دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال نهم، شماره سی، ۱۳۹۶

بررسی اثر قارچ میکوریزا آربسکولار بر رشد رویشی و جذب عناصر غذایی سه رقم سیب *Malus domestica* Borkh. ("رد دلیشز"، "گلدن دلیشز" و "استارکینگ")

مریم دهستانی اردکانی[۱]، زینب محاسدت[۲]، کاظم کمالی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۹/٤ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۲/۲

چکیده

تحقیق حاضر با هدف بررسی تأثیر قارچ میکوریزا آربسکولار بر صفات رویشی و جذب عناصر غذایی در دانهال‌های سه رقم سیب، به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در هشت تکرار اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل چهار سطح میکوریزا (صفر، ۷۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ گرم در هر گلدان) و سه رقم سیب ("رد دلیشز"، "گلدن دلیشز" و "استارکینگ") بود. صفات مورد بررسی شامل سطح برگ، تعداد برگ، ارتفاع و قطر نهال، وزن تر و خشک برگ، کلروفیل a و b، غلظت و جذب عناصر فسفر، ازت، روی و مس بود. بر اساس نتایج به دست آمده، کاربرد میکوریزا آربسکولار در محیط رشد دانهال‌های سیب، منجر به افزایش معنی‌دار ارتفاع دانهال‌ها، قطر ساقه، سطح برگ، تعداد برگ و همچنین میزان کلروفیل a و b نسبت به شاهد شد. تلقیح با قارچ میکوریزا در غلظت نیتروژن برگ تاثیر معنی‌دار نشان نداد و منجر به کاهش فسفر در نهال‌های سیب شد، اما جذب نیتروژن و فسفر در برگ نمونه‌های تیمار شده نسبت به شاهد افزایش یافت. با کاربرد قارچ میکوریزا، محتوای آهن و روی برگ‌ها کاهش یافت. بالاترین میزان جذب آهن و روی در رقم "رد دلیشز" تیمار شده با ۷۰ گرم میکوریزا در هر گلدان به دست آمد. بر اساس نتایج حاصله به نظر می‌رسد که کاربرد ۷۰ گرم میکوریزا در هر گلدان تاثیر بیشتری بر رشد دانهال‌های هر سه رقم سیب داشته است. بنابراین در مورد دانهال‌های سیب این مقدار توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی : تغذیه،فسفر، کلروفیل، کود زیستی، عملکرد

دهستانی اردکانی، م.، ز. محاسدت و ک. کمالی. ۱۳۹٦. بررسی اثر قارچ میکوریزا آربسکولار بر رشد رویشی و جذب عناصر غذایی سه رقم سیب *Malus domestica* Borkh. ("رد دلیشز"، "گلدن دلیشز" و "استارکینگ"). مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۰: ۲۰٤-۱۹۲.

۱- استادیار گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان، اردکان، ایران. مسئول مکاتبات. پست الکترونیک mdehestani@ardakan.ac.ir

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم باغبانی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه اردکان، اردکان، ایران

۳- استادیار گروه گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه یزد، یزد، ایران

مقدمه

سیب با نام علمی *Malus domestica* Borkh. از تیره گلسرخیان (Rosaceae) بوده و از جمله گیاهان مهم مناطق معتدله بشمار می‌آید(آنونیموس، ۲۰۰۸). سیب، بر اساس آخرین آمار وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۲، مهم‌ترین تولید باغی کشور است. در این گزارش آمده است که میزان تولید از ۲۸۵٤ هزار تن در سال ۱۳۸۸ به ۳۰۵۰ هزار تن در سال ۱۳۹۲ رسیده است که رشد سالانه ۷/۱ درصد را نشان می‌دهد (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۲).

طی دهه‌های اخیر مصرف نهاده‌های شیمیایی در اراضی کشاورزی موجب معضلات زیست محیطی زیادی از جمله آلودگی منابع آب، افت کیفیت محصولات کشاورزی و کاهش میزان حاصلخیزی خاک‌ها گردیده است. کشاورزی پایدار بر پایه مصرف کودهای زیستی با هدف حذف یا تقلیل چشمگیر در مصرف نهاده‌های شیمیایی، یک راه حل مطلوب جهت غلبه بر این مشکلات به شمار می‌آید (درزی و همکاران، ۱۳۸۷). کاربرد قارچ‌های میکوریزا از جمله راهکارهای مناسب در توسعه کشاورزی پایدار می‌باشد. قارچ های میکوریزا آربسکولار نقش مهمی در بهبود تغذیه و رشد گیاهان دارند این قارچ‌ها با داشتن شبکهٔ هیفی گسترده و افزایش سطح و سرعت جذب ریشه، کارایی گیاهان را در جذب آب و عناصر غذایی به ویژه عناصر کم تحرک مانند فسفر، روی، مس افزایش داده و باعث بهبود رشد آنها می‌گردند (بومسما و وین، ۲۰۰۸).

قارچ‌های میکوریزایی، نقش عمده‌ای در ریزوسفر دارند، زیرا به عنوان پیوندی مهم در تبادل مواد مغذی بین گیاه و خاک عمل می‌کنند. این قارچ‌ها در این فرآیند، علاوه بر تغذیه گیاه ثبات خاک را بهبود می‌بخشند (امیدی، ۱۳۸۱). این قارچ‌ها دارای رابطه همزیستی با ریشه اغلب گیاهان زراعی و باغی بوده و از طریق افزایش جذب عناصر غذایی مانند فسفر و برخی عناصر کم مصرف، افزایش جذب آب، کاهش تأثیر منفی تنش‌های محیطی و افزایش مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا، موجب بهبود در رشد و عملکرد گیاهان میزبان در سیستم‌های کشاورزی پایدار می‌شوند (بومسما و وین، ۲۰۰۸). باقری و شمشیری (۱۳۹۰) اثر دو گونه قارچ میکوریزا آربسکولار *Glomus intraradices* و *G. mosseae* بر میزان رشد دو رقم پسته اهلی بادامی ریز زرند و قزوینی را بررسی کردند. در این پژوهش همه عوامل رشدی تحت تاثیر نوع قارچ و تنش خشکی قرار گرفت و افزایش صفات رشدی نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد. در نتایج به دست آمده مشخص شد که استفاده از میکوریزا به تنهایی می‌تواند رشد گونه پسته *Pistacia lentiscus* را در مناطق نیمه خشک بهبود بخشد.

