Archive of SID

مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی
جلد سیزدهم، شماره چهارم، مهر – آبان ۱۳۸۵
www.magiran.com/jasnr

مقایسه نقش برخی گیاهان علفی در جذب برخی عناصر سنگین: مطالعه موردی در منطقه جنگلی رامسر

*مهناز وفادار[۱] و حسن زارع مایوان[۲]
[۱]دانشجوی سابق دوره دکتری گیاه‌شناسی دانشگاه تهران و عضو هیات علمی دانشگاه زنجان،
[۲]عضو هیات علمی بخش علوم گیاهی دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت: ۸۳/۳/۱۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۸٤/۱۲/۲٤

چکیده

در محیط حضور غلظت‌های بالای فلزات سنگین یا به‌طور طبیعی و یا توسط فعالیت‌های انسانی باعث آلودگی محیط زیست می‌شود. استفاده از گیاهان مناسب برای خاک‌های آلوده به چنین فلزاتی در دهه‌های اخیر بیشتر مورد توجه قرار گرفته و فنون آلایش زدایی گیاهی با شناسایی ظرفیت‌های جذب گونه‌های جدید گیاهان در حال توسعه است. در منطقه رامسر حضور طبیعی عناصر رادیواکتیو و سنگین گزارش شده است، از اینرو پنج گونه علفی *Calamintha officinalis*، *Epimedium pinnatum*، *Parietaria judaica*، *Digitalis nervosa* و *Brachypodium sylvaticum* برای تعیین توان جذبی عناصر آهن، آلومینیوم، روی، نیکل، مس، سرب، کروم و کبالت مورد آزمایش قرار گرفتند. نمونه‌برداری از گیاهان و خاک در فصول رویشی بهار و تابستان در منطقه رامسر انجام گرفت. نتایج حاصل جذب هشت عنصر سنگین آهن، آلومینیوم، روی، نیکل، مس، سرب، کروم و کبالت توسط پنج گونه علفی را نشان داد. مقدار عناصر آهن و آلومینیوم هم در خاک و هم در گیاهان نسبت به سایر عناصر بیشتر بوده است. گونه‌های *Digitalis nervosa* و *Parietaria judaica* که توسعه درون سلولی وسیع اندومیکوریزا داشتند عمده‌ترین گونه‌های جذب‌کننده عناصر سنگین بودند. همچنین جذب اغلب عناصر در فصل تابستان بیشتر از فصل بهار بوده است و گیاهان مورد مطالعه پتانسیل مناسبی برای جذب عنصر آلاینده سرب از خود نشان داده‌اند. نتایج حاصل از بررسی‌های اندومیکوریزا نشانگر وجود طیف وسیعی از انواع قارچ‌های اندومیکوریزایی است.

واژه‌های کلیدی: گیاهان علفی، آلایش‌زدایی خاک، اندومیکوریزا، عناصر سنگین، رامسر

مقدمه

غلظت عناصر سنگین و رادیواکتیو در بعضی محیط‌های طبیعی بیشتر از غلظت آنها در محیط‌های دیگر است (میرزایی و بیت اللهی، ۱۳۷۲). معمولاً غلظت زیاد عناصر سنگین و رادیواکتیو با سمیتی که ایجاد می‌کند باعث بروز اختلالات فیزیولوژیکی در تعدادی از گیاهان می‌شود. با وجود این، بعضی گیاهان توانایی قابل توجهی در زمینه جذب و تجمع این عناصر دارند و در پاکسازی محیط از آلاینده‌ها به کار گرفته می‌شوند (براودلی و ویلی، ۲۰۰۱).

* – مسئول مکاتبه: mahnazvafadar@yahoo.co

www.SID.ir

Archive of SID

میزان موفقیت در زمینه آلایش‌زدایی گیاهی منوط به گزینش گونه‌های گیاهی مناسب و ایجاد تغییرات در خاک یا بستر زیست است. استفاده از این روش ارزان منافع متعددی را نیز در پی دارد. برای مثال، منطقه آلوده به آلاینده توسط گیاه پوشش داده می‌شود و مانع انتقال و جابجایی خاک آلوده توسط باد و باران می‌گردد و علاوه‌بر این کاشت، داشت و برداشت گیاهان نیز فرآیندهایی اشتغال‌زاست (هانگ و بلای لاک، ۱۹۹۸). خاک مناطقی از جنگل‌های شمال ایران از جمله منطقه رامسر، آلوده به مقادیر نسبتاً بالایی از فلزات سنگین از جمله آهن، آلومینیوم، روی، نیکل، مس، اورانیوم، توریوم و غیره است (باغوردانی و زارع مایوان، ۱۳۷٦). همچنین شهرستان رامسر یکی از چند منطقه با رادیو اکتیویته طبیعی بالا در جهان به‌شمار می رود و درصد پرتوزایی در برخی از مناطق آن به ۲۵۰ تا ۵۰۰ برابر حد طبیعی می‌رسد (مصباح و آذری، ۱۳۷۷؛ غیاثی‌نژاد و همکاران ۲۰۰۱). از آنجایی که ریشه گیاهان کانون اصلی ورود عناصر به شبکه‌های غذایی و بالطبع جانوران و انسان می‌باشد (راوسر، ۱۹۹۵)، بررسی پراکنش عناصر در محدوده آن حائز اهمیت است.

