مقاله پژوهشی **شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.20080891.1400.15.3.4.3**

بررسی وضعیت قارچ‌های میکوریزا آربوسکولار سه گونه گون (*Astragalus squarrosus*، *Astragalus effusus* و *Astragalus podolobus*)

نادیا کمالی*[۱]، محمد متینی‌زاده[۲]، الهام نوری[۳]، مهشید سوری[۴] و روشنک دهقان[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۳/۲۶ - تاریخ تصویب: ۱۴۰۰/۰۶/۲۲

چکیده

قارچ‌های میکوریزای آربوسکولار جزء ضروری در اکوسیستم‌های طبیعی هستند، زیرا این موجودات زنده می‌توانند رشد، تکثیر، توانایی، سلامتی و مقاومت گیاه به تنش‌های زنده و غیرزنده را از طریق اثرات آنتاگونیستی و رقابتی روی آفت‌ها و بیمارگرها بالا ببرند، لذا شناسایی آن‌ها و بررسی وضعیت هم‌زیستی آن‌ها با گونه‌های گیاهی می‌تواند در استفاده از این قارچ‌ها موثر واقع شود. تحقیق حاضر به منظور شناسایی مورفولوژیکی، بررسی فراوانی اسپورها، الگوی پراکنش و تعیین شاخص‌های کلونیزاسیون قارچ‌های میکوریزا آربوسکولار همراه سه گونه گون (*Astragalus squarrosus* Bunge، *Astragalus effuses* Bunge و *Astragalus podolobus* Boiss)، در منطقه طرود (ترود) شهرستان شاهرود و جاشلوبار استان سمنان انجام شد. نمونه‌برداری از ناحیه ریزوسفر خاک تحت پوشش گونه‌های مورد مطالعه (۸ پایه برای هر گونه)، در اوایل و اواخر فصل رویش انجام شد. در هر سه گونه مورد مطالعه، هم‌زیستی میکوریزایی دیده شده، هم‌چنین در هرسه گونه، درصد هم‌زیستی میکوریزایی و تعداد اسپور در ابتدای فصل رویش بیشتر از انتهای فصل رویش بود، به‌طوری که بیشترین درصد هم‌زیستی به‌ترتیب در *A. podolobus* (۶۲ درصد)، *A. effusus* (۵۰/۲۵ درصد) و *A. squarrosus* (۱۲/۷۵ درصد) مشاهده شد، همچنین تعداد اسپور (صرفه‌نظر از نوع اسپور) به ترتیب در ریزوسفر گونه *A. squarrosus* (۷/۶۲ تعداد در گرم)، *A. effusus* (۲۵ تعداد در گرم) و *A. podolobus* (۵/۳۶ تعداد در گرم) می‌باشد. گونه‌های غالب قارچ در گیاه *Astragalus squarrosus*، شامل *Ambispora callosa*، *Funneliformis mosseae* و *Dentiscutata reticulate*، است، گونه‌های غالب قارچ در دو گونه *Astragalus podolobus*، *Astragalus effusus*، مشترک و شامل *Funneliformis mosseae* *Funneliformis badium* و *Glomus hoi* می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: هم‌زیستی میکوریزایی، طرود، جاشلوبار، *Ambispora callosa*، *Funneliformis mosseae*

[۱] - استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
*: نویسنده مسئول: kamali@rifr-ac.ir
[۲] - دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
[۳] - محقق پژوهشی، بخش تحقیقات جنگل، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
[۴] - استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات مرتع، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
[۵] - محقق پژوهشی، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.4.3]

مقدمه

قارچ‌های میکوریزا آربوسکولار از مهم ترین عوامل همزیست اجباری ریشه گیاهان هستند و تقریباً با ۸۰ درصد گونه‌های گیاهی رابطه همزیستی برقرار می‌کنند. این قارچ‌ها به راسته Glomerales از شاخه Glomeromycota تعلق دارند (۲). با شناسایی این قارچ ها در شرایط و مناطق مختلف، می‌توان از آن‌ها به‌عنوان کود بیولوژیک و محرک رشد استفاده کرد. در کشور ما نیز تحقیقاتی درباره شناسایی و تنوع قارچ‌های آربوسکولار بومی خاک‌های ایران بر اساس مورفولوژی این قارچ‌ها انجام شده است (۱۳). میکروارگانیسم‌های خاک در چرخه عناصر غذایی نقش مهمی دارند و در فرآیند تجدید پوشش گیاهی نیز نقش به‌سزایی ایفا می‌کنند (۲۳، ۲۴ و ۲۵). همزیستی با میکوریزا اثرات زیان‌بار ناشی از فقر عناصر غذایی و تنش‌های خشکی و شوری را کاهش داده (۲۸) و منجر به افزایش رشد گیاه، تحمل گیاه، جذب عناصر غذایی مانند نیتروژن، فسفر، بهبود بعد از تنش می‌شود (۷ و ۱۴). بنابراین مدیریت جوامع میکروبی با تاکید بر جهت‌دهی همزیستی میکوریزایی می‌تواند نقش مهمی در احیاء اکوسیستم‌های تخریب شده داشته باشد. احیاء پوشش گیاهی یکی از بهترین و موثرترین راه‌ها جهت کاهش تخریب خاک و جلوگیری از گسترش آن به مناطق مجاور است (۱۰). همزیستی گیاهان با قارچ‌های میکوریزا اثرهای سودمندی بر کمیت و کیفیت گیاهان میزبان دارد. همزیستی با استقرار دوباره گونه‌های گیاهی در مناطق تخریب یافته از رایج‌ترین و موثرترین روش‌های احیاء اراضی می‌باشد (۱۰ و ۳۱). موفقیت به کارگیری استفاده از قارچ‌های میکوریزی در احیا اراضی و اکوسیستم‌های تخریب یافته در مطالعات مختلف به اثبات رسیده است (۸)، قارچ‌های میکوریزا آربوسکولار در این اکوسیستم ها با فراهم کردن مواد غذایی برای گیاهان میزان فتوسنتز و در نتیجه عملکرد آنها را افزایش می‌دهند (۹). با توجه به دشوار بودن به‌دست آوردن آب و مواد غذایی در مناطق خشک و نیمه خشک، ارتباط جوامع گیاهی و قارچ‌های میکوریزایی که موجب جذب موثر آب و مواد غذایی و بهبود عملکرد گیاهان و افزایش مقاومت آن ها به تحمل تنش‌های مختلف می‌گردد، بسیار حائز اهمیت است (۲۰، ۲۴، ۲۷، ۲۸ و ۳۰).

