نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیست و چهارم، شماره اول، ۱۳۹۶
http://jwfst.gau.ac.ir

همزیستی قارچ‌های میکوریز آربوسکولار با درختان پده (*Populus euphratica* Oliv.) در جنگل‌های کنار رودخانه‌ای و ارتباط آن با خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک

ساره مرادی بهبهانی[۱]، *مصطفی مرادی[۲]، رضا بصیری[۳] و جواد میرزایی[۴]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد جنگلشناسی و اکولوژی جنگل، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء، بهبهان، ایران، [۲]استادیار گروه جنگلداری، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، [۳]دانشیار گروه جنگلداری، دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان، [۴]استادیار گروه علوم جنگل دانشگاه ایلام، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰٤/۰٤؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۰۸/۰۹

چکیده

سابقه و هدف: جنگل‌های کنار رودخانه‌ای یکی از اکوسیستم‌های جنگلی منحصر به فردی است که اطلاعات کمی در رابطه با آن‌ها وجود دارد. این جنگل‌ها که نقش مهمی در اکوسیستم رودخانه دارند امروزه در معرض خطر نابودی قرار گرفته‌اند. یکی از شایع‌ترین گونه‌های موجود در این جنگل‌ها، گونه پده (*Populus euphratica*) می‌باشد. این گونه در حاشیه رودخانه‌ها پراکنش داشته و بومی مناطق خشک و نیمه‌خشک است. با توجه به این‌که اطلاعات چندانی در رابطه با وضعیت همزیستی قارچ‌های میکوریز با درختان پده در کشور در دست نیست در این مطالعه همزیستی قارچ‌های میکوریز آربوسکولار با پده مورد بررسی قرار گرفته و اثر دوری و نزدیکی به رودخانه در آغشتگی، اسپورزایی این قارچ‌ها ارزیابی شده است. همچنین به‌منظور تعیین مؤثرترین متغیرهای خاکی مورد مطالعه با میزان آغشتگی و تراکم اسپور، همبستگی بین این متغیرها تعیین شده است.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه عرض جنگل کنار رودخانه مارون که ٤۰۰ متر می‌باشد، به سه منطقه با فاصله ۲۰۰ متری تقسیم شد. این فاصله‌ها شامل: حاشیه رودخانه (فاصله ۱)، منطقه بینابینی (فاصله ۲) و منطقه ۳ بودند. در هر کدام از این فاصله‌ها ۱۰ نمونه از خاک ریزوسفر پده جمع‌آوری شد. برای هر نمونه نیز ریشه‌های مویین جمع‌آوری شد و میزان آغشتگی قارچ‌ها و اسپورزایی برای نمونه‌ها مشخص گردید. همچنین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مربوط به هرکدام از این نمونه‌ها در فواصل مورد مطالعه نیز محاسبه شد.

یافته‌ها: نتایج این پژوهش مشخص کرد که کمترین میزان آغشتگی ریشه در فاصله دوم (منطقه بینابینی) وجود دارد که دارای اختلاف معنی‌داری با دو فاصله دیگر بود. همچنین، اگرچه بین تراکم اسپور در فاصله‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد اما بیشترین تراکم در فاصله سوم مشاهده شد. از بین خصوصیات فیزیکی و شیمایی خاک، میزان فسفر، شن و رس خاک تفاوت معنی‌داری در مناطق مورد بررسی داشتند ولی دیگر خصوصیات مورد بررسی

*مسئول مکاتبه: moradi4@gmail.com

تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند. همچنین هیچ همبستگی معنی‌داری بین میزان آغشتگی و اسپورزایی با متغیرهای مورد بررسی مشاهده نشد ولی همبستگی معنی‌داری بین رس و سیلت با فسفر خاک مشاهده شد.

نتیجه‌گیری: با توجه به میزان آغشتگی بالای ریشه و همچنین تراکم اسپور بالا در ریزوسفر پده، می‌توان این گونه عنوان نمود که پده دارای همزیستی بالایی با قارچ‌های میکوریز بوده که می‌توان از این همزیستی به عنوان راهکاری برای احیا و توسعه جنگل‌های پده استفاده نمود. همچنین فاصله از رودخانه می‌تواند به‌عنوان یک عامل موثر در میزان همزیستی قارچ‌های میکوریز و درختان پده در جنگل‌های کناررودخانه‌ای باشد.

واژه‌های کلیدی: آغشتگی، پده، قارچ، ریزوسفر، میکوریز

مقدمه

قارچ‌های میکوریز به‌عنوان یک همزیست اجباری، در تمامی اکوسیستم‌های زمینی گسترش دارند و برای استفاده گیاهان از مواد غذایی خصوصاً نیتروژن، فسفر و آب ضروری هستند. از طرفی گیاهان منابع اولیه کربن را که در فتوسنتز جذب شده است را در اختیار قارچ قرار می‌دهند (۲۳). این قارچ‌ها در تمامی اکوسیستم‌های خشکی پراکنده هستند و قدمتی حدود ٦۰۰-٤۰۰ میلیون سال دارند (۲۷). بنابراین نقش مهمی در جوامع گیاهی به عهده دارند. که می‌توان به بازسازی اکوسیستم‌های آسیب یافته (۲٤) اشاره کرد. بنابراین اهمیت شناخت و آگاهی از چنین همزیستی می‌تواند کمک مؤثری به حفاظت از اکوسیتم‌های مختلف خصوصاً جنگل‌های کنار رودخانه‌ای و گونه پده داشته باشد (٤۱).

قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در خاک‌های جنگلی و کشاورزی نقش مهمی در بسیاری از فرآیندهای خاک از قبیل تجزیه مواد آلی، آزاد سازی نیتروژن (۱۱ و ۱۲) دارند. اگرچه این قارچ‌ها به شدت در بین گیاهان فراگیر هستند و با بیش از ۹۰ درصد گونه‌های گیاهی همزیستی دارند (۳۳)، اما به شدت می‌توانند تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار بگیرند. چنین عواملی می‌توانند خصوصیات اقلیمی، گیاه میزبان (۱۳)، تغییر شرایط محیطی (٤۰)، آب گرفتگی (۲۸)، میزان نیتروژن (٦)، pH (٤۰) و کربنات کلسیم (۱۹) باشند.

اصولاً مطالعات مربوط به همزیستی قارچ‌های میکوریز با گیاهان با تعیین میزان آغشتگی (Colonization) و تراکم اسپور در خاک شروع می‌شود. آغشتگی می‌تواند دارای همبستگی معنی‌دار با تراکم اسپور (۲۱) و یا دیگر متغیرهای خاک مثل pH، EC (۳۱)، شرایط محیطی و جغرافیایی (۱۰) داشته باشند.

جنگل‌های کنار رودخانه‌ای یکی از اکوسیستم‌های جنگلی منحصر به فردی است که متاسفانه اطلاعات کمی در رابطه با آنها وجود دارد. این جنگلها نقش مهمی را در حمایت اکوسیستم رودخانه از طریق اثرات متقابل بر هیدرولوژی، ژئومورفولوژی، و لیمونولوژی ایفا می‌کنند (۲۵). با وجود تمامی خدماتی که به‌وسیله اکوسیستم ها کناررودخانه‌ای فراهم می‌شود، این جنگل ها در معرض خطر نابودی قرار دارند (۳۵). بنابراین آگاهی و شناخت هرچه بیشتر این اکوسیستم و گونه‌های موجود در آن می‌توند به عنوان راهنمایی برای احیا و بازسازی این جنگل‌ها باشد. جنگل‌های حاشیه رودخانه‌ای از متنوع ترین، پویاترین و پیچیده‌ترین اکوسیستم‌های جهان هستند (۵) و یکی از شایع‌ترین گونه‌های موجود در این جنگل‌ها پده (*P. euphratica*) می‌باشد. پده

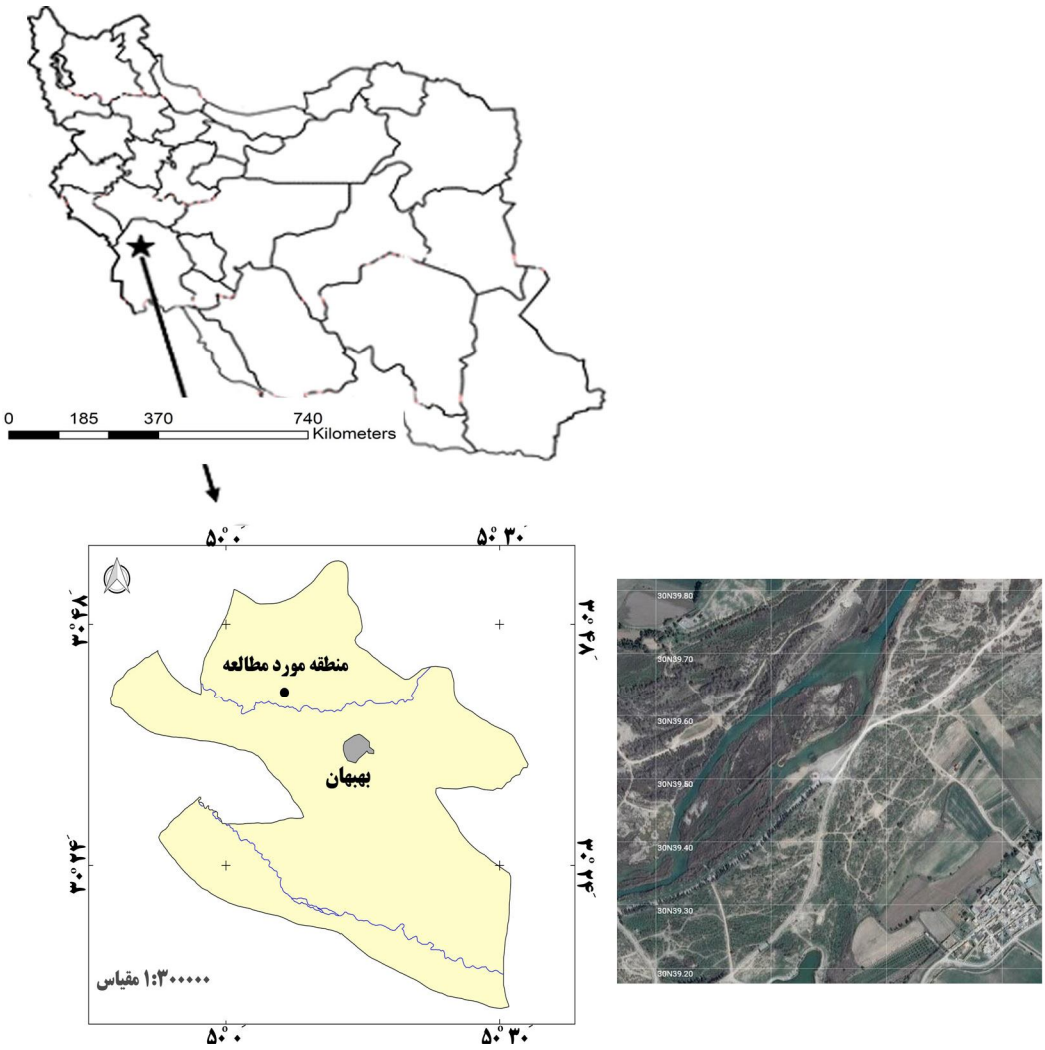
یکی از گونه‌هایی که بطور وسیعی در آسیا، آفریقا و اروپا گسترش دارد (۳۹). این‌گونه در مناطقی از ایران انتشار یافته و بومی مناطق خشک و نیمه خشک است. دامنه پراکنش آن در ایران از مناطق گرم مانند استان‌های خوزستان و سیستان تا مناطق سرد نظیر آذربایجان (حاشیه رودخانه ارس) و زنجان می‌باشد (۳۰). هزاران هکتار از اراضی حاشیه رودخانه‌های بزرگ و کوچک استان خوزستان و مناطق گرم و خشک و استپی ایران که از خصوصیات ویژه‌ای برخوردارند تحت پوشش این‌گونه قرار دارند. مطالعات مربوط به همزیستی این‌گونه ارزشمند با قارچ‌های میکوریز می‌تواند وضعیت این همزیستی و درجه آن را برای ما مشخص کند. بنابراین با توجه به این مسئله که این قارچ‌ها نقش مهمی در احیا جنگلها، رشد و نمو گیاهان (۷) و پیگیری از تنش‌های محیطی (۱ و ۲) دارند، می‌توان از آن‌ها به عنوان ابزاری برای مدیریت بهتر مناطق جنگلی مورد استفاده قرار گیرد.