نتایج پژوهش کلارک و زتو (۲۰۰۰) نشان داد که میکوریزا تمام ویژگی‌های رشد رویشی نهال پسته (ارتفاع ساقه، قطر ساقه، سطح برگ، وزن خشک ساقه و ریشه) را نسبت به گیاه غیر میکوریزا افزایش می دهد و از مهمترین اثرات میکوریزا اثر بر جذب مواد غذایی از جمله نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک است. آقابابایی و رئیسی (۱۳۹۰) اثر همزیستی میکوریزا بر بادام را بررسی کردند، نتایج به دست آمده نشان داد که همزیستی با قارچ میکوریزا باعث کاهش غلظت نیتروژن در اندام‌های هوایی و هم اندام‌های زیرزمینی بادام شده است. به طور کلی در جذب عناصر غذایی متحرک مانند نیتروژن نسبت تبخیر و تعرق و حرکت توده‌ای نقش بسیار مهمی دارد و هر قدر این نسبت بزرگ‌تر شود، این عناصر به میزان بیشتری جذب گیاه می‌شوند ولی در جذب عناصر غیر متحرک مانند فسفر و روی ویژگی ریشه گیاه مانند سرعت رشد طولی ریشه، سرعت جذب عناصر توسط ریشه، طول کل ریشه و سطح جذب ریشه موثر است. همچنین آنها نشان دادند که حضور قارچ میکوریزا غلظت فسفر را در ریشه و اندام های هوایی ژنوتیپ‌های بادام افزایش می دهد. دات و همکاران (۲۰۱۳) نیز نشان دادند که کاربرد میکوریزا باعث بهبود شاخص های بهره‌وری رشد نهال زردآلو می‌گردد. در بررسی های کائو و همکاران (۲۰۱۳) با کاربرد گونه های مختلف میکوریزا در محیط های کشت متفاوت، بیشترین تعداد برگ، ارتفاع ساقه و وزن خشک ریشه در محیط کشت حاوی میکوریزا، خاکستر آندزیت و کمپوست به دست آمد. نتایج به دست آمده نشان داد که تلقیح میکوریزا موجب افزایش مقدار وزن خشک ساقه و ریشه، در مقایسه با گیاهان غیر میکوریزی می‌شود. مطالعات محدودی در خصوص به کارگیری عوامل به زراعی مانند استفاده از کودهای زیستی جهت بهبود رشد و جذب مواد غذایی سیب صورت گرفته است. با توجه به خصوصیات خاک‌های آهکی ایران، جذب و ذخیره بسیاری از مواد غذایی مانند آهن، فسفر و سایر عناصر در بافت‌های گیاهی بسیار محدود می‌باشد. لذا استفاده از سیستم‌های همیاری گیاه و باکتری می‌تواند نتیجه مطلوبی در رشد نهال‌های سیب داشته باشد. هدف از پژوهش حاضر، بررسی اثرات قارچ میکوریزا بر بهبود صفات رشدی و جذب عناصر غذایی در خاک‌های آهکی و تعیین بهترین میزان کاربرد میکوریزا در دانهال‌های سیب بود.

مواد و روش ها

تحقیق حاضر در حومه شهرستان اقلید در منطقه‌ای با عرض جغرافیایی ٥٦′ و ٣٢° شمالی، طول جغرافیایی ١٣′ و ٥٩°

شرقی و ارتفاع ۲۱۵۸ از سطح دریا با همکاری جهاد کشاورزی شهرستان در بهار و تابستان ۱۳۹۳ به اجرا در آمد و بخش آزمایشگاهی در آزمایشگاه آب و خاک و آزمایشگاه خاک آزما انجام شد. آزمایش به صورت کرت های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل دو تیمار و ۸ تکرار بود. تیمارها شامل رقم سیب در سه سطح ("رد دلیشز"، "گلدن دلیشز" و "استارکینگ") و قارچ میکوریزا آربسکولار در چهار سطح (صفر، ۷۰ ، ۱۰۰، ۱۲۰ گرم در هر گلدان) بودند.

به منظور بررسی مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده، از عمق صفر تا سی سانتی‌متری خاک منطقه در چند نقطه، نمونه‌برداری صورت گرفت. سپس نمونه‌ها مخلوط و در نهایت یک نمونه واحد به آزمایشگاه ارسال گردید. بر اساس نتایج به دست آمده از بررسی آزمایشات خاک، مطابق جدول یک، بافت خاک مورد آزمایش، لومی شنی ارزیابی گردید.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش

pH	Ec	N	Mn	Cu	Zn	Fe	P	K	٪			Texture بافت خاک
	$ds.m^{-1}$	%	ppm									
۷/۳۸	۳/٦	۰/۰٤	۲/٤	۰/۱۲	۰/۳٤	۰/٦	۹/۵	۱۵۸	٦۸/۸	۲۸/٤	۲/۸	لومی شنی

تهیه خاک و خرید نهال بذری سیب سه رقم "رد دلیشز"، "گلدن دلیشز" و "استارکینگ" از نهالستان عابدینی (خنجشت اقلید) که مورد تایید موسسه تحقیقات، بذر و نهال وزارت جهاد کشاورزی است در فروردین ماه ۱۳۹۳ انجام شد. نهال‌ها به صورت دستی و هر نهال در یک گلدان پلاستیکی به طول ٤۵ و قطر دهانه ۲۵ سانتیمتر با خاک منطقه با بافت لومی-شنی کاشته شد. فاصله هر گلدان از هم ۳۰ سانتیمتر و فاصله تکرارها ۰/۵ متر بود. نهال‌ها در اواخر فروردین ماه در گلدان کشت و به مدت دو هفته جهت استقرار کامل و تعیین درصد گیرایی نهال در محیط گلخانه نگهداری شدند، سپس در فضای آزاد با شرایط طبیعی نور و دما (بارندگی صفر، حداکثر دما ۳۵ درجه سانتیگراد و حداقل ٤ درجه سانتیگراد) قرار گرفتند. قارچ میکوریزا آربسکولار از شرکت فن‌آوری زیستی مهر آسیا خریداری و به میزان صفر، ۷۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ گرم در هر گلدان در سه رقم موجود با خاک گلدان در محدوده ریشه در ۸ تکرار مخلوط گردید. در تمامی ارقام شاهد بدون هیچ تیمار کودی در ۸ تکرار در نظر گرفته شد. تیمارها در اواخر اردیبهشت و پس از استقرار کامل نهال‌ها اعمال گردید و نمونه‌گیری ۹۰ تا ۱۲۰ روز پس از اعمال تیمارها انجام گرفت. بلافاصله پس از کاشت، آبیاری گلدان‌ها به میزان نیم لیتر در هرگلدان انجام شد. آبیاری در طی دوره تحقیق در دورهای ۳، ۵ و ۷ روزه با توجه به شرایط محیطی انجام شد. جهت مبارزه با آفت کنه در دو مرحله آلودگی با مشاهده آفت اقدام به سمپاشی توسط سم انویدور (۰/۵ در هزار) شد. مبارزه با علف‌های هرز در هر گلدان به صورت دستی و بدون استفاده از سموم علف‌کش صورت گرفت. نهایتا ۹۰ تا ۱۲۰ روز پس از اعمال تیمار، نمونه برداری‌ها با در نظر گرفتن موقعیت برگ‌ها، از برگ‌های میانی انجام شد. متغیرهای مورد بررسی در این تحقیق که مورد ارزیابی و اندازه گیری قرار گرفتند شامل: سطح برگ، تعداد برگ، میزان کلروفیل a و b، ارتفاع و قطر نهال، وزن تر و خشک برگ، اندازه‌گیری عناصر غذایی ماکرو (ازت و فسفر) و عناصر میکرو (روی، مس) بود. در پایان دوره رشد رویشی، صفات رویشی اندازه‌گیری شد.

تعداد برگ‌های دانهال‌ها به طور جداگانه در اواخر مرداد ماه در انتهای مرحله رشد رویشی و قبل از نمونه‌گیری شمارش و ثبت گردید. سطح برگ نیز به وسیله دستگاه Leaf Meter Area (مدل Win Area UT-11) اندازه‌گیری شد.

در آخر فصل رشد، اوایل مهرماه با توجه به توقف رشد رویشی دانهال‌ها، ارتفاع نهایی آنها با استفاده از شاخص ۲ متری اندازه‌گیری شد. قطر نهایی دانهال‌ها نیز با کولیس در ۲۰ سانتیمتری از سطح خاک، بالاتر از محل پیوندک اندازه‌گیری شد.

تعداد شاخساره‌ها نیز در هر نهال شمارش گردید و با استفاده از خط کش طول شاخساره‌ها یادداشت شد.

جهت اندازه‌گیری وزن خشک برگ بلافاصله بعد از نمونه-برداری، برگ‌ها به آزمایشگاه انتقال داده شدند و پس از شستشو بلافاصله خشک و وزن تر اندازه گیری شد. سپس نمونه‌ها داخل پاکت جداگانه گذاشته و داخل آون ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ٤٨ ساعت قرار داده شد. در نهایت نمونه‌های خشک شده از آون بیرون آورده شده و وزن خشک برگ نیز به طور جداگانه با ترازوی با دقت یک صدم اندازه‌گیری شد (نادریان فر و همکاران، ١٣٩٤).

