اثر تغییر کاربری جنگل به باغ چای بر خصوصیات شیمیایی خاک و جمعیت قارچ میکوریز آربوسکولار (مطالعه موردی: لاهیجان)

شیرین شفیعی[1]، علی صالحی[2]* و احسان کهنه[3]

1) دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد رشته جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
2) دانشیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران. *رایانامه نویسنده مسئول مکاتبات: asalehi@guilan.ac.ir
3) دانشیار پژوهشکده چای، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، لاهیجان، ایران.

تاریخ دریافت: 99/07/05 تاریخ پذیرش: 99/10/01

چکیده

تغییر کاربری اراضی تغییراتی را در خاک ایجاد می‌کند که به دنبال آن ماده آلی، مواد مغذی، موجودات خاکزی از جمله قارچ‌ها را تحت تاثیر قرار می‌دهد. قارچ‌های میکوریز آربوسکولار (AMF) از جمله ریزجانداران خاکزی می‌باشند که با ریشه طیف گسترده‌ای از گیاهان جنگلی و غیرجنگلی، همزیست می‌شوند. تنوع و پراکندگی این قارچ تحت تاثیر ترکیب گونه‌های گیاهی، مشخصه‌های خاک، شرایط محیطی و ریزجانداران خاک قرار دارد. هدف از انجام این مطالعه بررسی تاثیر تغییر کاربری اراضی از جنگل به باغ چای بر ویژگی‌های شیمیایی خاک و میزان همزیستی قارچ میکوریز آربوسکولار است. نمونه‌برداری از خاک مناطق جنگلی و چای‌کاری‌های مجاور ارتفاعات شهرستان لاهیجان به‌صورت تصادفی و به تعداد 20 عدد از هرکدام از کاربری‌ها در عمق 30-0 سانتی‌متر اطراف ریشه و در فصل پاییز انجام گرفت. همزمان نمونه‌های ریز ریشه‌ها از ریزوسفر درختان و بوته‌های چای تهیه شد. درصد کلونیزاسیون و تعداد اسپورهای قارچ میکوریز، کربن آلی، pH، فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که میانگین درصد کلونیزاسیون و تعداد اسپورها در خاک جنگل بیشتر از خاک باغ چای بود. بین pH و کربن آلی و پتاسیم قابل جذب در خاک دو کاربری اختلاف معنی‌داری دیده شد. همبستگی منفی بین تعداد اسپورهای قارچ میکوریزا با پتاسیم قابل جذب خاک (r= -0/418) و pH خاک (r= -0/571) و همبستگی مثبت بین درصد کلونیزاسیون ریشه و pH (r=0/453**) دیده شد. در نهایت تغییر کاربری و پوشش گیاهی با تغییر خصوصیات شیمیایی خاک موجب کاهش میزان همزیستی و تعداد اسپورهای قارچ میکوریز در خاک شد.

واژه‌های کلیدی: تغییر کاربری، جنگل، خصوصیات شیمیایی خاک، قارچ میکوریز، لاهیجان.

مقدمه

از بین بردن جنگل‌های طبیعی و تبدیل آنها به جنگل‌های دست کاشت و محصولات کشاورزی، تغییراتی را در خاک و پوشش گیاهی ایجاد می‌کند که به موجب آن ماده آلی، مواد مغذی و قارچ‌های خاکزی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Adejuwon & Ekanade, 1987). قارچ‌های میکوریز آربوسکولار از مهم‌ترین موجودات همزیست اجباری ریشه گیاهان به شمار می‌روند و تقریبا با 80 درصد گونه‌های گیاهی رابطه همزیستی برقرار می‌کنند. به دلیل پراکندگی این قارچ‌ها در سطح جهان و نیز ارتباط گسترده آنها با گیاهان، همزیستی میکوریزایی از فراوان‌ترین روابط همزیستی موجود در طبیعت محسوب می‌شود. از مهم‌ترین فواید همزیستی این قارچ‌ها با گیاهان، افزایش جذب آب و عناصر غذایی به ویژه فسفر، افزایش مقاومت گیاهان به بیماری و نیز بهبود تحمل آنها به تنش‌های غیرزیستی همچون شوری و خشکی، افزایش رشد گیاهان و همچنین بهبود بافت خاک است (Schalamuk *et al.*, 2006). فراوانی و تنوع قارچ میکوریز آربوسکولار تحت تاثیر نوع گونه‌های گیاهی همزیست، ویژگی‌های خاک منطقه، شرایط محیطی و ریز جانداران خاک است، اما اهمیت نسبی هر کدام از این عوامل در پراکندگی گونه‌های قارچ میکوریز آربوسکولار ناشناخته است (Clapp *et al.*, 1989) و به احتمال زیاد بسته به شرایط محیطی تغییر می‌کند. قارچ میکوریزا آربوسکولار به تغییر کاربری اراضی آسیب‌پذیر است. کشت تناوبی محصول، تک‌کشتی، کاشت محصولاتی غیر از

محصولات میزبان، پرورش گیاهان زراعی و استفاده بی‌رویه از کودها و آفت‌کش‌ها بر تنوع و فعالیت میکوریزا تاثیر می‌گذارد (McGonigle & Miller, 1996).

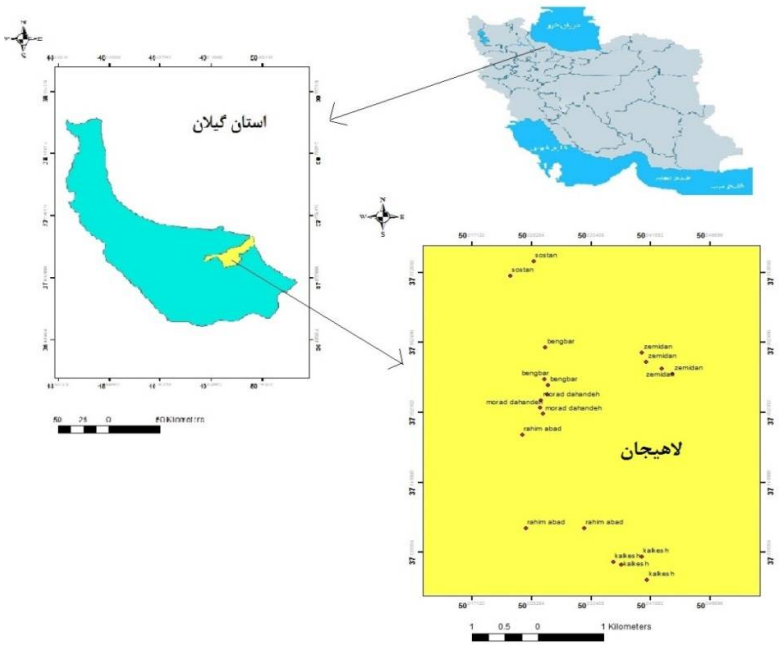
در شمال کشور کاشت چای با سرعت روزافزون انجام می شود و موجب تخریب جنگل‌ها و تبدیل آنها به باغ‌های چای گشته است. در این حالت رویشگاه از گونه‌های مختلف و پوشش گیاهی ناهمسال پاک می‌شود و با یک گونه از یک طبقه سنی جایگزین می‌شود که این مسئله می‌تواند اختلال شدیدی در رویشگاه ایجاد کند. از بین بردن گیاهان میزبان و اختلال در خاک، برای هاگزایی میکوریزا آربوسکولار مضر است (Jasper *et al.*, 1989).

