

تأثیر میزان فاصله از رودخانه بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، کلنیزاسیون و اسپورزایی قارچ‌های میکوریز اربوسکولار همزیست با درختچه گز (*Tamarix arceuthoides*)

ساره مرادی بهبهانی^۱، مصطفی مرادی^{۱*}، رضا بصیری^۱ و جواد میرزایی^۲

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۳/۱۱)

DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.20.78.67

چکیده

گز درختچه‌ای است که در بسیاری از نقاط کشور پراکنش دارد ولی اطلاعات زیادی در رابطه با همزیستی این گونه با قارچ‌های میکوریز وجود ندارد. بنابراین هدف اصلی این تحقیق بررسی همزیستی قارچ‌های میکوریز اربوسکولار با درختچه گز و تأثیر پذیری آنها در اثر فاصله از رودخانه و همچنین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک است. برای این منظور جنگل‌های حاشیه رودخانه مارون به منطقه کنار رودخانه، میانی و منطقه دور از رودخانه با فواصل ۲۰۰ متری تقسیم شد. در هر کدام از این مناطق ۱۰ درختچه گز به‌طور تصادفی انتخاب و نمونه‌های خاک و ریشه از ریزوسفر آنها جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد که آغشتگی ریشه و تراکم اسپور در منطقه میانی به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار را دارا بود و دارای اختلاف معنی‌داری با دیگر مناطق بود. متوسط میزان آغشتگی ریشه در منطقه کنار رودخانه، میانی و دور از رودخانه به ترتیب ۸۲/۳۷، ۷۳/۷۷ و ۸۰/۱۷ درصد بود در حالی که متوسط تراکم اسپور برای این مناطق به ترتیب ۱۸۸/۸، ۲۴۵/۵ و ۱۸۸/۸ اسپور در پنج گرم خاک بود. آغشتگی ریشه با میزان پتاسیم خاک همبستگی مثبت معنی‌داری نشان می‌دهد ولی تراکم اسپور با هیچ‌یک از متغیرهای مورد بررسی همبستگی نشان نداد. همچنین میزان نیتروژن ۵۲/۶، کربن آلی ۵۱/۱۹، پتاسیم ۵۰ و رس ۲۳/۴ درصد در منطقه دور از رودخانه نسبت به کنار رودخانه کاهش نشان دادند. با توجه به نتایج این تحقیق درختچه گز دارای همزیستی بالایی با قارچ‌های میکوریز بوده که فاصله از رودخانه می‌تواند این همزیستی را تحت تأثیر قرار دهد.

کلمات کلیدی: پتاسیم، تراکم اسپور، فسفر، قارچ میکوریز، گز، آغشتگی

۱. گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان

۲. گروه علوم جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: moradi4@gmail.com

مقدمه

جنگل‌های حاشیه‌ای رودخانه محیط‌های منحصر به فردی هستند که بسیاری از خدمات اکوسیستمی از قبیل تأثیر بر هیدرولوژی، کیفیت آب و تنوع زیستی اکوسیستم‌های آبی - خاکی را فراهم می‌کند (۲۱). در سال‌های اخیر جنگل‌های حاشیه رودخانه به‌عنوان یکی از مهم‌ترین اکوسیستم‌ها شناخته شده‌اند که می‌توانند به‌عنوان سپر ساحلی بین محیط‌های آبی و خاکی محسوب شود. مطالعه این جنگل‌ها برای مدیریت جریان‌های آبی و کیفیت آب لازم و ضروری است (۲۸).

اکوسیستم‌های کنار رودخانه‌ای مجموعه‌های منحصر به فردی هستند که دارای تنوع زیادی از گیاهان و جانوران هستند (۱۹). گز یکی از گونه‌های شایع در چنین اکوسیستم‌هایی است. این‌گونه از عناصر قابل توجه درختی و درختچه‌ای که با سخت‌ترین شرایط اقلیمی سازش داشته و در خشک‌ترین نقاط ایران کم و بیش بیشه‌هایی تشکیل می‌دهد. گز با تقلیل سطح برگ‌ها و مکانیسم‌های خاصی که برای ترشح ذرات نمک و جذب رطوبت جو داراست، در مقابل گرما و شوری محیط مقاومت شایان توجهی نشان می‌دهد. گیاهان تیره گز نظر به ساختمان اختصاصی و اعمال فیزیولوژیکی خاص از جمله قدرت ذخیره و ترشح املاح گچ، کربنات کلسیم و کلروسدیم، سازش قابل ملاحظه‌ای با زمین‌های آهکی، گچی و شور داشته و عامل مهمی در تثبیت شن‌های روان محسوب می‌شوند. با توجه به نقش و اهمیت درختان گز در حفاظت از زمین‌های زراعی در مقابل سیلاب‌های فصلی و مقاومت بالای این درختان به شوری و کم آبی استفاده از این‌گونه برای بیابان‌زدایی و نقش آنها به‌عنوان زیستگاه مناسب پرندگان، حفاظت و شناخت هرچه بیشتر این‌گونه امری مهم محسوب می‌شود (۲).