در همین ارتباط، همزیستی اندومیکوریزا که بین ریشه گیاهان و ریسه قارچ‌های مختلف راسته *Glomales* ایجاد می‌شود (اورکات و نیلسن، ۲۰۰۰) نقش مؤثری را ایفا می‌نماید. در همزیستی‌های اندومیکوریزایی (وزیکولار-آرباسکولار) قارچ‌ها ریسه خود را تا درون سلول‌های پوست ریشه توسعه می‌دهند و ارتباطات پیچیده‌ای با ریشه گیاهان میزبان ایجاد می‌نمایند. توسعه همزیستی‌های اندومیکوریزایی در جهت بهبود وضعیت تغذیه‌ای گیاه از طریق جذب مؤثر نیتروژن و فسفر و افزایش توان رقابتی آن در محیط‌های دارای تنش بسیار ارزشمند و مفید است. همچنین اسپورهای قارچ‌های اندومیکوریزایی عناصر سنگین و رادیواکتیو را جذب سطحی می‌نمایند و دارای پتانسیل انباشت و تجمع می‌باشند (باغوردانی و زارع مایوان، ۱۳۷٦). قارچ‌های اندومیکوریزایی به‌عنوان عوامل زنده و طبیعی جذب آلاینده‌ها به یاری گیاهان می‌شتابند و آنها را در «آلایش‌زدایی» کمک می‌رسانند. با توجه به گسترش آلودگی‌های زیست محیطی در کشور استفاده از عوامل قارچی و گیاهی از طریق توسعه گیاهان میکوری‌زایی برای پاکسازی آلودگی‌های مزمن بستر خاک بسیار مهم است. با این حال دانش ما در این ارتباط اندک است و انجام تحقیقات در این زمینه بسیار ارزشمند است. بنابراین در این تحقیق بررسی و تعیین میزان عناصر سنگین خاک و مقایسه جذب آنها در تعدادی از گونه‌های علفی و اسپور میکوریزایی منطقه جنگلی رامسر انجام شده است.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ جنگلی پشت هتل قدیم رامسر بین طول شرقی "۱۵ '٤۲ °۵۰ و "۳۷ '۳٦ °۵۰ و عرض شمالی "۸ '۵۱ °۳٦ و "۵۰ '۵٤ °۳٦ (باغوردانی و زارع مایوان، ۱۳۷٦) انتخاب گردید. شیب منطقه ۵۰ تا ۷۰ درصد و ارتفاع از سطح دریا ۵۰ متر اندازه‌گیری شد. نمونه‌برداری از خاک تا عمق ۱۰ سانتی‌متری به تعداد ۵ نمونه و از گیاهان براساس طرح تصادفی براون بلانکه و اصل تشابه گیاهان در پلات‌هایی به مساحت ۲ مترمربع و در ۵ تکرار در فصول بهار و تابستان انجام گرفت.

برای انجام آنالیزهای مربوط به جذب اتمی جهت اندازه‌گیری عناصر سنگین آهن، آلومینیوم، روی، نیکل، مس، سرب، کروم و کبالت، نمونه‌های علفی به تفکیک ریشه، ساقه و برگ پس از خشک شدن و اعمال حرارت ۵۵۰ درجه در اسید نیتریک حل شدند (حبیبی، ۱۳۷۸). همچنین نمونه‌های خاک نیز در اسید سولفوریک و اسید فلوریدریک حل شدند (حبیبی، ۱۳۷۸). آنالیزها با دستگاه آنالیز جذب اتمی (Philips مدل Pu۹۱۰۰ x) انجام شد. از آزمون معنی‌دار $t-test$ جهت بررسی‌های آماری استفاده شد. جداسازی اسپور قارچ‌های اندومیکوریزایی به روش غربال خیس انجام شد (مک کنی و دونالد، ۱۹۸۷) و از کلیدهای رده بندی توصیفی ترپی (۱۹۸۲) برای شناسایی اسپورها تا حد گونه استفاده شد و شمارش اسپورها زیر میکروسکوپ

www.SID.ir

Archive of SID

نوری انجام گرفت. با استفاده ازمیکروسکوپ الکترونی اسکن (Zeiss مدل DSM ۹۶۰ A) عکس‌های مربوط به اسپورهای غالب تهیه شد، همچنین آنالیز سطح اسپورها با دستگاه آنالیز عنصری EDAX در محدوده ولتاژ ۸/۵ تا ۳ کیلو الکترون ولت که اساس کار آن اسپکتروسکوپی با اشعه X است، انجام شد. بررسی وضعیت اندومیکوریزای گیاهان، با برش‌گیری از ریشه‌های فیکس شده در محلول الکل گلیسرین (۷۵:۲۵) به روش دستی و رنگ‌آمیزی بالاکتو فنل‌کاتن‌بلو یا متیلن‌بلو انجام گردید. مقاطع با میکروسکوپ نوری (Olympus مدل RFCA - AH۳) مشاهده و عکس‌های لازم تهیه شد.

