



The effect of agricultural various land use on symbiosis of arbuscular-mycorrhiza fungi

Bahareh Parsa Motlagh^{1✉}, Amir Reza Amirmijani² and Somayeh Badakhshan³

1- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran. Email: bparsam@ujiroft.ac.ir

2- Assistant Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Jiroft, Jiroft, Iran.

3- Ph.D. Student, Ecology of Agronomy Plants, Shahid Bahonar University of Kerman.

Article Info

Article type: Research Article

Article history:

Received: July 20, 2024

Revised: Sep. 10, 2024

Accepted: Nov. 12, 2024

Published: Summer, 2025

Keywords:

Agricultural ecosystem,
Colonization,
Organic matter,
Spore.

ABSTRACT

Mycorrhizal fungi are important because of their effect on the development and stability of the soil-plant system. Mycorrhizal symbiosis exists in different habitats such as aquatic ecosystems, different natural and agricultural land uses. This symbiotic relationship exists between most plant families and few plants are non-mycorrhizal. This study was conducted to investigate different agricultural land uses on the presence of mycorrhizal fungi in the Jiroft area. A completely randomized design with three replications for each plant in different uses of agricultural land such as vegetables (spinach, leek, parsley, dill, and coriander), cereals (wheat and corn), oilseeds (canola) and cucurbits (garlic, onion, and potato), gardens (citrus, dates and lemon verbena) were implemented. Then the traits of the percentage of the relative frequency of root arbuscular colonization, percentage of the relative frequency of root vesicular colonization, percentage of the relative frequency of root colonization, number of spores per gram of soil, acidity and soil organic matter were evaluated. The results showed that there was a significant difference in the characteristics of the percentage of relative abundance of arbuscular, vesicular and total root colonization of the studied plants, the highest percentage of relative frequency of arbuscular colonization belonged to palm trees and the least to potato and parsley plants. The highest relative frequency of total colonization belonged to dates (12.69%) and dill (12.42%), the lowest to parsley (4.08%), and onion (4.42%). Canola, spinach and garlic plants had no percentage of relative frequency of total root colonization. The most soil spores belonged to date and dill plants with 210 and 200 spores per gram of soil, respectively. Spinach and potato had the lowest with 33 and 16 spores per gram of soil, respectively. Also, there was a positive relationship between the amount of organic matter and the colonization percentage of the total plant roots.

Cite this article: Parsa Motlagh, B., Amirmijani, A.R., and Badakhshan, S., (2025), The effect of agricultural various land use on symbiosis of arbuscular-mycorrhiza fungi, *Soil and Sustainable Development*, 1 (1), 1-15.

DOI: <https://doi.org/10.22034/ssd.2024.209729>

© The Author(s). Publisher: The University of Jiroft Press

تأثیر کاربری‌های مختلف اراضی کشاورزی بر همزیستی قارچ‌های میکوریز

بهاره پارسامطلق^۱، امیر رضا امیرمیجانی^۲ و سمیه بدخشان^۳

۱-استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت، ایمیل: bparsam@ujroft.ac.ir

۲-استادیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه جیرفت

۳-دانشجوی دکتری اکولوژی گیاهان زراعی دانشگاه شهید باهنر کرمان

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: پژوهشی	قارچ‌های میکوریز به دلیل اثر بر توسعه و ثبات نظام خاک - گیاه اهمیت دارند. همزیستی میکوریزایی در زیستگاه‌های مختلف از قبیل اکوسیستم‌های آبی، کاربری‌های مختلف اراضی طبیعی و کشاورزی وجود دارد. این رابطه بین اغلب خانواده‌های گیاهی گسترش دارد و تنها تعداد اندکی از گیاهان غیرمیکوریزایی هستند. این مطالعه با هدف بررسی اثر کاربری‌های اراضی مختلف کشاورزی از نظر وجود یا عدم وجود همزیستی با قارچ‌های میکوریز در شهرستان جیرفت انجام شد. برای این منظور، در طرح آزمایشی به‌صورت کاملاً تصادفی با سه تکرار برای هر گیاه در کاربری‌های مختلف اراضی کشاورزی از قبیل سبزیجات (اسفناج، تره، جعفری، شویید و گشنیز)، غلات (گندم و ذرت)، گیاهان روغنی (کلزا) و صیفی‌جات (سیب‌زمینی، پیاز و سیب‌زمینی)، و باغات (مرکبات، خرما و به‌لیمو) انجام شد. صفاتی مانند درصد فراوانی نسبی کلونیزاسیون آربوسکولی ریشه، درصد فراوانی نسبی کلونیزاسیون وریکولی ریشه، درصد کلونیزاسیون کل ریشه، تعداد اسپور در هر گرم خاک، اسیدیته و ماده آلی خاک مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد تفاوت معنی‌داری در صفات درصد فراوانی نسبی کلونیزاسیون آربوسکولی، وریکولی و کل ریشه گیاهان مورد مطالعه در کاربری‌های مختلف وجود داشت. بر اساس این نتایج بیشترین درصد فراوانی نسبی کلونیزاسیون آربوسکولی به درخت خرما و کمترین آن به گیاهان سیب‌زمینی و جعفری تعلق داشت. بالاترین درصد کلونیزاسیون کل ریشه در خرما (۱۲/۶۹ درصد) و شویید (۱۲/۴۲)، و کمترین آن در جعفری (۴/۰۸ درصد)، و پیاز (۴/۴۲ درصد) مشاهده شد، هرچند گیاهان کلزا، اسفناج و سیب‌فاقد کلونیزاسیون ریشه توسط قارچ‌های میکوریزی بودند. همچنین خاک ریزوسفر گیاهان خرما و شویید به ترتیب با ۲۱۰ و ۲۰۰ اسپور در هر گرم خاک بیشترین و اسفناج و سیب‌زمینی به ترتیب با ۳۳ و ۱۶ اسپور در هر گرم خاک، دارای کمترین تعداد اسپور بودند. رابطه مثبتی بین میزان ماده آلی و درصد کلونیزاسیون کل ریشه گیاهان مشاهده شد.
واژه‌های کلیدی: اسپور، بوم‌نظام کشاورزی، کلونیزاسیون، ماده آلی.	
ارجاع به مقاله: پارسامطلق، بهاره، امیرمیجانی، امیررضا و بدخشان، سمیه، (۱۴۰۴)، تأثیر کاربری‌های مختلف اراضی کشاورزی بر همزیستی قارچ‌های میکوریز، خاک و توسعه پایدار، ۱(۱)، ۱-۱۵.	
© نویسندگان، ناشر: انتشارات دانشگاه جیرفت	
DOI: https://doi.org/10.22034/ssd.2024.209729	