البته به این نکته نیز باید توجه داشت که گونه گز می‌تواند دارای اثرات منفی نیز بر محیط باشد. این اثرات می‌تواند ناشی از مهاجم بودن این‌گونه باشد (۲۶). همچنین این‌گونه می‌تواند باعث ایجاد شوری در خاک شده و موجبات افزایش هدایت الکتریکی خاک (۱) را فراهم آورد. از طرف دیگر نیز می‌تواند

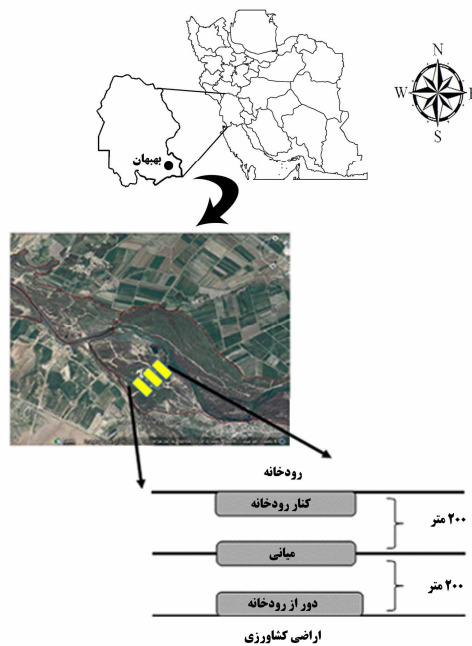
باعث افزایش خطر آتش‌سوزی در جنگل‌ها شود (۱۳).

قارچ‌های میکوریز از مهم‌ترین همزیست‌های اجباری با گیاهان هستند که با بیش از ۸۰٪ گیاهان خشکی‌زی همزیستی دارند (۳۵). اما اطلاعات چندانی در رابطه با آنها در اکوسیستم‌های کنار رودخانه‌ای و عوامل مؤثر بر آنها در چنین محیط‌هایی وجود ندارد. بنابراین در این تحقیق وضعیت همزیستی قارچ‌های میکوریز با درختچه گز به‌عنوان یکی از عناصر گیاهی جنگل‌های کنار رودخانه‌ای بررسی می‌شود.

قارچ‌های میکوریز جز خاصی از میکروارگانیسم‌های خاک هستند که با بیشتر گیاهان خشکی‌زی دارای همزیستی اجباری هستند (۳۵). این همزیستی مزیت‌های زیادی را هم برای قارچ و هم برای گیاه به همراه دارد. مزیت این همزیستی برای قارچ به این‌صورت خواهد بود که قارچ کربن مورد نیاز برای رشد خود را از گیاه دریافت می‌کند چراکه خود قادر به تولید آن نیست (۶). اما گیاهان نیز از این همزیستی منفعت کسب کرده که این منفعت می‌تواند به کاهش اثرات خشکی (۵)، جذب مواد غذایی خصوصاً فسفر (۴۴)، کاهش اثرات شوری (۱۵) و جذب آب (۴) اشاره کرد.

اگرچه قارچ‌ها دارای اهمیت بالایی برای گیاهان هستند اما باید توجه داشت که عواملی مختلفی می‌تواند باعث تأثیر بر این قارچ‌ها شود. به‌طور مثال افزایش فسفر می‌تواند تأثیرات منفی بر میزان آغشتگی ریشه (درصد پوشش ریشه توسط هیف قارچ میکوریز) داشته باشد (۳۳) که البته بسته به نوع گونه قارچ کاهش آغشتگی می‌تواند متفاوت باشد (۳۷). عوامل محیطی (۲۹)، اسیدیته خاک (۴۲)، بافت خاک (۱۲)، فصل (۱۶) و به‌طورکلی خصوصیات خاک (۳۴) می‌تواند متغیر دیگری باشد که می‌تواند وضعیت این قارچ‌های را تحت تأثیر قرار دهد.

بنابراین با توجه به اهمیت بالای قارچ‌های میکوریز در پایداری اکوسیستم‌ها و همچنین اهمیت بالای جنگل‌های کنار رودخانه‌ای و خصوصاً گونه گز که در مناطق وسیعی از کشور پراکنش دارد، ضروری به‌نظر می‌رسد تا درجه همزیستی این قارچ‌ها با گز تعیین و تأثیر عوامل محیطی بر این همزیستی



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

وضعیت همزیستی گز با قارچ‌های میکوریز در کشور هنوز به درستی روشن نشده چرا که گزارش‌هایی از عدم همزیستی *Tamarix hispida* با قارچ‌های میکوریز وجود دارد (۳). از اینرو اهداف این تحقیق شامل بررسی همزیستی قارچ‌های میکوریز و تعیین درجه همزیستی آنها با گز، همچنین بررسی تأثیر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک بر این همزیستی و در نهایت تعیین اثر دوری و نزدیکی به رودخانه بر میزان آغشتگی و اسپورزایی قارچ‌های میکوریز است.

اگرچه مطالعات خاصی پیرامون قارچ‌های میکوریز و همزیستی آنها در رابطه جنگل‌های کنار رودخانه‌ای در ایران وجود ندارد اما در دیگر مناطق دنیا برخی محققین رابطه همزیستی این قارچ‌ها را در ارتباط با گز و در جنگل‌های کنار رودخانه‌ای بررسی نموده‌اند (۷، ۴۳ و ۴۵).