در مقایسه با گیاهان بدون میکوریزا، گیاهانی که با میکوریزا آربوسکولار مایه‌زنی می‌شوند، توانایی بیشتری در جذب مواد غذایی و تحمل تنش‌های مختلف دارند (۵ و ۱۷). از بین رفتن فعالیت‌های میکروبی در خاک کاهش تنوع زیستی و کاهش عملکرد گیاهی را به دنبال دارد (۱۸). برخی پژوهش‌ها بیانگر افزایش طول و تراکم ریشه، در حضور قارچ‌های میکوریزا برای تحمل بهتر تنش‌های محیطی ریشه می‌باشد (۲۱ و ۲۹). تورس و همکاران (۲۰۱۶) نشان دادند که مایه زنی گیاهان با قارچ‌های میکوریزا آربوسکولار می‌تواند باعث ایجاد گونه‌های گیاهی قوی‌تر با عملکرد مناسب‌تر در مراتع ضعیف و فقیر شود. علاوه بر این، آنها نشان دادند که اثرات مثبت افزودنی‌های قارچ‌های میکوریزا، در درازمدت افزایش غنای گونه‌ای و در کوتاه مدت توانایی مقابله با علف‌های هرز است. بهبود جذب مواد غذایی خاک، از راه مایه‌زنی با قارچ‌های میکوریزا، منجر به ترمیم موفق پوشش گیاهی مراتع (به ویژه در مراتع ضعیف با فقر شدید مواد غذایی) می‌شود (۲۶). گونه‌های مورد مطالعه (*A. squarrosus*، *A. effusus* و *A. podolobus*) از خانواده پروانه آسا (Papilionaceae) بوده (۱) و از گونه‌های مهم مرتعی به لحاظ تولید علوفه، سازگاری با شرایط سخت اکولوژیکی و حفاظت خاک به‌شمار می‌روند.

مرحله اول استفاده از قارچ‌های میکوریزا آربسکولار، جهت تکثیر آن‌ها و تهیه کود زیستی به‌منظور استفاده در عملیات اصلاحی مراتع، تعیین میزان همزیستی هر گیاه با قارچ‌های میکوریزا و شناسایی گونه‌های غالب قارچ میکوریز آربوسکولار هر گونه می‌باشد. تحقیق حاضر در همین راستا و به‌منظور بررسی وضعیت قارچ‌های میکوریزا آربوسکولار سه گونه گون‌های (*A. squarrosus*، *A. effusus* و *A. podolobus*) صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

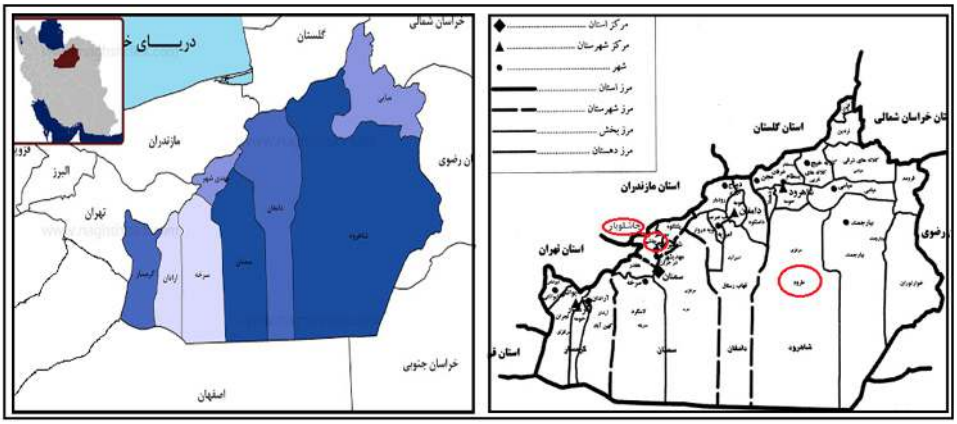
مطالعات مورد نظر بر گونه *Astragalus squarrosus* در منطقه ترود (طرود) استان سمنان صورت گرفت. سایت مورد مطالعه در موقعیت جغرافیایی ۳۵ تا ۳۶ درجه عرض شمالی و ۳۰ تا ۵۵ درجه طول شرقی با ارتفاع متوسط ۸۵۰ متر واقع گردیده است. متوسط بارش سالانه ۱۰۲ میلی‌متر،

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.4.3]

متوسط دمای سالانه ۹۵/۱۶ درجه سانتی‌گراد، میانگین کمینه دما ۵۵/۳ درجه سانتی‌گراد در دی ماه و بیشینه ۴۱/۴۰ درجه سانتی گراد در تیر ماه می باشد. منطقه دارای تیپ فیزیوگرافی دشت‌های دامنه‌ای با خاک‌های کم عمق تا نیمه عمیق سنگریزه دار همراه با املاح نسبتا زیاد است. از نظر فیزیونومی گیاهی منطقه بوته‌زار است.