نتایج

گونه‌های گیاهی منطقه مورد مطالعه شامل گونه‌های *Calamintha officinalis* از تیره نعناعیان، *Epimedium pinnatum* از تیره زرشک، *Parietaria judaica* از تیره گزنه، *Digitalis nervosa* از تیره گل میمون و *Brachypodium sylvaticum* از تیره گرامینه می‌باشند که در محدوده ریز و سفر آنها گونه‌های مختلف قارچ‌های اندومیکوریزایی شناسایی شدند، گونه‌های غالب اندومیکوریزایی جدا شده از خاک منطقه رامسر عبارتند از:

Glomus microcarpum, G.multicaule, G.fasciculatum, G.clariodeum, G.pallidum, G.occultum, Gigaspora calospora, Acaulospora laevis, A. trappei.

فراوانی اسپور و متوسط مساحت اسپورهای میکوریزایی اندازه‌گیری شد (جدول ۱). سه جنس *Glomus*، *Acaulospora* و *Gigaspora* بیشترین مقدار را در خاک داشتند. بیشترین فراوانی اسپورها مربوط به گونه‌های *Glomus* و کمترین فراوانی مربوط به گونه‌های *Gigaspora* بود. خاک منطقه از نوع خاک‌های قهوه‌ای جنگلی تعیین شد (باقرنژاد، ۱۳۸۱). میزان عناصر فسفر و پتاسیم در خاک به‌ترتیب *(PPm)* ۶/۶۳ و ۳۴۰ بوده است (جدول ۲).

جدول ۱- فراوانی، قطر و مساحت اسپورهای اندومیکوریزایی در یک گرم خاک خشک جنگلی در منطقه رامسر.

فراوانی (٪)	قطر میانگین (میکرومتر)	مساحت(میکرومتر مربع)	گونه قارچ اندومیکوریزایی
Glomus fasciculatum	۱۹۵۹	٤۹/۹	۸
Glomus multicaule	۵۸۹۱	۸٦/٦	٤
Glomus microcarpum	۳۰۵۵	٦۲/۳	۹
Glomus occultum	۲۹۷۷	٦۱/۵	٤
Glomus pallidum	۱۹٦۲	۵۰/۰	۳
Glomus claroideum	٤۱۸۳	۷۲/۰	۲
Acaulospora trappei	۲۲٤۰	٦٤/۳	٦
Acaulospora laevis	٤۵۷۹	۰/۱۰۰	٤
Acaulospora elegans	٦۹۳۱	۱۱۰/۰	۲
Acaulospora scrobicalata	٦٤۲۲	۱۰۰/۰	۱
Acaulospora sp	۲۸۹٤	۷۳/۷	۲
Gigaspora calospora	۲۳۵۵	٦۱/۲	۳
Gigaspora alborosea	۳۵۷٦	٦۷/۵	۱
Gigaspora pelucida	۳۹۲۵	۱۰۰/۰	۱

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی و فیزیکی خاک منطقه جنگلی رامسر.

مقدار (واحد)	پارامتر
عمق	۱۰(سانتی‌متر)
میزان اشباع	۱۰۷(درصد)
هدایت الکتریکی $Ec \times ۱۰^{۳}$	۱/٤(دسی زیمنس/متر)
(pH)	٦/٥
مواد خنثی شونده($T.N.V$)	۳/۰(درصد)
کربن آلی	۱۰/۸(درصد)
ازت کل	۱/۲(درصد)
فسفر قابل جذب	٦/٦۳ *(PPm)*
پتاسیم قابل جذب	۳٤۰ *(PPm)*
رس	۳۷ (درصد)
سیلت	۳٦ (درصد)
ماسه	۳۷ (درصد)
نوع خاک	خاک قهوه‌ای جنگلی

مطالعات میکروسکوپی ریشه‌های گیاهان مشخص ساخت که نوع اندومیکوریزا غالب است و وزیکول‌ها و آرباسکول‌ها در ساختار ریشه گیاهانی نظیر *D.nervosa* و *P.judaica* به وفور یافت می‌شوند. گونه‌های مختلف قارچ‌های اندومیکوریزایی عناصر مختلف از جمله آهن، آلومینیوم و سیلیسیوم را جذب کردند. تجمع عناصر برروی قسمت‌های مختلف زیر زمینی و هوایی گیاه متفاوت است. به‌عنوان مثال، در گیاه *D.nervosa* جذب عناصر آهن، آلومینیوم، روی، مس، سرب و کروم در ریشه بیشتر از مقدار جذب شده آنها در گیاه *C.officinalis* است. در همین گیاه در فصل تابستان میزان جذب در ریشه بیشتر از مقدار جذب آن در قسمت‌های هوایی گیاه است (جدول های ۳ و ٤). بیشترین مقدار جذب عناصر در ریشه در گیاه *D.nervosa* و کمترین مقدار آن در گیاه *B.sylvaticum* بود. روند مشابه برای قسمت‌های مختلف گیاه *P.judaica* دیده شده است (جدول ٥). مقایسه مقادیر جذب شده نشان می‌دهد که گیاه *D.nervosa* بیشترین مقدار جذب شده را در ریشه و ساقه خود داشته است (جدول ٤). از آزمون معنی‌داری *t–test* جهت بررسی‌های آماری استفاده شده است. تفاوت‌های معنی‌داری در جذب عناصر بین گیاهان در دو فصل دیده می‌شود. به‌عنوان مثال در گیاه *C.officinalis*، مقدار عناصر کبالت، مس و نیکل در بین دو فصل بهار و تابستان با هم اختلاف معنی‌دار داشته است (α =۰/۰٥). در گیاه *P.judaica*، مقدار عناصر کبالت، مس و سرب در بین دو فصل با هم اختلاف معنی‌دار داشته است (α=۰/۰٥). در گیاه *B.sylvaticum*، مقدار عناصر کروم و آهن در بین دو فصل با هم اختلاف معنی‌دار داشته است (α=۰/۰٥)، همچنین در گیاه *D.nervosa* در بین دو فصل هیچ اختلاف معنی‌داری در مقدار عناصر مشاهده نشده است.

