ فاقد همزیستی یا با درصد کم همزیستی در مناطق خشک و شور ممکن است بتوانند در افزایش غنای زیستی خاک این مناطق نقش داشته باشند.

واژه‌های کلیدی: اُشنان، تنوع گونه‌ای، خاک‌های شور، سمنان، گیاهان گزروهالوفیت

Archaeospora undulata, *a* new species of arbuscular mycorrhizal fungi for Iran

Received: 28.11.2025 ========== Revised: 20.12.2025 ========== Accepted: 21.12.2025

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

Soda rosmarinus (Bunge ex Boiss.) Akhani is one of the characteristic xerohalophytes and a dominant species of Iranian salt marshes. This species with perennial shrub and cylindrical, succulent leaves is widely distributed in the central desert and Dasht-e Kavir, particularly in Semnan Province and due to its well-developed root system; it plays an important role in soil stabilization and the reduction of wind erosion. Arbuscular mycorrhizal fungi form symbiotic associations with more than 80% of plants, enhancing growth and increasing tolerance to environmental stresses. In this research arbuscular mycorrhizal biodiversity and root colonized percentage of *S. rosmarinus* were studied. Results revealed that, despite the low mycorrhizal colonization in the roots of *S. rosmarinus*, its rhizosphere harbors a diverse fungal flora and seven arbuscular mycorrhizal fungal species were identified viz. *Archaeospora undulata* (Sieverd.) Sieverd., G.A. Silva, B.T. Goto & Oehl, *Funneliformis geosporus* (T.H. Nicolson & Gerd.) C. Walker & A. Schüßler, *Gigaspora albida* N.C. Schenck & G.S. Sm., *Glomus ambisporum* G.S. Sm. & N.C. Schenck, *G. macrocarpum* Tul. & C. Tul., *Rhizophagus aggregatus* (N.C. Schenck & G.S. Sm.) C. Walker, and *R. fasciculatus* (Thaxt.) C. Walker & A. Schüßler, with *A. undulata* being reported for the first time from Iran. The results suggest that, native plants with absent or low mycorrhizal colonization in arid saline soils could play a role in promoting soil biodiversity.

Keywords: Biodiversity, saline soils, Semnan, *Soda rosmarinus*, xerohalophytic plants

مقدمه

بیش از هفت درصد از سطح کره زمین و بیش از ۱۲/۵ درصد از سطح ایران را خاک‌های شور و قلیایی می‌پوشانند (Akhani & Ghorbanli 1993). شور شدن خاک‌ها یکی از مشکلات جدی زیست‌محیطی است که در بسیاری از نقاط جهان به طور مداوم در حال افزایش بوده و پیامدهای گسترده‌ای برای زیست‌بوم‌ها و کشاورزی به همراه دارد (Giri *et al.* 2003, Al-Karaki 2006). پیش‌بینی شده است که این پدیده تا اواسط قرن بیست‌ویکم موجب از دست رفتن حدود ۵۰ درصد از اراضی قابل کشت در جهان شود (Wang *et al.* 2003). ساکنان مناطق بیابانی همواره در معرض پیامدهای ناشی از شور شدن خاک و بیابان‌زایی قرار داشته‌اند. یکی از راهکارهای مهم برای مقابله با این معضلات، شناسایی و توسعه گیاهانی است که توانایی رشد و استقرار در خاک‌های خشک و شور و قلیایی را داشته باشند. در این بین، قارچ‌های آربوسکولار میکوریزی به دلیل ایجاد ارتباط همزیستی با ریشه‌های گیاهان، در اثر افزایش جذب عناصر غذایی، بهبود رشد ریشه و افزایش تحمل گیاهان نسبت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی، نقش مؤثری در استقرار گیاهان تازه‌کشت‌شده و غنی‌سازی خاک مناطق بایر و غیرقابل کشت ایفا می‌کنند. تحقیقات نشان داده است که تلقیح گیاهان با این قارچ‌ها پیش از کاشت می‌تواند اثرات بازدارنده شوری بر رشد و استقرار گیاهان را به طور قابل توجهی کاهش دهد (Cantrell & Lindermann 2001, Al-Karaki 2006). با این حال، کارایی همزیستی میکوریزی به منشأ جغرافیایی و میزان سازگاری جدایه بومی قارچ با شرایط اقلیمی و خاکی منطقه وابسته است و جدایه‌های بومی معمولا عملکرد بهتری در شرایط تنش‌زا نشان می‌دهند (Ruiz-Lozano & Azcón 1996).

