بررسی اثر فرم رویشی گیاهان در مراتع نیمه استپی بر میزان همزیستی با قارچ میکوریزا

جلیل احمدی* ، **محمد فرزام** ، **امیر لکزیان**

1. دانشجوی کارسناسی ارشد مرتع داری ، دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه فردوسی مشهد
2. دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه فردوسی مشهد
3. استاد گروه خاک شناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد

Email: Jalil_ahmadi7757@yahoo.com

چکیده

قارچ‌های میکوریز یکی از قدیمی‌ترین و گسترده‌ترین جوامع همزیست در طبیعت هستند. میکوریز نوعی قارچ همزیست باریشه گیاهان است. قارچ‌های میکوریز از اهمیت ویژه‌ای در اکولوژی خاک برخوردار می‌باشد. وجود آن‌ها سبب تغییر ترکیب شیمیایی ترشحات ریشه، جذب عناصر قارچی، تعاملات جامعه میکروبی و ریزوسفر از محیط‌زیست می‌شود. فرم رویشی گیاهان رایج‌ترین و ساده‌ترین معیار برای طبقه‌بندی گیاهان است که بر اساس ویژگی‌های مورفولوژیکی طبقه‌بندی‌شده‌اند. در مراتع گیاهان با فرم‌های مختلف رویشی گراس، فورب و گیاهان بوته‌ای و چوبی وجود دارند. فرم‌های رویش (گراس، فورب، بوته و ...) مختلف که در مرتع حاضرند با توجه به شرایط موجود می‌توانند بر محیط اطراف خود اثر بگذارند و از آن تأثیرپذیرند. هدف از انجام این آزمایش ارزیابی اثر گیاهان با فرم‌های زیستی مختلف بر همزیستی آن‌ها با AMF و میزان اسپور در ریزوسفر گیاهان بود؛ که بر روی چهار گونه‌ی *Agropyron trichophorum*، *Stipa barbata*، *Artemisia aucheri* و *Asteragalus gossypinus* از سه خانواده‌ی گیاهی انجام شد. نمونه‌گیری از ریشه و خاک گیاهان موردنظر در فصل بهار انجام شد. پس از بررسی‌ها مشخص شد که میزان اسپور در ریزوسفر گیاهان فرم رویشی گراس (32.11) نسبت به فرم بوته‌ای (23.8) بیشتر بود؛ اما بااین‌وجود میزان اسپور در ریزوسفر گونه‌های مختلف اختلاف چندانی باهم نداشت؛ اما بررسی نتایج کلونیزاسیون نشان داد که میزان همزیستی در فرم زیستی بوته‌ای (0.47) بیشتر از فرم گراس (0.17) بود. هرچند میزان همزیستی در گونه‌های مختلف با یکدیگر متفاوت بود. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که نوع فرم رویشی گیاهان روی میزان اسپور در خاک اطراف ریشه و همچنین میزان همزیستی ریشه با قارچ میکوریزا تأثیر دارد و می‌تواند رابطه‌ی قارچ و گیاه را تحت تأثیر قرار دهد

کلمات کلیدی: گیاهان مرتعی، بوته، گراس، AMF، کلونیزاسیون.

مقدمه

قارچ‌های میکوریز یکی از قدیمی‌ترین و گسترده‌ترین جوامع همزیست در طبیعت هستند (Brachman and Parniske, 2006. Schubler and Walker, 2011) حدود هشتاد درصد از گیاهان روی کره‌ی زمین قادرند با این قارچ همزیست برقرار کنند (Brundrett, 2009) .میکوریز نوعی قارچ همزیست با ریشه گیاهان است. قارچ‌های میکوریز از اهمیت ویژه‌ای در اکولوژی خاک برخوردار می‌باشد. وجود آن‌ها سبب تغییر ترکیب شیمیایی ترشحات ریشه، جذب عناصر قارچی، تعاملات جامعه میکروبی و ریزوسفر از محیط‌زیست می‌شود، و همه این عوامل بر ترکیب جامعه گیاهی اثر می‌گذارد(Bruns et al., 2002). قارچ‌های میکوریزا منبع اصلی برای انتقال کربن به اکوسیستم‌های زیرزمین و انتقال مواد غذایی خاک به درختان می‌باشد (Harrison, 2005). میکوریزا می‌تواند