Bahrami و همکاران (2010) پس از مقایسه کاربری‌های جنگل و چای‌کاری‌های گیلان به این نتیجه رسیدند که با تغییر کاربری میزان ماده آلی و pH خاک کاهش پیداکرده است. Muellerو همکاران (2016) به این نتیجه دست یافتند که از بین رفتن پوشش گیاهی (از بین رفتن درختان و یا زیر آشکوب، قطع تمام درختان و بهره‌برداری) در اکوسیستم‌های طبیعی تاثیر چشمگیری بر جمعیت کلی قارچ خاک گذاشته است. امیری و همکاران (1389) نیز به بررسی جمعیت قارچ‌های میکوریزی آربوسکولار در توده‌های گونه آزاد پرداختند و تاثیر تخریب رویشگاه را بر فراوانی این نوع قارچ‌ها و همچنین جذب فسفر خاک توسط ریشه بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که تخریب عامل کاهش فراوانی قارچ‌های میکوریزی رویشگاه گونه آزاد است. بررسی Oehl و همکاران (2003) به‌منظور یافتن تاثیر افزایش کشاورزی بر تنوع قارچ میکوریزا آربوسکولار به این نتیجه رسیدند تشدید کشاورزی موجب کاهش تعداد قارچ میکوریزا آربوسکولار (AMF) در خاک و همچنین کاهش کلونیزاسیون ریشه می‌شود. مهماندوست و همکاران (1397) پس از بررسی اثر تغییر کاربری اراضی بر برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و زیستی خاک منطقه سروک در شهرستان یاسوج به این نتیجه دست یافتند که میزان پتاسیم، ماده آلی و جمعیت قارچ در جنگل نسبت به کاربری زراعی کاهش یافته است.

بیش از 100 سال از کشت چای در استان گیلان و به‌ویژه شهرستان لاهیجان می‌گذرد. با تبدیل جنگل به باغ چای بسیاری از مشخصه‌های فیزیکی، شیمیایی، زیستی و جنگلی می‌تواند دستخوش تغییر شده و هرچقدر شدت تغییرات بیشتر باشد می‌تواند اختلال شدیدتری را در رویشگاه ایجاد کند. این مطالعه به‌منظور ارزیابی اثر تغییر کاربری اراضی از جنگل طبیعی به باغ چای بر جمعیت قارچ میکوریزا آربوسکولار، تغییر خصوصیات شیمیایی خاک‌ها در اثر این تغییر کاربری و ارتباط احتمالی بین تغییر خصوصیات شیمیایی خاک و ویژگی‌های مورد مطالعه قارچ میکوریزا آربوسکولار در دو کاربری جنگل و چای واقع در شهرستان لاهیجان انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی اثر تغییر کاربری اراضی بر جمعیت قارچ میکوریزا آربوسکولار و خصوصیات شیمیایی خاک مناطق جنگلی و چای‌کاری‌های مجاور آن در اطراف شهرستان لاهیجان انتخاب شدند. محدوده مورد بررسی در ارتفاعات 50 تا 220 متر از سطح دریا اطراف شهرستان و در عرض جغرافیایی ′7 °37 تا ′9 °37 شمالی و طول ′0 °50 تا ″2 °50 شرقی که مکان اصلی باغ‌های چای است قرار داشت. جنگل‌های مجاور باغ‌های چای شامل گونه‌های انجیلی، ممرز، بلوط و توسکا می‌باشند. میانگین بارندگی سالیانه در این منطقه حدود 1450 میلی‌متر است. میانگین حداکثر درجه حرارت سالیانه 26 درجه سانتی‌گراد و میانگین حداقل درجه حرارت 7 سانتی‌گراد است (بخشی‌پور، 1372).



شکل 1. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در استان گیلان و نقاط نمونه‌برداری شده در شهرستان لاهیجان

ابتدا پس از گردش میدانی، چای‌کاری‌های مجاور جنگل‌های طبیعی به عنوان مناطق نمونه‌برداری انتخاب شد. سپس تعداد 20 نمونه خاک مرکب به صورت تصادفی (در فصل پاییز) از هرکدام از مناطق تحت پوشش چای و همچنین 20 نمونه خاک از مناطق تحت پوشش درختان جنگلی مجاور از عمق 30-0 سانتی‌متر در اطراف ریشه گیاه جمع‌آوری گردید. همزمان نمونه‌های ریشه مویین نیز از بوته‌های چای و درختان تهیه شد. نمونه‌های خاک از دو محل جنگل و باغ‌های چای به‌صورت جداگانه در کیسه‌های پلاستیکی قرار گرفت و در طول گردش میدانی در محل خنک نگهداری شد. پس از انتقال نمونه‌های خاک به آزمایشگاه، نمونه‌هایی از خاک که به‌منظور انجام آزمایش‌های شیمیایی برداشت شده بودند، پس از خشک شدن در هوا از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند تا ذرات درشت آنها جدا شوند (Mclean, 1982). سپس کربن آلی خاک به روش والکی-بلاک (Beck *et al.*, 1999)، pH خاک با دستگاه pH متر و به‌کارگیری مخلوط خاک و آب مقطر (2/5: 1) (جعفری‌حقیقی، 1382)، فسفر قابل جذب از روش عصاره‌گیری اولسن (Miller & Keeney, 1982)، پتاسیم قابل جذب به روش عصاره‌گیری با استات آمونیوم نرمال و از طریق دستگاه فیلم فتومتر (جعفری حقیقی، 1382) اندازه‌گیری شدند.