هدف از این پژوهش بررسی رابطه قارچ‌های میکوریز آربوسکولار با پده، تعیین شدت آغشتگی، اثر فاصله از رودخانه بر میزان اسپورزایی و آغشتگی و در نهایت مشخص کردن ارتباط بین میزان آغشتگی و اسپورزایی با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جنگل‌های کنار رودخانه‌ای می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: این مطالعه در جنگل‌های رودخانه‌ای مارون شهرستان بهبهان واقع در استان خوزستان انجام شده است. جنگل مورد بررسی در محدوده طول جغرافیایی ″۳۰ ′۰۹ °۵۰ تا ″۲۵ ′۱۰ °۵۰ شرقی و عرض جغرافیایی ″۵۳ ′۳۸ °۳۰ تا″۳۸ ′۳۹ °۳۰ شمالی با ارتفاع ۲۵۰ تا ۳۰۰ متر از سطح دریا قرار دارد. میانگین بارندگی و دمای سالانه به ترتیب ۳۵۰ میلی متر و ٢٤ درجه سانتی‌گراد است. این منطقه بر اساس فرمول آمبرژه دارای اقلیم خشک می‌باشد. پوشش گیاهی این منطقه عمدتاً از گز (*Tamarix arceuthoides*) و پده تشکیل شده و به همراه آن لیسیوم (*Lycium sp.*) و بنگرو (*Vitex pseudo-negundo*) نیز وجود دارد (شکل ۱).

جمع‌آوری اطلاعات: برای نمونه‌برداری عرض جنگل به سه منطقه با فاصله ۲۰۰ متر تقسیم شد. منطقه اول در مجاورت رودخانه، منطقه دوم با فاصله ۲۰۰ متر از رودخانه و منطقه سوم با فاصله ٤۰۰ متر از رودخانه واقع شده بود. در هر کدام از این مناطق به صورت تصادفی تعداد ۱۰ پایه پده انتخاب و نمونه‌های خاک ریزوسفر پده از عمق ۱۰-۰ سانتی‌متری برداشت شد. نمونه‌های خاک به‌صورت ترکیبی از اطراف درخت برداشت شد. همچنین نمونه‌های ریشه درختان پده نیز بعد از اطمینان از این مسئله که ریشه‌ها متعلق به پده می‌باشند برداشت شد. کلیه نمونه‌ها در فصل بهار برداشت و در کوتاه‌ترین زمان به آزمایشگاه منتقل شد.



شکل ۱- موقعیت مکانی منطقه مورد مطالعه.

Figure 1. Location of studied site.

رنگ‌آمیزی ریشه و محاسبه درصد آغشتگی و استخراج اسپور از خاک: ریشه‌های موبین استخراج شده از منطقه مورد مطالعه پس از شستشو با آب در محلول تثبیت کننده (۵ میلی‌لیتر فرمالین، ۵ میلی‌لیتر اسید استیک و ۹۰ میلی‌لیتر اتانول ۷۰ درصد)، تا زمان رنگ‌آمیزی نگهداری شد. سپس نمونه‌های ریشه با روش فیلس و هایمن (۱۹۷۰) رنگ‌آمیزی شدند. میزان آغشتگی بر اساس روش بیرمن و لیندرمن (۱۹۸۱) محاسبه شد. برای این منظور ریشه‌های رنگ آمیزی شده در زیر میکورسکوپ نوری مشاهده و حضور یا عدم حضور اندام قارچی (هیف، اربسکول، ویزکول) ارزیابی شد.

