بررسی پراکنش جمعیت‌های میکوریزایی پارك ملی تندوره (خراسان) و تأثیر عناصر کلسیم و پتاسیم بر میکوریزایی شدن ذرت در شرایط کشت گلدانی (با استفاده از خاك منطقه)

صدیقه اسماعیل زاده: دانشگاه پیام نور- مرکز گناباد
حسن زارع مایوان، فائزه قناتی، احمد آقایی: دانشگاه تربیت مدرس

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی میکوریزا در پارک ملی تندوره و نیز تأثیر غلظت عناصر پتاسیم و کلسیم در ایجاد میکوریزا با استفاده از خاک منطقه در شرایط کشت گلدانی انجام شد. بررسی شیوع میکوریزا در منطقه با جمع‌آوری نمونه‌های خاک و ریشهٔ گیاهان از ۷ ایستگاه از ارتفاع ۱۱۵۰ تا ۲۳۰۰ متر از سطح دریا انجام شد. نمونهٔ گیاهان جمع‌آوری شده شناسایی شد و ریشه گیاهان برای تعیین نوع میکوریزا برش دستی و رنگ‌آمیزی بالاکتو فنول کاتن بلو شد. اسپورهای اندومیکوریزایی به روش الک مرطوب و سانتریفیوژ با ساکارز ۶۰ درصد در دور ۹۰۰ به مدت۲ دقیقه جداسازی شد. شناسایی گونه‌ها بر مبنای مشخصات ظاهری انجام شد. تعداد ۵۳ گونه گیاهی شناسایی شد که بیش‌تر از ۹۰ درصد آن‌ها (۵۰ گونه) میکوریزایی بود. اسپور ۷ گونه قارچ میکوریزایی از جنس Gloums شناسایی شد. برای اندازه‌گیری تأثیر غلظت پتاسیم و کلسیم در میکوریزایی شدن، دانه رست‌های گیاه ذرت در گلدان‌های حاوی خاک منطقه تندوره رشد داده شدند و در طول رشد با طرح فاکتوریل با غلظت‌های مختلف پتاسیم و کلسیم تیمار شدند. پس از ۸ هفته از کشت گلدانی، ریشه گیاهان جمع‌آوری و به منظور بررسی شدت همزیستی میکوریزایی، به روش Hayman و Philips با لاکتو فنول کاتن بلو رنگ‌آمیزی شدند. ریشه و اندام هوایی گیاهان به صورت مجزا به منظور تعیین وزن خشك و سنجش مقدار عناصر معدنی نگهداری شدند. بر مبنای نتایج به‌دست آمده عناصر کلسیم و پتاسیم با هم در محدوده خاصی از غلظت حالت سینرژیستی دارند، در حالی‌که در غلظت‌های زیاد حالت آنتاگونیستی یافته و باعث کاهش درصد همزیستی می‌شوند. همبستگی مثبتی بین درصد همزیستی ریشه با میزان کلسیم و پتاسیم جذب شده در اندام هوایی وجود دارد.

مقدمه

پارک ملی تندوره با مساحت ۷۳۴۳۵ هکتار در ناحیهٔ خشک شمال خراسان واقع شده است. خصوصیات طبیعی و تفاوت‌های اقلیمی بین نقاط پست و مرتفع این پارک باعث تنوع در پراکنش گیاهان آ ن شده است. شناخت عوامل مؤثر ادافیک و زیستی در حفظ، احیا و توسعهٔ گیاهان در مناطق خشک و نیمه خشک نظیر پارک

واژه‌های کلیدی: پارک ملی تندوره،پتاسیم،تنوع گیاهی، ذرت،کلسیم، کشت گلدانی، میکوریز وزیکولار،رباسکولار.
دریافت ۸۵/۹/۲۱ پذیرش۸۷/۱/۳۱

Archive of SID
www.SID.ir

ملی تندوره حائز اهمیت است[۲]. تحقیقات نشان داده است که همزیستی میکوریزایی نقش بسیار مهمی در استقرار، پایداری و توسعهٔ جوامع گیاهی ایفا می‌کند[۱۹]،[۳۱]. قارچ‌های همزیست میکوریزایی اثر کیفی مثبت در رشد و تغذیه گیاه میزبان دارند. تحقیقات زیادی در زمینهٔ اثر این همزیستی برجنبه‌های فیزیولوژیک گیاهان انجام شده است و نتایج نشان داده که میکوریزا جذب عناصر N, P, S, K, Mg, Ca, Mn وFe را افزایش می‌دهد[۹]،[۲۳]. اهمیت این همزیستی در مورد جذب فسفر و عناصر غیرمتحرك در شرایط تنش بسیار بارز است[۱۲]،[۲۰]،[۲۴]،[۲۵]،[۲۶]. همچنین گزارش‌های دیگر نشان داده است که با آلوده شدن ریشه‌های گیاه میزبان به قارچ‌های میکوریزایی مقاومت به تنش خشکی درگیاه افزایش می‌یابد[۱۷]. در گیاهانی که با قارچ‌های میکوریزی همزیستی دارند مقاومت به بیماری‌های خاک‌زاد و عوامل بیماری‌زا افزایش می‌یابد[۲۴]. از دیگر دلایل اهمیت این قارچ‌ها، تثبیت شن‌های روان در مناطق کویری و بیابانی و کاهش میزان فرسایش خاک است که در نهایت باعث بهبود ساختار خاک می‌گردد[۷]. قارچ‌های میکوریزی با انباشت داخلی فلزات سنگین و در نتیجه جلوگیری از انتقال بیش‌تر آن به گیاه میزبان مؤثرند و صدمهٔ سمیت این فلزات به گیاه را می‌کاهند [۴]، [۱۹].

مواد و روش‌ها

زمان و نحوهٔ نمونه‌برداری

در این تحقیق ازنمونه‌های خاک و ریشهٔ برداشته شده در فصل بهار استفاده شد. نمونه برداری از گیاهان غالب و خاک منطقه به صورت تصادفی ازهفت ایستگاه در جهت‌های شمالی، شرقی، جنوبی و غربی در هر ایستگاه حداقل از دو پلات (۱۰x ۱۰ متری) انجام گرفت(جدول۱). نمونه‌های خاک از عمق صفر تا۳۰ سانتی‌متری ریزوسفر هر گیاه در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه نمونه‌های خاک را در دمای محیط به مدت ۴۸ ساعت خشک کرده و پس از الک کردن با الک دو میلی‌متری، نمونه‌های مربوط به هر پلات با هم مخلوط شد تا زمان جداسازی و شناسایی اسپورها در دمای۴ درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شدند. نمونه‌های خاک و ریشه در آزمایشگاه تحت سه آزمون آنالیز فیزیکی وشیمیایی خاک، آنالیز زیستی شمارش اسپورهای قارچ‌های میکوریزایی و انجام برش‌های طولی نوک ریشه‌ها برای تعیین نوع میکوریزا قرار گرفتند. گیاهان جمع‌آوری شده منطقه با استفاده از کلیدهای شناسایی موجود[۳]،[۵]،[۱۴]،[۱۵] شناسایی شدند.

جداسازی اسپورقارچ‌ها از خاک

برای جداسازی اسپورهای موجود در هر نمونه خاک از روش الک مرطوب و سانتریفوژ ساکارزی با شیب ۶۰ درصد ۹۰۰ دور به مدت ۲ دقیقه استفاده شد[۱]. تعداد اسپورها در یک گرم خاک هر پلات به‌دست آمد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. کدهای مشخص‌کنندهٔ ایستگاه‌های منطقه و مفاهیم مربوط به آن‌ها

کد ایستگاه	نام محل*	مختصات جغرافیایی		ارتفاع از سطح دریا
		طول شرقی	عرض شمالی	(m)
TND-141	دهنهٔ دره بید	۵۸ ۴۹ ۷۸۵	۳۷ ۲۳ ۳۵	۱۲۱۶
TND-142	چلمیر	۵۸ ۵۰ ۲۲۷	۳۷ ۲۳ ۳۱۵	۱۱۵۵
TND-143	غرب پاسگاه علی بولاغ	۵۸ ۳۸ ۱۴۲	۳۷ ۳۳ ۱۴۷	۱۲۸۰
TND-144	جنوب پاسگاه علی بولاغ	۵۸ ۳۷ ۲۰۹	۳۷ ۳۲ ۸۷۷	۱۳۰۰
TND-145	اورته بولاغ	۵۸ ۳۶ ۶۳۷	۳۷ ۳۱ ۳۱۷	۱۵۰۰
TDN-146	بین اورته بولاغ وتیوان	۵۸ ۳۴ ۶۰۰	۳۷ ۳۰ ۶۱۵	۱۸۸۳
TND-147	تیوان	۵۸ ۳۵ ۱۷۴	۳۷ ۲۷ ۷۷۱	۲۳۶۰

***- تمام ایستگاه‌ها بکر و دست نخورده‌اند**

شناسایی قارچ‌های میکوریز وزیکولار آربوسکولار

اسپورهای جداسازی شده با استفاده از استریو میکروسکوپ بر اساس ویژگی‌های مرفولوژیک نظیر شکل، رنگ و اندازه به دسته‌های مشخص تقسیم شدند. با توجه به مشخصات ثبت شده هر اسپور و با استفاده از کلیدهای شناسایی[۲۹] و سایت INVAM نام علمی هر گونه مشخص شد.