در ایران، مطالعات اندکی در زمینه قارچ‌های میکوریزی موجود در خاک‌های شور انجام شده است که از جمله می‌توان به گزارش‌های علی‌اصغرزاده و همکاران (Aliasgharzadeh *et al.* 2001)، اصغری و همکاران (Asghari *et al.* 2005, Asghari & Cavagnaro 2010) و زنگنه (Zangeneh 2012) اشاره کرد. اگرچه گونه‌های تاج‌خروسیان (Amaranthaceae) معمولا به عنوان گیاهان غیرمیکوریزی شناخته می‌شوند، اما پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند که برخی از گونه‌های این تیره می‌توانند درجات متفاوتی از همزیستی با قارچ‌های میکوریزی داشته باشند. همچنین، گزارش شده است که حتی در شرایطی که وابستگی گیاهان شورپسند به میکوریز اندک است، قارچ‌های میکوریزی در خاک‌های شور و خشک حضور دارند. این قبیل گیاهان می‌توانند به عنوان مخزنی از قارچ‌های میکوریزی سازگار با تنش‌های محیطی عمل کنند و به این ترتیب در حفظ تنوع زیستی خاک و پایداری اکوسیستم‌های شور و خشک نقش مهمی را ایفا نمایند (Khan 1974, Allen & Cunningham 1983, Pond *et al.* 1984, Rozema *et al.* 1986, Sengupta & Chaudhuri 1990, Carvalho *et al.* 2001, Hilderbrandt *et al.* 2001, Harisnaut *et al.* 2003, Yamato *et al.* 2008).

Soda rosmarinus (Bunge ex Boiss.) Akhani (اُشنان)، متعلق به تاج‌خروسیان، گیاهی بوته‌ای، همیشه‌سبز و چندساله با برگ‌های گوشتی است که در مناطق کویری، شوره‌زارها و خاک‌های شور و قلیایی نواحی خشک و نیمه‌خشک ایران می‌روید. این گیاه به دلیل توانایی بالای سازگاری با تنش‌های محیطی، از ظرفیت مناسبی برای احیای پوشش گیاهی در اراضی حاشیه کویر برخوردار است (Baghestani Maybodi & Zare 2009).

هدف از پژوهش حاضر، شناسایی قارچ‌های آربوسکولار میکوریزی موجود در ریزوسفر *S. rosmarinus* و اندازه‌گیری میزان همزیستی در ریشه‌های این گیاه در مناطق شور و کویری استان سمنان بود.

روش بررسی

در دو مرحله نمونه‌برداری که در پاییز سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۸ انجام شد، به طور تصادفی از ریشه‌های تغذیه‌کننده و خاک ریزوسفر گیاه *S. rosmarinus*، در ده منطقه منتخب استان سمنان در مختصات جغرافیایی N "1.01'24°35، E "37.27'50°51 و N "49.90'22°35، E "50.80'4°53، عمدتا از حوالی شهر گرمسار و همچنین ایستگاه تحقیقات بیابان گرمسار (استان سمنان)، جمع‌آوری شد. در هر منطقه، پنج گیاه به طور تصادفی انتخاب شد و از عمق ۵۰-۳۰ و گاه تا ۷۰ سانتی‌متری آن نمونه‌برداری صورت گرفت. شستشوی نمونه‌های خاک مطابق روش گردمان و نیکولسون (Gerdemann & Nicolson 1963) و سانتریفوژ آن‌ها مطابق روش فورلان و همکاران (Furlan *et al.* 1980) انجام شد. هاگ‌های جداشده در دو قطره کوچک از PVLG و PVLG + معرف Melzer (۱۰۰ گرم کلرال هیدرات + ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر + ۱/۵ گرم یدین + ۰/۵ گرم یدین پتاسیم)، روی لام قرار داده شدند. سپس لامل تمیزی روی هر قطره با زاویه ۴۵ درجه گذاشته شد (Brundrett *et al.* 1994). در نهایت، با بررسی و ثبت مشخصات ریخت‌شناختی هر هاگ و به کمک کلید شناسایی هاگ قارچ‌های میکوریزی (Oehl *et al.* 2011, Błaszkowski 2012)، مقالات کلیدی و اینترنت، جنس و گونه قارچ‌های میکوریزی تشخیص داده شد.