بر واکنش گیاه و کاهش فسفات و طول ریشه گیاه اثرگذار باشد(Leone and Lovreglio, 2003) و همچنین قارچ VAM[1] می‌تواند تنوع گیاهی، کارایی رشد و جانشینی را در جوامع گیاهی افزایش دهد (Imani and Sharifi, 2006). علاوه بر این قارچ‌ها مزایای فراوانی دیگری برای گیاهان دارند از قبیل محافظت در برابر تنش‌های زیستی و غیر زیستی، و بهبود ساختار خاک(Barea et al., 2003). همزیستی قارچ‌های میکوریز و گیاهان تحت تأثیر عوامل مختلف قرار می‌گیرد. کلونیزاسیون قارچ با ریشه نقش حیاتی در استقرار نهال‌ها، دسترسی به منابع زیرزمینی، آب و مواد مغذی دارد (Teste et al., 2009) . کاهش همزیستی می‌تواند روی استفاده‌ی نهال‌ها از منابع زیرزمینی که در دسترس قرار می‌گیرد تأثیر بگذارد ، همچنین میکوریزا از زوال جوامع گیاهی جلوگیری کرده و درنتیجه می‌تواند نقش مهمی در احیاء اکولوژیکی جوامع داشته باشد (Miller and Jastrow, 2000).

فرم رویشی گیاهان رایج‌ترین و ساده‌ترین معیار برای طبقه‌بندی گیاهان است که بر اساس ویژگی‌های مورفولوژیکی طبقه‌بندی‌شده‌اند (Schulze, 1982). در مراتع گیاهان بافرم های مختلف رویشی گراس ، فورب و گیاهان بوته‌ای و چوبی وجود دارند (Lekberg et al., 2013. Raunkiaer, 1934). هر کدام از علفزار ها و بوته زارها بر اساس شرایط اقلیمی و توپوگرافی و ادافیکی خاصی ک در آن منطقه وجود داشته بوجود آمده اند. فرم های رویش (گراس، فورب، بوته و ...) مختلف که در مرتع حاضرند با توجه به شرایط موجود میتوانند بر محیط اطراف خود اثر بگذارند و از آن تاثیر پذیرند. بایلی (1970) بیان مرد که گیاهان بوته ای قادرند میکرو کلیمای اطراف خود را تغییر دهند به طوری که علاوه بر تعدیل در دما، نور و رطوبت ، محیطی حاصل خیز در زیر اشکوب خود بوجود بیاورند تا گیاهان زیر اشکوب بتوانند از آن استفاده کنند. گراس ها با سیستم ریشه ای افشان و کلاف مانند خود سبب حفظ ساختار خاک می شوند. با توجه به اینکه ارتباط بین اجزای مختلف یک اکوسیستم اجتناب ناپذیر است، برقرای رابطه همزیستی بین قارچهای میکوریزا و فرم های رویشی مختلف نیز قابل بررسی است. اورکلی و همکاران (2009) بیان کردند که بین حضور گیاهان با فرم های رویشی مختلف و میزان کلونیزاسیون AMF رابطه وجود دارد. پاول و همکاران (2013) بیان کردند که با توجه به میزان فورب ها و گراس ها میتوان فراوانی AMF را در یک منطقه بیان کرد. گیاهان مختلف دارای درصد همزیستی متفاوتی با میکوریزا میباشند و برخی تمایلی به برقراری همزیستی با میکوریزا ندارند، کریمی و همکاران (1384) در بررسی همزیستی میکوریزا با گیاهان خانواده های مختلف بیان داشتندکه بیشترین همزیستی مربوط به گیاه بوته ای درمنه متعلق به خانواده ی *Asteraceae* است. پارودی و پرزانی (2011) بیان کردند که گیاهان C4 نسبت به گیاهان C3 بیشتر کلونیزه می شوند، به عقیده ی این محققان میزان کلونیزه شدن بیشتر توسط AM در گیاهان C4 در ارتباط با چرخه ی زندگی است. به این دلیل که این گیاهان (بوته ای ها بیشتر) بیشتر در تابستان حضور دارند و چون فتوسنتز کمتر است مجبورند بیشتر از میکوریزا استفاده کنند. نتایج مطالعات والینگ و زابینسکی (2006) نیز نشان داد که میزان همزیستی در گیاهان مهاجم بیشتر است. بارتو و ریلینگ (2010) نیز بیان کردند که میزان کلونیزاسیون به سن و نوع گونه ی گیاهی و شرایط رشد بستگی دارد. طبق نتایج آن‌ها کلونیزاسیون در مناطقی که ترکیبی از گراسها و فورب های چند ساله بود افزایش یافت. احتمالا در گونه ها ی مختلف رقابت برای دسترسی به منابع بیشتر میزان همبستگی قارچها را با گیاهان کنترل می کند، قدرت رقابت گیاهان با یکدیگر بر سر منابع نیز مستقیما وابسته به نوع گونه ی گیاهی، فرم رویشی، سیستم ریشه ای، فرم زیستی، شرایط محیطی و ... بستگی دارد. با توجه به اهمیت فرم رویشی گیاهان مرتعی در استفاده، حفظ و مدیریت مراتع و اهمیت اکولوژیک این فاکتور، بررسی اثر فرم رویشی گونه های مختلف بر میزان ارتباط آن‌ها با میکروارگانیسم های خاک از جمله قارچ آرباسکولار میکوریزا ضروری به نظر می رسد. هدف از انجام این مطالعه بررسی اثر دو فرم رویشی بوته ای و گراس در مراتع نیمه استپی بر میزان همزیستی و ارتباط آن‌ها با قارچ میکوریزا است.

