

تغییرات در تنوع قارچ‌های میکوریزی آربسکولار و همزیستی آنها تحت تأثیر سطوح مختلف چرا در مراتع

الهام نوری^۱، علیرضا مشکی^{۲*}، محمد متینی‌زاده^۳، علی اصغر ذوالفقاری^۴ و سعیده رجایی^۵

۱- دکتری بیابان‌زدایی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، ایران

۲* - نویسنده مسئول، استادیار، گروه جنگل‌داری مناطق خشک، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، ایران، پست الکترونیک: alireza_moshki@semnan.ac.ir

۳- دانشیار پژوهشی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

۴- استادیار، گروه مدیریت مناطق خشک، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

۵- استادیار، گروه صنعت و محیط‌زیست، مؤسسه ملی مهندسی ژنتیک و بیوتکنولوژی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۲/۱۵

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۰/۱۹

چکیده

با وجود اهمیت قارچ‌های میکوریزی آربسکولار (AMF) در رشد و استقرار گیاهان، تحقیقات در مورد آنها در ایران هنوز در دوره ابتدایی خود است. این تحقیق به منظور بررسی تأثیر شدت چرا بر تنوع و جمعیت قارچ‌های میکوریزی و رابطه آن با جذب فسفر انجام شد. سه نوع مرتع با شدت چرای متفاوت شامل قرق، چرای مدیریت‌شده و چرای سنگین در نظر گرفته شد. بعد از نمونه‌برداری از خاک اطراف ریزوسفر گونه‌های گیاهی غالب، نمونه‌های خاک به آزمایشگاه منتقل و مورد آنالیز قرار گرفتند. نتایج این تحقیق تفاوت‌های معنی‌داری را در تنوع گونه‌های AMF در سایت‌های متفاوت نشان می‌دهد که بیشترین درصد فراوانی مربوط به گونه قارچی *Septoglomus constrictum* شناسایی شده در منطقه تحت چرای سنگین (۴۲/۲٪) است. همچنین چرا باعث تغییرات در درصد همزیستی میکوریزی شده است و دارای همبستگی مستقیمی است که همین می‌تواند شواهدی بر کم شدن تنوع AMF باشد، زیرا با وجود اسپورهای درون خاک هر گونه گیاهی فقط می‌تواند با گونه‌های مشخصی از AMF رابطه برقرار کند. بنابراین می‌توان گفت چرای متناسب نمی‌تواند عاملی منفی بر جمعیت و تنوع گونه‌های AMF باشد، زیرا شاخص‌های تنوع گونه‌های در منطقه تحت چرای مدیریت‌شده حالتی پایدار داشته است و می‌توان با مدیریت مناسب سیستم چرای و جلوگیری از چرای زودرس و بیش از حد از اثرهای مخرب آن جلوگیری کرد.

واژه‌های کلیدی: همزیستی، ریزجانداران، خاک، فراوانی، غنا.

مقدمه

قارچ‌های میکوریز آربسکولار هستند که با بیش از ۸۵ درصد گیاهان همزیستی اجباری دارند. تنوع این قارچ‌ها در خاک‌های دست‌نخورده جنگل‌ها و مراتع نسبت به خاک‌هایی که در معرض تنش‌های غیرزنده هستند بالاست، به طوری که تاکنون ۴۳ گونه در مراتع و ۵۲ گونه از این قارچ‌ها در جنگل‌ها شناسایی و ثبت شده است (Zangaro

ریزجانداران خاک از اجزای مهم در اکوسیستم‌های طبیعی بوده و نقش آنها برای گیاهان بسیار حائز اهمیت است. اثرهای تغییرات اقلیمی و دخالت‌های مختلف انسانی سبب به هم خوردن توازن آنها در خاک و از بین رفتن کمی و کیفی آنها می‌شود. یکی از مهمترین انواع ریزجانداران خاک،

است که برخی از آنها نشان دادند با افزایش چرا کلونیزاسیون میکوریزی نیز افزایش یافته است (Allsopp, 2006; Currie *et al.*, 1998). در صورتی که برخی دیگر بیان کردند با افزایش شدت چرا از درصد کلونیزاسیون میکوریزی به شدت کاسته شده و تأثیر منفی بر جمعیت میکوریزی داشته است (Barto & Rillig, 2010; Maherali *et al.*, 2007; Wearn & Gange, 2007). این تحقیق نیز سعی می‌کند در یکی از مراتع مرکزی ایران که سال‌هاست با چرای دام مواجه است به دنبال جواب این پرسش باشد که شدت متفاوت چرای چه تغییراتی در جمعیت میکوریزی منطقه و تنوع آنها داشته است. در نتیجه می‌توان یک دید کلی برای بیان وضعیت سلامت یکی از شاخص‌های زیستی خاک پیدا کرد.

مواد و روش

مشخصات منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در نزدیکی شهر ساوه در طول جغرافیایی $50^{\circ}40'$ و عرض جغرافیایی $35^{\circ}7/26'$ واقع شده است. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۴۰۰ متر و میزان بارش سالیانه در این منطقه برابر با ۱۹۰ میلی‌متر است. در این منطقه با وجود ویژگی‌های جغرافیایی یکسان سیستم‌های چرای متفاوت شامل: چرای سنگین و مدیریت نشده، چرای مدیریت تناوبی-تأخیری با مرتع‌داری علمی و صحیح و سایت قرق شده (بدون چرا) وجود دارد. تیپ گیاهی غالب منطقه *Artemisia sieberi*, *Stipa hohenackeriana* و *Salsola laricina* است.