تهیهٔ برش‌های میکروسکوپی از ریشه‌های نمونه‌برداری شده

از میان ریشه‌های هر نمونهٔ گیاهی ریشه‌های نازک‌تر حدود یک میلی‌متر قطر برش‌های طولی دستی یافتند. سپس نمونه‌ها با روش هیمن[۱] و فلیپس[۲][۲۷] با لاکتو فنول کاتن بلو رنگ‌آمیزی شده، با میکروسکوپ نوری الیمپوس (BH-2) مشاهده و بررسی شد و عکسبرداری ازآلودگی به قارچ‌های میکوریزایی انجام شد.

پارامترهای اکولوژیک ارزیابی شده

در این پژوهش پارامترهای تراکم، پوشش و فراوانی در هر پلات اندازه‌گیری و محاسبه شد. سپس از روی این داده‌ها تراکم نسبی، پوشش نسبی و فراوانی نسبی تعیین شد و با توجه به کمیت‌های اخیر درجه اهمیت و شاخص چیرگی یا غالبیت هرگونه محاسبه شد.

۱-Hayman ۲-Philips

Archive of SID
www.SID.ir

بررسی‌های فیزیولوژیک تغذیه و میکوریزا در کشت گلدانی

آماده سازی خاک

به منظور انجام آزمایش‌های گلدانی در تابستان ۱۳۸۳ از یکی از ایستگاه‌های منطقه(ایستگاه ۴) در چهار جهت مختلف از ۳ پلات نمونه‌برداری شد. پس از برداشت خاک و انتقال به آزمایشگاه نمونه‌های خاک با هم مخلوط شدند و قسمتی از آن جهت تعیین بافت و ترکیب عناصرغذایی به آزمایشگاه خاک‌شناسی ارسال شد

کشت گلدانی ذرت

دانه‌های ذرت پس از ضد عفونی با شوینده و هیپوکلریت سدیم ۲۰%و جوانه‌زنی در پتری دیش حاوی کاغذ صافی واتمن No.1 خیس به گلدان‌های پلاستیکی حاوی یك كيلو گرم خاک منتقل شدند و در طول رشد با یک طرح فاکتوریل با ۴ تکرار با غلظت‌های مختلف پتاسیم و کلسیم تیمار شدند. در این آزمایش از خاک طبیعی منطقه استفاده شده و ترکیب عناصر غذایی متناسب با نتایج آنالیز خاک برای هر تیمار تنظیم شد. تیمارها شامل: K1=۷۳۵ ppm ، K2 =۹۸۰ ppm ،Ca1=۳۷۳ ppm ،Ca2= ۴۹۷ ppm بود. همچنین غلظت‌های توام دو عنصر بدین ترتیب اعمال شد: K1Ca1(غلظت‌های توام ۷۳۵ppm پتاسیم و ۳۷۳ppm کلسیم)، K1Ca2(غلظت‌های ۷۳۵ ppm پتاسیم و ۴۹۷ ppm کلسیم)،K2Ca1 (۹۸۰ppm پتاسیم و ۳۷۳ppm کلسیم)، K2Ca2(۹۸۰ppm پتاسیم و ۴۹۷ PPm کلسیم). به منظور مقایسه از خاک منطقه با آبیاری با آب مقطر و خاک بدون میکوریزا که از طریق اتوکلاو کردن خاک طبیعی به مدت ۲ ساعت حرارت در ۱۲۱ درجهٔ سانتی‌گراد در فشار ۱/۵ بار به دست آمده بود استفاده شد. پس از گذشت ۲ ماه و اطمینان از میکوریزایی شدن ریشه‌ها، گیاهان را از گلدان‌ها خارج کرده وزن تر و خشك ریشه، اندام هوایی به طور مجزا پس از خشکاندن روی کاغذ صافی تعیین شد. ریشه و اندام هوایی گیاهان به صورت مجزا برای سنجش مقدار عناصر معدنی نگهداری شدند. محتوای کلسیم و پتاسیم ریشه و ساقه پس از خاکستر کردن با استفاده از دستگاه جذب اتمی Shimadzu مدل A7-670 ساخت ژاپن تعیین شد. در این تحقیق، احتمال انباشته شدن یون‌ها در خاک اندازه‌گیری نشد.

تعیین همزیستی در ریشه گیاه ذرت

اندازه‌گیری شدت همزیستی میکوریزایی با رنگ‌آمیزی ذکر شده در مورد ریشه‌های جمع‌آوری شده از منطقه انجام شد. شدت همزیستی میکوریزی بر اساس روش لیندرمن[۱] و بیرمن[۲][۱۸] تعیین شد. در این روش ابتدا از هر تکرار، ۱۰۰ قطعه یک سانتی‌متری از ریشه جدا شده و پس از رنگ‌آمیزی، تمامی آن‌ها در زیر میکروسکوپ مشاهده شدند. وجود هیف قارچ، آرباسکول یا وزیکول در هر قطعه به منزله میکوریزی بودن آن قطعه بوده و بر این اساس میزان تقریبی طول ریشه همزیست شده پس از مشاهده قطعات به صورت درصد کلونیزاسیون ریشه تعیین شد.

۱-Linderman ۲-Bierman

Archive of SID

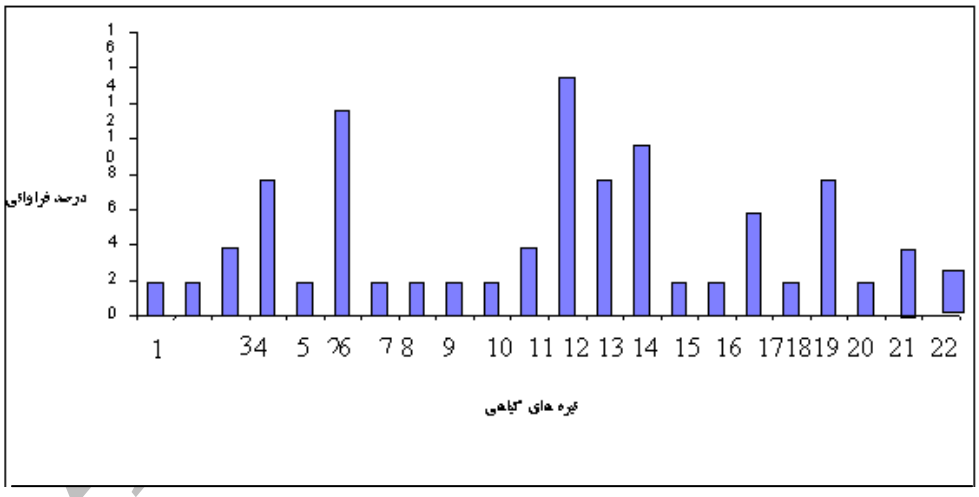
www.SID.ir

تحلیل آماری

آزمایش‌های گلدانی در قالب طرح دو فاکتوری بلوک‌های کامل تصادفی شامل تیمارهای بدون میکوریزا، غلظت‌های مختلف کلسیم و پتاسیم در ۴ تکرار انجام شد و همهٔ داده‌های حاصل در هر تیمار به کمک نرم‌افزار SPSS و با استفاده از آنالیز واریانس مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. محاسبهٔ احتمال معنی‌دار بودن تفاوت‌ها، در تیمارهای مختلف و برهمکنش آن‌ها، در سطح ۱ و۵ درصد انجام شد.

نتایج

گونه‌های گیاهان بررسی شده شامل ۵۳ گونه در ۲۲ خانواده بودند. ۲۸ گونه از میان گونه‌های شناسایی شده گیاه دارویی هستند که به ۱۳ خانواده تعلق دارند. تیره‌های *Poaceae* با ۱۳/۴۶ درصد(۷ گونه)، *Asteraceae* با ۱۱/۵۴ درصد (۶ گونه) و *Labiatae* با ۹/۶۲ درصد(۵ گونه) به ترتیب بیش‌ترین غنای گونه‌ای را در پارک ملی تندوره دارا هستند(شکل۱). ۵۰ گونه از ۵۳ گونهٔ گیاهی و۲۶ گونه از ۲۸ گونهٔ گیاه دارویی میکوریزایی بودند(جدول۲). میکوریزای وزیکولار آربوسکولار رایج‌ترین نوع میکوریزا بود.