برای اندازه‌گیری کلروفیل a و b بلافاصله بعد از نمونه-برداری، نمونه‌ها به آزمایشگاه انتقال داده شد، مقدار نیم گرم از برگ‌های جوان را در هاون چینی ریخته، سپس با استفاده از نیتروژن مایع آن را خرد کرده و به خوبی له نموده، سپس ۲۰ میلی لیتر استن ۸۰٪ استفاده شد. برای سنجش محتوی کلروفیل برگ‌ها از روش آرنون (١٩٤٩) استفاده شد.

برای اندازه‌گیری عناصر مس و روی از دستگاه جذب اتمی(مدل Varian Spectra AA 220FS) استفاده گردید (والینگ و همکاران، ۱۹۸۹). برای اندازه‌گیری ازت از روش تیتراسیون بعد از تقطیر استفاده شد. که با دستگاه دستی میکرو کجلدال (مدل V40) انجام شد. آمونیم حاصل از عمل هضم در محیط قلیایی و به کمک حرارت تقطیر شده و در ظرف حاوی اسید بوریک در حضور معرف جمع‌آوری و با اسید سولفوریک تیتر گردید و مقدار ازت کل با استفاده از رابطه یک بدست آمد (امامی ١٣٧٥).

رابطه (۱) $N(\%) = 0.56t(a-b)(v/w)(100/D.m)$

t : غلظت اسید مصرفی جهت تیتراسیون (مول در لیتر)

a : میزان اسید مصرفی جهت نمونه (میلی متر)

b : میزان اسید مصرفی برای شاهد (میلی متر)

V : حجم نمونه گیاه

w : وزن نمونه گیاه جهت هضم (گرم)،

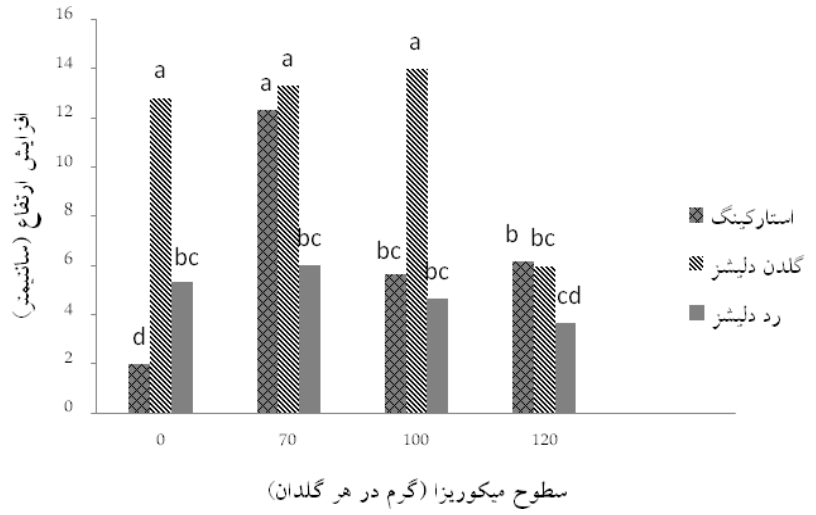
D.m : درصد ماده خشک گیاه

برای اندازه‌گیری میزان فسفر در عصاره‌ها از روش اسید آسکوربیک استفاده شد و مقدار فسفر عصاره‌ها به کمک رنگ سنجی و با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل Clement) تعیین شد (اولسن و سامرز، ۱۹۸۲). داده‌ها مورد تجزیه آماری قرار گرفتند مقایسه میانگین ها با نرم افزار MSTAT-C و آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

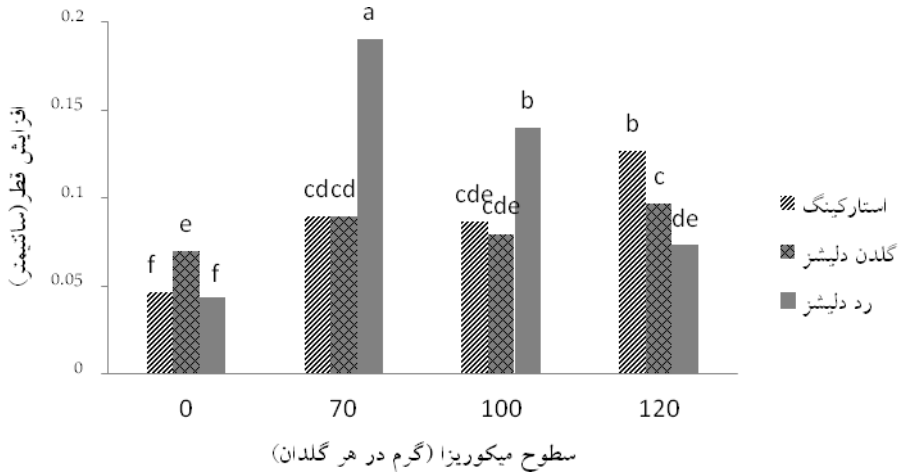
افزایش ارتفاع، قطر، تعداد و سطح برگ دانهال‌های سیب:

مطابق شکل یک ارقام "گلدن دلیشز" و "استارکینگ" افزایش ارتفاع بیشتری نسبت به رقم "رد دلیشز" نشان دادند. بالاترین میانگین افزایش ارتفاع دانهال در رقم "گلدن دلیشز" با سطوح ۰، ۷۰ و ۱۰۰ گرم میکوریزا و همین طور در رقم "استارکینگ" با ۷۰ گرم میکوریزا به دست آمد (شکل ۱). بیشترین میزان افزایش قطر ساقه‌ها نیز در تیمار ۷۰ گرم میکوریزا و رقم "رد دلیشز" مشاهده شد (شکل ۲). به طور کلی افزایش قطر در هر سه رقم در تیمارهای شاهد نسبت به دانهال‌هایی که با قارچ میکوریزا تیمار شده بودند کمتر بود (شکل ۲).



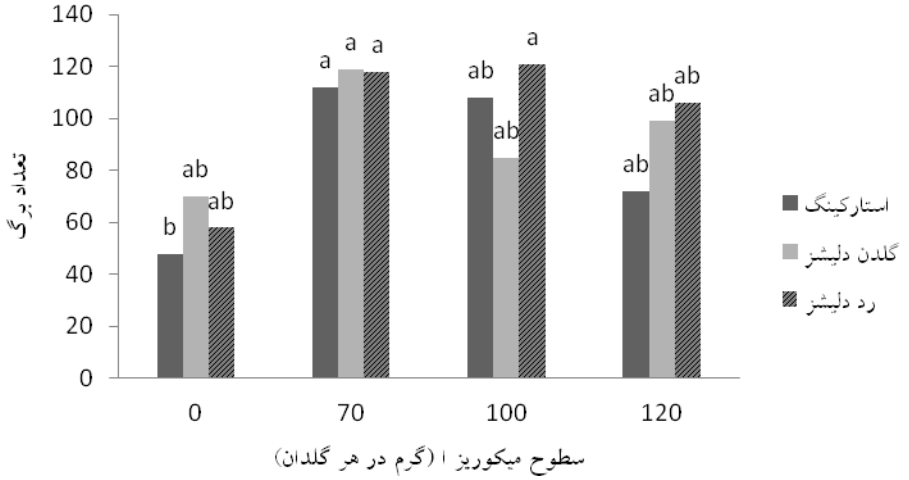
شکل۱- اثر متقابل رقم و سطوح مختلف میکوریزا بر ارتفاع دانهال‌های سه رقم سیب

(ستون‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد به روش دانکن می باشند)