شایان ذکر است، به دلیل نامشخص بودن گونه قارچی پیش از بررسی میکروسکوپی و متنوع بودن گونه‌های موجود بر یک اسلاید میکروسکوپی، امکان بررسی مولکولی قارچ مورد مطالعه وجود نداشت. برای تعیین میزان کلنیزاسیون ریشه‌ها با قارچ‌های آربوسکولار میکوریزی، ابتدا به شکل تصادفی حداقل ۲۰ قطعه ریشه یک سانتی‌متری از ریشه‌های گیاه در هر منطقه انتخاب و به روش فیلیپس و هِیمن (Phillips & Hayman 1970) رنگ‌آمیزی شد. پس از آن به روش خطوط متقاطع درشت، حضور یا عدم حضور ریسه درون ریشه‌ای، آربوسکول و وزیکول ثبت و درصد کلنیزاسیون ریشه‌ها اندازه‌گیری شد (McGonigle *et al.* 1990).

نتیجه و بحث

با بررسی اسلایدهای میکروسکوپی، هفت گونه متعلق به پنج جنس از قارچ‌های آربوسکولار میکوریزی شامل: *Archaeospora undulata* (Sieverd.) Sieverd., G.A. Silva, B.T. Goto & Oehl, *Funneliformis geosporus* (T.H. Nicolson & Gerd.) C. Walker & A. Schüßler, *Gigaspora albida* N.C. Schenck & G.S. Sm., *Glomus ambisporum* G.S. Sm. & N.C. Schenck, *G. macrocarpum* Tul. & C. Tul., *Rhizophagus aggregatus* (N.C. Schenck & G.S. Sm.) C. Walker, *R. fasciculatus* (Thaxt.) C. Walker & A. Schüßler شناسایی شد.

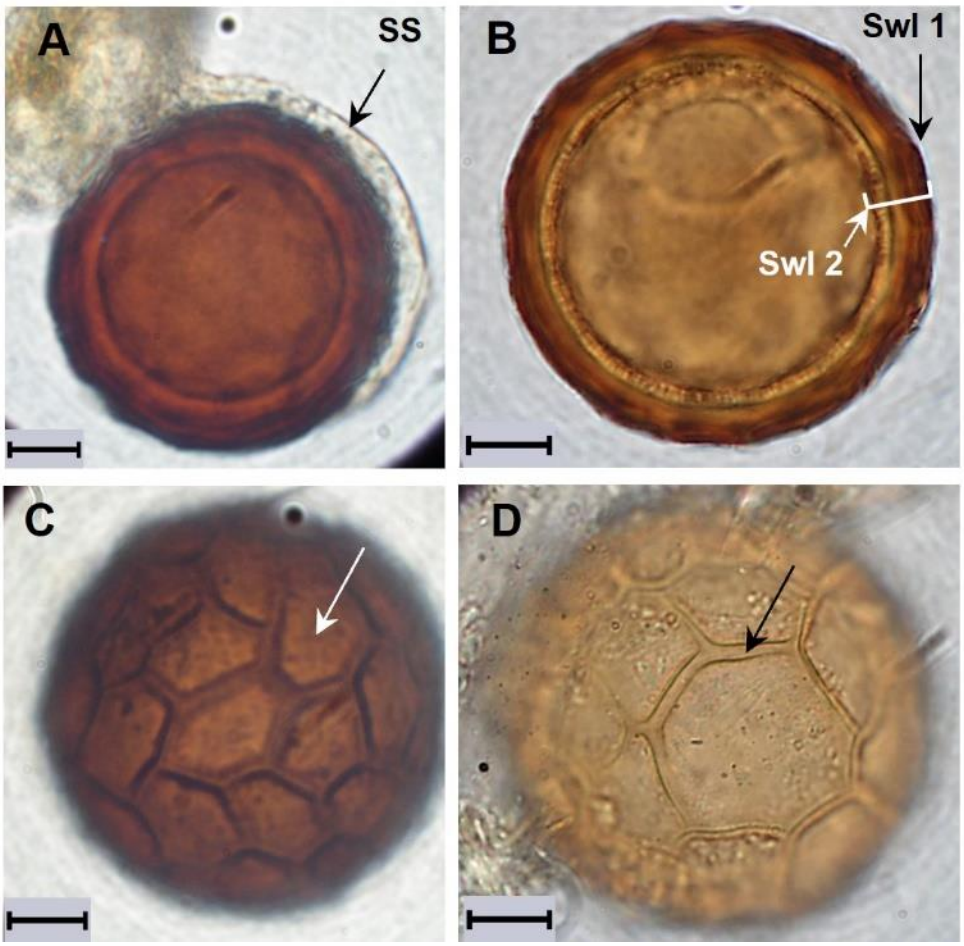
در این مقاله، *A. undulata* به عنوان گونه‌ای جدید برای فونگای ایران به شرح زیر گزارش و توصیف می‌شود:

Archaeospora undulata (Sieverd.) Sieverd., G.A. Silva, B.T. Goto & Oehl. Mycotaxon 117: 430. 2011

هاگ‌ها به صورت منفرد، نیمه‌شفاف و متمایل به رنگ زرد تیره تا قهوه‌ای، کروی به قطر ۶۸-۳۵ میکرومتر، دارای دو دیواره که دیواره اول شامل یک لایه شفاف و ناپایدار با ضخامت کمتر از یک میکرومتر و چسبیده به دیواره دوم و دیواره دوم شامل دو لایه که لایه بیرونی به رنگ نارنجی مایل به زرد، دارای برآمدگی و فرورفتگی‌های منظم و چندضلعی با عمق کمتر از سه میکرومتر بودند. لایه داخلی بی‌رنگ تا مایل به زرد به ضخامت کمتر از دو میکرومتر بود. ساکول هاگ‌زا در کنار هاگ و به صورت نیمه‌شفاف وجود داشت. وجه تمایز این گونه با سایر گونه‌های جنس *Archaeospora*، وجود سطح موج‌دار با حفره‌های بزرگ است (شکل ۱). این گونه ابتدا با نام *Acaulospora undulata* معرفی شد (Sieverding 1988)، ولی با بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناختی از جمله تشکیل هاگ بر گردن ساکول هاگ‌زا، دو لایه بودن دیواره بیرونی و نیز سه لایه بودن دیواره درونی، عدم واکنش به معرف ملزر و تشکیل وزیکول در کشت خالص این قارچ، همچنین بررسی‌های مولکولی و تبارزایی به روشنی مشخص شد که جایگاه این گونه در جنس *Archaeospora* J.B. Morton & D. Redecker emend. Spain (Spain 2003) است و بر این اساس، نام آن به *A. undulata* تغییر یافت (Oehl *et al.* 2011). نمونه این قارچ با شماره IRAN 18882 در مجموعه قارچ‌های ایران (مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تهران) نگهداری می‌شود.

