کنترل بیولوژیک آفات و بیماری‌های گیاهی
دوره۹، شماره ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۹ (۲۱۶-۱۹۷) مقاله پژوهشی DOI: 10.22059/jbioc. 2022.327964.308

بررسی اثر اقلیم، خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک و میزبان بر فعالیت قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در منطقه رفسنجان

پریسا امینیان نسب[۱]، ابراهیم صداقتی*[۲]، ثمین حسینی[۳]و روح الله صابری ریسه[۴]
۱، ۲ و ۳و ۴ دانشجوی دکتری، دانشیار، استادیار و استاد گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولیعصر (عج)، رفسنجان، ایران.
(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۲۴ - تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۱۱/۱۷)

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی درصد کلونیزاسیون و جمعیت اسپور قارچ های میکوریز آربوسکولار (AMF) در ریشه‌های گیاهان مختلف و بررسی اثر اقلیم و برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بر این دو فاکتور در نه منطقه از شهرستان رفسنجان صورت گرفت. نمونه برداری از منطقه‌ی ریزوسفر گیاهان مختلف و به شکل تصادفی انجام شد. اسپورهای AMF از خاک نمونه ها با استفاده از روش الک مرطوب جداسازی و شمارش شدند. پس از رنگ آمیزی ریشه‌ها میزان کلونیزاسیون ریشه اندازه گیری شد. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک شامل اسیدیته، هدایت الکتریکی، کربن آلی، میزان فسفر قابل جذب، میزان بور قابل جذب، میزان سیلت، شن و رس محاسبه شد. میانگین درصد کلونیزاسیون ریشه گیاهان مختلف با این قارچ ها از۱۷/۷ درصد در حومه غربی(در خاک سندی لومی با میانگین اسیدیته ۸/۷۲ ،هدایت الکتریکی ۸/۸۲و کربن آلی ۰/۱۳) تا ۸۳/۳ درصد در راویز(در خاک سندی لومی با اسیدیته ۸/۳۹ ،هدایت الکتریکی ۱/۴۴ و میزان کربن آلی ۳/۹۹) و میانگین جمعیت اسپوردر ده گرم از نمونه‌های خاک بین۵/۶ عدد در حومه غربی تا ۱۳۹/۲ در داوران متغیر بود. بین تعداد اسپور و درصد کلونیزاسیون همبستگی مثبت و معنی داری در سطح ۰/۰۱وجود داشت. میزان شن و کربن آلی خاک همبستگی مثبت و معنی داری در سطح ۰/۰۱ با درصد کلونیزاسیون و تعداد اسپور داشتند. پارامترهای اسیدیته، هدایت الکتریکی، میزان فسفر قابل جذب، میزان بور قابل جذب، میزان سیلت و رس، همبستگی منفی و معنی داری در سطح ۰/۰۱ با شاخص‌های ذکر شده نشان دادند. علاوه بر این، نتایج نشان داد که درصد کلونیزاسیون و جمعیت اسپور AMF در هر منطقه، با نوع میزبان و اقلیم منطقه نیز در ارتباط است.

واژه های کلیدی: اقلیم، همزیستی، همیاری، میکوریز، وابستگی میکوریزی، باغ.

Investigation of climate, Soil physico-chemical properties and host on Arbuscular mycorrhizal fungi activity in Rafsanjan

Parisa Aminiannasab[1], Ebrahim Sedaghati [2]*, Samin Hosseini [3] Roohollah Saberi Riseh [4]
1, 2, 3 and 4: Ph.D. Student, Associated professor, Assistant professor and professor, Department of Plant Protection, Agriculture Faculty, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran.
(Received: Aug 15, 2021 - Accepted: Feb 06, 2022)

Abstract

The present study aimed to investigate root colonization percent and spore population of Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) in soils of 9 regions of Rafsanjan city. Also, the effect of climate and some physical and chemical properties of soil including pH, EC, organic carbon, amount of absorbed P and B soil and amount of silt, sand and clay on these two factors were evaluated. Samples were collected from the rhizosphere of different plants and AMF spores were isolated from the soil samples using the wet sieve method. After root staining and spore extraction of spores from the soil, root colonization and spore population were determined. As a result, all samples have arbuscular mycorrhizal symbiosis. The average root colonization percent ranged from 17.7% in Western suburbs (sandy loam soil, PH:8.72, Ec: 8.82 and organic carbon %0.13) to 83.3 % in Raviz (sandy loam soil, PH:8.39, Ec 1.44 and OC 3.99%). The average spore population per 10 gr of soil samples ranged from 5.68 in Western suburbs to 139.2 in Davaran. There was a significant and positive correlation between the spore population and root colonization percent (α= 0.01). There was a significant and positive correlation between the percent of sand and organic carbon with spore population and root colonization percent (α= 0.01). correlation of measured indices with pH, EC, P, B, silt and clay showed significant and negative correlation(α= 0.01). furthermore, the results showed that the root colonization percent and spore population in each region is related to the host plant and climate as well.

Keywords: Arid land, Climate, Mycorrhizal dependency, Mutualism, Symbiosis, Orchards.

E-mail: sedaghati@vru.ac.ir

مقدمه

قارچ‌های میکوریز آربوسکولار (AMF) متعلق به شاخه گلومرومیکوتا از مهمترین عوامل همزیست اجباری ریشه گیاهان به‌شمار رفته، پنج تا ۵۰ درصد زیست توده میکروبی خاک را تشکیل می‌دهند و تقریبا با ۹۰ درصد گونه‌های گیاهی رابطه همزیستی دارند (Pawlowska *et al.* 2000, Cardoso and Kuyper, 2006). این قارچ ها دارای اثرات مثبت همزیستی هستند که از مهمترین آن‌ها می توان به افزایش جذب عناصر غذایی مانند فسفر و سایر عناصر معدنی کم تحرک مانند روی، مس، کلسیم، منیزیم، منگنز و آهن توسط گیاه و بهبود تغذیه گیاه اشاره کرد (He and Nara, 2007)، همچنین کلونیزاسیون ریشه به وسیله ی قارچ میکوریز آربوسکولار موجب بالا رفتن مقاومت گیاه در برابر عوامل بیماریزا، تنش خشکی و شوری، افزایش تثبیت نیتروژن بیولوژیکی، افزایش فتوسنتز در گیاه میزبان و مهم تر از همه کاهش غلظت عناصر فلزی سنگین همانند کادمیوم و آرسنیک در بافت گیاه می‌شود (Wehner *et al.* 2010). این قارچ‌ها تقریبا در همه خاک ها وجود دارند، حضور آن‌ها در اکثر خاک‌های مناطق گرمسیری، معتدل و سردسیری به اثبات رسیده است(Westbery 1995). تنها خاک‌های مناطق محدودی از جمله زمین‌های فرسایش یافته، خاک‌های ضدعفونی شده و زمین هایی که به علت حفاری به‌هم خورده اند و لایه بالایی خاک آن‌ها حذف شده است ممکن است عاری از این قارچ‌ها باشند(Abbot and Robson 1991). نوع پوشش‌های گیاهی، شدت دست‌ورزی خاک، میزان کودها و آفت‌کش‌های شیمیایی مصرفی بر میزان موفقیت فرآیند همزیستی تاثیرگذار هستند (Smith and Read 2008). مطالعات نشان می‌دهد میزان همزیستی و درصد کلونیزاسیون ریشه ها با AMF علاوه بر نوع گیاه، گونه قارچ و عوامل محیطی مانند دما و شدت نور، تا حد زیادی تابع خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک است. قارچ‌های میکوریزی نسبت به شرایط فیزیکی، شیمیایی و زیستی خاک حساس بوده و تغییرات آن‌ها می تواند به طور معنی داری درصد کلونیزاسیون این قارچ ها در ریشه گیاهان را تحت تاثیر قرار دهد (Hamel *et al.*) . (1997 شوری و اسیدیته خاک از جمله عوامل تاثیرگذار مهم بر این همزیستی هستند، قارچ های میکوریز قادرند در دامنه وسیعی از اسیدیته خاک زندگی کنند و برخی از تنش های ناشی از آن را کاهش دهند (Cavagnaro *et al.* 2000). تحقیقات نشان داده اند که غلظت‌های بالای فسفر، کلونیزاسیون قارچ_های میکوریز آربوسکولار را کاهش می‌دهد (Smith and Read 2008). همچنین همبستگی مثبت و معنی داری بین قابلیت هدایت الکتریکی خاک و کلونیزاسیون این قارچها وجود دارد (Becerra *et al.* 2007) . از راهکارهای موثر برای کاهش اثرات مضر کودهای شیمیایی در کشاورزی، جایگزینی این کودها با کودهای زیستی است. کاربرد کودهای زیستی در مناطقی که به لحاظ اقلیمی شباهت زیادی به منشا جداسازی آن‌ها دارد، موفق آمیزتر است(Symanczik *et al.* 2014) . شهرستان رفسنجان در شمال غرب استان کرمان قرار دارد و به دلیل مجاورت با کویر، از جمله مناطق نیمه خشک و کم باران به شمار می رود .تابستان‌های گرم و زمستان های سرد و خشک دارد. از نظر اقلیمی و هواشناسی شهرستان رفسنجان دارای متوسط حداکثر درجه حرارت ۳۹ درجه سلسیوس در مرداد ماه و متوسط حداقل درجه حرارت ۵- درجه سلسیوس در دی ماه است و میانگین بارش سالانه آن حدود ۱۰۰ میلیمتر می باشد. این شهرستان دارای مناطق مختلف با خصوصیات اقلیمی متنوع است که به لحاظ ویژگی‌های هواشناسی، اقلیم، پوشش گیاهی، میزان بارندگی سالیانه، شوری خاک و غیره با هم تفاوت دارند(Dehghan *et al.* 2015). گیاهان مختلف در مناطق مختلف این شهرستان با تنش‌های مختلف خشکی، شوری و مسمومیت‌ها از جمله مسمومیت بور مواجه هستند. استفاده از قارچ های میکوریز آربوسکولار جهت بهبود کیفیت و عملکرد محصولات کشاورزی در این مناطق اهمیت دارد. تاثیر زادمایه تهیه شده از این قارچ‌ها به شرایط اقلیمی منطقه و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بستگی دارد (Hamel *et al.* 1991)، با توجه به موارد ذکر شده، هدف از انجام این تحقیق بررسی وضعیت کلونیزاسیون و جمعیت اسپور قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در ریزوسفر گیاهان مختلف در

مناطق مختلف شهرستان رفسنجان است. درصد کلونیزاسیون در هر منطقه درمیزبان‌های باغی، زراعی، علف‌های هرز و گیاهان مرتعی و جنگلی با قارچ‌های AMF مقایسه می‌شوند. ارتباط بعضی از پارامترهای فیزیکی و شیمیایی خاک با درصد کلونیزاسیون و تعداد اسپور این قارچ ها در خاک نیز بررسی می‌شود. این یافته‌ها راهکارهایی مناسب جهت افزایش جمعیت این قارچ‌ها در مزارع و باغات کشاورزی به منظور بهبود رشد گیاهان به ما خواهند داد.

مواد و روش ها

نمونه برداری

در تابستان سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ از باغ‌ها مزارع و مراتع نه منطقه داوران، راویز، سرچشمه، کبوترخان، خنامان، نوق، کشکوییه، حومه شرقی و حومه غربی شهرستان رفسنجان بازدید به عمل آمد و از عمق ۵ تا ۳۰ سانتی متری ریزوسفر گیاهان مختلف به صورت تصادفی نمونه برداری انجام شد. برای تهیه هر نمونه مرکب سه نمونه خاک از نقاط مختلف مزرعه یا باغ جمع آوری و با هم مخلوط شد و در نهایت ۹۰ نمونه مرکب (یک کیلوگرمی) خاک به همراه ریشه‌های نازک پس از ثبت مشخصات به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌ها به مدت دو هفته در برابر جریان هوا خشک شده و تا زمان جداسازی اسپور در دمای چهار درجه سلسیوس نگهداری شدند (Blaszkowski 1993). خصوصیات اقلیمی مناطق مختلف نمونه برداری، از وبگاه‌های هواشناسی استخراج و ثبت شد (https://www.irimo.ir) (جدول ۱).