جدول ۳- عناصر موجود در گیاه *Calamintha officinalis* برداشت شده در فصول بهار و تابستان ۱۳۸۰.

عنصر	بهار ۱۳۸۰			تابستان ۱۳۸۰		
	ریشه (گرم)	ساقه (گرم)	برگ (گرم)	ریشه (گرم)	ساقه (گرم)	برگ (گرم)
آهن	۱۳۰۰×۱۰^{-٦}	۲۰۹×۱۰^{-٦}	۸۹۹×۱۰^{-٦}	۱۱۸۰×۱۰^{-٦}	۲۰۰×۱۰^{-٦}	۷٦۰×۱۰^{-٦}
آلومینیوم	۱٤٥۰×۱۰^{-٦}	۳٦٥×۱۰^{-٦}	٦۹۲×۱۰^{-٦}	۱۷٦×۱۰^{-٦}	۲٥۰×۱۰^{-٦}	٦۲۰×۱۰^{-٦}
روی	۲۱×۱۰^{-٦}	۲٥×۱۰^{-٦}	۳۷×۱۰^{-٦}	۲۷×۱۰^{-٦}	۳۹×۱۰^{-٦}	۳۳×۱۰^{-٦}
نیکل	$*٤/۳\times۱۰^{-٦}$	$*۲/۷\times۱۰^{-٦}$	$*۳/٤\times۱۰^{-٦}$	$*۷/٤\times۱۰^{-٦}$	$*٥/٦\times۱۰^{-٦}$	$*٦/٦\times۱۰^{-٦}$
مس	$*٦/٦\times۱۰^{-٦}$	$*۷/۸\times۱۰^{-٦}$	$*۱۰\times۱۰^{-٦}$	$*۱٦/۲\times۱۰^{-٦}$	$*۱۳\times۱۰^{-٦}$	$*۱۲\times۱۰^{-٦}$
سرب	$۲/۲\times۱۰^{-٦}$	$۲/٤\times۱۰\times^{-٦}$	$٤/۸\times۱۰^{-٦}$	$٥/٤\times۱۰^{-٦}$	$٥/٤\times۱۰^{-٦}$	۸×۱۰^{-٦}
کروم	$۱/۳\times۱۰\times^{-٦}$	۲×۱۰^{-۷}	$۱/۱\times۱۰^{-٦}$	$۳/۲\times۱۰^{-٦}$	$۰/۲\times۱۰^{-٦}$	$۰/۸\times۱۰^{-٦}$
کبالت	$*۱\times۱۰^{-۷}$	$*۲\times۱۰^{-۷}$	$*۱\times۱۰^{-۷}$	$*٤\times۱۰^{-٦}$	$*۳/٤\times۱۰^{-٦}$	$*۳/٦\times۱۰^{-٦}$

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- عناصر موجود در گیاه *Digitalis nervosa* برداشت شده در فصول بهار و تابستان ۱۳۸۰.

عنصر	بهار ۱۳۸۰			تابستان ۱۳۸۰	
	ریشه(گرم)	بخش هوایی(گرم)	ریشه(گرم)	ساقه(گرم)	برگ(گرم)
آهن	۳۰٤۰×۱۰^{-٦}	۳۰۱۰×۱۰^{-٦}	۲۷۸۰×۱۰^{-٦}	۷٤۰×۱۰^{-٦}	۲۸۰×۱۰^{-٦}
آلومینیوم	۳۵۸۰×۱۰^{-٦}	۲۷۲×۱۰^{-٦}	۵۰۰×۱۰^{-٦}	۳٦۰۰×۱۰^{-٦}	٤۳۰×۱۰^{-٦}
روی	$۳۲/۸\times۱۰^{-٦}$	$٤۳/۲\times۱۰^{-٦}$	٤٤×۱۰^{-٦}	۱۳×۱۰^{-٦}	۵٦×۱۰^{-٦}
نیکـــل	$۳/۹\times۱۰^{-٦}$	$٤/۸\times۱۰^{-٦}$	$٦/۸\times۱۰^{-٦}$	$٦/۰\times۱۰^{-٦}$	$۸/٤\times۱۰^{-٦}$
مس	۱۳×۱۰^{-٦}	$٦/٦\times۱۰^{-٦}$	$۱۸/۸\times۱۰^{-٦}$	$۲/۲\times۱۰^{-٦}$	$۲۵/٦\times۱۰^{-٦}$
سرب	$٤/۸\times۱۰^{-٦}$	$۳/۸\times۱۰^{-٦}$	$۷/۲\times۱۰^{-٦}$	$۳/۵\times۱۰^{-٦}$	$٦/٦\times۱۰^{-٦}$
کروم	$٤/۲\times۱۰^{-٦}$	۲×۱۰^{-۷}	۹×۱۰^{-٦}	$۰/۲\times۱۰^{-٦}$	٤×۱۰^{-٦}
کبالت	۳×۱۰^{-۷}	۱×۱۰^{-۷}	$۳/۲\times۱۰^{-٦}$	$۸/٦\times۱۰^{-٦}$	۳×۱۰^{-٦}

