تأثیر قارچ میکوریز آربوسکولار *Glomus etunicatum* بر روی رشد و برخی پارامترهای فیزیولوژیک در گیاه کدوی خورشتی تحت سمیت علف‌کش متری بوزین

نسرین اسمعیل نژاد خیاوی و جلیل خارا*

ارومیه، دانشگاه ارومیه، دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی

تاریخ دریافت: ۹۰/۴/۱۹ تاریخ پذیرش: ۹۱/۵/۸

چکیده

برای کنترل علف‌های هرز در مزارع صیفی‌جات از علف‌کش‌های مختلف و به‌ویژه متری‌بوزین استفاده می‌شود. این مواد می‌توانند اثرات نامطلوبی را روی خود محصول به جای بگذارند. به‌منظور ارزیابی تأثیرات همزیستی میکوریزی بر سمیت علف‌کش متری‌بوزین در گیاه کدوی خورشتی، آزمایش به صورت طرح کاملاً تصادفی با ۴ سطح غلظت این علف‌کش (صفر، ۰/۰۰۲، ۰/۰۰۵ و ۰/۰۲ گرم بر لیتر) و با دو تیمار میکوریز آربوسکولار *Glomus etunicatum* و غیرمیکوریزی در ۳ تکرار انجام شد. افزایش غلظت متری‌بوزین باعث کاهش وزن خشک، رنگیزه‌های فتوسنتزی (شامل کلروفیل a وb)، پروتئین کل و مقدار قندهای محلول در ریشه و اندام هوایی گیاهان میکوریزی و غیرمیکوریزی در غلظت‌های بالا شد که این کاهش در گیاهان میکوریزی کمتر از گیاهان شاهد بود. همچنین، با افزایش غلظت علف‌کش مقدار پرولین در گیاهان میکوریزی و شاهد نیز افزایش یافت؛ اما این افزایش در گیاهان میکوریزی بالاتر بود. نتایج به طور کلی نمایانگر بهبود شرایط فیزیولوژیک گیاهان کدو تحت سمیت متری‌بوزین در اثر همزیستی میکوریزی با قارچ فوق می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: میکوریز، قند کل، کلروفیل، متری‌بوزین، کدوی خورشتی

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۴۴۴۱۴۷۱۳ ، پست‌الکترونیکی: j.khara@urmia.ac.ir

مقدمه

متری‌بوزین متعلق به علف‌کش‌های گروه شیمیایی تریازین می‌باشد که باعث مهار فتوسنتز شده و در زنجیره‌ی انتقال الکترون اختلال ایجاد می‌کند (۱). غلظت‌های بالای علف‌کش در خاک، تأثیر نامساعدی بر فرایندهای میکروبیولوژیک دارد. از آن برای کنترل گندمیان یکساله و علف‌های هرز پهن‌برگ استفاده می‌شود. مزیت علف‌کش فوق این است که هم قبل از جوانه‌زنی و هم بعد از آن می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. از آن در مزارع سیب زمینی، گوجه‌فرنگی، سویا و ... استفاده می‌شود (۱۳). در بیشتر شرایط محیطی، علف‌کش متری‌بوزین ابتدا از طریق ریشه جذب شده و به سمت برگ‌ها حرکت می‌کند و در نتیجه برگ‌ها آسیب‌های حاصل از متری‌بوزین را تجربه می‌کنند. نشان داده شده است که متری بوزین به طور جدی بر روی فتوسنتز تأثیر منفی می‌گذارد و از طرف دیگر میزان جذب گاز کربنیک را کاهش داده و منجر به تولید گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود (۷).

قارچ‌های میکوریز موجوداتی هستند که ارتباط مستقیمی بین خاک و ریشه ایجاد می‌کنند. اجتماعات میکوریز آربوسکولار، اجزای مکمل و عملکردی ریشه‌های گیاهان می‌باشند و به طور گسترده به‌عنوان افزاینده‌های رشد گیاهان در مناطق آلوده با علف‌کش‌ها شناخته شده‌اند(۱۴). این قارچ‌ها بر ریشه‌های گیاهان در حال رشد در خاک های آلوده با علف‌کش‌ها موجود بوده و نقش مهمی در تحمل سمیت و انباشتگی علف‌کش‌ها ایفا می‌کنند. میزان