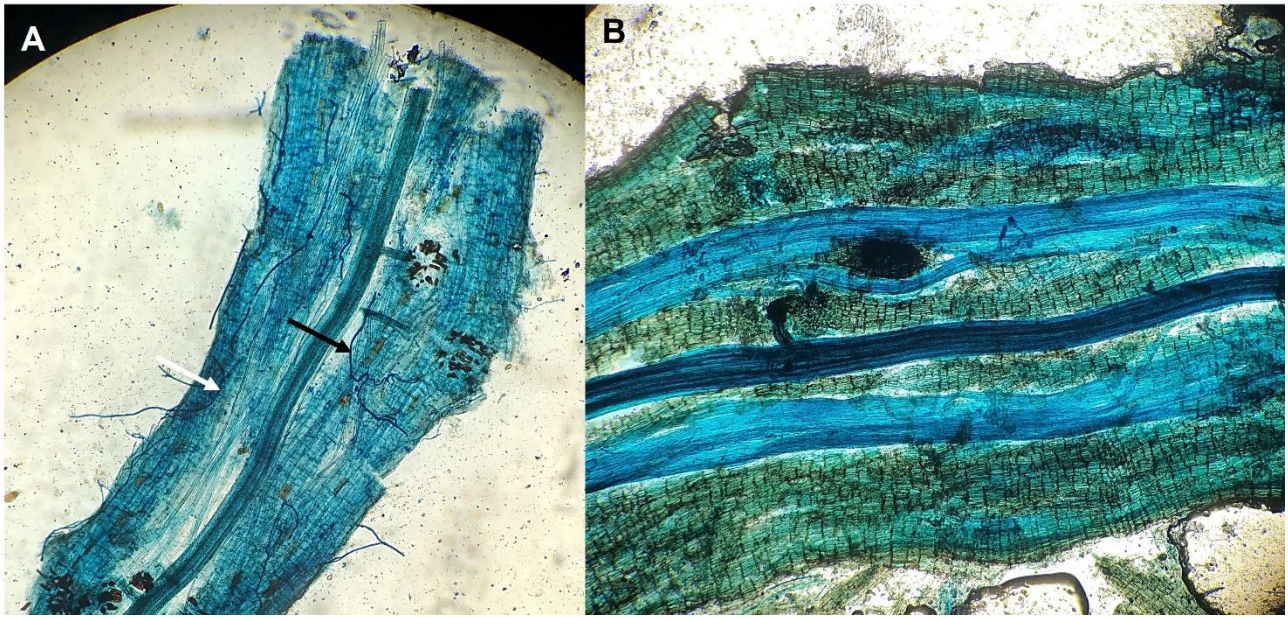
بررسی همزیستی در ریشه نمونه‌های *S. rosmarinus* نشان داد که این گیاه یا فاقد ساختارهای قارچ‌های آربوسکولار میکوریزی (بدون همزیستی) است یا همزیستی بسیار اندکی دارد (۱۳ درصد) (شکل ۲).

عوامل مختلفی می‌تواند باعث حضور هاگ قارچ‌های میکوریزی در ریزوسفر گیاهانی که درصد کمی از همزیستی دارند و یا در ریشه آن‌هایی که بدون اندامک‌های قارچی هستند باشد. از طرف دیگر، ممکن است که زمان هاگ‌زایی قارچ‌ها با یکدیگر متفاوت باشد. گاهی ممکن است به دلیل میزان بالای نمک و املاح خاک، برخی قارچ‌ها هاگ بیشتری تولید کنند، چنانچه در ریزوسفر گیاهانی با میزان همزیستی کم و در شرایط شوری بالای خاک، تعداد بیشتری هاگ گزارش شده، به این معنی که با وجود درصد همزیستی میکوریزی کم در گیاه میزبان، شوری عامل محرکی برای تولید هاگ در آن‌ها شده است (Tressner & Hayes 1971). اُشنان (*S. rosmarinus*) از جمله گیاهان خشکی-شورپسندی است که بیشترین رویش را در مناطق خشک و شور و قلیایی ایران داشته و از نظر اقتصادی اهمیت بالایی دارد (Asri 2025). وجود همزیستی اندک میکوریزی در ریشه‌های این گیاه و تنوع بالای هاگ این قارچ‌ها در ریزوسفر آن، تاییدکننده نتایج تحقیقات سایر دانشمندان در اهمیت وجود قارچ‌های میکوریزی در خاک‌های پرتنش و نقش بالقوه گیاهان بومی در حفظ تنوع زیستی خاک در اکوسیستم‌های خشک و شور است.