جدول ۵- عناصر موجود در گیاه *Parietaria judaica* برداشت شده در فصول بهار و تابستان ۱۳۸۰.

عنصر	بهار ۱۳۸۰			تابستان ۱۳۸۰	
	ریشه(گرم)	ساقه(گرم)	برگ (گرم)	ریشه (گرم)	ساقه(گرم)	برگ (گرم)
آهن	٤۰۸۰×۱۰^{-٦}	۱۵۲۰×۱۰^{-٦}	۳۷٤×۱۰^{-٦}	۳۵۲۰×۱۰^{-٦}	۱۳۵۰×۱۰^{-٦}	۳٤۰×۱۰^{-٦}
آلومینیوم	٤٦۱۰×۱۰^{-٦}	۱۵٤۰×۱۰^{-٦}	۳۲۰×۱۰^{-٦}	۱۹۵۰×۱۰^{-٦}	۷۲۰×۱۰^{-٦}	۱۸۰×۱۰^{-٦}
روی	۱۳٤×۱۰^{-٦}	$۷۷/۷\times۱۰^{-٦}$	$۳۹/۷\times۱۰^{-٦}$	۱۲٦×۱۰^{-٦}	۸۸×۱۰^{-٦}	٤٦×۱۰^{-٦}
نیکل	$٦/۷\times۱۰^{-٦}$	$٤/۱\times۱۰^{-٦}$	$۲/۹\times۱۰^{-٦}$	$۷/۸\times۱۰^{-٦}$	$٤/٤\times۱۰^{-٦}$	$٤/٦\times۱۰^{-٦}$
مس	$*۷/۸\times۱۰^{-٦}$	$*۳/٦\times۱۰^{-٦}$	$*٤/۱\times۱۰^{-٦}$	$*۱۲/۸\times۱۰^{-٦}$	$*۱۱\times۱۰^{-٦}$	$*۱۰\times۱۰^{-٦}$
سرب	$*٤/٤\times۱۰^{-٦}$	$*٤/۲\times۱۰^{-٦}$	$*۵/۲\times۱۰^{-٦}$	$*۹/٤\times۱۰^{-٦}$	$*۷/۲\times۱۰^{-٦}$	$*۷/۲\times۱۰^{-٦}$
کروم	$۵/۸\times۱۰^{-٦}$	$۱/٦\times۱۰^{-٦}$	۳×۱۰^{-۷}	$٤/٤\times۱۰^{-٦}$	$۵/٤\times۱۰^{-٦}$	$۳/٦\times۱۰^{-٦}$
کبالت	$*۵/۹\times۱۰^{-٦}$	$*۵/۵\times۱۰^{-٦}$	$*۵/۵\times۱۰^{-٦}$	$*۳/۲\times۱۰^{-٦}$	$*۲\times۱۰^{-٦}$	$*۲/٤\times۱۰^{-٦}$

جدول ٦- عناصر موجود در خاک منطقه رامسر.

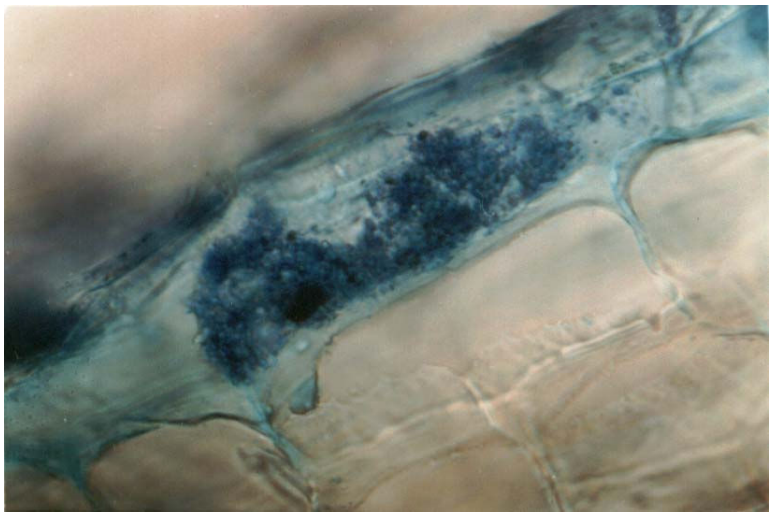
عنصر	بهار ۱۳۸۰ (گرم)	تابستان ۱۳۸۰(گرم)
آهن	۵۰۰×۱۰^{-٦}	٤۹٤×۱۰^{-٦}
آلومینیوم	۷۰۰×۱۰^{-٦}	٦۳۱۰×۱۰^{-٦}
روی	۷۵×۱۰^{-٦}	۱٤٦×۱۰^{-٦}
نیکل	۳۲×۱۰^{-٦}	۵٤×۱۰^{-٦}
مس	۱۷×۱۰^{-٦}	۷۲×۱۰^{-٦}
سرب	۲٦×۱۰^{-٦}	٤×۱۰^{-٦}
کروم	$٦/۱\times۱۰^{-٦}$	۱۲۲×۱۰^{-٦}
کبالت	۵×۱۰^{-٦}	۱٤٦×۱۰^{-٦}