شکل۱. فراوانی گونه‌های تیره‌های گیاهان پارک ملی تندوره در منطقهٔ بررسی شده، بهار ۱۳۸۲
۱. Aceraceae ۲. Boraginaceae ۳. Caprifoliaceae ۴. Caryophyllaceae ۵. Chenopodiacea ۶. Compositae (Asteraceae) ۷. Convolvulaceae ۸. Cruciferae ۹. Cupressaceae ۱۰. Dipsacaceae ۱۱. Ephedraceae ۱۲. Gramineae (Poaceae) ۱۳. Hypericaceae ۱۴. Labiatae (Lamiaceae) ۱۵. Malvaceae ۱۶. Moraceae ۱۷. Papilionaceae ۱۸. Resedaceae ۱۹. Rosaceae ۲۰. Scrophulariaceae ۲۱. Solanaceae ۲۲. Umbelliferae

هفت گونه از جنس *Glomus* شناسایی شدند که عبارتند از: *G.caledonium , G.clarum constrictum , G.G. deserticola, G. etunicatum, G. geosporum, G. macrocarpum* میانگین فراوانی اسپورهای اندو میکوریزایی در دو فصل بهار و پاییز در پارک ملی تندوره در جدول۳ نشان داده شده است. روند فراوانی

www.SID.ir

اسپورها در ایستگاه‌های پایین تر(ایستگاه‌های ۱و۲) با ارتفاع متوسط ۱۱۷۵ متر بیش‌ترین ودر ایستگاه‌های میانی در محدوده ارتفاعی۱۳۰۰ تا ۱۵۰۰ متری به طور نسبی اسپور کم‌تری دیده می‌شود. این روند در ارتفاعات ۱۸۰۰ متری افزایش نسبی نسبت به ایستگاه‌های میانی را نشان می‌دهد ولی در ارتفاع ۲۳۶۰ متری مجدداً روند کاهشی در فراوانی اسپورها وجود دارد و تفاوت چشمگیری بین فراوانی اسپورها در دو فصل دیده نشد($\alpha = ۰/۰۵$)

جدول ۲. فهرست اسامی گیاهان غالب منطقهٔ بررسی شده پارک ملی کویر، بهار ۱۳۸۲

تیرهٔ گیاهی	نام علمی گونهٔ گیاهی	نام فارسی گونهٔ گیاهی	میکوریزا
	Festuca sp.	علف بره - فستوکا	+
	Lolium rigidum	چچم سخت	+
	Melica persica	ملیکا	+
	Pennisetum orientale		+
Hypericaceae	*Hypericum asperulum*	گل راعی لرستانی	+
	Hypericum helianthemoides	گل راعی زاگرسی	+
	Hypericum perforatum	گل راعی	+
	Hypericum scabrum L.	گل راعی دیهیمی	+
Labiatae (Lamiaceae)	*Nepeta sp.*	پونه	؟
	Salvia sp.	مریم گلی	+
	Scutellaria luteo-coerulea	بشقابی عشق‌آبادی	+
	Teucrium polium L.	کلپوره - مریم نخودی	+
	Thymus kotschyanus	آویشن	+
Malvaceae	*Krascheninnikovia ceratoides* Guldeust	پنیرك	+
Moraceae	*Ficus carica* L.	انجیر	+
Papilionaceae	*Astragalus spp.*	گون	+
	Colutea sp.	دغدغك	؟
	Colutea persica Boiss.	سلمك توت گنجشکی	؟
Resedaceae	*Reseda lutea* L.	ورث	+
Rosaceae	*Amygdalus haussknechtii*	بادام زاگرسی	+
	Cotoneaster orata Pojark.	شیرخشت خراسانی	+
	Rosa beggeriana	رز سفید	+
	Rosa canina L.	نسترن وحشی	+
Scrophulariaceae	*Verbascum sp.*	خرگوشك - گل ماهور	+
Solanaceae	*Hyoscyamus niger* L.	بذرالبنج	+
	Lycium depressum	دیوخار مینابی	+
Umbelliferae	*Scaroila orientalis*		

بیش‌ترین شاخص چیرگی و ضریب اهمیت گونه‌های گیاهی به ترتیب مربوط به *Juniperus excelsa*، A.*aucheri, Astragalus sp.* و *Artemisia sp.* است. کم‌ترین و بیش‌ترین پوشش نسبی به ترتیب مربوط به گونه‌های *Artemisia sp.* و *Juniperus excelsa.* است. بیش‌ترین تراکم نسبی به ترتیب در گیاهان، *Cotoneaster sp.* و *Amygdalus haussknechtii*، *Ficus carica* و کم‌ترین آن در مورد Pennisetum

Archive of SID

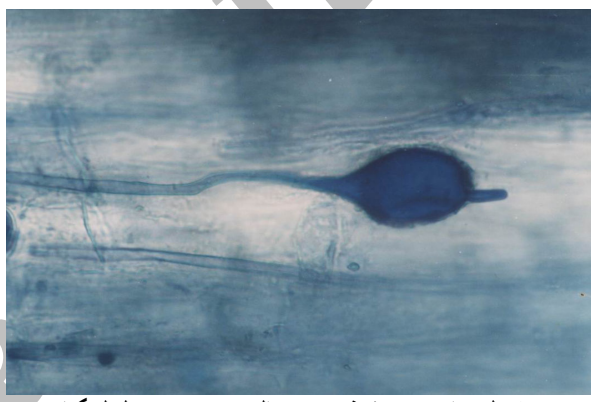
www.SID.ir

orientale و *Verbascum sp.* ديده شد(جدول۴). وزيكول، آرباسكول و ريسه قارچ‌هاى اندوميكوريزايى در سلول‌هاى ريشه قابل مشاهده بود(شكل۲).

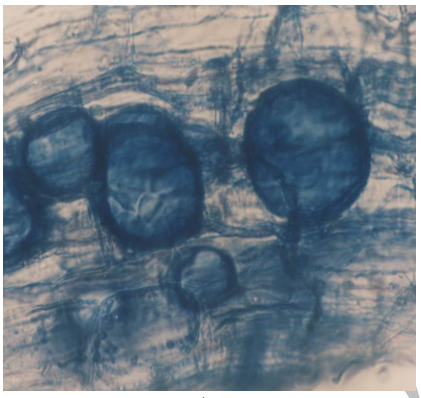
جدول ۳. فراوانى تعداد اسپور قارچ‌هاى اندوميكوريزى در ايستگاه‌هاى مختلف پارک ملى تندوره

ايستگاه / فصل	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	ميانگين
بهار	۲۸۳	۲۴۱	۹۹	۷۴	۱۰۹	۱۲۱	۹۷	۱۴۶
پاييز	۲۲۶	۲۸۱	۸۶	۷۵	۹۶	۱۴۰	۹۰	۱۴۲

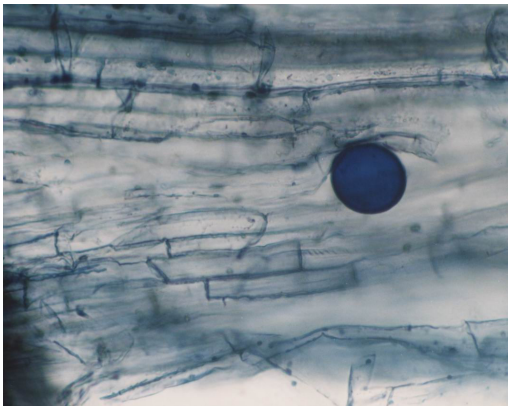
*** اعداد ميانگين ۲ تا ۴ پلات هستند**



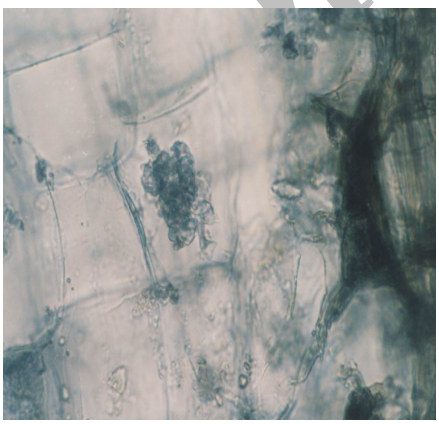
- وزيكول، با ريسه تندشى در حال توسعه در سلول گياه *Gundelia tourneforti* رنگ‌آميزى با لاكتو فنل كاتن - بلو. بزرگ‌نمايى ٤٠٠



- وزيكول‌هاى اندازه متوسط و متراكم با ريسه‌هاى فراوان قارچى در *Melica persica* رنگ‌آميزى با لاكتو فنل كاتن - بلو بزرگ‌نمايى ٤٠٠



- آرباسكول خوشه‌اى در ريشه گياه *Astragalus sp* رنگ‌آميزى با لاكتوفنل كاتن - بلو. بزرگ‌نمايى ٤٠٠



- وزيكول كوچک در ريشه گياه *Acanthophyllum sp* رنگ‌آميزى با لاكتوفنل كاتن - بلو. بزرگ‌نمايى ٤٠٠

