Archive of SID

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، فروردین – اردیبهشت ۱۳۹۴، ص. ۲۰۹-۱۹۸

Journal of Water and Soil
Vol. 29, No. 1, Mar.-Apr. 2015, p. 198-209

تأثیر قارچ میکوریز آربسکولار و تنش خشکی بر جذب برخی عناصر غذایی ماکرو توسط سه ژنوتیپ تره با مشخصات ریشه‌ای متفاوت

نسترن قاسم جوکار[۱*]- حبیب‌اله نادیان[۲]- بیژن خلیلی مقدم[۳]- مختار حیدری[۴]- محمد حسین قرینه[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۱/۰۵

چکیده

در یک آزمایش گلدانی در سال ۱۳۸۹ در گلخانه دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین، برای اولین بار نقش ریخت‌شناسی ریشه سه ژنوتیپ تره با حضور قارچ‌های میکوریز-آربسکولار در شرایط خشکی بر جذب عناصر غذایی فسفر،کلسیم، پتاسیم در برگ و ریشه سه ژنوتیپ تره مطالعه گردید. این آزمایش با سه سطح رطوبتی خاک (آبیاری پس از تخلیه ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد آب قابل استفاده گیاه در خاک)، دو سطح میکوریزا (وجود و عدم وجود قارچ گلوموس اینترارادیسس) و سه ژنوتیپ تره شامل: شادگان (با ریشه‌های کم انشعاب، کوتاه و نازک)، اصفهان (با ریشه‌های منشعب و بلند) و تره فرنگی (با ریشه‌های کم انشعاب، کوتاه و ضخیم) به صورت فاکتوریل در قالب طرح کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا گردید. نتایج نشان داد که با افزایش تنش خشکی از مقدار کل عناصر فسفر، پتاسیم و کلسیم کاسته می‌شود، ولی میزان این عناصر با توجه به نوع توده، ساختار ریخت‌شناسی ریشه‌ای و همچنین در برگ و ریشه، متفاوت بود. در تمام سطوح تنش خشکی، غلظت عنصر، مقدار کل عنصر و مقدار کل عنصر در واحد طول ریشه هر سه عنصر در برگ و ریشه هر سه ژنوتیپ تره میکوریزایی از تره‌های غیرمیکوریزایی بیش‌تر بود. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در بین ژنوتیپ‌های تره، تره شادگان با داشتن سیستم ریشه‌ای ضعیف، رابطه همزیستی قویتری با قارچ‌های میکوریزا داشته است که در نهایت منجر به جذب بالاتر عناصر غذایی در تره‌های میکوریزایی شادگان نسبت به تره‌های دیگر گردید و این تأییدی است بر فرضیه بیلیس حتی در شرایط تنش خشکی.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، میکوریزا، تره

مقدمه

قارچ‌های میکوریزا آربسکولار[۶] (*AM*) از مهم ترین قارچ‌های اندومیکوریزا هستند که با بیش از ۹۰ درصد گیاهان زراعی ارتباط همزیستی برقرار می‌نمایند (۱۹) و در دهه اخیر بر اساس توالی ژن rRNA به درون یک شاخه قارچی مجزا به نام گلومرومایکوتا[۷] طبقه‌بندی شده‌اند (۱۷). این قارچ‌ها تأثیر بالایی در بهبود رشد گیاه از طریق فراهم‌کردن آب و عناصر غذایی (۱۹) به ویژه تحت شرایط غیرزنده همچون شوری خاک (۷)، آلودگی فلزات سنگین (۲) و شرایط تنش خشکی (۱۱ و ۱۲) دارند. هر چند، مکانیسمی که قارچ‌های میکوریزا از طریق آن، مقاومت به خشکی و ورود جریان آب به درون گیاه میزبان را بهبود می‌دهند، هنوز کاملا واضح نیست (۲۳)، اما یکسری مکانیسم‌های احتمالی پیشنهاد گردیده است که می‌توان به مواردی همچون جذب گسترده آب و انتقال آن به گیاه میزبان توسط هیف‌های خارجی این قارچ‌ها (۱۵)، تنظیم روزنه‌ای از طریق پیغام‌های هورمونی (۶)، اثر غیرمستقیم بهبود تغذیه فسفر بر روابط آبی (۱۲)، افزایش هدایت روزنه‌ای، تعرق و تبادل گازی (۱۶)، و تنظیم اسمزی بهتر در گیاهان میکوریزایی (۲۳) اشاره کرد.

میزان وابستگی گیاه میزبان به قارچ‌های میکوریزا به عوامل مختلف محیطی (مانند شدت نور، درجه حرارت، شرایط خاک) و نیز به مشخصات ریخت‌شناسی و فیزیولوژیکی گیاه بستگی دارد (۱۹). مشخصات ریخت‌شناسی ریشه گیاه میزبان از جمله عوامل مهم در

۱، ۲ و ۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، دانشیار و استادیار گروه خاک‌شناسی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین اهواز
(*-نویسنده مسئول: Email: nastaran_ghasemjokar@yahoo.com)
۴- استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین اهواز
۵- دانشیار گروه زراعت (اکولوژی زراعی)، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین اهواز

6 - Arbuscular mycorrhiza
7 - Glomeromycota

www.SID.ir

Archive of SID

برقراری همبستگی گیاه با قارچ میکوریزا می‌باشد. معمولاً گیاهان با سیستم ریشه‌ای ضعیف و کم انشعاب، وابستگی میکوریزایی بیشتری دارند تا گیاهان با سیستم ریشه‌ای انبوه و پر انشعاب (۳). این در حالی است که فیتر (۵) در مطالعه بر روی جامعه گیاهان انگلیس ملاحظه نمود که عموماً هم گیاهان با سیستم ریشه‌ای ضعیف و هم گیاهان با سیستم ریشه‌ای انبوه و پرانشعاب از وابستگی میکوریزایی مشابهی برخوردار می‌باشند. این نشان می‌دهد که علاوه بر مشخصات ساختاری ریشه گیاه میزبان خصوصیات دیگری نظیر مشخصات فیزیولوژیکی گیاه، کنترل‌های ژنتیکی و چگونگی ارسال پیام‌های شیمیایی بین دو همزیست می‌تواند بر روی میزان وابستگی گیاه به قارچ میکوریزا نقش داشته باشد.