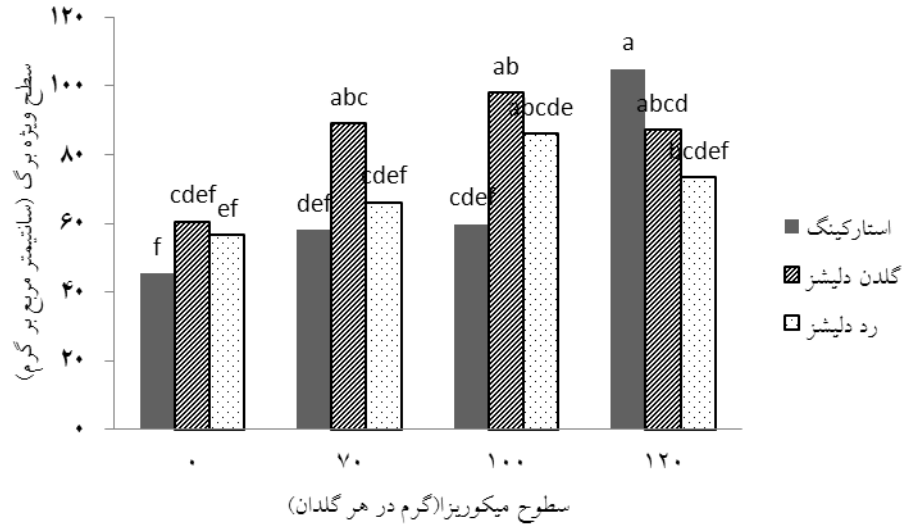


شکل۲- اثر متقابل رقم و سطوح مختلف میکوریزا بر افزایش قطر ساقه دانهال‌های سه رقم سیب
(ستون‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد به روش دانکن می باشند)

مطابق شکل ۳ بالاترین میانگین تعداد برگ در هر سه رقم با سطح ۷۰ گرم میکوریزا در هر گلدان و همین طور در رقم "رد دلیشز" با ۷۰ و ۱۰۰ گرم میکوریزا در گلدان به دست آمد. بیشترین سطح برگ در رقم "گلدن دلیشز" و تیمار ۱۰۰ گرم میکوریزا در هر گلدان مشاهده شد و کمترین میانگین در تیمار شاهد و رقم "استارکینگ" حاصل شد (شکل ٤).



شکل۳- اثر متقابل رقم و سطوح مختلف میکوریزا بر تعداد برگ دانهال‌های سه رقم سیب
(ستون‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد به روش دانکن می باشند)



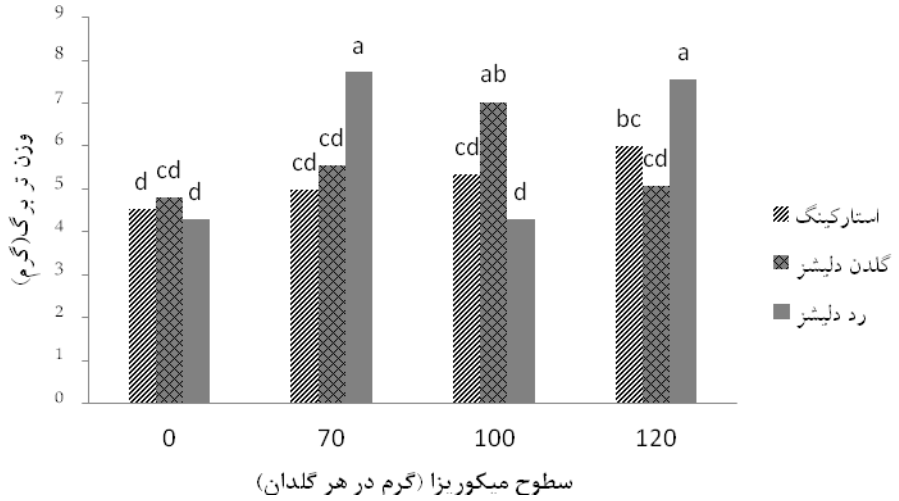
شکل٤- اثر متقابل رقم و سطوح مختلف میکوریزا بر سطح برگ دانهال‌های سه رقم سیب

(ستون‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد به روش دانکن می باشند)

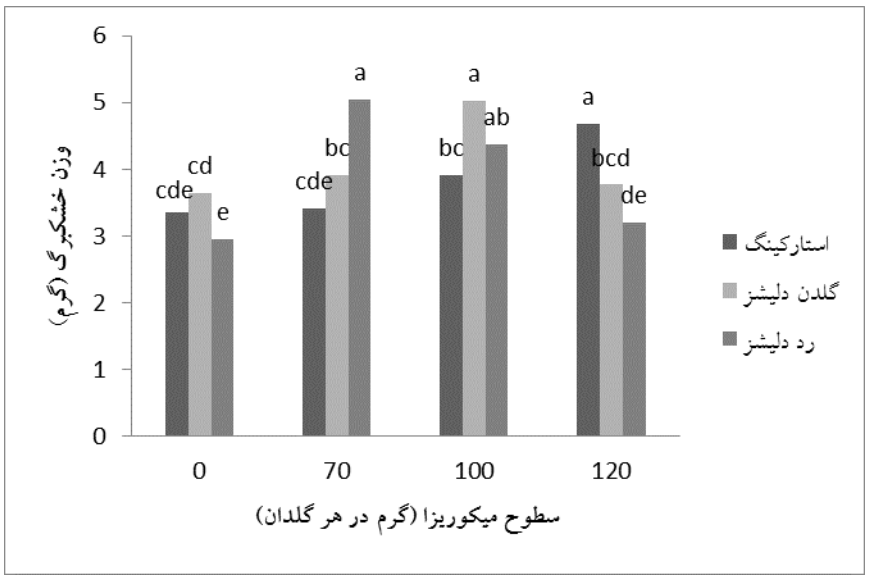
شرایط مورد استفاده در این آزمایش به منظور بدست آوردن غلظت بهینه قارچ میکوریزا برای رشد مناسب سیب تحت شرایط خاک‌های قلیایی صورت گرفت. از نتایج به دست آمده چنین بر می‌آید که با وجود تفاوت زیادی که از نظر رشدی به لحاظ تفاوت ژنتیکی میان سه رقم سیب وجود داشت، اما کاربرد میکوریزا در هر سه رقم موجب تحریک رشد و افزایش نمو گردید. خوش گفتارمنش و همکاران (۲۰۰۸) نیز گزارش کردند که پاسخ گیاهان رز به سطوح مختلف میکوریزا به شدت تحت تاثیر عامل رقم قرار می‌گیرد. افزایش تعداد برگ و سطح برگ نیز با نتایج کائو و همکاران (۲۰۱۲)، کلارک و همکاران (۲۰۰٦) و باقری و همکاران (۱۳۹۰) مطابقت داشت.

