بررسی وضعیت عناصر مس و روی در خاک و ریشه گیاهان میکوریزی مناطقی از استان کرمان

اعظم سادات نوری[3,2,1]، خسرو منوچهری کلانتری[1]، مظفر شریفی[2*]، عباس طاهرنژاد[1] و سید منصور میرتاج‌الدینی[1،3]

[1]کرمان، دانشگاه شهید باهنر، دانشکده علوم پایه، گروه زیست شناسی،

[2]تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم پایه، گروه علوم گیاهی

[3]کرمان، مرکز بین‌المللی علوم و تکنولوژی پیشرفته و علوم محیطی

تاریخ دریافت: 86/10/11 تاریخ پذیرش: 87/10/16

چکیده

به منظور بهبود وضعیت پوشش گیاهی و زیر کشت بردن زمینهای بایر کشور شناخت و بررسی عوامل مؤثر بر رشد گیاهان به ویژه عواملی که باعث افزایش مقاومت و سازگاری گیاهان با شرایط نامساعد محیطی مانند کمبود آب و مواد غذایی می‌شوند، ضرورت دارد. میکوریزای وزیکولار آربوسکولار یکی از رایج‌ترین همزیستی‌ها می‌باشد که بر بقا و سازگاری گیاهان در محیط‌های سخت مؤثر است و درجذب آب و عناصر غذایی مانند فسفر، نیتروژن، پتاسیم و سایر مواد معدنی به گیاه کمک می‌کند. با توجه به اهمیت قارچهای میکوریزی و شرایط محیطی مؤثر بر همزیستی میکوریزی 14 گونه گیاهی از 11 منطقه در استان کرمان بررسی شدند. در این مطالعه سنجش غلظت عناصر مس و روی در خاک و ریشه گیاه، ویژگیهای فیزیکی خاک شامل pH و بافت، پارامترهای بیولوژیکی شامل درصد آغشتگی میکوریزی، تعداد هاگ در خاک و شناسایی گونه قارچ و گیاه صورت گرفت. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری در غلظت روی موجود در ریشه گیاهان و غلظت مس خاک مناطق مختلف وجود داشت، ولی همبستگی معنی‌داری بین تغییرات غلظت عناصر خاک و ریشه مشاهده نشد. بررسی آغشتگی میکوریزی نشان داد که از بین 14 گونه مطالعه شده 10 گونه آغشتگی میکوریزی داشتند و همبستگی معنی‌داری بین تعداد هاگ و درصد آغشتگی، بین pH و غلظت روی موجود در خاک، بین pH و بافت خاک مشاهده شد. گونه‌های گیاهی مشاهده شده متعلق به خانواده‌های Chenopodiaceae، Fabaceae، Asteraceae، Lamacieae، Zygophylaceae، Boraginaceae، Euphorbiaceae، Thymelaceae، Cupressaceae و گونه‌های قارچ متعلق به سه جنس Glomus، Entrophospora و Acaulospora بودند. هدف از این تحقیق بررسی عوامل محیطی بود و هیچ گونه تیماری اعمال نگردید. بطور کلی برای استفاده گسترده از میکوریز در عرصه کشاورزی و توسعه پوشش گیاهی باید مطالعات بیشتری در طبیعت و تأثیر عوامل محیطی بر روی همزیستی میکوریزی صورت گیرد.

واژه های کلیدی: روی، کرمان، مس، همزیستی میکوریزی

* نویسنده مسئول، تلفن تماس: 09128159580، پست الکترونیک:msharifi@modares.ac.ir

مقدمه

میکوریز یک رابطه مسالمت آمیز از نوع همزیستی است که فواید زیادی برای گیاه و جامعه گیاهی دارد. اهمیت قارچهای میکوریزی در جذب عناصر غذایی مورد نیاز به ویژه فسفر که اغلب خاکها با کمبود آن مواجه هستند (18) افزایش جذب پتاسیم، کلسیم، منیزیم، سدیم، مس و روی در مقادیر غیر سمی (4) و جلوگیری از سمیت در مقادیر بالای فلزات سنگین (15)، افزایش رشد، ارتفاع، نسبت ریشه به ساقه، طول ریشه‌های کوتاه، قطر ساقه، تعداد

معادن و کارخانه‌های متعدد می‌باشد. وسعت زیاد این استان باعث تفاوت در شرایط خاک و اقلیم و در پی آن پوشش گیاهی متنوع شده است. به طوری که در نقاط شمالی استان شنزارهای شور با پوشش Chenopodiaceae و در نقاط جنوبی اقلیم گرم، خاک رسی با پوشش متنوع و اراضی کشاورزی دیده می‌شود.

با توجه به تنوع گونه‌های گیاهی در طبیعت استان و وجود فعالیتهای مختلف صنعتی و کشاورزی بررسی تأثیر قارچهای میکوریزی در جذب عناصر و حفظ پوشش گیاهی جهت استفاده آتی در صنعت و کشاورزی اهمیت دارد. از اینرو 11 منطقه از استان جهت تعیین درصد آغشتگی میکوریزی و غلظت عناصر مس و روی موجود در خاک و میزان جذب شده در ریشه تحت تأثیر میکوریز بررسی شد.