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۷- مقدار عناصر جذب شده توسط اسپورها (برحسب درصد).

عنصر اسپور	*Mg*	*Al*	*Si*	*K*	*Ca*	*Ti*	*Fe*
Glomus fasciculatum	۹/٦۰۷	۱۱/۳	۱٦/٤٥٦	۱/۷۹٦	٤۷/۰٤۷	۰/۹۹۳	۱۲/۸
Glomus multicaule	٤/۷۰۱	۱٥/۸٥۳	۲۹/۲۷۲	٤/٤۷۹	۳۰/۱۷۹	۱/٤٥٦	۱٤/۰٦
Glomus microcarpum	۱۰/۰۱۸	۱۱/٦۹۷	۲۳/۰٤٤	۲/٥۷	٤۳/۸۹۲	۰/۰۰۰	۸/۷۷۹
Acaulospora trappei	۱/۹۸۳	۱٥/۳۲۹	۳٤/۹۷٤	۷/۳٥٦	۹/۷۲۱	۲/۱۸٤	۲۸/٥٥۲



شکل ۱- برش طولی ریشهٔ اندومیکوریزایی *D.nervosa* در درون سلول پارانشیم پوست ریشه اندامک آرباسکول با فلش نشان داده شده است (بزرگنمایی ٦٤۰ برابر).

بحث

گیاهان مورد مطالعه در این تحقیق گیاهان علفی بوده‌اند. جوامع گیاهان علفی اغلب اندومیکوریزایی هستند و نتایج تحقیق نیز مؤید این نکته است. ریشه‌های دو گونه گیاهی *Digitalis nervosa* و *Parietaria judaica* حاوی وزیکول‌های درشت و زیاد و آرباسکول‌های مشخصی در بخش پارانشیم پوست ریشه بودند. آرباسکول‌ها محل تبادل مواد بین قارچ و ریشه گیاه می‌باشند. وجود انشعابات در ساختار آرباسکول‌ها سطح تماس بین ریسه‌های قارچ و غشاء پلاسمایی سلول میزبان را افزایش می‌دهد. ریشه در دو گیاه فوق گسترش یافته و قطور بوده، انشعابات زیادی دارد که می‌تواند مربوط به رشد و گسترش ریسه قارچ اندو میکوریزا باشد.

اسپورهای قارچ‌های اندومیکوریزایی جذب سطحی متفاوتی از عناصر مختلف از جمله آهن، آلومینیوم و سیلیسیوم را نشان داده‌اند. توان جذب هر اسپور بستگی به زمان، مکان، نوع عنصر و گونه قارچ دارد (بارتولوم ـ استبان و اشنک، ۱۹۹٤) و عوامل فیزیکی و شیمیایی در این جذب دخیل می‌باشند. به‌عنوان مثال، میزان بالای خلل و فرج در سطح اسپورها نظیر اسپور *G.multicaule* و باندهای شیمیایی محکم بین عناصر و مواد دیواره‌ای به نگهداری و حفظ عناصر کمک می‌کند. با توجه به نتایج به‌دست آمده و با توجه به بررسی‌ها و مطالعات باغوردانی و زارع مایوان (۱۳۷٦)، اسپورهای قارچ‌های میکوریزایی پتانسیل تجمع انواع عناصر سنگین را دارند و نتایج تحقیق نیز این موضوع را تأیید می‌نماید. علاوه بر این، این قارچ‌ها موجب افزایش تحمل گیاه نسبت به سمیت ناشی از عناصر معدنی می‌شوند (کلارک و همکاران، ۱۹۹۹) و با اتخاذ مکانیسم‌هایی رشد طبیعی خود را حفظ می‌نمایند.