عملیات میدانی

بعد از بازدید میدانی از منطقه پژوهش، سه تیمار مدیریت چرای در نظر گرفته و در قالب طرح کاملاً تصادفی نمونه‌برداری انجام شد. در هر منطقه از خاک اطراف ریزوسفر هریک از سه گونه گیاهی *Artemisia sieberi*, *Stipa hohenackeriana* و *Salsola laricina* سه نمونه در عمق ۲۰ سانتی‌متری (Ba *et al.*, 2012) برداشت شد. در

(*et al.*, 2013). بیشتر گیاهان در اکوسیستم‌های طبیعی به میزان متفاوتی به قارچ‌های میکوریزی برای جذب آب و عناصر غذایی پرمصرف و کم مصرف از قبیل فسفر، ازت، پتاسیم و روی وابسته هستند (Smith & Read, 2008). AMF نقش مهمی در ایجاد گونه‌های گیاهی پیشگام دارد و می‌تواند باعث ایجاد تغییر در ترکیب گونه‌های گیاهی یک منطقه شود (Allen & Allen, 1988). از آنجایی که تعاملات بین گونه‌های AMF و گونه‌های گیاهی بسیار زیاد و متنوع است، AMF می‌تواند نقش مهمی در همزیستی گیاهان ایفا کند و بر ساختار جامعه گیاهی تأثیر بگذارد (Grime *et al.*, 1987). به طوری که با افزایش تنوع AMF، تنوع گیاهی و تولید زیست‌توده افزایش می‌یابد (Streitwolf *et al.*, 1997). اثرهای چرا بر پارامترهای تراکم و ساختار جوامع گیاه و ویژگی‌های خاک به خوبی شناخته شده است (Frank & McNaughton, 1992)، اما اطلاعات کمی در مورد نحوه تأثیر چرا بر تنوع AMF و عواقب این تعامل در بهره‌وری مراتع وجود دارد. چرا بر ترکیب و تنوع پوشش گیاهی و دسترسی گیاهان به مواد مغذی تأثیر گذاشته، در نتیجه منجر به تغییر همزیستی ریشه با AMF و همچنین ترکیب گونه می‌شود (Eom *et al.*, 2001). تحقیقات Mendoza (2011) نشان داد که چرای دام در اکوسیستم‌های مختلف با درجات متفاوت چرا، باعث تغییرات در تنوع گونه‌های میکوریز و فراوانی آن می‌شود که با توجه به عوامل غیرزنده مانند رطوبت خاک، در دسترس بودن نیتروژن و کربن خاک متفاوت است. همچنین باعث تغییر در ترکیب گونه‌های گیاهی و رشد یک گونه غالب و غیر شاخص در منطقه شده است، البته این تغییرات تابع شدت برداشت دام‌های مختلف است. بنابراین به نظر می‌رسد رابطه بین دام، AMF و گیاهان پیچیده است و ساختار آن وابسته به شدت چرا، تعداد و نوع دام، نوع پوشش گیاهی و توپوگرافی متفاوت است (Barto & Rillig, 2010; Mendoza *et al.*, 2011). تاکنون گزارش‌های زیادی مبنی بر تأثیرات گرادیان چرای در طولانی‌مدت که بر جوامع گیاهی و خصوصیات خاکی تأثیر گذاشته است منتشر شده

مجموع ۲۷ نمونه (۳ تکرار × ۳ گونه × ۳ منطقه) تهیه گردید.

ویژگی‌های ارزیابی شده

برای جداسازی اسپورها و تعیین درصد فراوانی آنها از روش الک مرطوب و سانتریفوژ کردن با ساکارز (Gerdemann & Nicolson, 1963) استفاده شد. اسپورهای جدا شده با استفاده از استریومیکروسکوپ براساس ویژگی‌های مورفولوژیک مانند شکل، رنگ و اندازه به دسته‌های مشخص تقسیم شدند. اسپورها با پلی ونیل الکل لاکتیک (PVLG) و ملزر (Melzer) چسبانده شدند. قارچ‌ها با استفاده از میکروسکوپ (Olympus model DP73) و با بزرگنمایی ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ و با کمک کلیدهای شناسایی موجود (Morton & Redecker 2001; Oehl et al., 2011b; Oehl et al., 2011a; Redecker et al., 2013) <http://invam.caf.wvu.edu> و <http://www.zor.zut.edu.pl/Glomeromycota>.

شناسایی شدند. سپس با استفاده از نرم‌افزار PAST (Paleontological Statistics, 2.17) برخی از شاخص‌های اکولوژیک مانند غالب بودن (Dominance)، غنا (Richness)، یکنواختی (Evenness) و شاخص‌های تنوع (Shannon, Simpson) در هر سه سایت محاسبه شدند.

