ارزیابی بازده فتوسنتز گیاه انگور (*Vitis vinifera*) همزیست با قارچ مایکوریزا در شرایط تنش رطوبتی

عبدالرحمان محمدخانی[۱]، شیرین نصراله‌پور مقدم[۲] و مسعود فتاحی*[۲]

به ترتیب دانشیار و دانشجویان دکتری گروه علوم باغبانی، دانشگاه شهرکرد

چکیده

به‌منظور ارزیابی تاثیر قارچ مایکوریزا آربسکولار بر بازده فتوسنتز انگور عسگری، آزمایشی گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار طراحی و انجام شد. فاکتورهای مورد استفاده شامل قارچ مایکوریزا آربسکولار در پنج سطح و تنش رطوبتی در ۳ سطح بودند. عملکرد ماده خشک کل و بازده فتوسنتز در تیمارهای دارای قارچ نسبت به تیمارهای بدون قارچ در هر دو شرایط بدون تنش و تنش رطوبتی بالاتر بود. بیشترین سطح برگ در گیاهان دارای قارچ مایکوریزا مشاهده شد و در شرایط تنش رطوبتی بالا از میزان سطح برگ به‌طور محسوسی کاسته شد. به‌طورکلی همزیستی با مایکوریزا سبب بهبود بازده فتوسنتز در شرایط تنش رطوبتی گردید که از این نظر عملکرد قارچ گلوموس موسه و گلوموس اتونیکیتوم بهتر از سایر جنس‌های استفاده شده در این آزمایش بود.

واژه های کلیدی: انگور، بیوماس (ماده خشک)، سطح برگ، فتوسنتز، همزیستی

مقدمه

انگور با نام علمی *Vitis vinifera* متعلق به خانواده *Vitaceae* است. کشور ایران دهمین تولید کننده انگور دنیاست که حدود ۳/۳ درصد از کل تولید انگور دنیا را به خود اختصاص داده است. تنش خشکی مهمترین عامل محدود کننده تولید محصولات کشاورزی در مناطق نیمه خشک به شمار می‌رود. و گیاهان در اثر خشکی، علاوه بر واکنش‌های فیزیولوژیک، تغییرات مورفولوژیک نیز از خودشان نشان می‌دهند. ایران از سال ۲۰۰۰ میلادی وارد فهرست کشورهای دارای کسری آب شده است و تا سال ۲۰۳۰ منابع آب تجدیدپذیر آن از ۱۵۰۰متر مکعب برای هر نفر در سال کمتر خواهد شد. قارچ‌های مایکورایزا آربوسکولار به دلیل اینکه می‌توانند ۴ تا ۲۰ درصد کربن تثبیت شده توسط گیاهان را مصرف کنند، به عنوان مهمترین تنظیم کننده‌های جریان کربن از گیاهان به خاک به شمار می‌آیند. این قارچ‌ها تقریبا ۵ تا ۳۶ درصد زیست‌توده خاک و ۹ تا ۵۵ درصد زیست‌توده میکروارگانیسم‌های خاک را در اراضی کشاورزی تشکیل می‌دهند (Adejare *et al.*, 2007). تنش رطوبتی به سیستم فتوسنتز آسیب می‌رساند و به دو طریق فتوسنتز را تحت تأثیر قرار می‌دهد در ابتدا با بستن روزنه‌ها و درنتیجه نرسیدن دی‌اکسیدکربن به کلروپلاست‌ها و سپس از طریق کاهش پتانسیل آب سلول، بر روی ساختمان پیچیده فتوسنتزی تأثیر می‌گذارد و به این‌صورت تنش آبی رشد ریشه، ساقه و برگ را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Adejare *et al.*, 2007). تنش از فتوسنتز گیاه جلوگیری می‌کند چرا که باعث تغییر در محتوای کلروفیل و آسیب به ساختارهای فتوسنتزی می‌شود. هم‌چنین در اثر تنش در تعادل میان تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن و مکانیسم‌های دفاعی برطرف کننده این رادیکال‌ها اختلال ایجاد می‌شود که به تجمع گونه‌های فعال اکسیژن و القای تنش اکسیداتیو، خسارت به پروتئین‌ها، لیپیدهای غشاء و سایر اجزای سلولی منجر می‌گردد و محققین آن را به‌عنوان دلیل دیگری برای کاهش فتوسنتز در اثر این تنش بیان کرده‌اند (Feng *et al.*, 2002). رشد سلول یکی از مهم‌ترین فرایندهای فیزیولوژیکی حساس به خشکی می‌باشد. رشد نتیجه تولید سلول‌های دختری توسط تقسیمات سلول‌های مریستمی و پس از آن توسعه‌ی گسترده‌ی سلول‌های جوان است. تحت کمبود شدید آب، از طویل شدن سلول‌های گیاهان عالی به علت قطع جریان آب اطراف سلول‌های در حال طویل شدن آوند چوبی جلوگیری می‌شود که موجب اختلال در تقسیم میتوز، طویل شدن و توسعه سلول می‌شود که در نتیجه کاهش رشد (سطح برگ و ...) و عملکرد (ماده خشک) رخ می‌دهد (Anjum *et al.*, 2011). در پژوهشی که به‌منظور غربالگری ژنوتیپ‌های