www.SID.ir

Archive of SID

با وجود مقادیر زیاد عناصر آهن و آلومینیوم در خاک در فصل بهار که این موضوع به انحلال زیاد این عناصر در خاک‌های اسیدی مربوط می‌شود، تقریباً مقدار همه عناصر در خاک در فصل بهار کمتر از فصل تابستان است. در این باره چنین می‌توان گفت که علیرغم انحلال زیاد عناصر در خاک در فصل بهار به دلیل بارندگی‌های فصول قبل، آبشویی کاتیون‌ها انجام شده، کاتیون‌ها به لایه‌های پایینی خاک منتقل می‌شوند، از این‌رو به‌جز دو عنصر آهن و آلومینیوم جذب سایر عناصر توسط ریشه‌های گیاهان در فصل تابستان بیشتر بوده است. در میان گونه‌های گیاهی مورد مطالعه، گونه *Digitalis nervosa* از لحاظ همه عناصر جذب ریشه‌ای بالاتری را نشان داده است و پس از آن به‌ترتیب گونه‌های *Parietaria judaica, Calamintha officinalis Brachypodium sylvaticum, Epimedium, pinnatum* در مقام‌های بعدی قرار دارند. یکی از فاکتورهای بسیار مفید در زمینه موفقیت در آلایش‌زدایی گیاهی، استفاده از گیاهان با بیوماس بالا می‌باشد و گونه *D.nervosa* نیز در بین گونه‌های مورد مطالعه بالاترین بیوماس را داشت. جذب عنصر آلاینده سرب که یکی از شایع‌ترین و خطرناک‌ترین آلاینده‌های خاک است (بروکز، ۱۹۹۸) در فصل تابستان نسبت به فصل بهار در همه گونه‌های گیاهی بیشتر بوده است. ریشه گیاه *Parietaria judaica* بیشترین مقدار جذب سرب را نشان داده است. جذب عناصر آهن، روی و مس در گیاهان مورد مطالعه در حد سمی مشاهده نشده است اما عناصر نیکل، کبالت و کروم که به مقدار بسیار بسیار کم در گیاهان یافت می‌شوند (ابراهیم‌زاده، ۱۳۷۳)، در نمونه‌های مورد بررسی در حدود عنصر مس شناسایی شده‌اند، این در حالیست که هیچگونه علایمی از سمیت در این گیاهان مشاهده نشده است.

آلومینیوم یکی از مهم‌ترین عناصر معدنی خاک است و در محلول خاک در اشکال مختلف یونی تحت شرایط *pH* پایین حل می‌شود (ایزاکی و همکاران، ۲۰۰۱). یکی از مهم‌ترین فاکتورهای محدودکننده رشد گیاه، سمیت آلومینیوم در خاک‌های اسیدی است. عنصر آلومینیوم که به مقدار متغیر در گیاهان یافت می‌شود (ابراهیم‌زاده، ۱۳۷۳) و مقدار آن در گیاهان از عنصر آهن که جزء ماکرو المان‌هاست و به میزان ۰/۰۰۰۰۱ گرم در هر گرم ماده خشک گیاهی یافت می‌شود (ابراهیم‌زاده، ۱۳۷۳) به مراتب کمتر است در بررسی‌های به عمل آمده به مقدار زیادی توسط گیاهان جذب شده است (جدول‌های ۳، ٤ و ٥). با این وجود گیاهان منطقه در مقابل مقادیر بالای آلومینیوم در خاک اسیدی سازگاری خوبی نشان داده‌اند. علاوه‌بر این، تحت شرایط تنش آلومینیوم، مشارکت قارچ‌های اندومیکوریزایی در جذب آب و مواد غذایی مثل کلسیم و منیزیوم بسیار قابل توجه است (رافیکیری و همکاران، ۲۰۰۰).

در مجموع چنین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که وجود عناصر سنگین و آلاینده‌ای نظیر آلومینیوم و سرب در بخش‌های مختلف گونه‌های گیاهی انگیزه‌ای برای کاربردی کردن این روش جهت پاکسازی خاک‌های آلوده ایجاد نموده است. از آنجا که استفاده از گیاهان در آلایش‌زدایی محیط‌های زیست آلوده روشی طبیعی و کم هزینه است سرمایه‌گذاری علمی و اقتصادی در این زمینه بسیار ارزشمند است. با توجه به موضوع جذب عناصر مختلف از جمله عناصر سنگین توسط اسپور قارچ‌های‌اند و میکوریزایی تلقیح مصنوعی گیاهان با این قارچ‌ها می‌تواند مورد تحقیق قرار گیرد. در پایان پیشنهاد می‌شود که گونه‌های گیاهی با تولید بیوماس بالا و قدرت جذب زیاد برای آلایش‌زدایی مورد استفاده قرار گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

۱.ابراهیم‌زاده، ح. ۱۳۷۳. فیزیولوژی گیاهی ۱، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ٦٨٩ صفحه.

۲.باغوردانی، م.، و زارع مایوان، ح. ۱۳۷٦. ارزیابی توان جذب عناصر سنگین و رادیواکتیو توسط قارچ‌های اندومیکوریزا. پایان نامه کارشناسی ارشد علوم گیاهی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۰٤ صفحه.

۳.باقرنژاد، م. ۱۳۸۱. جغرافیای خاک‌های ایران و جهان، انتشارات دانشگاه شیراز، ۱٤٦ صفحه.

٤.حبیبی، م. ۱۳۷۸. بررسی میزان سرب موجود در خاک و نباتات حاشیه جاده سراسری مازندران (بهشهر و آمل). پایان نامه کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه تربیت مدرس، ۹۰ صفحه.