سمیت علف‌کش‌ها در خاک بستگی به میزان دسترسی گیاهان به این ترکیبات دارد که به صورت توانایی گیاه برای انتقال آنها از بخش خاک به داخل سیستم موجود زنده تعریف می‌شود. چنین تصور می‌شود که اثر میکوریز بر تغذیه‌ی گیاهی در مورد عناصر موجود در اطراف ریشه‌های گیاه ازجمله فسفات بیشتر قابل توجه باشد (۲). مسمومیت با علف‌کش‌ها، تنش اکسیداتیو را القا می‌کند؛ زیرا آنها در برخی سازوکارهای تولید کننده گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) عمل می‌کنند. واسطه های ROS معمولاً از تحریک O_2 به‌منظور تشکیل سینگلت(O_2)، به شکل پراکسید هیدروژن (H_2O_2) یا یک رادیکال هیدروکسی (OH) ایجاد می‌شوند. این رادیکال‌ها به‌طور موقت در موجودات هوازی موجودند؛ زیرا آنها در طی فرایندهای متابولیک طبیعی از قبیل تنفس و فتوسنتز نیز در سلول‌های گیاهی تولید می‌شوند. تعدادی از آنها ممکن است به‌عنوان مولکول‌های علامت‌ده مهم عمل کنند که بیان ژن را تغییر می‌دهند و فعالیت پروتئین‌های دفاعی ویژه‌ای را تعدیل می‌کنند. با وجود این، تمام ROSها می‌توانند در غلظت‌های بالا برای موجودات زیانبار باشند. ROSها می‌توانند پروتئین‌ها، لیپیدها و اسیدهای نوکلئیک را اکسید کنند که این امر اغلب سبب تغییراتی در ساختار یاخته‌ای و جهش می‌شود(۴).

کدوی خورشتی ازجمله صیفی‌جات پرمصرف در ایران است که در نقاط مختلف کشور بطور گسترده‌ای کشت می شود. در طی تولید آن علف‌کش‌های متنوع و به خصوص متری‌بوزین مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به موارد فوق، توجه و مطالعه بر روی روش‌های ایجاد مقاومت به این علف‌کش ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روشها

آزمایش‌ها به‌صورت طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از ۴ غلظت متری‌بوزین (صفر، ۰/۰۰۲، ۰/۰۰۵ و ۰/۰۲ گرم بر لیتر) و در حضور و غیاب قارچ میکوریز (*Glomus etunicatum*) در چهار تکرار انجام شد. دانه های کدو با محلول هیپوکلریت سدیم (۱۰ درصد) ضدعفونی شده و در گلدان‌های سترون کشت شدند. هر گلدان با ماسه‌ی ضدعفونی شده همراه با ۵۰ گرم مایه‌ی تلقیح پر شد. به گلدان‌های میکوریزی، مایه‌ی تلقیح سالم و فعال و به گلدان‌های شاهد، مایه‌ی تلقیح سترون شده افزوده شد. گلدان‌های حاوی بذر آبیاری شده و در اتاقک رشد با دمای روزانه ۳۰ و دمای شبانه ۱۸ درجه، دوره نوری ۱۶ ساعته (با نوری به شدت ۷۵ $\mu Em^{-2}s^{-1}$) و رطوبت نسبی ۷۰ تا ۸۰ درصد رشد کردند. در طول دوره‌ی رشد ۴۵ روزه، در گلدان های حاوی قارچ های میکوریز مقدار فسفر محلول غذایی برای ترغیب همزیستی نصف شد. در پایان دوره رشد اندام هوایی و ریشه‌ی گیاهان از هم جدا و بررسی‌های بیوشیمیایی و فیزیولوژیک بر روی آنها انجام شد. گیاهان به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه‌ی سانتی‌گراد آون قرار گرفتند. پس از خشک شدن کامل نمونه‌ها، با توزین مجدد وزن خشک به‌دست آمد.

استخراج کلروفیل از برگ با کمک استون ۸۰ درصد و به روش لیختن‌تالرو ولبورن انجام شد(۱۱). همچنین، اندازه‌گیری قندهای محلول با استفاده از روش فنل سولفوریک و براساس هیدرولیز اسیدی قندهای محلول با ایجاد ترکیب فورفورال و تشکیل کمپلکس رنگی با فنل انجام شد(۶). اندازه‌گیری پروتئین کل نیز به روش فولن لوری انجام گردید(۱۲). این روش براساس هیدرولیز پروتئین‌ها و آزاد شدن اسیدهای آمینه‌ی موجود در ساختمان پروتئین هاست که با معرف فولن کمپلکس‌های رنگی ایجاد می‌کنند. در نهایت، شدت رنگ به‌وسیله اسپکتروفتومتر و در طول موج ۶۶۰ نانومتر اندازه‌گیری شد.