مقدمه

بین فعالیتهای مختلف بشر، مسأله تغییر کاربری و پوشش اراضی با توجه به ارتباط مستقیم آن با بهره‌برداری از منابع، در راستای تأمین امنیت غذایی، جایگاه شایان توجهی دارد و این به معنای اهمیت توجه به مفهوم توسعه پایدار در کاربری اراضی است که هدف آن تأمین نیاز انسان و حفظ پتانسیل‌های آن در زمان حال و آینده می‌باشد (سرائی و همکاران، ۱۳۹۲). اما در ایران، با توجه به عدم انجام آمایش سرزمین برای بخش‌های مختلف کشور، تغییر کاربری عموماً توسط نیازهای معیشتی مردم تعریف و به اجرا در می‌آید (محمدنژاد و همکاران، ۱۳۹۴). با توجه به رشد روزافزون جمعیت و نیاز بیشتر به تولید مواد غذایی، انجام اقداماتی از قبیل افزایش بهره‌برداری از منابع آب، زمین و هوا و خارج کردن اراضی از حالت مرتع و تبدیل آن‌ها به زمین زراعی منجر به افزایش بیابان‌زایی، تخریب ساختمان خاک و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌گردد (زهتابیان و همکاران، ۱۳۹۱). سازمان ملل متحد (۲۰۲۰) دانش خاک را برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار ملل متحد ضروری می‌داند. دست کم ۱۱ هدف از اهداف توسعه پایدار به طور مستقیم یا به واسطه تولید محصول به ویژگی‌های خاک وابسته بوده و دستیابی به آن‌ها مستلزم درک ویژگی‌ها و فرایندهای خاک در مقیاس‌های ملی است (Lal et al., 2021). از سوی دیگر یکی از عوامل مهم اثرگذار بر کیفیت و سلامت خاک‌ها، وجود میکروارگانیسم‌های خاکزی است (ابراهیم‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲). از جمله این میکروارگانیسم‌ها می‌توان به قارچ‌ها اشاره کرد. قارچ‌ها ریزموجوداتی هسته‌دار، هتروتروف، با تغذیه جذبی، دارای اسپور و دیواره سلولی، و بدون سیستم آوندی هستند که واکنش‌های اسیدی را ترجیح می‌دهند. قارچ‌های میکوریزا از جمله میکروارگانیسم‌های خاک هستند که می‌توانند با ریشه طیف وسیعی از گیاهان، ارتباط همزیستی ایجاد کنند و روی رشد گیاه میزبان اثر بگذارند (Gadkar et al., 2001).

مطالعات پژوهشگران مختلف نشان داده است که تغییر کاربری اراضی از مراتع به زراعت و باغداری و اعمال تیمارهای مربوط به کشاورزی متداول مانند شخم و مصرف انواع سموم، تعادل بیولوژیکی خاک را برهم زده و پیامدهایی مضر برای شاخص‌های کیفیت، سلامت خاک و استفاده پایدار از خاک را به دنبال دارد (ابراهیم‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲). لذا تغییر کاربری اراضی به کشاورزی با تاثیر بر میکروارگانیسم‌های خاک، از جمله مسائل مهمی است که می‌بایستی مدیران و برنامه ریزان بخصوص در بخش کشاورزی مد نظر قرار دهند. تغییر کاربری اراضی، فرآیندی از عوامل مختلف است که تاثیر آن

بر انواع موجودات ریز و بزرگ خاک در اغلب بررسی‌ها، به اثبات رسیده است (براتی و همکاران، ۱۳۹۳). به عبارت دیگر اثرات ناشی از تغییرات زیست محیطی حاصل از تغییر کاربری اراضی و فعالیت‌های انسانی، خطرات بالقوه‌ای برای حفظ فعالیت موجودات مفید خاک و در نتیجه حفظ کیفیت خاک می‌باشند. یکی از انواع این موجودات خاکزی، قارچ‌های میکوریز (*Vesicular-arbuscular mycorrhiza fungi* or *VAM fungi*) هستند که تقریباً در همه خاک‌ها وجود دارند. حضور این ریزموجودات در اکثر خاک‌های مناطق گرمسیری، معتدل و سردسیری به جز خاک‌های مناطق محدودی از جمله اراضی فرسایش یافته، خاک‌های ضد عفونی شده و زمین‌های به هم خورده به علت حفاری، ثابت شده است. این نوع از قارچ‌ها، از مهم‌ترین عوامل هم‌زیست اجباری ریشه، به شمار رفته و تقریباً با ۹۰ درصد گونه‌های گیاهی رابطه هم‌زیستی، برقرار می‌کنند که به دلیل پراکنش جهانی این قارچ‌ها و ارتباط گسترده با گیاهان، این تعاملات میکوریزایی، از فراوان‌ترین انواع روابط هم‌زیستی موجود در طبیعت محسوب می‌گردند (Schalamuk et al., 2006). این قارچ‌ها با داشتن شبکه هیفی گسترده و افزایش سطح و سرعت جذب ریشه، کارایی گیاهان را در جذب آب و عناصر غذایی به‌ویژه عناصر کم تحرک فسفر، روی و مس افزایش داده و موجب بهبود رشد آن‌ها می‌شوند (Boomsma and Vyn, 2008)؛ اقحوانی‌شجری و همکاران، ۱۳۹۰). روابط هم‌زیستی قارچ‌های میکوریز می‌تواند نقش اصلی در تجزیه مواد آلی خاک و معدنی شدن عناصر غذایی داشته باشند (Feng et al., 2019). نتایج برخی از مطالعات نشان داده است که هم‌زیستی قارچ‌های میکوریز بر دانه‌بندی خاک، تهویه خاک، فعالیت برخی از میکروارگانیسم‌های خاکزی مانند ریزوبیوم‌ها و جذب برخی از عناصر غذایی میکرو مانند آهن، اثرات مطلوبی می‌گذارد که در نتیجه افزایش عملکرد کمی و کیفی محصولات کشاورزی را به دنبال دارد (Mishra, 2007). همچنین این قارچ‌ها تحمل گیاهان به تنش فلزات سنگین را افزایش می‌دهند (Khaliq et al., 2022). تغییر کاربری اراضی به دلیل ارتباط مستقیم آن با موضوعاتی چون امنیت غذایی و پایداری محیط زیست، به یکی از چالش‌های اساسی پیش‌روی بشر در قرن حاضر تبدیل شده است. به عبارت دیگر کاربری اراضی نتیجه روابط متقابل پارامترهای اجتماعی - فرهنگی و توان بالقوه سرزمین است و تغییرات در کاربری و پوشش اراضی نتایج چشمگیری در محیط زیست دارد. پایداری منابع به طور مستقیم و یا غیرمستقیم با پوشش سطحی اراضی منطقه ارتباط دارند. از این رو حفظ هماهنگی بین منابع پایدار و نیازهای اجتماعی - اقتصادی نیازمند مطالعاتی در زمینه پوشش اراضی و کاربری اراضی می‌باشد (قدیمی و همکاران، ۱۳۹۷). در واقع الگوی کلی تغییر کاربری به طور وسیع می‌تواند در دو گروه اصلی جای گیرد:

گروه اول شامل افزایش اراضی کشاورزی در پی تخریب اکوسیستم‌های طبیعی به دلیل رشد جمعیت و افزایش نیاز جهانی به غذا و گروه دوم بهبود و احیاء اکوسیستم‌هایی که تحت تاثیر کشت و کار مستمر، در معرض خطر قرار دارند (Izquierdo and Ricardo Grau, 2009).

پژوهشگران به این نتیجه دست یافتند که با تغییر کاربری اراضی میزان ماده آلی خاک، اسیدیته کاهش (Bahrami et al., 2010) و با از بین رفتن پوشش گیاهی در اکوسیستم‌های طبیعی تاثیر چشمگیری بر جمعیت کلی قارچ خاک گذاشته است (Mueller et al., 2016). به منظور یافتن تاثیر افزایش کشاورزی بر تنوع قارچ میکوریزا آربوسکولار گزارش کردند تشدید کشاورزی موجب کاهش تعداد قارچ‌ها و کاهش کلونیزاسیون ریشه می شود (Oehl et al., 2003). بنابراین باتوجه به اینکه برخورد با منابع طبیعی دیرتجدید شونده و استفاده پایدار از آنها از ارکان اصلی توسعه پایدار هر جامعه می‌باشند، جهت رسیدن به این نوع توسعه پایدار در جامعه، لازم است نوع استفاده از این منابع، منطبق با موقعیت فیزیکی و استعداد آن ناحیه بوده و تحت مدیریت صحیح نوع کاربری اراضی قرار گیرند، زیرا ایجاد تغییر نامناسب در نوع کاربری اراضی و اختلال در اکوسیستم‌ها می‌توانند عوارض مختلفی مانند کاهش اندام تکثیر موجودات مفیدی مانند قارچ‌های میکوریز را ایجاد نمایند. با توجه به اهمیت توسعه پایدار و نقش کاربری اراضی در آن، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر کاربری‌های اراضی مختلف کشاورزی بر وجود یا عدم وجود قارچ‌های میکوریز و درصد کلونیزاسیون آنها در خاک اراضی مختلف انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به صورت طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار برای هر گیاه در کاربری‌های مختلف اراضی کشاورزی اجرا شد. کاربری‌های مختلف گیاهان از قبیل سبزیجات (اسفناج، تره، جعفری، شوید و گشنیز)، غلات (گندم و ذرت)، گیاهان روغنی (کلزا) و صیفی جات (سیر، پیاز و سیب زمینی)، باغات (مرکبات، خرما و به لیمو) در نظر گرفته شدند. مشخصات گیاهشناسی گیاهان مورد مطالعه در جدول ۱ ارایه شده است.

جدول ۱- نام علمی و مشخصات گیاهشناسی گونه‌های مختلف گیاهی مورد مطالعه

فرم زیستی	چرخه زندگی	مسیر فتوسنتزی	خانواده	نام علمی	نام فارسی
Th	AB	C3	Chenopodiaceae	<i>Spinacia oleracea</i>	اسفناج
Th	AB	C3	Lamiaceae	<i>Dracocephalum moldavica</i>	بادرشبو
Th	AB	C3	Apiaceae	<i>Petroselinum crispum</i>	جعفری
Th	AG	C3	Apiaceae	<i>Anethum graveolens</i>	شوید
Th	AG	C3	Apiaceae	<i>Coriandrum sativum</i>	گشنیز
Th	AG	C3	Poaceae	<i>Triticum sativum</i>	گندم
Th	AG	C4	Poaceae	<i>Zea mays</i>	ذرت
Th	AB	C3	Brassicaceae	<i>Brassica napus</i>	کلم
He,	AG	C3	Alliaceae	<i>Allium sativum</i>	سیر
He	AG	C3	Alliaceae	<i>Allium cepa</i>	پیاز
He	AB	C3	Solanaceae	<i>Solanum tuberosum</i>	سیب زمینی
Th	PB	C3	Rutaceae	<i>Citrus sinensis</i>	مرکبات
Th	PG	C3	Arecaceae	<i>Phoenix dactylifera</i>	خرما
Th	PB	C3	Verbenaceae	<i>Aloysia citrodora</i>	به لیمو

چندساله پهن برگ (PB) و چندساله باریک برگ (PG)، یکساله پهن برگ (AB)، تروفیت (Th)، همی کریپتوفیت (He)، ژئوفیت (Ge) و کریپتوفیت (Cr)

نمونه برداری از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری ناحیه ریزوسفر هر گیاه شامل ریشه های نازک و خاک اطراف آن در اواخر فصل زمستان سال ۱۴۰۰ انجام شد. برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در کاربری‌های مختلف اراضی به ترتیب در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در کاربری های مختلف اراضی کشاورزی مورد مطالعه