شمارش اسپور قارچ های میکوریز آربوسکولار در خاک

به منظور اثبات رابطه‌ی همزیستی قارچ‌های میکوریز آربوسکولار با گیاهان مختلف، رنگ‌آمیزی ریشه‌ها و جداسازی اسپور از خاک انجام شد. برای تعیین تراکم اسپورهای موجود در نمونه‌های خاک، ابتدا ۱۰ گرم خاک و ریشه در یک لیتر آب به حالت سوسپانسیون تهیه شد. بعد از رسوب ذرات درشت خاک، مایع رویی به ترتیب از الک‌های ۵۰، ۱۲۰ و ۴۰۰ مش عبور داده شدند. این عمل چندین بار تکرار شد تا مواد آلی، ذرات درشت و ریشه‌ها روی الک ۵۰ مش، ذرات خاک، اسپوروکارپ‌ها و اسپورهای بزرگ روی الک ۱۲۰ مش و نیز ذرات ریز خاک و اسپورهای ریز AMF روی الک ۴۰۰ مش جمع‌آوری شوند. مواد جمع شده در پشت الک‌های ۵۰ و ۱۲۰ مش در تشتک پتری جمع‌آوری شدند. مواد جمع شده روی الک ۴۰۰ مش به لوله‌های سانتریفوژ منتقل و حجم آنها با آب مقطر به ۵۰ میلی لیتر رسانده شد. سانتریفوژ به مدت پنج دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه در دستگاه سانتریفوژ مدل ؟ انجام شد، فاز رویی در ظرف جداگانه ای ریخته شد و محلول شکر ۶۰ درصد به فاز ته نشین اضافه و سانتریفوژ به مدت دو دقیقه و با سرعت ۲۰۰۰ دور در دقیقه انجام شد. در این مرحله اسپورها به حالت معلق در محلول شکر قرار گرفتند و ذرات خاک کاملا جدا و ته نشین شدند. فاز رویی به الک ۴۰۰ مش و سپس به یک تشتک پتری مدرج منتقل و زیر استریومیکروسکوپ (Nikon-SMZ 1000) با بزرگنمایی ۶۴ برابر شمارش اسپورها انجام شد. برای هر نمونه خاک، سه بار شمارش اسپور بصورت سه تکرار ده گرمی خاک انجام گرفت و میانگین تعداد اسپور در ده گرم خاک بیان شد (Klironomos *et al.* 1993).

جدول ۱- خصوصیات اقلیمی مناطق نمونه برداری

Table 1- Climate characteristic of Samplingie sites

Location name	Avrage of Annual Precipitations (mm) (2012-2016)	Avrage of Annual degree (° C) (2012-2016)	Height (m)	Climate (Dumbarton)	Geographic characteristics
Davaran	126	15/1	1864	Semi-arid	Mountainous
Khanaman	157	14/5	2206	Semi-arid	Mountainous
Raviz	168	14/1	2600	Semi-arid	Mountainous
Sarcheshme	175	12/8	2524	Semi-arid	Mountainous
Kabutarkhan	57/5	19/1	1673	Arid	Plain
Nugh	89	20/9	1336	Arid	Plain

Koshkuieh	65	19/4	1449	Arid	Plain
Eastern Suburb	44/6	19/6	1524	Arid	Plain
Western Suburb	44/6	19/6	1463	Arid	Plain

رنگ آمیزی ریشه‌ها و اندازه گیری درصد کلونیزاسیون میکوریزی کورتکس ریشه

رنگ آمیزی ریشه ها با روش Phillips and Hayman(1970) انجام شد. به این منظور قبل از رنگ‌آمیزی، ریشه‌ها به خوبی با آب شسته شده و سپس به قطعات یک سانتی‌متری برش داده شدند. برای شفاف‌سازی، ریشه‌ها در محلول هیدروکسید پتاسیم (KOH) ۱۰ درصد در بن ماری با دمای ۷۲ درجه سلسیوس قرار داده شدند. زمان شفاف‌سازی بستگی به ضخامت ریشه، برای ریشه‌های ضخیم پنج ساعت و برای ریشه‌های ظریف و دارای رنگدانه‌های کم، ۲۰ دقیقه در نظر گرفته شد. در مرحله بعد برای خروج کامل محلول هیدروکسید پتاسیم از نمونه ها، ریشه‌ها حداقل سه بار با آب مقطر شستشو شدند. به منظور شفاف سازی بیشتر ریشه‌های ضخیم به مدت دو ساعت در پر اکسید هیدروژن قلیایی ۱۰ درصد تازه تهیه شده (H2O2) در بن ماری با دمای ۷۲ درجه سلسیوس قرار گرفتند. این مرحله برای ریشه‌های ظریف ضروری نیست. پس از مرحله شفاف سازی و قبل از رنگ‌آمیزی ریشه لازم است که ریشه‌ها با قرار گرفتن در محلول اسید کلریدیک (HCL) ۲۰ درصد به مدت سه تا پنج دقیقه، اسیدی شوند. ریشه‌های اسیدی شده بدون شستشو برداشته شدند و جهت رنگ‌آمیزی در محلول ۰/۰۵ درصد آنیلین بلو (Aniline blue) در لاکتوگلیسرول، به مدت ۴۵ دقیقه قرار گرفتند. به منظور حذف رنگ‌های اضافی، ریشه‌های رنگ‌آمیزی شده چندین بار با آب مقطر شسته شدند. در نهایت، مرحله رنگ‌بری ریشه‌ها با استفاده از محلول لاکتوگلیسرول و حداقل به مدت ۲۴ ساعت انجام شد. به این طریق اندام‌های قارچی به رنگ آبی در بافت ریشه‌های رنگ‌بری شده، قابل مشاهده شدند. برای تهیه اسلاید دائمی، ریشه‌های رنگ‌بری شده همراه با یک قطره لاکتوفنل یا PVLG [1] روی لام میکروسکوپی منتقل شدند و سپس زیر میکروسکوپ نوری کالیبره شده نیکون مدل ECLIPSE-80i بررسی شدند. برای تعیین درصد کلونیزاسیون ریشه ها از روش Biermann and Linderman (1981) استفاده شد. به این منظور، ۲۰ قطعه یک سانتی متری از ریشه‌های رنگ‌آمیزی شده هر نمونه، به طور تصادفی انتخاب و از آن‌ها لام دائمی تهیه شد. نمونه‌های قارچی موجود در هر لام در زیر میکروسکوپ نوری نیکون مدل ECLIPSE-80i کالیبره و مجهز به میکرومتر مدرج، مورد ارزیابی قرار گرفتند. میزان کلونیزاسیون با برآورد طولی از ریشه که به ساختمان‌های قارچی (وزیکول، آربسکول و هیف) آلوده بودند، محاسبه و میانگین درصد کلونیزاسیون ریشه، برای این ۲۰ قطعه تعیین گردید از هر نمونه سه تکرار بررسی شد.

آزمون فیزیکی و شیمیایی خاک

خصوصیات فیزیکی وشیمیایی خاک‌ها شامل کربن آلی (OC)، بافت، اسیدیته (pH)، قابلیت هدایت الکتریکی (EC)، میزان فسفر و بور قابل جذب خاک اندازه گیری شد. بافت خاک از طریق انجام تجزیه مکانیکی به روش هیدرومتری تعیین گردید (Bouyoucos 1962). قابلیت هدایت الکتریکی در عصاره اشباع با هدایت سنج (مدل فیلیپس) اندازه گیری و تصحیحات دمایی لازم اعمال و قابلیت هدایت الکتریکی در 25 درجه سلسیوس گزارش گردید(Rhodes 19996). اسیدیته در گل اشباع با استفاده از pH متر (مدل مترهم) اندازه گیری شد (Thomas 1996). در صد ماده‌ی آلی خاک به روش اکسیداسیون مرطوب و سرد (Walkley and Black 1934)، فسفر قابل جذب خاک به روش اولسن (Kuo 1996) و میزان بور خاک به روش آزومتین‌اچ اندازه‌گیری شد (Keren 1996).

آنالیز داده ها

آنالیز آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS ver.9.1 و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد انجام شد. تعیین همبستگی با استفاده از آزمون پیرسون و با استفاده از

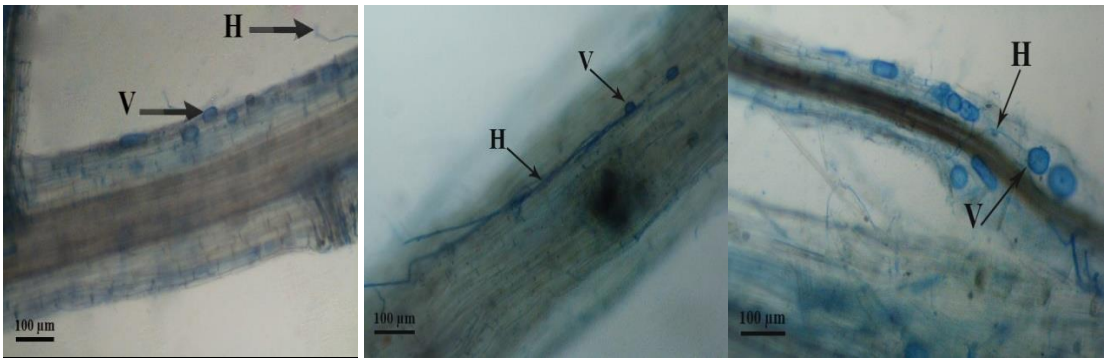
1 Polyvinyl-Lacto-Glycerol (PVLG)

نرم افزار SPSS 15 انجام شد. نمودارها توسط نرم افزار EXCEL2013 ترسیم شدند.

یافته ها

رنگ آمیزی ریشه ها و مشاهده ساختارهای قارچی

در این مطالعه ساختارهای مختلف قارچهای میکوریز آربوسکولار در ریشه‌های رنگ آمیزی شده گیاهان مختلف مشاهده شد. وزیکول، آربوسکول و ریسه ها متداول ترین ساختارهای موجود بودند که حضور این اندام‌ها در داخل و سطح ریشه، بیانگر وجود همزیستی گیاهان مختلف با قارچهای میکوریز آربوسکولار است.



شکل۱- اندام‌های قارچی میکوریز آربوسکولار داخل ریشه‌های رنگ‌آمیزی شده گیاهان مختلف (**H**: هیف، **V:** وزیکول)

Fig1-Arbuscular Mycorrhizal fungal organs inside the stained roots of different plants(H: Hyphae, V: Vesicule).

بررسی تراکم جمعیت اسپوری قارچ

تراکم اسپور قارچهای میکوریز آربوسکولار به صورت شمارش تعداد اسپورها در ده گرم خاک خشک جمع آوری شده از ریزوسفر گیاهان مختلف تخمین زده شد (جدول ۲). میانگین جمعیت اسپورها در ده گرم از نمونه‌های مورد بررسی در مناطق مختلف صرف نظر از گونه قارچی و نوع میزبان بین ۵/۶۸ عدد در منطقه حومه غربی تا ۱۳۹/۲۲ عدد در منطقه داوران متغیر بود نتایج تجزیه واریانس جمعیت اسپورنشان داد بین مناطق نمونه برداری شده از نظر میانگین تعداد اسپورها در ده گرم خاک اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۱ وجود دارد (جدول ۲).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مقایسه درصد کلونیزاسیون ریشه و تعداد اسپور و همچنین فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی خاک در مناطق مورد بررسی

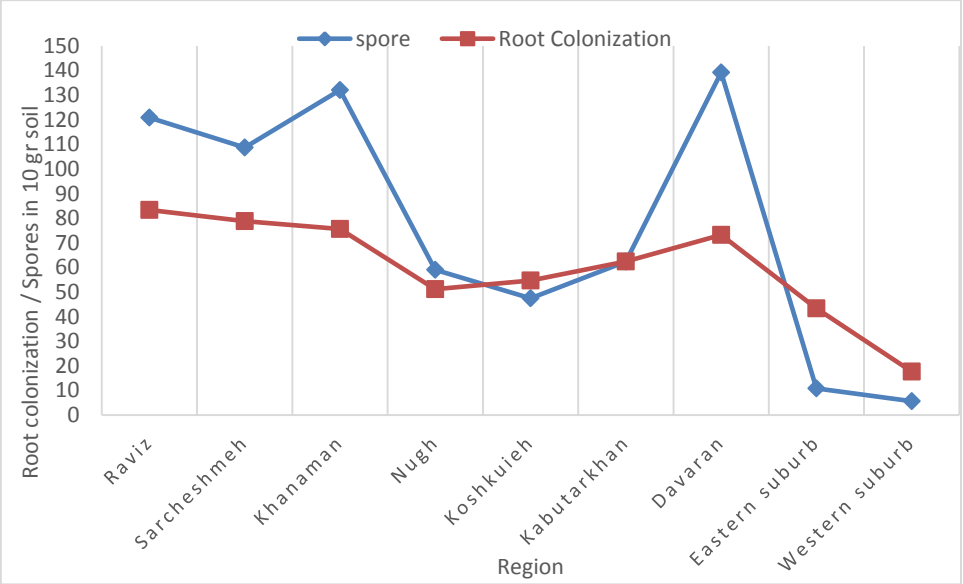
Table 2- variance analysis results of root colonization percentage comparison and spores counts as well as soil physical and chemical properties in studied regions

	df	Phosphorus	Sand	Silt	Clay	Colonization %	Spore	Boron	Organic C	pH	EC
Region	8	31/66**	173 **	69/96**	32/41**	4626 **	25876 **	109/07**	17/93**	0/322**	50/11**
Eror	220	3/36	34/55	19/41	4/18	259/45	258/10	0/500	0/345	0/078	0/128
CV	-	14/59	8/16	22/11	25/32	27/52	21/06	20/79	23/71	3/33	10/67

بررسی درصد کلونیزاسیون میکوریزایی

نتایج نشان داد، همه نمونه‌های ریشه گیاهان مورد بررسی دارای رابطه‌ی همزیستی با قارچهای میکوریز آربوسکولار می باشند (جدول ۳). منطقه راویز با میانگین ۸۳/۳۸ درصد و منطقه حومه غربی با میانگین ۱۷/۷۰درصد دارای بیشترین و کمترین درصد کلونیزاسیون بودند. نتایج تجزیه واریانس درصد کلونیزاسیون نشان داد بین مناطق نمونه برداری شده از نظر میانگین درصد کلونیزاسیون اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۱ وجود دارد (شکل ۲ و جدول ۲).