میزان پرولین آزاد در ریشه‌ها و اندام هوایی نمونه‌های شاهد و تیمار طبق روش بیتس و همکاران (۱۹۷۳) اندازه گیری شد (۵). بافت خشک ریشه و اندام هوایی به

میزان ۰/۰۴ گرم با ۱۵ میلی‌لیتر اسید سولفوسالیسیلیک ۳٪ ساییده شد و به مدت ۷۲ ساعت در دمای ۴ درجه‌ی یخچال قرار گرفت تا اسید آمینهٔ پرولین آزاد شود. بعد مخلوط همگن شده به مدت ۲۰ دقیقه با نیروی ۳۰۰۰g سانتریفوژ شد. محلول رویی با ۲ میلی‌لیتر اسید استیک گلاسیال و ۲ میلی‌لیتر شناساگر نین‌هیدرین (حاوی ۲۰ میلی‌لیتر اسیدفسفریک ۶ مولار، ۳۰ میلی‌لیتر اسیداستیک گلاسیال و ۱/۲۵ گرم نین‌هیدرین) مخلوط شد و به مدت یک ساعت در بن‌ماری در حال جوش قرار گرفت. لوله-های آزمایش بعد از خروج از بن‌ماری در آب یخ قرار گرفتند و بعد ۴ میلی‌لیتر تولوئن به هر لوله اضافه و به هم زده شد تا دو فاز جداگانه ایجاد گردد. سپس، میزان جذب در۵۲۰ نانومتر با اسپکتروفتومتر فرابنفش و مرئی (WPA مدل S2100) اندازه‌گیری شد و محتوای پرولین بر حسب میلی‌گرم بر گرم وزن خشک تعیین شد.

طرح آزمایش با طرح کاملاً تصادفی و با ۳ تکرار برای هر تیمار به‌کار گرفته شد. کلیه محاسبات با استفاده از آزمون دانکن (آنالیز واریانس یک طرفه) و نرم افزار SPSS ۱۷ version و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج

سمیت متری‌بوزین در گیاهان کدو به شکل زردشدگی و بافت‌مردگی ظاهر می‌شود. این علائم به شکل سوختگی در حاشیه‌ی برگ‌ها هم در گیاهان میکوریزی و هم در گیاهان غیرمیکوریزی مشاهده شد که با افزایش غلظت علف‌کش بر شدت تأثیر و تعداد برگ‌هایی که دارای علائم فوق بودند اضافه شد.

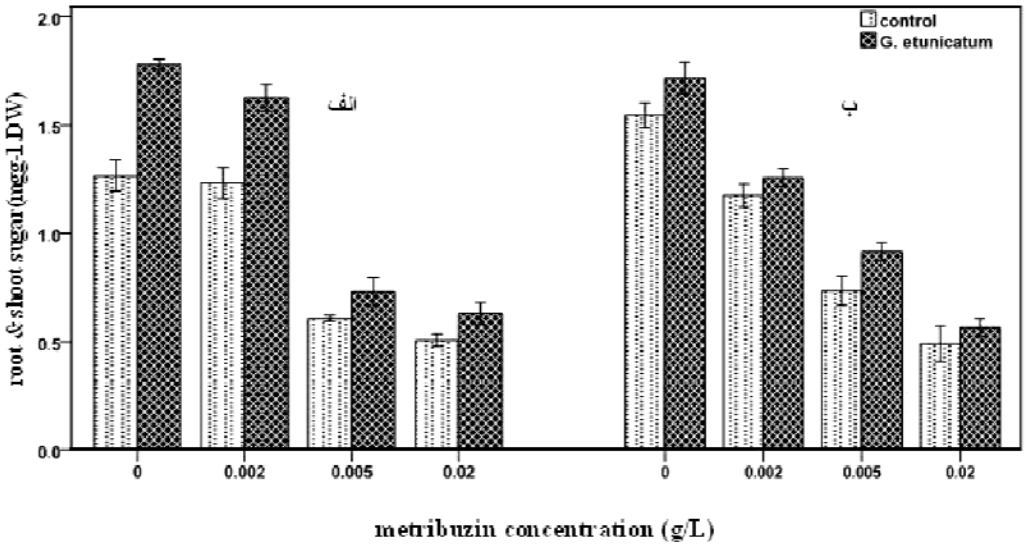
با مقایسه‌ی داده‌های حاصل از آنالیز آماری در مورد وزن خشک ریشه‌ها، مشاهده می‌شود که با اثر دادن سمیت علف‌کش متری‌بوزین هم در گیاهان میکوریزی و هم در گیاهان غیرمیکوریزی، وزن خشک ریشه‌ها کاهش می‌یابد؛ ولی در حالت کلی گیاهان میکوریزی از وزن خشک بیشتری نسبت به گیاهان شاهد برخوردار بودند. مقایسه‌ی داده‌های حاصل از آنالیز آماری در مورد وزن خشک اندام هوایی نشان داد که وزن خشک این اندام همراه با افزایش غلظت متری‌بوزین کاهش می‌یابد ولی در حالت کلی این کاهش در گیاهان میکوریزی کمی کمتر از گیاهان غیرمیکوریزی بود. بررسی آماری نشان داد که بین گیاهان شاهد و گیاهان کدوی آغشته شده با میکوریز اختلاف معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) وجود دارد(جدول۱).