ایران یکی از مراکز مهم تنوع گیاهی در دنیا محسوب می‌شود. تره ایرانی (*Allium persicum* L.) به عنوان یک سبزی برگی پرمصرف از خانواده آلیاسه[1] و جنس آلیوم[2] از سابقه کشت و کار طولانی در ایران برخوردار است و با مزه و ویژگی‌های ریخت‌شناسی خاص، جزء سبزی‌های پیازی محسوب می‌شود. تره فرنگی (*Allium porrum* L.) یک گیاه علفی، دوساله و یک عضو از خانواده آلیاسه است که از لحاظ اقتصادی یکی از مهم‌ترین سبزی‌های مزرعه‌ای در اروپا است. این گیاه شبیه به پیاز است ولی برخلاف آن به جای غده، تولید ساقه طویل سفید رنگی نموده که با مقداری از برگ‌های سبز و نسبتاً پهن اطراف آن، مورد استفاده غذایی قرار می‌گیرد (۱۳). علی‌رغم این‌که تره ایرانی یکی از سبزی‌های برگی پرمصرف در کشور ما است، تحقیقات چندانی در زمینه تأثیر تنش‌های محیطی بر آن صورت نگرفته است. افزون بر این، تاکنون نقش ریخت‌شناسی ریشه ژنوتیپ‌های مختلف تره ایرانی و تره فرنگی در مقابله با تنش خشکی با حضور قارچ‌های میکوریز–آربسکولار بررسی نگردیده است. در واقع این مطالعه برای اولین بار فرضیه بیلیس را در مورد ژنوتیپ‌های تره ایرانی و تره فرنگی که به دو زیر گروه متمایز از گونه *ampeloprasum* تعلق دارند و دارای ساختار ریخت‌شناسی ریشه‌ای متفاوت هستند، تحت تنش خشکی مورد آزمون قرار می‌دهد. با توجه به این‌که کشورمان جزء مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد، با تقویت مکانیسم‌های تحمل به تنش خشکی، می‌توان نقش مهمی در تولید محصولات زراعی، باغی و غنی‌سازی آن‌ها ایفا نمود. بنابراین، یک آزمایش با هدف بررسی اثر سطوح مختلف تنش خشکی بر جذب عناصر غذایی ماکرو (فسفر، پتاسیم و کلسیم) توسط ژنوتیپ‌های تره ایرانی و تره فرنگی (با ریخت‌شناسی ریشه‌ای متفاوت)، با حضور و بدون حضور قارچ میکوریز– آربسکولار انجام گردید.

1 -Alliaceae
2 - Allium

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در گلخانه دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین اهواز در سال ۱۳۸۹ اجرا گردید. تیمارها شامل دو ژنوتیپ تره ایرانی (تره شادگان و تره اصفهان) و تره فرنگی (رقم کارنتان ۲)، دو سطح میکوریزا (NM: عدم تلقیح با میکوریزا و M: تلقیح با میکوریزا) و تنش خشکی در سه سطح (T_1، T_2 و T_3 به ترتیب شامل آبیاری مجدد پس از تخلیه ۴۰، ۶۰ و۸۰ درصد آب قابل استفاده گیاه در خاک) بود. برای اهداف این مطالعه یک خاک با بافت لوم شنی و غلظت فسفر قابل جذب کم (روش اولسن) انتخاب گردید. برخی از مهمترین خصوصیات خاک مورد آزمایش در جدول ۱ ارائه گردیده است. سپس برای حذف عوامل پاتوژن، قارچ‌های بومی خاک و ایجاد یک محیط آزاد قارچی، خاک مورد آزمایش با استفاده از دستگاه اتوکلاو و در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و در فشار PSI ۱۵ به مدت ۱ساعت استریل گردید (۱۱). پس از استریل نمودن، خاک‌ها در کیسه‌های پلاستیکی در بسته تا زمان استفاده نگه‌داری گردیدند.

کشت گیاه و تلقیح آن با قارچ میکوریزا آربسکولار

بذر ژنوتیپ‌های تره ایرانی (*Allium persicum* L.) و تره فرنگی (*Allium porrum* L.) توسط محلول هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد ضدعفونی شد و سپس به ترتیب توسط آب معمولی و آب مقطر شستشو داده شدند و در دستگاه جوانه‌زنی بذر قرار داده شدند تا تمام بذور جوانه بزنند. پس از اینکه طول ریشه گیاهچه‌ها به حدود ۱/۵–۱ سانتی‌متر رسید، انتقال گیاهچه‌ها به گلدان صورت گرفت. به هر گلدان ۶ گیاهچه ۳ روزه منتقل گردید. البته در یک آزمایش اولیه، بذور ژنوتیپ‌های مختلف تره ایرانی و تره فرنگی به منظور مطالعه و مقایسه رشد ریشه‌ها و ریخت‌شناسی ریشه‌ها کشت گردیدند. در این مطالعه اولیه ملاحظه گردید که تره اصفهان دارای ریشه‌های منشعب و بلند، تره شادگان دارای ریشه‌های کم انشعاب، کوتاه و نازک و تره فرنگی (کارنتان ۲) دارای ریشه‌های کم انشعاب، کوتاه و ضخیم می‌باشند.

در تیمارهای میکوریزایی، از زاد مایه قارچی گلوموس اینترارادیسس[3] حاوی اسپور، میسلیوم‌های خارجی قارچ و ریشه گیاه شبدر کلونی‌شده با قارچ گلوموس اینترارادیسس حاصل از کشت گلدانی استفاده شد. . برای این کار شبدر برسیم در گلدان‌هایی که محتوی مخلوط ماسه و شن (به نسبت ۹ قسمت ماسه و ۱ قسمت خاک) بود کشت گردید و ریشه‌های آن توسط گونه قارچ گلوموس اینترارادیسس مایه‌کوبی گردیدند.

3- *Glomus intraradices*

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- برخی از مهم‌ترین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

Table 1- Some chemical and physical characteristics of the soil used in this experiment

پارامتر	مقدار
پهاش خاک(pH)	7/6
هدایت الکتریکی[A] (دسی‌زیمنس بر متر) Electrical conductivity (EC: dSm^{-1})	2/2
فسفر قابل جذب[B] (میلی‌گرم بر کیلوگرم) Extractable phosphorus (mg kg^{-1})	3/2
رطوبت در ظرفیت مزرعه (درصد) Field Capacity (F.C %)	13
رطوبت در نقطه پژمردگی دائم (درصد) Permanent Wilting Point (P.W.P %)	6

A :هدایت الکتریکی در عصاره اشباع(Electrical conductivity of the saturation extract)

B: استخراج با بی‌کربنات سدیم (extraction with NaHCO3)

دو ماه پس از کشت گیاه شبدر، قسمت هوایی گیاه قطع و دور انداخته شد. از خاک این گلدان‌ها که محتوی اسپور، هیف‌های خارجی قارچ و ریشه شبدر کلونی‌شده با میکوریزا بود به عنوان زاد مایه استفاده گردید. در تیمار میکوریزایی، قبل از انتقال گیاهچه‌ها به گلدان، مقداری از زاد مایه فوق الذکر (به میزان ۲۰۰ گرم) در زیر ریشه گیاهچه‌ها قرار داده شد. سپس گلدان‌ها به گلخانه منتقل و تحت شرایط کنترل نسبی رشد یافتند. کلیه گلدان‌ها تا چهار هفته پس از استقرار گیاه به طور یکسان آبیاری گردیدند. در شروع هفته پنجم سطوح تنش خشکی اعمال گردید. افزایش آب مقطر به گلدان‌ها زمانی بود که ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد آب قابل استفاده گیاه در خاک تخلیه شده بود. درصد رطوبت خاک در دو سطح مکش ۰/۳۳ اتمسفر (نقطه ظرفیت مزرعه) و ۱۵ اتمسفر (نقطه پژمردگی دائم) توسط دستگاه صفحه فشار تعیین گردید. افزایش آب مقطر به گلدان‌ها از طریق توزین گلدان‌ها و جبران آب کاهش یافته در هر یک از سطوح رطوبتی فوق انجام گردید. وزن خاک در تمام گلدان‌ها دقیقاً مساوی و به همراه گلدان برابر با ۲۹۴۰ گرم بود. هر هفته مقدار ۱۰ میلی‌لیتر محلول غذایی بدون فسفر (۱۸) به گلدان‌ها اضافه گردید.