مقاوم به خشکی گردو تحت شرایط تنش خشکی انجام شد نتایج نشان داد، ژنوتیپ‌های مختلف پاسخ‌های متفاوتی نسبت به تنش نشان دادند که در بین آنها ژنوتیپ Z حساسترین گونه به تنش خشکی معرفی شد (Vahdati *et al*., 2009).

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی تاثیر مایکوریزا آربسکولار بر بازده فتوسنتز انگور عسگری (Vitis vinifera cv. "Asgari")، آزمایشی گلخانه‌ای به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام گردید. فاکتورهای مورد استفاده شامل قارچ مایکوریزا آربسکولار در ۵ سطح *Glomus mosseae*، *G. intraradices*، *G. etunicatum*، *G. verciform* و شاهد، تنش خشکی در سه سطح ۰/۵، ۳۰ و ۶۰ MAD (میزان رطوبت بین ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی دائم) بود. خاک مورد استفاده به نسبت ۱:۲ به ترتیب از خاک مزرعه و ماسه تهیه گردید. نمونه‌های خاک به مدت یک ساعت در دمای ۱۲۱درجه سلسیوس و فشار ۱/۵ اتمسفر اتوکلاو شد. جهت کاشت، قلمه‌های انگور به گلدان‌های حاوی مایکوریزا منتقل شدند پس از گذشت ۶ ماه تست همزیستی انجام و با اطمینان لازم از همزیست بودن ریشه‌ها با قارچ، تنش رطوبتی به مدت ۶۰ روز اعمال گردید. پس از پایان تنش رطوبتی اندام‌های مختلف انگور (شاخساره و ریشه) برداشت و پس از اندازه‌گیری سطح برگ جهت محاسبه ماده خشک به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۷۰ درجه سانتیگراد قرار داده شدند. با مشخص شدن میزان سطح برگ و ماده خشک گیاه انگور میزان بازده فتوسنتز از تقسیم ماده خشک بر سطح برگ براساس گرم بر سانتی‌متر مربع به دست آمد (Proctor *et al*., 1972). برای رنگ‌آمیزی ریشه‌ها از روش فیلیپس و هیمن (۱۹۷۰) استفاده شد. برای تعیین درصد همزیستی ریشه‌ها ۱۰۰ قطعه یک سانتی‌متری از ریشه‌های رنگ‌آمیزی شده به‌منظور ارزیابی درصد همزیستی ریشه توسط قارچ‌های مایکوریزا آربسکولار به صورت تصادفی انتخاب شد. میزان همزیستی با برآورد طولی از ریشه که به ساختمان‌های قارچی (وزیکول، آربوسکول و ریسه) همزیست می‌باشند، محاسبه و میانگین همزیستی ریشه برای این صد قطعه تعیین گردید.