جدول۱- وزن خشک ریشه و اندام هوایی گیاهان کدوی خورشتی میکوریزی و غیرمیکوریزی تحت تأثیر غلظت‌های مختلف علف‌کش متری‌بوزین (داده‌ها نمایانگر میانگین ± انحراف معیار هستند و حروف یکسان هر ستون نمایانگر عدم تفاوت معنی‌دار است).

غلظت علف‌کش	وزن خشک ریشه (میلی‌گرم)		وزن خشک اندام هوایی (میلی‌گرم)	
(گرم در لیتر)	غیرمیکوریزی	میکوریزی	غیرمیکوریزی	میکوریزی
شاهد (۰)	۶۰۳ ± ۳/۳^{a}	۶۲۱ ± ۵/۴^{a}	۷۵۳ ± ۶/۶^{a}	۷۲۰۰ ± ۵۷^{a}
۰/۰۰۰۲	۵۷۳ ± ۸/۸^{b}	۵۹۲± ۵/۳^{b}	۵۹۶ ± ۳/۳^{b}	۶۰۴۷ ± ۴۶^{b}
۰/۰۰۰۵	۴۵۳ ± ۳/۳^{c}	۴۷۵ ± ۲/۹^{c}	۴۶۶ ± ۸/۸^{c}	۵۱۶۷ ± ۸۸^{c}
۰/۰۰۲	۴۳۳ ± ۳/۳^{c}	۴۵۴ ± ۳/۴^{d}	۳۲۲ ± ۵/۷^{d}	۲۱۰۰ ± ۵۷^{d}

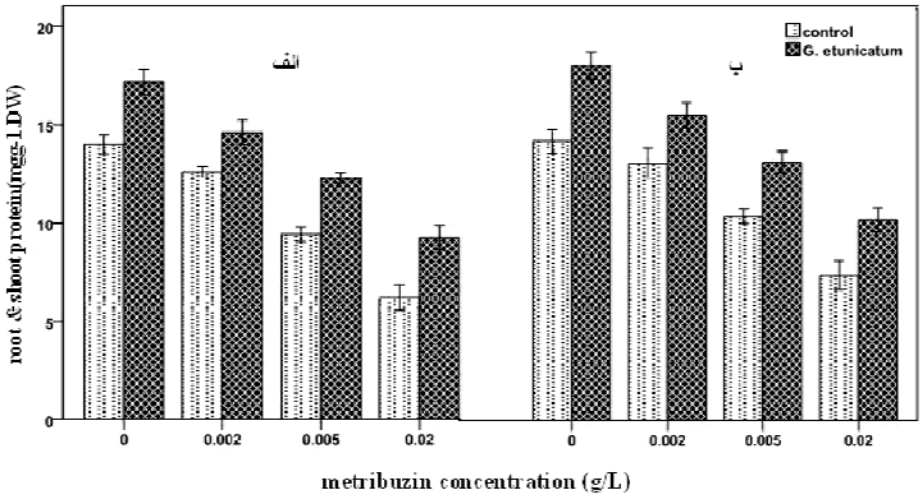
مقدار قندهای محلول کل هم ریشه و هم اندام هوایی همراه با افزایش سمیت علف‌کش متری‌بوزین در حالت کلی کاهش می‌یابد. البته بررسی داده‌های مربوط به مقدار قندهای محلول کل ریشه و اندام هوایی نشان داد که