بر اساس نتایج به دست آمده افزایش ارتفاع دانهال‌های سیب تحت تاثیر رقم و سطوح مختلف میکوریزا قرار گرفت به طوری که ارتفاع دانهال‌ها در هر سه رقم سیب با کاربرد میکوریزا تا میزان ۱۰۰ گرم در هر گلدان افزایش نشان داد. قارچ‌های میکوریزا، رشد گیاه را از طریق جذب مواد معدنی از خاک و مقاوم‌تر کردن گیاهان در برابر فشار تقویت می‌کنند؛ همچنین گیاه همزیست دارای منبع کربن بیشتری در خاک است که این مسئله فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک را افزایش می‌دهد؛ محصولات متابولیسم‌های میکروبی، ساختار فیزیکی و شیمیایی خاک را بهبود می‌بخشند؛ در نتیجه این ساختار باعث رشد بهتر گیاه می‌شود (گیری و موکرجی، ۲۰۰٤). باقری و همکاران (۱۳۹۰)، دات و همکاران (۲۰۱۱)، کائو و همکاران (۲۰۱۳)،گیون و همکاران (۲۰۰۲)، شالان (۲۰۰۵)، علیزاده و همکاران (۱۳۸٦)، کلارک و همکاران (۲۰۰٦)، کاپور (۲۰۰٤) و آقابابایی و همکاران (۱۳۹۰) نیز نتایج مشابهی را گزارش کردند. سطوح مختلف میکوریزا تاثیر معنی‌داری بر افزایش قطر ساقه نشان داد در حالی که این صفت تحت تاثیر رقم قرار نگرفت. افزایش قطر ساقه در رقم "رد دلیشز" با کاربرد سطوح مختلف میکوریزا از ۰/۰٤۳ سانتی‌متر در تیمار شاهد به ۰/۱۸۷ سانتی‌متر در تیمار ۷۰ گرم میکوریزا در هر گلدان رسید. سطوح مختلف میکوریزا در رقم "گلدن دلیشز"، تاثیر کمتری بر میزان افزایش قطر ساقه نشان داد و از مقدار ۰/۰۸۳ سانتی متر در تیمار شاهد به ۰/۰۹۷ سانتی‌متر رسید که بین سطوح مختلف تفاوت معنی داری مشاهده نشد و تنها بین تیمار ۱۲۰ گرم با تیمار شاهد تفاوت معنی دار به دست آمد. نتایج به دست آمده با نتایج کائو و همکاران (۲۰۱۲)، کلارک و همکاران (۲۰۰٦) و باقری و همکاران (۱۳۹۰) مطابقت داشت.

وزن تر و خشک برگ: بر اساس نتایج به دست آمده بیشترین وزن تر برگ‌ها در تیمارهای ۷۰ و ۱۲۰ گرم میکوریزا در رقم "رد دلیشز" مشاهده شد (شکل ۵). بالاترین میزان وزن خشک در رقم "رد دلیشز" و تیمار ۷۰ گرم میکوریزا به دست آمد (شکل ٦).



شکل۵- اثر متقابل رقم و سطوح مختلف میکوریزا بر وزن تر برگ دانهال‌های سه رقم سیب
(ستون‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد به روش دانکن می باشند)

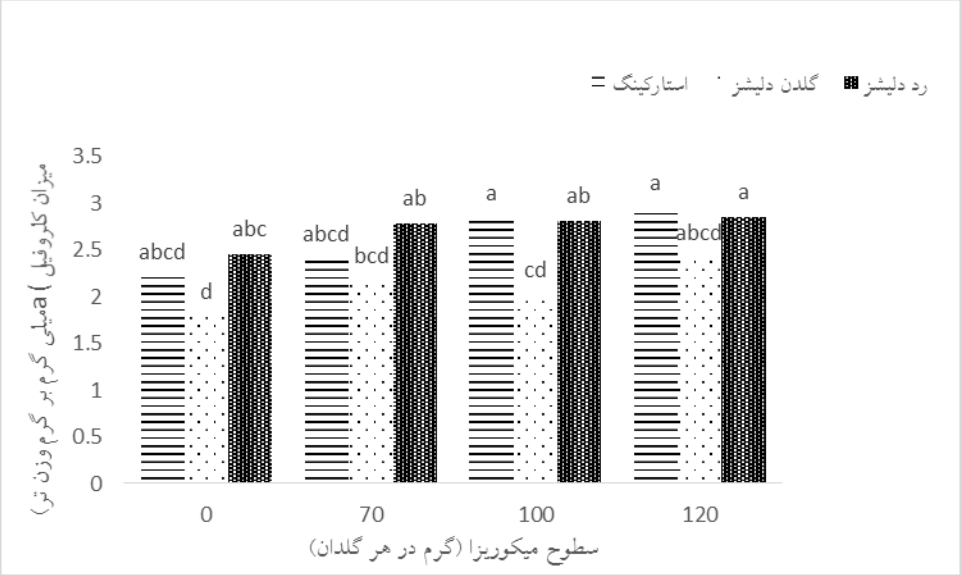


شکل ٦- اثر متقابل رقم و سطوح میکوریزا بر وزن خشک برگ دانهال‌های سه رقم سیب
(ستون‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد به روش دانکن می باشند)

بر اساس نتایج به دست آمده با افزایش سطح میکوریزا، وزن تر و خشک برگ در هر سه رقم سیب افزایش معنی‌دار نشان داد که می‌تواند ناشی از تاثیر مثبت میکوریزا بر تحریک رشد گیاه باشد. میکوریزا باعث افزایش سطح جذب عناصر و مواد غذایی توسط گیاه می‌گردد و نیز افزایش تراکم ریشه و سطح جذب در واحد حجم را موجب می‌گردد (بروان، ۱۹۸۷) که این امر در نهایت موجب بهبود رشد گیاه می‌گردد. این مسئله توسط پژوهشگران زیادی در گیاهان مختلف از جمله باقری و همکاران (۱۳۹۰)، کلارک و همکاران (۲۰۰٦) و کائو و همکاران (۲۰۱۲) نیز گزارش شده است. نتایج حاصله با نتایج علی محمدی و همکاران (۱۳۹۰)، کائو (۲۰۱۳) و باقری (۱۳۹۰) مطابقت داشت. افزایش وزن تر برگ در رقم "رد دلیشز" با افزایش سطح میکوریزا مشاهده شد، که ناشی از تفاوت در صفات رشدی سه رقم می‌باشد. ارفانداکیست (۲۰۱۰) بیان کرد که میکوریزا بر متابولیسم گیاهی و بخصوص مناطق جذب فعال ریشه اثر گذاشته و از طریق افزایش جذب عناصر گیاهی موجب بهبود رشد گیاه می‌گردد. دات و همکارن (۲۰۱۱) ضمن مطالعه مزرعه‌ای نشان دادند که مصرف میکوریزا تا سقف ۱۰ میلی گرم

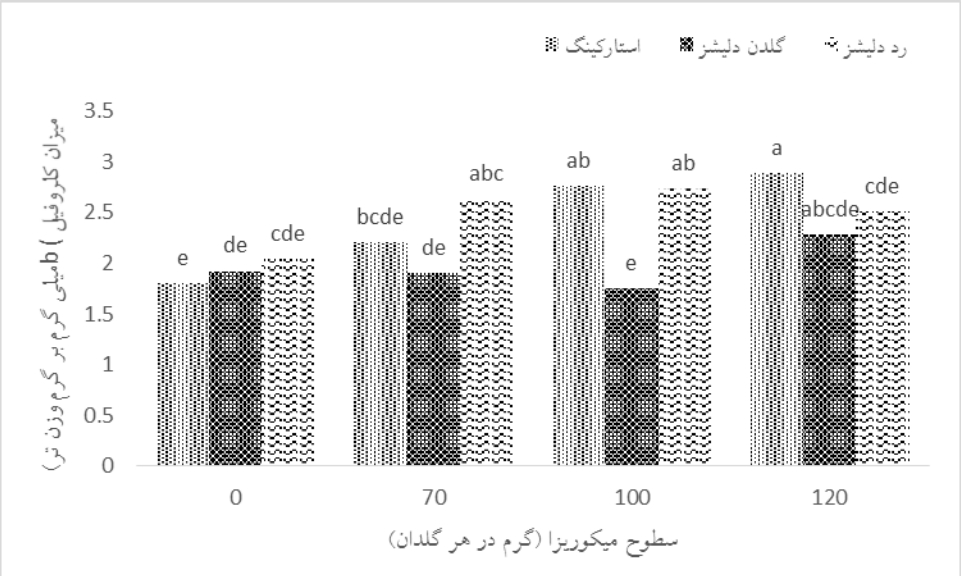
به ازای هر کیلو گرم خاک، موجب افزایش رشد ریشه، جذب کل و رشد گیاهی شده اما مصرف زیادتر آن رشد و عملکرد زردآلو را کاهش می‌دهد.