مواد و روش ها

معرفی سایت: مطالعه ی مورد نظر در مراتع نیمه استپی غرب مشهد و در حوزه ی دهبار – طرقبه انجام شد. روستای دهبار بخش طرقبه در ۱۰ کیلومتری غرب مشهد و در جنوب شهرطرقبه واقع شده است. ارتفاع متوسط منطقه ی

[1] Visicular Arbascular Maycorrhiza

دهبار ۱۷۹۳/۶ متر، حوزه دهبار طرقبه - شاندیز دارای متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۰/۹است و اقلیم منطقه در روش آمبروژه و دومارتین نیمه خشک سرد می باشد.

روش انجام کار: به منظور انجام این تحقیق پس از شناسایی و انتخاب سایت مناسب، چهار بلوک (چهار تکرار) با ابعاد ۱۰*۱۵ انتخاب شد و پس از مشخص کردن حدود بلوک ها، اقدام به تمونه برداری از گیاهان مورد نظر بصورت تصادفی در داخل بلوک ها شد. گیاهان انتخاب شده به منظور مطالعه 4 گونه گیاهی بودند که پوشش عمده ی منطقه را تشکیل می دادند. از آنجایی که شدت رابطه همزیستی گیاهان تاحد زیادی تحت تاثیر خصوصیات مورفولوژیکی و اکولوژیکی گیاهان است لذا جهت مقایسه بهتر این 4 گونه اطلاعات لازم به طور خلاصه در جدول ذیل ارائه شده‌است (جدول 1)

جدول 1- مشخصات گونه‌های گیاهی مورد مطالعه: (مقیمی، 1384) فاریانی و همکاران(1391)

نام گونه	نام تیره	فرم بیولوژیک	سیستم ریشه‌ای	روش تکثیر	فنولوژی
Agropyron trichophorum	*poaceae*	چمنی خوابیده	عمیق ،*قوی و پر* تراکم	ریزوم و بذر	فروردین - مرداد
Stipa barbata	*poaceae*	دسته ای	افشان	بذر واستولن	فروردین- اواخر مرداد
Artemisia aucheri	*Asteraceae*	بوته ای	افشان و عمیق	بذر	اردیبهشت- شهریور
Asteragalus gossypinus	*Fabaceae*	بوته ای	عمیق و راست	بذر	اردیبهشت - مرداد

روش نمونه برداری: برای انجام نمونه برداری گیاهان، در خرداد ماه 1394 و در فصل رشد فعال گیاهی، از هر گیاه 3 پایه به طور تصادفی انتخاب شده و گیاهان به همراه ریشه از عمق ۰-۲۰ سانتی متری جمع آوری شد. این کار در هر 4 بلوک انتخاب شده انجام شد. ریشه ها پس از انتقال به آزمایشگاه کاملا شسته شده ودر محلول اتانول ۵۰ درصد قرار داده و دردمای ۴ درجه سانتی‌گراد تا زمان انجام آزمایش نگه داری شد، خاک اطراف ریشه ها نیز جمع آوری و برای شمارش اسپور در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگه داری گردید.

اندازه‌گیرهای آزمایشگاهی:

تعیین درصد همزیستی: برای رنگ آمیزی ریشه‌ها، پس از شستشوی کامل به منظور ازبین بردن رنگدانه‌های ریشه از محلول KOH(پتاسیم هیدروکسید) ده درصد و به منظور از بین بردن کامل رنگدانه‌ها و اسیدی شدن ریشه‌ها از محلول HCL (اسید کلریدیک) یک درصد استفاده گردید. جهت رنگ‌آمیزی ریشه‌ها از محلول رنگ تریپان بلو مطابق روش فیلیپس و هایمن (1970) و بررسی در صد کلونیزاسیون از روش جیووانتی و موس (1980) استفاده شد.