برداشت گیاه

گیاهان پس از پایان هفته دوازدهم برداشت گردیدند. ابتدا برگ‌ها از سطح خاک قطع گردیده و سپس به قطعات کوچک‌تر خرد شده و در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت درون آون خشک و توزین گردیدند. ریشه ها به طور کامل از خاک خارج شده، با آب به دقت شسته و پس از گرفتن خیسی ریشه توسط حوله کاغذی، ریشه‌ها به قطعات حدود یک سانتی‌متری بریده شدند و سپس یک زیر نمونه جهت تعیین مجموع طول ریشه به دقت وزن و بقیه ریشه‌ها در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. زیر نمونه ریشه‌ها در هر تیمار، با استفاده از هیدروکسید پتاسیم ۱۰ درصد و محلول تریپن‌بلو بر اساس روش فلیپس و هیمن (۱۴) رنگ آمیزی شدند، سپس مجموع طول ریشه با استفاده از بینی‌کولر و روش خطوط متقاطع طبق روش تانت (۲۱) تعیین گردید. بعد از خشک کردن نمونه‌های گیاهی، جهت اندازه‌گیری غلظت عناصر غذایی از روش خاکسترگیری خشک استفاده شد. البته برای جلوگیری از خارج شدن فسفر نمونه در کوره به هر نمونه پنج میلی‌لیتر محلول نیترات منیزیم ۰/۵ نرمال اضافه گردید. پس از عصاره‌گیری نمونه‌های خشک شده، اندازه‌گیری فسفر به روش کالریمتری (رنگ‌سنجی) و قرائت با دستگاه اسپکتروفتومتر (۱۸) صورت گرفت. غلظت عنصر پتاسیم با استفاده از روش نشر شعله‌ای و به کمک دستگاه فلم فتومتر و غلظت عنصر کلسیم با روش تیتراسیون با استفاده از محلول ورسین اندازه‌گیری شد. مقدار کل هر عنصر از حاصلضرب غلظت عنصر در مقدار ماده خشک محاسبه گردید. تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار MSTAT-C و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح پنج درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس برخی داده‌ها در جدول ۲ ارائه گردیده است. این نتایج نشان دادند که هر سه عامل تنش خشکی، قارچ میکوریزا و نوع ژنوتیپ گیاه بر غلظت عنصر (فسفر، پتاسیم و کلسیم)، مقدار کل عنصر و مقدار کل عنصر در واحد طول ریشه در برگ و ریشه هر سه

www.SID.ir

Archive of SID

ژنوتیپ تره در سطح آماری یک درصد تأثیر معنی‌دار داشته‌اند.

عنصر فسفر: با افزایش شدت خشکی، غلظت فسفر، مقدار کل فسفر و مقدار کل فسفر در واحد طول ریشه در برگ کلیه گیاهان تره کاهش یافت، اما مقادیر آن ها در تره‌های میکوریزایی به طور معنی‌داری بیش تر از تره‌های غیرمیکوریزایی بود (شکل ۱). و این تأییدی است بر نتایج قبلی که قارچ‌های میکوریزا- آربسکولار باعث بهبود تغذیه فسفری گیاه میزبان می‌شوند (۱۱، ۱۲ و ۱۹). البته مقادیر متفاوت فسفر در برگ تره‌های میکوریزایی، نقش عوامل ژنتیکی را در کنترل انتقال عناصر غذایی به درون گیاه و همچنین در درون گیاه را تأیید می‌کند. مقدار فسفر در برگ تره‌های میکوریزایی شادگان بیش‌تر از سایر تره‌ها بود که نشان می‌دهد تره شادگان با سیستم ریشه‌ای ضعیف‌تر در حضور قارچ میکوریزا توانایی بیش تری در مقایسه با تره‌های میکوریزایی اصفهان و کارنتان ۲ در جذب فسفر در واحد طول ریشه دارد. حتی در سطح سوم تنش خشکی (شدیدترین سطح خشکی)، غلظت فسفر در تیمار میکوریزایی تره شادگان نسبت به نمونه غیرمیکوریزایی ۳۵ درصد افزایش یافت. نتایج مشابهی نشان داده‌اند که پاسخ رشد میکوریزایی و تغذیه فسفری در سورگوم میکوریزایی با ریشه‌های کم انشعاب بیش‌تر از سورگوم میکوریزایی با ریشه‌های انبوه‌تر است (۱۱).

در تمام سطوح خشکی، غلظت فسفر ریشه، مقدار کل فسفر ریشه و مقدار کل فسفر ریشه به ازای واحد طول ریشه در هر سه ژنوتیپ تره در حضور میکوریزا بیش‌تر از تیمار بدون میکوریزا بود (شکل ۲). در کلیه سطوح خشکی به ویژه با افزایش شدت تنش، مقدار غلظت فسفر ریشه و مقدار کل فسفر ریشه در واحد طول ریشه برای تره فرنگی میکوریزایی بیش‌تر از تره‌های میکوریزایی شادگان و اصفهان بود، اگرچه مقدار کل فسفر ریشه در تره فرنگی‌های میکوریزایی به دلیل کمتر بودن ماده خشک ریشه، در تمام سطوح خشکی کمتر از تره‌های میکوریزایی شادگان و اصفهان بود. با مقایسه مقدار کل جذب فسفر در ریشه به ازای واحد طول ریشه در تره‌های میکوریزایی و غیرمیکوریزایی به نقش حضور قارچ میکوریزا-آربسکولار در توانایی جذب بیشتر فسفر در شرایط تنش خشکی برای ژنوتیپ‌های تره ایرانی و تره فرنگی پی برده می‌شود.

فسفر به عنوان یکی از عناصر مهم غذایی در بسیاری از فعالیت‌های حیاتی درون گیاه نظیر ذخیره و انتقال انرژی، فتوسنتز، تنظیم فعالیت آنزیم‌ها و انتقال کربوهیدرات‌ها نقش مهمی ایفا می‌کند (۸). با وجود چنین نقش‌های مهمی در گیاه، غلظت فسفر در گیاه می‌تواند تعادل آبی گیاه را تحت تأثیر قرار دهد. تحقیقات بسیاری پیشنهاد نموده‌اند که قارچ‌های میکوریزا از طریق بهبود وضعیت تغذیه گیاه، مقاومت گیاه در برابر خشکی را افزایش می‌دهند، به ویژه بهبود تغذیه فسفر موجب حفظ پتانسیل آب بیش‌تر در برگ‌ها می‌گردد، حتی با وجود مقادیر بسیار منفی پتانسیل آب خاک (۱۲ و ۲۰). هیف‌های قارچ‌های میکوریزا با ترشح اسیدهای آلی و آنزیم‌های فسفاتاز موجب انحلال فسفر خاک می‌گردند (۴) و با توسعه منطقه تخلیه فسفر در اطراف ریشه گیاه (۹) و افزایش سرعت جذب فسفر، مقدار فسفر جذب شده در واحد طول ریشه و در واحد زمان (۲۲) را افزایش می‌دهند.