مطالعات مورد نظر بر دو گونه *Astragalus effusus* و *Astragalus podolobus* در منطقه جاشلوبار استان سمنان صورت گرفت. سایت مورد مطالعه در ۵۰ کیلومتری شمال شهرستان سمنان و ۲۸ کیلومتری شمال غرب شهر شهمیرزاد واقع گردیده است. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۲۴۰۴ متر بوده و در ´۴۵ °۳۵ عرض شمالی و ´۵۷ °۵۳ طول شرقی واقع گردیده است. متوسط بارش سالانه ۳۰۲ میلی‌متر، متوسط دمای سالانه ۱۲ درجه سانتی گراد ، معدل حداقل ۹/۳ – و حداکثر ۲۹/۵ می‌باشد. منطقه دارای تیپ فیزیوگرافی تپه ماهور که تپه‌های کم ارتفاع با مواد مادری مارنی و آهک مارنی را شامل می‌گردد. رواناب آن متوسط، نفوذپذیری متوسط تا زیاد و فرسایش آن کم تا متوسط می‌باشد. خاک دارای بافت لوم تا سندی لوم می‌باشد. از نظر فیزیونومی گیاهی منطقه، علف- بوته‌زار است.



شکل ۱: نقشه مناطق مورد مطالعه

روش تحقیق

نمونه‌برداری از خاک و ریشه: نمونه‌برداری در اوایل فصل رویش (بهار) و اواخر فصل رویش (تابستان) از ناحیه ریزوسفر خاک تحت پوشش گونه‌های *A. squarrosus*، *A. effusus* و *A. podolobus*، از ریشه‌هایی با قطر حدود ۱ میلیمتر (از هشت پایه) و از خاک اطراف ریشه‌ها (برای جداسازی اسپورها) انجام گرفت.

جداسازی و شمارش اسپورها: برای شناسایی قارچ‌های همزیست بر اساس مورفولوژی اسپور آنها، ابتدا اسپورها از خاک اطراف ریشه‌های سه گونه گون مورد بررسی جدا شدند. به این منظور، نمونه‌های خاک در هوا خشک و بعد از الک ۲ میلی‌متری گذرانده شده با استفاده از روش گردمن و نیکلسون (۳) در زیر میکروسکوپ اسپورهای غیرهم‌شکل، از یکدیگر تفکیک شده و در نهایت شناسایی شدند. شناسایی اسپورهای قارچی با استفاده از کلیدهای شناسایی و بر اساس اطلاعات مورفولوژیکی سایت (INVAM 2003) صورت گرفت. پس از شناسایی اسپورها، شمارش (تعداد در گرم) آن‌ها انجام شده و فراوانی هر کدام تعیین شد.

رنگ‌آمیزی و تعیین میزان کلونیزاسیون ریشه‌ها: در هر نوبت قطعهٔ ۴ سانتی‌متری از ریشه‌های فرعی نازک با قطر حدود ۱ میلی‌متر که برای رنگ‌آمیزی بهترین شرایط را دارا بودند جدا شدند. نمونه‌ها با روش فیلیپس و هایمن (۳) رنگ‌آمیزی شدند. پس از مشخص شدن وجود قارچ میکوریزای در هر نمونه، درصد آلودگی ریشه با روش Gridline intersect تعیین شد (۳).

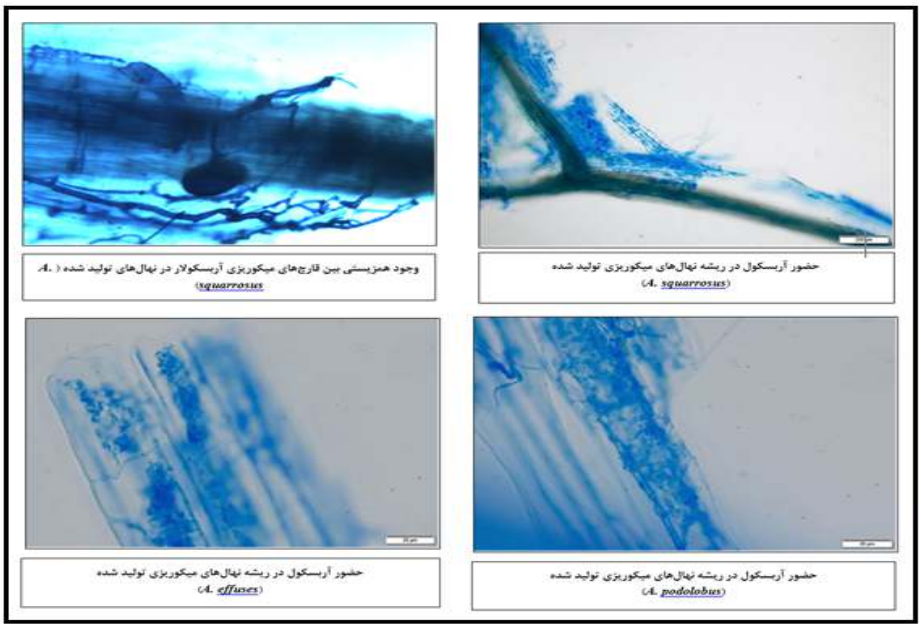
[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.4.3]

داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار اکسل دسته‌بندی و نمودارهای مربوطه تهیه شد. برای آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 18.0 و مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. مقایسه داده‌های درصد هم‌زیستی و تعداد اسپور (پس از نرمال‌سازی) با استفاده از آزمون t جفتی صورت گرفت.

