Archive of SID

Iranian Journal of Horticultural Science
Vol 51, No 1, Spring 2020 (109-121)
DOI: 10.22059/ijhs.2019.267525.1520

علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۵۱، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۹ (ص ۱۲۱-۱۰۹)

اثرات تیمار قارچ میکوریزا بر رشد و جذب برخی از عناصر غذایی انگور دیم رقم رشه تحت شرایط تنش کم آبیاری

حامد دولتی بانه[۱*]، فرخ غنی شایسته[۲] و امیر نورجو[۳]

۱. دانشیار پژوهشی، بخش تحقیقات باغبانی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان‌غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

۲. مربی، بخش تحقیقات آب و خاک، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان‌غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

۳. استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات فنی و مهندسی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان‌غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۷/۲۸ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۱/۱۶)

چکیده

به‌منظور تعیین اثر تلقیح ریشه انگور رقم رشه با سه گونه قارچ مایکوریزا (*Glomus versiforme*، *Glomus etunicatum* و *Glomus intraradices*) بر رشد رویشی شاخه، مقدار عناصر پر مصرف برگ، مقدار کلروفیل، دمای برگ، محتوای نسبی آب برگ، قندهای محلول و علایم خشکیدگی تحت تنش کم آبیاری (۳۵، ۵۵ و ۷۵ درصد نیاز آبی)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات باغبانی کهریز ارومیه اجرا شد. نتایج نشان داد با افزایش سطح کم آبیاری رشد شاخه کاهش یافت و تلقیح با قارچ میکوریزا نتوانست تأثیر مثبتی بر این صفت در مقایسه با شاهد داشته باشد. مقدار دمای برگ، علایم خشکیدگی در برگ بوته‌های تلقیح شده با قارچ گونه *G. versiforme* تحت شرایط کم آبیاری ۳۵ درصد نیاز آبی کمتر از قارچ‌های دیگر بود. همچنین میزان محتوی نسبی آب برگ در بوته‌های دارای این قارچ در کلیه سطوح کم آبیاری در حد بالایی باقی ماند. با افزایش سطح کم آبیاری مقدار قند محلول در تنش کم آبیاری ۵۵ درصد ابتدا کاهش و سپس در کم آبیاری ۳۵ درصد افزایش پیدا کرد. در بین عناصر غذایی نیز بیشترین مقدار فسفر برگ (۰/۱۴ درصد) در بوته‌های دارای قارچ گونه *G. versiforme* ثبت شد.

واژه‌های کلیدی: انگور، ریشه، محتوای نسبی آب، خشکی.

Effect of arbuscular mycorrhizal fungus treatments on growth and some nutrient elements uptake of grapevine cv 'Rasha' (*Vitis vinifera* L.) under deficit irrigation stress condition

Hamed Doulati Baneh[1*], Farohk Ghanishayeste[2] and Amir Nourjou[3]

1. Associate Professor, Horticulture Crops Research Department, West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Urmia, Iran
2. Instrcutor, Soil and Water Research Department, West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Urmia, Iran
3. Assistant Professor, Agricultural Engineering Research Department, West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Urmia, Iran

(Received: Oct. 20, 2018 - Accepted: Feb. 5, 2018)

ABSTRACT

To determaine th effect of root inoculation of Rasha grape cultivar with three species of arbuscular mycorrhizal fungus (*G.versiforme*, *G. etunicatum*, *G. intraradices*) on shoot growth, macro nutrient elements, chlorophyll content, leaf temperature, RWC, soluble sugars and drought symptoms rate under deficiet irrigation condition (75%, 50% and 35% water requirment) a factorial experiment based on RBCD was conducted in Kahriz Horticultural Research Station, Urmia, Iran. Results showed that increasing deficiet irrigation level, reduced shoot growth and fungus inoculation did not have a posetive effect on this trait in comparision with control. Leaf temperature and dry symptoms on leaves was lowest in vines that inoculated with *G. versiforme* under 35% deficiet irrigation condition. Leaves of vines with this fungus showed the high RWC in all stress tretments, too. By increasing deficiet irrigation level, soluble sugars were decreased in 55% water requirement and then increased in 35% water requirement. Among macro nutrient elements, the highest amount of P (0.14%) was measured in leaves of vines inoculated by *G. versiforme*.

Keywords: Drought, Grapevine, Root, RWC.

* Corresponding author E-mail: ah_dolati@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

انگور (*Vitis vinifera* L.) به واسطه داشتن ژن‌های تحمل به خشکی و آهک خاک امروزه در اغلب مناطق با بارندگی مناسب به‌صورت دیم کشت می‌شود (Keller, 2010). تنش شدید خشکی در بعضی از سال‌ها و در مراحل فنولوژیکی حساس مانند زمان تشکیل میوه به شدت از عملکرد می‌کاهد. از طرف دیگر کشت و استقرار نهال‌های یکساله در مناطق خشک نیز به واسطه کمی آب و خاک نامناسب در سال‌های اولیه با مشکل مواجه می‌شود. امروزه برای توسعه تاکستان‌ها در مناطق خشک و نیمه‌خشک علاوه بر استفاده از رقم‌های متحمل و زودرس، پایه‌های متحمل و مدیریت آب از آلوده کردن ریشه نهال‌های انگور با قارچ میکوریزا (Mycorrhizal) نیز استفاده می‌شود (Nikolaou *et al*., 2003).

میکوریزا قارچی است که در تمامی خاک‌ها تقریباً وجود دارد و با ریشه گیاهان ارتباط برقرار می‌نماید. در همزیستی این قارچ با ریشه انگور جذب مواد غذایی توسط قارچ افزایش یافته و در عوض تاک نیز مواد فتوسنتزی را در اختیار قارچ قرار می‌دهد به این نوع همزیستی یا ارتباط سیمبیوز (Symbiosis) گفته می‌شود. مطالعات متعدد نشان داده‌اند نهال‌های انگور دارای میکوریز در شرایط دیم و در خاک‌های نامساعد از رشد بهتری برخوردار بوده و قادر به جذب آب و عناصری مانند فسفر و آهن بیشتری در مقایسه با شاهد بدون قارچ هستند. همچنین مقاومت آنها در مقابل تعدادی از پاتوژن‌های بیماریزای خاک بیشتر است (Baumgarner, 2006). نقش مثبت ارتباط قارچ‌های میکوریز آربسکولار با ریشه انگور در شرایط تنش آب و تغییرات اقلیمی به‌ویژه گرم‌شدن هوا بر تولید متابولیت‌های ثانویه و آنتوسیانین و بهبود کیفیت میوه انگور رقم تمپرانیلو (Tempranillo) نشان داده شده است (Torres *et al*., 2018). گزارش شده تلقیح بوته انگور رقم پرلت با قارچ ریشهٔ آربسکولار تا حدودی باعث بهبود تحمل به شرایط تنش دمایی شد. افزایش دما سبب کاهش کارایی فتوشیمیایی نظام نوری ۲ و شاخص سبزینگی در هر دو حالت مایه کوبی با قارچ و شاهد شد اما وجود قارچ باعث تعدیل اثرگذاری‌های زیانبار تنش دمایی روی گیاهان شد. با اعمال تنش دمایی تا ۴۰ درجه سلسیوس میزان پرولین افزایش یافت که این افزایش در گیاهان مایه کوبی شده بیشتر بود و باعث افزایش تحمل شرایط تنش در گیاهان شد (Shahsavandi & Eshghi, 2016).