شكل ۲. ساختارهاى اندوميكوريزاى وزيكولار- آرباسكولار در گونه‌هاى مختلف پارک ملى تندوره

www.SID.ir

جدول ۴. نتایج حاصل از اندازه‌گیری پارامترهای اکولوژیکی و حضور گونه‌ها

ردیف	نام علمی گونهٔ گیاهی	فراوانی نسبی	تراکم نسبی	پوشش نسبی	ضریب اهمیت	شاخص چیرگی
۱	*Acanthophyllum sp.*	۰/۹۸	۱	۰/۰۳۷۷	۵/۸۳	۰/۰۱
۲	*Aeluropus macrostachyas*	۲/۹	۲/۷	۰/۰۷۱۳	۵/۶۷	۰/۰۲۸
۴	*Artemisia aucheri*	۰/۹۸	۰/۴	۰/۴۷۳	۱/۸۵	۰/۰۰۹۲
۵	*Artemisia sp.*	۰/۹۸	۱/۴	۰/۰۰۴۷	۲/۳۸	۰/۰۱۱
۶	*Artemisia tenuisecta*	۰/۹۸	۴/۱	۰/۰۹۶۱	۵/۱۷	۰/۰۲۵
۷	*Astragalus sp.*	۰/۹۸	۲/۲۵	۰/۰۱۳۲	۳/۲۴	۰/۰۱۶
۸	*Chenopodium foliosum*	۰/۹۸	۰/۴	۰/۱۱۸	۱/۴۹	۰/۰۰۷۴
۹	*Cotoneaster ovata*	۰/۹۸	۲/۲	۰/۰۲۹۸	۳/۲۰	۰/۰۱۶
۱۰	*Cotoneaster sp.*	۲/۹	۹/۸	۰/۲۰۶	۱۱/۹۰	۰/۰۵۹
۱۱	*Ephedra distachya*	۱/۹۶	۴/۳	۰/۱۳۵	۶/۳۹	۰/۰۳۲
۱۲	*Ephedra major*	۵/۸	۶/۳	۰/۱۹۷	۱۲/۲۹	۰/۰۶۱
۱۳	*Ficus carica*	۱/۹۶	۷	۰/۰۶۴	۹/۰۲	۰/۰۴۵
۱۴	*Gundelia tournefortii*	۰/۹۸	۱/۴	۰/۰۷۶	۲/۴۵	۰/۰۱۲
۱۵	*Hyoscyamus niger*	۰/۹۸	۱	۰/۰۴۵۶	۲/۰۲	۰/۰۱
۱۶	*Juniperus excelsa*	۰/۹۸	۰/۶۱	۰/۱۵۳	۱۱/۷۴	۰/۰۸۷
۱۷	*Lolium rigidum*	۰/۹۸	۰/۴	۰/۲۴۱	۱/۶۲	۰/۰۰۸۷
۱۸	*Melica persica*	۱/۹۶	۱/۴	۰/۰۸۸۹	۳/۴۴	۰/۰۱۷

Archive of SID

www.SID.ir

(ادامه جدول ۴)

۱۹	*Nepeta sp.*	۰/۳۹	۱/۲	۰/۵۵۵	۲/۱۴	۰/۰۱
۲۰	*Pteropyrum olivieri*	۱/۹۶	۰/۸	۰/۰۷۵۳	۲/۸۳	۰/۰۱۴
۲۱	*Rosa beggeriana*	۶/۸	۴/۵	۰/۳۳۳	۱۱/۶	۰/۰۵۸
۲۲	*Rosa carina*	۰/۳۹	۳/۹	۰/۱۵۷	۴/۴۴	۰/۰۲۲
۲۳	*Salvia sp.*	۰/۹۸	۵	۰/۰۹۶۱	۳/۰۷۶	۰/۰۳
۲۴	*Scariola orientalis*	۱/۹۶	۰/۴	۰/۳۶۸	۲/۷۲	۰/۰۱۳
۲۵	*Scutellaria sp.*	۰/۹۸	۰/۸۲	۰/۰۱۰	۱/۸۱	۰/۰۰۹
۲۶	*Teucrium polium*	۰/۹۸	۰/۴	۰/۰۲۱۷	۱/۴۰	۰/۰۰۷
۲۷	*Thymus kotschyanus*	۰/۹۸	۱/۲	۰/۰۱۶۳	۲/۱۹	۰/۰۱
۲۸	*Verbascum sp.*	۰/۹۸	۰/۶	۰/۰۳۲۶	۱/۶۱	۰/۰۰۸
۲۹	*Hypericum helianthomoides*	۰/۹۸	۰/۶	۰/۰۰۹۴	۱/۹۸	۰/۰۰۹
۳۰	*Hypericum asperulum*	۱/۹۶	۱/۴	۰/۰۳۳۴	۳/۳۹	۰/۰۱۷
۳۱	*Hypericum perforatum*	۱/۹۶	۱	۰/۰۲۰۳	۲/۹۸	۰/۰۱۴
۳۲	*Juniperus excelsa*	۷/۸	۲/۲	۲/۷	۱۲/۷	۰/۰۶۳
۳۳	*Krascheninnikovia ceratoides*	۱/۹۶	۱	۰/۰۳۲۷	۲/۹۹	۰/۰۱۵
۳۴	*Lepidum persicum*	۱/۹۶	۱/۸	۰/۰۹۰۶	۳/۸۵	۰/۰۱۹
۳۵	*Lolium rigidum*	۱/۹	۲/۶	۰/۰۴۵۷	۴/۵۴	۰/۰۲۲
۳۶	*Lonicera sp.*	۰/۹۸	۰/۴۱	۰/۱۳۵	۱/۵۲	۰/۰۰۷۶
۳۷	*Lonicera nummlarifolia*	۰/۹۸	۰/۴۱	۰/۲۰۶	۱/۵۹	۰/۰۰۷۹

Archive of SID

www.SID.ir

(ادامه جدول ۴)

۳۸	*Lycium depressum*	۱/۹۶	۰/۸۲	۰/۱۶۲	۲/۹۴	۰/۰۱۴
۳۹	*Melica persica*	۲/۹	۱/۴	۰/۰۴۱	۴/۳۴	۰/۰۲۱
۴۰	*Nepeta sp*	۰/۹۸	۱/۲	۰/۰۱۱۳	۲/۱۹	۰/۰۱
۴۱	*Onosma dichroanthum*	۰/۹۸	۰/۰۸	۰/۰۰۷۵	۱/۷۸	۰/۰۰۷۸
۴۲	*Penniseum orientale*	۰/۹۸	۰/۴	۰/۰۱۲۲	۱/۳۹	۰/۰۰۷
۴۳	*Pervoskia abrotanoides*	۱/۹۶	۲	۰/۰۵۲۱	۴/۰۱	۰/۰۲
۴۴	*Pteropyrum olivieri*	۲/۹	۱/۸	۰/۱۳۹	۴/۸۳	۰/۰۲۴
۴۵	*Reseda lutea*	۰/۹۸	۱/۶	۰/۰۲۹۵	۲/۶	۰/۰۱۳
۴۶	*Rosa beggeriana*	۱/۹۶	۰/۸	۰/۴۳۶	۳/۱۹	۰/۰۱۶
۴۷	*Rosa canina*	۱/۹۶	۰/۸	۰/۶۱۳	۳/۳۷	۰/۰۱۷
۴۸	*Salvia sp.*	۲/۹	۱/۶	۰/۰۷۸	۴/۵۷	۰/۰۲۲
۴۹	*Scariola orientalis*	۰/۹۸	۰/۶۱	۰/۰۰۵۶	۱/۵۹	۰/۰۰۷۹
۵۰	*Scuellaria sp.*	۰/۹	۲/۴	۰/۰۵۷۹	۳/۳۵	۰/۰۱۷
۵۱	*Teucrium polium*	۱/۹۶	۲/۵	۰/۰۴۲	۴/۵۰	۰/۰۲۲
۵۲	*Thymus kotschyanus*	۰/۹۸	۱/۴	۰/۰۱۹	۲/۳۹	۰/۰۱۱
۵۳	*Verbascum sp.*	۰/۹۸	۰/۴	/۰۰۷	۱/۳۸	۰/۰۰

نتايج آناليز بافت خاک و عناصر فسفر، پتاسيم، کلسيم، منيزيوم و نيز درجهٔ شوری و اسيدی(pH) خاک منطقهٔ بررسی شده تندوره در جدول۵ ارائه شده است. تفاوت معنی‌داری در ميزان pH، شوری، ازت، کلسيم و منيزيم در ايستگاه‌های بررسی شده ديده نشد. شوری خاک کم‌تر از يک و در حد مطلوب بود. فقط در محدودهٔ ايستگاه ميانی(پلات ۱۵) شوری متوسط بود. مقدار کلسيم و منيزيوم در حد مطلوب بود. ازت کل و پتاسيم خاک

Archive of SID

www.SID.ir

متوسط تا زياد و فسفر در حد مطلوب بود. تفاوت چندانی بین ایستگاه‌های مختلف دیده نشد. با وجود این، ایستگاه ۴ در ارتفاع ۱۳۰۰ متری میزان کلسیم و منیزیم زیادی را در خاک خود داشت. بافت خاک سیلتی- لومی و در چند پلات میان دست لومی است. به منظور آزمایش‌های گلدانی نمونه خاک ایستگاه بالادست از محدوده ۱۸۰۰ متری جمع‌آوری و تجزیه شد. نتایج آنالیز خاک(جدول۶) نشان می‌دهد که بافت خاک لومی(شن۴۶ درصد)، و pH نزدیک خنثی(۷/۶) هستند. شوری در حد طبیعی($۱/۵ dsm^{-1}$) میزان قابل جذب پتاسیم ۴۹۰ ppm و کلسیم قابل جذب در عصاره اشباع ۲۴۸ ppm یا ۱۱/۲ میلی‌اکی والانت بر لیتر است. مقدار فسفر قابل جذب ppm ۱۲/۶ است. برش‌های طولی و ارزیابی ریشه‌های کامل رنگ‌آمیزی شده در زیر میکروسکوپ نشان داد که ریشه‌های ذرت در نمونه خاک بیابانی با قارچ‌های میکوریزایی همزیست شده و ریسه و وزیکول می‌سازند(شکل۳).