نوع کاربری	pH	Ec	ماده آلی	نیترژن	فسفر	پتاسیم	بافت خاک
سبزیجات	۸/۱۵	۲/۲۸	۱/۱۳	۰/۰۷۵	۱۹	۲۲۰	لومی-رسی
غلات	۷/۷۴	۲/۶۵	۰/۳۲	۰/۰۵۳	۲۱/۴	۱۸۷	لومی-سیلت
روغنی	۷/۳۱	۲/۷۲	۰/۷۴	۰/۰۶۵	۲۴	۲۱۸	لومی-سیلت
صیفی جات	۷/۱۴	۱/۷۳	۰/۷۹	۰/۰۶	۶/۵	۲۳۰	لومی-شنی
باغی	۷/۵۰	۰/۰۱	۱/۲۴	۰/۰۷۱	۷/۸	۱۷۳	لومی

در ابتدا نمونه‌های خاک از بخش های مختلف مزرعه بطور تصادفی با هم مخلوط شد سپس با برچسب حاوی مشخصات مزرعه و نوع گیاه به آزمایشگاه منتقل و تا زمان جداسازی اسپورها و شناسایی آن‌ها در دمای چهار درجه سلسیوس نگهداری شدند. نمونه‌های خاک در دمای محیط به مدت ۴۸ ساعت خشک و سپس با الک دو میلی متری خاک‌ها را الک نموده و جهت تعیین درصد همزیستی و شمارش تعداد اسپورهای میکوریزی مورد بررسی قرار گرفتند. به منظور جداسازی اسپورهای موجود در هر نمونه خاک، از روش الک مرطوب و سانتیفریوژ ساکاری با شیب ۶۰ درصد و ۹۰۰ دور به مدت

۲ دقیقه استفاده شد. برای شمارش اسپورها، بخش محلول خاک سانتریفیوژ شده را از کاغذ صافی میلی پور مدرج، گذرانده و تعداد اسپورها در یک گرم خاک بدست آمد (Dalpe, 1993).

رنگ آمیزی ریشه‌ها با استفاده از محلول رنگی تریپان بلو^۱ انجام شد. برای این منظور مقدار ۱-۰/۵ گرم ریشه نگهداری شده در الکل ۵۰ درصد را سه مرتبه شستشو داده و در لوله حاوی KOH ده درصد به مدت ۲۴ ساعت در دمای محیط قرار داده شد. پس از آن ریشه‌ها را با آب شسته و برای سفید شدن، به مدت ۳۰ دقیقه در آب اکسیژنه قلیایی تازه قرار گرفتند. قبل از اضافه نمودن محلول رنگی، ریشه‌ها سه تا پنج دقیقه در اسید کلریدریک یک درصد قرار گرفته و پس از حذف اسید، تریپان بلو ۰/۰۵ درصد به آن اضافه می‌شود. نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق رها شده و سپس با محلول رنگ‌بر به نسبت حجمی ۱:۱:۱۴ از اسید لاکتیک: گلیسرین: آب، رنگ‌های اضافه حذف گردید (شکل ۱). بررسی کلونیزاسیون آربوسکولی^۲، وزیکولی و کل در واحد طول ریشه محاسبه شد. از ریشه‌های رنگ آمیزی شده قطعات یک سانتی متری برش داده شد و ۳۰ قطعه آن روی ظرف پتری که به ابعاد ۱ × ۱ سانتی متر شبکه بندی است، قرار گرفت، تعداد خطوط متقاطع کلنیزه شده با استرئومیکروسکوپ شمارش و درصد کلنیزاسیون تعیین گردید (Alikhani et al., 2014).

داده‌های به دست آمده با استفاده از نرم افزار SAS نسخه 9.4 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۰.۵٪ انجام شد. هم‌چنین رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel نسخه ۲۰۱۶ انجام شد.

نتایج و بحث

تعداد اسپور در گرم خاک گیاهان:

نتایج تجزیه واریانس تعداد اسپور در گرم خاک گیاهان مختلف نشان داد، اختلاف معنی‌داری از نظر تعداد اسپور در هر گرم خاک ریزوسفر گیاهان مختلف وجود دارد. بر اساس این نتایج، خاک ریزوسفر گیاهان خرما و شویید به ترتیب با دارا بودن تعداد ۲۱۰ و ۲۰۰ اسپور در هر گرم خاک و اسفناج و سیب زمینی با تعداد ۳۳ و ۱۶ اسپور در هر گرم خاک به ترتیب بیشترین و کمترین تعداد اسپور در گرم خاک را داشتند (شکل ۳ ب).

¹ - Trypan Blue

² - Arbuscular colonization

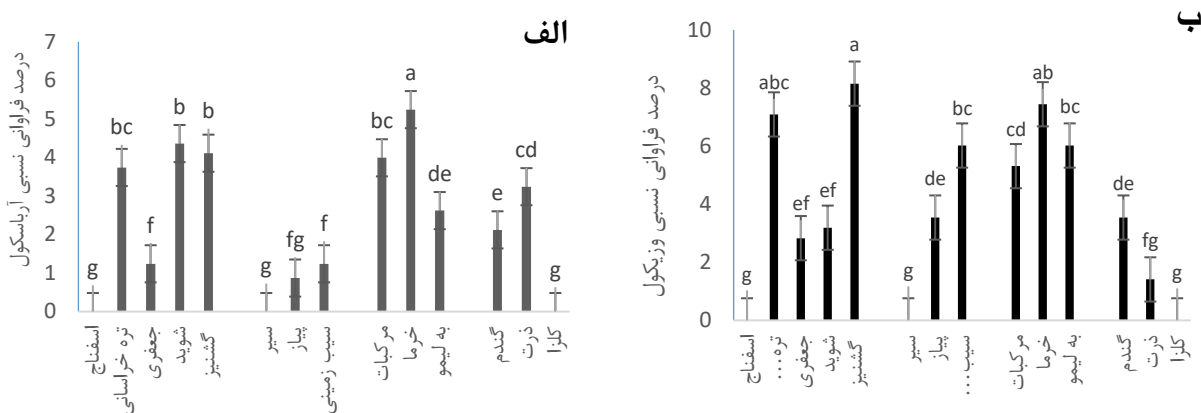
تعداد اسپورها در سیستم‌های کشاورزی بسیار بیشتر از سیستم‌های طبیعی بود، در حالیکه فسفر قابل دسترس خاک بر تراکم اسپور موثر بوده و در خاک هائی که فسفر قابل دسترس کمتر باشد، تراکم اسپور قارچ‌های میکوریزا بیشتر است بنابراین کشت محصولاتی با کود فسفره کمتر و کاهش فسفر قابل دسترس، ممکن است برای افزایش تراکم قارچ‌های میکوریزا اهمیت داشته باشد (Isobe et al., 2007).