جدول۲- نتایج تجزیه واریانس برخی صفات مورد مطالعه

Table 2- Variance analysis of some parameters studied

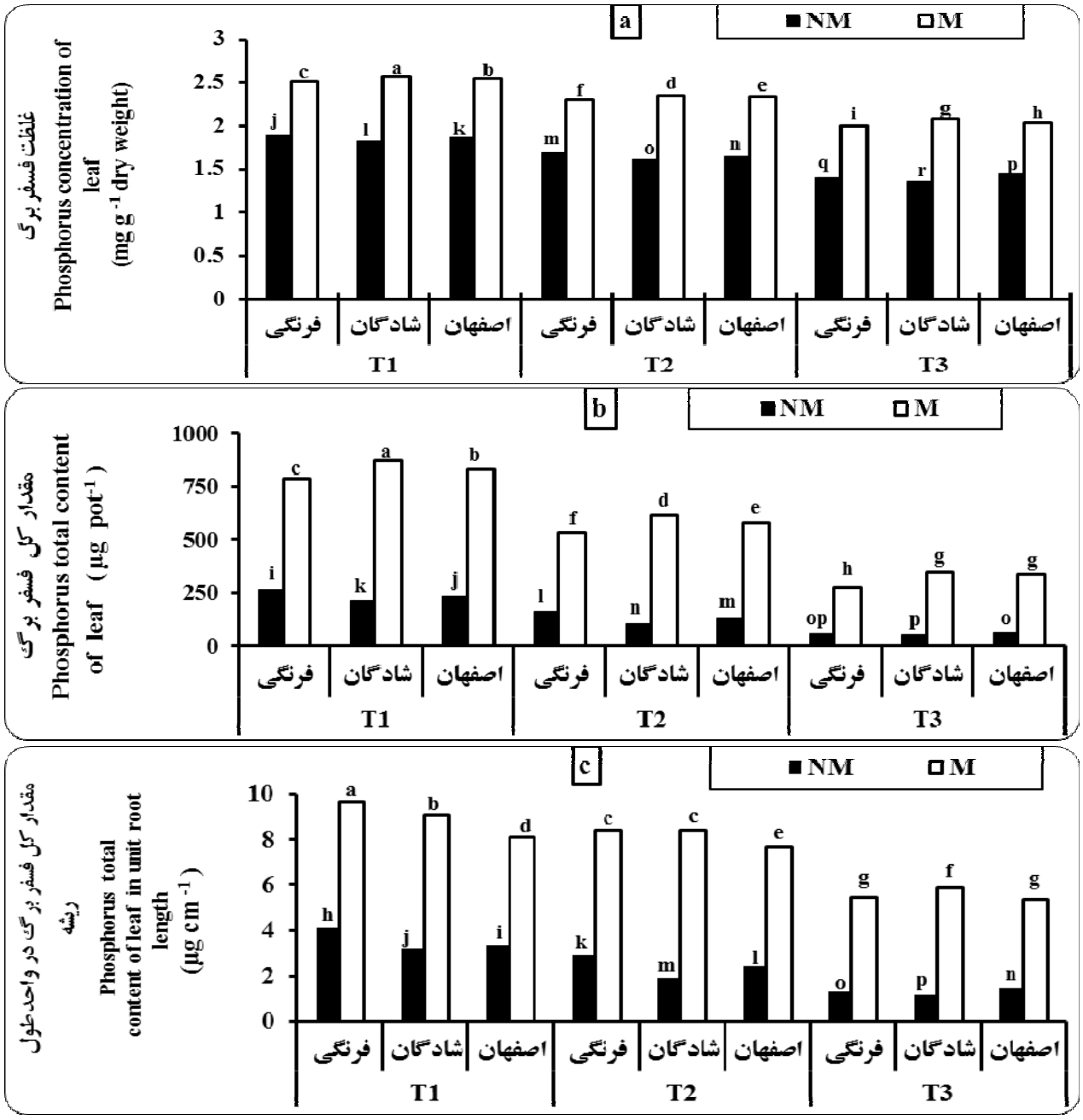
منابع تغییر(Source of variance)	درجه آزادی Degree of free	میانگین مربعات (Mean squares)		
		غلظت فسفر برگ (phosphorus concentration of leaf)	غلظت پتاسیم برگ (Potassium concentration of leaf)	غلظت کلسیم برگ (calcium concentration of leaf)
بلوک (Blok)	3	0/001**	0/605*	1/141**
تنش (Stress)	2	1/395**	735/026**	489/083**
ژنوتیپ (Genotype)	2	0/002**	11/805**	2/545**
میکوریزا (Mycorrhiza)	1	8/045**	1145/689**	729/111**
تنش× ژنوتیپ (stress× Genotype)	4	0/001**	2/126**	1/728**
تنش× میکوریزا (Stress× Mycorrhiza)	2	0/004**	0/539*	3/343**
ژنوتیپ× میکوریزا (Genotype × Mycorrhiza)	2	0/028**	43/509**	40/568**
تنش×ژنوتیپ× میکوریزا(stress× Genotype× Mycorrhiza)	4	0/001**	2/270**	6/641**
خطا (Error)	51	0/0001	0/161	0/143
ضریب تغییرات (Coefficient of variation)		0/7	1/47	2/13