DOI: 10.22059/jbioc. 2022.327964.308



شکل ۲- مقایسه درصد کلونیزاسیون ریشه با قارچهای میکوریز آربوسکولار و تعداد اسپور آن‌ها در ده گرم خاک گیاهان مورد بررسی در مناطق مختلف شهرستان رفسنجان، نقاط آبی و نارنجی هرکدام به ترتیب نشان دهنده میانگین ۳۰ داده مربوط به تراکم اسپور و درصد کلونیزاسیون در هر منطقه می باشد. حروف غیرمشابه در نقاط مختلف نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار بین میانگین ها است

(آزمون دانکن $P\leq0.05$)

Fig 2- Comparison of root colonization percentage with arbuscular mycorrhizal fungi and spores count in 10 g of soil of studied plants in different regions of Rafsanjan, Blue and Orange dots, Respectively, represents the average of 30 data related to the spores count and root colonization percentage with AMF in each region. Mismatched letters indicate a significant difference between the means(Duncans test, ($P\leq0.05$).

جدول ۳- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ۹۰ نمونه خاک گرفته شده ازریزوسفر گیاهان مختلف در مناطق مختلف شهرستان رفسنجان و تعداد اسپور و درصد کلونیزاسیون قارچهای میکوریز آربوسکولار در آن‌ها

Table 3- Physical and chemical properties of 90 soil samples collected from the rhizosphere of different plants in different areas of Rafsanjan and their spores count and colonization percentage of arbuscular mycorrhizal fungi

*Eastern suburb **Western suburb

No	Host	Region	Average of colonization %	Average of Spore/ 10 g soil	B (ppm)	P (ppm)	Organic C%	EC (dS/m)	PH	Texture	Clay %	Silt %	Sand %
1	Sunflower	Raviz	87.33±3.92	118.33±20.88	0/32	10/50	3/84	0/97	8/65	Sandy loam	5	13	82
2	Almond	Raviz	50.33±3.17	29±2.08	1/80	12/64	1/60	1/47	7/95	Sandy loam	9	24	67
3	Onion	Raviz	92/33 ±1.45	170±7/63	0/31	8/68	4/05	1/19	8/10	Sandy loam	4	6	66
4	Peppermint	Raviz	52/33±5/04	45/66±5/66	1/45	12/81	1/04	1/70	8/34	Sandy loam	9	23	68
5	Apricot	Raviz	50±0	28/66±2/96	1/76	11/33	1/74	0/94	8/37	Sandy loam	7	23	70
6	Walnut	Raviz	552/33±3/	46/66	1/42	12/7	1/83	1/40	8/2	Sandy	8	25	67

E-mail: sedaghati@vru.ac.ir

			71	±0/33		8			5	loam			
7	Couch grass	Raviz	86/66±4/4	91/66±11/66	1/65	11/66	4/12	1/33	8/98	Sandy loam	5	18	77
8	Alfalfa	Raviz	83±1/52	118/6±20.88	0/61	11/33	5/23	1/35	8/77	Sandy loam	4	18	78
9	Alhaji	Raviz	15.66±0.66	3.66±0.66	9/16	14/78	0/43	1/95	8/34	Sandy loam	9	24	67

ادامه جدول۳-

10	Gunera	Raviz	17/66±1.45	10.33±0.88	8/64	13/85	0/25	1/90	8/20	Sandy loam	8	25	67
11	Almond	Sarcheshmeh	58/66±0/6	34/18±0/66	1/65	12/09	1/75	1/82	8/09	Sandy loam	8	22	70
12	Quince	Sarcheshmeh	59/33±0/66	37±1/15	1/76	12/18	0/98	1/82	8/13	Sandy loam	8	20	72
13	Apricot	Sarcheshmeh	91/33±0.66	158/66±2/4	0/53	8/78	4/82	1/63	9/11	Sandy loam	6	10	84
14	Couchgrass	Sarcheshmeh	70/66±0/66	88/33±2/02	2/54	9/85	3/50	1/63	8/14	Sandy loam	6	12	82
15	Apple	Sarcheshmeh	83/33±1/66	119±1/52	0/76	11/89	3/73	1/80	8/09	Sandy loam	5	11	84
16	Walnut	Sarcheshmeh	72±1	95±1/73	2/08	9/94	4/05	1/67	8/18	Sandy loam	5	18	77
17	Alfalfa	Sarcheshmeh	90/66±1/76	145/66±3/48	0/41	8/99	4/67	1/89	9/07	Sandy loam	7	10	83
18	Haloxylon	Sarcheshmeh	17±0	7/66±1/45	10/80	15/12	0/16	2/05	8/23	Sandy loam	11	28	61
19	Gunera	Sarcheshmeh	18/33±1/66	10/66±0/66	8/32	13/20	0/36	2/09	8/33	Sandy loam	10	23	67
20	Alhaji	Sarcheshmeh	20±1/15	11/33±0/66	8/55	13/18	0/42	2/02	8/23	Sandy loam	11	21	68
21	Almond	Khanaman	65±1/73	69/66±2/33	1/55	11/52	2/90	2/68	8/50	Sandy loam	7	22	71
22	Apricot	Khanaman	91/33±0.66	149±2/08	0/44	8/29	3/94	2/55	8/38	sand	5	7	88
23	Wheat	Khanaman	91±2/08	152/66±3/92	0/32	8/21	4/70	2/05	8/45	sand	5	8	87
24	Walnut	Khanaman	76/66±1/66	994±2	0/80	10/88	3/75	2/01	8/41	Sandy loam	4	14	82
25	Peach	Khanaman	82±0	116±2/33	0/79	10/36	3/02	2/41	8/38	Sandy loam	5	15	80
26	Apple	Khanaman	66/55±1/66	69/96±3/48	1/98	11/14	2/39	2/69	8/21	Sandy loam	6	27	67
27	Alfalfa	Khanaman	72/33±1/45	95/33±2/4	0/67	12/01	2/44	2/35	8/53	Sandy loam	5	23	72
28	Flixweed	Khanaman	70±0	119/01±2/08	0/43	12/04	2/50	2/57	8/30	Sandy loam	5	16	79
29	Couchgrass	Khanaman	72/33±1/45	92/66±4/35	1/70	11/41	2/18	2/57	8/11	Sandy loam	6	20	74
30	Alhaji	Khanaman	17/66±1/45	10/21±1/15	8/42	15/80	0/81	2/70	8/51	Sandy loam	12	23	65
31	Pistachio	Nugh	72/33±1/42	92/95±1/15	2/16	11/97	3/17	2/64	8/42	Sandy loam	6	15	79
32	Pistachio	Nugh	66/66±1	71±2/08	1/72	11/02	2/05	3/04	8/34	Sandy loam	7	18	75
33	Pistachio	Nugh	55±2/88	50/66±1/76	1/45	13/34	1/53	3/14	8/82	Sandy loam	9	18	73
34	Wheat	Nugh	73/66±0/88	93/66±1/33	1/22	11/98	3/10	2/61	8/28	Sandy loam	6	19	75
35	Flixweed	Nugh	60±1/15	75/61±2/02	1/83	11/19	2/15	3/55	8/39	Sandy loam	7	18	75
36	saltwort	Nugh	55/60±2/33	46/09±2/33	1/20	12/01	1/23	2/70	8/44	Sandy loam	9	17	74
37	Salsola	Nugh	15/33±1/73	4/98±1/15	8/34	15/95	0/03	8/11	8/29	Sandy loam	9	24	67
38	Haloxylon	Nugh	45/33±2/88	18/53±1/45	0/93	13/74	0/97	2/84	8/51	Sandy loam	10	24	66
39	Couchgrass	Nugh	51/30	41/04	1/98	12/07	1/52	2/53	8/44	Sandy loam	8	20	72

40	Alhaji	Nugh	16±2/08	5/41±0/88	8/54	15/76	0/03	6/55	8/72	Sandy loam	11	28	61
41	Pistachio	Koshkuieh	68/66±2/08	76/33±2/33	1/34	11/54	2/95	3/52	8/24	Sandy loam	6	20	74
42	Pistachio	Koshkuieh	74/66±2/33	93/52±1/66	0/92	11/70	2/62	3/64	8/36	Sandy loam	5	17	78
43	Pistachio	Koshkuieh	52±0/88	44/33±2/33	0/78	12/56	3/70	3/54	8/21	Sandy loam	4	16	80

ادامه جدول۳-

44	Pistachio	Koshkuieh	51/33±1/15	44/19±1/33	2/84	12/55	1/40	5/01	8/38	Sandy loam	9	18	73
45	saltwort	Koshkuieh	63/66±1/85	67/3±1/15	1/65	11/74	2/06	4/62	8/29	Sandy loam	7	22	71
46	Licorice	Koshkuieh	66±2/33	69/58±1/45	1/40	12/21	1/30	8/43	8/32	Sandy loam	8	15	79
47	Flixweed	Koshkuieh	33/33±1/66	11/84±1/15	0/64	13/08	0/73	5/12	8/38	Sandy loam	9	18	75
48	Alfalfa	Koshkuieh	81/66±0/66	94/16±0/57	2/63	12/10	1/25	5/10	8/35	Sandy loam	8	18	73
49	Couchgrass	Koshkuieh	39/33±2/08	16/1±1/73	3/07	13/30	0/91	8/41	8/34	Sandy loam	9	19	75
50	Alhaji	Koshkuieh	17±1/73	5/39±0/88	10/87	13/82	0/02	8/43	8/37	Sandy loam	13	18	75
51	Pistachio	Kabutarkhan	60±1/15	79/71±1/45	1/10	11/72	1/40	2/50	8/30	Sandy loam	7	17	74
52	Pistachio	Kabutarkhan	74/33±1/45	92/66±1/45	1/06	11/57	2/45	2/44	8/24	Sandy loam	6	24	67
53	Pistachio	Kabutarkhan	54/66±2/33	50±0	1/80	12/16	1/31	2/51	8/32	Sandy loam	9	24	66
54	Alfalfa	Kabutarkhan	82/33±1/52	116±3/78	0/68	10/59	3/48	2/41	8/25	Sandy loam	4	20	72
55	Haloxylon	Kabutarkhan	55/66±1/76	49/08±0/88	2/20	11/65	1/07	5/82	9/29	Sandy loam	8	28	61
56	saltwort	Kabutarkhan	61/66±0/88	66/44±2/40	1/32	11/38	2/24	5/71	8/55	Sandy loam	6	20	74
57	Licorice	Kabutarkhan	58/65±2/02	49/04±1	3/87	13/11	1/37	5/78	8/59	Sandy loam	8	17	78
58	Salsola	Kabutarkhan	17/66±1/76	10/66±2/33	5/35	13/49	0/32	20/80	8/63	Sandy loam	12	16	80
59	Couchgrass	Kabutarkhan	70±0	87/8±5/03	1/45	11/70	3/47	2/48	8/30	Sandy loam	5	18	73
60	Alhaji	Kabutarkhan	16±0/66	5/61±1/45	6/33	13/31	0/27	5/81	9/01	Sandy loam	11	22	71
61	Almond	Davaran	51±0/66	25±2/88	1/12	12/10	1/21	2/19	8/22	Sandy loam	9	20	71
62	Plantain	Davaran	65±1/73	67/66±1/45	2/87	11/01	2/98	2/25	8/24	Sandy loam	6	23	71
63	Haloxylon	Davaran	80/33±2/88	93/93±3/48	4/54	11/11	3/03	1/90	8/20	Sandy loam	5	15	80
64	Apricot	Davaran	78/66±1/85	65/36±1	2/68	11/17	3/15	1/82	8/22	Sandy loam	6	15	79
65	Walnut	Davaran	71/33±0/88	94/33±3/48	2/54	11/63	3/65	2/18	8/13	Sandy loam	6	14	80
66	Peach	Davaran	91/66±0/66	167/49±10/14	0/43	8/94	4/04	1/01	7/92	Sandy loam	9	19	72
67	Maize	Davaran	90±0	146/76±3/92	0/31	8/55	4/87	2/15	7/81	Sandy loam	3	10	85
68	Wheat	Davaran	90±1/15	149/72±8/45	0/43	9/12	5/27	1/61	7/79	sand	4	8	88
69	Alfalfa	Davaran	88±2/08	98/57±3/52	1/87	10/60	3/97	2/28	8/20	Sandy loam	5	16	79
70	Alhaji	Davaran	17/87±1/45	10/56±0/66	5/65	15/80	0/67	2/38	8/33	Sandy loam	11	20	69
71	Pistachio	E. suburbs*	20/75±1/76	11/39±0/88	10/50	12/91	0/87	3/17	9/30	Sandy loam	11	19	70
72	Pistachio	E. suburbs	34/73±0/66	11/99±0/66	7/81	13/02	0/96	3/01	8/70	Sandy loam	11	20	69
73	Pistachio	E. suburbs	53/33±1/76	46/54±2/02	2/21	12/11	1/40	2/90	8/51	Sandy loam	10	25	65