جدول ۵. ویژگی‌های خاک منطقه بررسی شده در پارک ملی تندوره بهار ۱۳۸۲

شماره ایستگاه	منیزیم محلول عصاره اشباع meq/l	کلسیم محلول عصاره اشباع meq/l	فسفر قابل جذب ppm	پتاسیم قابل جذب ppm	ازت کل % (N)	بافت	شن %	سیت %	رس %	شوری Ece dsm^{-1}	اسیدیته گل اشباع pH
۱	۲/۸۵a	۳/۴a	* b۵۹	۳۵۸	۰/۲۴a	سیلتی-لومی	۳۷	۵۸	۵	۰/۶۲a	a۷/۶۱
۲	۲/۴۵a	۳/۰۲a	۱۹/۶a	۲۲۰	۰/۳۲a	سیلتی-لومی	۳۵/۵	۵۵/۲۵	۹/۲۵	۰/۵۹a	۷/۵۶a
۳	۱/۳۷a	۲/۸a	a۱۵/۳	۲۴۹	۰/۱a	سیلتی-لومی	۲۹/۲۵	۶۳	۶/۵	۰/۴۶a	۷/۵۵a
۴	۴/۳۶a	۲/۷۸a	a۲۹/۷	۲۳۲	۰/۲۶a	سیلتی-لومی	۳۵	۵۹/۴	۵/۶	۰/۷۸a	۷/۴۸a
۵	۱/۲۷a	۲/۴۷a	a۱۳/۹	۱۶۶	۰/۰۹۵a	سیلتی-لومی	۳۶/۲۵	۵۲/۴	۹/۶	۰/۴۴a	۷/۵۲a
۶	۱/۷۷a	۲/۴۷a	a۱۶/۹	۲۷۶	۰/۱۷a	سیلتی-لومی	۲۸/۵	۶۷/۲۵	۴/۲۵	۰/۴۵a	۷/۴۶a
۷	۲/۱a	۲/۴۳a	a۲۱/۸	۲۸۰	۰/۱۵۶a	سیلتی-لومی	۳۰/۳	۶۳/۶	۵/۶	۰/۴۷a	۷/۵۱a

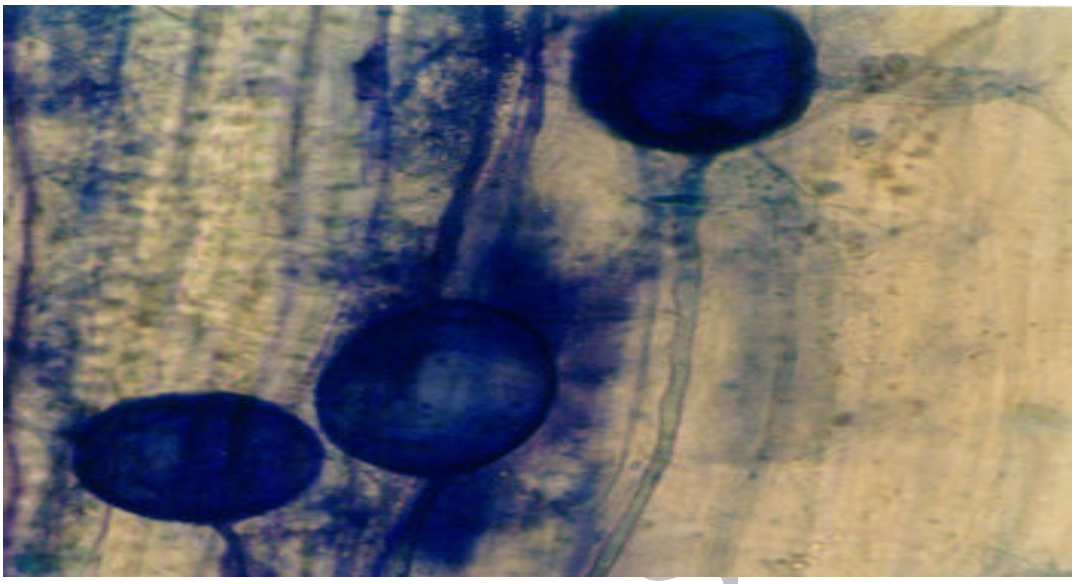
***حروف مشابه به معنای وجود نداشتن اختلاف معنی‌دار است**

جدول۶. نتایج آنالیز خاک به منظور انجام آزمایش‌های گلدانی

هدایت الکتریکی ds/m	pH	بافت	درصد اشباع	SAR	Mg در عصاره اشباع Meq/l	K در عصاره اشباع Meq/l	Cl در عصاره اشباع Meq/l	Na در عصاره اشباع Meq/l	کلسیم Ca (ppm)	فسفر قابل جذب P(ava)ppm	پتاسیم قابل جذب K(ava)ppm	% Sand شن	% Silt لای	% Clay رس
۱/۵	۷/۶	L	۴۰	۰۸ ۲/	/۲ ۱۱	۰/۶۵	۸	۴/۹	۲۴ ۸	۱۲/۶	۴۹۰	۴۶	۳ ۸	۱۶

Archive of SID

www.SID.ir

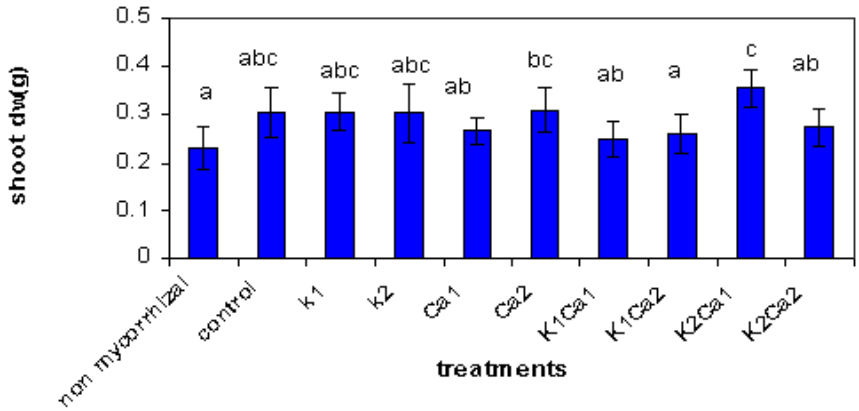


شکل ۳. ساختارهای وزیکول و آرباسکول حاصل از خاک طبیعی در ریشهٔ گیاه ذرت(پس از ۲ ماه)

نتایج بررسی اثر تیمارهای مختلف بر ذرت

وزن خشک اندام هوایی

نتایج مربوط به وزن خشک اندام هوایی ذرت در تیمارهای مختلف در شکل ۴ نشان داده شده است. گیاهان ذرت بدون میکوریزا دارای کم‌ترین میانگین وزن خشک اندام هوایی بودند. با افزایش میزان پتاسیم وزن خشک اندام هوایی تغییر نکرد. همچنین در تیمار Ca وزن خشک اندام هوایی تغییر نکرد. بیش‌ترین میزان وزن خشک در تیمار K2Ca1 مشاهده می‌شود.

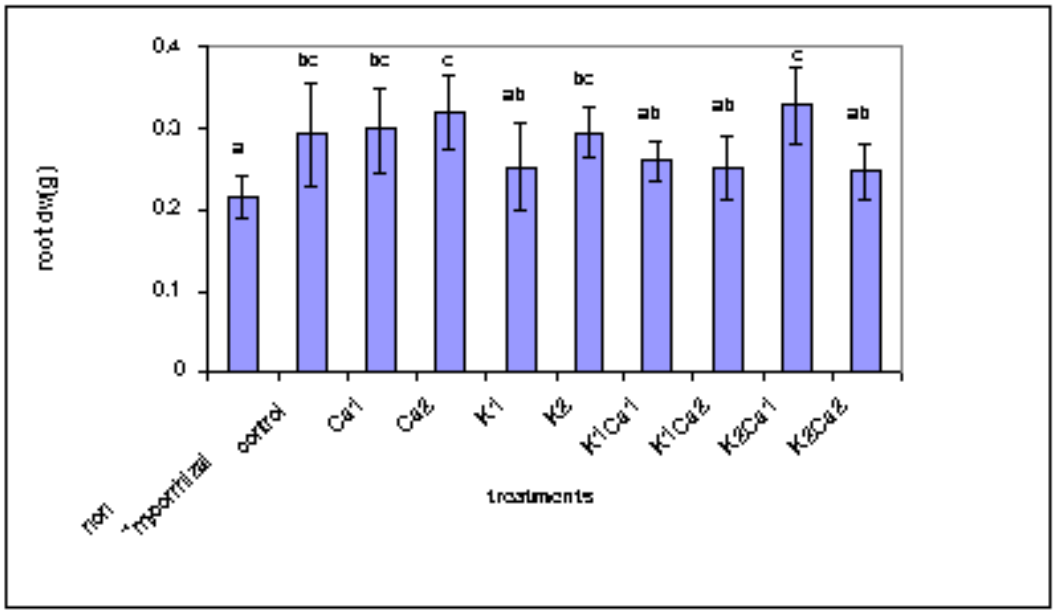


شکل ۴. متوسط وزن خشک اندام هوایی ذرت در شرایط تیمارهای مختلف کلسیم و پتاسیم در حضور یا فقدان میکوریزا در بستر خاک طبیعی اعداد مشابه وجود نداشتن اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهد Ca.=248 ppm K.=490ppm تعداد تکرارها ۴، error bars نشانگر SD

www.SID.ir

وزن خشک ریشه

نتایج مربوط به تغییرات میانگین وزن خشک ریشه در شکل ۵ نشان داده شده است. وزن خشک ریشه در تیمار بدون میکوریز به طور معنی‌داری($P<۰/۰۱$) نسبت به شاهد کاهش یافته است. بیش‌ترین میزان وزن خشک ریشه در تیمار K2Ca1 و Ca2 دیده شد. افزودن کلسیم یا پتاسیم تأثیر معنی‌داری بر وزن تر ریشه در مقایسه با شاهد نداشت.