مطالعات نشان داده ریشه‌های انگور توسط قارچ میکوریزا و در شرایط مزرعه آلوده می‌شوند (Schreiner, 2005) و در بعضی موارد مانند خاک‌های استریل شده، وجود این قارچ برای رشد طبیعی و بقای انگور در مزرعه ضروری می‌باشد (Menga *et al*., 1983). مطالعات نشان داده تراکم ریشه و انشعاب های آن در انگور در مقایسه با گیاهان دیگر بسیار کم می‌باشد و به این دلیل AMF نقش مطلوبی در جذب آب و مواد غذایی ایفا می‌نماید (Baumgarner, 2006). در تحقیقی قلمه‌های ریشه‌دار انگور رقم پینوت نویر (Pinot noir) در خاک‌های ضعیف چهار برابر بیشتر از شاهد رشد کردند، اما در خاک حاصلخیز و غنی رشد هردو نوع نهال یکسان بود (Schreiner, 2007). گزارش شده خشکی متوسط باعث تحریک کلونی شدن میکوریزا می‌شود. در تحت شرایط کم آبیاری تنظیم شده (۳۰ درصد نیاز آبی) تعداد آربسکولار در طول ریشه مویی تاک بیشتر از شرایط آبیاری استاندارد (۶۰ درصد نیاز آبی) بوده است. براین اساس بروز خشکی از طریق افزایش کلونی شدن قارچ میکوریزا و تحریک تاک به ایجاد ریشه‌های عمیق‌تر خود عاملی انگیزشی برای ایجاد تحمل بیشتر است (Schreiner, 2007). در تحقیقی اثرات تلقیح ریشه نهال‌های یکساله انگور رقم ساویون بلانک با قاچ میکوریزا بر روابط آبی و تعدادی از صفات فیزیولوژیکی مورد بررسی قرار گرفت. گزارش شده تلقیح با این قارچ هدایت استوماتی و فتوسنتز و در نهایت رشد رویشی نهال‌ها را افزایش داد. اما تأثیری بر زیست توده و میزان عناصر غذایی نداشت (Rooyen *et al*., 2004).

انگور رشه یکی از رقم‌های مهم انگور در استان آذربایجان غربی است که از لحاظ مصرف به‌ویژه در صنایع تبدیلی و سطح زیر کشت با سطحی حدود ۵۰۰۰ هکتار مقام دوم را دارد (Anonymous, 2015). این انگور در شهرستان‌های سردشت و پیرانشهر به‌صورت دیم

www.SID.ir

Archive of SID

پرورش می‌یابد. یکی از عوامل بسیار مهم کاهش دهنده عملکرد کمی و کیفی این انگور در منطقه کاهش نزولات جوی در بعضی از سال‌ها و عدم توزیع مناسب بارندگی به‌ویژه در طی دوره حساس رشد انگور است. از طرف دیگر به واسطه کمی آب و عادت تاک‌داران، کوددهی این تاکستان‌ها انجام نمی‌گیرد و اغلب از لحاظ تغذیه عناصر پر مصرف و کم مصرف دچار مشکل هستند. بنابراین لازم است روش‌های مؤثر در افزایش کارآیی مصرف آب مد نظر قرار گیرند. هدف از این تحقیق استفاده از قارچ میکوریزا در بهبود رشد، جذب تعدادی از عناصر غذایی و آب تحت شرایط تنش خشکی در رقم انگور رشه بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در شرایط گلدانی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات باغبانی کهریز ارومیه در سال ۱۳۹۴ به‌اجرا در آمد. هر واحد آزمایشی متشکل از ۲ گلدان بود. برای کشت نهال‌ها از گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانهٔ ۲۸ سانتی‌متر و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر استفاده گردید. فاکتورها شامل تلقیح ریشه نهال‌های رقم رشه با سه گونه قارچ میکوریزا (*G. versiforme*، *G. etunicatum* و *G. intraradices*) و بدون تلقیح) و تنش آبی در سه سطح (۳۵، ۵۵ و ۷۵ درصد ظرفیت مزرعه‌ای) بود. ابتدا قلمه‌های سه جوانه‌ای با طولی در حدود ۲۰ سانتی‌متر به تعداد لازم در اوایل بهار، قبل از بیدار شدن جوانه‌ها از خواب، تهیه شدند. سپس برای ریشه‌زایی، قلمه‌ها در در گلدان حاوی بستر ماسه بادی ضد عفونی شده با حرارت خشک که با مایه تلقیح قارچ‌های میکوریزی به نسبت ۱۵ در هزار مخلوط شد بود، کشت شدند. گلدان‌ها در شرایط محیط بیرون قرار داشتند و در طی فرآیند ریشه زایی آبیاری گلدان‌ها به طور منظم انجام گرفت. به‌منظور حصول اطمینان از تکثیر و استقرار قارچ‌ها در داخل ریشه (Colonization) نمونه‌برداری ریشه و رنگ‌آمیزی انجام گرفت (Phillips & Hayman, 1970).

در پایان زمستان، نهال‌های ریشه‌دار تلقیح شده با قارچ‌ها در بستر خاک استریل‌شده در داخل گلدان کاشته و دو جوانه‌ای سربرداری شدند. نمونه‌ای از خاک گلدان‌ها جهت تعیین میزان رطوبت و خصوصیات فیزیکو شیمیایی تهیه گردید. در طی فصل رشد مراقبت‌های کامل از بوته‌های انگور به عمل آمد. برای کشت نهال‌ها از گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانهٔ ۲۸ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر استفاده گردید. بعد از دو ماه استقرار کامل نهال‌ها در گلدان (شرایط هوای آزاد) و توسعه تاج سبز تیمارهای آبیاری انجام گرفت. تیمارهای آبیاری با توزین روزانه ۹ گلدان شاخص و اضافه نمودن آب مصرفی بر اثر تبخیر و تعرق اعمال شد. در حقیقت کاهش وزن هر کدام از گلدان‌های حاوی تاک نشان دهنده میزان آب مصرفی از طریق تبخیر و تعرق بود. رژیم‌های آبیاری به‌مدت سه ماه روی نهال‌ها اعمال گردید. قبل از اعمال تیمارهای آبی طول شاخه‌ها در کلیه تیمارها اندازه‌گیری شدند. در انتهای دوره آزمایش ارتفاع شاخه و صفات شاخص کلروفیل برگ، محتوی نسبی آب برگ (RWC)، قندهای محلول، دمای برگ و میزان عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ در کلیه تیمارهای آبی اندازه‌گیری شدند.

صفات مورد بررسی و روش‌های اندازه‌گیری آنها

در پایان دوره آزمایش و به‌منظور بررسی اثرات تیمارهای کم آبیاری بر میزان رشد رویشی شاخه‌ها در کلیه تیمارها اندازه‌گیری شد. به این منظور طول کلیه شاخه های اصلی و فرعی بوته‌ها با خط‌کش اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری میزان نسبی آب برگ (RWC) از هر واحد آزمایشی دو برگ کاملاً توسعه‌یافته از موقعیت یکسان را قطع کرده و دیسک‌هایی به قطر هشت میلی متر از قسمت میانی پهنک آنها تهیه شد (از هر واحد آزمایشی ۱۰ دیسک برگی). پس از توزین دیسک‌ها به کمک ترازوی دیجیتالی (با دقت ۰/۰۰۱ گرم) آنها را به پتری دیش های درب‌دار حاوی آب مقطر منتقل کرده و به‌مدت ۴ ساعت در سردخانه (۴ درجهٔ سانتی‌گراد) و در تاریکی قرار داده شدند. پس از خارج کردن دیسک‌ها از آب مقطر جهت حذف رطوبت اضافه سطح دیسک‌ها، آنها را در بین دو لایه کاغذ صافی خشک نموده و سپس وزن آماس آنها اندازه‌گیری شد. پس از تعیین وزن آماس، دیسک‌های برگی را به آون (۷۰ درجهٔ سانتی‌گراد) منتقل کرده و پس از گذشت ۴۸ ساعت

www.SID.ir

Archive of SID

وزن خشک آنها تعیین گردید و در نهایت RWC با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد (Turner, 1981).

$$\text{محتوی نسبی آب برگ (RWC)} = \frac{\text{وزن خشک دیسک‌های برگی - وزن آماس دیسک‌های برگی}}{\text{وزن خشک دیسک‌های برگی - وزن تر دیسک‌های برگی}} \times ۱۰۰ \quad (۱)$$

برای بررسی میزان دمای برگ در تیمارهای آبی از هر واحد آزمایشی یک گلدان به تصادف انتخاب شده و دمای چهار برگ (از قسمت‌های بالا و پایین بوته) در بین ساعت های ۱۳ تا ۴، توسط دماسنج مادون قرمز (مدل Hi 99550 شرکت Hana کشور تایوان) از فاصله ۴ سانتی‌متری قرائت گردید. همچنین هم‌زمان با اندازه‌گیری دمای برگ، دمای هوای محیط نیز قرائت و ثبت شد.