استخراج اسپورهای قارچ با استفاده از روش الک مرطوب و سانتریفیوژ کردن با ساکارز 60 درصد انجام شد. در این روش ابتدا نمونه‌های 100 گرمی خاک با آب مقطر مخلوط و سوسپانسیون حاصل از سری الک‌ها (400 تا 40 مش) عبور داده شد. پس از دو مرتبه سانتریفیوژ، محلول رویی لوله آزمایش که حاوی اسپورها بود از الک 40 مش عبور داده شد. سپس اسپورها از طریق جریان آب به کاغذ صافی منتقل شد و در زیر استریو میکروسکوپ به شمارش این اسپورها اقدام شد (Rajni & Mukerji, 2002). برای تعیین درصد کلونیزاسیون ریشه، نمونه‌های تهیه شده از ریشه درختان جنگلی و بوته‌های چای با استفاده از روش Phillips و Hayman (1970) رنگ‌آمیزی شدند. بدین منظور پس از شستن خاک اطراف ریشه‌ها آنها را به قطعات یک سانتی‌متری تقسیم و به مدت 48 ساعت در محلول KOH ده درصد قرار داده شدند. پس از آن ریشه‌ها را در محلول HCl و سپس تریپان بلو قرار داده شدند (Phillips & Hayman, 1970) و بعد از آنکه ریشه‌ها رنگ‌آمیزی شدند، درصد کلونیزاسیون بر اساس روش بیرمان و لیندرمان (1981) تعیین گردید (Biermann & Linderman, 1981).

به‌منظور تجزیه و تحلیل و همچنین مقایسه بین داده‌ها و ارتباط آنها، ابتدا نرمال بودن آنها با آزمون کولموگروف-اسمیرنوف بررسی شد، سپس در صوت معنی‌دار

بودن F، میانگین متغیرهای مورد نظر از طریق آزمون t مستقل در سطح احتمال 0/95 مقایسه شدند. در ادامه جهت بررسی ارتباط همبستگی بین مشخصه‌های شیمیایی خاک و شاخص‌های همزیستی قارچ میکوریزا آربوسکولار، همبستگی پیرسون انجام گرفت. کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار $SPSSv_{16}$ انجام گرفت.

نتایج

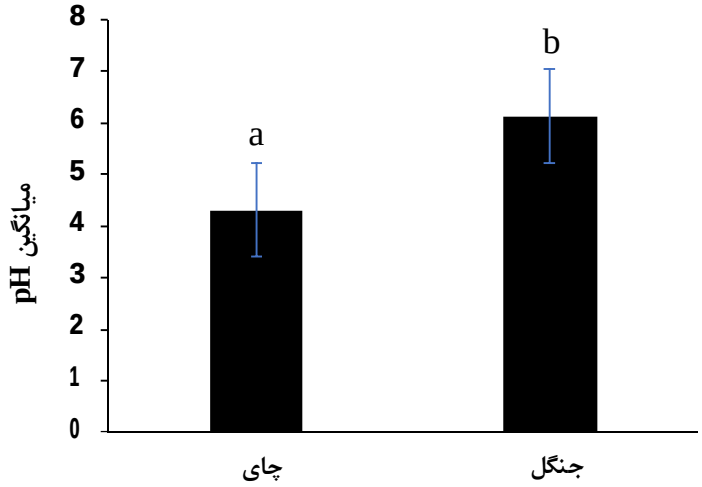
نتایج مقایسه میانگین نشان داد بین تعداد اسپور (1247/85) و درصد کلونیزاسیون (21/78) کاربری چای و تعداد اسپور (3312/65) و درصد کلونیزاسیون (44/83) جنگل اختلاف معنی‌داری وجود دارد و تغییر کاربری از جنگل به چای موجب کاهش میانگین درصد کلونیزاسیون ریشه و همچنین تعداد اسپورهای قارچ میکوریز آربوسکولار شده است (جدول 1).

جدول 1. مقایسه میانگین متغیرهای همزیستی قارچ میکوریزا آربوسکولار در کاربری چای و جنگل

متغیرهای همزیستی قارچ آربوسکولار میکوریزا	میانگین متغیرهای همزیستی	اختلاف میانگین	مقدار t	سطح معنی‌داری
تعداد اسپورهای قارچ میکوریزا آربوسکولار در خاک چای	1247/85	2064/80	4/487	0/00*
تعداد اسپورهای قارچ میکوریزا آربوسکولار خاک جنگل	3312/65			
درصد کلونیزاسیون قارچ میکوریزا آربوسکولار در خاک چای	21/78	23/05	4/10	0/00*
درصد کلونیزاسیون قارچ میکوریزا آربوسکولار در خاک جنگل	44/83			

***: معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد و ns: عدم تفاوت معنی‌دار است.**

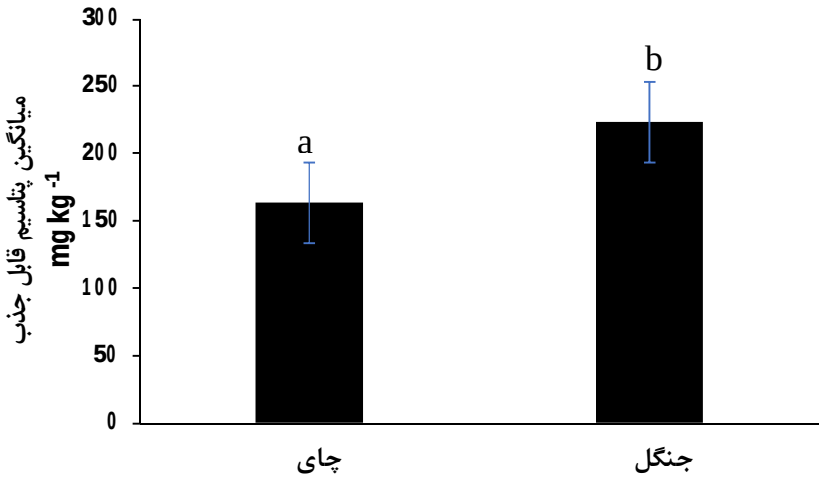
همچنین با مقایسه میانگین ویژگی‌های شیمیایی خاک مناطق مورد بررسی (کاربری چای و جنگل) این نتیجه به‌دست آمد که میانگین pH (6/14)، کربن آلی (3/02) و پتاسیم (223/85) در خاک مناطق جنگلی بیشتر از میانگین pH (4/31)، کربن آلی (1/72) و پتاسیم (163/95) خاک باغ‌های چای است. همان‌طور که ذکر شد بین میزان pH این دو کاربری اختلاف معنی‌دار وجود دارد و میزان pH در خاک جنگل (6/14) بیشتر از میزان آن در خاک باغ چای (4/31) است (شکل 1). اما بین میزان فسفر خاک دو کاربری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.