گیاهان میکوریزی از قند محلول بیشتری نسبت به شاهد برخوردارند. آنالیز آماری داده‌های مربوط به قندهای محلول کل ریشه‌ها و اندام هوایی نشان می‌دهد که گیاهان کدوی تیمار شده با قارچ میکوریز اختلاف معنی‌داری (P≤۰/۰۵) با هم دارند (شکل ۱).



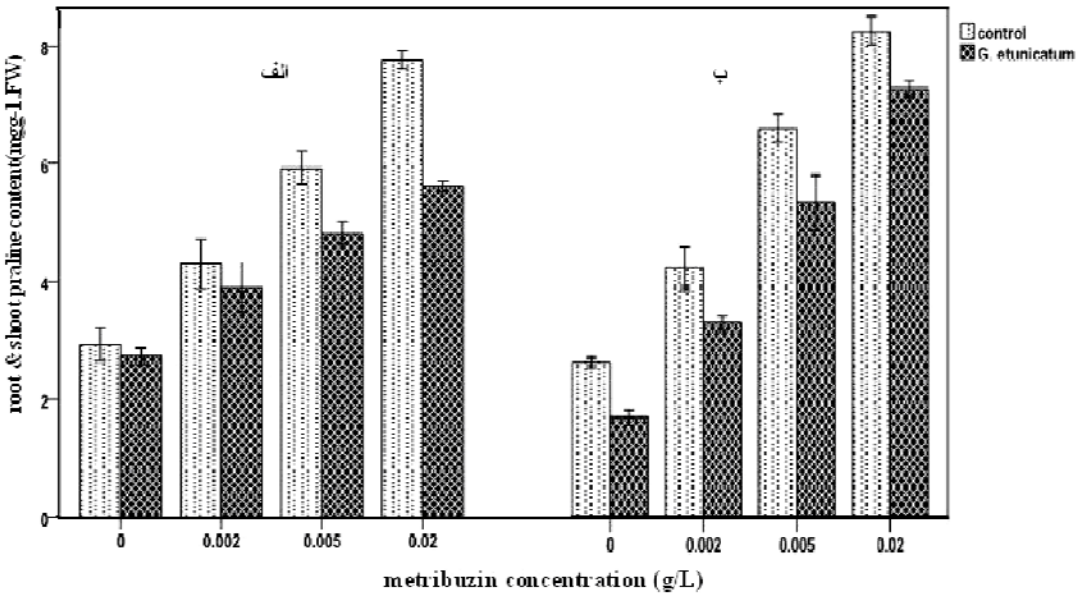
شکل۱- تأثیر غلظت‌های متفاوت متری بوزین بر مقدار قندهای محلول کل در ریشه (الف) و اندام هوایی (ب) گیاهان کدوی خورشتی غیر میکوریزی و میکوریزی (داده‌های میانگین سه تکرار± انحراف معیار هستند)

آنالیز آماری داده‌ها، هم در اندام هوایی و هم در ریشه‌های گیاهان غیرمیکوریزی و میکوریزی کاهش میزان پروتئین کل را در غلظت‌های متفاوت متری‌بوزین نشان می‌دهد. بررسی داده‌های مربوط به پروتئین کل در ریشه و اندام هوایی نشان می‌دهد که بین گیاهان شاهد و گیاهان میکوریزی شده اختلاف معنی‌داری (P≤۰/۰۵) وجود دارد (شکل ۲).