استخراج اسپورهای خاک با استفاده از روش الک مرطوب و سانتریفیوژ کردن در آب بود (۹). برای این منظور از هر نمونه ۵ گرم خاک مورد استفاده قرار گرفت (به‌علت تعداد زیاد اسپورها). سپس نمونه‌ها بر روی کاغذ صافی قرار گرفتند و تعداد آن‌ها شمارش شد.

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک: خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک که در این تحقیق مورد بررسی قرار گرفت عبارت بودند از ازت کل (٤)،

پتاسیم (۲۰)، فسفر قابل جذب (۲۲)، کربن آلی (۳۷)، pH (با استفاده از pH متر) و بافت خاک که به روش هیدرومتری محاسبه شدند.

تجزیه و تحلیل آماری: کلیه داده‌های مربوط به تراکم اسپور، آغشتگی ریشه و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، بعد از اطمینان از پراکنش نرمال آن‌ها، با استفاده از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه برای بررسی معنی‌داری در هر یک از فاصله‌ها استفاده شد. سپس در صورتی که آزمون تجزیه واریانس تفاوت معنی‌داری را در بین متغیرها نشان داد در ادامه برای مقایسه میانگین‌ها از دانکن استفاده شد. همبستگی بین متغیرهای مورد بررسی نیز با استفاده از ضریب همبستگی پیرسون مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج

آغشتگی ریشه: نتایج حاصل از تجزیه واریانس میزان آغشتگی ریشه در فواصل مختلف نشان داد که این میزان در بین فواصل مختلف دارای تفاوت معنی‌داری است. به نحوی که با افزایش فاصله از رودخانه بر میزان آغشتگی ریشه افزوده شده و کمترین و بیشترین میزان آغشتگی به‌ترتیب در فاصله دوم و سوم مشاهده شد که شامل ٦٥/٣٣ و ٨٦/٤ درصد بود (جدول ۱). دامنه آغشتگی ریشه در رابطه با درختان مورد بررسی به‌طور کلی از ٤٨ تا ٩٢ درصد بود که نشان دهنده همبستگی بالای بین درختان پده و قارچ‌های میکوریز می‌باشد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس مربوط به میزان آغشتگی ریشه و تراکم اسپور

Table 1. Result of root colonization and spore density analysis of variance.

	فاصله ۱ (کنار رودخانه) Distance 1	فاصله ۲ (۲۰۰ متر بعد از لبه رودخانه) Distance 2 (200 m away from river bank)	فاصله ۳ (٤۰۰ متر بعد از لبه رودخانه) Distance 3 (400 m away from river bank)
آغشتگی ریشه Root colonization	85.5±1.52 [a]	65.3±4.24 [b]	86.4±1.56 [a]
تراکم اسپور Spore density	174±22.7 [a]	177±22.6 [a]	186±15.95 [a]

تراکم اسپور: نتایج حاصل از تراکم اسپور نیز نشان داد که اگر چه اختلاف معنی‌داری بین فاصله‌های مورد بررسی وجود نداشت اما این متغیر نیز همانند درصد آغشتگی با افزایش فاصله از رودخانه افزایش پیدا می‌کند. بیشترین میزان تراکم اسپور در فاصله ۳ که دورترین فاصله را از رودخانه دارا می‌باشد مشاهده شد (به‌طور میانگین ١٨٦ اسپور در ۵ گرم خاک) و کمترین میزان آن در فاصله یک در نزدیکترین فاصله را از رودخانه دارد (به‌طور میانگین ١٧٤ اسپور در ۵ گرم خاک) مشاهده شد (جدول ۱). نتایج این تحقیق نشان داد که تراکم اسپور در جنگل مورد مطالعه دامنه‌ای از ۸۰ تا ۳۱۰ اسپور در ۵ گرم خاک داشت که نشان دهنده تراکم بالای اسپور در ریزوسفور پده می‌باشد.

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک: از بین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مورد مطالعه، تنها رس، شن و فسفر دارای تفاوت معنی‌داری در بین فواصل مورد مطالعه بودند. بیشترین میزان فسفر (١٤/٣١ پی‌پی‌ام) در دورترین فاصله از رودخانه مشاهده شد و دارای تفاوت معنی‌داری با دو فاصه دیگر بود. نتایج بررسی فسفر مشخص کرد که این متغیر دارای روند افزایشی با افزایش فاصله از رودخانه است (جدول ۲). نتایج کربن آلی خاک مشخص کرد که اختلاف معنی‌داری در فاصله‌های

مورد مطالعه برای این متغیر وجود ندارد. اما اگرچه روند افزایشی در رابطه با کربن آلی با افزایش فاصله از رودخانه وجود داشت اما این روند معنی‌دار نبود. شن و رس روندی عکس یکدیگر داشتند و در فاصله سه، در حالی بیشترین میزان رس مشاهده شد، اما کمترین میزان شن در این فاصله مشاهده شد. بنابراین با افزایش فاصله از رودخانه رس افزایش و شن کاهش یافته است. بقیه متغیرهای مورد مطالعه دارای تفاوت معنی‌داری در فاصله‌های مورد بررسی نبودند (جدول ۲).

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در فواصل مورد مطالعه.

Table 2. Soil physiochemical properties in studied distances.