شکل ۵. متوسط وزن خشک ریشه ذرت در شرایط تیمارهای مختلف کلسیم و پتاسیم در حضور یا فقدان میکوریزا در بستر خاک طبیعی اعداد مشابه فقدان اختلاف معنی‌دار را نشان می‌دهد.Ca.=248 ppm K.=490ppm تعداد تکرارها ۴، error bars نشانگر SD.

پتاسیم اندام هوایی

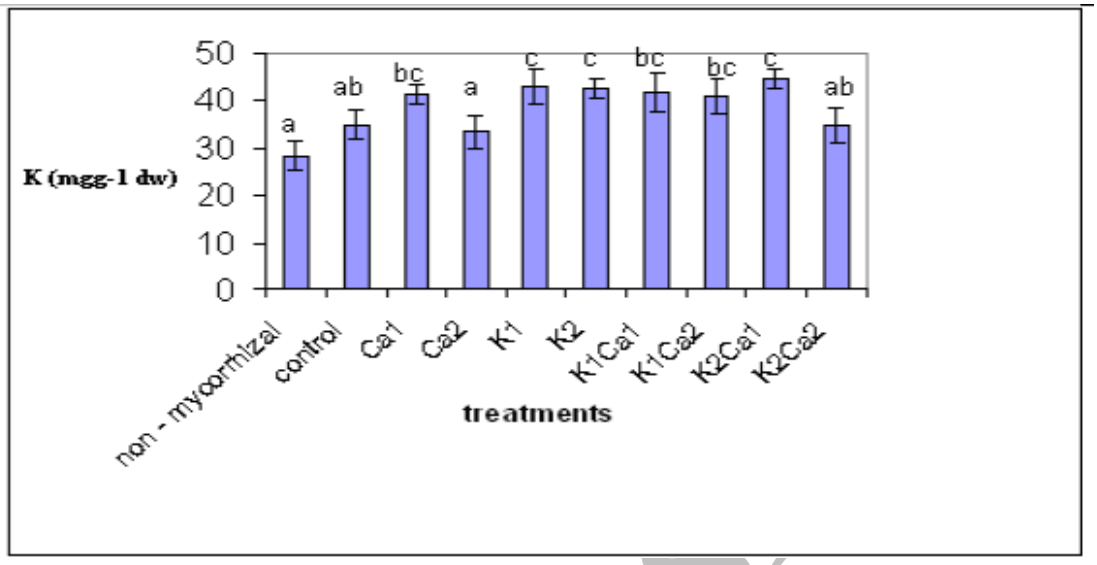
همان‌طور که در شکل ۶ مشاهده می‌شود میزان پتاسیم جذب شده اندام هوایی در ذرت‌های بدون میکوریزا تیمار Ca_2 کاهش می‌یابد. میزان پتاسیم جذب شده در تیمارهای K1 ، K_2 و K_2Ca_1 به طور معنی‌داری در مقایسه با شاهد افزایش یافت و در سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری در مقایسه با شاهد مشاهده نگردید.

تغییر معنی‌داری در میزان پتاسیم جذب شده ریشه مشاهده شد.

کلسیم ریشه

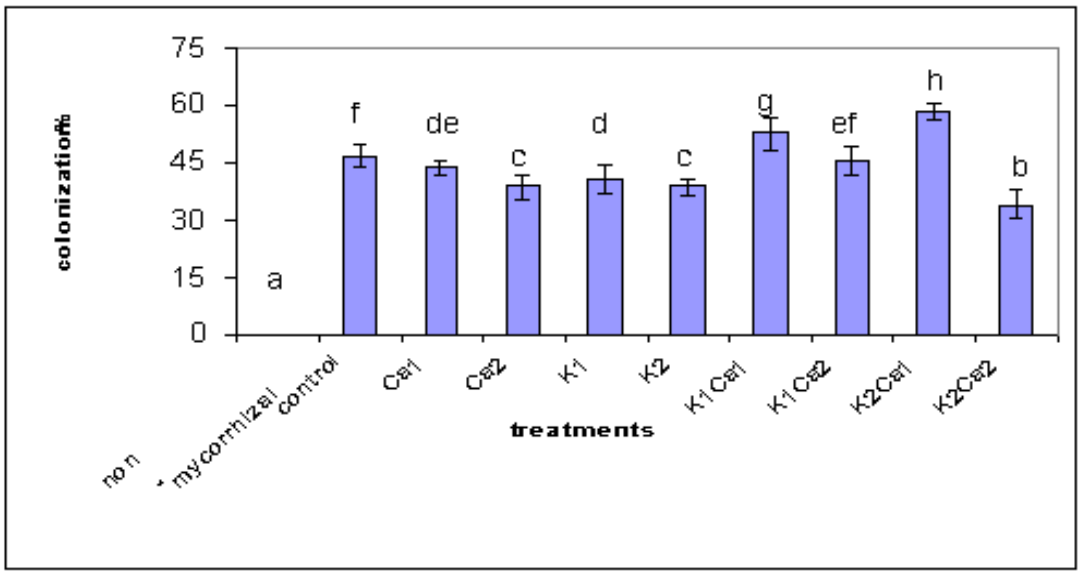
در اکثر تیمارها میزان کلسیم جذب شده ریشه نسبت به شاهد کاهش یافته است($P < ۰/۰۵$) بیش‌ترین میزان کلسیم ریشه در تیمار K2Ca1 مشاهده می‌شود. تغییر معنی‌داری در میزان کلسیم اندام هوایی ذرت‌های بدون میکوریز و شاهد دیده نمی‌شود. افزایش غلظت‌های مختلف K و Ca در مقایسه با شاهد تأثیر معنی‌داری بر میزان کلسیم اندام هوایی نداشت.

Archive
www.SID.ir



شکل۶. مقدار پتاسیم در اندام هوایی تحت تیمارهای مختلف کلسیم و پتاسیم در بستر خاک طبیعی (حروف مشابه نشانه فقدان اختلاف معنی‌دار است) Ca=248 ppm و K=490ppm تعداد تکرارها ۴، error bars نشانگر SD میزان همزیستی ریشه

نتایج مربوط به میزان همزیستی ریشه در تیمارهای مختلف در شکل۷ آورده شده است. با افزایش میزان Ca و K به تنهایی، میزان همزیستی ریشه به طور معنی‌داری($K<۰/۰۵$) کاهش می‌یابد. اما در حضور غلظت‌های توام یعنی K1Ca1 و K2Ca1 به طور معنی‌داری مقدار همزیستی بیش از شاهد بود و در تیمارهای K2Ca2 باعث کاهش معنی‌داری در میزان همزیستی ریشه شده است.



شکل۷. میزان همزیستی ریشه ذرت با میکوریزا در تیمارهای مختلف،(حروف مشابه نشانهٔ فقدان اختلاف معنی‌دار است) Ca=248 ppm و K=490ppmتعداد تکرارها ۴، error bars نشانگر SD.

www.SID.ir

نتايج ضريب همبستگي

نتايج ضريب همبستگي ميان درصد همزيستي ريشه، وزن خشک، وزن تر، پتاسيم، کلسيم، در اندام هوايي و ريشه در جداول ۷ و ۸ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده مي‌شود، در اندام هوايي و ريشه بين وزن خشک و وزن تر همبستگي مثبت ديده مي‌شود. در اندام هوايي بين وزن تر و پتاسيم و همچنين با ميزان همزيستي ريشه همبستگي منفي وجود دارد که البته معني‌دار نيست. همبستگي مثبت بين درصد همزيستي ريشه با ميزان کلسيم و پتاسيم جذب شده در اندام هوايي وجود دارد. نتايج ضريب همبستگي در ريشه نشان مي‌دهد بين وزن تر و ميزان کلسيم جذب شده ريشه همبستگي منفي وجود دارد که معني‌دار نيست. همبستگي مثبت بين درصد آلودگي ريشه و ميزان کلسيم ريشه مشاهده شد. همبستگي خيلي منفي بين ميزان همزيستي ريشه با ميزان پتاسيم جذب شده ريشه مشاهده شد.