نتایج

بررسی وجود هم‌زیستی بین قارچ‌های میکوریزی آربسکولار و گونه‌های مورد مطالعه

رنگ‌آمیزی ریشه گیاهان جمع‌آوری شده از عرصه بیانگر وجودهم‌زیستی بین قارچ‌های میکوریزی آربسکولار و گونه‌های مورد مطالعه می‌باشد (شکل ۲).



شکل ۲: هم‌زیستی میکوریزی و حضور وزیکول، آربسکول و هیف در ریشه‌های گونه‌های مورد مطالعه

درصد هم‌زیستی ریشه ها در دو فصل بهار و تابستان

بررسی درصد هم‌زیستی میکوریزایی با سه گونه گون نشان‌دهنده وجود هم‌زیستی میکوریزی در سه گونه مورد مطالعه در فصل بهار (ابتدای فصل رویش) و تابستان (انتهای فصل رویش) می‌باشد نتایج آزمون t مستقل (پس از نرمال سازی) از درصد هم‌زیستی مشاهده شده در دو فصل بهار و تابستان در گونه‌های مورد مطالعه در جداول زیر ارائه شده است (جدول ۱). درصد هم‌زیستی بین ریشه گیاهان و قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در هر سه گونه دارای اختلاف معنی دار در دو فصل بهار و تابستان می باشد (جدول ۱). در هر سه گونه گون میزان درصد هم‌زیستی در فصل بهار بیش از تابستان می باشد.

جدول ۱ :درصد هم‌زیستی میکوریزی در ریشه گونه‌های مورد مطالعه، در دو فصل بهار و تابستان

نام گونه	فصل	میانگین	اشتباه از معیار	درجه آزادی	t
A. squarrosus	تابستان	۷/۵	۰/۴۷۷	۱۴	-۵/۳۰۷ **
	بهار	۱۲/۷۵	۰/۸۷۵		
A. effusus	تابستان	۳۱/۷۵	۱/۴۳۹	۱۴	-۱۰/۵۲۶ **
	بهار	۵۰/۲۵	۱/۰۸		
A. podolobus	تابستان	۳۰/۵	۱/۰۸۲	۱۴	-۱۸/۸۹ **
	بهار	۶۲/۰۰	۱/۲۷		

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.4.3]

بررسی تعداد اسپورها در دو فصل بهار و تابستان

نتایج بررسی تعداد اسپورهای موجود در ریزوسفر سه گونه گون در دو فصل بهار و تابستان بیانگر اختلاف معنی دار بین تعداد اسپورها در هر سه گونه دارای اختلاف معنی‌دار در دو فصل بهار و تابستان می باشد. در هر سه گونه گون تعداد اسپور در فصل بهار بیش از تابستان است (جدول ۲).

جدول ۲: تعداد اسپورها در ریزوسفر گونه‌های مورد مطالعه، در دو فصل بهار و تابستان

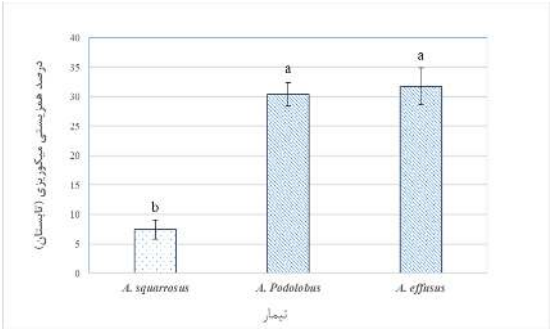
نام گونه	فصل	میانگین	اشتباه از معیار	درجه آزادی	t
A. squarrosus	تابستان	۳/۶۴	۱/۰۷	۱۴	-۱۳/۲۰۵ **
	بهار	۶/۶۲	۰/۲۲		
A. effusus	تابستان	۳/۱۲۵	۰/۱۳	۱۴	-۱۰/۳۷۱ **
	بهار	۵	۰/۱۲		
A. podolobus	تابستان	۳/۶۲	۰/۱۳۵	۱۴	-۸/۴۹ **
	بهار	۵/۲۵	۰/۱۰		

مقایسه درصد هم‌زیستی میکوریزی بین سه گونه گون در دو فصل تابستان و بهار

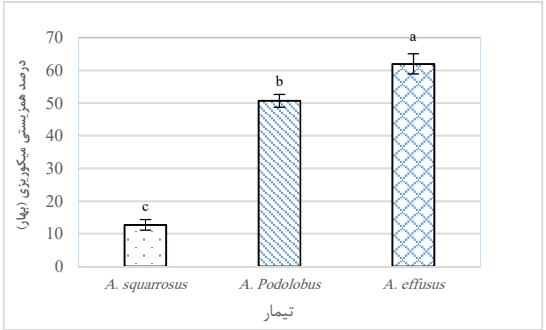
نتایج جدول تجزیه واریانس نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین سه گونه گون در درصد هم‌زیستی میکوریزی در انتهای فصل رویش می‌باشد (جدول ۳). به‌طوریکه کمترین میزان هم‌زیستی مربوط به گونه *A. squarrosus* است، همچنین دو گونه *A. effusus* و *A. podolobus* از نظر آماری در یک گروه آماری قرار می‌گیرند. همچنین بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد، درصد هم‌زیستی میکوریزی در ابتدای فصل رویش در هر سه گونه گون دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد، کمترین میزان هم‌زیستی مربوط به گونه *A. squarrosus* است، همچنین بیشترین درصد هم‌زیستی مربوط به گونه *A. effusus* می‌باشد (شکل ۳ و ۴).