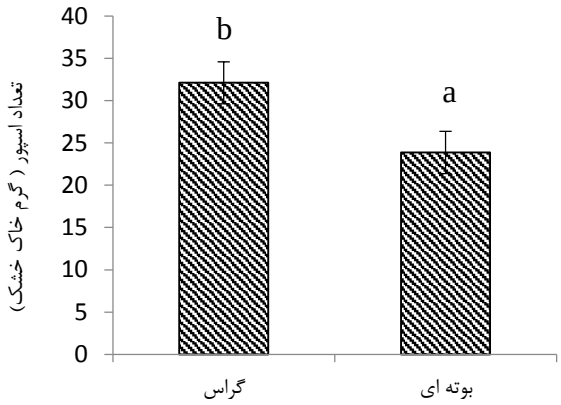
تعیین تعداد اسپور: برای جداسازی اسپورهای قارچ میکوریزا از سری الکهای 18، 35، 120، 230 استفاده شد وسپس محتویات الک 230 مش توسط محلول ساکارز 60% به لوله های سانتریفوژ منتقل و به مدت 5 دقیقه سانتریفوژ شدند سپس اسپورهای موجود در مایع شمارش شدند. جهت تحلیل داده‌ها از نرم افزار Excel و Minitab 16 استفاده شد. بعد از تست نرمال بودن داده‌ها مقایسات آماری به روش تحلیل واریانس و مقایسات میانگین به روش دانکن و آزمون t انجام شد.

نتایج و بحث

بررسی میزان اسپور

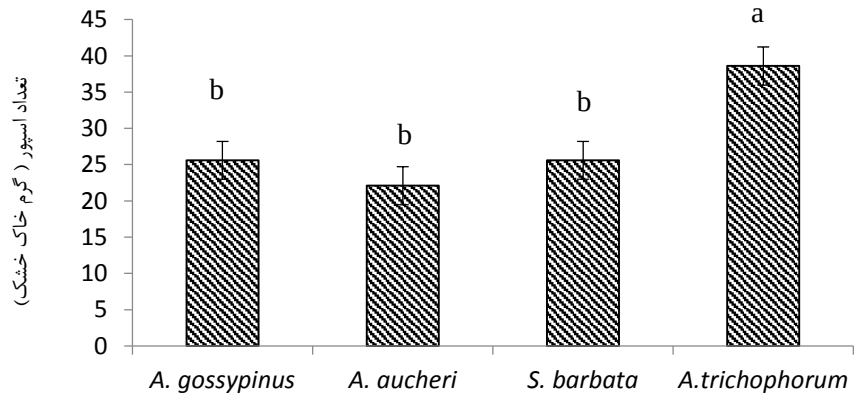
بررسی های انجام شده و آنالیز نتایج پس از شمارش اسپور در خاک اطراف ریشه ی گیاهان مورد مطالعه نشان داد که میزان اسپور در گونه های مختلف متفاوت است و میانگین اسپور فرم رویشی گراس (32.11) از بوته ای (23.8)

بیشتر بود. (شکل 1). اثر فرم رویشی (تیمار) بر میزان اسپور ریزوسفر در گونه های مورد نظر بررسی شد .بر این اساس مشخص شد که فرم های مختلف تاثیر معنی‌داری بر میزان اسپور قارچ در اطراف ریشه ی گیاهان دارد (P=0.034).



شکل1- مقایشه میانگین میزان اسپور در دو فرم بوته و گراس

اثرات فرم رویشی (تیمار) بر میزان اسپور ریزوسفر در گونه های مختلف بررسی شد. بر این اساس مشخص شد که فرم های مختلف تاثیر معنی‌داری بر میزان اسپور قارچ در اطراف ریشه ی گیاهان دارد (P< 0.05). همچنین آنالیز های آماری میزان اسپور در گونه های مختلف نشان داد که علاوه بر تاثیر فرم رویشی نوع گونه ی گیاهی نیز بر میزان اسپور اثرگذار است (P= 0.004). شکل (2).