همچنین به منظور تعیین درصد کلونیزاسیون ریشه، ریشه‌ها در کوتاه‌ترین زمان ممکن پس از نمونه برداری، در محلول تثبیت‌کننده فرمالین، اسیداستیک و الکل (FAA) نگهداری شدند. در هر نوبت ۲۰ قطعه ۱ سانتیمتری از ریشه‌های فرعی نازک با قطر حدود ۱ میلی‌متر جدا شده و بر اساس روش فیلیپس و هایمن (Phillips & Hayman, 1970) رنگ‌آمیزی گردیدند. در این روش برای بی‌رنگ کردن و نرم شدن بافت‌ها، قطعات ریشه در محلول هیدروکسید پتاسیم ۱۰ درصد و دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ دقیقه قرار داده شدند. سپس در محلول حاوی آب اکسیژنه قلیایی (ده درصد) به مدت ۱۰ دقیقه نگهداری شدند و در نهایت ۴ دقیقه در محلول اسیدکلریدریک یک

درصد قرار داده شد تا آماده رنگ‌پذیری شود. ریشه‌ها به طور مستقیم از محلول اسیدی به محلول رنگی آنیلین‌بلو ۰/۰۵ درصد منتقل و به مدت یک ساعت در این محلول برای رنگ‌پذیری ساختمان‌های قارچی نگهداری شدند. سپس بر اساس روش خطوط متقاطع (McGonigle et al., 1990) اندام‌های قارچی شامل هیف، آریسکول و وزیکول شمارش شد. همچنین برای اندازه‌گیری فسفر محلول در خاک از روش اولسن (Olsen & Summers, 1982) استفاده شد.

تجزیه و تحلیل آماری

در این تحقیق، از روش نمونه برداری کاملاً تصادفی برای ارزیابی فاکتورها استفاده شد. ابتدا توسط آزمون‌های شاپیروویلیک و لون (Shapiro-Wilk و Levene) تست نرمال بودن و همگنی واریانس داده‌ها سنجش و آزمون تجزیه واریانس متغیرهای اندازه‌گیری شده انجام شد و معنی داری اثر عامل اصلی در سطح اطمینان ۹۵ درصد مورد ارزیابی قرار گرفت. مقایسه بین میانگین‌ها به روش توکی انجام شد. برای بیان میزان همبستگی بین پارامترهای مورد مطالعه در ارتباط با ویژگی‌های شیمیایی و زیستی خاک از رگرسیون خطی (linear regression) استفاده گردید. تمامی تجزیه‌ها به وسیله نرم‌افزار R انجام شد (R_Core_Development_Team, 2008).

نتایج

در مجموع هفت گونه AMF در مناطق مورد مطالعه شناسایی شد (جدول ۱)، به نحوی که گونه‌ها با ترکیب و درصد‌های فراوانی متفاوتی در مناطق با تیمارهای مختلف چرا وجود داشتند. بیشترین درصد فراوانی مربوط به گونه *Glomus constrictum* شناسایی شده در منطقه تحت چرای سنگین بود اما دو گونه *Archaeospora schenckii* و *Diversispora spurca* در این منطقه دیده نشد (جدول ۱). همچنین نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری در تعداد کل اسپورهای هر منطقه در یک گرم خاک وجود دارد

که با افزایش چرا مقدار آن به ترتیب به یک دوم در منطقه
تحت چرا مدیریت شده و بعد به یک سوم در منطقه تحت

جدول ۱- ویژگی‌های اسپورهای قارچ‌های میکوریزی جدا و شناسایی شده

نام گونه ویژگی	<i>Diversispora spurca</i>	<i>Claroideoglo- mus drummondii</i>	<i>Archaeospora schenckii</i>	<i>Glomus mosseae</i>	<i>Glomus deserticola</i>	<i>Scutellospora erythropha</i>	<i>Glomus constrictum</i>
رنگ	زرد خیلی کم‌رنگ مایل به سفید با بقایایی از دیگر میکروارگانسیم‌ها بر روی آن	زرد به رنگ دانه ذرت و مات	کاملاً شفاف (سفید و درخشان)	زرد طلایی رنگ و براق و گاهی قهوه‌ای	زرد کم رنگ متماثل به نارنجی	نارنجی متمایل به قهوه‌ای تا قرمز تیره	قهوه‌ای بسیار تیره تا تقریباً سیاه
شکل	کروی و غیر کروی	نسبتاً کروی به شکل استوانه‌ای و بیضوی	اغلب کروی و بعضاً بیضوی به شکل تخم‌مرغی	کروی کامل و تقریباً کروی و گاهی نامنظم	کروی کامل و تقریباً کروی	اغلب کروی و بعضاً بیضوی به شکل تخم‌مرغی نامنظم	کروی کامل و تقریباً کروی به ندرت نامنظم
سایز (µm in diameter)	۶۰-۱۲۰	۵۱-۸۵	۷۴-۸۹	۱۸۰-۲۸۰	۹۶-۹۷	۱۳۷-۱۴۱	۸۹-۱۲۰
ضخامت	یک لایه نسبتاً نازک که اغلب به صورت چین و چروک دیده می‌شود	دیواره نسبتاً ضخیم و منعطف	دیواره ضخیم و انعطاف‌پذیری خوب در برابر شکسته شدن	دیواره‌های نسبتاً ضخیم	اغلب با ضخامت جانبی	دیواره‌های درونی ضخیم و روبی نازک	دیواره لایه بیرونی پایدار تا زمانی که تجزیه و انباشته شود
فرم اسپور	معمولاً به صورت منفرد اما به دلیل لایه‌های شکنده، نازک و بی رنگش به سختی در خاک دیده می‌شود	دانه‌ای و منفرد در خاک	دانه‌ای و منفرد در خاک	دانه‌ای و دارای انشعاب	در خاک به تنهایی و یا چسبیده به دانه‌های شسته شده خاک	دانه‌ای و منفرد در خاک، به ندرت در خوشه‌ها	دانه‌ای و منفرد در خاک

ویژگی‌های تعریف شده با توجه به توصیه‌های INVAM است.