شکل ۱- *Archaeospora undulata*: A. آثار کیسه‌زایای هاگ (SS)، B. دیواره اول هاگ (Swl 1) و دیواره دوم هاگ (Swl 2)، C. فضاهای حفره مانند و الگوی چندضلعی دیواره دوم، D. لبه‌های برجسته اطراف (مقیاس = ۱۰ میکرومتر).

Fig. 1. *Archaeospora undulata*: A. Remnants of the sporiferous sacule (SS), B. First spore wall (Swl 1) and second spore wall (Swl 2), C. Cavity-like spaces and polygonal pattern of the second wall, D. Prominent surrounding edges clearly visible (Bar = 10 µm).



شکل ۲- ریشه *Soda rosmarinus*: A. وجود و B. عدم وجود ساختارهای قارچ آربوسکولار میکوریزی.

Fig. 2. *Soda rosmarinus* roots: A. Presence and B. Absence of arbuscular mycorrhizal fungal structures.

سپاسگزاری

به این وسیله از جناب آقای مهندس حسین عامری در ایستگاه تحقیقات بیابان گرمسار (استان سمنان) برای راهنمایی در زمینه محل رویش و جمع‌آوری گیاهان و نیز از جناب آقای دکتر امیرحسین پهلوانی در بخش تحقیقات رستنی‌های مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور (تهران) به دلیل شناسایی گیاه میزبان سپاسگزاری می‌شود.

References

Akhani, H. & Ghorbanli M. 1993. A contribution to the halophytic vegetation and flora of Iran. Pp. 35–44. *In*: Lieth, H. & Masoom, A.Al. (eds). Towards the rational use of high salinity tolerant plants, Vol. 1. Kluwer Academic Publishers.

Aliasgharzadeh, N., Rastin, N.S., Towfigh, H. & Alizadeh, A. 2001. Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in saline soils of the Tabriz plain of Iran in relation to some physical and chemical properties of soil. Mycorrhiza 11: 119–122.

Al-Karaki, G.N. 2006. Nursery inoculation of tomato with arbuscular mycorrhizal fungi and subsequent performance under irrigation with saline water. Scientia Horticulturae 109: 1–7.

Allen, E.B. & Cunningham, G.L. 1983. Effects of vesicular-arbuscular mycorrhizae on *Distichlis spicata* under three salinity levels. New Phytologist 93: 227–236.

Asghari, H.R. & Cavagnaro, T.R. 2010. Mycorrhizal response of halophytes to plant growth in non-saline soil conditions. Proceeding of 19th. World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World. 1–6 Aug. 2010, Brisbane, Australia.

Asghari, H.R., Marschner, P., Smith, S.E. & Smith, F.A. 2005. Growth response of *Atriplex nummularia* to inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi at different salinity levels. Plant and Soil 275: 181–193.

Asri, Y. 2025. A checklist of halophytes and salt-tolerant plants of Iran: characteristics, distribution and potential economic values. Rostaniha 26(1): 77–101. DOI: 10.22092/bot.j.iran.2025.370567.1433.

Baghestani Maybodi, N. & Zare, M.T. 2009. Some ecological requirements and exploitation of *Seidlitzia rosmarinus* in the desert region of Yazd Province. Environmental Sciences 6(3): 31–42 (In Persian).

Błaszkowski, J. 2012. Glomeromycota. W. Szafer. Institute of Botany, Polish Academy of Sciences.

Brundrett, M., Melville, L. & Peterson, L. 1994. Practical methods in mycorrhizal research. University of Guelph. Mycologue Publications, Guelph, Ontario.

Cantrell, I.C. & Linderman, R.G. 2001. Preinoculation of lettuce and onion with VA mycorrhizal fungi reduces deleterious effects of soil salinity. Plant and Soil 233: 269–281.

Carvalho, L.M., Correia, P.H. & Martins-Loucao, A. 2001. Arbuscular mycorrhizal fungal propagules in a salt marsh. Mycorrhiza 14: 165–170.

Furlan, V., Bartschii, H. & Fortin, J.A. 1980. Media for density gradient extraction of endomycorrhizal spores. Transactions of the British Mycological Society 75: 336–338.