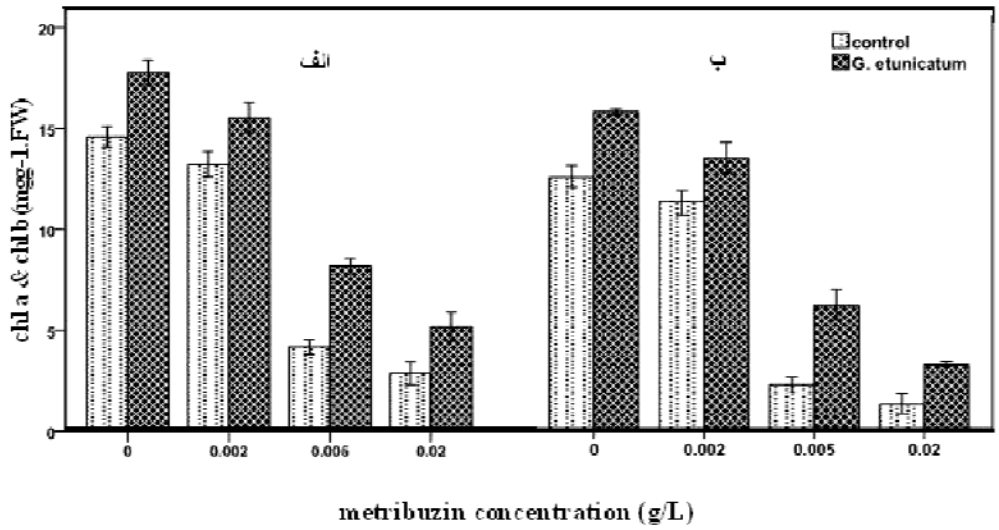
شکل۲- تأثیر غلظت‌های متفاوت متری‌بوزین بر مقدار پروتئین کل ریشه (الف) و اندام هوایی (ب) گیاهان کدوی خورشتی غیر میکوریزی و میکوریزی (داده‌های میانگین سه تکرار± انحراف معیار هستند).

افزایش میزان پرولین ریشه و اندام‌هوایی تحت تأثیر سمیت علف‌کش متری‌بوزین مشاهده شد. گیاهان تلقیح شده با قارچ میکوریز، از مقدار پرولین کمتری نسبت به گیاهان غیرمیکوریزی برخوردار بودند. بررسی آماری داده‌های مربوط به مقدار پرولین، اختلاف معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$) را بین گیاهان شاهد و گیاهان همزیست نشان داد (شکل ۳).



شکل۳- تأثیر غلظت‌های متفاوت متری‌بوزین بر میزان پرولین ریشه (الف) و اندام هوایی (ب) گیاهان کدوی خورشتی غیرمیکوریزی و میکوریزی (داده‌های میانگین سه تکرار± انحراف معیار هستند).

همراه با تشدید سمیت متری‌بوزین، میزان کلروفیل‌های a و b هم در گیاهان شاهد و هم در گیاهان همزیست شده با قارچ کاهش یافت. ولی در کل، میزان کلروفیل در گیاهان تلقیح شده بالاتر از میزان آن در گیاهان غیرمیکوریزی بود.



شکل۴- تأثیر غلظت‌های متفاوت متری‌بوزین بر میزان کلروفیل a (الف) و کلروفیل b (ب) گیاهان کدوی خورشتی غیر میکوریزی و میکوریزی (داده‌های میانگین سه تکرار± انحراف معیار هستند).

در مقایسهٔ بین گیاهان تلقیح یافته با قارچ میکوریز و گیاهان شاهد مشاهده شد که گیاهان میکوریزی اختلاف معنی داری($P\leq$ ۰/۰۵) با شاهد نشان می‌دهند (شکل ۴).