برای اندازه‌گیری میزان قندهای محلول، ابتدا نیم گرم از برگ‌های کامل انتهایی توزین و در هاون همراه با ۵ سی‌سی اتانول ۹۵ درصد کوبیده شدند. پس از یکنواخت شدن مخلوط داخل هاون، تمام محتویات داخل هاون در یک لوله آزمایش ریخته شد. لوله‌های آزمایش مدتی ساکن نگهداشته تا دوفاز تشکیل شود سپس فاز بالایی را داخل یک لوله آزمایش دیگر ریخته و فاز پائینی (تفاله) دوبار با ۵ سی‌سی اتانول ۷۰٪شستشو داده شد و بر روی عصاره قبلی ریخته شد. نمونه‌ها در یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد گذاشته شدند سپس سانتریفوژ کردن نمونه‌ها به‌مدت ۱۰ دقیقه با ۳۵۰۰ دور در دقیقه انجام شد و قسمت رویی محلول سانتریفوژ شده جدا شد. یک دهم میلی‌لیتر از این عصاره الکلی نگهداری شده در یخچال به کمک میکروپیپت به داخل لولهٔ آزمایش ریخته شده و سه میلی‌لیتر آنترون (Anthrone) تازه تهیه شده (۱۵۰ میلی گرم آنترون+ ۱۰۰ میلی‌لیتر اسید سولفوریک ۷۲ درصد، W/W) به آن افزوده شد. لوله‌های آزمایش به‌مدت ۱۰ دقیقه در حمام آب جوش قرار داده تا ماده آبی رنگ متمایل به بنفش تشکیل گردد. پس از خنک شدن نمونه‌ها میزان جذب آنها در طول موج ۶۲۵ نانومتر با دستگاه اسپکتروفتومتر (مدل 80208864 شرکت Biotech کشور انگلستان) اندازه‌گیری شد. برای تهیه استاندارد قند، از گلوکز، محلول‌هایی با غلظت‌های صفر تا ۱۲۰ پی‌پی‌ام (۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰ و۱۲۰) تهیه و کلیه مراحل آزمایش روی آنها انجام گردید و درنهایت میزان جذب آنها در طول موج ۶۲۵ نانومتر قرائت گردید (Irigoyen *et al.*, 1992).

میزان عناصر غذایی برگ شامل نیتروژن، فسفر و پتاسیم اقدام شد. نیتروژن به‌روش تقطیر و تیتراسیون با دستگاه میکروکجلدال (مدل Vapodest شرکت Gerhardt کشور المان)، فسفر به‌روش رنگ سنجی (Calorometry) و قرائت به وسیله اسپکتروفتومتری، پتاسیم به‌روش اندازه‌گیری نشر شعله‌ای به وسیله فلم فتومتر (مدل PFP7 شرکت Jenway کشور انگلستان) اندازه‌گیری شدند (Emami, 1997).

در اواخر دوره اعمال تیمارهای کم آبیاری صدمات خشکی قابل مشاهده روی برگ و شاخه نمونه‌های انگور نمره‌دهی شدند (Martinez- Barroso & Alvarez, 1997).

۱- بدون علایم، ۲- نکروز ۲۰ درصد پهنک برگ، ۳- نکروز ۴۰ درصد پهنک برگ، ۴- نکروز ۶۰ درصد پهنک برگ، ۵- نکروز ۸۰ درصد پهنک برگ، ۶- خشکیدگی کامل بوته.

تجزیه آماری داده‌ها و نرم‌افزارهای مورد استفاده

برای انجام تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌های صفات اندازه‌گیری‌شده از نرم‌افزار SAS 9.0 استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش آزمون چنددامنه‌ای دانکن انجام گرفت. همچنین برای رسم نمودار از نرم‌افزار Excel (2010) استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج فیزیکوشیمیایی خاک مورد استفاده در کشت نهال‌های انگور در جدول ۱ و نتایج تجزیه واریانس اثر تلقیح با قارچ‌های میکوریزا و تیمارهای کم آبیاری بر صفات بررسی شده در جدول ۲ آورده شده است.

رشد رویشی شاخه

رشد طولی شاخه در بوته‌های آلوده به قارچ گونه *G. Etunicatum* کم‌تر از شاهد و دو گونه قارچ دیگر بود. به عبارتی قارچ‌های میکوریزا در مقایسه با شاهد تأثیری بر افزایش رشد رویشی نداشتند (شکل ۱). از طرف دیگر با شدت یافتن تنش آبی از میزان رشد

www.SID.ir

Archive of SID

رویشی بوته‌ها کاسته شد (شکل ۲)، به‌طوری‌که در تنش ۳۵ درصد نیاز آبی کمترین رشد رویشی شاخه ثبت گردید و در حدود ۵۰ درصد رشد رویشی در مقایسه با تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی کاهش داشت.

جدول ۱. نتایج آزمایش تجزیه خاک گلدان‌ها

Table 1. Results of pots soil analysis

EC (ds/m)	pH	O.C %	TNV %	SP %	P (mg/kg)	k (mg/kg)	% Soil particle		
							%Sand	%Silt	%Clay
1.33	7.5	0.36	9.7	27	5.4	517	60	29	11

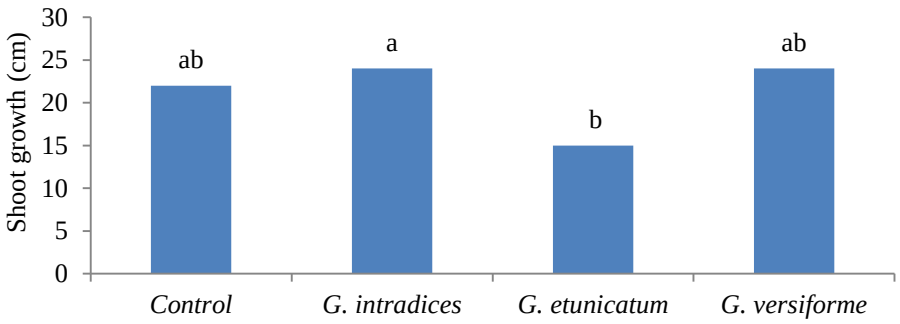
جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر مایکوریزا و کم آبیاری بر صفات اندازه‌گیری‌شده در انگور رشه

Table 2. Variance analysis of mycorrihza and deficiet irrigation effect on studied traits of Rasha grape cultivar

S.O.V	df	MS							
		Vegetative growth	Leaf tempreture	Drought symptoms	RWC	Soluble sugars	N	K	P
Block	3	94.9	2.5	0.07	9.5	15.5	0.05	0.09	0.001
Mycorrhiza (A)	3	157.3**	43.2**	0.52**	25.3**	35.9*	0.07**	0.22**	0.003**
DI (B)	2	1065.8**	64.5**	4**	3.3 ns	118.5**	0.53**	0.27**	0.001ns
A × B	6	42 ns	8.4**	0.2 ns	15.8*	23.1**	0.04**	0.12 *	0.004 ns
Error	33	31.3	2.6	0.09	5.26	12.9	0.009	0.036	0.004
CV(%)		27.2	5.44	19.89	2.5	13.4	6.2	16.8	15.7