**= معنی‌دار در سطح احتمال۱ درصد *= معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد ns= غیرمعنی‌دار

**= Significant at 1% levels of probability *= Significant at 5% levels of probability ns=not Significant

www.SID.ir

Archive of SID

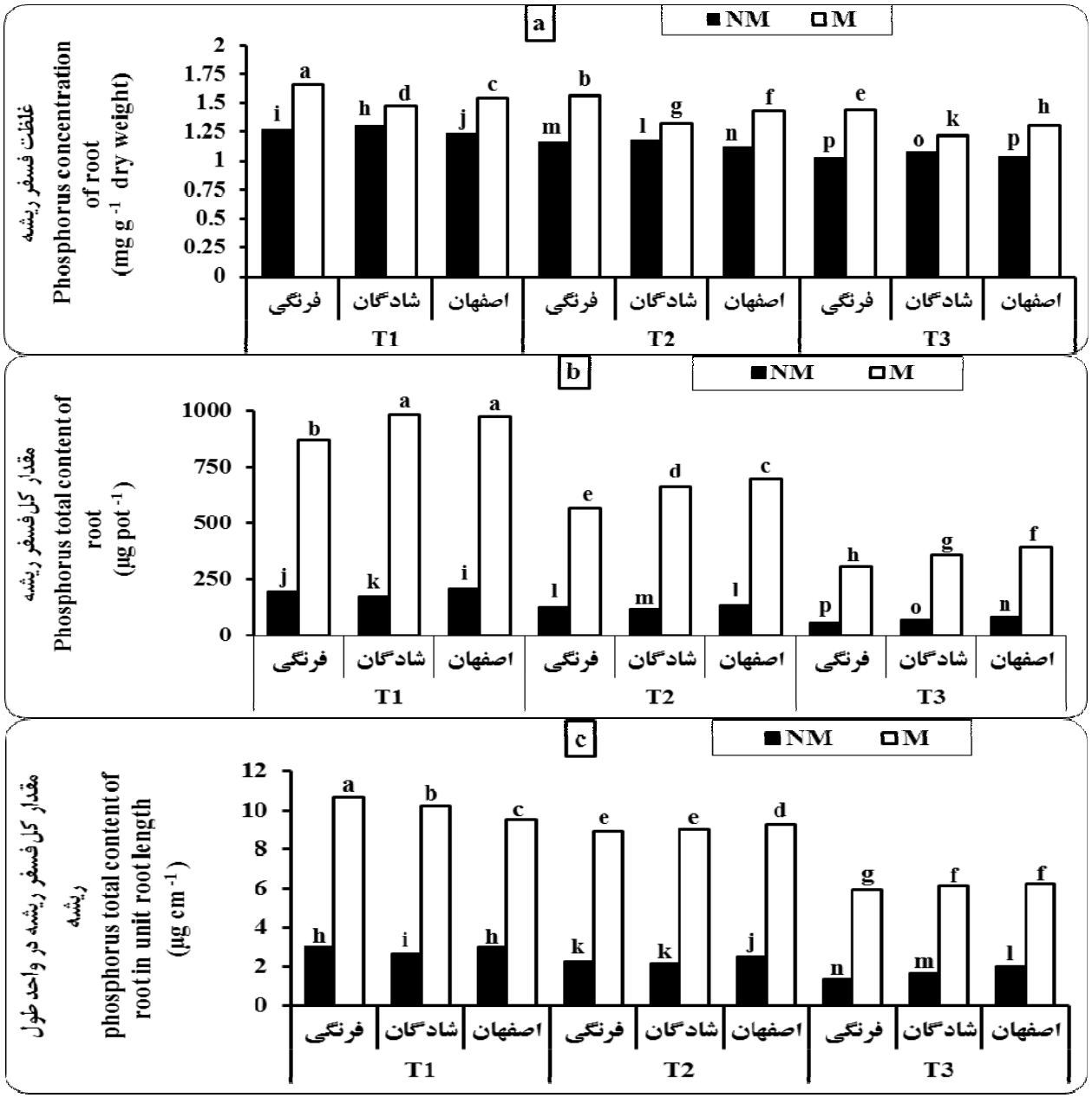


شکل ۱- غلظت فسفر برگ (a)، مقدار کل فسفر برگ (b) و مقدار کل فسفر برگ در واحد طول ریشه (c) در سه ژنوتیپ تره (فرنگی، شادگان و اصفهان) تحت سطوح تنش خشکی (T_1، T_2، T_3 به ترتیب آبیاری مجدد پس از مصرف ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد آب قابل استفاده گیاه در خاک) در حضور میکوریزا (M) و عدم حضور میکوریزا (NM).

Figure 1- phosphorus concentration of leaf (a), phosphorus total content of leaf (b) and phosphorus total content of leaf in unit root length (c) in three leek genotypes (Porrum, Shadegan and Esfahan) under drought stress levels (T_1, T_2, T_3: watering after consume, 40, 60 and 80% of available water in the soil), with mycorrhiza (M) and without mycorrhiza (NM).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- غلظت فسفر ریشه (a)، مقدار کل فسفر ریشه (b) و مقدار کل فسفر ریشه در واحد طول ریشه (c) در سه ژنوتیپ تره (فرنگی، شادگان و اصفهان) تحت سطوح تنش خشکی (T_1، T_2، T_3 به ترتیب آبیاری مجدد پس از مصرف ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد آب قابل استفاده گیاه در خاک) در حضور میکوریزا (M) و عدم حضور میکوریزا (NM).

Figure 2- Phosphorus concentration of root (a), phosphorus total content of root (b) and phosphorus total content of root in unit root length (c) in three leek genotypes (Porrum, Shadegan and Esfahan) under drought stress levels (T_1, T_2, T_3: watering after consume, 40, 60 and 80% of available water in the soil), with mycorrhiza (M) and without mycorrhiza (NM).

عنصرپتاسیم: اگرچه افزایش شدت تنش خشکی موجب افزایش معنی‌دار غلظت پتاسیم هم در برگ و هم در ریشه کلیه تیمارها گردید، اما به دلیل کاهش شدید مقدار ماده خشک برگ و ریشه گیاهان تره، مقدار کل پتاسیم در کلیه تیمارها کاهش معنی‌داری نشان داد (شکل ۳ و ۴). تحقیقات نشان داده است که عنصر پتاسیم از طریق نقش خود در تنظیم روزنه‌ای، وضعیت انرژی، توازن بار الکتریکی، تنظیم اسمزی و در نهایت کاهش تعرق، مقاومت گیاه به خشکی را افزایش می‌دهد. در گیاهان زراعی تحت شرایط تنش خشکی، در مراحل اولیه تنظیم اسمزی، انباشتگی یون پتاسیم نسبت به تولید مولکول‌های آلی از اهمیت بیش‌تری برخوردار است، زیرا

www.SID.ir

Archive of SID

تنظیم اسمزی از طریق جذب یون‌های معدنی مانند یون پتاسیم، دارای راندمان بالاتر انرژی می‌باشد (۸).

در تمام سطوح تنش خشکی، تأثیر مثبت حضور قارچ‌های میکوریزا موجب افزایش معنی‌دار غلظت و مقدار کل پتاسیم و هم‌چنین مقدار کل پتاسیم در واحد طول ریشه در برگ و ریشه تره‌های میکوریزایی نسبت به تره‌های غیرمیکوریزایی گردید (شکل ۳ و ۴). بیشترین مقدار کل پتاسیم، مربوط به تره میکوریزایی شادگان در سطح اول خشکی با میانگین ۹/۴۳ میلی‌گرم در گلدان در برگ و با میانگین ۱۶/۹ میلی‌گرم در گلدان در ریشه بود. در مورد تأثیر قارچ‌های میکوریزا بر جذب پتاسیم نتایج متفاوتی ارائه گردیده است. بعضی تحقیقات افزایش جذب (۲۳ و ۱۶)، برخی کاهش جذب و بعضی دیگر بی‌تأثیر بودن میکوریزا (۳) را گزارش کرده‌اند. به نظر می‌رسد که نتایج متفاوت ارائه شده به دلیل تأثیر عواملی همچون نوع خاک (اسیدی و قلیایی)، پ‌هاش خاک، نوع گیاه، نوع قارچ میکوریزا و دما باشد. ویو و زیا (۲۳) بیان نمودند که اثرات منفی خشکی بر گیاهان میکوریزایی از طریق افزایش باز بودن روزنه‌ها به دلیل افزایش غلظت یون پتاسیم در برگ‌ها تعدیل می‌شود.