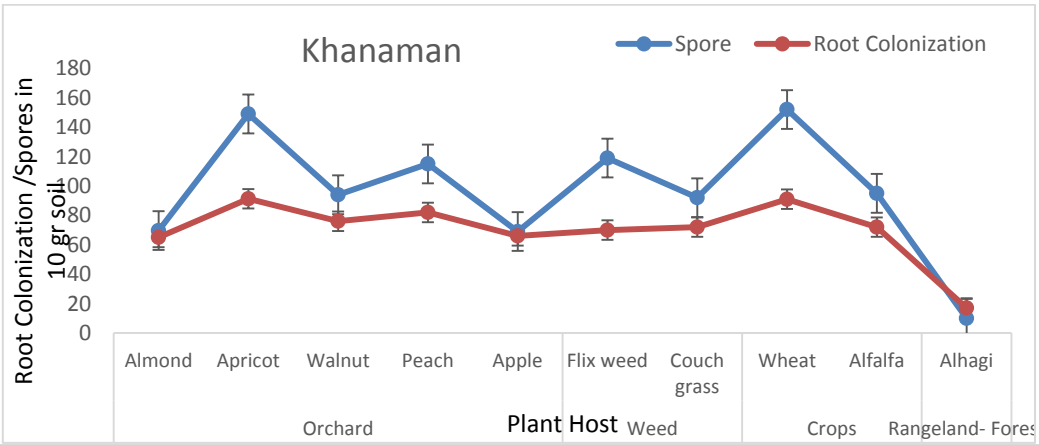
74	Pistachio	E. suburbs	21/54±1/45	11/71±1/85	9/33	13/30	0/90	3/08	8/60	Sandy loam	9	20	71
75	Grape	E. suburbs	23/83±1/76	11/78±2/02	8/97	13/6	0/41	3/19	8/58	Sandy loam	9	19	72
76	Pomegrana	E. suburbs	49/33±0/66	27/84±1/76	5/11	12/81	1/31	3/05	8/40	Sandy loam	8	20	72
77	maize	E. suburbs	54±1	46/56±1/45	3/90	11/91	0/82	2/93	8/71	Sandy loam	8	15	77

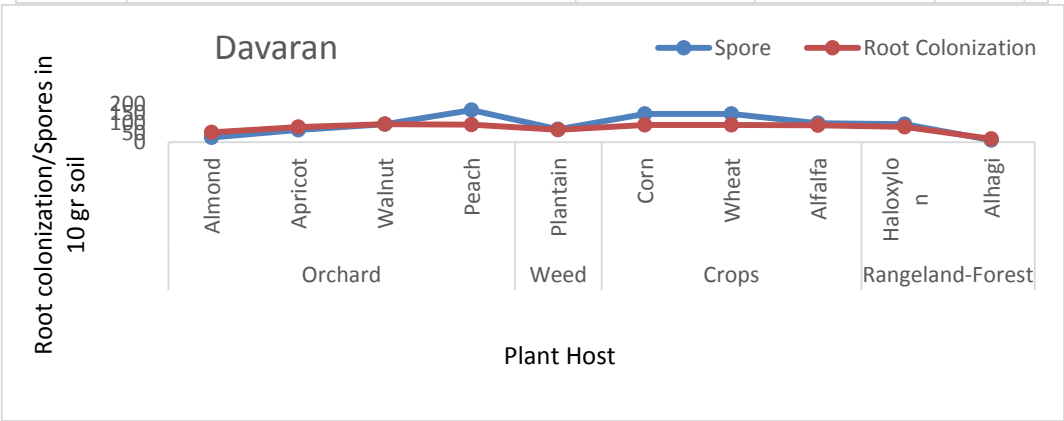
ادامه جدول۳-

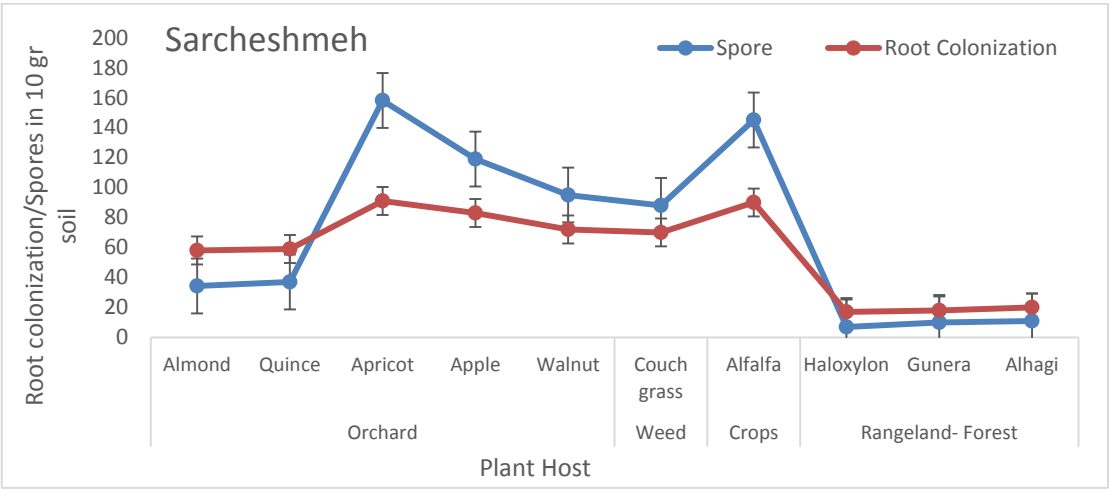
78	Alcea	E. suburbs	16/76±0/66	7/38±0/88	5/52	14/47	0/80	9/35	8/46	Sandy loam	11	21	68
79	Couchgrass	E. suburbs	18/85±2/08	10/82±1	5/13	13/91	0/95	9/31	8/42	Sandy loam	10	21	69
80	Alhaji	E. suburbs	50/66±2/33	28/5±1	5/54	12/50	0/92	8/32	8/40	Sandy loam	8	18	74
81	Pistachio	W. suburbs**	17/33±2/02	10/13±0/66	8/35	13/42	0/06	9/20	8/60	Sandy loam	11	24	65
82	Pistachio	W. suburbs	15/78±0/66	5/39±0/57	10/54	14/98	0/13	9/20	9/78	Sandy loam	13	23	64
83	Pistachio	W. suburbs	15/33±2/72	5±0	10/65	20/22	0/11	9/01	8/76	Sandy loam	12	25	63
84	Alfalfa	W. suburbs	41/55±2/02	16/24±1/76	4/76	12/60	0/21	8/55	8/99	Sandy loam	10	22	68
85	Pomegrana	W. suburbs	14/64±1/45	3/55±0/33	9/35	20/11	0/06	8/30	8/64	Sandy loam	13	24	63
86	Oleaster	W. suburbs	17/05±1/76	9/89±0/88	8/46	15/02	0/03	3/20	8/65	Sandy loam	11	26	63
87	Licorice	W. suburbs	14/12±2/72	3/42±1/20	10/67	19/23	0/10	9/35	8/45	Sandy loam	13	25	62
88	Couchgrass	W. suburbs	15/33±2/6	4/28±0/33	9/76	14/91	0/06	3/85	8/38	Sandy loam	12	26	62
89	saltwort	W. suburbs	12/67±1/2	2/18±0/33	10/98	19/50	0/05	4/02	8/54	Sandy loam	13	26	61
90	Alhaji	W. suburbs	13/66±0/66	3/23±0/33	9/69	25/31	0/02	9/30	8/45	Sandy loam	13	26	61

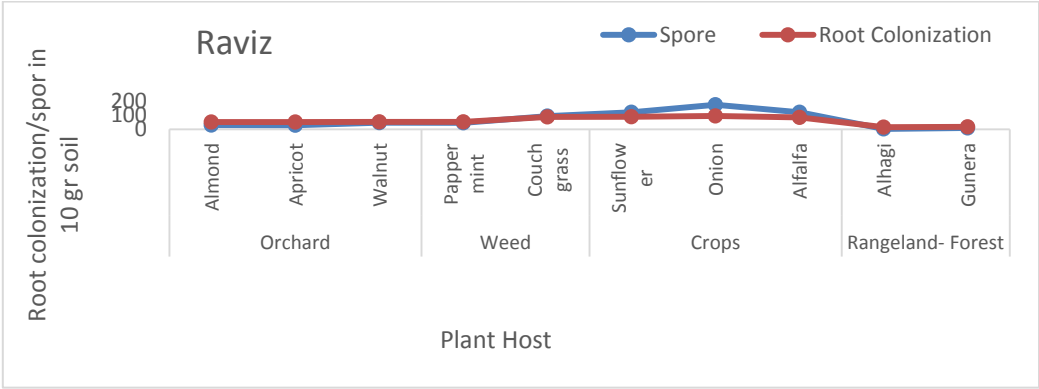
بررسی درصد کلونیزاسیون میکوریزایی و تعداد اسپور در میزبان‌های مختلف

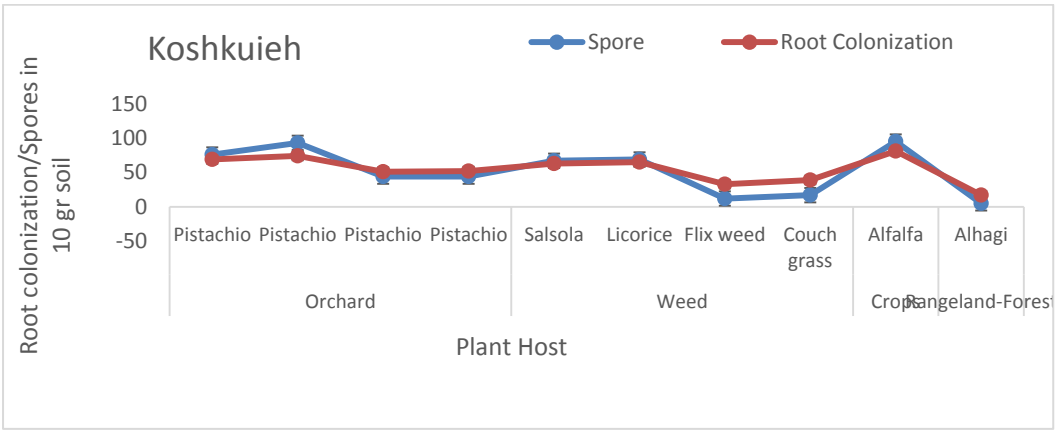
نتایج نشان داد که بین تعداد اسپور و درصد کلونیزاسیون میکوریزایی در اکثر گیاهان همبستگی مثبت وجود داشت. گیاهان مورد مطالعه در هر منطقه به چهار گروه باغی، علف هرز باغی، زراعی، مرتعی و جنگلی تفکیک شدند و در مقایسه‌ای که بین میانگین درصد کلونیزاسیون و تعداد اسپور این چهار گروه انجام شد، از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری در سطح ۰/۰۱ در آزمون دانکن بین گروه‌ها مشاهده شد. در اکثر مناطق، گیاهان باغی از جمله زردآلو، هلو و پسته، گیاهان زراعی از جمله ذرت،گندم، یونجه و پیاز بیشترین مقدار درصد کلونیزاسیون و تعداد اسپور در خاک و گیاهان مرتعی و جنگلی مثل خارشتر، کنگر وحشی و تاغ کمترین مقدار این فاکتورها را نشان دادند. علف‌های رایج باغ‌ها،از جمله مرغ، خاکشیر، شیرین بیان، بارهنگ، زاروق، پونه و شوره معمولا بین این دو گروه قرار گرفتند (شکل ۳).