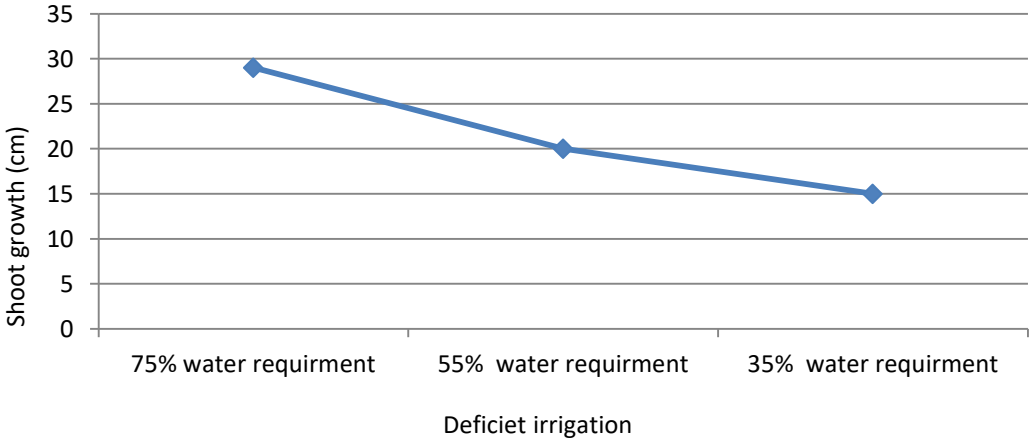
ns، * و **: به ترتیب نبود تفاوت معنی‌دار و تفاوت معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد.

ns, * and **: Non-significantly differences and significantly differences at 5 and 1% of probability levels, respectively.



شکل ۱. مقایسه میانگین اثر قارچ میکوریزا بر رشد کل شاخه انگور رشه. میانگین‌های با حروف ناهمسان در سطح ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌دار دارند.

Figure 1. Mean comparison effect of mycorrhizal fungus on shoot vegetative growth of Rasha. Means with different letters are significant according to the Duncan test (P≤0.05).



شکل ۲. مقایسه میانگین اثر کم آبیاری بر رشد کل شاخه انگور رشه.

Figure 2. Maean comparison effect of deficiet irrigation on shoot vegetative growth of Rasha.

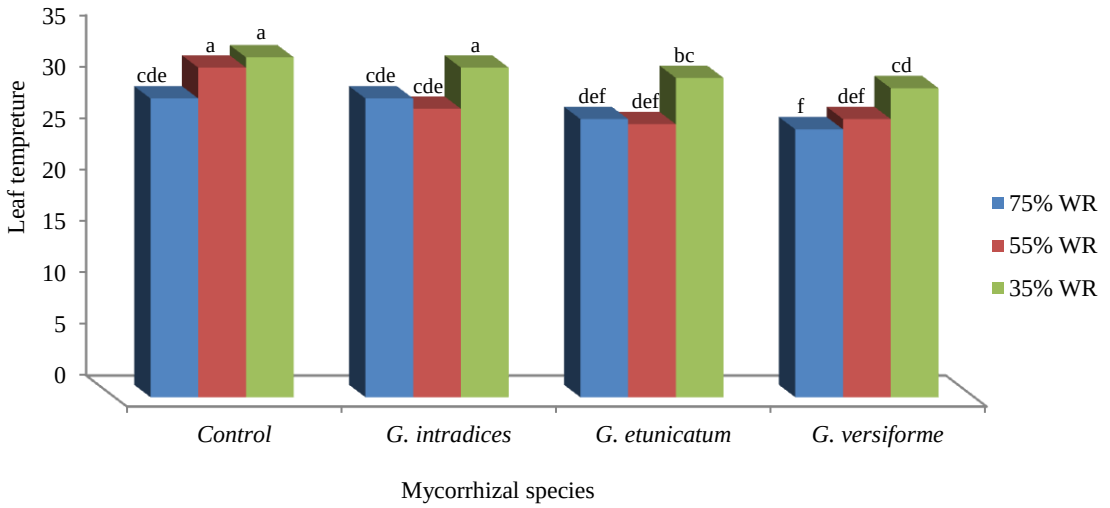
www.SID.ir

Archive of SID

رشد رویشی شاخه به شدت به محیط رشد وابسته است. از آنجا که پدیده رشد حاصل فعالیت‌های حیاتی در شرایطی است که گیاه باید آب کافی در اختیار داشته باشد، در صورت عدم تأمین آب مورد نیاز به دلیل کاهش فشار تورژسانس سلول‌های در حال رشد و اثر بر طول سلول‌ها، رشد کم می‌شود (Ahmadi & Biker, 2000). کاهش رشد بوته انگور در واحد بوته در اثر تنش خشکی توسط محققان متعددی گزارش شده است (Barkoki *et al.*, 1997; Rezaee, 2006). طی مطالعه‌ای درخصوص تأثیر قارچ میکوریزا در رشد و تغییرات عناصر غذایی انگور در خاک‌های ضعیف گزارش شده میزان رشد در نهال‌های حامل قارچ میکوریزا بیشتر از شاهد بود (Schreiner, 2005) درحالی‌که در این تحقیق میزان رشد رویشی نهال‌های تلقیح شده با هر سه گونه قارچ از شاهد بیشتر نبودند و به‌عبارتی تأثیری در افزایش رشد نداشتند. درصد اشغال ریشه توسط قارچ و میزان رشد تحریک شده به واسطه تلقیح‌شدن ریشه انگور به میکوریزا بسته به نوع گونه قارچ و رقم می‌تواند تفاوت کند (Linderman & Davis, 2001). انگور رقم رشه ذاتاً رشد رویشی زیادی ندارد و بر این اساس قارچ میکوریزا نتوانسته است با بهبود روابط آبی و تغذیه‌ای تاثیر معنی‌داری در افزایش رشد رویشی داشته باشد. گزارش شده که *Glomus intraradices* یکی از کارآمدترین قارچ‌های مؤثر در بهبود جذب آب گیاه در کاهو است، درحالی‌که *Glomus mosseae* منجر به کاهش جذب آب در همین گیاه شد. این تفاوت‌ها مربوط به تنظیم ژنی متفاوت آکواپورین‌ها توسط قارچ است (Marulanda *et al.*, 2003).

دمای برگ

در تیمار کم آبیاری ۳۵ درصد نیاز آبی میزان دمای برگ در بوته‌های آلوده به هر سه نوع قارچ میکوریزا و شاهد در حدود ۴ درجه سانتی گراد افزایش یافت، اما روند زیاد شدن دمای برگ در نهال‌های تلقیح شده با قارچ *G. etunicatum* (با ۳ درجه افزایش دما) کمتر از بقیه بود. در شدیدترین سطح تنش اعمال‌شده (۳۵ درصد نیاز آبی) کمترین دما (۳۰ درجه ساتی گراد) در برگ نهال‌های آلوده شده به گونه *G. versiforme* ثبت شد. با شروع تنش آبی (۵۵ درصد نیاز آبی) دما در تمامی بوته‌های دارای قارچ میکوریزا تا حدودی تغییر واضحی نکرد، اما در شاهد دما افزایشی ۳ درجه سانتی‌گرادی نشان داد (شکل ۳). دمای برگ یکی از روش‌های جدید برای تخمین میزان تنش آبی محصولات است (Mannini & Anconeli, 2002).



شکل ۳. برهمکنش نوع قارچ میکوریزا و کم آبیاری بر دمای برگ انگور رشه. میانگین‌های با حروف ناهمسان در سطح ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌دار دارند.

Figure 3. Intraction of mycorrhizal fungus and deficiet irrigation on leaf temperature of Rasha. Means with different letters are significant according to the Duncan test (P≤0.05).

www.SID.ir

Archive of SID

در اثر تنش خشکی تولید هورمون آبسیزیک اسید افزایش یافته و در نتیجه هدایت روزنه‌ای برگ کاهش می‌یابد و روزنه‌ها بسته می‌شوند و از این طریق مانع از دست رفتن آب بیش‌تر از گیاه می‌شوند و گیاه قادر خواهد بود وضعیت آب خود را حفظ کند. کاهش تعرق از طریق بسته‌شدن روزنه‌ها در شرایط تنش باعث افزایش دمای برگ می‌شود که این مسئله می‌تواند باعث وارد شدن تنش گرمایی به گیاه شده و از این طریق مانع رشد گیاه شود. در واقع کاهش تعرق اگرچه باعث حفظ محتوای آب برگ می‌شود، ولی دو اثر منفی روی گیاه می‌تواند داشته باشد و آن هم کاهش فتوسنتز و افزایش خطر تنش گرمایی است (Baumgartner, 2006).