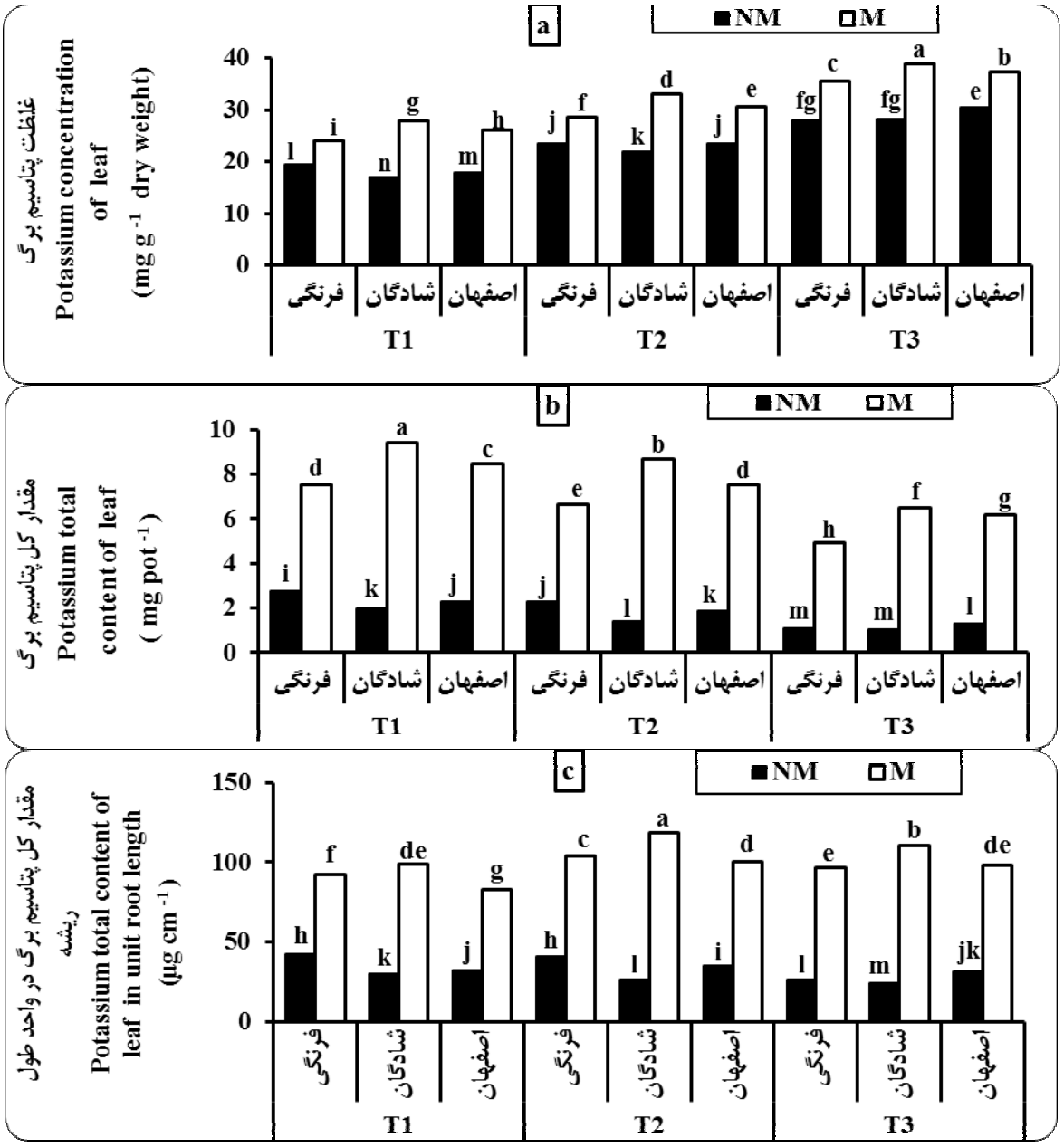
عنصر کلسیم: با افزایش شدت تنش خشکی، غلظت کلسیم، مقدار کل کلسیم و مقدار کل کلسیم در واحد طول ریشه در برگ و ریشه کلیه گیاهان تره کاهش معنی‌داری نشان داد. عنصر کلسیم، یک نقش حیاتی در تنظیم بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیکی درون گیاه ایفا می‌کند و از این طریق رشد و پاسخ‌های گیاه به تنش‌های محیطی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به عنوان مثال حرکت آب و نمک از طریق اثرات یون کلسیم در ساختار غشاء و عملکرد روزنه‌ای، تقسیم سلولی و ساخت دیواره سلولی تحت تأثیر قرار می‌گیرد (۸). اما با توجه به تحرک کم کلسیم در درون گیاه، جریان تعرق یک نقش کلیدی در تأمین کلسیم گیاه به ویژه در بخش‌های فوقانی گیاه ایفا می‌کند و در شرایط تنش خشکی به دلیل کاهش جذب آب و کاهش جریان تعرق، غلظت کلسیم در برگ‌ها کاهش می‌یابد (۱۰). تأثیر مثبت حضور قارچ‌های میکوریزا در تمام سطوح تنش خشکی، موجب افزایش معنی‌دار غلظت و مقدار کل کلسیم و همچنین مقدار کل کلسیم در واحد طول ریشه در برگ و ریشه تره‌های میکوریزایی نسبت به تره‌های غیرمیکوریزایی گردید. بیش‌ترین مقادیر کل کلسیم، مربوط به تره میکوریزایی شادگان در سطح اول تنش به ترتیب با میانگین ۹/۲ و ۱۹/۷ میلی‌گرم در گلدان در برگ و ریشه بود. با توجه به افزایش جریان تعرق و هدایت روزنه‌ای در گیاهان میکوریزایی (۲۳ و ۱۶) و نقش جریان تعرق در تحرک یون کلسیم در گیاه، غلظت کلسیم در برگ و ریشه گیاهان تره افزایش یافته است. همچنین میسلیوم‌های خارجی قارچ‌های میکوریزا-آربسکولار درون خاک اطراف ریشه گیاه پراکنده شده و با داشتن سطح ویژه بالا، عناصر غذایی مورد نیاز را جذب کرده و به ریشه گیاه میزبان انتقال می‌دهند (۱۹).

نتیجه‌گیری کلی

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، می‌توان با تلقیح قارچ‌های میکوریزا در شرایط خشکی، موجب بهبود تغذیه گیاه و افزایش جذب عناصر غذایی (فسفر، پتاسیم و کلسیم) و در نهایت کاهش اثرات منفی تنش خشکی بر رشد گیاه گردید. پاسخ ژنوتیپ‌های تره ایرانی و تره فرنگی به همزیستی میکوریزایی تحت تنش خشکی به ریخت‌شناسی ریشه بستگی داشت. تره شادگان با داشتن با ریشه‌های کم انشعاب، کوتاه و نازک (سیستم ریشه‌ای ضعیف)،رابطه همزیستی قویتری با قارچ‌های میکوریزا داشته است که در نهایت منجر به جذب بالاتر عناصر غذایی(فسفر، پتاسیم وکلسیم) در تره میکوریزایی شادگان نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر گردید و این تأییدی است بر فرضیه بیلیس حتی در شرایط تنش خشکی. همچنین می‌توان سطح اول خشکی (آبیاری مجدد پس از تخلیه ۴۰ درصد آب قابل استفاده خاک) همراه با فعالیت قارچ‌های میکوریزا را بدون اختلال در کیفیت سبزی تره، بعد از آزمایش در مزرعه و گرفتن نتایج مشابه توصیه نمود.