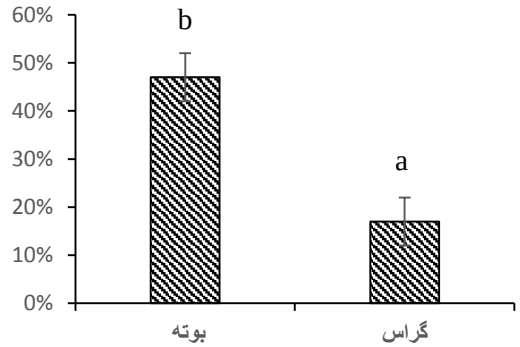
شکل2- میزان اسپور در اطراف ریزوسفر هر گونه گیاهی

میزان اسپور در خاک اطراف ریشه ی گونه های مختلف متفاوت بود (شکل3).بیشترین میزان اسپور در خاک اطراف ریشه ی *Agropyron trichophorum* یافت شد و کمترین مقدار در گونه درمنه ی کوهی*Artemisia aucheri* مشاهده شدکه این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار بود. دلیل این کاهش میزان اسپور در ریزسفر درمنه میتواند بدلیل وجود ترکیبات و مواد شیمیایی باشد که در اجزای گیاه وجود دارد و از اسپورزایی جلوگیری میکند. میزان اسپور در گونه های *Stipa barbata* و *Asteragalus gossypinus* در حد وسط بود اما از لحاظ آماری تفاوت معنی داری با یکدیگر و گونه درمنه نداشتند. اختلاف معنی‌دار گونه ی *Agropyron trichophorum* با سایر گونه‌ها احتمالا بخاطر ریزوم دار بودن، ساختار کلاف مانند ریشه و نازک بودن تارهای ریشه نسبت به بقیه ی گونه ها باشد که این امر میتواند نسبت سطح به حجم ریشه را زیاد کند و ریشه که در این حالت با خاک بیشتر در ارتباط است میزان همزیستی و تعداد اسپور های اطراف آن بیشتر باشد. درمنه (*Artemisia*

aucheri) یک گونه ی اللوپات است و ترکیبات شیمیایی آن میتواند موجب جلوگیری از تولید اسپور شود، همچنین گونه های درمنه و گون دو گونه ی بوته ای هستند، و چون گیاهان بوته ای در زیر تاج پوشش خود میتوانند شرایط محیطی مناسبی از نظر مواد غذایی و رطوبت بوجود بیاورند احتمالا نیاز کمتری به قارچهای میکوریز برای دسترسی دارند بنابر این میزان اسپور به طور طبیعی کمتر است از گرس های مورد مطالعه است. طبق مطالعات ژاو یانگ و همکاران (2006) بین جوامع اسپوری در گروهای عملکردی مختلف و فرم های زیستی تفاوتی پیدا نشد.

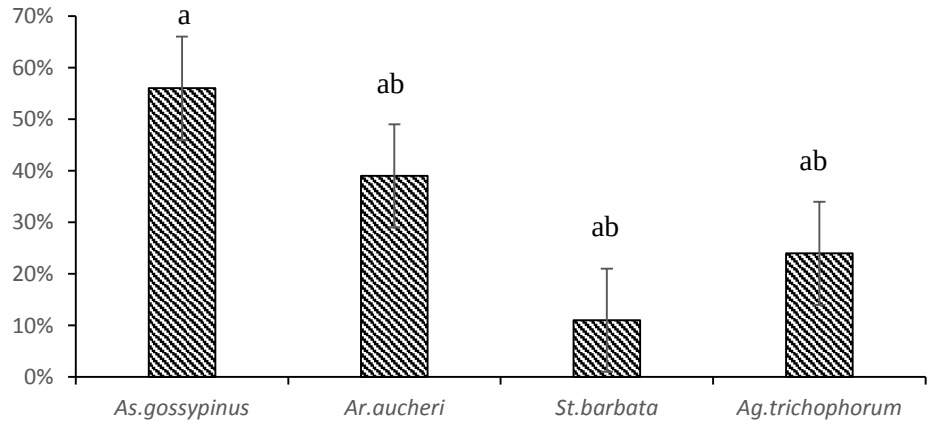
بررسی میزان کلونیزاسیون

بررسی های انجام شده و آنالیز نتایج پس از اندازه گیری های آزمایشگاهی و تعیین در صد همزیستی میکوریزا و ریشه ی گونه های مختلف گیاهی نیز نشان داد که میانگین در صد همزیستی در دو شکل رویشی متفاوت بوده و در فرم بوته ای با میانگین 0.47 بیشتر از فرم گراس با میانگین 0.17 بود(شکل 3). در آنالیز آماری ، اثر فرم رویشی گونه های مختلف بر میزان همزیستی گونه ها با قارچ میکوریزا بررسی شد که نشان دارد فرم رویشی گیاه روی میزان همزیستی تاثیر معنی داری دارد($P= 0.02$).