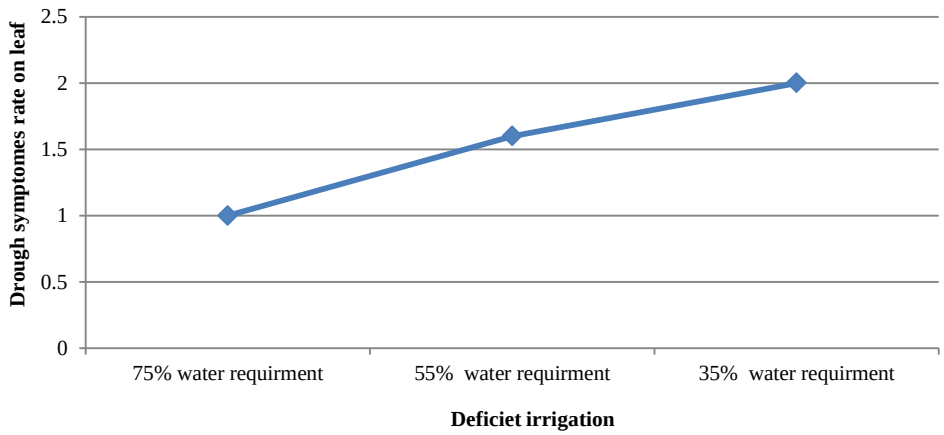
در تحقیق حاضر با افزایش سطوح کم‌آبیاری به ۳۵ درصد نیاز آبی دمای برگ افزایش یافت که با نتایج آزمایش‌های Fisarakis *et al.* (2001) و Ben-Asher *et al.* (2006) در انگور مطابقت داشت. نهال‌های حامل قارچ گونه‌های Versiforme احتمالاً از طریق بهبود جذب آب و حفظ بهتر محتوی نسبی آب برگ مانع بسته شدن روزنه‌ها شده و از این طریق از بالا رفتن دمای برگ در مقایسه با سایر تیمارها جلوگیری کردند.

علایم خشکیدگی برگ

با افزایش سطح کم آبیاری علایم خشکی در برگ‌ها بیشتر شد. کم‌ترین علایم در تیمار ۷۵ درصد نیاز آبی و بیشترین علایم (۲۰ درصد نکروز برگ) در تیمار ۳۵ درصد نیاز آبی ثبت گردید (شکل ۴)، به‌طوری‌که تعدادی از برگ‌های پایین شاخه با گذشت زمان ریزش نمودند. در میان بوته‌های انگور رشه تلقیح شده با سه نوع قارچ میکوریزا کمترین علایم خشکیدگی در بوته‌های دارای قارچ گونه *G. versiforme* دیده شد. بین شاهد بدون تلقیح قارچ و بوته‌های تلقیح شده با دو گونه قارچ دیگر بیشترین صدمات خشکی نمایان شد (شکل ۵). علایم ظاهری ناشی از تنش آبی به‌صورت زردی (کلروز) برگ‌های پایینی و مسن گیاه، پیچش و لوله‌ای‌شدن برگ‌ها، پژمردگی نیمروزی برگ‌ها و بالاخره ریزش تعدادی از برگ‌های مسن گیاه نمایان شد. در حقیقت قسمتی از کاهش تعداد و سطح برگ‌ها به‌خصوص در تیمار ۳۵ درصد نیاز آبی از مرگ و ریزش برگ‌های پایینی گیاه ناشی شده است. به‌دنبال کاهش سطح برگ، جذب نور کم شده و ظرفیت کل فتوسنتزی گیاه و میزان رشد و توسعه گیاه کاهش می‌یابد (Hsiao, 1973).

محتوای نسبی آب

اثر قارچ‌های میکوریزا بر مقدار محتوی نسبی آب در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین نشان دادند با افزایش سطح کم آبیاری میزان محتوی نسبی آب برگ در شاهد بدون قارچ میکوریزا ۴ درصد کاهش یافت، درحالی‌که در بوته‌های تلقیح‌شده با سه گونه قارچ میکوریزا محتوی نسبی آب با اعمال تنش تغییر معنی‌داری نشان نداد (جدول ۳).

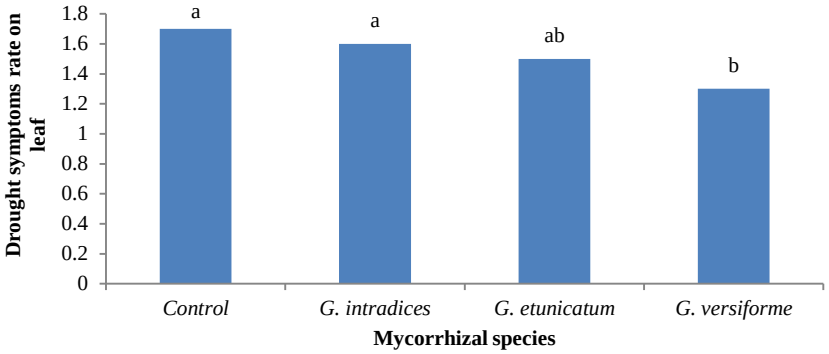


شکل ۴. تأثیر کم آبیاری بر علایم خشکیدگی برگ

Figure 4. Effects of deficiet irrigation on drought leaf symptoms

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵. مقایسه میانگین اثر قارچ میکوریزا بر علایم خشکیدگی برگ انگور رشه. میانگین‌های با حروف ناهمسان در سطح ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌دار دارند.

Figure 5. Mean comparison effect of mycorrhizal fungus on drought leaf symptoms of Rasha. Means with different letters are significant according to the Duncan test (P≤0.05).

هر سه گونه قارچ میکوریزا توانستند به‌خوبی محتوای نسبی آب برگ را در حد مطلوبی حفظ نمایند، گرچه قارچ گونه *G. versiforme* در این مورد کارایی بهتری نشان داد. محتوی نسبی آب برگ یکی از شاخص‌های شناسایی رقم‌های متحمل و حساس می‌باشد. گونه‌های گیاهی در مواجهه با خشکی محتوای آب سلول‌های خود را در حد بالاتری حفظ می‌کنند. بنابراین می‌توان گفت که یکی از مکانیسم‌های مهم مقاومت در برابر خشکی در انگور، حفظ آب نسبی برگ است. بوته‌هایی که در شرایط کم آبی بتوانند آب بیشتری را در برگ‌های خود نگهداری نمایند، تحمل بیشتری را در برابر خشکی خواهند داشت (Hedari Sharifabad, 2000). در بوته‌های تلقیح‌شده انگور رشه با قارچ گونه *G. versiforme* علایم صدمات ظاهری روی برگ در شرایط ۳۵ درصد نیاز آبی کمتر از شاهد بود (شکل ۵) که احتمالاً به‌واسطه محتوای نسبی آب بیشتر این بوته‌ها باشد. انگور رشه علاوه بر این‌که جزو انگورهای است که از ضخامت کوتیکولی برگ بالایی برخوردار می‌باشد و بر اساس مطالعات انجام گرفته جزو رقم‌های متحمل به خشکی است (Ghaderi *et al.*, 2006)، اما در صورت همراه‌شدن با قارچ‌های میکوریزا می‌توانند محتوای نسبی آب برگ‌های خود را در شرایط تنش خشکی در حد بالایی نگه دارند و شرایط تنش را بهتر تحمل نمایند.