محتوای کلروفیل برگ: با توجه به شکل ۷ و ۸ با افزایش سطوح میکوریزا در خاک در هر سه رقم سیب میزان کلروفیل برگ افزایش یافت. افزایش میزان کلروفیل برگ در رقم "استارکینگ" بیشتر از دو رقم دیگر بود. بیشترین میزان کلروفیل a و b در تیمار ۱۲۰ گرم میکوریزا بدست آمد (شکل ۷ و ۸). کلروفیل برگ در تمام تیمارها افزایش نشان داد که این نتایج با نتایج رئیسی (۲۰۰۶) و سکیک (۲۰۱۲) مطابقت داشت.



شکل ۷- اثر متقابل رقم و سطوح مختلف میکوریزا بر میزان کلروفیل a برگ سه رقم سیب

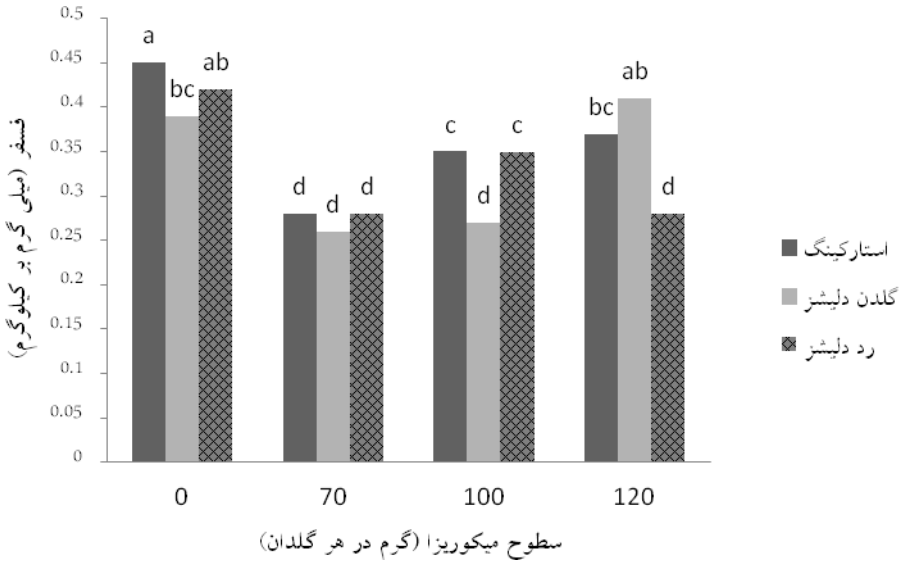
(ستون‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد به روش دانکن می باشند)



شکل ۸- اثر متقابل رقم و سطوح مختلف میکوریزا بر میزان کلروفیل b برگ سه رقم سیب

(ستون‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد به روش دانکن می باشند)

غلظت عناصر ماکرو برگ: با افزایش سطوح میکوریزا در خاک در هر سه رقم سیب میزان فسفر برگ در مقایسه با شاهد کاهش یافت. کمترین میزان فسفر برگ در رقم "استارکینگ" در تیمار ۷۰ گرم میکوریزا مشاهده شد (شکل ۹). بر اساس نتایج به دست آمده، سطوح مختلف میکوریزا در غلظت ازت برگ تفاوت معنی‌دار نشان ندادند. با افزایش سطوح میکوریزا در خاک در هر سه رقم سیب میزان ازت برگ افزایش یافت اما این افزایش معنی‌دار نبود. افزایش ازت برگ در دو رقم "استارکینگ" و "رد دلیشز" بیشتر از رقم "گلدن دلیشز" بود ولی این افزایش بین سطوح کودی معنی‌دار نبود. غلظت فسفر برگ در هر سه رقم با افزایش سطوح میکوریزا کاهش یافت. نتایج به دست آمده با نتایج آقابابایی و همکاران (۱۳۹۰)، مارشنر (۱۹۹٤)، اصغری و غلامی (۱۳۸٦) و علیزاده و همکاران (۱۳۸٦) مطابقت نداشت. میزان کاهش فسفر در رقم "استارکینگ" و تیمار ۷۰ گرم میکوریزا بسیار بیشتر از سایر ارقام بود که نشان دهنده تفاوت ژنتیکی ارقام در جذب بیشتر فسفر از محلول خاک می‌باشد. وجود تفاوت در جذب و مصرف مواد غذایی در بین گیاهان و ارقام یک گیاه به خوبی روشن شده است (لافر، ۱۹۸۱؛ وس، ۱۹۸٤؛ جرلوف، ۱۹۸۷؛ بالیگار و همکاران، ۱۹۸۷؛ ساریک، ۱۹۸۷؛ موردوت، ۱۹۸۸؛ والاس، ۱۹۸۲؛ سیکا و کانسال، ۱۹۸٤). بر اساس مقایسه میانگین‌ها با افزایش سطوح میکوریزا غلظت ازت برگ در هر سه رقم سیب افزایش یافت که البته این افزایش معنی‌دار نبود. نتایج به دست آمده با نتایج دات و همکاران (۲۰۱۳) و بیاری و همکاران (۱۳۸٦) مطابقت داشت در حالی که با نتایج آقابابایی و همکاران (۱۳۹۰)، رولدن و همکاران (۱۹۸۲) و مارشنر و دل (۱۹۹٤) مطابقت نداشت. میزان افزایش ازت در رقم "استارکینگ" و "رد دلیشز" در تیمار ۷۰ گرم میکوریزا بیشتر از سایر تیمارها بود که این نتایج نشان دهنده توانایی رقم "استارکینگ" و "رد دلیشز" در جذب بیشتر ازت از محلول خاک می‌باشد. به نظر می‌رسد که گسترش ریسه‌های خارجی و تغییر مورفولوژی ریشه توسط قارچ میکوریزا موجب افزایش سطح جذب شده است (کلارک و زتو، ۲۰۰۰).



شکل ۹- اثر متقابل رقم و سطوح میکوریزا بر میزان فسفر برگ سه رقم سیب
(ستون‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد به روش دانکن می باشند)

غلظت عناصر میکرو برگ: تغییرات مس برگ متفاوت و بیشترین افزایش در رقم "استارکینگ" و تیمار ۷۰ گرم میکوریزا مشاهده گردید (جدول ۲). بیشترین غلظت این عنصر در رقم "رد دلیشز" و تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۲). همین طور بیشترین میزان عنصر روی در رقم "استارکینگ" با تیمار ۷۰ گرم مایکوریزا در هر گلدان مشاهده شد (جدول ۲).

جدول ۲- اثر متقابل رقم و سطوح مختلف میکوریزا بر غلظت روی و مس برگ سه رقم سیب

سطوح میکوریزا (گرم در هر گلدان)	"رد دلیشز" Zn	"گلدن دلیشز" Zn	"استارکینگ" Zn	"رد دلیشز" Cu	"گلدن دلیشز" Cu	"استارکینگ" Cu
۰	۱۱٦^{a}	۷٦^{bc}	۱۱۲^{a}	۱٤^{bcd}	۱۰^{cd}	۲۰^{ab}
۷۰	۷۸^{bc}	۷۳^{bc}	۷۷^{bc}	۱۲^{cd}	۱٤^{bcd}	۲۲^{a}
۱۰۰	۷٥^{bc}	٥٤^{bc}	۷۳^{bc}	۱۰^{cd}	۱۰^{cd}	۱٤^{bcd}
۱۲۰	٦۰^{bc}	۸۲^{b}	٥۱^{c}	۱٤^{bcd}	۱٤^{bcd}	۱٤^{bcd}

(ستون‌های دارای حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد به روش دانکن می باشند)