فعالیت‌های کشاورزی بر تنوع گونه‌های قارچ‌های میکوریزا تأثیر منفی می‌گذارد اما بر فراوانی اسپور بر اساس شرایط مختلف، متغیر می‌باشد (Ontivero et al., 2022). محققان با بررسی اثر تغییر کاربری جنگل به باغ چای بر خصوصیات شیمیایی خاک و جمعیت قارچ میکوریزا آربوسکولار نتیجه گرفتند میانگین درصد کلونیزاسیون و تعداد اسپورها در خاک جنگل نسبت به باغ چای بیشتر بود و تغییر کاربری و تغییر در پوشش گیاهی، با تغییر خصوصیات شیمیایی خاک، موجب کاهش میزان همزیستی و تعداد اسپورهای قارچ میکوریزا در خاک می‌شود (شفیعی و همکاران، ۱۳۹۹).

بنابراین به نظر می‌رسد تأثیر کودهای فسفره بر قارچ‌های میکوریزا با توجه به شرایط تغییر می‌کند، به عبارت دیگر احتمالاً تنش‌های وارده بر گیاه در مناطق خشک، شرایط همزیستی میکوریزایی را تحت تأثیر قرار داده است. تفاوت مهم سیستم‌های طبیعی و کشاورزی مناطق مورد مطالعه، وجود رطوبت بیشتر در خاک طی دوره رشد محصولات کشاورزی و افزایش دوره رشد گیاه در سیستم‌های کشاورزی بود. تامین رطوبت در سیستم‌های کشاورزی هم دوره تولید گیاهان را طولانی‌تر کرده و هم تنش مهم (تنش رطوبتی) اعمال شده بر گیاهان در این سیستم‌ها را تعدیل کرده است. بنابراین احتمالاً مدت زمان ارتباط قارچ و گیاه نسبت به سیستم‌های طبیعی بیشتر بوده و باعث بهبود شرایط این همزیستی شده است.

درصد کلونیزاسیون آرباسکولی ریشه:

نتایج نشان داد تفاوت معنی‌داری در صفت کلونیزاسیون آربوسکولی بین گیاهان مورد مطالعه وجود داشت، بیشترین درصد کلونیزاسیون آرباسکولی به درخت خرما و کمترین آن به گیاهان سیب زمینی و جعفری تعلق داشت همچنین در گیاهان کلزا، سیر و اسفناج کلونیزاسیون آرباسکولی مشاهده نگردید (شکل ۱ الف).



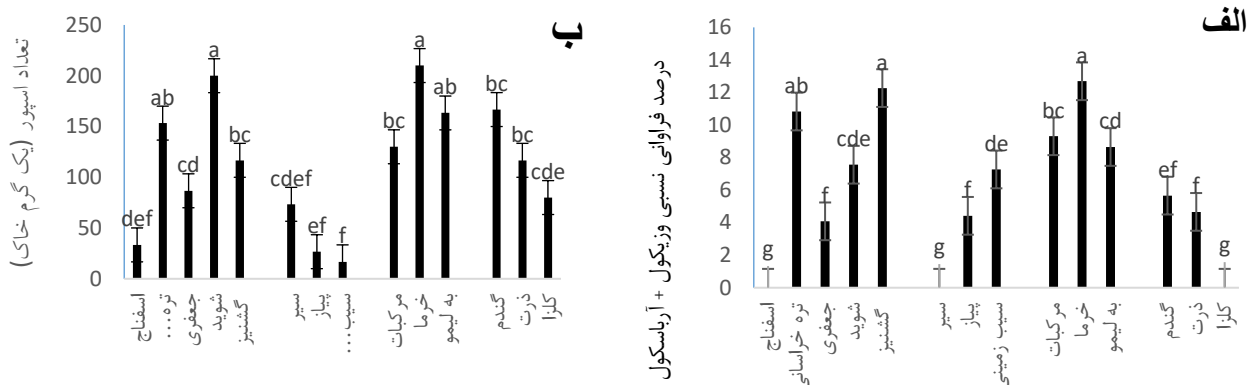
شکل ۱- مقایسه میانگین درصد فراوانی نسبی آرباسکولی (الف) و وزیکولی (ب) ریشه در گیاهان مورد مطالعه

درصد کلونیزاسیون وزیکولی ریشه:

نتایج نشان داد در گیاهان مورد مطالعه، تره خراسانی، گشنیز و خرما دارای بیشترین درصد کلونیزاسیون وزیکولی و گیاهان ذرت، جعفری و شوید کمترین این صفت را دارا بودند. همچنین در گیاهان کلزا، سیر و اسفناج کلونیزاسیون آرباسکولی مشاهده نگردید (شکل ۱ ب). به نظر می‌رسد که میزان سطح تماس و حجم ریشه‌های موئین گیاهان بر میزان همزیستی قارچ‌های میکوریز تاثیر دارد اگرچه این تاثیر به دلیل ماهیت زندگی همزیستی می‌تواند دو جانبه باشد و ساختار و آناتومی ریشه‌ها نیز تحت تاثیر قارچ میکوریز تغییر نماید (رامک و همکاران، ۱۳۹۷).

درصد کلونیزاسیون کل ریشه (آرباسکول + وزیکول):

نتایج نشان داد خرما، تره خراسانی و گشنیز دارای بیشترین درصد کلونیزاسیون کل ریشه و گیاهان پیاز، ذرت و جعفری کمترین این صفت را دارا بودند همچنین گیاهان کلزا، سیر و اسفناج فاقد کلونیزاسیون آرباسکولی بودند (شکل ۲ الف).