جدول۷. نتايج ضريب همبستگي ميان درصد آلودگي ريشه، وزن تر، وزن خشک، پتاسيم و کلسيم در اندام هوايي

	fw(g)	dw(g)	Ca (mgg^{-1})	K(mgg^{-1})
وزن تر(g)		۰/۲۴۶۰	۰/۳۱۲	-۰/۱۳۶
وزن خشک (g)	۰/۲۴۹۰		۰/۲۸۴*	۰/۱۵۴
Ca (mgg^{-1})	۰/۳۱۲	۰/۲۸۴*		۰/۰۹۳
K(mgg^{-1})	-۰/۱۳۶	۰/۱۵۴	۰/۰۹۳	
آلودگي ريشه	-۰/۰۱۶	۰/۱۸۷	۰/۴۷۳**	۰/۶۷۰**

α=۰/۰۵*
α=۰/۰۱**

جدول ۸. نتايج ضريب همبستگي ميان درصد آلودگي ريشه، وزن تر، وزن خشک، پتاسيم و کلسيم در ريشه

	fw(g)	dw(g)	Ca (mgg^{-1})	K(mgg^{-1})
وزن تر (g)		۰/۲۷۶	-۰/۱۹۸	۰/۱۶۲
وزن خشک (g)	۰/۲۷۶		۰/۰۱۸	۰/۰۸۷
Ca (mgg^{-1})	-۰/۱۹۸	۰/۱۸		۰/۰۵۷
K(mgg^{-1})	۰/۱۶۲	۰/۰۸۷	۰/۰۵۷	
آلودگي ريشه	-۰/۲۲۱	۰/۰۴۱	۰/۲۸۹*	-۰/۱۰۸

α=۰/۰۵*

بحث

جوامع گياهي در اکوسيستم‌ها و ثبات آن‌ها تحت تأثير عوامل متفاوت ادافيکي و شيميايي است. مقادير عناصر فسفر، نيتروژن، پتاسيم، کربن آلي، کلسيم و ديگر عناصر قابل جذب و همچنين نوع خاك در رويش گياهان اهميت خاصي دارند. ميکوريزا يکي از پديده‌هايي است که در تغذيه گياه، حفظ و نگه‌داري اکوسيستم‌ها نقش عمده‌اي دارد. به طور کلي مي‌توان گفت بين نوع خاك و مقدار و نوع مواد معدني خاك و تشکيل ميکوريزا رابطه

Archive of SID
www.SID.ir

وجود دارد[۶]،[۷]. پراكنش ميكوريزا در خاك‌هاي مختلف بررسي شده است[۷]. اساساً پراكنش ميكوريزا وابسته به كيفيت بافت خاك است و رابطه معكوس با ميزان رس آن دارد[۷]،[۱۰]. در اين پژوهش، ميزان رس در خاك ريزوسفر در فصل بهار زير ۱۰ درصد بوده است كه شرايط مناسب براي وجود اكسيژن در خاك را فراهم ساخته است. pH نزديك به خنثي و شوري كم‌تر از يك در بيش‌تر ايستگاه‌ها در كنار شرايط تهويه مناسب خاك براي ميكوريزايي شدن بيش‌تر گونه‌هاي گياهي مطلوب است.

اقليم نيز از عوامل مؤثر بر تراكم‌هاگ‌هاي ميكوريزايي در ريزوسفر است كه به طور مستقيم از طريق ميزان رطوبت و در نتيجه تهويه خاك تأثير مي‌گذارد. تراكم پوشش گياهي و ظرفيت نگه‌داري آب توسط خاك ارتباط مستقيم با ميكوريزايي شدن گونه‌هاي گياهي دارند[۱۶]. اگر چه خاك منطقه در فصل بهار به جز يك ايستگاه (ايستگاه ۱۵) شوري در حد طبيعي داشته است، به نظر مي‌رسد قارچ‌هاي ميكوريزايي منطقهٔ تندوره به اين مقدار شوري سازش پيدا كرده باشند. سازش پذيري ميكوريزا به شوري در منابع مختلف آمده است[۱۶]، [۱۷]،[۳۰]. سازش پذيري گونه‌هاي ميكوريزي به درجات شوري مختلف، به ويژه از نظر فصل مي‌تواند تعيين كننده ميزان اسپورزايي آن‌ها باشد. با توجه به نتايج حاصل از شمارش اسپورها در يک گرم خاک هر پلات در دو فصل بهار و پاييز ديده مي‌شود كه تعداد اسپورها در فصل پاييز نسبت به فصل بهار تفاوت معنی داری ندارد($P<۰/۰۵$). در بررسي‌هاي ديگر[۱۰]،[۱۳] بين تعداد اسپورهاي ميكوريزايي در فصول بهار و پاييز ايستگاه‌ها تفاوت ديده نشده است. با وجود اين، اسپور ميكوريزا در فصل بهار به دوره كوتاه رويشي گياهان يک‌ساله كه در اين بررسي تعدادشان زياد بود مرتبط است در حالي‌كه در فصل پاييز گياه به دليل فتوسنتز كم‌تر كربوهيدرات كم‌تري را در اختيار قارچ هم‌زيست خود قرار مي‌دهد و لذا مي‌تواند عاملي براي توليد اسپور بيش‌تر در قارچ به منظور بقاي نسل باشد. استفاده از ضريب اهميت گياهان كه مجموع درصد پوشش نسبي، تراكم نسبي و بسامد نسبي گياه در منطقهٔ بررسي شده است براي رتبه‌بندي گياهان مورد استفاده قرار گرفته است؛ گياهاني نظير« *J.excelsa, E.distachya, Artemisia sp.* » ضريب اهميت بالايي دارند. در اين بررسي معلوم شد كه تيره‌هاي گرامينه وآستراسه به ترتيب بيش‌ترين غناي گونه‌اي را در پارک ملی تندوره دارا هستند. استفاده از خاك منطقه به عنوان خاك پايه در اين تحقيق از آن جهت انجام گرفت كه بتوان دامنه تحمل اسپورهاي ميكوريزا را به عوامل يوني كلسيم و پتاسيم نشان داد. براي اين هدف از گياه ذرت استفاده شد كه سابقه تحقيقات طولاني روي آن وجود دارد و سريعاً تحت تأثير گونه‌هاي قارچي ميكوريزايي مختلف قرار مي‌گيرد و ميكوريزايي مي‌شود. استفاده از غلظت‌هاي مختلف كلسيم و پتاسيم در خاك ميكوريزا دار به صورت انفرادي يا تركيبي مي‌توانست اثرات سينرژيتي و آنتاگونيستي اين يون‌ها را بيازمايد. بنا بر تحقيقات انجام شده در مورد نقش ميكوريزا در جذب مواد غذايي غير از فسفر و نيتروژن و تأثير عناصر بر آلودگي ميكوريزايي

Archive of SID

www.SID.ir

اطلاعات كافي وجود ندارد. محمدی انارکی(۱۳۷۴) نشان داد که کم‌ترین درصد آلودگی در غلظت ppm ۸۰۰ پتاسیم دیده می‌شود و با کاهش غلظت پتاسیم، درصد آلودگی افزایش می‌یابد که حاکی از همبستگی منفی شدید است. در این حالت به نظر می‌رسد که افزایش پتاسیم تا سطح آستانه‌ای (threshold) باعث افزایش میکوریزایی شدن شود. سلیمانی (۱۳۸۴) در تحقیقات خود بر روی گیاه ذرت کشت شده در خاک طبیعی حد آستانه‌ای پتاسیم جهت جلوگیری از توسعه میکوریزا را نشان داده است. نتایج انالیز آماری نشان می‌دهد که حضور توأم عناصر کلسیم و پتاسیم در بعضی غلظت‌ها حالت سینرژیستی یا حداقل خنثی را دارد، در حالی‌که در غلظت‌های معمولاً بیش‌تر هر دو عنصر، شدت میکوریزایی کاهش چشمگیری نشان می‌دهد. در شرایط پتاسیم زیاد و کلسیم کم، بیش‌ترین تفاوت معنی‌دار در شدت میکوریزایی شدن رخ می‌دهد. به نظر می‌رسد که اندرکنش خصوصیات طبیعی و تفاوت‌های اقلیمی‌بین نقاط پست و مرتفع پارک ملی تندوره باعث تنوع در پراکنش گیاهان آن شده است. در این میان دو یون کلسیم و پتاسیم بر میزان میکوریزایی شدن تا ثیر داشته باشد. افزایش کلسیم و پتاسیم باعث افزایش وزن خشك بخش هوایی می‌شود ولی شدت میکوریزایی کاهش می‌یابد. کاهش آلودگی ریشهٔ ذرت در غلظت‌های زیاد فسفر مشخص می‌کند که فسفر مهار کننده VAM است[۲۱] در عوض افزایش رشد ریشه و اندام هوایی با افزایش سطح فسفر مشخص می‌کند که مقادیر زیاد فسفر برای گیاه سودمند بوده است. این نشان می‌دهد که تأثیرات فسفر خاك بر رشد و نمو گیاهان و قارچ‌های میکوریزی متفاوت است. به همین ترتیب به نظر می‌رسد تأثیرات کلسیم و پتاسیم خاك بر رشد و نمو گیاه و قارچ‌های میکوریزا متفاوت باشد. با توجه به آنالیز آماری به نظر می‌رسد که غلظت نسبی بیش‌تر پتاسیم و غلظت کم‌تر کلسیم حالتی رقابتی باشد؛ زیرا در حالتK2Ca1(غلظت ppm ۹۸۰پتاسیم وppm ۳۷۳ کلسیم) شدت میکوریزایی به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. در حالت K_2Ca_2 کم‌ترین درصد آلودگی مشاهده شد. به نظر می‌رسد با افزایش میزان کلسیم و پتاسیم میزان همزیستی کاهش می‌یابد. با توجه به نتایج و آنالیز اماری بین حالت‌های K_1Ca_1،K_1Ca_2،K_2Ca_1،K_2Ca_2 اختلاف معنی‌دار ($P<0.05$) دیده می‌شود. با توجه به این مقایسه می‌توان نتیجه گرفت غلظت کم کلسیم نقش مهم‌تری در تحریك و افزایش درصد آلودگی میکوریزا دارد. بررسی‌ها نشان داده است که سطح مناسب کلسیم برای نمو تشکیلات میکوریزی ضروری است[۱۱]،[۲۲]. میکوریزا به طور مستقیم در جذب و تبادل یون‌های کلسیم و پتاسیم ایفای نقش می‌کند. در تمام تیمارهایی که خاك را اتوکلاو کرده و اندام‌های میکوریزایی (پروپاگول‌ها) را از بین برده بودیم، کاهش معنی داری در مقدار وزن خشك و تر اندام‌های هوایی و ریشه گیاه در مقایسه با کنترل که حاوی اسپورهای میکوریزا بود، حاصل شد. این نکته در میزان عناصر جذب شده در اندام هوایی گیاهان تحت تیمار و کنترل ملاحظه می‌شود. نتایج ضریب همبستگی میان پارامترهای مختلف در اندام هوایی و ریشه، همبستگی مثبتی را در جذب پتاسیم و کلسیم در اندام هوایی ذرت نشان می‌دهد. همچنین حضور