با کاربرد میکوریزا، میزان روی و مس در هر سه رقم سیب کاهش یافت و بیشترین غلظت روی و مس به ترتیب در رقم "رد دلیشز" (شاهد) و رقم "استارکینگ" در تیمار ۷۰ گرم میکوریزا بدست آمد. این کاهش با نتایج خاوازی و همکاران (۱۳۸٤)، زو و همکاران (۲۰۰۱)، مارشنر و همکاران (۱۹۹۹) و اسمیت و همکاران (۱۹۹۷) مطابقت نداشت. نقش این قارچ‌ها در جذب عناصر غذائی مختلف توسط گیاه نه تنها به نوع گیاه، عنصر و گونه قارچ بلکه به شرایط محیطی حاکم بر رشد گیاه و مدیریت زراعی نیز بستگی دارد. به عنوان مثال زو و همکاران (۲۰۰۱) و کالوت و همکاران (۲۰۰۱) نشان دادند که قارچ‌های میکوریزی غلظت روی و مس را در گیاه همزیست افزایش می‌دهد ولی اثری بر غلظت آهن و منگنز در گیاه نداشته است. البابلی (۲۰۰۲) نیز بیان کرد تعداد دفعات آبیاری می‌تواند بر غلظت عناصر کم مصرف در گیاه شبدر میکوریزایی اثر بگذارد و با افزایش دفعات آبیاری غلظت عناصر مس و مولیبدن در گیاه شبدر همزیست با آربسکولار میکوریزا افزایش یابد. از این رو پس از بررسی امکان برقراری همزیستی میکوریزایی در سه رقم تجاری سیب و مشخص شدن همزیستی میکوریزایی باعث کاهش معنی‌دار غلظت فسفر، روی و مس در اندام هوایی گیاه سیب در کلیه ارقام گردید. میزان جذب عناصر در ریشه گیاه میکوریزایی بیشتر از غیرمیکوریزایی است، ولی به دلیل افزایش بیومس اندام هوایی در این گیاه غلظت عناصر برگ افزایش نشان نداد (کارولین و زاسوسکی ، ۱۹۸۳) علاوه بر مطالب عنوان شده، در pH بالا، به دلیل آهکی بودن خاک‌ها و یا تجمع بی کربنات‌ها که در اثر آبیاری حاصل می‌شود قابلیت جذب عناصر ریز مغذی مثل آهن، منگنز، مس، روی و بر کاهش می‌یابد (ملکوتی و طهرانی، ۱۳۷۸).

نتیجه گیری

استفاده از قارچ‌های زیستی میکوریزا در محصولات زراعی و باغی، سبب توسعه ریشه، بهبود رشد و افزایش عملکرد گیاهان می‌گردد. طبق بررسی انجام شده می‌توان نتیجه گرفت که تیمار ۷۰ گرم میکوریزا می‌تواند بهترین میزان میکوریزا مصرفی در شرایط خاک مورد آزمایش باشد. اگر چه با کاربرد ۱۰۰ و ۱۲۰ گرم میکوریزا در خاک نیز افزایش در صفات مورد اندازه گیری مشاهده شد ولی تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای ۱۰۰ و ۱۲۰ گرم با ۷۰ گرم میکوریزا مشاهده نشد. گیاهان میکوریزی رابطه آبی و تغذیه بهتری نسبت به گیاهان غیر میکوریزی داشته و در سطوح مختلف میکوریزا روابط آبی گیاه افزایش یافته و تراکم ریشه در این گیاهان بیشتر می‌شود. در نتیجه جذب مواد غذایی افزایش می‌یابد، هرچند در تجزیه برگی افزایش غلظت عناصر مشاهده نشد. اما افزایش جذب عناصر در رشد رویشی گیاه مشاهده گردید. در نتیجه، کاربرد این کود علاوه بر حفظ ساختار خاک و حفظ محیط زیست، باعث بهبود بافت خاک و جذب بهتر و تدریجی عناصر شده که این امر باعث افزایش رشد گیاه و کاهش مصرف کودهای شیمیایی و کاهش هزینه‌ها می‌گردد.

منابع

آمارنامه کشاورزی. ۱۳۹۲. اداره آمار و اطلاعات، بانک اطلاعات کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران.

امامی، ع. ۱۳۷۵. روش‌های تجزیه گیاه .نشریه فنی مؤسسه تحقیقات آب و خاک، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی. ۵۸-۲۸. (۹۸۲):

اصغری، ح. و ا. غلامی. ۱۳۸٦. بررسی تأثیر میکوریزای آربسکولار و فسفر در استقرار گیاه شبدر در شرایط شوری. خلاصه مقالات دومین همایش ملی کشاورزی بوم‌شناختی ایران، گرگان، ۲۵ و ۲٦ مهرماه، ص ۹۲.

امیدی، م. ۱۳۸۱. کاربرد کودهای میکروبی در کشاورزی پایدار (وزیکولار آریسکولار). خلاصه مقالات همایش راهکارهای کشاورزی پایدار در ایران، ورامین ـ ایران، ص ۳۰.

آقابابائی، ف . و ف. رئیسی. ۱۳۹۰. بررسی امکان برقراری رابطه همزیستی اندومیکوریزایی در توده های بذری چند ژنوتیپ تجاری بادام. مجله پژوهش های آب و خاک ایران، جلد ۲۵، شماره ۲: ۱۲۰-۱۲۸.

باقری، و. و م. شمشیری. ۱۳۹۰. اثر قارچ میکوریزا آربسکولار و تنش خشکی بر رشد، روابط آبی، تجمع پرولین و قندهای محلول در نهال های دو رقم پسته اهلی، مجله علوم باغبانی ایران، دوره ٤٢، شماره ٤: ٣٤٠-٣٤٦.

بیاری، آ.، ا. غلامی. و ه. اسدی رحمانی. ۱۳۸٦. تولید پایدار وبهبود جذب عناصر غذایی ذرت در عکس العمل به تلقیح بذر توسط باکتریهای محرک رشد. خلاصه مقالات دومین همایش ملی کشاورزی بوم شناختی ایران. گرگان، ۲۵ و ۲٦ مهرماه، ص ۸.

خاوازی، ک.، ه. اسدی رحمانی. و م. ج. ملکوتی. ۱۳۸٤. ضرورت تولید صنعتی کودهای بیولوژیک در کشور. انتشارات سنا. ص ۲۷۹-۲۷٤.

درزی، م. ت.، ا. قلاوند. و ف. رجالی. ۱۳۸۷. بررسی اثر کاربرد میکوریزا، ورمی کمپوست و کود فسفات زیستی بر گلدهی، عملکرد بیولوژیک و همزیستی ریشه در گیاه دارویی رازیانه. مجله علوم زراعی ایران، جلد ۱۰ شماره ۱: ۱۰۹-۸۸.

علیزاده، ا.، ا. مجیدی، ح. ا. نادیان، ق. نور محمدی. و م. ر. عامریان. ۱۳۸٦. بررسی اثرات تلقیح میکوریزا در سطوح مختلف آبیاری و نیتروژن برخصوصیات مورفولوژیک وفیزیولوژیک ذرت. یافته‌های نوین کشاورزی. سال اول، شماره ٤. ۳۱۹-۳۰۹.

ملکوتی، م. ج. و م. م. طهرانی. ۱۳۷۸. نقش ریز مغذی‌ها در افزایش عملکرد و بهبود کیفیت محصولات کشاورزی. انتشارات انشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران. ۳۲۸ صفحه.

نادریان فر، م.، ح. انصاری، م. عزیزی. و ع. ضیایی. ۱۳۹٤. اثر کم آبیاری وکود در دو بافت خاک بر عملکرد و اجزای عملکرد ریحان. نشریه پژوهش آب در کشاورزی /ب / جلد ۲۹ . شماره ۳ . ۳٦٦-۳۵۳.

یوسفی، م. و م. علیمحمدی. ۱۳۹۰. اثرات فیزیولوژیک تنش کم آبی بر رشد برگ‌های کدوی تخم کاغذی در تیمار با کود دامی و میکوریزا. اولین همایش ملی مباحث نوین در کشاورزی. دانشگاه آزاد تاکستان.