www.SID.ir

Archive of SID

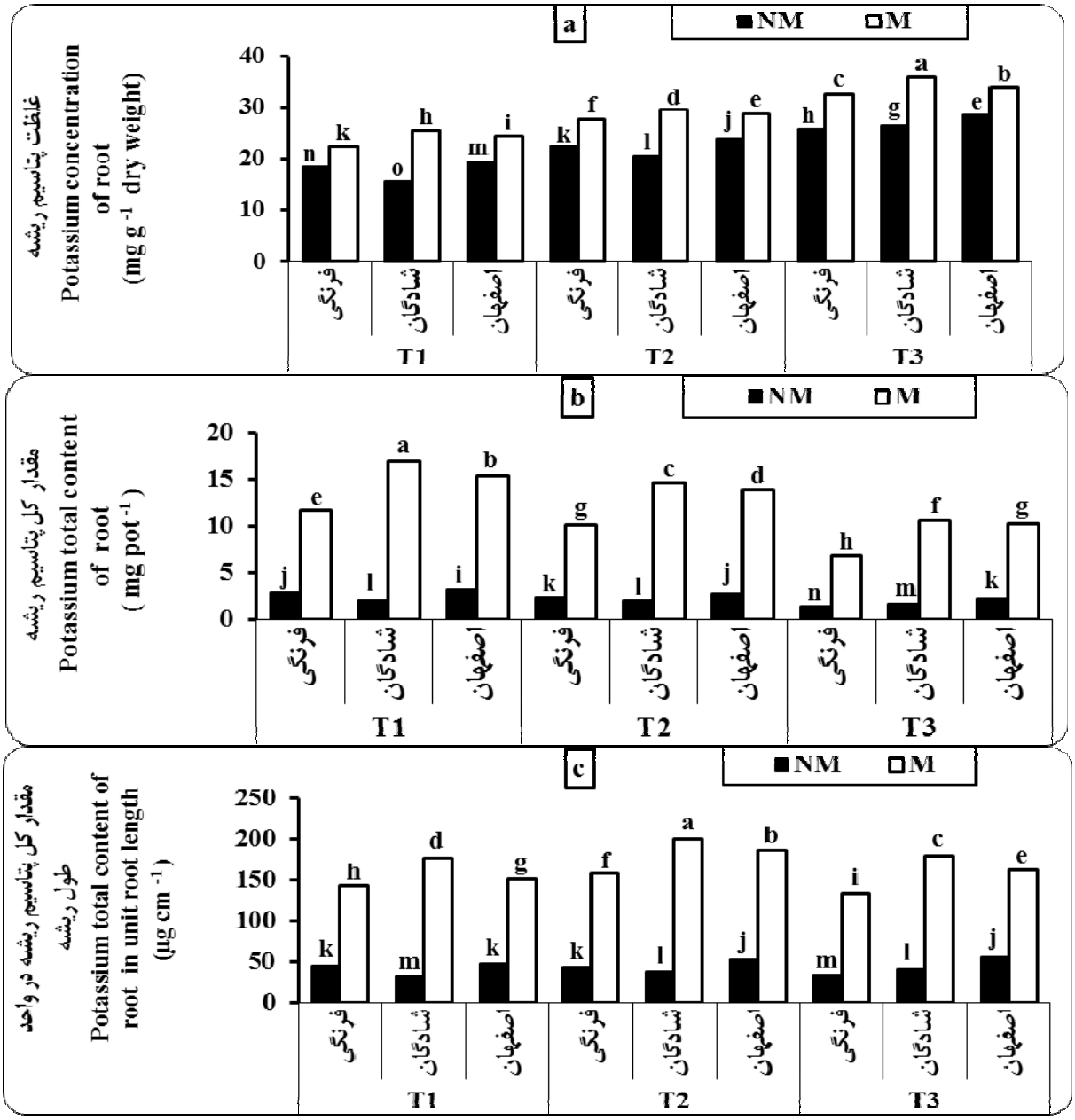


شکل ۳- غلظت پتاسیم برگ (a)، مقدار کل پتاسیم برگ (b) و مقدار کل پتاسیم برگ در واحد طول ریشه (c) در سه ژنوتیپ تره (فرنگی، شادگان و اصفهان) تحت سطوح تنش خشکی (T_1، T_2، T_3 به ترتیب آبیاری مجدد پس از مصرف ۴۰، ۶۰ و ۸۰ درصد آب قابل استفاده گیاه در خاک) در حضور میکوریزا (M) و عدم حضور میکوریزا (NM).

Figure 3- Potassium concentration of leaf (a), potassium total content of leaf (b) and potassium total content of leaf in unit root length (c) in three leek genotypes (Porrum, Shadegan and Esfahan) under drought stress levels (T_1, T_2, T_3: watering after consume, 40, 60 and 80% of available water in the soil), with mycorrhiza (M) and without mycorrhiza (NM).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ٤- غلظت پتاسیم ریشه (a)، مقدار کل پتاسیم ریشه (b) و مقدار کل پتاسیم ریشه در واحد طول ریشه (c) در سه ژنوتیپ تره (فرنگی، شادگان و اصفهان) تحت سطوح تنش خشکی (T_1، T_2، T_3 به ترتیب آبیاری مجدد پس از مصرف ٤٠، ٦٠ و ٨٠ درصد آب قابل استفاده گیاه در خاک) در حضور میکوریزا (M) و عدم حضور میکوریزا (NM).

Figure 4- Potassium concentration of root (a), potassium total content of root (b) and potassium total content of root in unit root length (c) in three leek genotypes (Porrum, Shadegan and Esfahan) under drought stress levels (T_1, T_2, T_3: watering after consume, 40, 60 and 80% of available water in the soil), with mycorrhiza (M) and without mycorrhiza (NM).

منابع

1- Alizadeh O., and Alizadeh A. 2007. Mycorrhizal effects on nutrient uptake of maize under different soil moisture. Journal of Agricultural Sciences, 3(1): 101-108. (in Persian).

2- Alizadeh-Uskoee P., Aliasgharzadeh N., Shariatmadari H., Asgharzadeh A., and Baghban Siroos SH. 2009. The effect of two species of arbuscular mycorrhizal fungi in reducing the toxicity of cadmium in tomato plants with