جدول ۳: درصد هم‌زیستی میکوریزی سه گونه گون در فصول مختلف

		درجه آزادی	میانگین مربعات	F
درصد هم‌زیستی میکوریزی (فصل تابستان)	بین گروه‌ها	۲	۱۴۹۲/۵۳۳	۱۶۱/۲۳۹**
	درون گروه‌ها	۲۱	۹/۲۵۷	
درصد هم‌زیستی میکوریزی (فصل بهار)	بین گروه‌ها	۲	۵۳۲۲/۰۲۵	۵۶۱/۴۸۲**
	درون گروه‌ها	۲۱	۹/۴۸۲	



شکل ۳: درصد هم‌زیستی میکوریزی سه گونه گون در فصل تابستان



شکل ۴: درصد هم‌زیستی میکوریزی سه گونه گون در فصل بهار

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-08]

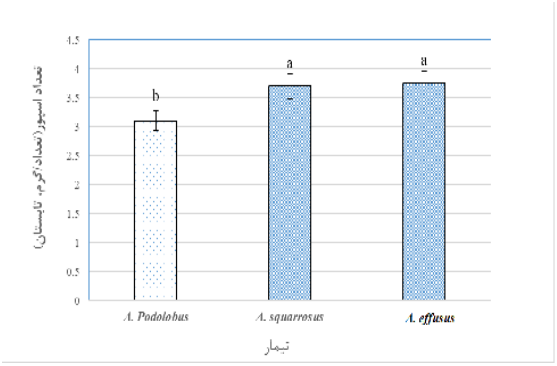
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.4.3]

مقایسه تعداد اسپور در ریزوسفر سه گونه گون در دو فصل تابستان و بهار

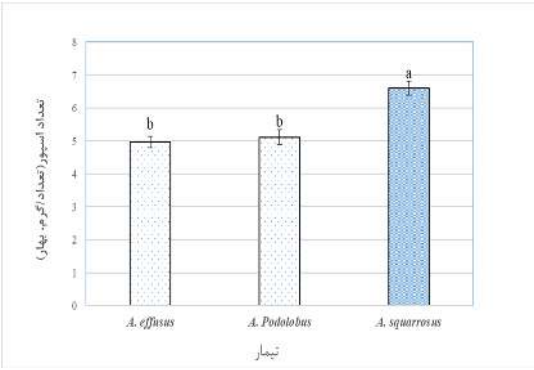
نتایج جدول تجزیه واریانس نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین سه گونه گون در تعداد اسپور در ریزوسفر در انتهای فصل رویش می‌باشد (جدول ۳). دو گونه *A. effusus* و *A. squarrosus* از نظر آماری در یک گروه آماری قرار می‌گیرند. همچنین بررسی نتایج جدول تجزیه واریانس نشان داد، تعداد اسپور در ریزوسفر در ابتدای فصل رویش در هر سه گونه گون دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد، بیشترین تعداد اسپور مربوط به گونه *A. squarrosus* است (شکل ۵ و ۶).

جدول ۳: درصد هم‌زیستی میکوریزی سه گون در فصول مختلف

		درجه آزادی	میانگین مربعات	F
تعداد اسپور موجود در ریزوسفر (فصل تابستان)	بین گروه‌ها	۲	۱۴۹۲/۵۳۳	۱۶۱/۲۳۹*
	درون گروه‌ها	۲۱	۹/۲۵۷	
تعداد اسپور موجود در ریزوسفر (فصل بهار)	بین گروه‌ها	۲	۶/۴۶۵	۱۲/۳۸۲**
	درون گروه‌ها	۲۱	۰/۵۲۲	