شکل ۲- نمودار مقایسه میانگین درصد فراوانی نسبی وزیکول + آرباسکول ریشه (الف) و تعداد اسپور در یک گرم

خاک (ب) با پوشش گیاهی مورد مطالعه

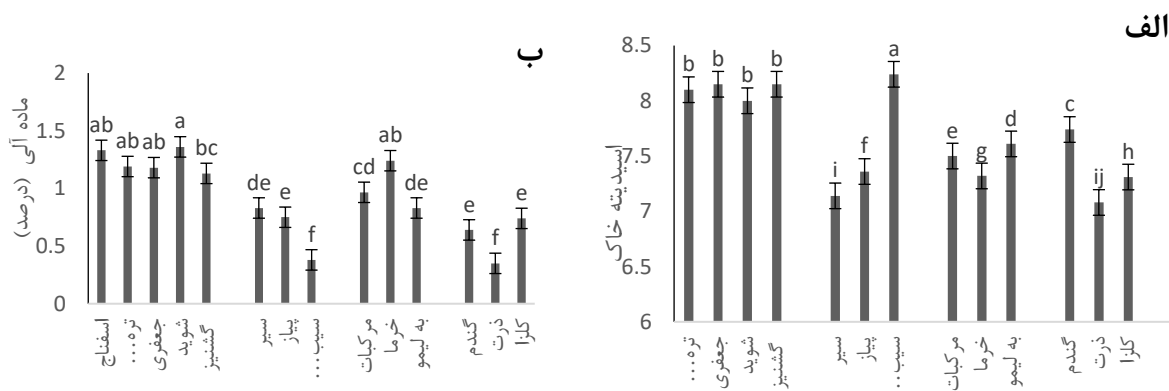
وجود گونه‌هایی از قارچ‌های مایکوریزی قارچ گلوبوس به عنوان همزیست با مرکبات در استان کرمان گزارش شده است (زنگنه و همکاران، ۱۳۸۴). از آنجایی که گیاهان مختلف از لحاظ سرشت ژنتیکی، رفتار فیزیولوژیکی و فنولوژی با یکدیگر متفاوت هستند لذا عکس‌العمل‌های متفاوتی در همزیستی با قارچ‌های میکوریز دارند (Marshner, 2012). قارچ‌ها مؤلفه‌های مهم اکولوژیکی در کنترل چرخه غذایی بیشتر گیاهان هستند و از دیدگاه تکامل، یکی از عوامل مؤثر بر گزینش طبیعی و توانایی موجودات زنده در بقای نسل تا تولید نسل بعدی محسوب می‌شوند. قارچ‌های میکوریز آربوسکولار نیز از جمله میکروارگانیسم‌های خاک می‌باشند که قادر به ایجاد همزیستی با ریشه طیف وسیعی از گیاهان بوده و بر رشد گیاه میزبان اثر می‌گذارند (Iniobong et al., 2008). بطوری‌که نتایج بررسی‌ها مختلف نشان داده است که همزیستی میکوریزایی عامل موثری بر استقرار و رشد گیاهان در عرصه‌های زراعی و باغی و نیز طراحی برنامه‌های حفاظت از آن در مناطق مختلف می‌باشد هرچند که میزان این همزیستی برآیندی از عواملی مانند گونه گیاهی، عناصر خاک، فصل، نیاز غذایی گیاه و مرحله رشد گیاهان می‌باشد (Juniper and Abbott, 2006). کشت تناوبی محصولات، تک کشتی، کاشت محصولاتی غیر از محصولات میزبان، پرورش گیاهان زراعی و استفاده بی‌رویه از کودها و آفت‌کش‌ها بر میزان، تنوع و فعالیت میکوریزا تأثیر می‌گذارد (McGonigle and Miller, 1996). در مطالعه وضعیت میکوریز در گیاهان غالب مناطقی از استان کرمان بیشترین و کمترین همزیستی میکوریزایی به ترتیب به گیاهان خانواده سرویان و فریون تعلق داشت همچنین خانواده اسفناجیان فاقد همزیستی میکوریزایی گزارش شد (نوری و همکاران، ۱۳۸۷). کنش و واکنش‌های بین

گیاهان و قارچ‌های میکوریزا آربوسکولار توسط عوامل متعددی از جمله صفات گیاه میزبان گرفته تا شرایط محیطی تنظیم می‌شود که بر غنای گونه، تنوع و عملکرد آن‌ها تأثیر می‌گذارد.

اسیدیته خاک:

نتایج نشان داد اسیدیته خاک گیاهان مربوط به سبزیجات مورد مطالعه تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشتند. خاک سیب زمینی و سیر به ترتیب دارای بیشترین و کمترین اسیدیته خاک بودند (شکل ۳ الف). نتیجه یک پژوهش نشان داده است که حداکثر جمعیت هاگ این قارچ‌ها معمولاً در اسیدیته ۶-۸ دیده می‌شود و در خارج از این محدوده جمعیت هاگ‌ها کم است هرچند که اسیدیته بهینه برای رشد و تکثیر این قارچ‌ها متفاوت است (Isobe et al., 2007). 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، ۱۳۸۰).

اسیدیته خاک و تاثیر آن بر قابلیت دسترسی عناصر غذایی تاثیر مهمی در ایجاد رابطه میکوریزی و رشد گیاهان مختلف دارد که ممکن است باعث کاهش مواد مغذی و الگوی جذب این مواد شود که در نتیجه بر پراکنش میکروارگانیسم‌ها و از جمله قارچ‌های میکوریزی تأثیر می‌گذارد.



شکل ۳- نمودار مقایسه میانگین اسیدیته خاک (الف) و درصد ماده آلی خاک گیاهان مورد مطالعه

ماده آلی خاک:

نتایج نشان داد در گیاهان مورد مطالعه درخت خرما و سبزیجات نظیر شوید، جعفری، تره خراسانی و اسفناج دارای بیشترین درصد ماده آلی خاک و گیاهان ذرت و سیب زمینی کمترین این صفت را دارا بودند (شکل ۳ ب). مواد آلی خاک اجزای

ضروری برای اتصال بخش‌های مختلف خاک به یکدیگر هستند که در ایجاد تراکم و ساختار خاک موثرند. رشد ریشه گیاهان و ریشه‌های خارجی قارچ‌های میکوریز به درون خاک، به ساختار خاک در ایجاد یک ساختار اسکلتی کمک می‌کند که در نتیجه اجزای خاک را در کنار هم نگه داشته و ریشه‌های خارجی که برای تشکیل میکروخاکدانه‌ها مفید است را تولید می‌کند. همچنین مواد آلی موجب افزایش میکروخاکدانه‌های تولید شده توسط ریشه‌های خارجی قارچ میکوریز و ریشه گیاهان شده و بهره‌برداری مستقیم از منابع کربنی گیاه به خاک را سبب می‌شود (رامک و همکاران، ۱۳۹۷). پژوهشگران با مطالعه قارچ‌های میکوریزی در مناطق مناطق مدیترانه‌ای نشان دادند که قارچ‌های میکوریزی همبستگی مثبتی با مواد آلی در خاک دارند (Palenzuela et al., 2022؛ شفیع و همکاران، ۱۳۹۹). افزایش در آشفستگی و تخریب خاک سبب کاهش غنا، تنوع و عملکرد قارچ‌های میکوریز آربوسکولار است. شیوه‌های کشاورزی حفاظتی باید به کار گرفته شوند زیرا عملکرد اکوسیستم خاک را بهتر از سیستم‌های معمولی حفظ می‌کنند (Enebe and Erasmus, 2023).