شکل 3- مقایسه میانگین همزیستی در دو فرم بوته و گراس

اثرات فرم رویشی (تیمار) بر درصد همزیستی در گونه های مختلف بررسی شد. بر این اساس مشخص شد که فرم های مختلف تاثیر معنی‌داری بر میزان همزیستی قارچ در با ریشه ی گیاهان دارد ($P< 0.05$). همچنین آنالیز های آماری درصد همزیستی در گونه های مختلف نشان داد که در این تحقیق فقط فرم رویشی بر میزان کلونیزاسیون تاثیر داشت و نوع گونه ی گیاهی تاثیر چندانی بر همزیستی نداشت ($P= 0.083$). شکل (4).



شکل 4- مقایسه میانگین همزیستی در گونه های مختلف گیاهی

با وجود اینکه میانگین درصد همزیستی قارچ با ریشه ی گونه های مورد بررسی با یکدیگر تفاوت داشت اما این تفاوت از نظر آماری معنا دار نبود. بیشترین در صد همزیستی در میان گونه ها مربوط به گونه ی گون (*Asteragalus gossypinus*) بود. گونه ی گون مربوط به خانواده ی لگومینوز است. گیاهان این خانواده با باکتری های تثبیت کننده ی نیتروژن همزیست هستند(قربانی و همکاران ، ۱۳۹۰). گیاه گون یک گیاه بوته ای است، با ریشه ای راست و عمیق، که با کمک آن می تواند به منابع زیرزمینی مواد غذایی و آب دسترسی پیدا کند. گون ریشه ی افشان زیادی ندارد و برای استفاده از عناصر و مواد غذایی کم تحرک که در اطرافش هستند نیاز بیشتری به همزیستی با قارچ میکوریزا دارد تا بتواند با استفاده از شبکه ی گسترده ی قارچی براحتی به مواد غذایی که در اطرافش هستند دسترسی پیدا کند. کمترین درصد همزیستی مشاهده شد در گونه ها مربوط به گونه ی گیاهی *stipa barbata* بود. این گونه یک گراس دسته ای با ریشه های افشان است که معمولا از طریق ریزوم و بذر تولید مثل مینمایید. مزیت داشتن ریشه ی افشان و ریزوم برای این گونه می تواند این امکان را فراهم کند که نسبت سطح به حجم ریشه زیاد شود و بدین طریق دسترسی گیاه به خاک و عناصر و مواد غذایی بیشتر میشود و همین امر باعث میشود تا این گونه نیاز کمتری به همزیستی با قارچ میکوریزا داشته باشد. درصد همزیستی در دو گونه ی *Artemisia aucheri* و *Agropyron trichophorum* نیز در حد واسط بود؛ اما همزیستی در گونه ی بوته ای درمنه بیشتر از گونه ی گراس *Agropyron trichophorum* بود. در تحقیقات کریمی و همکاران (1384) نیز مشخص شد که گونه ی *Artemisia* در عرصه ی طبیعی نسبت به سایر گونه های مورد مطالعه همزیستی نسبتا بیشتری با قارچ میکوریزا داشت. در این تحقیق میانگین همزیستی گیاهان بوته ای بیشتر ار گونه های گراس بود. بیشتر گیاهان بوته ای از جمله گونه های مورد مطالعه بیشتر دوره ی رویششان را در تابستان میگذرانند، تحقیقات پارودی و پرزانی (2011) نیز نشان داد گیاهانی که در تابستان حضور دارند، مثل بوته ای ها همزیستی بیشتری با میکوریزا دارند و این میتواند به دلیل کاهش ناچیز فرآیند فتوسنتز باشدف که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد. همچنین آن‌ها در مطالعات همزیستی گونه های مختلف در میزان همزیستی با قارچ‌های میکوریزا بیان کردند که گیاهان بوته ای بیشترین همزیستی را با قارچ‌های میکوریزا دارند. گیاهان گراس و گونه های مورد بررسی در این مطالعه به میزان کمتری با قارچ میکوریزا همزیست بودند. سطح برگ گراس ها نسبت به بوته ها کمتر است. سطح برگ کمتر باعث شده تا برای جبران کمبود های ناشی از سطح برگ کم، نسبت ریشه به ساقه ی این گیاهان زیاد شود و ریشه های افشان این گونه ها به آن‌ها کمک می کند تا براحتی به مواد مغذی دست پیدا کنند. و همین امر باعث شده که نیاز کمتری به همزیستی با میکوریزا داشته باشند. بثلنفالوای و داکسیان (1984) نیز بیان داشتند که کاهش کلونیزاسیون در گراس ها بخاطر کم بودن سطح برگ در آنهاست. در برقراری رابطه ی میکوریزایی یک گیاه یا یک گونه ی خاص با AMF فاکتور های بسیار متعددی دخیل هستند .(Landis et al., 2004)ویژگی های خاک، نوع گونه ای گیاهی، فنولوژی گیاه، تنشهای مختلفی که به گیاه وارد میشود (چرا، سرما و ...) و فرم زیستی. ژاو یانگ و همکاران (2006) بیان کردند که جوامع قارچی میزبان خود را براساس گروهای عملکردی و فرم زیستی ، یعنی گراس، فورب و بوته ای انتخاب میکنند. همچنین لوپز و همکاران (1990) نیز بیان داشتند که گیاهان نیمه چوبی و بوته ای تمایل بیشتر در ایجاد ارتباط با جوامع قارچی دارند. ژاو یانگ و همکاران (2006) نیز ارتباط بین جوامع قارچی و فرم زندگی گیاهان را تایید کردند. نتایج این تحقیق نیز تمایل بیشتر همزیستی قارچ با فرم بوته ای را به وضوح نشان داد.