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد شامل جنگل‌های کنار رودخانه‌ای مارون واقع در شهرستان بهبهان، استان خوزستان است. این جنگل‌ها در محدوده

مشخص شود. جنگل‌های کنار رودخانه‌ای اکوسیستم‌های غنی هستند که وظایف مهمی مثل کنترل سیلاب، ایجاد زیستگاه برای حیات وحش و همچنین حفاظت از تنوع زیستی (۳۶، ۲۵ و ۱۱) را بر عهده دارند. این جنگل‌ها دارای ارتباط تنگاتنگی با محیط خاکی خود هستند و نمی‌توان آنها را از فرآیندهای خاکی جدا دانست (۱۴). به همین خاطر شناخت همه جانبه این جنگل‌ها و ارتباط آنها با محیط خاکی و میکروارگانیسم‌های خاک ضروری به نظر می‌رسد. متأسفانه تاکنون تحقیقی در رابطه با قارچ‌های میکوریز در جنگل‌های کنار رودخانه‌ای در کشور صورت نگرفته و وضعیت همزیستی این قارچ‌های در جنگل‌های کنار رودخانه‌ای و خصوصاً گونه گز مشخص نیست. از آنجایی که جنگل‌های کنار رودخانه‌ای جز اکوسیستم‌های در معرض خطر هستند (۳۸) و از ظرفی استقرار و رشد بیشتر گونه‌های گیاهی نیازمند قارچ‌های میکوریز است یا اینکه به وسیله این قارچ‌ها بهبود پیدا می‌کند (۳۲)، ضروری به نظر می‌رسد تا از وضعیت همزیستی میان گیاهان موجود در این جنگل‌ها و قارچ‌های میکوریز به عنوان راهکاری برای حفاظت و احیا این جنگل‌ها اطلاع پیدا کرد. البته شایان ذکر است که

شدند و میزان آغشتگی ریشه‌ها بر اساس روش بیرمن و لیندرمن (۹) محاسبه شد. به منظور مشاهده اندامک‌های قارچ (اربوسکول، ویزیکول و هیف) ۱۰ ریشه ۱۰ سانتی‌متری رنگ آمیزی بر روی لام قرار گرفت و در زیر میکروسکوپ نوری بررسی گردید.

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

از آنجایی که خصوصیات خاک می‌تواند تأثیر زیادی بر همزیستی قارچ‌های میکوریز داشته باشد، در این مطالعه برخی از خواص فیزیکی و شیمیایی خاک نیز اندازه‌گیری شد. این خواص عبارتند از: تعیین بافت خاک (روش هیدرومتری)، اسیدیته خاک به (روش پتانسیومتری و با استفاده از دستگاه pH متر)، نیتروژن، پتاسیم و فسفر قابل جذب خاک (روش کج‌لدال (۱۰)، فیلم فتومتر و روش اولسون (۳۰)) و کربن آلی خاک نیز با روش والکی و بلک (۳۹) اندازه‌گیری شد.

آنالیز داده‌ها

برای بررسی وضعیت خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک همچنین میزان آغشتگی و تراکم اسپور در مناطق مختلف از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه استفاده شد. برای این منظور کلیه داده‌های موجود با استفاده از آزمون شاپیرو-ویلک و همگنی واریانس‌ها با استفاده از آزمون لیون مورد ارزیابی قرار گرفتند و بعد از اطمینان نسبت به نرمال بودن توزیع داده‌ها، آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه برای مقایسه‌های کلی و از آزمون دانکن برای مقایسه بین میانگین‌ها استفاده شد. همچنین به منظور بررسی همبستگی بین متغیرهای مورد بررسی از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد. کلیه آنالیزها با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۱۶ انجام شد.

نتایج

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک

نتایج مربوط به خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک مشخص

طول جغرافیایی $50^{\circ}09'30''$ و شرقی و عرض جغرافیایی $30^{\circ}38'53''$ و $30^{\circ}39'38''$ شمالی با ارتفاع ۲۵۰ تا ۳۰۰ متر از سطح دریا قرار دارند. متوسط بارندگی سالانه ۳۵۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۲۴ درجه سانتی‌گراد است. گونه‌های گیاهی موجود در این جنگل عمدتاً گز (*Tamarix arceuthoides*)، پده (*Populus euphratica*)، سریم (*Lycium sp*) به همراه دیگر گونه‌های علفی و درختی می‌باشد.

نمونه‌برداری

نمونه‌برداری در جنگل‌های کنار رودخانه‌ای مارون به این صورت انجام گرفت که پهنای جنگل به سه منطقه تقسیم شد. منطقه کنار رودخانه، منطقه میانی یا منطقه با فاصله ۲۰۰ متر از لبه رودخانه و منطقه سه که در لبه بیرونی جنگل و با فاصله ۴۰۰ متر از رودخانه قرار داشت. در هر کدام از این مناطق به طور تصادفی ۱۰ درختچه گز انتخاب و نمونه خاک از عمق صفر تا ۱۰ سانتی‌متری ریزوسفر برداشت شد. ریشه‌های موین نیز برای بررسی وضعیت قارچ‌های میکوریز همزیست از درختچه‌های گز برداشت شد. کلیه نمونه‌ها در فصل بهار برداشت در کوتاه‌ترین زمان به آزمایشگاه منتقل شد (۲۹).

استخراج اسپور از خاک و محاسبه درصد آغشتگی

برای استخراج اسپور ۵ گرم از خاک ریزوسفر برداشت شد و با استفاده از روش الک مرطوب (۱۸) اسپورها از نمونه‌های خاک جداسازی شد. اسپورهای استخراج شده از خاک بر روی کاغذ صافی قرار گرفت و شمارش اسپورهای سالم به منظور تعیین تراکم اسپور (تعداد اسپور موجود در ۵ گرم خاک) در خاک انجام گرفت.