نتیجه‌گیری

باتوجه به تفاوت عوامل تاثیرگذار بر همزیستی میکوریز حتی در زیستگاه‌های مشابه، در این بررسی، به وضوح تفاوت قابل ملاحظه‌ای در همزیستی گیاهان مختلف با این نوع قارچ مشاهده شد و قارچ‌های میکوریز رفتار متفاوتی از نظر تنوع گونه، جمعیت اسپوری و درصد کلونیزاسیون ریشه نشان دادند. همچنین براساس نتایج این پژوهش کلونیزاسیون ریشه‌ها تحت تاثیر عوامل خاکی، محیطی و میزبان قرار دارد، بنابراین تلاش بیشتر برای شفاف‌سازی و درک ارتباط بین عوامل خاکی و محیطی تاثیرگذار بر نقش این قارچ‌ها در رشد گیاهان ضروری به نظر می‌رسد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد تفاوت معنی‌داری در صفات درصد فراوانی نسبی کلونیزاسیون آرباسکولی، وزیکولی و کل ریشه گیاهان مورد مطالعه وجود داشت، بیشترین درصد فراوانی نسبی کلونیزاسیون آرباسکولی به درخت خرما و کمترین آن به گیاهان سیب زمینی و جعفری تعلق داشت. بالاترین درصد فراوانی نسبی کلونیزاسیون کل به خرما (۱۲/۶۹ درصد) و شوید (۱۲/۴۲)، کمترین به گیاهان جعفری (۴/۰۸ درصد)، پیاز (۴/۴۲ درصد) و گیاهان کلزا، اسفناج و سیر فاقد درصد فراوانی نسبی کلونیزاسیون کل ریشه بودند. خاک ریزوسفر گیاهان خرما و شوید به ترتیب با ۲۱۰ و ۲۰۰ اسپور در هر گرم خاک بیشترین و اسفناج و سیب زمینی به ترتیب با ۳۳ و ۱۶ اسپور در هر گرم خاک دارای کمترین این صفت بودند. همچنین رابطه مثبتی بین میزان ماده آلی و درصد کلونیزاسیون کل ریشه گیاهان وجود داشت. با توجه به اینکه بیشترین درصد فراوانی نسبی کلونیزاسیون

آرباسکولی به خاک اراضی تحت کشت درختان خرما اختصاص داشت، لذا می‌توان اظهار داشت همزیستی میکوریزایی در کاربری‌هایی با گیاهان چندساله و اراضی با کمترین میزان خاکورزی بیشتر است.

قدردانی

پژوهش حاضر حاصل از انجام طرح تحقیقاتی در دانشگاه جیرفت می‌باشد، بدینوسیله از حمایت‌های مالی و اجرایی امور پژوهشی دانشگاه جیرفت تشکر و قدرانی می‌گردد.

منابع مورد استفاده

- اقحوانی شجری، م.، پ. رضوانی مقدم، ر. قربانی، و م. نصیری محلاتی. ۱۳۹۰. اثرات کاربرد کودهای آلی، زیستی و شیمیایی بر عملکرد کمی و کیفی گیاه دارویی گشنیز (*Coriandrum sativum L.*). نشریه علوم باغبانی، جلد ۲۹. شماره ۴. صفحه ۵۰۰ - ۴۸۶.
- ابراهیم‌زاد، س. ع.، ن. علی اصغرزاد، و ن. ا. نجفی. ۱۳۹۲. تأثیر تغییر کاربری اراضی بر فعالیت آنزیمی خاک در جلگه سلدوز (آذربایجان غربی - نرده). نشریه مدیریت خاک و تولید پایدار. شماره ۲. صفحه ۱۴۹ - ۱۳۳.
- ابراهیمی، ر.، م. ج. ملکوتی، و م. ج. داودی، م. ح. ۱۳۸۰. ضرورت اصلاح pH خاکهای اسیدی در کشت چای. انتشارات آموزش کشاورزی، پژوهشکده آب و خاک، تهران، صفحه ۱۹.
- براتی، ع. ا.، ع. اسدی، خ. کلانتری، ح. آزادی، و م. مأموریان. ۱۳۹۳. تحلیل آثار تغییر کاربری اراضی کشاورزی از دیدگاه کارشناسان سازمان امور اراضی کشاورزی در ایران. مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران. جلد ۴. صفحه ۶۵۰ - ۶۳۹.
- رامک، پ.، م. متینی‌زاده، م. مهرنیا، و ر. سیاه منصور. ۱۳۹۷. واکنش شش گونه گیاه دارویی حوزه آبخیز نوژیان به همزیستی با قارچ‌های میکوریزی آربوسکولار طی فصول بهار و پاییز. مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی. سال ۱۰. شماره ۳۵. صفحه ۱۹۸ - ۲۱۱.
- زنگنه، س.، ع. شیروانی، ی. م. علیان، م. نجفی نیا، ف. کرمپور، و ح. ا. قلعه‌دزدانی. ۱۳۸۴. معرفی گونه چای جدیدی از قارچهای آربوسکولار - میکوریزا از ریزوسفر مرکبات ایران. نشریه رستنیها، دوره ۶ شماره ۱. صفحه ۹۰ - ۷۷.
- زهتابیان، غ.، ح. خسروی، و ع. آذره. ۱۳۹۱. تأثیر فعالیت‌های کشاورزی بر تخریب اراضی در شهرستان خاتم. نشریه مرتع و آبخیزداری. شماره ۱. صفحه ۷۲ - ۶۱.
- سرائی، م. ح.، ک. امیدوار، و ی. علیزاده شورکی. ۱۳۹۲. تحلیل و ارزیابی شاخص‌های اقتصادی اجتماعی توسعه پایدار در محلات شهر تاریخی میبد. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال ۲۸، شماره ۱۰۸، صفحه ۲۰۴ - ۱۷۶.
- شفیعی، ش.، ع. صالحی، و ا. کهنه. ۱۳۹۹. اثر تغییر کاربری جنگل به باغ چای بر خصوصیات شیمیایی خاک و جمعیت قارچ میکوریز آربوسکولار (مطالعه موردی: لاهیجان). مجله تحقیقات منابع طبیعی تجدیدشونده. سال ۱۱. صفحه ۲۷ - ۱۷.
- علیخانی، ح. ا. اله دادی، م. رشتبری، و ب. رجب‌پور. ۱۳۹۳. روش‌های کاربردی آزمایشگاه بیولوژی خاک، انتشارات دانشگاه تهران. صفحه ۲۷۰.
- قدیمی، س. ع.، ع. پابزن، و ع. امینی. ۱۳۹۷. بررسی روند تغییر کاربری اراضی کشاورزی و تاثیر آن بر مولفه‌های توسعه پایدار (مطالعه موردی: حوضه زاینده‌رود استان اصفهان). فصلنامه پژوهش‌های ترویج و آموزش کشاورزی. شماره ۳. صفحه ۵۸ - ۴۱.