شکل 2. مقایسه میانگین pH خاک مناطق موردبررسی(کاربری چای و جنگل)

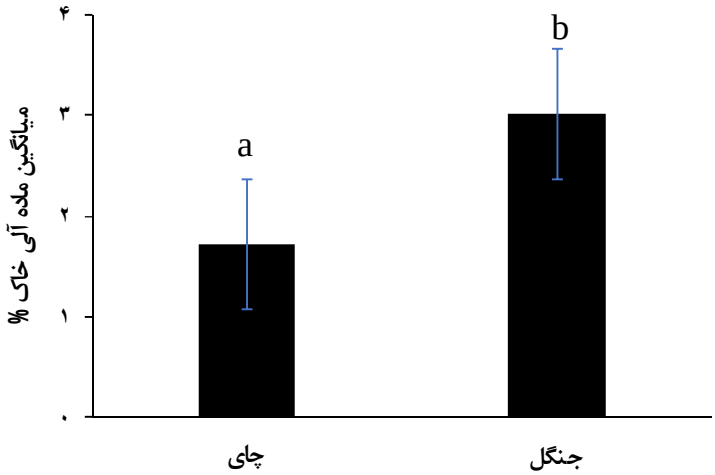
توضیح: حروف غیرمشترک نشان‌دهنده اختلاف آماری در سطح 5 درصد می‌باشند.

طبق نتایج به‌دست‌آمده در تحقیق حاضر بین پتاسیم قابل جذب دو منطقه جنگلی و منطقه چای تفاوت معنی‌داری وجود دارد و میزان میانگین پتاسیم در خاک چای (163/95) نسبت به خاک جنگل (223/85) کمتر است (شکل 2).



شکل 3. مقایسه میانگین پتاسیم خاک مناطق مورد بررسی (کاربری چای و جنگل)

توضیح: حروف غیرمشترک نشان‌دهنده اختلاف آماری در سطح 5 درصد می‌باشند.



شکل 4. مقایسه میانگین ماده آلی خاک مناطق مورد بررسی(کاربری چای و جنگل)

توضیح: حروف غیرمشترک نشان‌دهنده اختلاف آماری در سطح 5 درصد می‌باشند.

نتایج مقایسه میانگین درصد کربن آلی خاک مناطق مورد بررسی (کاربری چای و جنگل) نشان داد که درصد کربن آلی در خاک مناطق جنگلی (3/02) بسیار بیشتر از باغ‌های چای است (1/72) و بین کربن آلی خاک این دو کاربری اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (شکل 3).

ضرایب همبستگی بین برخی از خصوصیات شیمیایی و شاخص‌های زیستی قارچ میکوریزا موجود در خاک دو کاربری چای و جنگل در جدول 2 دیده می‌شود. مطابق با این جدول به طور کلی همبستگی منفی و معنی‌داری بین تعداد اسپورهای قارچ میکوریزا و پتاسیم قابل دسترس خاک وجود دارد (r= -0/418**). همان‌طور که جدول 2 نشان می‌دهد بین تعداد اسپورهای قارچ میکوریزا و pH خاک همبستگی منفی وجود دارد (r= -0/571**). نتایج این بررسی همچنین نشان داد که بین درصد کلونیزاسیون ریشه و pH همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد (r=0/453**). همان‌گونه که در جدول 2 نشان داده شده است، بین ماده آلی خاک و تعداد اسپورها همبستگی منفی و معنی‌دار در حالت کلی دیده می‌شود (r= -0/324). همچنین بین کلونیزاسیون ریشه و کربن آلی نیز همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود دارد (r= 0/380). در این پژوهش بین کلونیزاسیون و تعداد اسپورهای قارچ‌های میکوریزا رابطه معنی‌دار دیده نشد اما این رابطه با توجه به ضریب همبستگی منفی است.

جدول 2. ضرایب همبستگی بین خصوصیات شیمیایی خاک و همزیستی میکوریزا در خاک چای و جنگل

	اسپور (100 گرم خاک)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	pH	کربن آلی (%)	فسفر قابل جذب (ppm)	کلونیزاسیون (%)
اسپور (100 گرم خاک)	1	-0/418**	-0/571**	-0/324*	0/008ns	-0/215ns
پتاسیم قابل جذب (ppm)		1	0/497**	0/256ns	0/128ns	0/064ns
pH			1	0/685**	0/032ns	0/453**
کربن آلی (٪)				1	0/214ns	0/380*
فسفر قابل جذب (ppm)					1	0/066ns
کلونیزاسیون (%)						1

ns: عدم ارتباط معنی‌دار؛ **: معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد؛ *: معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد

بحث و نتیجه‌گیری

طبق نتایج این تحقیق درصد کلونیزاسیون در مناطق جنگلی (44/83) بیشتر از باغ چای (21/78) بود که می‌توان یکی از دلایل آن را استفاده از کودهای شیمیایی عنوان نمود که کاربرد آن در باغ‌های چای عمومیت دارد. کاهش کلونیزاسیون در اثر کاربرد کود شیمیایی می‌تواند ناشی از کاهش ترشحات ریشه‌ای گیاه باشد که کارایی همزیستی میکوریزی را پایین آورده و درصد کلونیزاسیون ریشه را نیز کاهش داده است (برای‌ضیابری و هاشم‌آبادی، 1395). Gosling و همکاران (2006) نیز بیان کردند کشت محصولات کشاورزی می‌تواند اختلال شدیدی در شبکه‌های قارچ میکوریزا آربوسکولار ایجاد کند و تاثیری منفی بر تراکم هیف‌های میکوریزایی ریشه و درصد کلونیزاسیون محصولات کشت شده بعدی گذارد.

همچنین تعداد اسپورهای قارچ میکوریز در خاک جنگل (3312/65) بسیار بیشتر از خاک باغ چای (1247/85) بود که می‌توان دلیل آن را برخی از شیوه‌های مدیریتی در باغ‌های چای مانند شخم زدن مطرح کرد. شخم به شبکه حفره‌های درون خاک و هیف‌های قارچ میکوریزا که عامل مهمی برای دسترسی به فسفر در بعضی از خاک‌ها می‌باشند صدمه می‌زند و موجب قطع آنها می‌شود. در حالی که در سیستم‌های بدون شخم، خاک پویاتر است و تعادل بهتری بین میکروارگانیسم‌ها وجود دارد (Hobbs *et al.*, 2008). Tchabi و همکاران (2008) نیز بیان کردند که در رویشگاه‌های طبیعی تراکم اسپور بالاتر از رویشگاه‌های کشت شده است.