کلیه ریشه‌های برداشت شده از درختچه‌های گز بلافاصله بعد از انتقال به آزمایشگاه با آب شیر شسته و در محلول تثبیت کننده قرار گرفت. این محلول شامل ۵ میلی‌لیتر اسید استیک، ۵ میلی‌لیتر فرمالین و ۹۰ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد بود. نمونه‌های ریشه با استفاده از روش فیلیپس و هایمن (۳۱) رنگ آمیزی

جدول ۱. خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک در منطقه مورد مطالعه (میانگین \pm اشتباه معیار)

منطقه دور از رودخانه	منطقه میانی	کنار رودخانه	
۰/۰۹ \pm ۰/۰۲ ^b	۰/۱۶ \pm ۰/۰۱۸ ^{ab}	۰/۱۹ \pm ۰/۰۳۶ ^a	نیتروژن (درصد)
۰/۷۸ \pm ۰/۱۸ ^b	۱/۳۶ \pm ۰/۱۴ ^{ab}	۱/۶۴ \pm ۰/۲۹ ^a	کربن الی (درصد)
۱/۵ \pm ۰/۱۶ ^a	۹/۰ \pm ۴/۶ ^a	۴/۸ \pm ۲/۵ ^a	فسفر (میلی گرم در کیلوگرم)
۱۴۸/۰ \pm ۷/۰۵ ^b	۱۹۸/۶ \pm ۱۱/۶ ^{ab}	۲۵۰/۸ \pm ۲۹/۵ ^a	پتاسیم (میلی گرم در کیلوگرم)
۷/۲ \pm ۰/۲ ^b	۹/۴ \pm ۰/۷ ^a	۹/۴ \pm ۰/۵ ^a	رس (درصد)
۱۴/۶ \pm ۱/۲ ^b	۲۲/۸ \pm ۰/۸ ^a	۱۸/۸ \pm ۲/۹ ^{ab}	سیلت (درصد)
۷۸/۲ \pm ۱/۳ ^a	۶۸/۴ \pm ۰/۱ ^b	۷۲/۰ \pm ۳/۵ ^{ab}	شن (درصد)
۷/۸ \pm ۰/۰۹ ^a	۷/۸ \pm ۰/۰۹ ^a	۷/۹ \pm ۰/۰۶ ^a	اسیدیته

حروف مختلف در یک سطر اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد را نشان می دهند

منطقه میزان آن یکسان بود (جدول ۱).

بافت خاک پارامتر دیگری بود که در این مطالعه بررسی شد و نتایج آن نشان داد که مناطق مورد مطالعه از این نظر دارای تفاوت معنی داری هستند. تفاوت به این صورت بود که کمترین رس در منطقه دور از رودخانه مشاهده شد و دارای تفاوت معنی داری با دو منطقه دیگر بود. میزان رس در منطقه دور از رودخانه نسبت به کنار رودخانه ۲۳/۴ درصد کاهش را نشان داد. وضعیت سیلت نیز تقریباً روندی مشابه با رس داشت و کمترین و بیشترین مقدار آن به ترتیب در منطقه دور از رودخانه و کنار رودخانه مشاهده شد. میزان سیلت وضعیت متفاوتی داشت و بیشترین مقدار آن در منطقه میانی و بیشترین مقدار آن در منطقه دور از رودخانه وجود داشت (جدول ۱)

تراکم اسپور و آغستگی ریشه

وضعیت تراکم اسپور نشان داد که بیشترین مقدار اسپور در منطقه میانی مشاهده شد و دارای اختلاف معنی داری با دو منطقه دیگر بود. در این مطالعه متوسط تراکم اسپور در پنج گرم خاک در منطقه کنار رودخانه، میانی و دور از رودخانه به ترتیب ۱۸۹، ۲۵۴/۵ و ۱۸۸/۸ اسپور بود (جدول ۲). آغستگی اسپور روندی مخالف با تراکم اسپور داشت و در

کرد که برخی از متغیرهای مورد مطالعه دارای تفاوت معنی داری در سه فاصله مورد بررسی هستند. نیتروژن در ریزوسفر درختچه‌های گز در مجاورت رودخانه دارای بیشترین مقدار و در دورترین فاصله از رودخانه با کاهش ۵۲/۶ درصدی نسبت به کنار رودخانه دارای کمترین مقدار بود. به گونه‌ای که تفاوت معنی داری در میزان نیتروژن در منطقه مجاور رودخانه نسبت به منطقه دور از رودخانه وجود داشت و منطقه بینابین نسبت به دو منطقه دیگر تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۱).

پتاسیم نیز همانند نیتروژن با افزایش فاصله از رودخانه دارای روند کاهشی بود که ۵۰ درصد نسبت به منطقه کنار رودخانه کاهش داشت. روند معنی داری پتاسیم همانند نیتروژن دارای تفاوت معنی دار در منطقه مجاور رودخانه و منطقه دور از رودخانه بود. در حالی که فسفر هیچ اختلاف معنی داری بین مناطق مورد مطالعه نداشت. اما بیشترین مقدار فسفر در منطقه میانی مشاهده شد و کمترین مقدار آن در منطقه دور از رودخانه وجود داشت. میزان کربن آلی خاک نیز در منطقه دور از رودخانه کاهش ۵۱/۱۹ درصدی نشان داد که این متغیر نیز دارای اختلاف معنی داری در مناطق مورد مطالعه می باشد. نتایج مربوط به اسیدیته خاک نشان داد که در مناطق مورد مطالعه تفاوت معنی داری بین سه منطقه وجود ندارد و تقریباً در هر سه