مواد و روشها

با توجه به تغییر پوشش گیاهی، 11 منطقه از استان کرمان انتخاب شد (شکل 1) و در هر منطقه با استفاده از طناب ترانسکت، پوشش گیاهی مطالعه گردید به گونه‌ای که حداقل 3 ترانسکت در هر ایستگاه انداخته شد و تا جائی ادامه یافت که در تکرارها ترانسکت با گونه جدیدی برخورد ننمود. با این روش 14 گونه گیاهی بر اساس درجه غالبیت آنها جهت مطالعات بعدی انتخاب و خاک ریزوسفر و ریشه هر کدام با 3 تکرار جمع‌آوری شد. نمونه‌های خاک در محیط آزمایشگاه خشک گردیدند. نمونه‌های ریشه به دو قسمت تقسیم شده قسمتی جهت سنجش شیمیایی و بقیه در محلول تثبیت کننده FAA جهت مطالعه وضعیت آغشتگی میکوریزی ریشه نگهداری شدند.

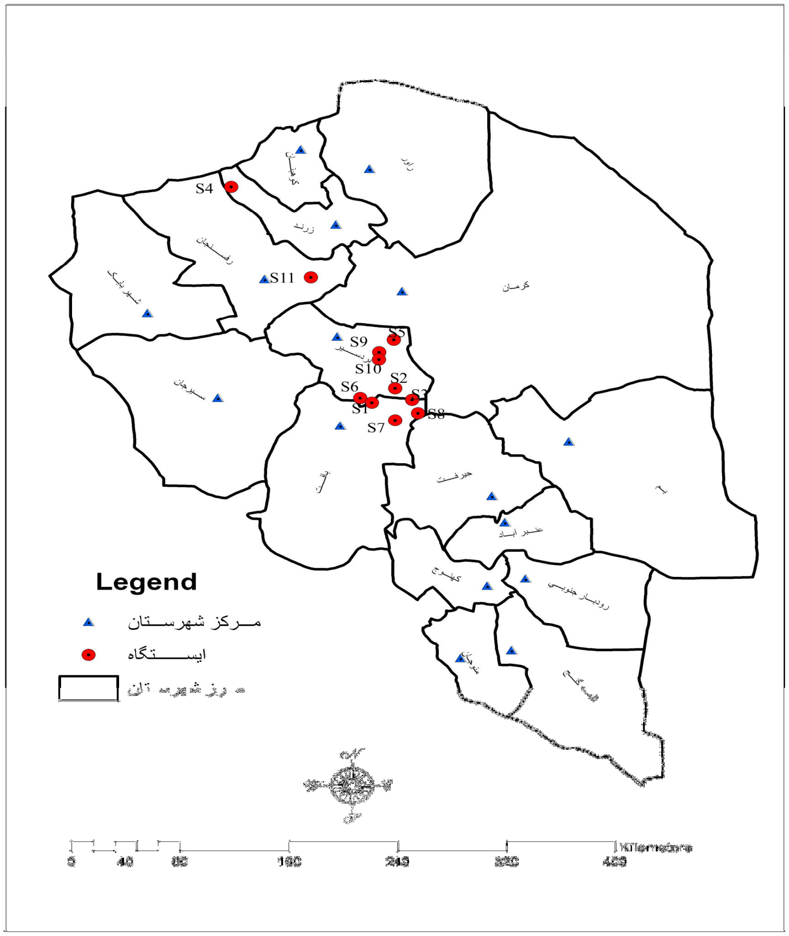
اندازه‌گیری ویژه‌گیهای فیزیکی خاک: بافت خاک 11 منطقه مورد بررسی به روش هیدرومتری و به ترتیب زیر تعیین گردید.

شاخه‌ها و برگها، جلوگیری از حمله پاتوژنها و تحمل خشکی (3) و بعنوان کود بیولوژیک به خوبی شناخته شده است.

قارچهای میکوریزی به ریشه گیاهان نفوذ کرده و هیف خود را در خاک گسترش می دهند، به این ترتیب سطح تماس ریشه با خاک را افزایش داده و عناصر غذایی مورد نیاز و آب را از خاک جذب کرده و در قبال دریافت ترکیبات کربنی که خود قادر به سنتز آنها نیستند، در اختیار گیاه قرار می‌دهند. یکی از استراتژیهایی که گیاهان برای اجتناب از شرایط نامساعد خاک از نظر آب و کمبود مواد غذایی بکار می برند افزایش سطح تماس ریشه توسط میکوریز است (19) مطالعات آزمایشگاهی نشان داده‌اند گیاهانی که در شرایط فقر غذایی رشد کرده‌اند واجد آغشتگی میکوریزی بالاتری نسبت به آنهایی بودند که در شرایط مساعد روئیده‌اند (11). مس و روی از جمله فلزات سنگین هستند که گیاه به مقادیر کم در حد ppm به آنها نیازمند است. کاهش جذب آنها باعث ظهور علائم کمبود و افزایش آنها باعث ایجاد سمیت در گیاه می‌شود (2). برخی از گیاهان با استفاده از مکانیسمهایی نسبت به مقادیر بالای این دو عنصر مقاومت پیدا کرده‌اند و می‌توانند در محیطهای آلوده به فلزات سنگین مس و روی و نواحی اطراف معادن و کارخانه‌ها رشد کنند. آغشتگی میکوریزی اعم از وزیکولار آربوسکولار یا اکتومیکوریز باعث افزایش مقاومت و رشد گیاه در این شرایط می‌شود (17).