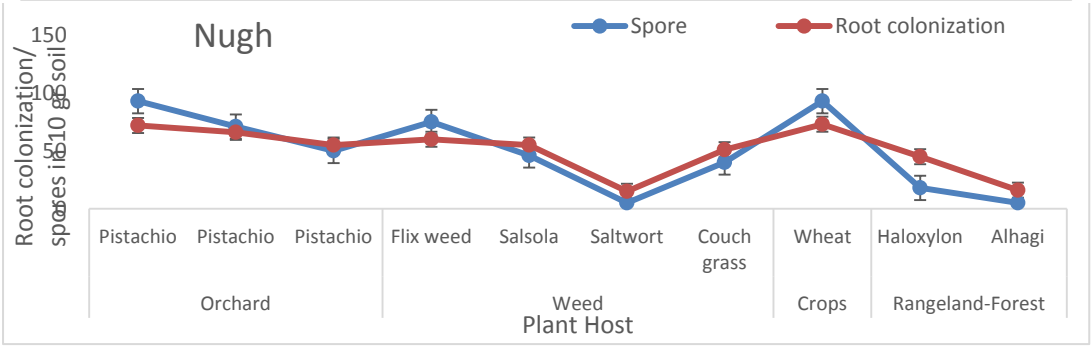

Khanaman
Spore
Root Colonization
Root Colonization /Spores in 10 gr soil
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
Almond
Apricot
Walnut
Peach
Apple
Flix weed
Couch grass
Wheat
Alfalfa
Alhagi
Orchard
Weed
Crops
Rangeland- Fores
Plant Host

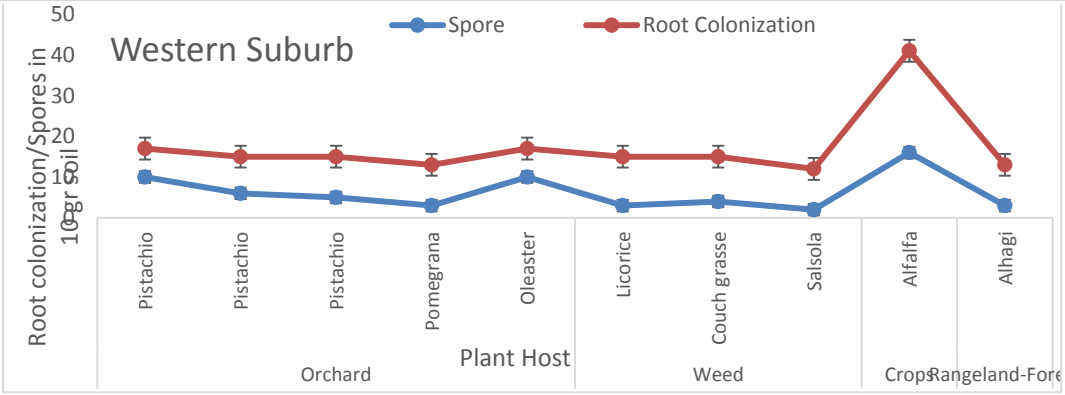

Davaran
Spore
Root Colonization
Root colonization/Spores in 10 gr soil
Almond
Apricot
Walnut
Peach
Plantain
Corn
Wheat
Alfalfa
Haloxylon
Alhagi
Orchard
Weed
Crops
Rangeland-Forest
Plant Host

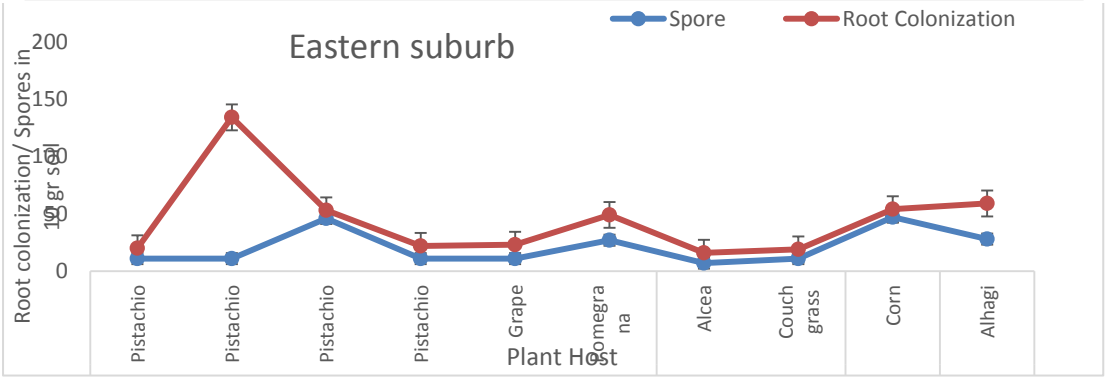

Sarcheshmeh
Spore
Root Colonization
Root colonization/Spores in 10 gr soil
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
Almond
Quince
Apricot
Apple
Walnut
Couch grass
Alfalfa
Haloxylon
Gunera
Alhagi
Orchard
Weed
Crops
Rangeland- Forest
Plant Host

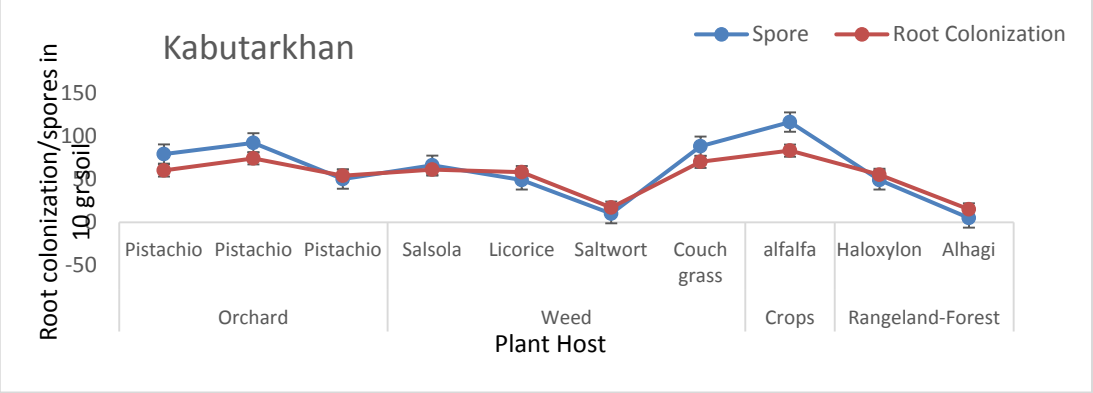

Raviz
Spore
Root Colonization
Root colonization/spor in 10 gr soil
200
100
0
Almond
Apricot
Walnut
Pappermint
Couch grass
Sunflower
Onion
Alfalfa
Alhagi
Gunera
Orchard
Weed
Crops
Rangeland- Forest
Plant Host


Koshkuieh
Spore
Root Colonization
Root colonization/Spores in 10 gr soil
150
100
50
0
-50
Pistachio
Pistachio
Pistachio
Pistachio
Salsola
Licorice
Flix weed
Couch grass
Alfalfa
Alhagi
Orchard
Weed
Crops
Rangeland-Forest
Plant Host


Nugh
Spore
Root colonization
Root colonization/ spores in 10 gr soil
150
100
50
0
Pistachio
Pistachio
Pistachio
Flix weed
Salsola
Saltwort
Couch grass
Wheat
Haloxylon
Alhagi
Orchard
Weed
Crops
Rangeland-Forest
Plant Host


Western Suburb
Spore
Root Colonization
Root colonization/Spores in 10 gr soil
50
40
30
20
10
0
Pistachio
Pistachio
Pistachio
Pomegrana
Oleaster
Licorice
Couch grasse
Salsola
Alfalfa
Alhagi
Orchard
Weed
Crops
Plant Host


Eastern suburb
Spore
Root Colonization
Root colonization/ Spores in 10 gr soil
200
150
100
50
0
Pistachio
Pistachio
Pistachio
Pistachio
Grape
Pomegrana
Alcea
Couch grass
Corn
Alhagi
Plant Host



شکل ۳- مقایسه درصد کلونیزاسیون ریشه با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار و تعداد اسپور آن‌ها درده گرم خاک در گیاهان باغی، زراعی، علف‌های هرز باغی و مرتعی جنگلی در مناطق مختلف رفسنجان، نقاط آبی و نارنجی هرکدام به ترتیب نشان دهنده میانگین سه داده مربوط به تراکم اسپور و درصد کلونیزاسیون در یک میزبان گیاهی در هر منطقه می باشد. حروف غیرمشابه در نقاط مختلف نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار بین میانگین ها است (آزمون دانکن $P\leq0.01$)

Fig 3- Comparison of root AMF colonization percentage and spores count per gram of soil in orchards, crops, orchards weeds and forest- rangelands in different areas of Rafsanjan, Blue and Orange dots, Respectively, represents the average of 3 data related to the spores count and root colonization percentage with AMF in each plant Host. Mismatched letters indicate a significant difference between the means ((Duncans test, $P\leq0.01$)

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌ها

در این پژوهش ۹۰ نمونه خاک تهیه شده از ریزوسفر گیاهان مختلف از نه منطقه شهرستان رفسنجان از نظر برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی مورد ارزیابی قرار گرفتند (جدول ۳). تجزیه واریانس خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نشان داد بین مناطق نمونه برداری شده از نظر همه فاکتورهای بررسی شده شامل اسیدیته، هدایت الکتریکی، میزان ماده آلی، میزان شن، سیلت و رس خاک و همچنین فسفر و بور قابل جذب در سطح ۰/۰۱ اختلاف معنی دار وجود دارد (جدول ۲). بیشترین میانگین اسیدیته به میزان ۸/۷۲ از منطقه حومه غربی و کمترین میزان اسیدیته از منطقه داوران به میزان ۸/۱ گزارش شد. تجزیه واریانس میزان اسیدیته نشان داد بین مناطق نمونه برداری شده از نظر این فاکتور در سطح احتمال ۰/۰۱ اختلاف معنی دار وجود دارد. نتایج نشان داد منطقه راویز کمترین میزان هدایت الکتریکی خاک به میزان ۱/۴۴ متر بر دسی زیمنس و منطقه حومه غربی بیشترین مقدار قابلیت هدایت الکتریکی به میزان ۸/۸۲ متر بر دسی زیمنس را دارد. مقدار کربن آلی در نمونه های مورد بررسی بین ۰/۰۲ تا ۵/۲۷ متغیر بود. بیشترین و کمترین مقدار کربن آلی به ترتیب به منطقه راویز با میانگین ۳/۹۹ درصد و منطقه حومه شرقی با میانگین ۰/۸۵ درصد تعلق داشت. اکثر خاک-های مورد بررسی دارای مقدار قابل توجهی شن بودند که بین ۶۱ تا ۹۶ درصد متغیر بود. نمونه های منطقه داوران با میانگین ۷۷ درصد بیشترین و منطقه حومه غربی با میانگین ۶۳/۲ درصد کمترین درصد شن را داشتند. مقدار سیلت نمونه ها بین ۶ تا ۴۰ درصد گزارش شد. منطقه داوران با میانگین ۱۶ درصد کمترین و منطقه حومه غربی با میانگین ۲۴/۷ درصد بیشترین مقدار سیلت را داشتند. مقدار رس نمونه ها بین ۱ تا ۱۳ درصد گزارش شد. منطقه خنامان با میانگین ۶ درصد کمترین و منطقه حومه غربی با میانگین ۱۲/۱ درصد بیشترین درصد رس را داشتند. مقدار فسفر قابل جذب در نمونه های خاک بین ۸/۲۱ تا ۲۵/۳۱ میلی گرم در کیلوگرم خاک متغیر بود. کمترین مقدار متوسط فسفر قابل جذب به مناطق خنامان و داوران به میزان ۱۱ پی پی ام و بیشترین مقدار به منطقه حومه غربی به میزان ۱۶/۹۱ پی پی ام تعلق داشت. مقدار بور در نمونه های خاک بین ۰/۳۱ تا ۱۰/۹۸ میلی گرم در کیلوگرم خاک متغیر بود، در بین مناطق بررسی شده کمترین مقدار متوسط بور به منطقه خنامان به میزان ۰/۸۲ پی پی ام و بیشترین مقدار به منطقه حومه غربی به میزان ۹/۷۳ پی‌پی‌ام تعلق داشت.(جدول ۴ و ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین خصوصیات اسیدیته، هدایت الکتریکی،مقدار کربن آلی، میزان سیلت، شن ، رس، میزان فسفر و بور قابل جذب خاک در مناطق مختلف شهرستان رفسنجان(. حروف غیرمشابه در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار بین میانگین ها است.