جدول ۲. تراکم اسپور و آغشتگی اسپور در منطقه مورد مطالعه (میانگین \pm اشتباه معیار)

منطقه کنار رودخانه	منطقه میانی	منطقه دور از رودخانه	
۸۲/۳۷ \pm ۱/۹ ^a	۷۳/۷۷ \pm ۲/۹ ^b	۸۰/۱۷ \pm ۲/۵ ^a	آغشتگی ریشه (درصد)
۱۸۹/۰ \pm ۱۹/۶ ^b	۲۵۴/۵ \pm ۱۹/۵ ^a	۱۸۸/۸ \pm ۱۹/۲ ^b	تراکم اسپور (تعداد در ۵ گرم خاک)

حروف مختلف در یک سطر اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد را نشان می دهند.

جدول ۳. همبستگی پیرسون بین پارامترهای مورد بررسی

نیتروژن	کربن آلی	فسفر	پتاسیم	رس	سیلت	شن	pH	کلنیزاسیون	تراکم اسپور
۱	۰/۹۹۹**								
کربن آلی	۱								
فسفر	۰/۴۳۶	۱							
پتاسیم	۰/۵۲۵*	۰/۵۲۰*	۱						
رس	۰/۳۳۲	۰/۳۳۸	۰/۲۸۰	۱					
سیلت	۰/۳۱۷	۰/۳۱۹	۰/۲۹۳	۰/۷۲۷**	۱				
شن	-۰/۳۳۷	-۰/۳۳۹	۰/۲۶۷	-۰/۶۸۱**	-۰/۸۰۵**	۱			
pH	۰/۴۰۳	۰/۳۹۶	۰/۱۸۰	۰/۳۴۲	-۰/۲۴۲	۰/۰۵۶	۱		
آغشتگی	۰/۳۲۶	۰/۳۲۵	-۰/۲۰۰	۰/۵۴۴*	-۰/۰۴۱	۰/۱۰۷	-۰/۲۹۸	۱	
تراکم اسپور	-۰/۲۷۲	-۰/۲۶۵	۰/۲۷۴	-۰/۱۵۶	۰/۳۸۵	۰/۱۳۶	-۰/۳۶۲	-۰/۲۸۴	۱

** معنی دار در سطح یک درصد و * معنی دار در سطح یک درصد

پتاسیم و نیتروژن وجود داشت. همچنین همبستگی مثبت معنی داری بین پتاسیم با رس و سیلت مشاهده شد در حالی که پتاسیم دارای همبستگی منفی با میزان شن خاک بود. دیگر پارامترهای مورد بررسی همبستگی معنی داری را نشان ندادند (جدول ۳).

بحث

قارچ‌های میکوریز ارگانسیم‌های مهمی هستند که نقش مهمی را در زندگی گیاه بازی می کنند. بنابراین آگاهی از میزان کمی و کیفی همزیستی آنها با گیاهان می تواند راهکاری مناسب در جهت مدیریت بهتر جنگل های مورد مطالعه باشد. در این مطالعه مشخص شد قارچ های میکوریز دارای همزیستی بالایی

منطقه میانی کمترین میزان آغشتگی مشاهده شد. به گونه ای که دارای اختلاف معنی داری با دو منطقه دیگر بود. متوسط میزان آغشتگی در منطقه کنار رودخانه، میانی و دور از رودخانه به ترتیب ۸۳/۳۷، ۳۷/۷۷ و ۸۰/۱۷ درصد بود (جدول ۲).

همبستگی بین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، تراکم اسپور و آغشتگی

نتایج نشان داد که بین تراکم اسپور و دیگر پارامترهای مورد بررسی هیچ گونه همبستگی معنی داری دیده نشد. در حالی که بین میزان آغشتگی ریشه و پتاسیم خاک همبستگی مثبت معنی داری در سطح پنج درصد مشاهده شد (جدول ۳). در این مطالعه همبستگی معنی داری بین کربن آلی خاک،

آغشتگی ریشه با میزان پتاسیم خاک دارای همبستگی مثبتی است که همسو با یافته‌های هالدر و همکاران (۲۰) است. تحقیقات نشان داده که تراکم اسپور می‌تواند تحت تأثیر آغشتگی (۲۴)، ماده آلی (۲۷) و اسیدیته (۱۷ و ۲۷) باشد. اگرچه در این تحقیق همبستگی بین میزان آغشتگی و تراکم اسپور مشاهده نشد که همسو با یافته‌های دیگر محققین است (۸ و ۲۹) اما حداکثر میزان تراکم اسپور در منطقه‌ای مشاهده شد که حداقل میزان آغشتگی دیده شد. بیشتر بودن میزان تراکم اسپور در جایی که کمترین میزان آغشتگی مشاهده می‌شود همسو با یافته‌های فونتلا و همکاران (۱۷) می‌باشد. بنابراین توضیح احتمالی این مسئله می‌تواند این باشد که در شرایط آشفته‌گی محیطی و آغشتگی پایین، قارچ وارد مرحله اسپورزایی شده و انرژی خود را بر تولید اسپور بیشتر به منظور اطمینان از بقا خود در آینده گذاشته است.