بافت خاک بر میزان قابل دسترس بودن این عناصر تأثیر می‌گذارد. کمبود مس در خاکهایی که به شدت آبشویی می‌شوند مثل خاکهای شنی و یا خاکهای آلی، قلیایی و برخی از خاکهای غنی از رس که مس قابل جذب را کاهش می‌دهند دیده می شود. خاکهای اسیدی بسیار آبشویی شده نیز از نظر روی فقیر هستند (2).

استان کرمان یکی از پهناورترین استانهای کشور است و دارای اراضی وسیع کشاورزی به ویژه گندم و پسته و


S4
S11
S9
S5
S10
S2
S6
S3
S1
S8
S7
کرمان
زرند
رفسنجان
جیرفت
کهنوج
رودبار جنوبی
Legend
مــرکز شهرســـتان
ایســــتگاه
مـرز شهرسـتان
0
40
80
160
240
320
400
Kilometers

شکل 1- نقشه استان کرمان و نقاط مطالعه شده

50 گرم از خاک هر نمونه به همراه cc 250 آب مقطر داخل بشر ریخته شد. سپس 5cc آب اکسیژنه و بعد از چند دقیقه 50cc محلول کالگون 5 درصد اضافه گردید و پس از 24 ساعت سکون با آب مقطر به حجم 1 لیتر رسانده شد. مخلوط توسط همزن با 20 ضربه (معادل 1 دقیقه) همگن گردید و بلافاصله پس از خروج همزن هیدرومتر داخل استوانه فرو برده‌شد. از زمان ورود هیدرومتر به داخل استوانه 40 ثانیه در نظر گرفته شد و پس از طی این مدت قرائت اول صورت گرفت. این رقم مقدار رس و سیلت را نشان می‌دهد. مخلوط برای 2 ساعت بدون حرکت باقی ماند و پس از آن قرائت دوم بدون همزدن صورت گرفت. این عدد بیانگر مقدار رس است. پس از تصحیح اعداد درصد رس، سیلت و شن با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید (1)، سپس بافت خاک به کمک مثلث بافت خاک تعیین شد.

درصد رس و سیلت: قرائت اول هیدرومتر (بعد از تصحیح)*100/ وزن خاک خشک

درصد رس: قرائت دوم هیدرومتر (بعد از تصحیح)*100/ وزن خاک خشک

درصد شن: 100- درصد رس و سیلت

درصد سیلت: درصد رس و سیلت– درصد رس

pH به روش پتانسیومتری و با استفاده از گل اشباع با دستگاه pH متر Jenway 3020 تعیین شد (1).

Archive

شکل2- تغییرات غلظت مس در ریشه و خاک اطراف آن در گیاهان مطالعه شده، مقایسه میانگین ها بر اساس آزمون **Duncan** و با سه تکرار انجام شد و حروف غیر مشابه تفاوت معنی دار را نشان می دهند($P\leq0.05$).

شکل3- نتایج حاصل از تعیین غلظت روی در ریشه و خاک اطراف آن در گیاهان مطالعه شده، مقایسه میانگین ها بر اساس آزمون **Duncan** و با سه تکرار انجام شد و حروف غیر مشابه تفاوت معنی دار را نشان می دهند($P\leq0.05$).

اسید هیدروکلریک و 2/5 cc اسید نیتریک) استفاده گردید و هضم و تهیه عصاره گیاه نیز با استفاده از اسید نیتریک غلیظ انجام شد، غلظت عناصر با دستگاه جذب اتمی varian مدل SpectrAA 220 مورد سنجش قرار گرفت.

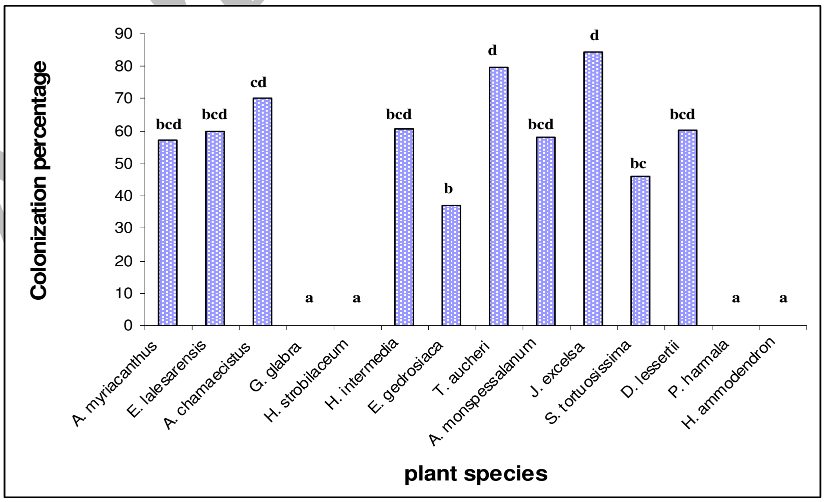
اندازه‌گیری ویژه‌گیهای شیمیایی:

غلظت دو عنصر روی و مس در هر گرم خاک و ریشه تعیین شد. برای تهیه عصاره خاک از دو اسید (7/5cc

آب مقطر شسته شده و در محلول HCl 10 درصد به مدت 30 دقیقه تا یک ساعت در دمای 90 درجه سانتی گراد حمام آب گرم قرار داده شد. پس ازمرحله اسیدی شدن، ریشه‌ها با آب مقطر شسته شد. جهت رنگ آمیزی از فوشین اسیدی0/05 درصد در دمای 90 درجه سانتی گراد حمام آب گرم به مدت یک ساعت استفاده شد. سپس رنگ دور ریخته و از محلول رنگ شو (اسید لاکتیک- گلیسرول- آب به نسبت 1/1/14) جهت خروج رنگ اضافی استفاده گردید. ریشه‌های رنگ‌آمیزی شده با میکروسکوپ نوری مطالعه شد (16).

اندازه‌گیری پارامترهای بیولوژیکی: جهت مطالعه وضعیت میکوریزی ریشه‌های 14 نمونه مورد نظر در قطعات 1cm برش داده‌شد و درصد آغشتگی میکوریزی به ترتیب زیر رنگ‌آمیزی شد. پس از خروج ریشه‌ها از FAA با آب مقطر شسته شده و در محلول پتاس 10 درصد در دمای 90 درجه سانتی گراد حمام آب گرم جهت شستشو قرار داده شد، مدت زمان لازم برای شستشو با توجه به گونه گیاهی متفاوت بود. ریشه‌های ضخیم و پررنگ در آب اکسیژنه قرار داده تا رنگ آنها زدوده شود. قطعات ریشه با

شکل 4- pH خاک در 11 منطقه مطالعه شده، خطوط روی ستونها بیانگر انحراف معیار (SE) در سطح 0/95 می باشد.



شکل 5- درصد آغشتگی میکوریزی ریشه گیاهان مختلف، مقایسه میانگین ها بر اساس آزمون Duncan و با سه تکرار انجام شد و حروف غیر مشابه تفاوت معنی دار را نشان می دهند($P \le 0.05$).

ریشه گیاهان، *J. excelsa* و *A. monspessalanum* به طور معنی‌داری ($p \leq 0.05$) بیشتر از سایر گونه‌ها بود (به استثنای *P. harmala* با *J excels*). اختلاف معنی‌دار در غلظت مس موجود در ریشه گیاهان مختلف وجود نداشت ($p \leq 0.05$).

تعیین بافت خاک بیانگر وجود خاک سنگین لومی رسی تا خیلی سبک شنی در 11 منطقه بود (جدول1). اندازه‌گیری pH خاک با 3 تکرار از هر منطقه اختلاف معنی دار ($p \leq 0.05$) بین مناطق مورد نظر را نشان داد (شکل 4).

جدول1- تقسیم بندی بافت خاک در 11 منطقه از استان کرمان

سبک و سنگینی خاک	نوع خاک	شماره ایستگاه
سنگین	لوم رسی	*S1*
سنگین	لوم رسی	*S2*
سبک تا متوسط	لوم شنی	*S3*
سنگین	لوم رس سیلتی	*S4*
سبک تا متوسط	لوم شنی	*S5*
سبک تا متوسط	لوم شنی	*S6*
سبک تا متوسط	لوم شنی	*S7*
سنگین	لوم رسی	*S8*
سبک تا متوسط	لوم شنی	*S9*
سبک تا متوسط	لوم شنی	*S10*
خیلی سبک	شن	*S11*

بررسی آغشتگی میکوریزی نشان داد که میانگین درصد آغشتگی از 37/22 تا 84/27 درصد متغیر بود و از بین 14 گونه گیاهی مطالعه شده 10گونه آغشتگی میکوریزی داشتند. ریشه گیاهان خانواده Chenopodiaceae فاقد آغشتگی میکوریزی بودند و بالاترین میزان آغشتگی مربوط به گیاه *Juniperus excelsa* بود، اختلاف معنی‌داری بین درصد آغشتگی گیاهان *H. ammodendron*

هاگ موجود در هر گرم خاک با روش غربال مرطوب جداسازی و با میکروسکوپ تشریحی شمارش شد (12).

هاگ قارچها پس از شمارش در محلول رینگر 2/5درصد در دمای 4 درجه سانتی گراد جهت شناسایی نگهداری شد، شناسایی قارچهای میکوریزی با استفاده از کلید (20) و سایت اینترنتی www.agro.ar.szczecin.pl. و www.invam.caf.wvu.edu. صورت گرفت.

برای تجزیه و تحلیل داده های بدست آمده از نرم افزار SPSS، سطح معنی دار بودن 0/05 و ضریب همبستگی Pearson استفاده گردید.