Archive of SID

www.SID.ir

كاتيون‌هاي كلسيم و پتاسيم در محيط وابسته به هم توصيف شده است و خاصيت سينرژيستي اين دو يون را در يک محدوده يا threshold معين كه مرتبط با ميزان رطوبت و بافت خاک است مورد بحث قرار گرفته است[۱۰].

منابع

۱. احمد آقايي، *پراكنش جمعيت‌هاي ميكوريزي پارک ملي خجير*. پايان نامه كارشناسي ارشد، دانشكده علوم پايه، دانشگاه تربيت مدرس(۱۳۸۳) .

۲. صديقه اسماعيل‌زاده، ، *بررسي و پراكنش جمعيت‌هاي ميكوريزي پارک ملي تندوره (خراسان) و تأثير عناصر كلسيم و پتاسيم بر ميكوريزايي شدن در شرايط آزمايشگاهي* ، پايان نامه كارشناسي ارشد، دانشكده علوم پايه، دانشگاه تربيت مدرس(۱۳۸۴).

۳. مصطفي اسدي، *راهنماي طرح فلور ايران*. انتشارات مؤسسة تحقيقات جنگل‌ها و مراتع، تهران(۱۳۶۷).

۴. مهنوش باغوردانی، حسن زارع مايوان، *ارزيابي جذب سطحي عناصر سنگين و راديو اكتيو توسط ميكوريزا* ، مجله بيمارشناسي گونه(۱۳۷۹).

۵. محبوبه خاتم ساز، *فلور ايران، تيرة آناكاردياسه*. انتشارات مؤسسة تحقيقات جنگل‌ها و مراتع، تهران(۱۳۶۷).

۶. جليل خارا، *بررسي اكوفيزيولوژيک گسترش ميكوريز آرباسكولار وزيكولار جزاير حفاظت شده مناطق ساحلي درياچه اروميه*، پايان نامه دكتري علوم گياهي، دانشگاه تربيت مدرس، تهران(۱۳۸۳).

۷. حسن زارع مايوان، *بررسي جمعيت‌هاي ميكوريزايي ذخيره گاه‌هاي زيستكره بيابانی ايران*. گزارش طرح تحقيقاتي دانشگاه تربيت مدرس(۱۳۸۳).

۸. مهدي سليماني، *بررسي جمعيت‌هاي ميكوريزاي منطقه حفاظت شده ساريگل (خراسان) و تأثير شوري، فسفر و پتاسيم بر ميكوريزايي شدن گياه در آزمايشگاه*(۱۳۸۴).

۹. مظفر شريفي، *بررسي نقش قارچ‌هاي اندوميكوريزائي در ايجاد تحمل به شوري در گياه سويا*. پايان نامه دكتري دانشگاه تربيت معلم،تهران(۱۳۸۲).

۱۰. فرهنگ قصريانی، *تعيين جايگاه اكولوژيک و توالي گونه‌هاي گياهان ميكوريزائي مناطق تحت حفاظت و دست خورده با استفاده از مدل TOPOSIS در پارک ملي كوير*، مجله محيط شناسي(۱۳۸۳).

۱۱. فرح كريمي، *ارزيابي ميكوريزاي پوشش گياهي توران و تعيين عوامل فيزيولوژيک و شاخص‌هاي آنزيمي مرتبط با همزيستي*، پايان نامه دكتري علوم گياهي، دانشگاه تربيت مدرس، تهران(۱۳۸۳).

۱۲. هرمزديار كيان‌مهر، *تأثير ميكوريز اندوتروف بر رشد گياه در رابطه با سطح مواد غذايي خاک. در سمينار ميكروارگانيزم‌هاي تأمين كننده فسفر گياهان و كاربرد آن در كشاورزي*. سازمان پژوهش‌هاي علمي و صنعتي ايران(۱۳۶۸).

Archive of SID

www.SID.ir

۱۳. صدیقه محمدی انارکی، *نوع و پراکنش میکوریزای بنه در جنگل‌های استان یزد. پایان نامهٔ کارشناسی ارشد علوم گیاهی*، دانشکدهٔ علوم پایهٔ دانشگاه تربیت مدرس، تهران(۱۳۷۴).

۱۴. ولی الله مظفریان، *رده بندی گیاهی*، جلد ۱ و ۲. مؤسسه انتشارات امیرکبیر، تهران(۱۳۷۹).

۱۵. ولی الله مظفریان، فرهنگ نام‌های گیاهان ایران. انتشارات فرهنگ معاصر، تهران(۱۳۸۲).

16. N. Aliasgharzadeh, N. Saleh Rastin, H. Towfighi, A. Alizadeh, Occurrence of arbuscular mycorrhizal fungi in saline soils of Tabriz plain of Iran in relation to some physical and chemical properties of soil. Mycroohiza. 11(3) (2001)119-122.

17. H.A. Azaiaeh, H.M.Arschner, V.Romheld and L.Wittenamyer. Effects of a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus and other soil microorganisms on growth, mineral nutrient acquisition and rot exudation of soil grown maize plants. Mycorrhiza. 5(1995) 321-327.

18. B. Bierman and R. Linderman ,Quantifying Vesicular-arbuscular, mycorrhizae: proposed method towards standardization. New phytologist 87(1981) 63-67.

19. G.D. Bowen, Mycorrhizal roled in tropical plants and ecosystems. In tropical Mycorrhizae research. Oxford University Press. (1980)165-190

20. S.M. Boyetchko and J.P. Tewari, Root colonization of different hosts by the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus Glmous dimpprphicum. Plant and Soil. 129(1990)131136.

21. R. I. Hamilton and C. Hamel, Acquisition of Cu, Zn, Mn and Fe by mycorrhizal maize (Zea mays L.) grown in soil at different P and micronutrient. Mycorrhiza 9(2000) 331-336

22. Jarstfer and G. Farmer, Tisse magnsium and calcium affect arbuscular mycorrhiza develop-ment and fungal reproduction. Mycorrhiza 7(1993) 237-242.

23. P. Jeffries, Achievements in the past and autlook for the future of AMF. Research School of Biosciences, University. Of kent, Canterbury, kent(2001).

24. J. Klironomos, Host - specificity and functional diversity among arbuscular mycorrhizal fungi. Department of Botany, University of Guelph, Ontario N1G2W1. Plant-Microve Interactions (2000).

25. X. Li-Lin., E.George and H.Marschner. Extention of the phosphorus depletion zone in va-mycorrhizal white clover in a calcareous soil. Plant and Soil. 136 (1991) 41-48.

Archive of SID

www.SID.ir

26. S. Nemec, Effects of soil phosphorus and Glomus intraadices on growth, non structural carbohydrates, and photosynthetic activity of Citrus aurantium. Plant and Soil. 128(1995) 257-263.

27. J. Phillips and D. Hyman, Improved procedures for clearing roots and staining parastic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungis for rapid assessment of infection. Trans. Br. Mycol. Soc. 55(1970) 158-161.

28. G.R. Safir, J.O.Siqueria and T.M. Burton. Vesicular-arbuscular mycorrhizale in a wastewater-irrigated oldfield ecosystem in Michigan. Plant and Soil. 121(1990)187-196.

29. N.C. Schenck and Y. Perez, Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi, 2nd ed. Synergistic publications. Gainesville, IL, USA (1988) 241.

30. C.y. Tian, and G.Feny, Different effects of arbuscular mycorrhizal fungal isolates from saline or non-saline soil on salinity tolerance of plants. Applied Soil Ecology, 26(2003)143-148.

31. M.G.A Van der Heijdan and J. N. Klironomos. Mycorrhizal fungi diversity determines plant biodiversity, ecosystem functioning and productivity (1994).

Archive of SID

www.SID.ir