جدول ۲- درصد فراوانی گونه‌های میکوریزی در مناطق تحت چرای متفاوت

چرای سنگین	چرای مدیریت شده	قرق	گونه
۰	۱/۴	۱۱/۹	<i>Diversispora spurca</i>
۱۶/۲	۱۴/۵	۱۵/۲	<i>Claroideoglossum drummondii</i>
۰	۵/۷	۸/۸	<i>Archaeospora schenckii</i>
۲۵	۱۹/۷	۱۳	<i>Glomus mosseae</i>
۷/۲	۳	۵/۵	<i>Glomus deserticola</i>
۹/۴	۱۶/۳	۱۰/۹	<i>Scutellospora erythropha</i>
۴۲/۲	۳۹/۳	۳۴/۷	<i>Glomus constrictum</i>
۶/۷۴ c	۱۲/۹۶ b	۱۹/۵۹ a	تعداد کل اسپور در یک گرم خاک

حروف کوچک انگلیسی نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) تعداد کل اسپور در بین سایت‌های مختلف هستند.

جدول ۳- خصوصیات مربوط به شاخص‌های تنوع میکوریزی و درصد کلونیزاسیون و میزان فسفر منطقه

در تیمارهای مورد بررسی منطقه

چرای سنگین	چرای مدیریت شده	قرق	متغیر
۵ b	۷ a	۷ a	غنا
۰/۳۳۱ (۰/۰۰۵) a	۰/۲۶۶ (۰/۰۰۳) ab	۰/۲۱۲ (۰/۰۰۱) b	چیرگی
۰/۶۶۹ (۰/۰۰۵) b	۰/۷۳۴ (۰/۰۰۳) ab	۰/۷۷۸ (۰/۰۰۱) a	تنوع سیمپسون
۱/۲۸۸ (۰/۰۰۱) c	۱/۵۲۹ (۰/۰۰۷) b	۱/۷۳۴ (۰/۰۰۳) a	تنوع شانون
۰/۷۳۶ (۰/۰۰۷) ab	۰/۶۶۴ (۰/۰۰۵) b	۰/۸۱ (۰/۰۰۳) a	یکنواختی
۲۳/۲۵ (۱/۲۱) c	۳۶/۵۳ (۱/۵۸) b	۵۵/۱۵ (۱/۷۴) a	درصد کلونیزاسیون ریشه
۸/۳۰ (۰/۴۴) a	۵/۹۱ (۰/۱۹) a	۷/۶۵ (۰/۳۷) a	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر گرم)

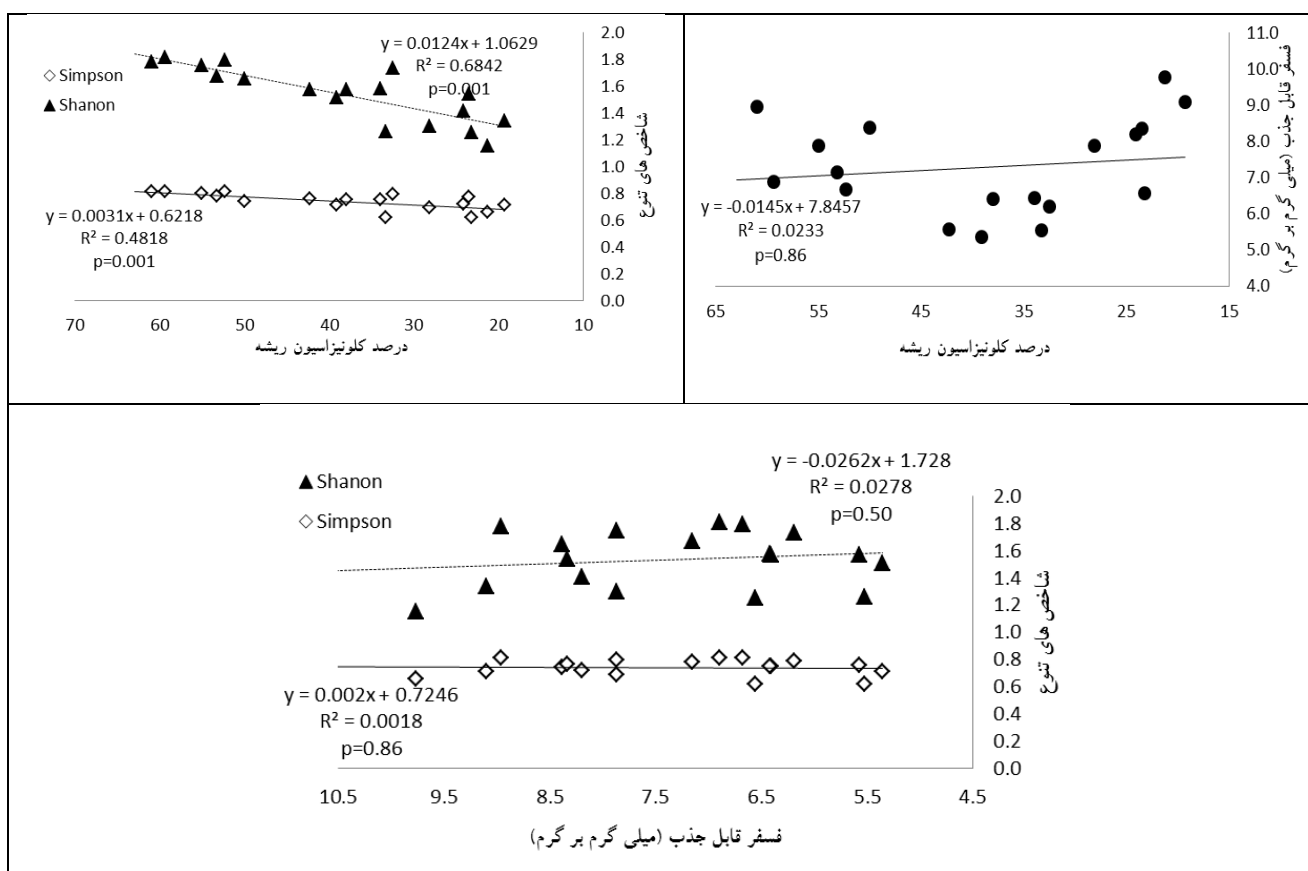
حروف متفاوت انگلیسی نشان‌دهنده تفاوت معنی‌داری ($P < 0.05$) ویژگی‌های مورد بررسی بین تیمارهای مختلف و اعداد داخل پرانتز انحراف معیار از میانگین هستند.