نتایج

در پی شناسایی گیاهان جمع‌آوری شده 14 گونه شناسایی شدند که عبارتند از:

Ajuga chameacistus، *Astragalus myriacanthus*، *Echinops lalesarensis*، *Glycirrhiza glabra*، *Halocnemum strobilaceum*، *Hertia intermedia*، *Euphorbia gedrosiaca*، *Trichoderma aucheri*، *Acer monspessalanum*، *Juniperus excelsa*، *Scorzonera tortuosissima*، *Dendrostellera lessertii*، *Peganum harmala*، *Haloxylon ammodendron*.

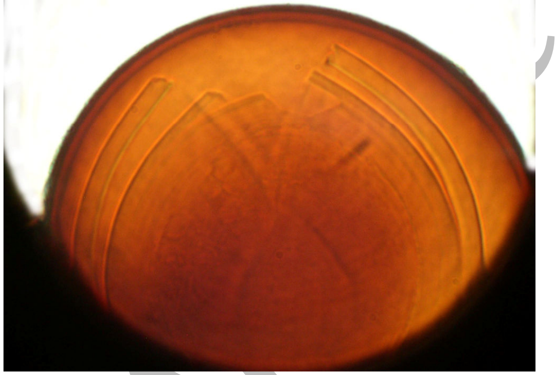
نتایج حاصل از سنجش غلظت عناصر در خاک هر نمونه نشان می‌دهد که اگر چه غلظت روی موجود در خاک ریزوسفر گیاهان *D. lessertii*، *P. harmala*، *S. tortuosissima* نسبت به سایر گونه‌ها اندکی بالاتر بود اما تفاوت معنی‌داری بین گونه‌ها و همچنین مناطق مختلف مشاهده نگردید. غلظت مس موجود در خاک ریزوسفر دو گونه *E. gedrosiaca* و *T. aucheri* مربوط به ایستگاه 6 نسبت به گیاهان جمع‌آوری شده از سایر ایستگاهها به طور معنی‌داری ($p \leq 0.05$) بیشتر بود و بین خاک ریزوسفر سایر ایستگاهها تفاوت معنی‌داری دیده نشد. غلظت روی در

pH و غلظت روی خاک نیز همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده شد. بین سایر پارامترها از جمله بین غلظت مس و روی در ریشه و خاک ریزوسفر با درصد آغشتگی در گیاهان مختلف رابطه معنی‌داری با شاخص Pearson وجود نداشت، رابطه همبستگی بین فاکتورهای بررسی شده در جدول3 مشاهده می‌شود.

بحث

اطلاعات کمی درباره نقش میکوریز وزیکولار آربوسکولار در جذب فلزات سنگین وجود دارد مطالعات نشان داده است که استفاده از سویه‌های Glomus جدا شده از محیط واجد فلزات سنگین و تلقیح آنها به گیاه باعث افزایش تحمل گیاه در برابر مقادیر بالای فلزات می‌شود و گیاه مقدار کمتری از فلز را جذب می‌کند (9)، در این تحقیق آنالیز عناصر موجود در خاک نشان داد که در هیچکدام از مناطق بررسی شده آلودگی فلزات روی و مس وجود نداشت و مقادیر موجود در خاک برای رشد معمول گیاه کافی بودند. در یک مطالعه تلقیح *G. mosseae* به گیاهان در معدن مس نشان داد که آغشتگی میکوریزی اثر محدودی بر غلظت مس و روی جذب شده توسط ریشه دارد (5)، در نتایج حاصل از این بررسی نیز همبستگی معنی‌داری بین درصد آغشتگی و میزان جذب عناصر روی و مس مشاهده نشد. لازم به ذکر است که گیاهان مورد مطالعه، مقدار کمتری از دو فلز مس و روی را نسبت به محتوای فلز موجود در خاک جذب کرده اند. هیف خارجی وزیکولار آربوسکولار به درون خاک گسترش می‌یابد و تحت تأثیر عوامل موجود در خاک قرار می‌گیرد، مطالعات نشان داده است که رابطه بین میکوریز و فلزات خاک تحت تأثیر pH خاک می‌باشد و قابلیت تحرک روی در خاک به شدت تحت تأثیر pH است (18)، در بررسی‌ها نشان داده شده است که غلظت روی موجود در ریزوسفر گیاهان میکوریزی با pH خاک رابطه عکس دارد (6). در مطالعه حاضر نیز همبستگی منفی بین غلظت روی *P.harmala*، *H. strobilaceum*، *G. glabra* با سایر گونه‌ها همچنین *E. gedrosiaca* با *T. aucheri* و *J. excelsa* مشاهده شد (شکل 5).

شمارش هاگ در ریزوسفر گیاهان مختلف نیز اختلاف معنی دار نشان داد ($p \le 0.05$)، در طی شناسایی هاگها 7 گونه متعلق به 3 جنس Glomus, Acaulospora و Entrophospora شناسایی شدند. بیشترین حضور مربوط به گونه‌های جنس Glomus بود که این گونه‌ها عبارت بودند از *G. aggregatum*، *G. albidum*، *G. macrocarpum*، *G. etunicatum*، *G. microaggregatum* و یک گونه از جنس Entrophospora به نام *Entrophospora infrequens* و از جنس Acaulospora تنها یک مورد مشاهده گردید که در حد جنس شناسایی شد (شکل6)، درصد آغشتگی میکوریزی و تعداد اسپور ریزوسفر هر گونه گیاهی در جدول 2 آمده است.