شکل ۵: تعداد اسپور در ریزوسفر سه گونه گون در فصل تابستان



شکل ۶: تعداد اسپور در ریزوسفر سه گونه گون در فصل بهار

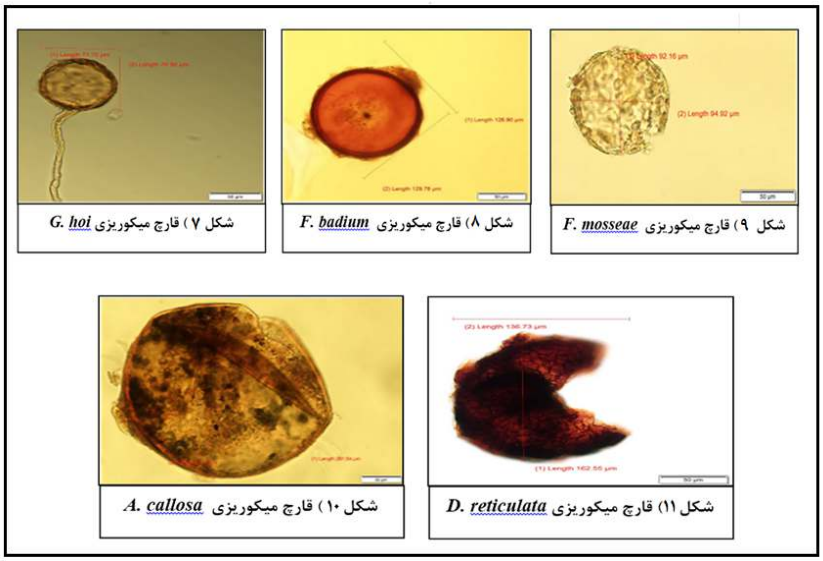
شناسایی گونه‌های غالب هر گونه

شناسایی گونه‌های غالب اسپور نشان‌دهنده حضور گونه‌های غالب قارچ مشترک در گونه‌های گون می‌باشد، این گونه‌ها در دو گونه *A. podolobus* و *A. effusus* مشترک است. اسپورهای قارچ *Glomus hoi* دارای یک هیف با انشعاب سطحی که دارای یک دیواره با دو لایه هستند و با قطر ۴۵- ۱۴۰ میکرومتر به‌رنگ قهوه‌ای روشن و معمولا به‌شکل نامنظم و منفرد در خاک دیده می‌شود (شکل ۷). اسپورهای قارچ *Funneliformis badium* به‌رنگ نارنجی قهوه‌ای تا قهوه‌ای مایل به قرمز؛ عمدتا تخم مرغی شکل و نامنظم و گاهی کروی با قطر ۲۵۰-۳۲۰ میکرومتر و دارای دیواره اسپور شامل سه لایه‌اند (شکل ۸). اسپورهای قارچ *Funneliformis mosseae* هم منفرد در خاک، یا در توده‌های سست یا اسپورکارپ فشرده دیده می‌شوند. دیواره با ۳ لایه به‌رنگ زرد کمرنگ تا زرد طلایی به‌صورت کروی و نیمه کروی گاه نامنظم با قطر ۸۰-۲۸۰ میکرومتر و دارای انشعاب هیف سطحی است (شکل ۹).

شکل سه گونه غالب قارچ گون *A. squarrosus* در زیر آمده است. اسپورهای گونه *Ambispora callosa* در خاک به‌طور منفرد و یا به‌صورت خوشه‌های سستی در نوک شاخه‌های هیف شکل گرفته‌اند. معمولا کروی و به‌ندرت به‌شکل تخم‌مرغی هستند. شامل دو لایه بی‌رنگ و متمایل به سفید هستند. میانگین قطر آنها ۲۲۰-۲۸۰ میکرومتراست؛ شامل یک هیف و معمولاً با ذرات خاک پوشانده شده و نرم و پلاستیکی هستند و در PVLG به‌راحتی نمی‌شکنند اما با ایجاد فشار دیواره‌ها خرد می‌شوند (شکل ۱۰). اسپورهای گونه *Dentiscutata reticulata* به‌رنگ نارنجی قهوه‌ای تا قهوه‌ای قرمز تیره و با قطر ۱۸۰-

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.4.3]

۴۷۰ به‌شکل کروی و نسبتا کروی دیده می شود. دیواره آن سه لایه دارد که بر روی آن اشکال چندضلعی دیده می‌شود (شکل ۱۱). گونه‌های قارچ‌های میکوریزا آربسکولار سه گون مورد مطالعه در شکل زیر آورده شده است (شکل ۱۲).



شکل ۱۲: قارچ‌های میکوریزا آرسکولار سه گونه مورد مطالعه

بحث و نتیجه‌گیری

نتیجه تحقیق حاضر در مرحله اول بیانگر همزیستی سه گونه گون مورد مطالعه (*A. squarrosus*، *A. podolobus* و *A. effusus*) با قارچ‌های میکوریزا آربوسکولار می‌باشد که این تحقیق برای اولین بار در سطح جهان. بر روی این سه گون صورت گرفته و گزارش شده است. اندام‌های میکوریزایی شامل وزیکول، آربسکول و هیف در داخل سلول‌های پوست ریشه، همچنین اسپورهای قارچ‌های اندومیکوریز در ریزوسفر هر سه گونه گون مشاهده شد.

گونه‌های قارچ شناسایی شده از خانواده‌های Ambisporaceae، Glomeraceae، Dentiscutataceae می‌باشند. گونه‌های غالب قارچ همزیست با *A. squarrosus* شامل *Ambispora callosa*، *Funneliformis mosseae*، *Dentiscutata reticulate* است، گونه‌های غالب قارچ همزیست با دو گونه *A. podolobus*، *A. effusus* مشترک و شامل *Funneliformis mosseae*، *Funneliformis badium* و *Glomus hoi* می‌باشد. از میان این‌ها جنس Glomus از خانواده Glomeraceae از مشهورترین قارچ‌های میکوریزا آربوسکولار می‌باشند (۳).

تعداد و تنوع اسپورهای قارچی بسته به فصل تغییر می‌کنند. بر اساس نظریات شنک (۲۲) در گونه‌های مختلف و بسته به مواد غذایی و خصوصیات خاک تعداد اسپورهای موجود در ریزوسفر متفاوت است. دودس (۶) نیز در مطالعات خود نشان داد که اسپوردهی قارچ‌های میکوریزا آربوسکولار در حضور محلول غذایی، بسیار سریعتر صورت می‌گیرد و جمعیت اسپوری نیز در ریزوسفر گیاهان موجود در مناطق دارای خاک مساعد گسترده‌تر است.