	فاصله ۱	فاصله ۲	فاصله ۳
ازت (درصد) N %	0.15±0.01 [a]	0.11± 0.02 [a]	0.13 ± 0.01 [a]
پتاسیم (پی پی ام) K (PPm)	222±24 [a]	394±91 [a]	275±46 [a]
فسفر (پی پی ام) P(PPM)	1.96±0.31 [b]	10.12±4.8 [b]	14.31±6.4 [a]
کربن آلی (درصد) OC %	1.25±0.1 [a]	0.96±0.18 [a]	1.22±.17 [a]
pH	7.7±0.15 [a]	8.1±0.13[a]	7.7±0.10 [a]
رس (درصد) Clay %	8.6±0.67 [ab]	7.2±.66 [b]	14.6±3.5 [a]
شن (درصد) Sand %	73.2±2.3 [ab]	81.4±4.4 [a]	56.2±12.1 [b]
سیلت (درصد) Silt %	18.4±1.9 [a]	11.4±3.7 [a]	29.2±8.5 [a]

همبستگی بین متغیرهای مورد بررسی: نتایج همبستگی پیرسون نشان داد که بین درصد آغشتگی ریشه و دیگر متغیرهای مورد بررسی همبستگی معنی‌داری وجود ندارد. در رابطه با تراکم اسپور نیز نتیجه‌ای مشابه با اغشتگی ریشه بدست آمد و هیچ همبستگی معنی‌داری بین این متغیر و دیگر متغیرهای مورد بررسی مشاهده نشد (جدول ۳). در مقابل همبستگی معنی‌داری بین ازت و کربن الی خاک در منطقه مورد مطالعه مشاهده شد. همچنین فسفر با میزان رس دارای همبستگی مثبت معنی‌داری در سطح یک درصد بود در حالی که با میزان درصد شن دارای همبستگی منفی در سطح پنج درصد بود. دیگر متغیر مورد بررسی رس بود که دارای همبستگی مثبتی معنی‌داری با سیلت بود در حالی که همبستگی منفی معنی‌داری را با pH و درصد شن نشان داد. دیگر متغیرهای مورد بررسی همبستگی معنی‌داری را منطقه مورد مطالعه نشان ندادند.

جدول ۳- همبستگی پیرسون بین متغیرهای مورد بررسی.

Table 3. Pearson's correlation coefficient between studded parameters.

	ازت N	کربن آلی OC	فسفر P	پتاسیم K	رس Clay	سیلت Silt	شن Sand	pH	آغشتگی Colonization	تراکم اسپور SD
ازت (درصد) N %	1									
کربن آلی (درصد) OC %	0.96**	1								
فسفر (میلی‌گرم در کیلوگرم) P (ppm)	0.34	0.33	1							
پتاسیم (میلی‌گرم در کیلوگرم) K (ppm)	-0.01	-0.05	0.33	1						
رس (درصد) Clay %	0.2	0.20	0.64**	0.16	1					
سیلت (درصد) Silt %	0.16	0.17	0.47	0.15	0.95**	1				
شن (درصد) Sand%	-0.17	-0.18	-0.53*	-0.16	-0.97**	-0.99**	1			
pH	-0.25	-0.20	-.22	0.36	-0.52*	-0.47	0.48	1		
آغشتگی (درصد) Colonization%	0.33	0.37	0.10	-0.03	0.37	0.35	-0.37	-0.12	1	
تراکم اسپور (اسپور در ۵ گرم خاک) SD (spore g^{-1})	-0.14	-0.18	0.22	-0.37	0.11	0.04	-0.06	-0.11	-0.16	1

** معنی‌دار در سطح یک درصد؛ * معنی‌دار در سطح پنج درصد

بحث

نتایج این تحقیق نشان داد که درختان پده همزیستی بسیار مناسبی با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار دارند. به نحوی که تا ۹۲ درصد ریشه درختان پده می‌تواند توسط قارچ‌های میکوریز پوشانده شود. با توجه به این‌که حد معقول آغشتگی ریشه ٤۰ درصد ذکر شده (۳٤) می‌تواند تایید کننده این مسئله باشد که رابطه تنگاتنگی بین قارچ‌های میکوریز آربوسکولار و درختان پده وجود دارد. بنابراین چنین همزیستی بالایی می‌تواند به‌عنوان راهکاری برای احیا جنگل‌های پده موردنظر قرار بگیرد. در این مطالعه همان‌طور که ذکر شد همبستگی معنی‌داری بین آغشتگی ریشه و متغیرهای خاک مشاهده نشد که این نتایج همسو با یافته‌های دیگر محققین است (۸، ۱٦، ۱۹، ۲۹).

تراکم اسپور متغیری است که در این مطالعه دارای روند افزایشی با افزایش فاصله از رودخانه بود. بنابراین دوری و نزدیکی به رودخانه می‌تواند باعث تأثیر بر میزان تراکم اسپورهای خاک شود. این متغیر می‌تواند دارای همبستگی با میزان آغشتگی ریشه (۲۱)، عناصر غذایی (۱۷)، عوامل محیطی (۱۹) فسفر خاک و pH (۱٤ و ۱۸) باشد. اما بر خلاف این یافته‌ها در این تحقیق تراکم اسپور با هیچ یک از متغیرهای نامبرده دارای همبستگی معنی‌دار نبود. با توجه به این‌که شرایط محیطی در جنگل‌های کنار رودخانه‌ای تغییر کرده است، این تغییر باعث تغییر در تراکم اسپور و میزان آغشتگی ریشه در این محیط شده است. این تغییرات ناشی از وجود فعالیت‌های انسانی، رفت و آمد و استفاده تفریحی از این جنگل‌ها خصوصاً در منطقه با فاصله ۲۰۰ متری از لبه رودخانه است که توانسته به‌طور منفی باعث تاثیر بر قارچ‌های میکوریز شود. این نتایج همسو با یافته‌های والترت و همکاران (۲۰۰۲) است که عنوان نمودند فعالیت‌های تفرجی از جنگل می‌تواند باعث تاثیرات منفی بر خاک

و ریشه‌های مویین که قارچ‌ها برای برقراری ارتباط به آنها نیاز دارند، شود.