نتایج و بحث

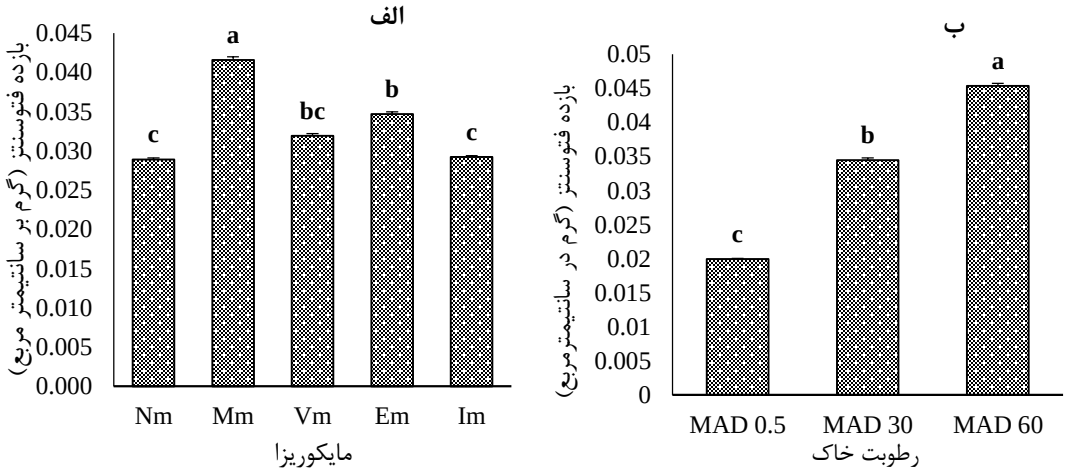
با مقایسه تاثیر چهار گونه قارچ مایکوریزا بر شاخص سطح برگ نتایج نشان داد همزیستی با قارچ تاثیر مثبتی بر میزان سطح برگ دارد به‌طوری که بیشترین میزان سطح برگ در گیاهان همزیست با قارچ گلوموس ورسیفورم، اتونیکیتوم و موسه به ترتیب با میانگین ۲۰۰۰/۸۴، ۱۹۶۹/۱۹ و ۱۶۷۷/۱۲ سانتی‌متر مربع که تحت تنش رطوبتی قرار نداشتند (شاهد) مشاهده شد. تنش رطوبتی باعث کاهش سطح برگ گیاهان دارای مایکوریزا و بدون مایکوریزا گردید هرچند میزان کاهش سطح برگ در گیاهان دارای مایکوریزا کمتر از گیاهان بدون مایکوریزا بود (جدول ۱). ماده خشک کل (بیوماس) نیز تحت تاثیر تیمارهای مایکوریزا و تنش رطوبتی قرار گرفت. از این روی با افزایش تنش رطوبتی (MAD 60) از میزان ماده خشک کل کاسته شد با آنکه میزان کاهش ماده خشک در گیاهان همزیست با قارچ مایکوریزا نسبت به گیاهان غیر همزیست با مایکوریزا دارای تفاوت معنی‌دار از نظر آماری بود. همانطور که در جدول ۱ نمایان است کمترین میزان ماده خشک کل مربوط به بالا ترین سطح تنش رطوبتی در گیاهان بدون مایکوریزا با میانگین ۱۲/۱۰ گرم بود (جدول ۱). بازده فتوسنتز در اثر فاکتورهای مایکوریزا و تنش رطوبتی تغییر کرد تا جایی‌که بالاترین بازده فتوسنتز در MAD 60 و گیاهان همزیست با مایکوریزا مشاهده گردید. گذشته از این همزیستی با قارچ مایکوریزا باعث افزایش بازده فتوسنتز گیاه انگور نسبت به گیاهان غیر همزیست گردید به‌طوری‌که منجر به ایجاد اختلاف معنی‌داری با شاهد (بدون مایکوریزا) در سطح احتمال ۵ درصد شد (جدول ۱).

جدول ۱: تاثیر سطوح مختلف تنش رطوبتی و همزیستی گونه‌های مختلف قارچ مایکوریزا (Nm: بدون مایکوریزا، Mm: گلوموس موسه، Vm: گلوموس ورسیفرم، Em: گلوموس اتونیکیتوم و Im: گلوموس اینترارادیس) برسطح‌برگ، بیوماس و بازده فتوسنتز انگور عسگری

مایکورایزا	رطوبت	سطح برگ (Cm^2)	بیوماس (g)	بازده فتوسنتز (g/Cm^2)
NM	MAD 0.5	747.54 d-g	23.91 f	0.021 f
	MAD 30	845.51 c-f	27.64 d-f	0.034 de
	MAD 60	380.37 g	12.10 g	0.032 e
MM	MAD 0.5	1677.12 ab	47.98 a	0.029 e
	MAD 30	921.11 c-e	34.53 b-d	0.040 c
	MAD 60	488.20 fg	25.76 ef	0.056 a
VM	MAD 0.5	2004.84 a	28.83 d-f	0.014 g
	MAD 30	1199.30 c	35.41 b-d	0.029 e
	MAD 60	654.77 e-g	33.44 c-e	0.052 ab
EM	MAD 0.5	1969.19 ab	30.81 d-f	0.016 fg
	MAD 30	1068.70 cd	41.90 ab	0.040 c
	MAD 60	864.85 c-f	39.59 bc	0.049 b
IM	MAD 0.5	1610.96 b	31.96 c-e	0.020 f
	MAD 30	1135.44 cd	32.77 c-e	0.030 e
	MAD 60	631.96 e-g	23.56 f	0.038 cd

حروف مشابه در هر ستون بیان کننده عدم وجود اخلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد آزمون دانکن است.