۵.مصباح، ا. و آذری، س. ۱۳۷۷. بررسی میزان کم‌زایی و نازایی در منطقه با رادیواکتیویته طبیعی بالای رامسر. محیط شناسی (مجموعه پژوهش‌های محیط زیست)، شماره‌های ۲۲ و ۲۱، ۲۸ـ۲۳.

٦.میرزایی، ه.، و بیت اللهی، م. ۱۳۷۲. تغییرات پرتوزایی رادیوم- ۲۲٦ از چشمه‌های آبگرم رامسر. نشریه علمی سازمان انرژی اتمی ایران، شماره‌های ۱۲ و ۱۱، ۱۰۲ـ۹۷.

7.Bartolome-Esteban, H., and Schenck, N.C. 1994. Spore germination and hyphal growth of arbuscular mycorrhizal fungi in relation to soil aluminum saturation. Mycologia, 86 (2): 217-226.

8.Broadley, R.M., and Willey, N.J. 2001. Phylogenetic variation in heavy metal accumulation in angiosperms. New Phytologist, 152:9-27.

9.Brooks, R.R. 1998. Plants that hyperaccumulate heavy metals. Printed by the university press. New York, PP: 380.

10.Clark, R.B., Zobel, R.W., and Zeto, S.K. 1999. Effect of mycorrhizal fungus isolates on mineral asquisition by *Panicum virgatum* in acidic soils.Mycorrhiza, 9: 167-176.

11.Ezaki, B., Katsuhara, M., and Kawamura, M. 2001. Different mechanisms of four aluminum (Al)- resistant transgenes for Al toxicity in Arabidopsis. Plant Physiology, 127: 918 - 927.

12.Ghiassi-nejad, M., Mortazavi, S.M.J., Cameron, J.R., Niroomand-rad, A., and Karam, P.A. 2001. Very high background radiation areas of Ramsar, Iran: Preliminary biological studies. Health Physics, 81(6): 1-7.

13.Huang, W.J., and Blaylock, M.J. 1998. Phytoremediation of uranium - contaminated soils: role of organic acids in triggering uranium hyperaccumulation in plants. Environmental science and technology. 32: 2004-2008.

14.Kramer, U., Pickering, I.J., and Prince, R.C. 2000. Subcellular localization and speciation of nickel in hyperaccumulator and non- hyperaccumulator Thlaspi species. Plant Physiology, 122: 1343-1353.

15.Mc.Kenney, M.C., and Donald, D.L. 1987. Improved method for quantifying endomycorrhizal fungi: spores from soil.Mycologia, 79 (5): 179- 182.

16.Orcut, D.M., and Nilsen, E.T. 2000. The physiology of plants under stress.John Willey and Sons,Inc.New York.PP:683.

17.Rauser, E.W., and Meuwly, P. 1995. Retention of cadmium in roots of maize seedlings, role of complexation by phytochelatins and related thiol peptides. Plant Physiology, 109(1): 195 – 202.

18.Trappe, J.M. 1982. Synoptic keys to the genera and species of Zygomycetous mycorrhizal fungi. Phytopathology, 72: 1102-1108.

19.Rufikiry, C., Declarc, S., and Dufey, J.E. 2000. Arbuscular mycorrhizal fungi might alleviate aluminum toxicity in banana plants. New Phytologist, 145: 345-353.

www.SID.ir

Archive of SID

J. Agric. Sci. Natur. Resour., Vol. 13(4), Oct -Nov 2006
www.magiran.com/jasnr

The comparison of the role of some herbaceous plants in absorption of some heavy metals: Case study in Ramsar forest region

M. Vafadar[1] and H. Zare Maivan[2]
[1]Former Ph.D. student Dept. of Plant Biology, Faculty of sciences, Tehran Universiy, 2Faculty member of Tarbiat Moddarres Univ. Tehran.

Abstract

High level of contamination in heavy metals created naturally or through human activity bring about environmental pollution. Application of proper plants to metal contaminated soil has been the target of attention during recent decades. Since the natural presence of heavy and radioactive elements around Ramsar was reported, five herbaceous species: *Calamintha officinalis*, *Epimedium pinnatun*, *Parietaria judaica*, *Digitalis nervosa and Brachypodium sylvaticum* were tested to measure the absorption capabitity of eight elements: Al, Fe, Zn, Ni, Cu, Pb, Cr, Co. Plant and soil samples were collected from Ramsar in the spring and summer, 2002. Results showed absorption of eight heavy elements: Fe, Al, Zn, Ni, Cu, Pb, Cr and Co by five herbaceous species. Amount of iron and aluminum in both plant species and soil was greater than that of other elements.Plant Species such as *D.nervosa* and *P.judaica* showing wide endomycorrhizal intracellular development were major absorbants of heavy metals. Further, absorption of most elements was found more frequently in summer than spring and studied plants shared a great potential to absorb lead. Generally, results indicate the presence of a variety of endomycorrhizal fungal spores in soil.

Keywords: Herbaceous Plants; Soil Phytoremediation; Endomycorrhizas; Heavy Metals; Ramsar

www.SID.ir