(آزمون دانکن $P\leq0.01$)

Table 5- Average comparison of pH, Ec, Organic C, Silt, Sand and Clay percentage,Absorbable Phosphorus and Boron in different Region of Rafsanjan

Region	B (ppm)	P (ppm)	Organic C	EC (dS/m)	pH	Clay %	Silt %	Sand %
Davaran	2/56 cd	11 d	3/78 a	2/12 e	8/1 c	6/6 cd	16 c	77/4 ab
Kanaman	0/82 e	11 d	2/91 b	2/45 d	8/37 bc	6 d	17/5 bc	76/5 ab
Raviz	1/61 d	12/03 b-d	3/99 a	1/44 f	8/39 ab	7/2 cd	21/5 ab	71/3 b
Sarcheshmeh	1/68 d	11/52 b-d	3/78 a	1/82 e	8/36 bc	7/7 b-d	17/5 bc	84/8 ab
Kaburarkhan	1/68 d	12/06 b-d	2/31 c	2/64 d	8/5 ab	7/6 b-d	21/7 ab	70/7 b
Nugh	1/84 d	12/9 bc	1/97 c	3/04 c	8/46 bc	8/2 bc	20/1 bc	71/7 ab
Koshkuieh	2/11 cd	12/46 b-d	2/52 bc	4/5 b	8/32 bc	7/8 b-d	20/5 ab	71/7 ab
Eastern suburb	8/56 b	13/05 b	0/85 d	3/33 c	8/6 bc	9/5 a	19/8 bc	70/7 b
suburb Western	9/73 a	16/91 a	0/13 e	8/82 a	8/72 a	12/1 a	24/7 a	63/2 b

همبستگی بین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک با تعداد اسپور و درصد کلونیزاسیون میکوریزایی

نتایج حاصل از اندازه گیری درصد گروه های ذرات خاک، همبستگی مثبت و معنی داری در سطح ۰/۰۱ بین مقدار شن با تعداد اسپور و درصد کلونیزاسیون میکوریزایی نشان داد، ضریب همبستگی به ترتیب۰/۵۲۳ =r و ۰/۶۵۸ =r بود، این در حالی بود که مقدار رس به ترتیب با ضریب همبستگی (۰/۵۷۶- =r و ۰/۷۷۹-=r) و سیلت به ترتیب با ضریب همبستگی (۰/۴۳۳- =r و ۰/۵۰۹- =r) تاثیر منفی و معنی داری در سطح ۰/۰۱ با تعداد اسپور و درصد کلونیزاسیون نشان دادند (جدول ۳). در خصوص تاثیر اسیدیته، یافته های این پژوهش بیانگر آن بود که تغییرات اسیدیته خاک تاثیر منفی و معنی داری در سطح ۰/۰۱ (۰/۳۹۰ -=r) روی تعداد اسپورها و تاثیر منفی و معنی داری در سطح ۰/۰۱ (۰/۳۶۶-=r) روی درصد کلونیزاسیون داشت. در مورد قابلیت هدایت الکتریکی تاثیر منفی و معنی داری در سطح ۰/۰۱ بر روی تعداد اسپور و درصد کلونیزاسیون مشاهده شد، ضریب همبستگی به ترتیب (۰/۶۸۹- =r و ۰/۷۲۲-=r) بود. نتایج حاصل از مطالعه اثر مقدار کربن آلی نشان داد که همبستگی مثبت و معنی داری در سطح ۰/۰۱ بین این پارامتر با تعداد اسپور و درصد کلونیزاسیون به ترتیب با ضریب همبستگی (۰/۸۵۰=r و ۰/۸۱۵=r) وجود داشت. ارزیابی تاثیر مقدار بور در خاک بر تعداد اسپور و درصد کلونیزاسیون همبستگی منفی و معنی داری در سطح ۰/۰۱ با ضریب همبستگی به ترتیب ۰/۷۳۳- =r و ۰/۷۵۱- =r نشان داد. مطالعه اثر فسفر بر تعداد اسپور و درصد کلونیزاسیون قارچ های میکوریز آربوسکولار همبستگی منفی و معنی دار در سطح ۰/۰۱ به ترتیب به میزان ۰/۵۸۲-=r و ۰/۷۵۲- =r نشان داد، نتایج بیانگر کاهش پارامترهای فوق با افزایش مقدار فسفر در خاک است.

جدول ۶- بررسی همبستگی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک با تعداد اسپور و درصد کلونیزاسیون با استفاده از آزمون پیرسون

Table 6- Correlation between soil physical and chemical properties with spores count and colonization percentage using Pearson test

	P (ppm)	B (ppm)	Sand %	Silt %	Clay %	Organic C	PH	EC (dS/m)	Colonization %	Spore
Spore										1
Colonization %									1	0/743**
EC (dS/m)								1	-0/722**	-0/689 **
pH							1	0/343**	-0/366**	-0/390**
Organic C						1	-0/421**	-0/747**	0/815**	0/850**
Clay %					1	-0/365**	0/343**	0/601**	-0/779**	-0/576**
Silt %				1	0/644**	-0/482**	0/170ns	0/401**	-0/509**	-0/433**
Sand %			1	-0/957**	-0/837**	0/584**	-0/251*	-0/514**	0/658**	0/523**

B (ppm)		1	-0/461**	0/309**	0/636**	-0/764**	0/376**	-0/762**	-0/751**	-0/733**
P (ppm)	1	0/631**	-0/750**	0/642**	0/772**	-0/639**	0/283*	0/6698*	-0/7528*	-0/582**

** and * significant at the level of 0.01 and 0.05 respectively ** و * معنی دار به ترتیب در سطح ۰/۰۱ و ۰/۰۵

بحث

به طور کلی از خاک (شامل عوامل زیستی و غیرزیستی)، گیاه میزبان و اقلیم به عنوان سه فاکتور محیطی موثر بر رابطه همزیستی قارچهای میکوریز آربوسکولار یاد می شود (Varma 2008). بررسی‌ها روی جزئیات بیشتر، نشان داده اند اجزا ساختاری خاک و غلظت مواد غذایی آن (Moebius-Clune *et al.* 2013)، نوع و بافت خاک (Verbruggen *et al.* 2012)، اسیدیته خاک (Dumbrell *et al.* 2010)، نوع کاربری زمین (Dai *et al.* 2013)، شرایط اقلیمی (Dumbrell *et al.* 2011) و نوع میزبان گیاهی (Bever *et al.* 1996; Bainard *et al.* 2011) بر نوع و فراوانی قارچهای میکوریز آربوسکولار موجود در نواحی مختلف و میزان کلونیزاسیون ریشه-های میزبان توسط آنها تاثیر گذار هستند. این فرضیه که شرایط خاک و مواد غذایی قابل دسترس موجود در آن از عوامل اصلی موثر بر میزان پراکندگی و فراوانی AMF است، در سال ۱۹۹۱ مطرح شد (Read 1991). اما طی تحقیقات بیشتر مشخص شد این فرضیه عمومیت ندارد و اقلیم منطقه و نوع میزبان گیاهی اثر بیشتری در فراوانی، شدت کلونیزاسیون و نوع قارچهای میکوریز آربوسکولار در یک اکوسیستم دارند (Dickie *et al.* 2013). اخیرا نیز گزارش شده است که ترکیب همه این عوامل یعنی خصوصیات خاک، اقلیم و میزبان از عوامل موثر بر شدت کلونیزاسیون AMF هستند (Soudzilovskaia *et al.* 2015). یافته‌های حاصل از این پژوهش نیز نشان دهنده ارتباط درصد کلونیزاسیون و تراکم اسپورهای قارچ های میکوریز آربوسکولار با نوع میزبان، اقلیم منطقه و خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک است. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، اسپور قارچ-های میکوریز آربوسکولار در تمام نمونه‌های جمع آوری شده از ریزوسفر همه گیاهان از مزارع، باغ ها و مراتع در مناطق مختلف شهرستان رفسنجان یافت شدند. در همه مناطق، گیاهان باغی از جمله زردآلو، هلو و پسته، گیاهان زراعی از جمله ذرت،گندم، یونجه و پیاز بیشترین و گیاهان مرتعی جنگلی مثل خارشتر، کنگر وحشی و تاغ کمترین درصد کلونیزاسیون ریشه و تعداد اسپور در گرم خاک را داشتند و این تفاوت معنی دار بود. بررسی ها نشان داده اند در مناطق معتدل قارچ های میکوریز آربوسکولار بیشتر در ریزوسفر گیاهان علفی و در نواحی گرمسیری با اقلیم خشک و نیمه خشک بیشتر در ریزوسفر گونه های درختی و درختچه ای یافت می شوند (Symanczik 2016). همزیستی قارچهای میکوریز آربوسکولار رابطه به نسبت عمومی و غیر اختصاصی، دائمی و با سازگاری بالا است که طی آن هر دو موجود سود می برند، این رابطه همزیستی با بسیاری از گیاهان برقرار می شود، از بین میزبان های مختلف غلات، حبوبات، درختان میوه (از جمله، مرکبات، پسته، بادام، گردو و غیره) و سبزیجات (از جمله پیاز،هویج،کاهو و غیره) به عنوان مهمترین میزبان‌های گیاهی همزیست با این قارچ ها معرفی شده اند (He and Nara 2007;Varma 2008). نتایج حاصل از این تحقیق نیز با این یافته ها مطابقت دارد. از جمله ویژگی-های میزبان که بر رابطه همزیستی تاثیر دارد ژنتیک میزبان گیاهی، ساختار و ریخت شناسی ریشه ها است، بین تولید ریشه مویین در گیاهان و کلونیزاسیون میکوریزایی ارتباط مستقیم وجود دارد، همچنین گونه-های گیاهی که وابستگی بیشتری به فسفر دارند نسبت به میکوریزاهای آربوسکولار حساس تر هستند (Varma 2008). تعداد و نوع اسپورهای میکوریز آربوسکولار موجود در خاک با عوامل بسیاری ارتباط داردکه از جمله این عوامل می توان به فعالیت‌های میکروبی خاک (Ross 1980)، درجه حرارت (Schroder 1974)،عملیات خاکی انجام شده (Zak *et al.* 1982)، نور (Johnson *et al.*1982) و حاصلخیزی خاک (Menge 1978) اشاره کرد. در این مطالعه بررسی وجود ارتباط بین میزان کلونیزاسیون ریشه ها با تراکم جمعیت اسپور قارچ های میکوریز نشان دهنده همبستگی مثبت و معنی داری بین این دو فاکتور است. بین تراکم اسپورهای قارچ و درصد کلونیزاسیون ریشه توسط قارچهای میکوریز آربوسکولار ارتباط پیچیده‌ای وجود دارد و این ارتباط

توسط عوامل متعدد محیطی و بیولوژیکی تحت تاثیر قرار می گیرد(Smith and Smith 1996). عوامل مختلفی مانند صفات ریختی، ژنتیک و فنولوژی گونه گیاهی و سایر خصوصیات ناشناخته گیاه میزبان در تراکم اسپور و میزان کلونیزه شدن ریشه توسط قارچ موثر هستند، بنابراین نمی توان رابطه قابل اثباتی بین این دو فاکتور برای همه گیاهان و مناطق به کار برد (Eom *et al.* 2000). گزارش‌های متعددی در مورد وجود یا عدم وجود همبستگی مثبت و معنی دار بین این دو فاکتور وجود دارد. در تحقیقات زیادی بین دو فاکتور تراکم اسپور و درصد کلونیزاسیون، همبستگی مشخصی مشاهده نشده است (Rezaee Danesh 2012; Shirzad and Ghorbani 2015; Sanders 2004)، در حالی که در تحقیق‌های دیگری این همبستگی مثبت و معنی دار گزارش شده است (Aliasgharzadeh *et al.* 2001; Hajianshahri and Abbasi2004; Bahraminezhad 2014))