تغییرات فسفر خاک در سه منطقه تغییر معنی‌داری نداشته، اما می‌توان گفت میانگین فسفر خاک در منطقه تحت چرای سنگین به ترتیب بیشتر از منطقه قرق و در نهایت در منطقه با سیستم چرای بوده است. همچنین افزایش چرا تا حدود زیادی باعث کاهش غنای گونه‌ای و بعکس افزایش چیرگی به‌طور معنی‌داری شده است. دو شاخص تنوع مورد بررسی

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که افزایش چرا در منطقه مورد بررسی سبب کاهش درصد کلونیزاسیون ریشه به‌طور معنی‌داری شده است. میانگین درصد کلونیزاسیون ریشه در منطقه قرق ۵۵/۱۵ و در منطقه تحت سیستم چرای ۳۶/۵۳ و در منطقه تحت چرای سنگین ۲۳/۲۵ بود که تفاوت معنی‌داری را در سطح ۰/۰۵ نشان می‌دهد. به‌طور کلی

نتایج حاصل از نمودارهای همبستگی بین فاکتورهای مورد بررسی نشان داد که میزان فسفر خاک با درصد کلونیزاسیون ریشه همبستگی منفی (اما نه به طور معنی‌دار) با یکدیگر دارند. علاوه بر آن همبستگی بین شاخص‌های تنوع با درصد کلونیزاسیون ریشه محاسبه شد که همبستگی مثبت و به طور معنی‌دار نشان داده شد. اما بین شاخص‌های تنوع با میزان فسفر قابل جذب خاک همبستگی وجود نداشت (شکل ۱).

نیز با افزایش چرا کاهش تنوع گونه‌ای قارچی را به طور معنی‌دار نشان داده است. به طور کلی در منطقه با چرای مدیریت شده بسیاری از شاخص‌ها مقادیر حد وسط بین دو تیمار دیگر را نشان داده و توانسته است حالت پایدار خود را تا حد زیادی حفظ کند که از این نظر بر مناطقی با چرای سنگین برتری دارد و ثابت کرده چرای مدیریت شده عامل منفی به حساب نمی‌آید (جدول).



شکل ۱- همبستگی بین فسفر قابل جذب خاک و کلونیزاسیون ریشه با یکدیگر با شاخص‌های تنوع (معادلات همراه با R^2 و $P < 0.05$ مربوط به هریک از مدل‌های رگرسیون خطی ارائه شده است)

گونه‌های میکوریزی با فشار چرا کاملاً تغییر کرده است. تحقیق Grime و همکاران (۱۹۸۷) نشان داد که نه فقط حضور یا عدم وجود همزیستی، بلکه تنوع و هویت AMF عامل تعیین کننده تنوع گیاهی و تولید زیست توده است. آنان دریافته‌اند که گونه‌های گیاهی متفاوت نسبت به AMF پاسخ‌های متفاوتی دادند، بنابراین تغییرات در ترکیب AMF

بحث

عوامل متعددی بر حفظ و پایداری گونه‌های مرتعی تأثیرگذار است که حضور ریزجانداران مفید خاک از جمله قارچ‌های میکوریزی و تنوع آن به عنوان یکی از عوامل تأثیرگذار بر گسترش و تنوع جمعیت‌های گونه‌های گیاهی مطرح است. نتایج این تحقیق نشان داد که ترکیب و فراوانی