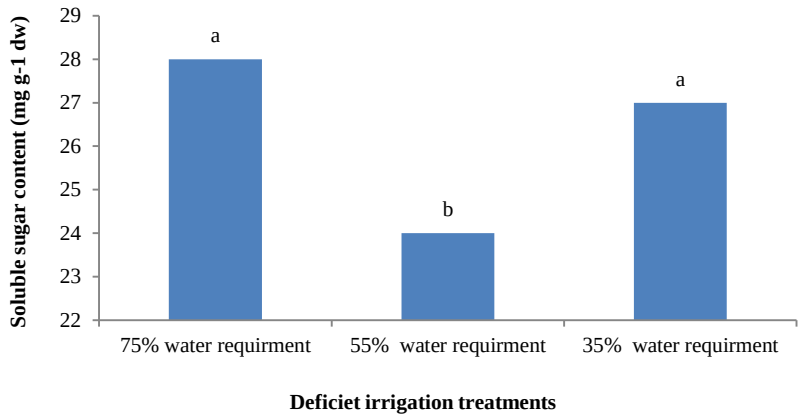
قندهای محلول

اثر کم آبیاری و گونه قارچ بر مقدار قندهای محلول معنی‌دار شد (جدول ۲). با اعمال اولین سطح تیمار کم آبیاری مقدار قند محلول ۴ میلی‌گرم کاهش یافت و سپس در تنش شدیدتر مقدار قند افزایش پیدا کرد. بیشترین مقدار قند محلول برگ در تیمارهای شاهد و تنش ۳۵ درصد نیاز آبی ثبت شد (شکل ۶). بر اساس شکل ۷ بیشترین مقدار قندهای محلول برگ به‌ترتیب متعلق به شاهد و بوته‌های تلقیح‌شده با قارچ *G. intraradices* و *G. versiforme* بود.

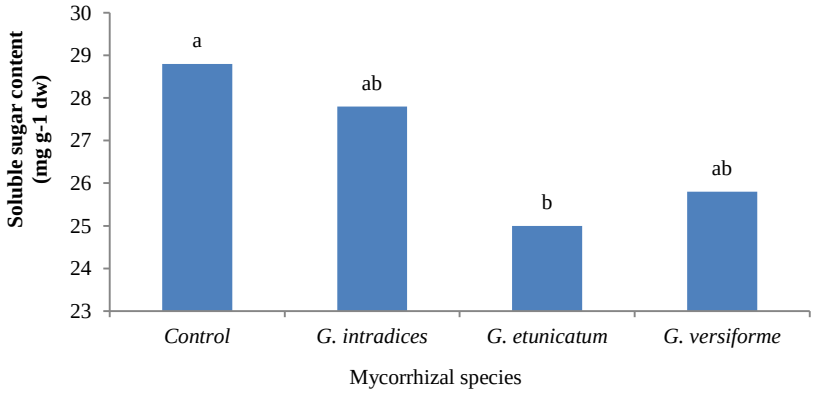
افزایش غلظت کربوهیدرات‌های محلول در شرایط تنش جهت تنظیم اسمزی و تداوم جذب آب می‌باشد. در تعدادی از مطالعات گزارش شده که تجمع قندهای محلول با مقاومت گیاهان در برابر تنش خشکی در ارتباط است (Hokekstra & Buiting, 2001; Aslanpour *et al.*, 2016). قند ساکارز به عنوان یک محافظ اسمزی و استحکام دهنده غشاهای سلولی و حفظ‌کننده تورژسانس سلولی عمل می‌نماید (Kerepesi *et al.*, 1998). در کل امروزه ارتباط مستقیم بین تجمع مواد قندی و تحمل به خشکی در همه گیاهان مورد شک است، به طوری که گزارش شده در گیاهان زراعی مانند سورگوم (Newton *et al.*,1986) و ذرت (Thakur & Rai, 1980) و حتی در بعضی از رقم‌های انگور در اثر تشدید تنش آبی غلظت کربوهیدرات‌های محلول کاهش می‌یابد. در مطالعه اثر خشکی بر قندهای انگور، گزارش شده که میزان قندهای محلول، در رقم رشه کاهش، ولی در رقم خوشناو افزایش یافت (Ghaderi *et al.*, 2006) که نتایج ما را در مورد انگور رشه تأیید می‌نماید.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶. تأثیر کم آبیاری بر مقدار قند محلول برگ انگور رشه. میانگین‌های با حروف ناهمسان در سطح ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌دار دارند.
Figure 6. Effects of deficiet irrigation on leaf soluble suger content of Rasha. Means with different are significant according to the Duncan test (P≤0.05).



شکل ۷. تأثیر نوع قارچ میکوریزا بر مقدار قند محلول برگ انگور رشه. میانگین‌های با حروف ناهمسان در سطح ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌دار دارند.
Figure 7. Effects of mycorrhizal fungus on leaf soluble suger content of Rasha. Means with different are significant according to the Duncan test (P≤0.05).

عناصر غذایی

برهمکنش نوع قارچ و سطوح کم آبیاری بر مقدار نیتروژن و پتاسیم برگ در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). با اعمال اولین سطح تنش آبی میزان نیتروژن برگ در بوته‌های شاهد و هر سه گونه قارچ میکوریزا افزایش یافت. بیشترین افزایش (در حدود ۳ درصد) در تیمار *G. versiforme* بود. با تشدید تنش به سطح ۳۵ درصد نیاز آبی مقدار نیتروژن برگ در شاهد و تیمار تلقیح‌شده با قارچ گونه *G. etunicutum* بدون تغییر و در دو گونه دیگر کاهش یافت (جدول ۲). میزان نیتروژن برگ انگور رشه تلقیح شده با هر سه گونه قارچ در آبیاری ۷۵ درصد نیاز آبی کمتر از شاهد بدون قارچ بود. بیشترین غلظت نیتروژن برگ در تنش ۵۵ درصد نیاز آبی (۱/۸۵ درصد) مربوط به بوته‌های حامل قارچ گونه *G. versiforme* بود. در کل در تمامی بوته‌ها مقدار نیتروژن برگ در بوته‌های تحت تنش آب بیشتر از شاهد بود (جدول ۳).

تغییرات غلظت عنصر پتاسیم در برگ در مقایسه با نیتروژن کمتر تحت تأثیر نوع قارچ و تنش قرار گرفت. به غیر از بوته‌های دارای قارچ گونه *G. etunicatum* در سایر تیمارهای قارچ میکوریزا و شاهد با تشدید تنش آبی تغییر معنی‌داری در غلظت پتاسیم برگ مشاهده نشد (جدول ۲). در این گونه قارچی با افزایش شدت تنش آبی غلظت پتاسیم در برگ افزایش نشان داد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳. مقایسه میانگین برهمکنش نوع قارچ میکوریزا و کم آبیاری بر محتوای نسبی آب برگ، مقدار نیتروژن و پتاسیم برگ انگور رشه

Table 3. Mean comparison intraction effect of mycorrhizal fungus and deficiet irrigation on leaf RWC, N and K concentration of Rasha

Treatments		RWC (%)	N (%)	K (%)
Control	75% Water requirment	91.7 abc	1.42 de	1.19 ab
	55% Water requirment	91.6 abc	1.7 bc	1.23 ab
	35% Water requirment	86.8 d	1.73 ab	1.27 ab
G. intradices	75% Water requirment	92.1 ab	1.4 e	1.1 ab
	55% Water requirment	93.1 a	1.7 bc	1.17 ab
	35% Water requirment	91 abc	1.55 cd	1.18 ab
G. etunicatum	75%Water requirment	90.3 abcd	1.24 f	0.55 c
	55% Water requirment	88 cd	1.49 de	1 b
	35% Water requirment	91.7 abc	1.67 bc	1.25 ab
G. versiforme	75% Water requirment	92.8 ab	1.37 ef	1.09 ab
	55% Water requirment	90.9 abc	1.85 a	1.4 a
	35% Water requirment	93.4 a	1.66 bc	1.15 ab

میانگین‌های با حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشند.

Means with different letters are significant according to the Duncan test (P≤0.05).