www.SID.ir

Archive of SID

different levels of phosphorus. Journal of Soil Research (Journal of Soil and Water), 23(2): 217-228. (in Persian).
3- Balys G. 1975. The magnolioid mycorrhiza and mycotrophy in root systems derived from it. In: Endomycorrhiza (Eds Sanders F. E., Moss, B. and Tinker, P. B.). Academic Press London, 373- 389.
4- Bolan N.S. 1991. A critical review on the role of mycorrhizal fungi in the uptake of phosphorus by plants. Plant and Soil, 134:189-207.
5- Fitter A.H. 1989. An ecological flora. Bulletin of British Ecological Society, 20: 199-200.
6- Goicoechea N., Antolín M.C ., and Sánchez-Diaz M. 1997. Gas exchange is related to the hormone balance in mycorrhizal or nitrogen-fixing alfalfa subjected to drought. Physiologia Plantarum, 100: 989-997.
7- Kaya C., Ashraf M., Sonmez O., Aydemir S., Levent-Tuna A., and Cullu M.A. 2009. The influence of arbuscular mycorrhizal colonisation on key growth parameters and fruit yield of pepper plants grown at high salinity. Scientia Horticulturae, 121(1-2): 1-6.
8- Hu Y., and Schmidhalter U. 2005. Drought and salinity: A comparison of their effects on mineral nutrition of plants. Journal of Plant Nutrition, 168: 541–549.
9- Li X.L., George E., and Marschner H. (1991). Extension of the phosphorus depletion zone in VA mycorrhizal white clover in a calcareous soil, Plant Soil 136:41-48.
10- Maksimovic I.V., Kastori R.R., Petrovic N.M., Kovacev L.M., and Sklenar P.S. 2003. The effect of water potential on accumulation of some essential elements in sugarbeet leaves (*Beta vulgaris ssp. vulgaris*). Proceedings for Natural Sciences, Matica Srpska, 104:39-50.
11- Nadian H. 2011. Effect of drought stress and mycorrhizal symbiosis on plant growth and P uptake by two sorghum genotypes different in their root morphology. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources (Water and Soil Sciences), 57: 25-37. (in Persian).
12- Nelson C.E., and Safir G.R. 1982. Increased drought tolerance of mycorrhizal onion plants caused by improved phosphorus nutrition. Planta, 154: 407-413.
13- Nem Pal Singh A., Bhardvaj K., Kumar A., and Singh K. M. 2007. Modern technology of vegetable production. (Translator: Farhad farah vash and Mohammad Mobsher). Islamic Azad University of Tabriz. Tabriz.
14- Philips J.M., and Hayman D.S. 1970. Improved procedures for cleaning roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. Transactions of the British Mycological Society, 55:158-161.
15- Ruiz-Lozano J.M., and Azcon R. 1995. Hyphal contribution to water uptake in mycorrhizal plants as affected by the fungal species and water status. Physiol Plant, 95: 472-478.
16- Ruiz-Lozano J.M., Azcon R., and Gomez M. 1995. Effects of Arbuscular-Mycorrhizal Glomus Species on Drought Tolerance: Physiological and Nutritional Plant Responses. Applied and Environmental Microbiology, 61(2): 456–460.
17- Schûbler A., Schwarzott D., and Walker C. 2001. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. Mycological Research, 105(12): 1413- 1421.
18- Smith S.E. 1982. Inflow of phosphate into mycorrhizal and non-mycorrhizal plants of Trifolium subterraneum at different levels of soil phosphate. New Phytologist, 90: 293-303.
19- Smith S.E., and Read D. 2008. Mycorrhizal Symbiosis. Third Edition. Academic Press. San Diego. California, USA, pp769.
20- Subramanian K.S., Santhanakrishnan P., and Balasubramania P. 2006. Response of field grown tomato plants to arbuscular mycorrhizal fungal colonization under varying intensities of drought stress. Scientia Horticulturae, 107: 245–253.
21- Tennant D. 1975. A test of a modified line intersect method of estimating root length. Journal of Ecology, 63(3): 995-1001.
22- Tinker P.B., Johns M.D., and Durall D.M. 1992. A functional comparison of Ecto and Endo- Mycorrhizas. CAB Int wellingford UK, 303-310.
23- Wu Q.S. and Xia R.X. 2006. Arbuscular mycorrhizal fungi influence growth, osmotic adjustment and photosynthesis of citrus under well-watered and water stress conditions. Journal of Plant Physiology, 163: 417-425.

www.SID.ir

Archive of SID

Journal of Water and Soil
Vol. 29, No. 1, Mar.-Apr. 2015, p. 198-209

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۹، شماره ۱، فروردین –اردیبهشت ۱۳۹۴، ص. ۲۰۹-۱۹۸

Influence of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Drought Stress on Some Macro Nutrient Uptake in Three Leek Genotypes with Different Root Morphology

N. Ghasem Jokar[1*]- H. Nadian[2]- B. Khalili Moghaddam[3]- M. Heidary[4]- M.H. Gharineh[5]

Received: 08-03-2014
Accepted: 25-01-2015

Introduction: Drought stress is one of the main problems in agricultural productions in arid and semiarid regions such as Iran. Lack of water influences on most of plant physiological processes such as photosynthes, cellular development and uptake and transmission of nutrients in plants. Some approaches such as selection of resistance cultivars to drought stress, and selection of dripped irrigation have been applied in order to increase the irrigation efficiency. In recent years, biological approaches such as mycorrhizal symbiosis have been used to alleviate the detrimental effects of drought stress. Mycorrhizal symbioses increase the absorption of nutrients, especially phosphorus, and reduce the adverse effects of environmental stresses. It can also improve the host plant growth and yield. The percentage of mycorrhizal dependency of host plants depends on different environmental factors (such as light intensity, temperature, soil conditions), as well as morphological and physiological characteristics of plants. 1n 2010, a greenhouse pot experiment was conducted at University of Agriculture and Natural Resources Ramin. The effect of mycorrhizal inoculation on root morphology of three leek genotypes and uptake of phosphorous, calcium and potassium in shoot and root were studied.

Materials and Methods: The experiment was conducted in a completely randomized design consisting of a 3×3×2 factorial combination. Experimental factors included three levels of soil moisture (40, 60 and 80% of available water in the soil), two mycorrhizal status (with and without fungus *Glomus intraradices*) and three leek genotypes including: Shadegan (with low root branching, short and thin root length), Esfahan (with abundant root branching and long root length) and Porrum (with low root branching, short and thick root length). The treatments were replicated four times. The soil was autoclaved at 121°C and15 PSI for 15 minutes and gently packed into PVC pots, 200 mm long and 150 mm in diameter. Leek seeds were sterilized with sodium hypochlorite (NaOCl) solution (10%) for 20 min. Two hundred grams of inoculum (spore, hyphae, mycorrhizal clover of root fragments and soil) were placed in deep of plant root. Each pot received 10 cm^{-3} nutrients solution, free of P weekly. Plants equally watered for one mounth then, drought stresses were applied. Leeks were harvested 12 weeks after planting. Sub-samples of roots were taken for determination of root length were cleared in 10% (w/v) KOH solution and then were stained with trypan blue and root colonization was studied using modified Phillips & Hayman. The colonized root length was determined by binocular and gridline intersect method of Tennant. Phosphorus concentrations were measured by the method of colorimetery with a spectrophotometer. Potassium and calcium concentrations were determined by flame photometer and titration with vercin (Ethylene diamine tetra acetic acid: EDTA), respectively. The statistical analysis was performed using MSTAT-C statistical software and means were compared by Duncan's multiple range test at the significance level of $P<0.05$.

Results and Discussion: The results showed that the total content of phosphorus, potassium and calcium was reduced with increasing drought stress. The concentrations of phosphorus, potassium and calcium in root and leaves of three genotypes were different depending on genotype, morphological root characteristics of leeks. At all drought stress levels, the concentration and total content of three elements were greater in mycorrhizal treatments compare to non- mycorrhizal treatments. At all drought stress levels, the total content of three elements in unit root length were greater in mycorrhizal treatments compare to non- mycorrhizal treatments because of Mycorrhizal colonization significantly increased leeks root length and root dry weight in all drought stress levels. The results also revealed that Shadegan genotype with weak root system had high dependency on

1, 2, 3- MSc Graduate, Associate Professor and Assistant Professor of Soil Science Department, Ahvaz -Ramin University of Agriculture and Natural Resources, Respectively
(*- Corresponding Author Email: nastaran_ghasemjokar@yahoo.com)
4- Assistant Professor of Horticulture Department, Ahvaz -Ramin University of Agriculture and Natural Resources
5- Associate Professor of Agronomy Department, Ahvaz -Ramin University of Agriculture and Natural Resources

www.SID.ir

Archive of SID

Glomus intraradices that ultimately led to a higher uptake of nutrients. These findings supported the Baylis's hypothesis even in drought stress condition

Conclusion: Clearly, the results of this study indicated that mycorrhizal fungi inoculation improved the nutritional status of leeks and the negative effects of drought stress were reduced by increasing the absorption of phosphorus, potassium and calcium. leek genotypes response to mycorrhizal symbiosis under drought stress was related to root morphology. Shadegan genotype with low root branching and short and thin root length (weak root system) had stronger symbiotic relationship with mycorrhizal fungi compared to the other genotypes which has ultimately led to a higher uptake of nutrients (phosphorus, potassium, calcium) in mycorrhizal Shadegan leeks.

Keywords: Drought stress, Mycorrhiza, Leek

www.SID.ir