از میان خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه در منطقه نیتروژن، پتاسیم، رس و شن دارای روند کاهش با افزایش فاصله از رودخانه بودند. بنابراین دوری و نزدیکی به رودخانه می‌تواند باعث تأثیر بر این متغیرها باشد. فسفر خاک در منطقه میانی دارای بیشترین مقدار بود. اگرچه رابطه معنی‌داری بین میزان فسفر خاک و آغشتگی در این مطالعه دیده نشد اما مطالعات نشان داده که هر چه میزان فسفر بیشتر باشد آغشتگی ریشه و کارایی قارچ‌های میکوریز کم می‌شود (۲۳) و (۴۴). همچنان که در قسمت نتایج گفته شد کمترین میزان آغشتگی ریشه در این منطقه دیده شد که زیاد بودن فسفر در این منطقه می‌تواند باعث کاهش آغشتگی ریشه در این منطقه شده باشد.

با گز (*T. arceuthoides*) هستند که این نتیجه برخلاف یافته‌های کریمی و همکاران و بی‌شامپ و همکاران (۳ و ۷) است. البته شایان ذکر است که در یافته‌های کریمی و همکاران گونه *T. hispida* مورد مطالعه قرار گرفته بود که گونه‌ای متفاوت نسبت به این تحقیق بود. چراکه این محققین عنوان نمودند که گز در منطقه خارتوران همزیستی با قارچ‌های میکوریز اربوسکولار ندارد. البته شایان ذکر است که در مطالعه حاضر میزان متوسط آغشتگی در منطقه تحت تنش بیش از ۷۳ درصد به دست آمد که نشان‌دهنده ارتباط تنگاتنگ این قارچ‌ها با گز است. این یافته همسو با یافته یانگ و همکاران (۴۳) است که درجه بالایی از همزیستی بین قارچ‌های میکوریز اربوسکولار را با گز گزارش دادند.

در این مطالعه مشخص شد که دوری و نزدیکی به رودخانه می‌تواند باعث تأثیر در میزان آغشتگی ریشه و همچنین تراکم اسپور در خاک شود. به گونه‌ای که کمترین میزان آغشتگی ریشه در منطقه میانی مشاهده شد. علت این مسئله می‌تواند ناشی از وجود معدن شن و ماسه و در نتیجه آن رفت و آمد ماشین‌ها و کامیون‌ها در این منطقه باشد. بنابراین چنین آشفته‌گی در کنار وجود گذرگاه‌های روستایی و رفت و آمد ناشی از روستاییان می‌تواند باعث تراکم خاک شده که در نتیجه آن رشد ریشه‌های موئین کاهش پیدا کرده و میزان آغشتگی نیز کاهش (۴۱) و میزان اسپور زایی قارچ‌ها افزایش پیدا می‌کند (۴۰). دیگر تحقیقات نیز مشخص کرده‌اند که میزان آغشتگی ریشه به‌طور منفی تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی و آشفته‌گی‌های ناشی از فعالیت‌های معدنی (۲۲) قرار می‌گیرد. البته آغشتگی ریشه می‌تواند تحت تأثیر فسفر (۲۴) نیز باشد که در این مطالعه چنین همبستگی مشاهده نشد. در این مطالعه نیز مشخص شد که

منابع مورد استفاده

۱. ارزیابی، ع. م. ح. امتحانی، م. ر. اختصاصی و ح. سودئی‌زاده. ۱۳۹۲. تأثیر بادشکن درختی گز بر روی شوری خاک اراضی کشاورزی در مناطق خشک (مطالعه موردی: اردکان). پژوهش‌های آبخیزداری (پژوهش و سازندگی) ۲(۹۹): ۵۹-۵۳. (۴۴)
۲. خسروی، م. و م. صبوچی، ۱۳۹۰. برآورد ارزش حفاظتی درختان گز حاشیه رودخانه فهلیان با استفاده از روش ارزش‌گذاری

مشروط. علوم محیطی ۸(۴): ۷۳-۸۲.

۳. کریمی، ف.، س. زنگنه، م. یوسف زاری و زارع ح. میوان. ۱۳۸۴. شناسایی قارچ‌های آربوسکولار-مایکوریزا و تعیین درصد همزیستی در ذخیره‌گاه بیوسفر خارتوران. علوم محیطی ۱۰: ۸۳-۸۸.

۴. میرزایی، ج.، م. اکبری‌نیا، ا. محمدی گل‌تپه، م. شریفی و ی. رضایی دانش. ۱۳۹۰. تأثیر قارچ‌های میکوریزی آربوسکولار بر برخی ویژگی‌های مرفولوژیک و فیزیولوژیک نهال‌های خنجوک (*Pistacia khinjuk*) تحت تنش خشکی. فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران ۲(۴۴): ۳۰۰-۲۹۱.