در هرسه گونه، درصد همزیستی میکوریزایی و تعداد اسپور در ابتدای فصل رویش بیشتر از انتهای فصل رویش بود، به‌طوری که بیشترین درصد همزیستی به‌ترتیب در *A. podolobus* (۶۲ درصد)، *A effusus* (۵۰/۲۵ درصد) و *A. squarrosus* (۱۲/۷۵ درصد) مشاهده شد، همچنین تعداد اسپور (صرفه‌نظر از نوع اسپور) به ترتیب در ریزوسفر گونه *A. squarrosus* (۷/۶۲ تعداد در گرم)، *A. effusus* (۲۵ تعداد در گرم) و *A. podolobus* (۵/۳۶ تعداد در گرم) است.

تحقیقات اسمیت و اسمیت (۲۰۱۱) نیز نشان دادکه بیشترین تعداد اسپور در قارچ‌های میکوریزا و

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.4.3]

همچنین بیشترین درصد هم‌زیستی قارچ ریشه، در فصل بهار دیده می‌شود. تعداد قارچ‌های میکوریزا آربسکولار در خاک تابع عوامل مختلفی از جمله نور، رطوبت، تنش‌های مختلف وارد شده به گیاه و غیره می‌باشد (۱۹). نقش تغییرات دما و تغییرات فصلی بر تغییر جمعیت و متابولیسم میکروارگانیزم‌های خاک به عنوان یک عامل موثر در تحقیقات مختلف تائید شده است. البته این تغییرات در تمام میکروارگانیزم به یک صورت نمی‌باشد، به‌طوریکه فعالیت و ازدیاد برخی از آن‌ها، با افزایش دما تا مقدار مشخصی افزایش می‌یابد و برخی با افزایش دما این مقدار کاهش می‌یابد (۱۲). در گیاهان مورد مطالعه تفاوت در میزان هم‌زیستی با قارچ‌های میکوریزا آربسکولار وجود دارد، میزان همزیستی با گیاهان برآیندی از تأثیر عواملی چون گونه گیاهی، عناصر خاک، فصل، نیاز غذایی و مرحله رشد گیاه می‌باشد (۱۱). تفاوت در تعداد اسپور و درصد کلونیزاسیون در گونه‌های مختلف به دلیل تفاوت گیاهان مختلف به لحاظ سرشت ژنتیکی، رفتار فیزیولوژیکی و فنولوژی آن‌ها با یکدیگر است بنابراین واکنش های متفاوتی در همزیستی با قارچ‌های میکوریز آربسکولار دارند (۱۵). درصد کلونیزاسیون و تعداد اسپور موجود در خاک علاوه بر تغییرات دمایی و فصلی، به شکل ریشه هم بستگی دارد . گونه‌های دارای ریشه‌هایی راست و غیر منشعب، میزان اسپور و هم‌زیستی کمتری نسبت به گونه‌های دارای ریشه افشان و گسترده، دارند (۳۱). با توجه به شناسایی گونه قارچ‌های غالب در هر سه گونه گون، می‌توان اقدام به تهیه نهال‌های مایه زنی شده با میکوریزای غالب این گونه‌ها با کمک قارچ‌های موجود در ریزوسفر خودشان کرد.

References

1. Ajorloo, M., O. Firuozi & A. Shahmohamadi, 2015. Effect of Livestock Grazing on the Yield of Gum Tragacanth in *Astragalus Gossypinus* Fischer Habitats. Rangeland, 8(4): 373-363.
2. Berruti, A., E. Lumini, R. Balestrini & V. Bianciotto, 2018. Arbuscular mycorrhizal fungi as natural biofertilizers: Let's benefit from past successes. Front. Microbiol, 6: 1-13.
3. Beyene, S. & B. Richen, 1996. Effects of arbuscular mycorrhizal fungus on dry matter yield, as well as P and K concentrations in maize at increasing levels supply. Journal of Applied Botany, 70: 194-198.
4. Boddington C.L. & J.C. Dodd, 2000. The effect of agricultural practices on the development of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi. I. Field studies in an Indonesian ultisol. Plant and Soil, 218:137-144.
5. Daei, G., M.R. Ardekani, F. Rejali, S. Teimuri & M. Miransari, 2009. Alleviation of salinity stress on wheat yield, yield components, and nutrient uptake using arbuscular mycorrhizal fungi under field conditions. Journal of Plant Physiology, 166: 617-625.
6. Douds D.D., 1994. Relationship between hyphal and arbuscular colonization and sporulation in a mycorrhiza of Paspalum notatum Flugge. New Phytologist, 126: 233-237.
7. Fernandez, D.P., J.C. Neffa & R.L. Reynolds, 2008. Biogeochemical and ecological impacts of livestock grazing, in semi-arid southeastern Utah, USA. Journal of Arid Environment, 72: 777-791.
8. Graham, L.L.B., M. Turjaman & S. E. Page, 2013. Shorea balangeran and Dyera polyphylla (syn. Dyera lowii) as tropical peat swamp forest restoration transplant species: effects of mycorrhizae and level of disturbance. Wetlands Ecology and Management, 21: 307–321.
9. Hoeksema, J.D., V.B. Chaudhary, C.A. Gehring, N.C. Johnson, J. Karst & R.T. Koide, 2010. A meta-analysis of context-dependency in plant response to inoculation with mycorrhizal fungi. Ecology Letters, 13: 394–407.
10. Jiang, S.C., N.P. He, L. Wu & D.W. Zhou, 2009. Vegetation restoration of secondary bare saline-alkali patches in the Songnen plain, China. Applied Vegetation Science.
11. Juniper, S. & L.K. Abbott, 2006. 'Soil salinity delays germination and limits growth of hyphae from propagules of arbuscular mycorrhizal fungi. Mycorrhiza, 16: 371–379.
12. Karhu, K., M. D.Auffret., A. J. Dungait. D. W. Hopkins & J. I. Prosser, 2014. Temperature sensitivity of soil respiration rates enhanced by microbial community response. Nature, 513: 81–84.
13. Kariman, K. H., E. M. Goltapeh & V. Minassian, 2006. Evidences of for reconstructing phylogenetic trees. Molecular Biology and Evolution, 4: 406425.
14. Lingfei, L. I., A. Yang. & Z. Zhao., 2005. Seasonality of arbuscular mycorrhizal symbiosis and dark septate endophytes in a grassland site in southwest China. Microbial Ecology, 54: 367-373.
15. Smith, M. R., I. Charvat & R. L. Jacobson., 1998. Arbuscular mycorrhizae promote establishment of prairie species in a tallgrass prairie restoration. Canadian Journal of Botany, 76: 1947-1954.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.4.3]