نتیجه گیری

هدف از انجام این آزمایش ارزیابی اثر گیاهان با فرم های زیستی مختلف بر همزیستی آن‌ها با AMF و میزان اسپور در ریزوسفر گیاهان بود. که بر روی چهار گونه ی مختلف از سه خانواده ی گیاهی انجام شد. پس از بررسی ها مشخص شد که

فرم رویشی بوته ای نسبت به گراس از درصد همزیستی بیشتری با میکوریزا برخوردار است. هر چند میزان اسپور در خاک اطراف ریشه ی گراس ها بیشتر بود اما میزان اسپور در گونه های مختلف اختلاف چندانی با هم نداشت. هر چند در این تحقیق صرفا به اثر فرم رویشی بر میران همزیستی گیاه با میکوریزا پرداخته شده اما مطالعات بیشتر پیرامون اثرات دیگر فاکتورهای ذکر شده ی بالا بر میزان همزیستی نیز ضروری است.

مراجع

1. فاریابی، نجمه .، مصداقی، منصور.، حشمتی،غلامعلی.، مددی زاده، نعمت. مقایسه ترکیب گیاهی تحت سه شدت بهره برداری در مراتع پارک ملی خَبر و مناطق همجوار.فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۹(۳): ۴۲۱-۴۳۱ ، ۱۳۹۱
2. قربانی سینی, زکیه؛ مجید، طالبی، مسعود، بهار، ، روش های موثر در رقابت و کارایی همزیستی با گیاهان خانواده لگوم، با های ریزوبیومی حاوی ژنشناسایی جدایهاستفاده از آغازگرهای اختصاصی، هفتمین همایش بیوتکنولوژی جمهوری اسلامی ایران، تهران، انجمن بیوتکنولوژی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۹۰
3. کریمی، فرح.، زنگنه، سیما.، یوسف زادی، مرتضی.، زارع مایوان، حسن.، شناسایی قارچ های آرباسکولار میکوریزا وتعیین درصد همزیستی در ذخیرگاه خارتوران. علوم محیطی ۱۰: ۸۸-۸۳، ۱۳۸۴
4. مقیمی، جواد . معرفی برخی از گو نه های مهم مرتعی (مناسب برای توسعه واصلاح مراتع ایران). انتشارات آرون، تهران، ۶۶۹ صفحه،۱۳۸۴
5. B. W. Arthur. Barrier effect of the shrub Elaegnus commutate on graying cattle and forage production in central Alberta. Journal of Range management, 23: 248-251, 1970
6. B, E, Kathryn, R, C, Matthias. Dose herbivory really suppersess mycorrhiza A meta-analysis. Journal of Ecology, 98: 745-753, 2010
7. B. E. Alison., D. J. Tim, Ö. Maarja, D. John, M. Mari, Z. Martin, S. Marc, E. DDarren. Arbuscular mycorrhizal fungal networks vary throughout the growing season and between successional stages. PLoS One 8:e83241. 2013
8. B. J. Gabor, D. Suren. Grazing effects on mycorrhizal colonization and floristic composition of the vegeta – semiarid range in northe Nevada. Journal of Ecology, 91(8) : 2294-2302, 1984
9. A.Brachmann, M. Parniske.The most widespread symbiosis on Earth. PLoS Biol 4:e 239. 2006
10. B. Mark., Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants: understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis. Plant Soil 320:37–77. 2009
11. B. Taylor, A.M, Kretzer, T.R, Horton, E.D Stendell, M.I Bidartondo, T.M Szaro. Current investigations of fungal ectomycorrhizal communities in the sierra national forests. USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-183. 2002
12. M. Glovannetti, B. Mosse. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. Journal of The new philologist, 84: 489-500, 1980
13. H, Maria. Signaling in the arbuscular mycorrhizal symbiosis. Annu Rev Microbiol. 59:19–42, 2005
14. A. Imani, J. Sharifi. Study on Effects of Fire on Changing Vegetation Cover and Composition in Steppe Rangelands of Ardabil Province, Iranian Journal of Natural Resources, 59(2): 517-526, 2006.
15. L. Frank., G. Andrea, G. Tomas. Relationships among arbuscular mycorrhizal fungi, vascular plants and environmental conditions in oak savannas. New Phytol. 164:493–504. 2004.
16. Y, Lekberg, S. M Gibbons, S. Rosendahl, P.W. Ramsey .Severe plant invasions can increase mycorrhizal fungal abundance and diversity. ISME J 7:1424–1433. 2013
17. V. Leone, R. Lovreglio. Human fire causes: A challenge for modeling. In E. Chuvieco, M. Pilar Martín, & C. Justice (Eds.), Innovative concepts and methods in fire danger estimation 4th international workshop on remote sensing and GIS applications. pp. 89-98 .2003.