شکل 6- هاگ Acaulospora sp. با بزرگنمایی 100 و لنز واید

بررسی همبستگی بین پارامترها با شاخص همبستگی Pearson نشان داد که در سطح 0/05 درصد بین تعداد هاگ و درصد آغشتگی میکوریزی، همچنین بین pH و درصد رس خاک همبستگی مثبت و معنی‌دار وجود داشت. در سطح 0/01 درصد بین رس و شن و همچنین بین سیلت و شن همبستگی منفی و معنی‌دار و بین ذرات رس و سیلت خاک همبستگی مثبت و معنی‌دار و در نهایت بین

هستند که در اغلب زیستگاهها وجود دارند و جمعیت غالب را تشکیل می‌دهند، در نمکزارهای Oregon گونه‌های مختلفی از این جنس دیده شده‌اند که فراوانترین آنها *G.mosseae* و سپس *G. macrocarpum* می‌باشند (10)، ضمن شناسایی هاگها در این بررسی نیز اغلب گونه‌ها متعلق به جنس Glomus بودند و گونه *G. macrocarpum* نیز در چند منطقه دیده شد.

خاک و pH به دست آمد. این نتیجه می‌تواند ناشی از کاهش جذب روی بواسطه غیر محلول بودن آن در شرایط pH بالای محیط باشد.

قارچهای میکوریزی متفاوت اثرات متفاوتی بر روی رشد گیاه دارند، بنابراین شناسایی صحیح آنها و استفاده از قارچهای مناسب در کشاورزی اهمیت دارد (23). از قارچهای میکوریزی متداول گونه‌های جنس Glomus

جدول2- مطالعه آغشتگی میکوریزی و شمارش تعداد اسپور در ریزوسفر هر گونه گیاهی، نتایج میانگین 3 تکرار می‌باشد.

PH خاک	درصد چیرگی گیاهان	تعداد اسپور (در یک گرم خاک)	آغشتگی میکوریزی	خانواده گیاهان	گونه گیاهان جمع آوری شده	ایستگاه نمونه برداری
7/58	19/62	4/33	57/06	Fabaceae	*Astragalus myriacanthus*	S1
6/2	5/50	8/73	60/01	Lamiaceae	*Ajuga chamaecistus*	S2
7/7	5/06	10/06	70/27	Asteraceae	*Echinops lalesarensis*	
7/28	۰	6/53	0	Fabaceae	*Glycirrhiza glabra*	S3
7/70	50/42	0	0	Chenopodiaceae	*Halocnemum strobilaceum*	S4
7/56	31/80	5/6	60/55	Asteracea (compositae)	*Hertia intemedia*	S5
7/65	6/78	6/06	37/22	Euphorbiacea	*Euphorbia gedrosiaca*	S6
7/65	9/74	9/4	79/66	Boraginaceae	*Trichoderma aucheri*	
7/61	61/46	15/06	58/31	Aceraceae	*Acer monspessalanum*	S7
7/67	62/85	6	84/27	Cupressecea	*Juniperus excelsa ssp. polycarpos*	S8
7/51	18/12	2	45/88	Asteraceae	*Scorzonera tortuosissima*	S9
7/21	5/60	3/33	60/37	Thymelaceae	*Dendrostellera lessertii*	S10
7/21	60/82	2/33	0	Zygophylaceae	*Peganum harmala*	
7/41	75/14	0/2	0	Chenopodiaceae	*Haloxylon ammodendron*	S11

جدول 3- همبستگی بین پارامترهای بررسی شده در خاک و ریشه با شاخص همبستگی Pearson

pH	1									
spore	0.38	1								
colonization	0.49	0.58*	1							
Soil cu content	0.068	0.08	0.02	1						
Soil zn content	-0.67**	-0.42	-0.28	0.23	1					
Plant cu content	0.12	-0.092	0.13	0.12	0.25	1				
Pant zn content	0.22	0.4	0.17	-0.34	-0.16	0.10	1			
clay	0.6*	0.39	0.44	-0.19	-0.47	-0.11	0.17	1		
silt	0.5	0.41	0.28	-0.33	-0.49	-0.05	0.21	0.913**	1	
sand	-0.22	-0.31	-0.06	0.16	0.39	0.02	0.027	-0.759**	-0.86**	1
	pH	Spore	Colonization	Soil cu content	Soil zn content	Plant cu content	Plant zn content	Clay	Silt	sand