- محمدنژاد کیاسری، ش.، ف. مهرا، و ی. نیک‌نژاد. ۱۳۹۴. ارزیابی تنوع بی‌مهرگان خاکری در اراضی جنگل کاری، باغی و کشاورزی منطقه کیایی ساری، استان مازندران. فصلنامه اکوسیستم های طبیعی ایران. شماره ۲. صفحه ۳۶-۲۷.
- نوری، ا. س.، خ. منوچهری کلانتری، م. شریفی، ن. ناصری، و ع. طاهر نژاد. ۱۳۸۷. مطالعه وضعیت میکوریز در گیاهان غالب مناطقی از استان کرمان. نشریه علوم محیطی، سال ۶، شماره ۲. صفحه ۱۰-۱.
- Bahrami, A., Emadodin, I., Ranjbar Atashi, M., & 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.
- Boomsma, C.R., & Vyn, T.J. (2008). Maize drought tolerance: Potential improvements through arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Field Crops Research*, 108: 14-31.
- Dalpe, Y. (1993). Vesicular-arbuscular mycorrhiza. In: Carter MR (ed) Soil Ssmpling and methods of analysis. CRC, Boca Ra-ton, Fla, 287-301.
- Enebe, M.C., & Erasmus, M. (2023). Environmental Parameters in Arbuscular Mycorrhizal Fungal Richness, Colonization and Ecological Functions. *Agriculture*, 13(10), 1899; <https://doi.org/10.3390/agriculture13101899>.
- Feng, F., Sun, J., Radhakrishnan, G.V., Lee, T., Bozsóki, Z., Fort, S., & Oldroyd, G.E. (2019). A combination of chitooligosaccharide and lipochitooligosaccharide recognition promotes arbuscular mycorrhizal associations in *Medicago truncatula*. *Nature communications*, 10(1), 5047.
- Gadkar, V., David-Schwartz, R., Kunik, T., & Kapulnik, Y. (2001). Arbuscular mycorrhizal fungal colonization. Factors involved in host recognition. *Plant Physiology*, 127, 1493-1499.
- Iniobong, O.E., Solomon, M.G., & Osonubi, O. (2008). Effects of arbuscular mycorrhizal fungus inoculation and phosphorus fertilization on the growth of *Gliricidia sepiom* in sterile and non-sterile soil. *Research Journal of Agronomy*, 2, 23-27.
- Isobe, K., Aizawa, E., Iguchi, Y., & Ishii, R. (2007). Distribution of arbuscular mycorrhizal fungi in upland field soil of Japan 1. Relationship between spore density and the soil environmental factor. *Plant Production Science*. 10, 1. 122-128.
- Izquierdo, A.E., & Ricardo Grau, H. (2009). Agriculture adjustment, land-use transition and protected areas in northwestern Argentina. *Journal of Environmental Management*, 90, 858-865.
- Juniper, S., & Abbott, L. K. (2006). 'Soil salinity delays germination and limits growth of hyphae from propagules of arbuscular mycorrhizal fungi. *Mycorrhiza* 16, 371-379.
- Khaliq, A., Perveen, Sh., Khalid, H., Ul Haq, M. Z., Rafique, Z., Ibtisam, M., Ashwaq, T., Muneera, A., Saddam Hussain, S., & Attia, H. (2022). Arbuscular Mycorrhizal Fungi Symbiosis to Enhance Plant-Soil Interaction Sustainability. *Sustainability*, 14(13), 7840.
- Lal, R., Bouma, J., Brevik, E., Dawson, L., Field, D. J., Glaser, B., & Zhang, J. (2021). Soils and sustainable development goals of the United Nations: An International Union of Soil Sciences perspective. *Geoderma Regional*, Elsevier B.V.
- Mueller, R. C., Rodrigues, J. L. M., Nüsslein, K., & Bohannan, B.J.M. (2016). Land use change in the Amazon rain forest favours generalist fungi. *Functional Ecology Journal*, 30(11), 1845-1853.
- Marschner, H. 2012. Mineral nutrition of higher plants. 3rd ed. Academic Press, London.
- McGonigle, T.P., & 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.
- Mishra, R. R. (2007). Soil microbiology. Translated by: A. Fallah, H. Besharati, & H. Khosravi, Aeeizh publisher, 179 pp.
- Oehl, F., Sieverding, E., & 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
- Ontivero, R.E., Risio, L.V., Iriarte, H.J., Lugo, M.A. (2022). Effect of Land-Use Change on Arbuscular Mycorrhizal Fungi Diversity in an Argentinean Endemic Native Forest. *Biology and Life Sciences Forum*, 2022, 15, (1), <https://doi.org/10.3390/IECD2022-12430>

- Palenzuela, J., Azcon, C., Figueroa, D., Caravaca, F., Roldan, A., & Barea, J.M. (2002). Effects of mycorrhizal inoculation of shrubs from Mediterranean ecosystems and composed residue application on transplant performance and mycorrhizal development in a desertified soil. *Biology and Fertility of Soils*, 36, 170-175.
- Schalamuk, S., Velazquez, S., Chidichimo, H., & Cabello, M. (2006). Fungal spore diversity of arbuscular mycorrhizal fungi associated with spring wheat: effects of tillage. *Mycologia*, 98(1),16–22