بحث

همانطورکه قبلاً ذکر شد، هم در گیاهان تلقیح شده و هم در گیاهان غیرمیکوریزی، در نتیجهٔ سمیت متری‌بوزین و همراه با افزایش غلظت علف‌کش، وزن خشک هر دو اندام کاهش یافت. متری‌بوزین باعث اختلال در ساخت پروتئین و به دنبال آن باعث کاهش یا مهار ساخت مواد اولیه ضروری برای ساخت آنزیم‌ها یا کوآنزیم‌ها می‌شود. هوانگ و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کرده‌اند که کاهش وزن در ریشه و اندام هوایی گیاه ذرت، تحت سمیت متری‌بوزین، به‌دلیل کاهش فتوسنتز و به دنبال آن اختلال در انباشتگی کربوهیدرات‌هاست (۹). این کاهش رشد ممکن است ناشی از تأثیر مستقیم آترازین‌ها بر روی آغشتگی با قارچ میکوریز آربوسکولار و جذب و انتقال مواد غذایی باشد. متری‌بوزین باعث اختلال در زنجیره‌ی انتقال الکترون بین پذیرنده‌های PSII و اختلال در عمل روبیسکو می‌شود، از این‌رو باعث کاهش جذب گازکربنیک و در نهایت کاهش فتوسنتز و زی‌تودهٔ اندام هوایی می‌گردد (۱۵). از آن‌جاکه در مجموع گیاهان میکوریزی نسبت به گیاهان غیرمیکوریزی از وزن خشک بیشتری برخوردارند، تأثیرات مثبت میکوریزی شدن را می‌توان به جذب عناصر ضروری بخصوص فسفر و پتاسیم توسط قارچ میکوریز نسبت داد. آغشتگی گیاهان کدو با قارچ میکوریز آربوسکولار، در مجموع باعث افزایش زی‌تودهٔ اندام هوایی و ریشه در مقایسه با گیاهان غیرمیکوریزی گردید. رجون و همکاران (۱۹۹۷) نشان داده‌اند که وزن خشک گیاه گندم همزیست با قارچ میکوریز *Glomus deserticola* بیشتر از گیاهان غیرمیکوریزی بوده است (۱۷). این تأثیر قارچ میکوریز احتمالاً به افزایش فسفر در این گیاهان مربوط می‌شود. در بررسی حاضر، میزان قندهای محلول در گیاهان میکوریزی و غیرمیکوریزی کاهش یافت که این کاهش در گیاهان غیرمیکوریزی نسبت به میکوریزی به طور معنی‌داری شدیدتر بود. کاهش میزان قند می‌تواند به دلیل کاهش میزان فتوسنتز تحت سمیت علف‌کش متری‌بوزین باشد (۱۵). بنابراین با کاهش فتوسنتز و اسمیلاسیون کربن محتوای قندهای محلول در گیاه کاهش می‌یابد. فتکه (۱۹۷۹) نشان داد که میزان قندهای محلول در گیاه سویا تحت سمیت علف‌کش متری‌بوزین کاهش می‌یابد (۷). البته گیاهان میکوریزی از محتوای قندهای محلول بیشتری نسبت به گیاهان فاقد قارچ میکوریز برخوردار بودند. برهم‌کنش همزیستی در اجتماعات میکوریزی، براساس تبادل کربوهیدرات‌ها و موادغذایی معدنی بین گیاهان و قارچ‌ها می‌باشد. فسفر نقش مهمی را در شکستن کربوهیدرات‌ها و ساخت پلی ساکاریدها ایفا می‌کند. از سوی دیگر، قارچ‌های میکوریز در جذب فسفر مؤثر می‌باشند. اهمیت فسفر در انتقال انرژی در طی فتوسنتز از مدت‌ها پیش شناخته شده است؛ بنابراین قارچ‌های میکوریز می‌توانند محرکی برای افزایش فعالیت فتوسنتزی باشند (۶). دلیل دیگر برای تأثیر این قارچ‌ها در افزایش محتوای قندهای محلول، افزایش مقدار هورمون‌های سیتوکنین و جیبرلین در گیاهان میکوریزی است (۱۵و ۳). افزایش در میزان این هورمون‌ها به‌ویژه سیتوکنین می‌تواند با انتقال یون‌های مؤثر در باز شدن روزنه‌ها و تنظیم سطح کلروفیل، موجب بالارفتن سرعت فتوسنتز و در نهایت افزایش محتوای کربوهیدرات‌ها در گیاهان شود. حسنین و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کرده‌اند که کاهش محتوای پروتئین کل ریشه در اثر غلظت‌های بالای علف‌کش متری‌بوزین، به دلیل کاهش پروتئین‌سازی از طریق افزایش فعالیت آنزیم پروتئاز بوده است (۸). همچنین، نعمت‌الله و همکاران (۲۰۰۸) گزارش نموده‌اند که کاهش محتوای پروتئین کل ریشه تحت سمیت شدید متری‌بوزین در گیاه ذرت می‌تواند به دلیل کاهش ساخت پروتئین و همچنین کاهش فعالیت آنزیم‌های گلوتامات سنتتاز (GS) و

گلوتامین اُکسوگلوتارات آمینوترانسفراز (GOGAT) باشد (۱۵). در مواردی که گیاهان میکوریزی از محتوای پروتئین بیشتری برخوردارند، مطابق نتایج سوبرامانیان و همکاران (۱۹۹۸) می توان بیان کرد که همزیستی با این قارچها به گیاه میزبان کمک می‌کند تا غلظت بالایی از پروتئین را در اندام هوایی و ریشه خود حفظ کند (۱۹). مطالعات نشان می‌دهد که جذب نیتروژن در گیاهان میکوریزی افزایش می‌یابد که این می‌تواند یکی از عوامل افزایش پروتئین‌های محلول در این گیاهان باشد (۱۶).