یافته‌های (Tchabi *et al.*, 2008) هم‌خوانی دارد، این تئوری بیان شده که در جاهایی که میزان فسفر قابل جذب برای گیاه به اندازه کافی وجود داشته باشد دیگر گیاه نیازی به برقراری همزیستی به قارچ ندارد، در حالی که در این تحقیق با افزایش فشار چرای دام میزان فسفر افزایش و درصد کلونیزاسیون ریشه گیاه کاهش یافته که از سویی می‌توان این افزایش فسفر در خاک را در منطقه چرای سنگین به انباشت آن در طولانی مدت در خاک نسبت داد؛ به دلیل اینکه گیاه توان جذب آن را ندارد (Schuman *et al.*, 1999) و نیاز به این سازوکار مهم قارچ‌های میکوریزی برای جذب فسفر است. در جایی که فسفر به اندازه وجود دارد، قارچ نیازی نمی‌بیند تا آلکالین فسفاتاز ترشح کند و گیاه را فقط در جذب فیزیکی فسفر کمک می‌نماید. با افزایش چرای دام شاخص چیرگی افزایش پیدا کرده است و به تبع آن تنوع و یکنواختی کاهش یافته است. اگرچه چرا باعث کاهش درصد همزیستی و شاخص‌های تنوع شده است اما تفاوت معنی‌داری بین مدیریت چرا و عدم آن دیده شده است و می‌توان گفت چرای متناسب نمی‌تواند عاملی منفی بر جمعیت و تنوع گونه‌های AMF باشد، زیرا شاخص‌های تنوع گونه‌ای در منطقه تحت چرای مدیریت شده حالتی پایدار داشته است و می‌توان با مدیریت مناسب سیستم چرای و جلوگیری از چرای زودرس و بیش از حد از اثرهای مخرب آن جلوگیری کرد. همچنین میزان تنوع در اسپورهای AMF با میزان فسفر خاک همبستگی نشان نداد که با نتایج Guo و Han (۲۰۰۸) همراستا است. نتایج این تحقیق آشکارا بیانگر اهمیت مدیریت سیستم چرای و حفاظت از مراتع در حفظ ریزجانداران خاک و به تبع آن حفظ تنوع گونه‌های گیاهی در مراتع می‌باشد. همچنین نظر به اهمیت اکوسیستم‌های مرتعی در تأمین علوفه دام و همچنین ظرفیت بالای این اکوسیستم‌ها در حفظ تعادل بین روابط بین گیاه، ریزجانداران همزیست و ویژگی‌های خاک می‌تواند نقش مهمی را در بالا بردن استفاده درست و مدیریت شده در این مناطق داشته باشد.

چرای دام به‌طور معنی‌داری بر ترکیب جمعیت قارچ

باعث تغییر ساختار و ترکیب جامعه گیاهی می‌شود. در این تحقیق نیز در کل سه منطقه گونه *G. constrictum* با بیشترین درصد فراوانی حضور دارد، البته بیشترین درصد فراوانی در بین سه منطقه در چرای سنگین بود که این نتیجه با بررسی‌های قبلی در مناطق خشک و نیمه‌خشک تحت چرا نسبت به مناطق حفاظت شده و مدیریت شده همسو است (Su & Guo, 2007; Tian *et al.*, 2009; Mendoza). همکاران (۲۰۱۱) بیان کردند که جنس *Glomus* دارای گستره پراکنش بیشتری نسبت به جنس‌های دیگر است که بقیه به مراتب فقط مختص منطقه خاصی هستند. به‌طور کلی غنای میکوریزی کمتری در مراتع مورد بررسی این تحقیق مانند تحقیق Hartnett و Wilson (۲۰۰۲) که ۱۳ گونه معرفی کردند نسبت به تحقیقات دیگران نسبت به دیگر مراتع یافته شد که Zhao و Zhao (۲۰۰۷) ۴۷ گونه و Tian و همکاران (۲۰۰۹) ۴۳ گونه AMF را معرفی کردند و این شاید به دلیل تنش‌های بیشتر محیطی شامل افزایش دمای زیاد منطقه باشد. چرای دام کاملاً دو گونه میکوریزی *Di. Ar. schenckii* و *spurca* را تحت تأثیر قرار داده است، به‌طوری‌که با افزایش فشار چرا این دو گونه در منطقه تحت مدیریت به میزان زیادی حضورشان کاهش یافته است و با فشار بیشتر در منطقه تحت فشار سنگین کاملاً از بین رفته‌اند. در چرای شدید دام، تهویه هوا در خاک کم می‌شود و این می‌تواند زندگی برخی قارچ‌ها را با بحران روبرو کند. شاید برخی گونه‌های اریسکولار حساس‌تر باشند. درصد همزیستی ریشه در منطقه قرق از سایر مناطق تحت چرای دام به‌طور معنی‌داری بیشتر است. بر اساس مطالعات دیگر با افزایش چرا از میزان کلونیزاسیون میکوریزی کاسته می‌شود (Wearn & Gange, 2007; Jirout *et al.*, 2009). هرگاه در یک منطقه درصد پوشش گیاهی بر روی زمین بیشتر باشد به دلیل منبع تغذیه‌ای خوبی از کربوهیدرات‌ها برای AMF، همزیستی بیشتری اتفاق خواهد افتاد و تنوع پوشش گیاهی بر روی زمین بر تنوع ریزجانداران زیرزمین تأثیر خواهد گذاشت (Ba *et al.*, 2012). هیچ همبستگی مثبتی بین فسفر خاک با درصد کلونیزاسیون وجود نداشت که با