Babu & Prakash (2003) در مطالعه‌ای روی رقم‌های انگور، وضعیت جذب مواد غذایی را در شرایط تنش آبی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد تنش آبی در همه رقم‌ها موجب کاهش میزان عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم برگ گردید، ولی در بین رقم‌ها تفاوت‌هایی وجود داشت. در تحقیقی در خصوص نقش میکوریزا در تغذیه انگور گزارش شد که هیف های خارجی روی سطح ریشه انگور به عنوان پلی انتقال دهنده نیتروژن بین تاک و منابع حاوی نیتروژن آلی در خاک عمل می‌کنند و در نتیجه وجود همزیستی میکوریزا با تاک در راستای تغذیه مناسب در خاک‌های نامناسب بسیار با اهمیت می‌باشد (Baumgartner, 2006).

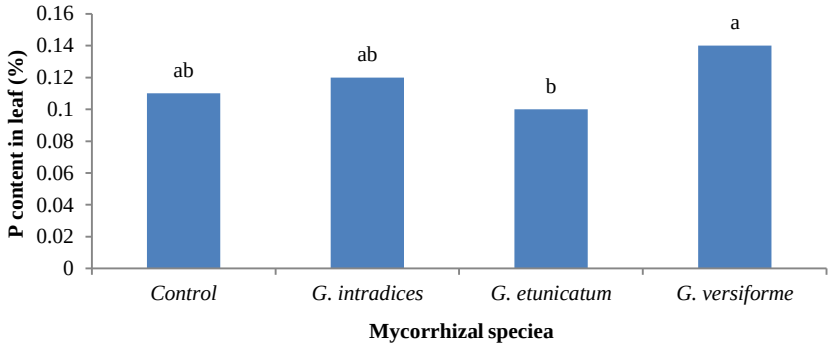
در تحقیق ما تلقیح با قارچ میکوریزا نتوانست تأثیری در افزایش مقدار نیتروژن برگ انگور رشه در مقایسه با شاهد بدون قارچ داشته باشد که با نتایج Schreiner (2007) مطابقت ندارد. نامبرده گزارش داد که با رفع محدودیت‌های موجود در جذب فسفر از خاک سایر عناصر از جمله نیتروژن نیز بیشترتوسط ریشه‌های دارای قارچ میکوریزا جذب می‌شوند. درحالی‌که Sedlacek *et al.* (2013) در تحقیقی روی مقایسه تفاوت مقدار عناصر کم و پر مصرف برگ چندین رقم انگور تلقیح شده با قارچ میکوریزا و شاهد بدون قارچ گزارش دادند در رقم پینوت نویر، به غیر از عنصر کلسیم که در بوته‌های دارای قارچ میکوریزا بیشتر بود، سایر عناصر از جمله نیتروژن و پتاسیم تفاوتی را نشان ندادند و در سال دوم آزمایش مقدار نیتروژن کاهش معنی‌داری داشت. این در حالی است که در رقم فرانکوفکا (Frankovka) مقدار نیتروژن و پتاسیم در برگ بوته‌های تلقیح‌شده با قارچ میکوریزا در هردو سال آزمایش بیشتر از شاهد بود.

گزارش شده است که تحت تنش خشکی در رقم‌های انگور، جذب عناصر غذایی فسفر، کلسیم و پتاسیم افزایش، ولی نیتروژن کاهش پیدا کرد. این نتایج با یافته‌های ما در مورد پتاسیم مطابقت دارد، اما در مورد مقدار نیتروژن متفاوت است. افزایش یون پتاسیم در برگ‌ها را می‌توان به دلیل جذب این عنصر از ریشه و انتقال به برگ‌ها جهت افزایش پتانسیل اسمزی و حفظ آماس سلولی نسبت داد. این عنصر در افزایش هدایت روزنه‌ای نیز نقش دارد. افزایش غلظت نیتروژن در سطوح کم آبیاری گزارش شده در تحقیق ما شاید ناشی از تفاوت یا واکنش خاص رقم رشه باشد که برای اثبات آن نیاز به مطالعات بیشتر دارد (Rezaee, 2006).

غلظت عنصر فسفر برگ تحت تأثیر نوع قارچ میکوریزا قرار گرفت، به طوری که بیشترین مقدار فسفر در برگ بوته‌های انگور رشه تلقیح شده با قارچ گونه *G. versiforme* اندازه‌گیری شد که تفاوت معنی‌داری با شاهد و تیمار با قارچ *G. intraradices* نداشت. حداقل مقدار این عنصر در بوته‌های دارای قارچ *G. etunicatum* ثبت گردید (شکل ۸).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸. تأثیر نوع قارچ میکوریزا بر مقدار فسفر برگ انگور رشه. میانگین‌های با حروف ناهمسان در سطح ۵ درصد آزمون دانکن تفاوت معنی‌دار دارند.

Figure 8. Effects of mycorrhizal fungus on leaf P concentration of Rasha. Means with different are significant according to the Duncan test (P≤0.05).

اثرات مثبت قارچ میکوریزا در تسهیل جذب و انتقال فسفر از خاک به گیاه به‌ویژه در خاک‌های فقیر و نامناسب در گیاهان زراعی و حتی درختان میوه مانند انگور گزارش شده است (Motosugi *et al.*, 2002). در این میان کارایی نوع قارچ و برهمکنش آن با نوع رقم میزبان در بهبود جذب فسفر مورد تأیید قرار گرفته است، به‌طوری‌که Linderman & Davis (2001) طی مطالعاتی نشان دادند درصد اشغال ریشه توسط قارچ، میزان رشد و جذب عناصر غذایی به‌واسطه تلقیح شدن ریشه انگور به میکوریزا بسته به نوع گونه قارچ و رقم می‌تواند تفاوت کند.

Nikolaou *et al.* (2003) به‌منظور بررسی اثرات قارچ میکوریزا و کم آبیاری در تحقیقی هشت پایه انگور را با قارچ میکوریزا تلقیح نمود و نهال‌ها را در خاک شنی ضعیف از لحاظ فسفر و مواد آلی کشت کردند. نتایج نشان داد میزان فسفر برگ در نهال‌های تلقیح‌شده با قارچ میکوریزا بالاتر از شاهد بودند. Schreiner (2005) طی مطالعه‌ای درخصوص تأثیر قارچ میکوریزا در جذب عناصر معدنی توسط ریشه انگور در خاک‌های ضعیف گزارش داد که علاوه بر بیشترین تأثیر قارچ در جذب فسفر، بر جذب سایر عناصر معدنی از جمله نیتروژن، پتاسیم، کلسیم، روی، مس و آهن نیز تأثیرگذار می‌باشد. همچنین نام‌برده گزارش داد که به‌واسطه افزایش یافتن رشد رویشی نهال‌های حامل میکوریزا، احتمال رقیق‌شدن غلظت این عناصر در برگ وجود دارد.

نتیجه‌گیری کلی

در کل می‌توان گفت که انگور رقم رشه قادر به تحمل تنش آبی می‌باشد و در این بین بوته‌های تلقیح شده با قارچ میکوریزا، به‌ویژه قارچ گونه *G. versiforme* توانست با حفظ بهتر مقدار نسبی آب برگ، کنترل دما و جذب بهتر عنصر فسفر و تا حدی پتاسیم در وضعیت بهتری تنش را تحمل نمایند. بر اساس نتایج این تحقیق می‌توان به تاک‌داران توصیه نمود برای تحمل بهتر تنش خشکی و بهبود وضعیت تغذیه‌ای انگور رقم رشه در مناطق مساعد برای کشت دیم بهتر است از نهال‌های ریشه‌داری استفاده نمود که با یک یا چند گونه کارآمد قارچ مایکوریزا مانند *G. versiforme* و *G. intraradices* تلقیح شده باشند.