*- همبستگی معنی دار در سطح 0/05 **- همبستگی معنی دار در سطح 0/01

در این مطالعه همبستگی معنی‌داری بین تعداد هاگ و غلظت عناصر به‌دست نیامد. در مطالعاتی که بر روی تنوع جمعیت قارچهای میکوریزی در خاکهای حاوی فلزات سنگین انجام شده، با افزایش غلظت فلزات در خاک تعداد هاگ به طور معنی‌داری کاهش یافته، ولی این کاهش باعث حذف کامل پروپاگول های قارچ نشده است و پروپاگول‌ها توانسته‌اند سازگاری خویش را با محیط حفظ کنند (21)، در حالی که در مطالعه بر روی میکوریز وزیکولار آربوسکولار و مس (8) و روی (22) هیچ همبستگی بین تعداد هاگ و غلظت فلزات مشاهده نشده است که با نتیجه حاصل از این بررسی مطابقت دارد. یکی از دلایل تفاوت در نتایج سنجش غلظت عناصر و همبستگی آنها با تعداد هاگ و درصد آغشتگی میکوریزی بین مطالعات مختلف مربوط به روش مورد استفاده در سنجش غلظت عناصر می‌باشد.

در رابطه با تعداد هاگها در خاک و همبستگی آن با درصد آغشتگی مطالعات فراوانی انجام شده و نتایج متناقضی گزارش شده‌است، در مواردی هیچ نوع همبستگی و رابطه مشخص مشاهده نشده (7،9) در حالی که همبستگی منفی و کاهش درصد آغشتگی همراه با افزایش تعداد هاگ نیز دیده شده است(13)، در این بررسی همبستگی مثبت بین دو فاکتور تعداد هاگ و درصد آغشتگی به دست آمد، این تفاوت‌ها می‌توانند تحت تأثیر فصل مطالعه، جامعه گیاهی، گونه گیاهی ، قارچ همزیست و شرایط ادافیک باشند، در واقع تعداد هاگ همیشه مشخص کننده ترکیب جامعه AMF در یک اکوسیستم نمی‌باشد، زیرا گزارش شده‌است قارچهایی وجود دارند که تعداد هاگ بیشتری تولید می‌کنند در حالی که برخی کمتر و شاید هرگز هاگزایی نکنند (13).

سنگین متفاوت بودند و با توجه به وجود گیاهان مختلف با اطلاعات موجود نمی‌توان آغشتگی میکوریزی را به بافت خاک نسبت داد و برای این امر استفاده از یک گونه گیاهی در شرایط یکسان جهت بررسی تأثیر بافتهای خاک متفاوت بر میزان آغشتگی توصیه می‌شود.

به طور کلی در بررسی آغشتگی میکوریزی عوامل مختلف را باید مد نظر قرار داد، در واقع هر عاملی که بر روی خاک و گیاه مؤثر باشد بر آغشتگی میکوریزی نیز تأثیرگذار است. با توجه به شرایط متفاوت اکوسیستم، در مطالعات منطقه ای نتایج متفاوتی نیز حاصل می‌شود که هر کدام ناشی از عوامل محیط و فاکتورهای اکولوژیکی حاکم بر جامعه هستند و با شناخت آنها می‌توان آگاهانه در جهت پیشبرد جامعه گیاهی در حفظ محیط زیست، ایجاد پوشش گیاهی انبوه و افزایش منافع کشاورزی و اقتصادی بشر گام برداشت.

علاوه بر غلظت فلزات شرایط فیزیکی خاک مانند pH و بافت خاک نیز بر تعداد هاگ تأثیر می‌گذارند. در مطالعه‌ای بر روی تنوع قارچهای میکوریزی در شرایط حضور فلزات سنگین، رابطه مثبت بین دو عامل pH و تعداد هاگ گزارش شده‌است، همچنین گونه‌های گیاهی را نیز مؤثر بر تعداد هاگ معرفی کرده‌اند به این ترتیب برخی از گونه‌ها که دارای درصد آغشتگی میکوریزی بالاتری بودند تعداد هاگ بیشتری نیز در ریزوسفر خود نشان داده‌اند (21)، در این بررسی نیز نتیجه مشابه حاصل شد به طوری که گیاهان خانواده Chenopodiaceae که فاقد آغشتگی میکوریزی هستند و در ریزوسفر خود واجد کمترین تعداد هاگ بودند، همبستگی معنی‌داری بین تعداد هاگ با pH نشان ندادند.

بافت خاک از نظر سبک و سنگین بودن بر انحلال پذیری و انتقال عناصر، درصد آغشتگی ریشه و تعداد هاگ تأثیر می‌گذارد(14). در این مطالعه بافت خاک مناطق از سبک تا

منابع

1- حقیقی م. ج. 1382. روش‌های تجزیه خاک- نمونه‌برداری و تجزیه‌های هم فیزیکی و شیمیایی «با تأکید بر اصول تئوری و کاربردی». انتشارات ندای ضحی. 236.

2- سالاردینی ع.، مجتهدی م. 1367. اصول تغذیه گیاه. نشر دانشگاهی تهران. 253.