- colonization of *Agrostis capillaris* by arbuscular mycorrhizal fungi. *Journal of Soil Biology and Biochemistry*, 38(7): 1994–1997.
- Eom, A. H., Wilson, G. W. T. and Hartnett, D. C., 2001. Effects of ungulate grazers on arbuscular mycorrhizal symbiosis and fungal community structure in Tallgrass Prairie. *Journal of Mycologia*, 93(2): 233- 250.
 - Frank, D. and McNaughton, S., 1992. The ecology of plants, large mammalian herbivores, and drought in Yellowstone National Park. *Journal of Ecology*, 73: 2043–2058.
 - Gerdemann, J. W. and Nicolson, T. H., 1963. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological Society*, 46(2): 235–244.
 - Grime, J. P., Mackey, J. M. L., Hillier, S. H. and Read, D. J., 1987. Floristic diversity in a model system using experimental microcosms. *Journal of Nature*, 328(6129): 420–422.
 - Guo, Y. J. and Han, J. G., 2008. Soil biochemical properties and arbuscular mycorrhizal fungi as affected by afforestation of rangelands in northern China. *Journal of Arid Environments*, 72(9): 1690–1697.
 - Hartnett, D. C. and Wilson, G. W. T., 2002. The role of mycorrhizas in plant community structure and dynamics: lessons from grasslands. *Journal of Plant and Soil*, 244(1/2): 319–331.
 - Jirout, J., Triska, J. and Ruzickova, K., 2009. Disturbing impact of outdoor cattle husbandry on community of arbuscular mycorrhizal fungi in upland pasture soil. *Communications in Soil*, 40:736–745.
 - Maherali, H., Klironomos, J. N., Beesetty, Y., Mensah, J. A., Franken, O., Verbruggen, E. and Bücking, H., 2007. Influence of phylogeny on fungal community assembly and ecosystem functioning. *Journal of Science*, 316(5832): 1746–1748.
 - McGonigles, T. P., Millers, M. H., Evans, D. G., Fairchild, G. L. and Swan, J. A., 1990. A new method which gives an objective measure of colonization of roots by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. *New Phytologist*, 115p.
 - Mendoza, R., Cabello, M., Anchorena, J., García, I. and Marbán, L., 2011. Soil parameters and host plants associated with arbuscular mycorrhizae in the grazed Magellanic steppe of Tierra del Fuego. *Agriculture. Journal of Ecosystems and Environment*, 140(3–4): 411–418.
 - Morton, J. B. and Redecker, D., 2001. Two new families of glomales, archaeosporaceae and paraglomaceae, with two new genera archaeospora

میکوریزی آربسکولار تأثیر گذاشت که با افزایش چرای دام در منطقه از درصد فراوانی و تنوع اسپور AMF در خاک و همزیستی با ریشه‌های گیاهان غالب منطقه کاسته شد. به‌طور کلی میکوریز جذب فسفر را از خاک به گیاه حمایت می‌کند و در این تحقیق نشان داده شد هر جایی که کمبود فسفر وجود داشته فعالیت میکوریز برای افزایش جذب آن بیشتر شده است. در حالی که همبستگی قوی بین افزایش تنوع AMF و درصد کلونیزاسیون ریشه یافت شد، هیچ ارتباطی بین فسفر قابل جذب خاک و تنوع AMF دیده نشد. بنابراین می‌توان با اعمال مدیریت سیستم چرای دام از تغییرات تنوع جمعیت ریزجانداران همزیست مفید در خاک جلوگیری کرد.

سپاسگزاری

از همکاری اعضای بخش مایکوریزا مؤسسه گیاه‌شناسی کشور جمهوری چک، پروفیسور Martina Janoušková و دکتر Claudia Kruger در شناسایی قارچ‌های میکوریزی آربسکولار در این پژوهش و همچنین از همکاری آقای فرهنگ جعفری در عملیات صحرایی و نمونه‌برداری تشکر و قدردانی می‌شود.

منابع مورد استفاده

- Allen, E. B. and Allen, M. F., 1988. Facilitation of succession by the nonmycotrophic colonizer *Salsola Kali* (Chenopodiaceae) on a Harsh Site: Effects of Mycorrhizal Fungi. *American Journal of Botany*, 75(2): 257–266.
- Allsopp, N., 1998. Effect of defoliation on the arbuscular mycorrhizas of three perennial pasture and rangeland grasses. *Journal of Plant and Soil*, 202(1): 117–124.
- Ba, L., Ning, J., Wang, D., Facelli, E., Facelli, J. M., Yang, Y. and Zhang, L., 2012. The relationship between the diversity of arbuscular mycorrhizal fungi and grazing in a meadow steppe. *Journal of Plant and Soil*, 352(1–2): 143–156.
- Barto, E. K. and Rillig, M. C., 2010. Does herbivory really suppress mycorrhiza? A meta-analysis. *Journal of Ecology*, 98(4): 745–753.
- Currie, A. F., Murray, P. J. and Gange, A. C., 2006. Root herbivory by *Tipula paludosa* larvae increases