Anonymous, L. 2008. In: National Horticultural Board (Ed.), Indian Horticultural Database. Ministry of Agriculture, Govt. of India, p. 298.

Arnon, D.I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplast, polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. J. Plant Physiol. 24:1-75.

Baligar, V. C., R. J. Wright, T. B. Kitraide, C. D. Foy and J. H. Elgrin. 1987. Aluminum effects on growth, mineral uptake, and efficiency ratios I red clover cultivars. Agron. J. 79: 1038-1044.

Boomsma, C.R. and T.J. Vyn. 2008. Maize drought tolerance: Potential improvements through arbuscular mycorrhizal symbiosis. Field Crops Res. 108: 14-31.

Braun, J. 1987. Zinc deficiency as a critical problem in wheat production in central Anatolia. Plant and Soil. 1809:165-172.

Calvet, C., J. Pinochet, A. Hernandez-Dorrego, V. Estan and A. Camprubi. 2001. Field microplot performance of the peach-almond hybrid GF-677 after inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi in a replant soil infested with root-knot nematodes. Mycorrhiza. 10:295–300.

Caoa, X., C.h. Chen, D. Zhang, B. Shu, J. Xiao and R. Xia. 2013. Influence of nutrient deficiency on root architecture and root hair morphology of trifoliate orange. Scientia Horticulturae. 162: 100–105.

Caroline, S. B and R. J. Zasoski. 1983. Effects of ammonium and nitrate on growth and nitrogen uptake by mycorrhizai Douglas-fir seedlings. Plant and Soil. 71: 445–457.

Clark, R. B and S. K. Zeto. 2000. Mineral acquisition by arbuscular mycorrhizal plants. J. Plant Nutr. 23: 867–902.

Dutt, S., S. D. Sharma and P. Kumar. 2013. Inoculation of apricot seedlings with indigenous arbuscular mycorrhizal fungi in optimum phosphorus fertilization for quality growth attributes. J. Plant Nutr. 36: 15–31.

El-Bably, A.Z. 2002. Effect of irrigation and nutrition of copper and molybdenum on Egyptian clover (*Trifolium alexandrnium L.*). Americ Soc. Agron. 94: 1066–1070.

Geriloff, G. C. 1987. Intact-plant screening for tolerance of nutrient deficiency stress. J. Plant Siol. 99: 3-16.

Giri, B and K.G. Mukerji. 2004. Mycorrhizal inoculant alleviates salt stress in *Sesbania aegyptiaca* and *Sesbania grandiflora* under field condition: evidence for reduced sodium and improved magnesium uptake. Mycorrhiza. 14: 307-312.

Given, D. R., K. W. Dixon, R. L. Barrett and K. Sivasithamparam. 2002. Plant conservation and biodiversity: The place of microorganisms. In: Microorganisms in Plant Conservation and Biodiversity.

Sivasithamparam, K., K. W. Dixon and R. L. Barrett. (Eds.). Kluwer Academic Press. ISBN: 1402007809. pp. 1-24.

Kapoor, R., B. Giri and K. G. Mukerji. 2004. Improved growth and essential oil yield and quality in *foeniculum vulgare* Mill. on mycorrhizal inoculation supplemented with P-fertilizer. Bioresource Technol. 93: 307-311.

Khoshgoftarmanesh, A. H., H. Khademi, F. Hosseini, and R. Aghajani. 2008. Influence of additional micronutrient supply on growth and nutritional status of three rose cultivars in a soilless culture. J. Plant Nutr. 31:1543-1554.

Lafever, H. N. 1981. Genetic differences in plant responses in plant response to soil nutrient stress. J. Plant Nutr. 4:89-109.

Mortvedt, J. J. 1988. Iron source and management practices for correcting iron chlorosis problem. J. Plant Nutr. 9: 94-97.

Olsen, S. R and L. E. Sommers. 1982. Phosphorus. In: Methods of soil analysis. part Chemical and Microbiological Properties. (eds. Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R.) 403-427. Madison, Wisconsin.

Orfanoudakis, M., C. T. Wheeler and J. E. Hooker. 2010. Both the arbuscular mycorrhizal fungus Gigaspora rosea and Frankia increase root system branching and reduce root hair frequency in *Alnus glutinosa*. Mycorrhiza. 20: 117–126.

Raiesi, F and M. Ghollarata. 2006. Interactions between phosphorus availability and An AM fungus (*Glomus intraradices*) and their effects on soil microbial respiration, biomass and enzyme activities in a calcareous soil. J. Pedobiologia 50: 413-425.

Saric, M. R. 1987. Progress since the first international symposium: "Genetic Aspects of Plant Mineral Nutrition," future research. J. Plant Soil. 99:197-209.

Shaalan, M. N. 2005. Influence of biofertilizers and chicken manure on growth, yield and seeds quality of (*Nigellasativa* L.) plants. Egyptian J. Agri. Research, 83: 811-828.

Sikka, R. and B. D. Kansal. 1994. Effect of fly-ash application on yield and nutrient composition of rice, wheat and on pH and available nutrient status of soils. Bioresource Tech. 51: 199-203.

Smart, R. E. and G. E. Bingham. 1974. Rapid estimates of relative water content. J. Plant Physiol. 53: 258–260.

Smith, B. N. 1984. Iron in higher plants. Storage and metabolic. J. Plant Nutr. 7: 759-766.

Vose, P. B. 1984. Effect of genetic factors on nutritional requirements of plants. J. Crop Breed. 67-114.

Waling, I., W. Vanvak, V. G. J. Houba and J. J. Vanderlee. 1989. Soil and plant analysis, a series of syllabi. Plant Analysis Procedures, part 7.

Wallace, A., Y. S. Samman and C. A. Wallace. 1982. Correction of lime-induced chlorosis in soybean in a calcareous soil with sulfur and an acidifying iron compound. J. Plant Nutr. 5(4-5): 949-953.

Zhu, Y. G., S. E. Smith and F. A. Smith. 2001. Zinc–phosphorus interactions in two cultivars of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) differing in P uptake efficiency. Ann. Bot. 88: 941–945.

Study the effects of Mycorrhizal fungus on vegetative growth and nutrient uptake in three apple cultivars ('Red delicious', 'Golden delicious' and 'Starking')

Maryam Dehestani- Ardakani[1], Zeinab Mohasedat[2], Kazem Kamali[3]

Received: 2015-11-24 Accepted: 2017-4-22

Abstract

This study aimed to investigate the effect of Mycorrhizal Fungi on growth characteristics and nutrient uptake in three apple cultivars. Experiment was done as split plot on the basis of randomized complete blocks design in eight replications. The treatments were consisted of four levels of Mycorrhiza (0, 70, 100 and 120 grams per pot) and three cultivars of apples (‘Red Delicious’, ‘Golden Delicious’ and ‘Starking’). Some characteristics consisted of leaf area, leaf number, plant height and diameter, fresh and dry weight of leaves, chlorophyll a and b, phosphorus, nitrogen, zinc and copper were measured. The results showed that the use of Mycorrhizal fungi in the apple growth media, significantly increased plant height, stem diameter, leaf area, leaf number and chlorophyll a and b compared to the control. Inoculation of AM fungi was not significant on leaf N status and decreased leaf P content of apple plantlets but leaf N and P uptake were increased compared to non-inoculated. Application of AM fungi decreased Fe and Zn content of leaves. The highest Fe and Zn leaf uptake was obtained in ‘Red delicious’ treated by 70 g AMF fertilizer per pot. According to the results, 70 gr Mycorrhizal per pot had more effect to vegetative growth and nutrient uptake of apple plantlets and is advised for apple plantlets.

Keywords: Biofertilizer, chlorophyll, nutrition, phosphorus, yield

1-Professor Assistant, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Yazd Iran

2-MSc. Student, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture & Natural Resources, Ardakan University, Yazd, Iran

3-Professor Assistant, Department of Soil Science, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Yazd, Iran