1. Auge R. M., (2001) Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. Mycorrhiza 11:3-42.
2. Brown M. T., D. A.Wilkins (1985) Zinc tolerance of mycorrhizal Betula. New Phytol. 99:101-106.
3. Chen B. D., Y. G. Zhu, J. Duan, X. Y. Xiao, S. E. Smith (2007) Effects of the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* on growth and metal uptake by four plant species in copper mine tailings. Environmental pollution.147: 374-380.
4. Chrisrtie P., X. Li, B. Chen (2004) Arbuscular mycorrhizacan depress translocation of zinc to shoot of host plants in soils moderately polluted with zinc. Plant and soil 261: 209-217.
5. Dhillion S. S., L. T. Gardsjord (2004) Arbuscuar mycorrhizas influence plant diversity, productivity and nutrients in boreal grasslands. Canadian Journal of Botany 82: 104-114.
6. Griffioen W. A. J., J. H. Iestwaart, W. H. O. Ernst (1994) Mycorrhizal infection of *Agrostis cappilloris* population on a copper contaminated soil. Plant soil 158:83-89
7. Hall J. L. (2002) Cellular mechanism for heavy metal detoxification and tolerance. Journal of Experimental Botany 53(366): 1-11.
8. Ho I. (1987) Vesicular arbuscular mycorrhizae of Halophytic grasses in the Alvord desert of Oregon. Northwest science 61(3): 148-152.
9. Khan A.G. (2006) Mycorrhizoremediation- an enhanced form of phytoremediation. Journal of Zhejiang University Science B 7(7): 503-514.
10. Mckenny C. M., L. D. Lindsey (1987) Improved method for quantifying endomycorrhizal fungi spores from soil. Mycologia 79 (5): 779-782.
11. Moreira M., D. Baretta, S. M. Tsai, E.J. B. N. Cardoso (2006) Spore density and root colonization by arbuscular mycorrhizal fungi in

preserved or disturbed *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. Ecosystems. Science Agriculture. 63(4): 380-385.

12. Nasim G. 2005. Role of symbiotic soil fungi in controling road side erosion and in the establishment of plant communities. Caderno de Pesquisa Ser. Bio. Santa Cruz do Sul. 17 (1): 119-136.
13. Pawlowska T. E., R. L Chaney, M. Chin, I. Charvat (2000) Effects of metal phytoextraction practices on the Indigenous community of arbuscular mycorrhizal fungi at a metal contaminated landfill. Applied and environment microbiology 2526-2530.
14. Phillips M. J., S. D. Hayman (1970) Improved Procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular- arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transations of the British Mycological Society. 55 (I): 158- 161.
15. Regvar M., K. Vogel-Mikus, N. Kugonic, B. Turk and F. Batic. 2006. Vegetational and mycorrhizal succession at a metal polluted site: Indication for the direction of phytostabilisation?. Environmental pollution. 144: 976-984.
16. Safir G.R. (1987) Ecophysiology of VA Mycorrhizal plants. CRC Press 224.
17. Sardini A., M. Mojtahedi (1978) Principles of plant nutrition. International Potosh Institute, Berne 253.
18. Schenck N. C., Y. Perez (1990) Manual for identification of vesicular- arbuscular mycorrhizal fungi. INVAM, Uni of Florida, Gainesville, FL, USA.
19. Turk M. A., T. A. Assaf, K. M. Hameed, A. M. Al- Tawaha (2006) Significance of Mycorrhizae. World Journal of Agricultural science 2 (1): 16-20.
20. Val C. D., J. M. Barea, C. Azcon-Aguilar (1999) Diversity of Arbuscular mycorrhizal fungus population in heavy metal contaminated soils. Applied and environmental microbiology. 718-723.
21. Walker C. (1992) Systematics and taxonomy of the arbuscular endomycorrhizal fungi (Glomales)-a possible way forward. Agronomie 12: 887-897.

Study on copper and zinc content in soil and root of Mycorrhizal plants in some areas in Kerman province

A. S. Noori[1,2,3], Kh. M. Kalantari[1], M. Sharifi[2*], A. Tahernezahd[1], S. M. Mirtaj[1,3]

[1] Shahid Bahonar University, Faculty of Science, Department of Biology.

[2]Tarbiat Modares University, Faculty of Science, Department of Biology.

[3] International center for science, high technology & environmental sciences.

Abstract

To improve agriculture and plant community, factors which influence plant growth especially those which increase resistance and adaptation to harsh environment such as water and nutrient insufficient is important. Vesicular arbuscular mycorrhizae is one of the most common symbiosis which increase the plant adaptation and is useful for adsorbing water and nutrient elements such as P, N, K, etc. This research has been done on 14 plants species in 11 station of Kerman province due to the importance of mycorrhizae and ecological parameters in the field. The concentration of copper and zinc in soil and root, soil texture and pH, biological factors includes colonization percentage, spore numbers in soil, identification of fungi and plants species has been studied. There was a significant difference between soil copper and root zinc in rhizosphere of 14 species. However no significant correlation between soil and root elements was observed but a significant correlation has been observed between colonization percentage and spore number, pH and soil zinc, pH and soil clay. These 14 plant species were belong to 9 different families and 10 plants species had mycorrhizal colonization, 7 fungi species belong to 3 genus has been identified. Further investigation is needed for using mycorrhizal in agriculture and on field where many environmental factors are involved.

Keywords: Mycorrhizal symbiosis, Zinc, Copper, Kerman.