5. Augé, R. M. 2001. Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Mycorrhiza*. 11: 3-42.
6. Bago, B., P. E. Pfeffer and Y. Shachar-Hill. 2000. Carbon metabolism and transport in arbuscular mycorrhizas. *New Phytol.* 124: 949-958.
7. Beauchamp, V. B., J. C. Stromberg and J. C. Stutz. 2005. Interactions between *Tamarix ramosissima* (saltcedar), *Populus fremontii* (cottonwood), and mycorrhizal fungi: Effects on seedling growth and plant species coexistence. *Plant Soil* 275: 221-231.
8. Becerra, A. G., M. Cabello, M. R. Zak and N. Bartoloni. 2009. Arbuscular mycorrhizae of dominant plant species in Yungas forests, Argentina. *Mycologia*. 101(5): 612-621.
9. Biermann, B. and R. G. Linderman. 1981. Quantifying vesicular-arbuscular mycorrhizae: proposed method towards standardization. *New Phytol.* 87: 63-67.
10. Bremner, J. M. and C. S. Mulvaney. 1982. Nitrogen total. PP: 595-624. In: Miller RH, Kieney DR (Ed.), Method of soil analysis- part 2: chemical and microbiological methods, 2nd edn. Agronomy series No. 9. American Society for Agronomy and Soil Sciences, Madison.
11. Burton, M. L., L. J. Samuelson and S. Pan. 2005. Riparian woody plant diversity and forest structure along an urban-rural gradient. *Urban. Ecosyst.* 8: 93-106.
12. Carrenho, R., S. F. B. Trufem, V. L. R. Bononi and E. S. Silva. 2007. The effect of different soil properties on arbuscular mycorrhizal colonization of peanuts, sorghum and maize. *Acta. Bot. Brasilica* 21(3): 723-730.
13. Ellis, L. M. 2001. Short term responses of woody plants to fire in a Rio Grande riparian forest, central New Mexico, U.S.A. *Biol. Conserv.* 97: 159-170.
14. Eskelinen, A., S. Stark and M. Mannisto. 2009. Links between plant community composition, soil organic matter quality and microbial communities in contrasting tundra habitats. *Oecologia* 161: 113-123. 39
15. Evelin, H., B. Giri and R. Kapoor. 2012. Contribution of *Glomus intraradices* inoculation to nutrient acquisition and mitigation of ionic imbalance in NaCl-stressed *Trigonella foenum-graecum*. *Mycorrhiza* 22: 203-217.
16. Fontenla, S., R. Godoy, P. Rosso and M. Havrylenko. 1998. Root associations in Austrocedrus forests and seasonal dynamics of arbuscular mycorrhizas. *Mycorrhiza* 8: 29-33.
17. Gai, J. P. and R. J. Liu. 2003. Effects of soil factors on arbuscular mycorrhizae (AM) fungi around roots of wild plants. *Chin. J. Appl. Ecol.* 14: 470-472.
18. Gerdemann, J. W. and T. H. Nicolson. 1963. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Tran. Brit. Mycol. Soc.* 46: 235-238.
19. Greenwald, D. N. and L. B. Brubaker. 2001. A 5000-year record of disturbance and vegetation change in riparian forests of the Queets River, Washington, U.S.A. *Can. J. Forest. Res.* 31: 1375-1385.
20. Halder, M., S. Akhter, A. S. Mohammad Mahmud, F. Islam, R. Mullick, J. Chandra Joardar, Md. S. Amin, R. Karim, H. Talukder and Md. S. Rahman. 2015. Prevalence of Arbuscular Mycorrhiza Fungi (AMF) colonization in medicinal plant root and response of prevalence with some selected medicinal plants rhizosphere soil properties in BCSIR forest, Chittagong, Bangladesh. *J. Pure. Appl. Microbiol.* 9(1): 131-140.
21. Hunt, P. G., T. A. Matheny and K. S. Ro. 2007. Nitrous oxide accumulation in soils from riparian buffers of a coastal plain watershed-carbon/ nitrogen ratio control. *J. Environ. Qual.* 36: 1368-1376.
22. Jasper, D. A., L. K. Abbott and A. D. Robson. 1991. The effect of soil disturbance on vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in soils from different vegetation types. *New Phytol.* 118: 471-476.
23. Karanika, E. D., O. K. Voulgari, A. P. Mamolos, D. A. Alifragis, D. S. Veresoglou. 2008. Arbuscular mycorrhizal fungi in northern Greece and influence of soil resources on their. *Pedobiologia* 51: 409-418.
24. Khakpour, O. and J. Khara. 2012. Spore density and root colonization by arbuscular mycorrhizal fungi in some species in the northwest of Iran. *Int. Res. J. Appl. Bas. Sci.* 3(5): 977-982.
25. Koucher, S. D. and R. Hariss. 2007. Riparian Vegetation, Forest Stewardship Series 10, Davis, CA, University of California Agriculture and Natural Resources. U. C. Agric. Nat. Res. 8240: 1-7.
26. MacGregor-Fors, I., R. Ortega-Álvarez, A. Barrera-Guzmán, L. Sevillano and E. del-Val. 2013. *Tamarisk?* Avian