پس از بررسی خصوصیات شیمیایی و مقایسه میانگین آنها در خاک مناطق مورد بررسی (کاربری چای و جنگل) این نتیجه به‌دست آمد که میزان pH در خاک جنگل (6/14) بیشتر از خاک باغ چای (4/31) است. مجددی و همکاران (1391) به این نتیجه رسیدند که پس از تغییر کاربری از جنگل به باغ چای میزان pH کاهش می‌یابد و خاک اسیدی‌تر می‌شود. برگ‌های گیاه چای دارای آلومینیوم بالایی هستند که در چرخه بیوژئوشیمیایی آلومینیوم موجب اسیدی شدن خاک باغ‌های چای می‌شوند (Dong *et al.*, 2001; Ding & Huang, 1991) و از سوی دیگر استفاده طولانی‌مدت از کودهای شیمیایی واکنش‌هایی را به دنبال دارد که به اسیدی شدن خاک منجر می‌شود. کاهش pH باعث کاهش فعالیت میکروارگانیسم‌های مفید و افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌های مضر می‌گردد (ابراهیمی و همکاران، 1380).

میزان پتاسیم قابل جذب در خاک جنگل (223/85) بیشتر از خاک چای (163/95) بود. با توجه به تجمع پتاسیم در لایه سطحی خاک، فرسایش بیشتر خاک سطحی موجب کاهش این عنصر در خاک می‌شود. جنگل‌زدایی با کاهش جذب باران موجب افزایش رواناب می‌شود و اتلاف عناصر غذایی با افزایش رواناب تشدید می‌شود (Bewket & Stroosnijder, 2003; Thiffault *et al.*, 2011). از سوی دیگر جنگل‌زدایی موجب کاهش مواد آلی می‌شود، مواد آلی به علت داشتن گروه‌های عامل مختلف از جمله کربوکسیلی، فنلی و هیدروکسی ظرفیت تبادل کاتیونی خاک را افزایش داده و موجب می‌شود که عناصر غذایی در خاک بهتر نگهداری شوند. همچنین مواد آلی در اثر معدنی شدن، مقدار قابل‌توجهی از عناصر غذایی پرمصرف و کم‌مصرف را در خاک آزاد می‌کنند، بنابراین در خاک باغ‌های چای که میزان ماده آلی کمتر می‌شود عناصر غذایی ازجمله پتاسیم کاهش می‌یابد (Singh *et al.*, 2006). نتایج به‌دست آمده

با تحقیقات شیرانپور و همکاران (1391) مطابقت دارد، آنها پس از بررسی اثر تبدیل جنگل به باغ چای در گیلان بر روی خصوصیات شیمیایی خاک به این نتیجه رسیدند که مقدار عناصر همچون پتاسیم در اثر این تغییر کاربری کاهش پیدا کرده است.

از دلایل اصلی بالاتر بودن میزان ماده آلی در خاک جنگل (3/02) نسبت به خاک باغ چای (1/72) می‌توان این موضوع را مطرح نمود که مواد آلی به‌ویژه در خاک‌های جنگلی و در مناطق قرق شده به‌دلیل تجمع لاشبرگ در زیر تاج‌پوشش درختان و همچنین تراکم بالای پوشش گیاهی افزایش می‌یابد که این امر می‌تواند باعث ایجاد تغییرات مثبتی در ویژگی‌های خاک شود (صالحی و نورمحمدی، 1391). نتایج به‌دست آمده با نتایج چرخابی و همکاران (1385) مطابقت دارد آنها در مطالعه خود بیان نمودند که درصد ماده آلی در خاک جنگل از کاربری کشاورزی بسیار بیشتر است.

پس از بررسی همبستگی میان متغیرهای این تحقیق این نتیجه به‌دست آمد که بین تعداد اسپورهای قارچ میکوریزا و میزان پتاسیم قابل جذب در حالت کلی همبستگی منفی و معنی‌داری وجود دارد (r= -0/418). تاثیر فصل بر میزان رشد و تنش‌های فیزیولوژیک مانند نزدیک شدن به دوره بذردهی در فصل پاییز یکی از عوامل تاثیرگذار بر میزان جذب پتاسیم، کلونیزاسیون و همزیستی قارچ میکوریزا است (Vinichuk *et al.*, 2010). می‌توان گفت تمام عناصر مورد نیاز گیاه به‌جز نیتروژن از طریق هوادیدگی کانی‌های موجود در خاک می‌توانند آزاد شوند و در دسترس ریشه گیاه قرار گیرند (Landeweert *et al.*, 2001). قارچ‌های میکوریز از طریق افزایش سطح تماس ریشه با خاک، کاوش حجم بیشتر خاک و ترشح اسیدهای آلی که سبب انحلال کانی‌های پتاسیم‌دار می‌شوند سبب افزایش جذب عناصر مختلف ازجمله پتاسیم به وسیله ریشه گیاه می‌گردند و از این طریق میزان پتاسیم موجود در خاک را کاهش می‌دهند (Bolan, 1991). میزان تاثیر قارچ‌های میکوریزی بر پتاسیم موجود در خاک متفاوت است و اختلاف در مقدار کلونی شدن سطوح ریشه با قارچ‌های مختلف و همچنین اختلاف در مقدار رشد گیاه به وسیله میکوریزهای مختلف می‌تواند دلیل این امر باشد. همچنین ماهیت خاک‌های مورد بررسی و میزان توانایی آنها از نظر ظرفیت تبادل کاتیونی می‌تواند در نگهداشت پتاسیم تبادلی در خاک موثر باشد (نجفی‌قیری و همکاران، 1396)

همبستگی بین درصد کلونیزاسیون ریشه با pH خاک مثبت و معنی‌دار است (r= 0/453). pH یا اسیدیته خاک تاثیر مهمی در ایجاد رابطه میکوریزی و رشد گیاهان دارد که ممکن است باعث کاهش یا افزایش قابلیت دسترسی مواد مغذی و الگوی جذب این مواد و در نهایت پراکنش میکروارگانیسم‌ها در خاک شود. عکس‌العمل گونه‌های مختلف قارچ میکوریزا آربوسکولار نسبت به تغییرات pH متفاوت است، بنابراین تغییر در pH می‌تواند روی جمعیت میکوریزا تاثیر گذارد (Choudhary *et al.*, 2010). Lingfei و همکاران (2005) نیز با بررسی‌های خود نشان دادند که بین pH خاک با کلونیزاسیون قارچ میکوریز آربوسکولار همبستگی مثبت وجود دارد.