تحقیقات مختلف نشان داده که میزان فسفر و کربن آلی خاک (۳٦) و کربن آلی خاک (٤۰) تاثیر زیادی بر توسعه قارچ‌های میکوریز دارد. البته شایان ذکر است که خود فسفر نیز تحت تاثیر pH خاک است (۱۵). در این تحقیق نیز مشاهده شد که بیشترین مقدار کربن آلی و فسفر خاک در فاصله سوم مشاهده شد. این در حالی است که در این فاصله حداکثر تراکم اسپور و آغشتگی ریشه نیز مشاهده شد. بنابراین نتایج این تحقیق نیز همسو با یافته‌های دیگران و در جهت این مسئله است که عناصر غذایی خاک می‌توانند تاثیر زیادی بر روی قارچ‌های میکوریز داشته باشند. pH خاک علاوه بر تاثیر بر میزان فسفر خاک می‌تواند بر قارچ‌ها میکوریز نیز تاثیر داشته باشد (٤۲). در این مطالعه نیز در فاصله دوم بالاترین میزان pH خاک مشاهده می‌شود که خود این عامل نیز در کنار اثرات تخریبی فعالیت‌های انسانی می‌تواند به عنوان فاکتور تاثیرگذار بر میزان آغشتگی ریشه درختان پده باشد.

همانطور که ذکر شد که در فاصله سوم میزان فسفر قابل جذب خاک و همچنین میزان رس دارای بیشترین میزان خود می‌باشد. این نتایج حاکی از ارتباط این عنصر با میزان رس خاک است و این در در قسمت همبستگی نیز مشخص شده که میزان فسفر قابل جذب با درصد شن خاک همبستگی منفی دارد. بنابراین کاهش شن و افزایش رس می‌تواند منجر به افزایش فسفر قابل جذب خاک شود (۳۲).

نتیجه‌گیری

جنگل‌های کنار رودخانه‌ای از جمله اکوسیستم‌های هستند که در معرض خطر شدید قرار دارند. این خطرات عموماً ناشی از فعالیت‌های انسانی هستند که نه تنها ماهیت این جنگل‌ها را به خطر انداخته بلکه در این تحقیق دیدیم که می‌توانند اثرات منفی بر قارچ‌های میکوریز نیز داشته باشند. در مجموع وجود تراکم بالای اسپور در ریزوسفر درختان پده و همچنین درصد آغشتگی بالا نشان دهنده ارتباط تنگاتنگ قارچ‌های میکوریز آربوسکولار با درختان پده می‌باشد که می‌تواند از آن به صورت پتانسیل برای احیا و توسعه جنگل‌های پده استفاده نمود. همچنین این تحقیق نشان داد که میزان آغشتگی و اسپورزایی با دوری و نزدیکی به رودخانه تغییر می‌کند که می‌تواند ناشی از تغییر در بافت خاک باشد. اگرچه عرض جنگل مورد مطالعه تنها ٤۰۰ متر بود اما تغییرات مربوط به تراکم و آغشتگی قارچ‌ها میکوریز آربوسکولار را به خوبی نشان داد که می‌تواند نماینگر تغییرات سریع در خصوصیات خاک در جنگل‌های کناررودخانه‌ای باشد.

سپاسگزاری

این مقاله با حمایت دانشگاه صنعتی خاتم‌الانبیاء بهبهان تهیه شده و بدین سبب نویسندگان کمال تشکر را برای انجام این پژوهش از دانشگاه و کارکنان آن دارند.

منابع

1. Al-Karaki, G., McMichael, B., and Zak, J. 2004. Field response of wheat to arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress. Mycorrhiza. 14: 4. 263-369.
2. Barea, J.M., Palenzuela, J., Cornejo, P., Sánchez-Castro, I., Navarro-Fernández, C., Lopéz-García, A., Estrada, B., Azcon, R., Ferrol, N., and Azcon-Aguilar, C. 2011. Ecological and functional roles of mycorrhizas in semi-arid ecosystems of Southeast Spain. Journal of Arid Environments. 75: 1292–1301.