- responses to the invasion of saltcedars (*Tamarix ramosissima*) in Sonora, Mexico. Rev. Mex. Biodivers 84: 1284-1291.
27. Mathur, N., J. Singh, S. Bohra and A. Vyas. 2007. Arbuscular mycorrhizal statuses of Medicinal Halophytes in Saline Areas of Indian Thar Desert. Int. J. Soil. Sci. 2(2): 119-127.
28. Mitsch, W. J. and J. G. Gosselink. 1993. Wetlands. Van Nostrand Reinhold, New York.
29. Moradi, M., A. Shirvany, M. Matinizadeh, V. Etemad, H. R. Naji, H. Abdul-Hamid and S. Sayah. 2014. Arbuscular mycorrhizal fungal symbiosis with *Sorbus torminalis* does not vary with soil nutrients and enzyme activities across different sites. iForest, 8: 308-313.
30. Olsen, S. R., C. V. Cole, F. S. Watanabe and L. A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. USDA Circular 939: 1-19.
31. Phillips, J. M. and D. S. Hayman. 1970. Improved procedures for clearing and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Tran. Brit. Mycol. Soc. 55: 158-161.
32. Reis, F. S., I. C. F. R. Ferreira and A. Martins. 2012. Effect of the mycorrhizal symbiosis time in the antioxidant activity of fungi and *Pinus pinaster* roots, stems and leaves. Ind. Crops. Prod. 35: 211-216.
33. Ryan, M. H., D. R. Small and J. E. Ash. 2000. Phosphorus controls the level of colonization by arbuscular mycorrhizal fungi in conventional and biodynamic. Aust. J. Exp. Agric. 40: 663-670.
34. Sjöberg, J. 2005. Arbuscular mycorrhizal fungi-occurrence in Sweden and interaction with a plant pathogenic fungus in barley. Ph.D. Thesis. Swedish Univ Agri Sci, Uppsala.
35. Smith, S. E. and D. J. Read. 2008. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press Inc., London, UK.
36. Soman, S., S. Beyeler, S. E. Kraft, D. Thomas and D. Winstanley. 2007. Ecosystem services from riparian area: a brief summary of the literature. 11p.
37. Thomson, B. D., A. D. Robson and L. K. Abbott. 1986. Effects of phosphorus on the formation of mycorrhizas by *Gigaspora calospora* and *Glomus fasciculatum* in relation to root carbohydrates. New Phytol. 103: 751-765.
38. Tockner, K. and J. A. Stanford. 2002. Riverine flood plains: Present state and future trends. Environ. Conserv. 29(3): 308-330.
39. Walkley A and I. A. Black. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining organic carbon in soils: Effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. Soil. Sci. 63: 251-263.
40. Wallace, L. L. 1987. Effects of clipping and soil compaction on growth, morphology and mycorrhizal colonization of *Schizachyrium scoparium*, a C4 bunchgrass. Oecologia 72: 423-428.
41. Walter, A., H. Spies, S. Terjung, R. Kusters, N. Kirchgessner and U. Schurr. 2002. Spatio-temporal dynamics of expansion growth in roots: automatic quantification of diurnal course and temperature response by digital image sequence processing. J. Exp. Bot. 53: 689-698.
42. Wang, G. M., D. P. Stribley, P. B. Tinker and C. Walker. 1993. Effects of pH on arbuscular mycorrhiza I. Field observations on the long-term liming experiments at Rothamsted and Woburn. New phytol. 124: 465-472.
43. Yang, Y., Y. Chen and W. Li. 2008. Arbuscular mycorrhizal fungi infection in desert riparian forest and its environmental implications: A case study in the lower reach of Tarim River. Prog. Nat. Sci. 18: 983-991.
44. Yoshimura, Y., A. Ido, K. Iwase, T. Matsumoto and M. Yamato. 2013. Communities of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in the roots of *Pyrus pyrifolia* var. *culta* (Japanese Pear) in orchards with variable amounts of soil-available phosphorus. Microbes. Environ. 28 (1): 105-111.
45. Zhaoyong, H., Z. Liyun, F. Gu, C. Peter, T. Changyan and L. Xiaolin. 2006. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi associated with desert ephemerals growing under and beyond the canopies of Tamarisk shrubs. Chinese Sci. Bulletin 51: 132-139.

The Effect of Distance from River on Soil Physiochemical Properties, Root Colonization and Spore density of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Associated with Salt Cedar

S. Moradi Behbahani¹, M. Moradi^{1*}, R. Basiri¹ and J. Mirzaei²

(Received: Nov. 1-2015 ; Accepted: June 6-2016)

DOI: 10.18869/acadpub.jstnar.20.78.67

Abstract

Salt cedar is widely spread out in most part of the country but there is lack of information about its symbiosis with arbuscular mycorrhizal fungi. Then, the main objective of this study was to evaluate the symbiosis of AMF with salt cedar and its affectability by distance from river and soil physiochemical properties. For this purpose, riparian Maroon forest width was divided to three locations including riverside area, intermediate area and the area far from river with 200-hundred-meter interval. In each site 10 salt cedars were randomly selected and soil plus hair root samples were gathered from the salt cedar rhizosphere. Our result indicated that root colonization and spore density in the intermediate distance had the lowest and highest values, respectively. These values were significantly different compared to the other two sites. The average root colonization percent in the riverside area, intermediate area and the area far from river sites were 82.37, 73.77 and 80.17, respectively. While the average spore density in the riverside area, intermediate area and the area far from river were 189, 245.5 and 188.8 in five gram soils, respectively. Root colonization had significant positive correlation with soil potassium while spore density had significant correlation with studied soil physiochemical properties. Also, soil nitrogen, organic carbon, potassium and clay showed 52.6, 51.19, 50 and 23.4% decreasing trend from the riverside area to the area far from river. Regarding this research results, salt cedar showed high level of symbiosis with arbuscular mycorrhizal fungi but this symbiosis could be affected by distance from river in riparian forest.

Keywords: Colonization, Mycorrhizal fungi, Phosphorus, Potassium, Salt cedar, Spore density.

1. Dept. of Forestry, Faculty of Natural Resour., Behbahan Khatam Al-Anbia Univ. of Tech., Behbahan, Iran.

2. Dept. of Forest sci., Faculty of Agric., Ilam Univ., Ilam, Iran.

*: Corresponding Author, Email: moradi4@gmail.com