همچنین همبستگی میان تعداد اسپورهای قارچ میکوریزا با pH منفی و معنی‌دار است (r=-0/571). pH خاک یک عامل زیست‌محیطی کلیدی است که با تاثیرگذاری بر موجود بودن برخی از یون‌ها و مواد مغذی از خاک به گیاهان، ساختار جوامع AMF را شکل می‌دهد (Ramos *et al.*, 2008). همبستگی منفی اسیدیته خاک با رشد و تکثیر قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار را می‌توان به حل شدن و افزایش عناصر غذایی قابل استفاده موجود در خاک در اسیدیته‌های پایین‌تر و آماده شدن شرایط برای رشد و تکثیر این قارچ‌ها نسبت داد (Abubacker *et al.*, 2014). عوض‌زاده‌مهریان و صدروی (1396) نیز در تحقیق خود ثابت کردند بین جمعیت قارچ میکوریزا آربوسکولار با pH رابطه منفی وجود دارد.

بین ماده آلی با تعداد اسپور همبستگی منفی در حالت کلی مشاهده شد (r= -0/324). می‌توان دلیل این همبستگی منفی را چنین بیان کرد که بعد از رشد ریسه‌های خارجی قارچ‌های میکوریز آربوسکولار به درون خاک، یک ساختار اسکلتی در خاک ایجاد می‌شود که اجزای خاک را کنار هم حفظ می‌کند و موجب تشکیل ریزخاک دانه‌های خاک می‌شود. ریزخاک دانه‌ها موجب آسان‌تر شدن استفاده مستقیم از منابع کربنی خاک می‌شوند که این مسئله باعث کاهش کربن آلی در خاک می‌گردد (Miller & Jastrow, 2000). این در حالی است که نتایج

Cardoso و Kuyper (2006) بر خلاف نتایج تحقیق حاضر نشان داد که قارچ میکوریز آربوسکولار در چرخه کربن نقش دارد و در نتیجه افزایش AMF باعث افزایش جریان کربن در خاک می‌شود. بنابراین تعامل بین گیاه میزبان و قارچ میکوریز آربوسکولار تاثیر مستقیمی بر کربن آلی خاک می‌گذارد (Zhu & Miller, 2003). همچنین مطالعه Carrenho و همکاران (2007) نشان داد که هیچ‌گونه همبستگی معنی‌داری بین ماده آلی خاک و قارچ میکوریز وجود ندارد.

بین فسفر و سایر خصوصیات شیمیایی و همچنین خصوصیات همزیستی قارچ میکوریز همبستگی معنی‌دار مشاهده نشد. همچنین دلیل نبود همبستگی بین کلونیزاسیون میکوریزی با فسفر را می‌توان چنین بیان کرد که شاخص‌های اقلیمی و میکروارگانیسم‌های متعددی همچون باکتری‌های حل کننده فسفات روی فسفر قابل‌جذب کنترل دارند، بنابراین تنها فعالیت قارچ‌های میکوریزی نمی‌تواند تعیین‌کننده فسفر قابل‌جذب در خاک باشد (متینی‌زاده و همکاران، 1394) که با یافته‌های Atti و همکاران (2008) همخوانی دارد.

نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادها

طبق نتایج به‌دست‌آمده در این تحقیق با تغییر کاربری جنگل به باغ چای و به دنبال آن انجام عملیات کشاورزی و تغییر پوشش گیاهی در شهرستان لاهیجان خصوصیات شیمیایی خاک ازجمله pH، پتاسیم قابل‌جذب و درصد کربن آلی خاک کاهش پیدا کرده است که تغییرات یاد شده موجب کاهش تعداد قارچ‌های میکوریز آربوسکولار و میزان کلونی شدن ریشه گیاه توسط قارچ میکوریزا آربوسکولار در خاک شده است. در این پژوهش میان pH، درصد کربن آلی و میزان پتاسیم قابل‌جذب با تعداد اسپورهای قارچ میکوریزا رابطه منفی وجود داشت. این امر بدان معنی است با کاهش هر کدام از خصوصیات شیمیایی مطرح شده در خاک تعداد اسپورهای قارچ میکوریز افزایش می‌یابد، در حالی که با افزایش درصد کربن آلی و pH، کلونیزاسیون قارچ میکوریز افزایش می‌یابد و رابطه مستقیمی بین آنها وجود دارد. بنابراین به منظور عدم رسیدن به نقطه‌ای که خاک دیگر توانایی مراقبت از ریزجانداران مفید همچون قارچ میکوریز را نداشته باشد بهترین روش مدیریت صحیح باغ‌های چای موجود، کشت مخلوط چای با گیاهان بومی تثبیت‌کننده نیتروژن (گل ابریشم، توسکا و لیلکی) در این منطقه و نیز جلوگیری از تخریب جنگل‌های باقی مانده در این بخش است. در این حالت می‌توان امیدوار بود که قارچ میکوریز و دیگر اجزای مفید و غیرجایگزین خاک تقریبا دست‌نخورده باقی بمانند و آسیب به اکوسیستم این منطقه تا حد امکان کاهش پیدا کند. همچنین می‌توان برای بررسی خاک این منطقه به‌منظور عملکرد مناسب جهت تثبیت خاک و به دنبال آن پررنگ کردن حضور ریزجانداران مفید خاک اقدامات پژوهشی و حمایتی لازم صورت گیرد.

منابع

ابراهیمی، ر.، ملکوتی، م.ج. و داودی، م.ح. (1380) ضرورت اصلاح PH خاک‌های اسیدی زیر کشت چای. نشر آموزش کشاورزی، موسسه تحقیقات آب و خاک، تهران، 19 صفحه.

امیری، ع ،. آزادفر، د.، محمدی‌گل‌تپه، ا. و میرزایی، ج. (1389) مقایسه فراوانی قارچ‌های میکوریزی خاک در توده‌های طبیعی و تخریب‌شده گونه آزاد و بررسی اثر آن در جذب فسفر خاک توسط ریشه. مجموعه خلاصه مقالات اولین همایش ملی تحقیقات منابع طبیعی ایران، صفحه 188.