16. Marschner, H., 2012. Mineral nutrition of higher plants. 3nd ed. Academic Press, London.
17. Mirzaeeaghchegheshlagh, F., A. Ghorbani, J. Seifdavati, S. Mehdizadeh & R. Valizadehyoujnali, 2015. Determination of Nutritional Value and Degradability of Dry Matter and Cell Walls of Astragalus Crenatus Schult at Different Phenological Stages in Hir-Neor Rangelans of Ardabil Province. Rangeland, 9(1): 14-28.
18. Porras-Soriano, A., M.L. P. Soriano-Martín & R. Azcón, 2009. Arbuscular mycorrhizal fungi increased growth, nutrient uptake and tolerance to salinity in olive trees under nursery conditions. Journal of Plant Physiology, 166: 1350-1359.
19. Rivera, D., B.M. Jáuregui & B. Peco, 2012. The fate of herbaceous seeds during topsoil stockpiling: restoration potential of seed banks. Ecological Engineering, 44: 94-101.
20. Ross, J. P., 1980. Effect of nontreated field soil on sporulation of vesicular – arbuscular mycorrhizal fungi associated with soybean. Phytopathol, 70: 100-105.
21. Sánchez-Coronado, M.E., R. Coates, L. Castro-Colina, A.G. de Buen, J. Paez-Valencia, V.L. Barradas, P. Huante & A. Orozco-Segovia, 2007. Improving seed germination and seedling growth of Omphalea oleifera (Euphorbiaceae) for restoration projects in tropical rain forests. Forest Ecology and Management, 243: 144-155.
22. Sasanelli, N., A. Anton, T. Takacs, T. Addabbo, I. Biro & X. Malov, 2009. Influence of arbuscular mycorrhizal, fungi on the nematicidal properties of leaf extracts of Thymus vulgaris L. Parasitological Institute of SAS, Kosice, DOI 10.2478/s11687-009-0043-6.
23. Schenck N.C., J.O. Siequeira & E. Oliveira, 1989. Changes in the incidence of VA mycorrhizal fungi with changes in ecosystems. p. 125-129. In V. Vancura (ed.) Interrelationships Between Microorganisms and Plant in Soil. Elsevier, New York.
24. Smith, S. E. & F. A. Smith, 2011. Mycorrhizas in plant nutrition and growth: new paradigms from cellular to ecosystem scales. Annu. Rev. Plant Biology, 62: 227–250.
25. Smith, S.E., E. Facelli, S. Pope & A.F. Smith, 2010. Plant performance in stressful environments: Interpreting new and established knowledge of the roles of arbuscular mycorrhizas. Plant and Soil, 326: 3-20.
26. Zhang, T., Y. Sun, Z. Shi & G. Feng, 2012. Arbuscular mycorrhizal fungi can accelerate the restoration of degraded spring grassland in Central Asia. Rangeland Ecology & Management, 65: 426–432.
27. Torrez, V., T. Ceulemans, J. Mergeay, L. de Meester & O. Honnay, 2016. Effects of adding an arbuscular mycorrhizal fungi inoculum and of distance to donor sites on plant species recolonization following topsoil removal. Applied Vegetation Science, 19: 7–19.
28. Wu, L. & D. Zhou, 2005. Seed movement of bare alkali-saline patches and their potential role in the ecological restoration in Songnen grassland, China. Journal of Forestry Research, 16: 270-274.
29. Younginger, B., J. Barnouti & D.C. Moon, 2009. Interactive effects of mycorrhizal fungi, salt stress, and competition on the herbivores of Baccharis halimifolia. Ecological Entomology, 34: 580-587.
30. Zare, M., A. Siroosmehr & S. Abdkhani, 2015. Effects of Mycorrhizal Fungi on Morphological and Physiological Parameters of Sorghum (*Sorghum Bicolor* L.) Under Chrome Stress. Rangeland, 9(2): 159-169.
31. Zhu, X., S. Fengbin, L. Shengqun & L. Fulai, 2016. Arbuscular mycorrhiza improve growth, nitrogen uptake, and nitrogen use efficiency in wheat grown under elevated CO_2. Mycorrhiza, 26:133–140.

[Downloaded from rangelandsrm.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20080891.1400.15.3.4.3]