18. F. López-Bermúdez, J. Albadalejo, M.A. Stocking, E. Díaz. Factores ambientales de la degradación Del suelo en el área mediterránea. In: Albadalejo J, Stocking MA, Díaz E (eds) Degradation and rehabilitation of soil in Mediterranean environmental conditions. CSIC, Murcia, pp 15–45. 1990
19. R. M. Miller, J.D. Jastrow,. The application of VA mycorrhizae to ecosystem restoration and reclamation. In: Allen MF, ed. Mycorrhizal functioning: an integrative plant-fungal process. New York: Chapman and Hall p. 438–467. 2000
20. G .Parodi, F.Pezzani. Mycorrhizas arbusculares en dos gramineas native de Uruguy en areas con y sin pastoreo. Journal of Agrocincia (Montevideo), 15(2): 1-10. 2011
21. J.M Phillips,D. S. Hayman. Improved procedures forclearing and staining parasitic and vesicular±arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transactions of the British Mycological Society 55: 158±161. 1970
22. J.R .Powell, I.C. Anderson, Rillig MC. a new tool of the trade: plant-trait based approaches in microbial ecology. Plant Soil .365:35–40.2013
23. C. Raunkiær. Life forms of plants and statistical plant geography. Claredon, Oxford. 1934
24. A. Schüßler, C. WalkerEvolution of the 'plant-symbiotic' fungal phylum, Glomeromycota. In: Pöggeler S, Wöstemeyer J (eds) Evolution of fungi and fungal-like organisms. Springer, Berlin, pp 163–185. 2011
25. E.D. Schulze. Plant life forms and their carbon, water and nutrient relations. In: Lange OL, Nobel PS, Osmond CB, Ziegler H (eds) Physiological plant ecology. II. Encyclopedia of plant physiology. Springer, Berlin, pp 615–676. (1982)
26. F.P. Teste, S.W. Simard, D.M. Durall. Role of mycorrhizal networks and tree proximity in ectomycorrhizal colonization of planted seedlings. Fung Ecol 2:21–30.2009
27. C. Urcelay, S. Díaz, D.E. Gurvich, F.S. Chapin, E. Cuevas, L.S. Domínguez. Mycorrhizal community resilience in response to experimental plant functional type removals in a woody ecosystem. Journal of Ecology. 97:1291–1301. 2009
28. S.Z. Walling, C.A. Zabinski. Defoliation effects on arbuscular mycorrhiza and plant growth of two native bunchgrasses and an invasive forb. Journal of Applied Soil Ecology, 32:111-117. 2006
29. S. Zhaoyang, Z. Liyan, F. Gu, C. Pete, T .Changyan. L. Xiaolin. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi associated with desert ephemerals growing under and bryond the canopies of Tamarix shrubs.Chinese Science Bulletin, 51 (I): 132-139. 2006