- Streitwolf-Engel, R., Boller, T., Wiemken, A., and Sanders, I. R., 1997. Clonal Growth Traits of Two *Prunella* Species are Determined by Co-Occurring Arbuscular Mycorrhizal Fungi from a Calcareous Grassland. *The Journal of Ecology*, 85(2): 181.
- Su, Y. Y. and Guo, L. D., 2007. Arbuscular mycorrhizal fungi in non-grazed, restored and overgrazed grassland in the Inner Mongolia steppe. *Journal of Mycorrhiza*, 17(8): 689–693.
- Tchabi, A., Coyne, D., Hountondji, F., Lawouin, L., Wiemken, A. and Oehl, F., 2008. Arbuscular mycorrhizal fungal communities in sub-Saharan Savannas of Benin, West Africa, as affected by agricultural land use intensity and ecological zone. *Mycorrhiza*, 18(4): 181–195.
- Tian, H., Gai, J. P., Zhang, J. L., Christie, P. and Li, X. L., 2009. Arbuscular mycorrhizal fungi in degraded typical steppe of inner Mongolia. *Journal of Land Degradation and Development*, 20(1): 41–54.
- Wearn, J. A. and Gange, A. C., 2007. Above-ground herbivory causes rapid and sustained changes in mycorrhizal colonization of grasses. *Journal of Oecologia*, 153(4): 959–971.
- Zangaro, W., Rostrirola, L. V., de Souza, P. B., de Almeida Alves, R., Lescano, L. E. A. M., Rondina, A. B. L. and Carrenho, R., 2013. Root colonization and spore abundance of arbuscular mycorrhizal fungi in distinct successional stages from an Atlantic rainforest biome in southern Brazil. *Journal of Mycorrhiza*, 23(3): 221–233.
- Zhao, D. D. and Zhao, Z. W., 2007. Biodiversity of arbuscular mycorrhizal fungi in the hot-dry valley of the Jinsha River, southwest China. *Journal of Applied Soil Ecology*, 37(1–2): 118–128.
- and paraglomus, based on concordant molecular and morphological Characters. *Journal of Mycologia*, 93(1): 181–198.
- Oehl, F., Sieverding, E., Palenzuela, J., Ineichen, K. and Alves da Silva, G., 2011. Advances in glomeromycota taxonomy and classification. *IMA Fungus*, 2(2): 191–199.
- Oehl, F., Silva, G. A. da, Goto, B. T. and Sieverding, E., 2011. three new genera and glomoid species reorganized. *Journal of Mycotaxon*, 116(1): 75–120.
- Olsen, S. R. and Summers, L. E., 1982. Phosphorus. In Page, A. L., Keeney, D.R., Eds: *Methods of soil analysis. Madison, WI: Soil Science Society of America, Inc*, 421–422.
- Phillips, J. and Hayman, D., 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(1): 158–161.
- R_Core_Development_Team., 2008. R: a Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing. Retrieved from <https://www.r-project.org/>.
- Redecker, D., Schüßler, A., Stockinger, H., Stürmer, S. L., Morton, J. B. and Walker, C., 2013. An evidence-based consensus for the classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota). *Journal of Mycorrhiza*, 23(7): 515–531.
- Schuman, A. G. E., Reeder, J. D., Manley, J. T., Hart, R. H., and Manley, W. A., 2010. Impact of Grazing Management on the Carbon and Nitrogen Balance of a Mixed-Grass Rangeland. *Ecological Applications*, 9(1): 65–71.
- Smith, S. E. and Read, D. j., 2008. *Mycorrhizal symbiosis*. Academic Press. third edit, p. 787.

Variations in the diversity of the arbuscular mycorrhizal fungi and its symbiosis under the influence of different levels of grazing in rangelands

E. Nouri ¹, A. Moshki ^{2*}, M. Matinizadeh ³, A.A. Zolfaghari ⁴ and S. Rajaei⁵

1- Ph.D. of Combat Desertification, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Iran

2*- Corresponding author, Assistant Professor, Department of Afforestation in Arid Lands, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Iran, Email: alireza_moshki@semnan.ac.ir

3- Associate Professor, Forest Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

4- Assistant Professor, Department of Management of Arid Lands, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Iran

5- Assistant Professor, Department of Industrial and Environmental Biotechnology, National Institute of Genetic Engineering and Biotechnology, Tehran, Iran

Received: 01/09/2019

Accepted: 03/06/2019

Abstract

Despite the importance of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in plant growth and establishment, research on them is still in its infancy in Iran. This study was conducted to investigate the effect of grazing intensity on the diversity and population of mycorrhizal fungi and its relationship with phosphorus uptake. Three types of rangelands with different grazing intensities, including no grazing, managed grazing, and heavy grazing were considered. After sampling the soil around the rhizosphere of dominant plant species, soil samples were transferred to the laboratory and analyzed. The results showed significant differences in the diversity of AMF species at different sites that the highest percentage of frequency was related to the *Septoglomus constrictum* identified in the area under heavy grazing (42.2%). Besides, grazing caused changes in the mycorrhizal symbiosis percentage and had a direct correlation, which can be evidence of a decrease in AMF diversity. Despite the spores in the soil, each plant species can only establish a relationship with certain species of AMF. It can be said that proportional grazing cannot be a negative factor on the population and diversity of AMF species because the species diversity indices in the area under managed grazing are stable and can be managed with proper management of the grazing system and prevented premature and excessive grazing from its destructive effects.

Keywords: Symbiosis, microorganism, soil, frequency, richness.