REFERENCES

1. Ahmadi, A. & Biker, D.A. (2000). Stomatal and nonstomatal limitations of photosynthesis under water stress conditions in wheat plant. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 31(4), 813-825. (in Farsi)
2. Ahmadi, A. & Sio-semarde, A. (2004). The effects of water stress on soluble carbohydrates, chlorophyll and proline contents of four Iranian wheat cultivars under different moisture regimes. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 35(3), 753-763. (in Farsi)
3. Anonymous. (2015). *West Azerbijan horticultural vision*. Jahade-Agricultur organization of West Azerbijan. 34 p.

www.SID.ir

Archive of SID

4. Aslanpour, M., Dolati Baneh, H., Tehranifar, A. & Shoor, M. (2016). The effect of mycorrhizal fungi on the amount of glycine betaine, soluble sugar, proline, leaf water content and leaf chlorophyll of the white seedless grape under drought stress conditions. *International Journal of Advanced Biotechnology and Research (IJBR)*, 7(3), 1119-1133.
5. Babu, H. K. & Prakash, G. S. (2003). Effect of water stress and rootstocks on leaf mineral composition of grape. *Indian Journal of Horticulture*, 60, 147-150.
6. Barkoki, M., Hifnny, H.A. & Baghdad, G.A. (1997). Some effects of water stress on growth of grape vine *Vitis vinifera*. *Acta Horticulture*, 84, 199-214.
7. Baumgartner, K. (2006). The role of beneficial mycorrhizal fungi in grapevine nutrition. *ASEV Technical update*, 1(1), 3.
8. Bavaresco, L. & Fogher, C. (1996). Lime-induced chlorosis of grapevine as affected by rootstock and root infection with arbuscular mycorrhiza and *Pseudomonas fluorescens*. *Vitis*, 35 (3), 119-123.
9. Ben- Asher, J., Tsuyuki, I., Bravdo, B. A. & Sagih, M. (2006). Irrigation of grapevines with saline water, I. leaf area index, stomatal conductance, transpiration and photosynthesis. *Agricultural Water Management*, 83, 13-21.
10. Emami, A. (1997). Plant Analysis Methods. Agricultural Research, Education and Extension Organization Publication, Iran. 128 pp. (in Farsi).
11. Fisarakis, I., Chartzoulakis, K. & Stavrakas, D. (2001). Response of Sultana vines (*V. vinifera* L.) on six rootstocks to NaCl salinity exposure and recovery. *Agricultural Water Management*, 51, 13-27.
12. Ghaderi, N., Sio-semarde, A. & Shahoee, S.S. (2006). Effects of drought stress on some physiological traits of two grapevine cultivars. *Iranian Journal of Agricultural Science*, 29(1), 45-55. (in Farsi)
13. Hedari Sharifabad, H. (2000). *Plants, dryness, drought*. Research Institute of Forest and Rengelands Publication. P.200.
14. Hokekstra, F.A. & Buiting, J. (2001). Mechanisms of plant desiccation tolerance. *Trends plant Science*, 8, 431-438.
15. Hsiao, T. C. (1973). Plant responses to water stress. *Annual Reviwe of Plant Physiology*, 24, 519-570.
16. Irigoyen, J. J., Emerich, D. W. & Sanchez-Diaz, M. (1992). Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in nodulated alfalfa (*Medicago sativa*) plants. *Physiologia Plantarum*, 84, 55-60.
17. Keller, M. (2010). The Science of Grapevines. Academic Press: Elsevier. London, UK. 377 p.
18. Kerepesi, I., Galiba, G. & Banyal, E. (1998). Osmotic and salt stresses induced differential alteration in water-soluble carbohydrate content in wheat seedlings. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 46, 5347-5354.
19. Linderman, R.G. & Davis, E.A. (2001). Comparision response of selected grapevine rootstock and cultivars to inoculation with different mycorrhizal fungi. *American Journal of Enology and Viticulture*, 52, 8-11.
20. Mannini, P. & Anconeli, S. (2002). Leaf temperature and water stress in strawberry. *American Journal of Enology and Viticulture*, 53(2), 138-143.
21. Martinez-Barroso, M.C & Alvarez, C.E. 1997. Toxicity symptoms and tolerance of strawberry to salinity in the irrigation water. *Scientia Horticulture*, 71, 177-188.
22. Marulanda, A., Azcón, R. & Ruiz-Lozano, J.M. (2003). Contribution of six arbuscular mycorrhizal fungal isolates to water uptake by *Lactuca sativa* plants under drought stress. *Physiologia Plantarum*, 119(4), 526-533.
23. Menga, J, A., Raski, D. J., Lider, L. A., Johnson, E. L., Jones, N. O., Kissler, J. J. & Hemstreet, C. (1983). Interaction between mycorrhizal fungi, soil fumigation and growth of grapes in California. *American Journal of Enology and Viticulture*, 34, 117-121.
24. Motosugi, h., Yamamoto, Y., Naruo, T., Kitabayashi, H & Ishii, T. (2002). Comparision of the growth and leaf mineral concentration between three grapevine rootstocksand their corresponding tetraploids inoculated with an arbuscular mycorrhizal fungus *Gigaspora margarita*. *Vitis*, 41, 21-25.
25. Newton, R.J., Bhaskaran, S., Puryear, J. D. & Smith, R. H. (1986). Physiological changes in cultured sorghum cells in response to induced water stress. II. Soluble carbohydrates and organic acids. *Plant Physiology*, 81, 626-629.
26. Nikolaou, N., Angelopoulos, K. & Karagiannidis, N. (2003). Effects of drought stress on mycorrhizal and non- mycorrhizal Cabernet Sauvignon grapevines, grafted on to various rootstocks. *Experimental Agriculture*, 39, 241-252.
27. Phillips, J.M. & Hayman, D.S. (1970). Improved Procedures for Clearing Roots and Staining Parasitic Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi for Rapid Assessment of Infection. *Transactions of the British Mycological Society*, 55, 158-161.
28. Rezaee, T. (2006). *Evaluation of some physiological characteristics of five grape varieties for selection of drought tolerant cultivars*. M.Sc. Thesis, University of Hamadan, Iran. 61p. (in Farsi)

www.SID.ir

Archive of SID

29. Rooyen, M., Valentine, A. & Archer, E. (2004). Arbuscular mycorrhizal colonisation modifies the water relations of young transplanted grapevines (Vitis). *South African Enology and Viticulture*. 25(2), 37-42.
30. Schreiner, R.P. (2005). Mycorrhizas and mineral acquisition in grapevines. *American Society of Enology and Viticulture*. Davis, CA, pp 49-60.
31. Schreiner, R. P. (2007). Effects of native and nonnative arbuscular mycorrhizal fungi on growth and nutrient uptake of 'Pinot noir' (*Vitis vinifera* L.) in two soils with contrasting levels of phosphorus. *Applied Soil Ecology*, 36, 205-215.
32. Sedlaček, M., Pavloušek, P., Lošak, T., Zatloukalova, A., Filipčik, R., Hlušek, J & Vitězova, M. (2013). The effects of arbuscular mycorrhizal fungi on the content of macro and micro elements in grapevine (*Vitis vinifera* L.) leaves. *Acta Universitatis Agriculture et Silviculture Mendeliane Brunensis*, 1, 187-191.
33. Shahsavandi, F. & Eshghi, S. (2016). Effect of mycorrhizal fungus on some growth and physiological indeices in 'Perllete' grapevine under high temperature stress. *Iranian Journal of Horticultural Science*, 47(3), 553-557. (in Farsi)
34. Thakur, P. S. & Rai, V. K. (1980). Water stress effects on maize: Carbohydrate metabolism of resistant and susceptible cultivars of *Zea mays* L. *Biologia Plantarum*, 21(1), 50-56.
35. Turner, N. C. (1981). Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. *Plant and Soil*, 58, 339-366.
36. Torres, N., Goicoechea, N., Zamarreño, A.M. & Carmen Antolín, M. (2018). Mycorrhizal symbiosis affects ABA metabolism during berry ripening in *Vitis vinifera* L. cv. Tempranillo grown under climate change scenarios. *Plant Science*, 274, 383-393.

www.SID.ir