بخشی‌پور، ر. (1372) چگونگی تشکیل، تحول و مینرالوژی خاک‌های منطقه لاهیجان. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد رشته خاک‌شناسی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران، 115 صفحه.

براری‌ضیابری، م. و هاشم‌آبادی، د. (1395) تاثیر باکتری‌های حل‌کننده فسفر و قارچ‌های میکوریزا بر برخی خصوصیات گل قرنفل (*Dianthus barbatus*). دو فصلنامه زیست‌شناسی خاک، 4(1): 74-63.

جعفری‌حقیقی، م. (1382) روش‌های تجزیه خاک: نمونه‌برداری و تجزیه‌های مهم فیزیکی و شیمیایی با تاکید بر اصول تئوری و کاربردی. انتشارات ندای ضحی، ساری، 240 صفحه.

چرخابی، ا.، نوروزی، ع. و رحیمی، ز. (1385) توزیع مکانی کادمیوم در برخی از خاک‌های زراعی و جنگلی در جلگه گیلان. همایش منابع طبیعی و توسعه پایدار در عرصه‌های جنوبی دریای خزر، نور، 17 اسفند 1385، صفحات 376-367.

شیرانپور، ب.، بهرامی، ا. و شعبانپور، م. (1391) تاثیر تغییر کاربری جنگل به باغ چای بر حاصلخیزی خاک استان گیلان. نشریه آب و خاک، علوم و صنایع کشاورزی، 26(4): 826-831.

صالحی، ع. و نورمحمدی، ا. (1391) تاثیر قرق و خراش سطحی بر خصوصیات خاک و زادآوری در جنگل‌های زاگرس مرکزی، مطالعه موردی جنگل‌های شهرستان الشتر. جنگل و فرآورده‌های چوب (منابع طبیعی ایران، 65(3): 315-325.

عوض‌زاده‌مهریان، ز. و صدروی، م. (1396) تاثیر خصوصیات شیمیایی خاک بر همزیستی سیب و انگور با قارچ‌های میکوریز آربوسکول‌دار. نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار، 7(1): 125-115.

متینی‌زاده، م.، خوشنویس، م.، آرمند، ن.، علی‌زاده، ط. و شمس‌آبادی، ف. (1394) رابطه همزیستی میکوریزی با عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و پتاسیم و آنزیم‌های خاک ریزوسفر شن (*Lonicera nummulariifolia*) در رویشگاه چهارطاق اردل. مجله جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران، 3(7): 329-340.

مجددی، ح.، اسماعیل‌پور، س. و بهمن‌یار، م.ع. (1391) تاثیر تغییر کاربری اراضی جنگلی بر خصوصیات شیمیایی خاک. پژوهش‌های‌آبخیزداری(پژوهش‌وسازندگی)، 25(4): 6-1.

مهماندوست، ف.، اولیایی، ح.، ادهمی، ا. و نقی‌ها، ر. (1397) اثر تغییر کاربری اراضی بر برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و زیستی خاک منطقه سروک شهرستان یاسوج. نشریه آب و خاک، علوم و صنایع کشاورزی، 22(3): 599-587.

نجفی‌قیری، م.، نوذری، س.، نیک‌سیرت، س.ح. و سلیمانپور، ل. (1396) اثر انواع مختلف بقایای گیاهی و کودهای دامی بر توزیع شکل‌های پتاسیم دو نوع خاک رسی تحت شرایط رطوبتی‌متفاوت. فصلنامه‌دانش‌آب‌وخاک،27(3):172-161.

Abubacker, M.N., Visvanathan, M. and Srinivasan, S. (2014) Impact of pesticides on AMF spore population and diversity in banana (Musca spp.) plantation soils. Biolife, 2(4): 1279-1286.

Adejuwon, J.O. and Ekanade, O. (1987) Edaphic component of the environmental degradation resulting from the replacement of tropical rainforest by field and tree crops in S.W. Nigeria. International Tree Crops Journal, 4(4): 269-282.

Atti, T., Danny, C., Fabien, H., Lous, I., Andres, W. and Fritz, O. (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.

Bahrami, A., Emadodin, I., Ranjbar Atashi, M. and Rudolf Bork, H. (2010). Land-use change and soil degradation: A case study, North of Iran. Agriculture and Biology Journal of North America, 1(4): 600-605.

Beck, R., Kalra, Y., Vaughan, B. and Wolf, A.M. (1999) Organic and humid matter. In: A.E. Hanlon, V.G. Johnson and N.P. Soltanpour (1st Edit). Soil analysis handbook of reference methods, CRC Press, United States of America, Florida, pp. 175-184.

Bewket, W. and Stroosnijder, L. (2003) Effects of agroecological land use succession on soil properties in Chemoga watershed, Blue Nile basin, Ethiopia. Geoderma, 111(1-2): 85-98.

Biermann, B. and Linderman, R.G. (1981) Quantifying vesicular-arbuscular mycorrhizae: A proposed method towards standardization. New Phytologist, 87(1): 63-67.

Bolan, N. (1991) A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. Plant and soil, 134(2); 189-207.

Cardoso, I.M. and Kuyper, T.W. (2006) Mycorrhizas and tropical soil fertility. Agriculture, Ecosystems and Environment, 116(1-2): 72-84.

Carrenho, R., Trufem, F.B.S., Ramos Bononi, V.L. and Schunk Silva, E. (2007).The effect of different soil properties on arbuscular Mycorrhizal colonization of peanuts, sorghum and maize. Acta Botanica Brasilica, 21(3): 723-730.

Choudhary. B.K., Ali khan, M. and Saxena, K.G. (2010) Mycorrhizal spore density in relation to physico-chemical properties of soil: A case study of central himalaya. International Journal of Science and Technology, 5(2): 243-251.

Clapp, W.L., Madsen, K.M., Verlander, J.W. and Tisher, C.C. (1989) Morphologic heterogeneity along the rat inner medullary collecting duct. Laboratory Investigation Journal, 60(2): 219-230.

Ding, R.X. and Huang, X. (1991) Biogeochemical cycle of aluminum and fluorine in tea garden soil system and its relationship to soil acidification. Acta Pedologica Sinica, 28(3): 229–236. (in Chinese).

Dong, D.M., Xie, Z.L. and Du, Y.G. (2001) The bioavailability of Al in soils to tea plants. Applied Geochemistry, 16(11-12): 1413–1418.