3. Biermann, B., and Linderman, R.G. 1981. Quantifying vesicular-arbuscular mycorrhizae: Proposed method towards standardization. New Phytologist. 87: 63-67.
4. Bremner, J.M., and Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen total. In: Miller RH, Kieney DR (eds) Method of soil analysis- part 2: chemical and microbiological methods, 2nd edn. Agronomy series No. 9. American Society for Agronomy and Soil Sciences, Madison, Pp: 595–624.
5. Coroi, M., Skeffington, M.S., Giller, P., Smith, C., Gormally, M., and O'donovan, G. 2004. Vegetation Diversity and Stand Structure in Streamside Forests in The South Of Ireland. Forest Ecology and Management. 202: 1. 39-57.
6. Egerton-Warburton, L.M., and Allen, E.B. 2000. Shifts in arbuscular mycorrhizal communities along an anthropogenic nitrogen deposition gradient. Ecological Applications. 10: 484–496.
7. Finlay, R.D. 2008. Ecological aspects of mycorrhizal symbiosis: with special emphasis on the functional diversity of interactions involving the extraradical mycelium. Journal of Experimental Botany. 59: 1115–1126.
8. Gai, J.P., Tian, H., Yang, F.Y., Christie, P., Li, X.L., Klironomos, J.N. 2012. Arbuscular mycorrhizal fungal diversity along a Tibetan elevation gradient. Pedobiologia. 55: 145–151.
9. Gerdemann, J.W., and Nicloson, T.H. 1963. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. Trans. British Mycological Society. 46: 235-238.
10. Giglouei, A.A.F., Forghani, A., Kahneh, E., and Karimi, Gh.H. 2008. The arbuscular mycorrhizal fungi status of some poplar clones in Guilan. Iranian Journal of Biology. 21: 2. 278-288. (In Persian)
11. Hodge, A., Campbell, C.D., and Fitter, A.H. 2001. An arbuscular mycorrhizal fungus accelerates decomposition and acquires nitrogen directly from organic material. Nature. 413: 297–299.
12. Hodge, A., and Fitter, A.H. 2010. Substantial nitrogen acquisition by arbuscular mycorrhizal fungi from organic material has implications for N cycling. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 107. 31. 13754–13759.
13. Kivlin, S.N., Hawkes, C.V., and Treseder, K.K. 2011. Global diversity and distribution of arbuscular mycorrhizal fungi. Soil Biology and Biochemistry. 43: 2294–2303.
14. Li, L.F., Yang, A.N., and Zhao, Z.W. 2005. Seasonality of arbuscular mycorrhizal symbiosis and dark septate endophytes in a grassland site in southwest China. FEMS Microbiology Ecology. 54: 367–373.
15. Martinez-Salgado, M.M., Gutiérrez-Romero, V., Jannsens, M., and Ortega-Blu, R. 2010. Biological soil quality indicators: review. Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology. 319-328.
16. Matevž, L., Katarina, H., Tomislav, R., and Marjana, R. 2013. Distribution and diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in grapevines from production vineyards along the eastern Adriatic coast. Mycorrhiza. 23: 209–219.
17. Mendoza, R.E., Goldmann, V., Rivas, J., Escudero, V., Pagani, E., Collantes, M.B., and Marbán, L. 2002. Arbuscular mycorrhizal fungi populations in relationship with soil properties and host plant in grasslands of Tierra del Fuego. Austral Ecology., 12: 105–116.
18. Minggui, G., Ming, T., Qiaoming, Z., and Xinxin, F. 2012. Effects of climatic and edaphic factors on arbuscular mycorrhizal fungi in the rhizosphere of Hippophae rhamnoidesin the Loess Plateau, China. Acta Ecologica Sinica. 32: 62–67.
19. Moradi, M., Shirvany, A., Matinizadeh, M., Etemad, V., Naji, H.R., Abdul-Hamid, H., Sayah, S. 2014. Arbuscular mycorrhizal fungal symbiosis with *Sorbus torminalis* does not vary with soil nutrients and enzyme activities across different sites. iForest. 8. 3. 308–313.
20. Morwin, H.D., and Peach, P.M. 1951. Exchangeability of soil potassium in and, silt and clay fractions as influenced by the nature of complementary exchangeable cations. Soil Science Society of America Journal, 15: 125-128.

21. Muthukumar, T., Sha, L.Q., Yang, X.D., Cao, M., Tang, J.W., and Zheng, Z. 2003. Distribution of roots and arbuscular mycorrhizal associations in tropical forest types of Xishuangbanna, southwest China. Applied Soil Ecology. 22: 241–253.
22. Olsen, S.R., Cole, C.V., Watanabe, F.S., and Dean, L.A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate, USDA Circular. 939: 1-19.
23. Parniske, M. 2008. Arbuscular mycorrhiza: the mother of plant root endosymbioses. Nature Reviews Microbiology. 6: 763–775.
24. Peter, D.S., Williams, S.E., and Martha, C. 1988. Efficacy of native vesicular–arbuscular mycorrhizal fungi after severe soil disturbance. New Phytologist. 110: 347–54.
25. Petts, G., and Amoros, C. 1996. Fluvial Hydrosystems: a manage-ment perspective. Pp: 263–278. In: Petts, G., and Amoros, C. (eds), Fluvial hydrosystems. Chapman and Hall, London, 1-2.
26. Phillips, J.M., and Hayman, D.S. 1970. Improved procedures for clearing and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transactions of the British Mycological Society. 55: 158–161.
27. Redecker, D., Kodner, R., and Graham, L.E. 2000. Glomalean fungi from the Ordovician. Science. 289: 1920–1921.
28. Roda, J.J., Diaz, G., and Torres, P. 2008. Spatial distribution of arbuscular mycorrhizal fungi in the rhizosphere of the salt marsh plant *Inula crithmoides* L. along a salinity gradient. Arid Land Research and Management. 22: 310–319.
29. Rodriguez-Echeverria, S., Gera, H., W.H., Freitas H., Easonc W.R., and Cook, R. 2008. Arbuscular mycorrhizal fungi of *Ammophila arenaria* (L.) Link: Spore abundance and root colonisation in six locations of the European coast. European Journal of Soil Biology. 44: 30–36.
30. Sabeti, H. 1976. Forests, Trees and Shrubs of Iran. Ministry of Agriculture and Natural Resources of Iran, Tehran. 810p. (In Persian)
31. Salajegheh Tezrji, F., Sarcheshmehpour, M., and Mohammadi, H. 2014. Investigation of mycorrhizal colonization of Pistachio (*Pistacia vera*) seedlings in Kerman province and evaluation of some isolates via greenhouse experiment. Journal of Soil Management and Sustainable Production. 4. 3. 113-130. (In Persian)
32. Samadi, A. 2006. Phosphorus Sorption Characteristics in Relation to Soil Properties in Some Calcareous Soils of Western Azarbaijan Province. Journal of Agricultural Science and Technology. 8: 251-264.
33. Smith, S.E., and Read, D.J. 2008. Mycorrhizal Symbiosis. Academic Press Inc., London, UK. 815p.
34. Thonar, C., Schnepf, A., Frossard, E., Roose, T., and Jansa, J. 2011. Traits related to differences in function among three arbuscular mycorrhizal fungi. Plant and Soil. 339: 231–245.
35. Tockner, K., and Stanford, J.A. 2002. Riverine flood plains: Present state and future trends. Environmental Conservation. 29: 3. 308-330.
36. Treseder, K.K. 2004. A meta-analysis of mycorrhizal responses to nitrogen, phosphorus and atmospheric CO2 in field studies. New Phytologist. 164: 347-365.
37. Walkley, A., and Black, I.A. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science. 37: 29-37.
38. Waltert, B., Wiemken, V., Rusterholz, H.P., Boller, T., and Baur, B. 2002. Disturbance of forest by trampling: Effects on mycorrhizal roots of seedlings and mature trees of *Fagus sylvatica*. Plant and Soil. 243: 143–154.
39. Wang, S.J., Chen, B.H., and Li, H.Q. 1995. Euphrates poplar forest. China Environmental Science. 12-16.