Gerdemann, J.W. & Nicolson, T.H. 1963. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. Transactions of the British Mycological Society 46: 235–244. DOI: 10.1016/S0007-1536(63)80079-0.

Giri, B., Kapoor, R. & Mukerji, K.G. 2003. Influence of arbuscular mycorrhizal fungi and salinity on growth, biomass and mineral nutrition of *Acacia auriculiformis*. Biology and Fertility of Soils 38: 170–175.

Harisnaut, P., Poonsopa, D., Roengmongkol, K. & Charoensataporn, R. 2003. Salinity effects on antioxidant enzymes in mulberry cultivar. Science Asia 29: 109–113.

Hilderbrandt, U., Janetta, K., Ouziad, F., Renne, B., Nawrath, K. & Bothe, H. 2001. Arbuscular mycorrhizal colonization of halophytes in Central European salt marshes. Mycorrhiza 10: 175–183.

Khan, A.G. 1974. The occurrence of mycorrhizas in halophytes, hydrophytes and xerophytes, of endogone spores in adjacent soils. Journal of General Microbiology 81: 7–14.

McGonigle, T.P., Miller, M.H., Evans, D.G., Fairchild, G.S. & Swan, J.A. 1990. A new method, which gives an objective measure of colonization of roots by vesicular arbuscular mycorrhizal fungi. New Phytologist 115: 495–501.

Oehl, F., Silva, G.A.D., Goto, B.T. & Sieverding, E. 2011. New recombinations in Glomeromycota. Mycotaxon 117(1): 429–434. DOI: 10.5248/117.429.

Phillips, J.M. & Hayman, D.S. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transactions of the British Mycological Society 55: 158–161. DOI: 10.1016/S0007-1536(70)80110-3.

Pond, E.C., Menge, J.A. & Jarrell, W.M. 1984. Improved growth of tomato in salinized soil by vesicular arbuscular mycorrhizal fungi collected from saline sites. Mycologia 76: 74–84.

Rozema, J., Arp, W., Van Diggelen, J., Van Esbroek, M., Broekman, R. & Punte, H. 1986. Occurrence and ecological significance of vesicular-arbuscular mycorrhiza in the salt marsh environment. Acta Botanica Neerlandica 35: 457–467. DOI: 10.1111/j.1438-8677.1986.tb00485.x.

Ruiz-Lozano, J.M., Azcón, R. & Gómez, M. 1996. Alleviation of salt stress by arbuscular mycorrhizal *Glomus* species in *Lactuca sativa* plants. Physiologia Plantarum 98: 767–772.

Sengupta, A. & Chaudhuri, S. 1990. Vesicular arbuscular mycorrhiza (VAM) in pioneer salt marsh plants of the Ganges river delta in West Bengal (India). Plant and Soil 122: 111–113. DOI: 10.1007/BF02851917.

Sieverding, E. 1988. Two new species of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi in the Endogonaceae from tropical highlands. Angewandte Botanik 62: 373–380.

Spain, J.L. 2003. Emendation of *Archaeospora* and its type species, *Archaeospora trappei*. Mycotaxon 87: 109–112. DOI: 10.3390/jof11020097.

Tressner, H.D. & Hayes, J.A. 1971. Sodium chloride tolerance of terrestrial fungi. Applied Microbiology 22: 210–213.

Wang, W., Vinocur, B. & Altman, A. 2003. Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: toward genetic engineering for stress tolerance. Planta 218: 1–14. DOI: 10.1007/s00425-003.

Yamato, M., Ikeda, S. & Iwase, K. 2008. Community of arbuscular mycorrhizal fungi in coastal vegetation on Okinawa Island and effect of the isolated fungi on growth of Sorghum under salt-treated conditions. Mycorrhiza 18: 241–249.

Zangeneh, S. 2012. Investigation of the mycorrhizal status of some predominant plants in deserts of Semnan province (NE Iran). Rostaniha 13(1): 105–108 (In Persian). DOI: 10.22092/botany.2012.101399.