Gosling, P., Mead, A., Proctor, M., Hammond, J.P. and Bending, G.D. (2013) Contrasting arbuscular mycorrhizal communities colonizing different host plants show a similar response to a soil phosphorus concentration gradient. New Phytologist, 198(2): 546–556. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1111/nph.12169/

Phillips, J.M. and Hayman, D.S. (1970) Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transactions of the British Mycological Society, 55(1): 158-161.

Rajni, G. and Mukerji, K.G. (2002) Techniques for the isolation of VAM/AM fungi in soil. In: K.G. Mukerji, C. Manoharachary and B.P. Chaloma (Eds.), Techniques in mycorrhizal studies. Kluwer, Academic Publishers, London, Pp 1-6.

Ramos, A.C., Façanha, A.R., and Feijó, J.A. (2008) Proton (H+) Flux signature for the presymbiotic development of the arbuscular mycorrhizal fungi. New Phytologist, 178(1): 177–188.

Schalamuk, S., Velazquez, S., Chidichimo, H. and Cabello, M. (2006) Fungal spore diversity of arbuscular mycorrhizal fungi associated with spring wheat: Effects of tillage. Mycologia, 98(1): 16–22.

Singh, B.R., Dalal, R.C. and Lal, R. (2006) Integrated nutrient management. In: R. Lal (Ed.) Encyclopedia of Soil Science, Marcel Dekker, New York, pp. 906-911.

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. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1007/s00572-008-0171-8/

Thiffault, E., Hannam, K.D., Pare, D., Titus, B.D., Hazlett, P.W., Maynard, D.G. and Brais, S. (2011) Effects of forest harvesting on soil productivity in boreal and temperate forests. Environmental Reviews, 19(1): 278-309.

Vinichuk, M., Taylor, A.F.S., Rosén, K. and Johanson, K.J. (2010) Accumulation of potassium, rubidium and caesium (^{133}Cs and ^{137}Cs) in various fractions of soil and fungi in a Swedish forest. Science Total Environment, 408(12): 2543-2548.

Zhu, Y.G. and Miller, R.M. (2003) Carbon cycling by arbuscular mycorrhizal fungi in soil –plant systems. TRENDS in Plant Science, 8(9): 407-409.

Hobbs, P.R. Sayre, K. and Gupta, R. (2008) The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. Philosophical transactions of the royal society, London, pp. 543-555.

Jasper, D.A., Abbott, L.K. and Robson, A.D. (1989) Soil disturbance reduces the infectivity of external hyphae of vesicular–arbuscular mycorrhizal fungi. New Phytologist, 112(1), 93–99.

Landeweert, R., Hoffland, E., Finlay, R.D., Kuyper, T.W. and van Breemen, N. (2001) Linking plants to rocks: ectomycorrhizal fungi mobilize nutrients from minerals. Trends in Ecology and Evolution, 16(5): 248-254.

Lingfei, L.I., Yang, A. and Zhao, Z. (2005) Seasonality of arbuscular mycorrhizal symbiosis and dark septate endophytes in a grassland site in southwest China. Microbiology Ecology, 54(3): 367-373.

McGonigle, T.P. and Miller, M.H. (1996) Mycorrhizae, phosphorus absorption, and yield of maize in response to tillage. Soil Science Society of America Journal. 60(6): 1856-1861.

McLean, E.O. (1982) Soil pH and lime requirement. In: A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keeny (Eds). Methods of Soil Analysis, Part H (2nd Eds). Madison. WI: American Society of Agronomy. pp. 199-224.

Miller, R.H. and Keeney, D.R. (1989) Chemical and Microbial Properties (Part 2). In: C.R. Dinauer, E.K. Gates and R.D. Buxton (Eds.). Method of soil analysis, Chief ASA Publication, Madison, Wisconsin USA. pp. 1-1143.

Miller, R.M. and Jastrow, J.D. (2000) Mycorrhizal fungi influence soil structure. In: Y. Kapulnik and D.D. Douds (Eds.) Arbuscular mycorrhizas: Physiology and function. Kluwer Academic, Dordrecht, The Netherlands, pp 3–18.

Mueller, R.C., Rodrigues, J.L.M., Nüsslein, K. and Bohannan, B.J.M. (2016) Land use change in the Amazon rain forest favours generalist fungi. Functional Ecology Journal, 30(11): 1845-1853.

Oehl, F., Sieverding, E. and Mader, P. (2003) Impact of land use intensity on the species diversity of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in agroecosystems of central Europe. Applied and Environmental Microbiology, 69(5): 2816–2824.

The Influence of Forest Land Use Changing into Tea Garden on Soil Chemical Properties and Arbuscular Mycorrhizal Fungi Population (Case Study: Lahijan)

Shirin Shafiee[1], Ali Salehi[2]* and Ehsan Kohneh[3]

1) Graduate student of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Rasht, Iran.
2) Associate Professor of Forestry Department, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Rasht, Iran. *Corresponding Author Email Address: asalehi@guilan.ac.ir
3) Associate Professor of Tea Research Center, Horticulture Science Research Institute, AREEO, Lahijan, Iran.

Date of Submission: 2020/09/26 Date of Acceptance: 2020/12/21

Abstract

Changing land use causes changes in the soil, which in turn affect the organic matter, nutrients, and soil organisms including fungi. Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) are terrestrial microorganisms that coexist with the roots of a wide range of forest and non-forest plants. The diversity and distribution of this fungus are affected by the composition of plant species, soil characteristics, environmental conditions, and soil microorganisms. The present study aimed to investigate the effect of changing land use from forest to tea garden on soil chemical properties and the coexistence of arbuscular mycorrhizal fungi. The samples were randomly collected from forest and tea plantation areas near to the heights of Lahijan and 20 samples were collected from each area at a depth of 0-30 cm around the roots in the autumn. At the same time, fine root samples were obtained from the rhizosphere of the trees and tea bushes. The colonization percentage and the number of spores of mycorrhizal fungi, organic carbon, pH, phosphorus, and soil absorbable potassium were measured. The results indicated that the average percentage of colonization and the number of spores in the forest soil was higher than in the tea garden soil. There was a significant difference between pH and organic carbon and absorbable potassium in the soil. There was a negative correlation between the number of mycorrhiza spores and the soil absorbable potassium ($r = -0.418$) and soil pH ($r = -0.571$). There was a positive correlation between the percentage of root colonization and pH ($r = 0.453$ **). Finally, changing of land use and vegetation following by soil chemical properties changing, resulted in decreasing the coexistence and number of mycorrhizal fungi spores in the soil.

Keywords: Forest, Lahijan, Land use change, Mycorrhizal fungus, Soil chemical properties.