40. Yang, A.N., Lu, L., and Zhang, N. 2011. The diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in the subtropical forest of Huangshan (Yellow Mountain), East-Central China. World Journal of Microbiology and Biotechnology. 27: 2351-2358.
41. Yang, Y., Chen, Y., and Li, W. 2008. Arbuscular mycorrhizal fungi infection in desert riparian forest and its environmental implications: A case study in the lower reach of Tarim River. Progress in Natural Science. 18: 983–991.
42. Yoshimura, Y., Ido, A., Iwase, K., Matsumoto, T., and Yamato, M. 2013. Communities of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in the Roots of *Pyrus pyrifolia var. culta* (Ja panese Pear) in Orchards with Variable Amounts of Soil-Available Phosphorus. Microbes and Environments. 28: 1. 105–111.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 24 (1), 2017
http://jwfst.gau.ac.ir

Arbuscular mycorrhizal fungi symbiosis with *Populus euphratica* Oliv in riparian forest and its correlation with soil physiochemical properties

S. Moradi Behbahani[1], *M. Moradi[2], R. Basiri[3] and J. Mirzaei[4]
[1]M.Sc. Student of Forestry, Behbahan Khatam Al-Anbia University of Technology, Iran, [2]Assistant Prof., Dept., of Forestry, Faculty of Natural Resources and Environment, Behbahan Khatam Al-Anbia University of Technology, Iran, [3]Associate Prof., Dept., of Forestry, Faculty of Natural Resources and the Environment, Behbahan Khatam Al-Anbia University of Technology, Iran, [4]Assistant Prof., Dept., of Forest Science, Faculty of Agriculture, University of Ilam, Ilam, Iran
Received: 06/24/2016 ; Accepted: 10/30/2016

Abstract
Background and objectives: Riparian forests are one of the unique forest ecosystems, but, there is little information available about these forest ecosystems in the Iran. These forests have an important role in riparian ecosystem protection, but they are in danger. Populus euphratica is one the most common tree species in these ecosystems and is a native species of arid and semiarid sites that spread out in most part of the Iran. Regarding to lack of data about symbiosis of arbuscular mycorrhizal fungi and P. euphratica, this study was done to study of AMF symbiosis with P. euphratica and the effect of distance from river bank on root colonization and spore density. Furthermore, correlation between soil physiochemical properties, root colonization and spore density were investigated to determine the most effective parameters on this symbiosis.
Materials and methods: The Maroon riparian forest width was divided to three distances with 200 meter interval. Site one, two and three were located beside water, 200 and 400 meters away from river, respectively. Then, 10 soil samples belonged to P. euphratica rhizosphere were collected in each site. Furthermore, for each selected tree, root samples were collected, and root length colonization and spore density were determined. Also, soil physiochemical properties of each studied distance were determined.
Results: The result indicated that the least root length colonization belonged to the distance two and significantly was lower than the other two studied distances. This result might be because of human activity in this distance that could have negative effect on root length colonization. Moreover, although no significant difference was observed for spore density in studied distance, but the highest value of spore density belonged to the distance three. Soil phosphorous, sand and clay were significantly different between studied distances. While, the other studied soil physiochemical parameters showed no significant differences in studied distances. Furthermore, no correlation was observed between root length colonization and spore density. Significant correlation was observed between soil clay, silt and phosphorus. While, root length colonization and spore density showed no significant correlation with studied soil physicochemical parameters.
Conclusion: Regarding to the high level of root length colonization and spore density in P. euphratica rhizosphere, we could say that there is high level of symbiosis between P. euphratica and mycorrhizal fungi. Using this symbiosis could be an effective way in protection and expansion of P. euphratica afforestation. Moreover, distance from river bank is an effective parameter on mycorrhizal fungi symbiosis in riparian forest.

Keywords: Colonization, Fungi, Mycorrhizal, *Populus euphratica*, Rhizosphere

*Corresponding author: moradi4@gmail.com