بیشترین میزان بازده فتوسنتز در بالاترین سطح تنش رطوبتی با میانگین ۰/۰۴۵ گرم در سانتی‌متر مربع (شکل ۱، الف) و قارچ گلوموس موسه با میانگین ۰/۰۴۲ گرم در سانتی‌متر مربع مشاهده شد (شکل ۱، الف). در مقایسه گونه‌های مختلف قارچ نتایج بیانگر آن بود که قارچ گلوموس موسه و گلوموس اتونیکیتوم بازده فتوسنتز بالاتری داشتند که با سطح بدون مایکوریزا دارای تفاوت معنی‌دار بود (شکل ۱، ب).



شکل۱: تاثیر سطوح مختلف تنش رطوبتی و همزیستی گونه‌های مختلف قارچ مایکوریزا (Nm: بدون مایکوریزا، Mm: گلوموس موسه، Vm : گلوموس ورسیفرم، Em: گلوموس اتونیکیتوم و Im: گلوموس اینترارادیس) بر بازده فتوسنتز انگور عسگری

کاهش در سطح برگ می‌تواند به این دلیل باشد که احتمالا تنش خشکی در محیط کشت گیاه باعث کاهش پتانسیل اسمزی محلول خاک شده بنابراین سلول‌های ریشه نتوانسته‌اند آب مورد نیاز گیاه را جذب کنند. با وجود این در گیاه جذب برخی عناصر معدنی محلول در آب محدود شده و به دلیل نقص در سوخت و ساز گیاه کاهش در رشد و نمو گیاه بوجود می‌آید (Cicek and Cakirlar, 2002). مشابه با نتایج این مطالعه افزایش رشد رویشی گیاهان در اثر قارچ مایکوریزا، قبلا نیز توسط بسیاری از محققین گزارش شده است (Mizoguchi., 2008; James *et al*., 2006; Quing sheng., 2005). دلایل زیادی برای افزایش رشد گیاه توسط مایکوریزا بیان شده است. از جمله مکانیسم‌های احتمالی در افزایش رشد گیاه شامل افزایش جذب عناصر غذایی که در خاک تحرک کمی دارند مثل فسفر، روی و مس. افزایش نسبی جذب آب و افزایش غلظت قندهای محلول در ریشه که منجر به کاهش پتانسیل اسمزی ریشه می‌شود (Feng *et al*., 2002) می‌باشد. در شرایط تنش کاهش ماده خشک می‌تواند به دلیل کاهش فشار آماس سلول، ناشی از کاهش سطح برگ گیاه همچنین کاهش بازده فتوسنتزی به دلیل محدودیت های بیوشیمیایی ناشی از کمبود آب از قبیل کاهش رنگدانه‌های فتوسنتزی به خصوص کلروفیل ها باشد (Lowlor, 2002). کیجکار (۱۹۹۱) تولید ماده خشک بالا در گیاهان مایکوریزا را تنها در نتیجه جذب فسفر بیان کرد وی اظهار داشت که جذب رطوبت بالا توسط مایکوریزا نیز ممکن است بر رشد رویشی تاثیر گذار باشد. تنش رطوبتی به سیستم فتوسنتز آسیب می‌رساند و به دو طریق فتوسنتز را تحت تأثیر قرار می‌دهد اول با بستن روزنه‌ها و درنتیجه نرسیدن دی‌اکسیدکربن به کلروپلاست‌ها و دوم از طریق کاهش پتانسیل آب سلول، بر روی ساختمان پیچیده فتوسنتزی تأثیر می‌گذارد و بدین‌صورت تنش آبی رشد ریشه، ساقه و برگ را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Feng *et al*., 2002). تنش از فتوسنتز گیاه جلوگیری می‌کند چرا که باعث تغییر در محتوای کلروفیل و صدمه به ساختارهای فتوسنتزی می‌شود. هم‌چنین اختلال در تعادل میان تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن و مکانیسم‌های دفاعی برطرف کننده این رادیکال‌هاست که به تجمع گونه‌های فعال اکسیژن و القای تنش اکسیداتیو، خسارت به پروتئین‌ها، لیپیدهای غشاء و سایر اجزای سلولی منجر می‌گردد و محققین آن را به‌عنوان دلیل دیگری برای کاهش فتوسنتز در اثر این تنش بیان کرده‌اند (Feng *et al*., 2002).