بررسی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه های مختلف خاک، تفاوت‌های معنی داری را خصوصا بین خاک های مناطق مختلف نشان داد. حضور اندام های قارچ های میکوریز آربوسکولار در ریشه و ریزوسفر گیاهان مختلف زراعی، باغی، علف‌های هرز باغی و مرتعی جنگلی در خاک‌های با خصوصیت فیزیکی وشیمیایی متفاوت، توانایی هم زیستی دامنه گسترده ای از گیاهان با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار در خاک‌های متفاوت را نشان می دهد. اسیدیته خاک یکی از عوامل مهم در رشد گیاه و قارچ‌های میکوریز آربوسکولار است و طبق تحقیقات متعدد مهمترین خصوصیت خاک است که بر رابطه همزیستی قارچ های میکوریز آربوسکولار اثر دارد (Treseder 2004; Soudzilovskaia *et al.* 2015). اسیدیته خاک بر جوانه زنی و توسعه اسپورهایAMF موثر است و معمولا تحریک رشد این قارچ ها و افزایش کلونیزاسیون ریشه ها در خاک های با اسیدیته ۷ اتفاق می افتد در حالی که در خاک‌هایی با اسیدیته ۳و ۴ کلونیزاسیون ریشه انجام نمی شود (Varma 2008). بین درصد کلونیزاسیون و اسپورزایی، در برابر اسیدیته خاک، واکنش های متضادی گزارش شده است. در مطالعه حاضر تغییرات اسیدیته همبستگی منفی و معنی داری با جمعیت اسپور و درصد کلونیزاسیون نشان داد. در نمونه های خاک با خصوصیت قلیایی بیشتر، درصد کلونیزاسیون و جمعیت اسپور کمتری مشاهده شد. در تحقیق انجام شده توسط Hajianshahri and Abbasi (2004) نیز همبستگی منفی و غیرمعنی داری بین این فاکتورها گزارش شده است اما در برخی از مطالعات ثابت شده است که بین اسیدیته خاک و تعداد اسپور-های تولید شده همبستگی مثبت وجود دارد (Shirzad and Ghorbani 2015; Porter *et al.* 1987). وجود گونه های خاص اسید دوست یا قلیا دوست در مناطق مختلف در این همبستگی موثر است، لذا شناسایی گونه های غالب در مناطق مختلف به فهم این موضوع کمک می کند. بطور کلی ارتباط پیچیده بین اسیدیته خاک و اثرات میکوریزایی بستگی به گونه گیاه میزبان، گونه قارچ همزیست،نوع خاک و انواع فسفر موجود در خاک دارد (Varma 2008). در پژوهش حاضر همبستگی منفی بین مقدار فسفر قابل جذب با درصد کلونیزاسیون و تعداد اسپور در خاک ریزوسفر مشاهده شد، همبستگی بین میزان کلونیزاسیون ریشه توسط قار چ های میکوریز آربوسکولار و تغذیه فسفر گیاهان به حدی است که بیشترین تحقیقات در این زمینه انجام شده است و وجود همبستگی منفی در تحقیقات متعددی گزارش شده است (Soltani *et al.* 2015; Hajianshahri and Abbasi 2004). بطور کلی یکی از مهمترین ویژگی‌های این قارچ ها توانایی جذب فسفر از خاک هایی با میزان کم فسفر قابل دسترس می باشد و این امر به تثبیت گیاه در خاک‌های با فقر فسفر کمک می کند. افزایش رشد ریشه‌های میکوریزی ناشی از افزایش جذب فسفر می باشد و میزان فسفر خاک در میکوریزی شدن گیاه تاثیر دارد و غلظت زیاد فسفر خاک از میکوریزی شدن گیاه و افزایش رشد حاصل از این همزیستی جلوگیری می کند، تحقیقات نشان داده اند که غلظت های بالای فسفر کلونیزاسیون قارچ های میکوریز آربوسکولار را کاهش می دهند (Smith and Read 1997) .

عنصر بور به مقدار کم برای اکثر گیاهان مورد نیاز است ولی وجود آن برای رشد همه گیاهان ضروری است (Gupta 1991)حد کفایت و حد مسمومیت این عنصر به هم نزدیک بوده و کمبود آن به سرعت باعث کاهش و توقف رشد گیاه می شود و در همان حال، غلظت بالای

آن نیز می‌تواند باعث مسمومیت و کاهش رشد گیاه شود. مسمومیت بور یکی از اختلالاتی است که رشد گیاهان را در خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک جهان محدود می کند (Ben-Gal & Shani 2002). در این تحقیق میزان بور در نمونه‌های خاک مناطق مختلف بسیار متفاوت بود اما نتایج، همبستگی منفی بین غلظت بور قابل جذب در خاک و درصد کلونیزاسیون و تعداد اسپورهای قارچ‌های میکوریز آربوسکولار را نشان دادند. بور از عناصری است که در انتقال قند به ریشه‌ها و تغییر سطح اکسین در ریشه‌ها نقش دارد (Lambert *et al.* 1980) و ظاهرا از این دو طریق بر رابطه همزیستی گیاهان با قارچ‌های میکوریزآربوسکولار اثر می گذارد. وابستگی و ارتباط قارچ های اندومیکوریز به میزان قند ریشه در بررسی‌های متعددی ثابت شده است (Bevege *et al.* 1975). همچنین مشخص شده است که هورمون-های گیاهی به عنوان سیگنال های مولکولی در طول استقرار همزیستی میکوریزایی ایفای نقش می کنند و قادرند مقدار کلونیزاسیون ریشه توسط اندومیکوریزا را تغییر دهند (Barker and Jagu 2000) . از آنجا که اکسین شکل گیری ریشه را کنترل می کند و خاصیت ارتجاعی دیواره سلولی را افزایش می دهد، در شکل گیری و اثرات همزیستی قارچ‌های میکوریز آربوسکولار موثر است (Meixre *et al.* 2005). در کل به نظر می رسد کاهش یا افزایش میزان بور در خاک از طریق تاثیر بر ریشه گیاهان همزیست و تغییر در تعادل هورمونی گیاه، ارتباط همزیستی بین قارچ‌های اندومیکوریز و گیاه میزبان و همچنین میزان کلونیزاسیون ریشه با آن‌ها را تحت تاثیر قرار می دهد.

بررسی‌ها نشان داده اند، شوری در تشکیل همزیستی میکوریزایی تاثیر منفی دارد، در خاک‌های شور توانایی جوانه زنی اسپور و رشد هیف قارچ‌های میکوریزی کاهش می یابد و در نتیجه درصد کلونیزاسیون ریشه کم می شود. کاهش درصد کلونیزاسیون بر اثر نمک بیشتر به دلیل اثر مهاری آن بر رشد ریسه است و کاهش رشد ریسه ناشی از سمیت یونی یا تنش اسمزی به دست آمده از غلظت بالای یون-ها در محلول خاک است (Juniper and Abbott 1993; McMillen *et al.* 1998) در این تحقیق بین هدایت الکتریکی خاک نمونه‌های گیاهان مختلف با درصد کلونیزاسیون و تعداد اسپور در خاک همبستگی مثبت و معنی داری وجود داشت و با افزایش شوری خاک، درصد کلونیزاسیون و تعداد اسپور کاهش یافت. در ارتباط با اثر بازدارندگی شوری بر رشد قارچ‌های میکوریزی مختلف و کاهش کلونیزاسیون میکوریزی در گیاهان میزبان، گزارش‌های متعددی در دست است که نتایج حاصل از این تحقیق با آن‌ها مطابقت دارد (Jindal *et al.* 1993; Ojala *et al.* 1983; Salajegheh *et al.* 2014)

بر اساس نتایج این تحقیق بین بافت خاک نمونه‌های مختلف با درصد کلونیزاسیون و تعداد اسپور در خاک همبستگی معنی داری وجود داشت .حداکثر درصد همزیستی میکوریزی نمونه‌ها مربوط به خاک‌هایی با بافت سبک و حداقل آن مربوط به بافت سنگین بود.. اگر چه در بافت‌های متوسط و به نسبت سنگین نیز درصد کلونیزاسیون خوبی وجود داشت ، اما به نظر می رسد که درصد رس بر این صفت اثر معکوس دارد. سبک بودن بافت خاک به دلیل تاثیر احتمالی بافت خاک بر هوادهی موجب تکثیر بهتر قارچ‌های میکوریز می شود (Enteshari and Hajihashemi. 2001). همچنین بین مقدار سیلت ،شن و رس با درصد کلونیزاسیون و تعداد اسپور رابطه معنی‌داری وجود داشت . همبستگی بین درصد کلونیزاسیون و تعداد اسپور با میزان شن مثبت و با میزان سیلت و رس منفی بود که این یافته با نتایج حاصل از تحقیق Salajegheh *et al.*(2014) مطابقت دارد، اما در تحقیقات دیگری همبستگی مثبت بین مقدار سیلت خاک و درصد کلونیزاسیون و تعداد اسپور میکوریزی گزارش شده است (Soltani *et al.* 2015; Safari 2006). یافته‌های حاصل از این تحقیق نشان داد همبستگی مثبتی بین کربن آلی خاک و درصد کلونیزاسیون و تعداد اسپور میکوریزی در خاک وجود دارد. در تحقیق انجام شده توسط Das and Kayang (2010) و Soltani et al.(2015) نیز این همبستگی مثبت گزارش شده است. بررسی ها نشان می دهد که ماده آلی خاک بر افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک و تهویه تاثیر گذار هستند در نتیجه ممکن است شرایط مطلوبی برای افزایش جمعیت قارچ‌های میکوریز آربوسکولار فراهم سازند (Mohammad *et al.* 2003).

نتیجه گیری

بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق بین تعداد اسپور و درصد کلونیزاسیون قارچ های میکوریز آربوسکولار همبستگی مثبت و معنی داری در سطح ۰/۰۱مشاهده شد. از میان فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی خاک که مورد بررسی قرار گرفتند، تنها میزان شن و کربن آلی خاک همبستگی مثبت و معنی داری در سطح ۰/۰۱ با درصد کلونیزاسیون و تعداد اسپور داشتند و پارامترهای اسیدیته، هدایت الکتریکی، میزان فسفر قابل جذب، میزان بور قابل جذب، میزان سیلت و رس، همبستگی منفی و معنی داری در سطح ۰/۰۱ با شاخص‌های ذکر شده نشان دادند. همچنین نتایج نشان داد که درصد کلونیزاسیون و جمعیت اسپور AMF در هر منطقه، با نوع میزبان و اقلیم منطقه نیز در ارتباط است. درصد کلونیزاسیون و تعداد اسپور در مناطق با اقلیم نیمه خشک و کوهستانی بیشتر از مناطق با اقلیم خشک و دشت بود. همچنین در بررسی میزبان های مختلف گیاهی مشخص شد درصد کلونیزاسیون و تعداد اسپور در میزبان های باغی و زراعی بیشتر از میزبان های مرتعی جنگلی و علف های هرز بود.. به طور کلی تجزیه و تحلیل داده های بدست آمده از این تحقیق و مقایسه با نتایج سایر تحقیقات پیشنهاد می کند که عوامل موثر بر هم زیستی قارچ های میکوریز اربوسکولار فراتر از عوامل خاکی به تنهایی هستند و به‌طور پیچیده ای تحت تاثیر عوامل متعدد اقلیمی، بیولوژیکی و میزبان است.

REFERENCES

Abbot LK, Robson AD (1991) Factors influence the occurrence of vesicular – arbuscular mycorrhizas. Agriculture 12(8): 331-333.

Aliasgharzadeh N, Saleh Rasrin N, Towfighi H, Alizadeh A (2001) Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in saline soils of the Tabriz plain of Iran in relation to some physical and chemical properties of soil. Mycorrhiza 11: 119-122.

Bahraminezhad M (2014) Identification of Arbuscular Mycorrhizal Fungi associated with Almond roots in wet and dry farming in Baft city of Kerman province and Investigation of drought tolerance of some Almond rootstocks in the presence of these fungi .M.Sc. Dissertation,Vali-e-Asr University , Rafsanjan.(In Persian).