به‌طورکلی نتایج این آزمایش نشان داد که همزیستی با قارچ مایکوریزا آربسکولار می‌تواند در بهبود بازده فتوسنتز در شرایط تنش رطوبتی به‌طور چشم‌گیری موثر باشد و از میان قارچ‌های استفاده شده در این آزمایش جنس موسه و اتونیکیتوم نسبت به دو قارچ دیگر در گیاه انگور عسگری عملکرد بهتری داشتند. علاوه بر این با افزایش سطح تنش بازده فتوسنتز بیشتر شد که احتمالا به دلیل کاهش سطح برگ ناشی از تنش رطوبتی بود، همچنین وجود سطح برگ پایین و ماده خشک بالا که می‌تواند ناشی از رشد گیاه انگور قبل از اعمال تنش رطوبتی باشد سبب افزایش بازده فتوسنتز در سطوح تنش رطوبتی (MAD 30 و MAD 60) نسبت به شاهد گردید.

منابع

Adejare F.B, Umebese C.E. 2007. Stomatal resistance to low water potential at different growth stages affects plant biomass in Glycine max L. Am. J. Agric. Biol. Sci, 3: 136-141.

Anjum S. Wang L. Farooq, M. Hussain, M. Xue L. and Zou C. 2011. Brassinolide application improves the drought tolerance in maize through modulation of enzymatic antioxidants and leaf gas exchange. Journal of Agronomy and Crop Science, 197: 177-185.

Feng G. Zhang F.S. Li Xl Tian, C.Y. Tang C. and Rengel Z. 2002. Improved tolerance of maize plants to salt stress by arbuscular mycorrhiza is related to higher accumulation of soluble sugars in roots. Mycorrhiza, 12:185–190.

James B. Rodel D. Loretto U. Reynaldo E. and Tariq H. 2008. Effect of vesicular- arbuscular mycorrhizal (vam) fungi inoculation on coppicing ability and drught resistance of Senna apectabilis. Botanicaly, 40: 2217- 2224.

Kijkar S. 1991. Producing rooted of Eucalyptus camaldulensis. AASEAN-Canada forest tree center project handbook, PP: 25.

Lawlor D.W. Cornic G. 2002. photosynthtic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higer plant. cell and Enviroment, 25:275-249.

Mizoguchi T. 2008. Effects of inoculation of vesicular- arbuscular mycorrhizal fungi on growth and nutrient uptake of non- nodulated Acacia spp. Seedlings in two soil water regims. Plant Nutrition, 74: 409- 419.

Proctor J.T. Wason R.L. and Landsberg J.J. 1976. Soc. Hort. Sci, 101:579-582.
Vahdati K. Lotfi N. Kholdebarin B. Hassani D. Amiri R. Mozaffari M.R. and Leslie C. 2009. Screening for drought-tolerant genotypes of persian walnuts (Juglans regia l.) during seed germination. HortScience, 44: 1815-1819.
Qiangsheng W. Renxue X. and Zhengjia H. 2006. Effect of arbuscular mycorrhizal on the drought tolerance of Poncirus trifoliate seedling. Frontiers of Forestry in China, 1: 100- 104.

Assessing the photosynthetic efficiency of grapes (*Vitis vinifera*) symbiosis with mycorrhiza fungi in water stress conditions

A. Mohammadkhani[1], S. Nasrolahpourmoghadam[2] and M. Fattahi [*2]
Associate Professor and Ph.D. students respectively, Department of Horticulture, Shahrekord University

Abstract

In order to assess arbuscular mycorrhizal fungi on "Asgari" grapes photosynthetic efficiency, factorial greenhouse experiment was conducted in a completely randomized design with three replications. The factors include arbuscular mycorrhizal fungi in five levels and water stress in 3 levels. Total dry matter yield and photosynthetic efficiency in treatments with and without fungi was higher in both non stress and stress conditions, compared to controls. Most of the leaf area on the plants with mycorrhizal fungi was observed and in high-water stress condition, the leaf area was sensibly reduced. In general, mycorrhizal symbiosis improved photosynthetic efficiency under water stress conditions and the *G. mosseae* and *G. etunicatum* actions were better than other species used in the experiment.

Keywords: Biomass, Grapes, Laf area, Photosynthesis, Symbiosis