Bainard LD, Koch AM, Gordon AM (2011) Influence of trees on the spatial structure of arbuscular mycorrhizal communities in a temperate tree-based intercropping system. Agricultur Ecosystem Environment 144: 13–20.

Barker SJ, Tagu D (2000) The roles of Auxins and Cytokinins in mycorrhizal symbiosis. Journal of Plant Growth Regulation 19: 144–154.

Becerra AG, Arrigo NM, Bartoloni N, Domínguez LS , Cofre MN (2007) Arbuscular mycorrhizal colonization of alnus acuminate kunth in northwestern argentina in relation To season and soil parameters. Cienc Suelo (argentina) 25(1): 7-13.

Ben-Gal A, Shani U (2002) Yield, transpiration and growth of tomatoes under combined excess boron and salinity stress. Plant and Soil 247: 211-221.

Bevege DI, Bowen GD , Skinner MF (1975) Comparative carbohydrate physiology of the ecto- and endomycorrhizas. *In:* F. E. Sanders, B. Mosse and P. B. Tinker (Eds.), Endomycorrhizas. Academic Press, New York pp. 149–174.

Bever JD, Morton JB, Antonovics J, Schultz PA (1996) Host-dependent sporulation and pecies diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in a mown grassland, Journal of Ecology 84:71–82.

Biermann B ,Linderman R (1981) Quantifying vesicular-arbuscular Mycorrhiza : a proposed method towards standardization. New phytologist 87:63-67.

Blaszkowski J (1993) Comparative studies of the occurrence of arbuscular fungi and Mycorrhiza (Glomales) in cultivated and uncultivated soils of poland. Acta Mycologica 28: 93-140.

Bouyoucos GJ (1962) Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. Agronomy Journal 54: 464-465.

Cardoso IM, Kuyper TW (2006) Mycorrhizas and tropical soil fertility. Agriculture, Ecosystems an Environment 116: 72-84.

Cavagnaro T, Gao LF, Smith A, Smith SE (2000) Morphology of arbuscular mycorrhiza is influenced by fungal identity. New Phytologist 5: 469-475.

Dai M, Bainard LD, Hamel C, Gan Y, Lynch D (2013) Impact of land use on arbuscular ycorrhizal fungal communities in rural Canada. Apply Environment Microbiology 79: 6719–6729.

Das P, Kayang H (2010) Arbuscular mycorrhizal fungi and dark septate endophyte colonization in bamboo from Northeast India. Frontiers of Agriculture in China 4(3): 375-382.

Dehghan P, Karimi S, Tayeb M, Khosravi H (2015) Climatic classification of Rafsanjan based on Amberge and Domarten systems .*In*:Proceeding of first National Congress on Passive Defense in Agriculture, Natural Resources and Environment with Sustainable Development Approach, 8-10 Oct.,Tehran, Iran, PP.1-8.(In persian).

Dickie IA, Martinez-Garcia LB, Koele N, Grelet GA, Tylianakis JM, Peltzer DA, Richardson SJ (2013) Mycorrhizas and mycorrhizal fungal communities throughout ecosystem development. Plant and Soil, 367, 11–39.

Dumbrell A J, Ashton PD, Azizi N (2011) Distinct seasonal assemblages of arbuscular mycorrhizal fungi revealed by massively parallel pyrosequencing. New Phytology 190: 794–804.

Dumbrell AJ, Nelson M, Helgason T, Dytham C, Fitter AH (2010) Relative roles of niche and neutral processes in structuring a soil microbial community. ISME Journal 4: 337–345.

Enteshari S H, Hajihashemi F (2010) Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on nodulation and root absorption of some nutrients in soybean under salt stress conditions.Journal of Plant Protection 24(3): 315-323.

Eom AH, David C, Hartnett A, Gail WT, Wilson C (2000) Host plant species effects on arbuscular mycorrhizal fungal communities in tallgrass prairie. Journal of ecologia 122:435-444.

Gerdemann J, Nicolson H (1963) Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. Transactions of the British Mycological Society 46: 235-244.

Gupta UC (1991) Boron, molybdenum and selenium status in different plant parts in forage legumes and vegtable crops. Journal of Plant Nutrition 14: 613-621.

Hajian Shahri M , Abbasi M (2004) Variation of Spores Vesicular–Arbuscular Mycorrhiza Population in Pistachio Natural Forest Soil in North of Khorassan. Journal of Science Technology and Agriculture Natural Resource 8(4): 77-86.(In Persian).

Hamel C, Barrentes-Cartin U, Furlan V, Smith DL (1991) Endomycorrizal fungi in nitrogen transfer from soybean to maize. Plant Soil 138: 33-40.

Hamel C, Dalpé Y, Furlan V, Parent S (1997) Indigenous populations of arbuscular mycorrhizal fungi and soil aggregate stability are major determinants of leek (*Allium porrum* L.) response to inoculation with *Glomus intraradices* Schenk and Smith or *Glomus versiforme* (Karsten) Berch. Mycorrhiza 7: 187-196.

He X, Nara K (2007) Element biofortification: can mycorrhizas potentially offer a more effective and sustainable pathway to curb human malnutrition. Trends Plant Science 12(8): 331-333.

Jindal V, Atwal A, Sekhon BS, Singh R (1993) Effect of vesicular arbuscular Mycorrhiza on metabolism of moong plants under NaCl salinity. Plant Physiology and Biochemistry 31: 475-481.

Johnson CR, Menge JA, Chawb SS ,Ting IP (1982) Interaction of photoperiod and vesicular – arbuscular mycorrhiza on growth and metabolism of sweet orange. New Phytopathologist 90: 665-669.

Juniper S , Abbott LK (1993) Vesicular arbuscular mycorrhizas and soil salinity. Mycorrhiza (4): 45-57.

Keren R (1996) methods of soil analysis part3 chemical methods, In D.L. sparks et al (ed). SSSA and ASA Madison WI .Boron. pp. 603-626.

Kianmehr H (1981) Vesicular arbuscular mycorrhizal spore population and infectivity of saffron (*Crocus Sativus*) in Iran.Journal of New Phytology. 88: 79–82.

Klironomos JN, Mouroglis P, Kendrick B, Widden P (1993) A comparison of spatial hetrogenecity of VAM fungi in two maple-forest soil. Canadian Journal of Botany 71: 1472-1480.

Kuo S (1996) Method of soil analysis .In: Sparks, D.L. et al. (ed.). ublished by: Soil Science Society of America, Inc. American Society of Agronomy, Inc.Madison, Wisconsin, USA Phosphorus. pp. 869-920

McMillen BG, Juniper S, Abbott LK (1998) Inhibition of hyphal growth of a Vesicular arbuscular mycorrhizal fungus in soil containing sodium chloride limits the spread of infection from spores. Soil Biology and Biochemistry 30: 1639-1646.

Meixner C, Ludwig-Müller J, Miersch O, Gresshoff P, Staehelin C, Vierheilig H (2005) Lack of mycorrhizal auto regulation and phytohormonal changes in the supernodulating soybean mutant nts1007. Planta 222: 709–715.

Menge JA, Steirle O, Bagyaraj DJ, Johnson ELV, Leonard RT (1978) Phosphorus concentration in plant responsible for inhibition of mycorrhizal infection .New Phytologist 85:575-578.

Moebius-Clune DJ, Moebius-Clune BN, van Es H M, Pawlowska TE (2013) Arbuscular mycorrhizal fungi associated with a single agronomic plant host across the landscape: community differentiation along a soil textural gradient. Soil Biology and Biochemistry 64: 191–199.

Mohammad MJ, Hamad SR , Malkawi HI (2003) Population of arbuscular mycorrhizal fungi in semi-arid environment of Jordan as influenced by biotic and abiotic factors. Journal of Arid Environments 53: 409-417.

Ojala JC, Jarrel MW, Menge JA, Johnson ELV (1983) Infiuence of mycorrhizal fungi on the mineral nutrition and yield of onion in saline soil. Agronomy 75: 225-259.

Pawlowska TE, Chaney RL, Chin M, Charvet I (2000) Effects of metal phytoextraction practice on the indigenous community of arbuscular mycorrhizal fungi at a metal contaminated land fill. Apply of Environment and Microbiology 66(6): 2526-2530.

Philips JM, Hyman DS (1970) Improved procedures clearing root and staining parasitic and vesicular Arbuscular Mycorrhizal Fungi for rapid assesment of infection. Mycological Research 55: 158-161.

Porter WM, Robson AD, Abbott LK (1987) Field survey of the distribution of vesicular – arbuscular mycorrhizal fungi in relation to soil pH. Journal of Apply Ecology 24: 659-662.

Read DJ (1991) Mycorrhizas in ecosystems. Experientia 47: 376–391.

Rezaee Danesh Y (2012) Study on Status of Arbuscular Mycorrhizal Fungi Associated with Barley in Damghan Region, Iran. Journal of plant protection 26(4): 437-449. (In Persian).

Rhodes JD (1996) Electrical conductivity and total dissolved solids. In: Sparks D.L. (ed.):Methods of Soil Analysis. Chemical methods. Soil Science Society American, Madison. pp.417-437.

Ross JP (1980) Effect of nontreated field soil on sporulation of vesicular –arbuscular mycorrhizal fungi associated with soybean. Journal of Phytopathology 70: 100–105.

Safari AA (2006) Relationships Between land Use and Arbuscular Mycorrhizal (AM) Spore Abundance in Calcareous Soils. Caspian Journal of Environment Science 4(1): 59-65.

Salajegheh Tezerji f M, Sarcheshmeh pour, 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): 113-133.(in Persian).

Sanders IR (2004) Plant and arbuscular mycorrhizal fungal diversityare we looking at the relevant level of diversity and are we using the right techniques. Journal of New Phytologist 164: 415-418.

Schroder NV (1974) Temperature response of *Endogone* mycorrhiza on soybean roots. Mycologia 66: 600 – 605.

Shirzad H, Ghorbany M (2015) Survey of Arbuscular Mycorrhizal Fungi symbiosis with cotton root in north khorasan province, Iranian Journal of Cotton Researches 2(2): 1-12. (In Persian).

Smith FA, Smith SE (1996) Mutualism and parasitism: diversity in function and structure in the arbuscular (VA) mycorrhizal symbiosis. Advances in Botanical Research 22: 1-43.

Smith SE , Read DJ (1997) Mycorrhizal Symbiosis, 2nd Edition, Academic Press, London 605.

Smith SE, Read JD (2008) Mycorrhizal symbiosis (3th ed.). London: Academic Press.787.

Soltani AA, Abbas zadeh P, Rajali F, Akhgar A (2015) Investigatin of Physical and chemical properties of soils under bean cultivation and their effect on colonization , number of spores and fungal infection potential Arbuscular mycorrhiza. Journal of soil biology 2(1): 65-78. (In Persian).

Symanczik S (2016) Arbuscular mycorrhizal fungal diversity of arid lands: from Am fungal species to AM fungal communities.ph.D.Dissertation, Basel University, Switzerland.

Symanczik S, Blaszkowski J, Koegel S, Boller T, Alyahyaei M (2014) Isolation and identification of desert habituated arbuscular mycorrhizal fungi newly reported from the Arabian peninsula. Journal of Arid Land 6(4): 488-497.

Thomas GW (1996) Methods of soil analysis. Part 3—chemical methods .In: Bigham J.M. (Ed.). Soil Science Society of America Book Series No. 5. Soil science Society of America and American Society of Agronomy, Madison, WI .Soil pH and soil acidity. pp. 475-490

Treseder KK, Mack MC, Cross A (2004) Relationships among fires, fungi, and soil dynamics in Alaskan Boreal Forests. Ecological Applications 14: 1826–1838.

Varma A (2008) Mycorrhiza (3th ed.).India: Amity University Uttar Pradesh.

Verbruggen E, van der Heijden MGA, Weedon JT, Kowalchuck GA, Roling WFM (2012) Community assembly, species richness and nestedness of arbuscular mycorrhizal fungi in agricultural soils. *Ecology* 12: 2341–2353.

Vestbery M (1995) Occurrence of some *Glomales* in Finland. Mycorrhiza 5: 329 – 336.

Walkley A, Black IA (1934) An examination of the Degetiareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science 37: 29-38.

Wehner J, Antunes PM, Powell JR, Mazukatow J, Rilling MC (2010) Plant Pathogen Protection by Arbuscular mycorrhizas: a role for fungal diversity. Pedobiologia 53: 197- 201.

ZaK JC, Danielson RM, Parkinson D (1982) Mycorrhizal fungal spore numbers and species occurrence in two amended mine spoils in Alberta, Canada. Mycologia 74: 785- 792.