اندازه‌گیری محتوای پرولین نشان داد که تیمار متری‌بوزین باعث افزایش این شاخص در گیاهان کدوی میکوریزی و غیرمیکوریزی می‌شود. نعمت‌الله و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کرده‌اند که تیمار متری‌بوزین از علف‌کش‌های خانواده‌ی تریازین باعث افزایش محتوای هیدروکسی پرولین در دیواره سلولی گیاه ذرت می‌شود (۱۵). در این بررسی، افزایش بارزی در مقدار اسیدهای آمینه‌ی تریپتوفان، تیروزین، فنیل آلانین و گلوتامیک اسید در ریشه و برگ‌های گیاه ذرت مشاهده شده است. گلوتامیک اسید، اولین اسید آمینه‌ایست که در فرایند آمیناسیون تشکیل می-شود و می‌تواند پیش ماده‌ی تولید اسیدهای آمینه دیگر ازجمله پرولین و آرژینین باشد. سنتز پرولین و انباشتگی آن در گیاهان در نتیجه تنش‌های محیطی ممکن است به علت تحریک ساخت پرولین از گلوتامات با حذف اثر کاهشی مهار پس‌خور و کاهش در اکسیداسیون پرولین باشد که سبب کاهش ورود آن به ساختار پروتئین‌ها می‌شود (۴). گیاهان میکوریزی از مقدار پرولین کمتری نسبت به گیاهان غیرمیکوریزی برخوردار بودند؛ از این‌رو احتمال می‌رود آغشتگی میکوریزی نقش مهمی در تحمل سمیت علف-کش در گیاه کدو ایفا کند. از طرفی، این علف‌کش باعث القای کمبود آهن در گیاه می‌شود و از آنجاکه این عنصر در ساخت پروتئین‌ها دخالت دارد، در شرایط کمبود آهن تعداد ریبوزوم‌ها کاهش و غلظت اسیدهای آمینه برگ افزایش می‌یابد (۱۸).

متری‌بوزین در پذیرنده‌های الکترونی PSII انتقال الکترون را مختل می‌کند، پس جذب گاز کربنیک را کاهش داده، و سبب تولید گونه‌های فعال اکسیژن و تولید تنش اکسیداتیو در گیاه شده و فتوسنتز را کاهش می‌دهد (۱۵).

از سوی دیگر در مطالعه حاضر میزان کلروفیل a و b همراه با افزایش غلظت علف‌کش متری‌بوزین در محلول آزمایشی، در گیاهان تلقیح شده و گیاهان غیرمیکوریزی کاهش یافت. ولی در کل، گیاهان میکوریزی از محتوای رنگیره‌ی فتوسنتزی بیشتری نسبت به گیاهان شاهد برخوردار بودند. کاپور و همکاران (۲۰۰۸) بهبود فتوسنتز در گیاهان همزیست با قارچ میکوریز را نسبت به گیاهان غیرمیکوریزی نشان داده‌اند (۱۰). سازوکار این اثر بهبود جذب فسفر است. همچنین، آنها بالا بودن غلظت کلروفیل b در گیاهان میکوریزی نسبت به غیرمیکوریزی را گزارش کرده‌اند. فتکه (۱۹۷۹) نشان داد که محتوای کلروفیل a و b گیاهان سویا تحت تیمار متری‌بوزین کاهش می‌یابد. این می‌تواند ناشی از کاهش فعالیت فتوسنتزی و در نتیجه کاهش جذب گاز کربنیک در گیاهان متأثر از علف‌کش باشد (۷).

با توجه به موارد فوق در مجموع به نظر می‌رسد که همزیستی میکوریزی با قارچ *Glomus etunicatum* می‌تواند به طور نسبی گیاهان کدو را تا حدودی در مقابل اثرات سمیت ناشی از علف‌کش متری‌بوزین مقاوم‌تر سازد.

سپاسگزاری

نویسندگان بدین‌وسیله از خانم‌ها مهندس رؤیا ذوالفقاریان و مهندس شفیقی به دلیل تأمین بذر استاندارد کدو تشکر می‌کنند.

منابع

۱- پیوست غلامعلی(۱۳۸۴). سبزی‌کاری. چاپ سوم، انتشارات دانشگاه گیلان، ۳۷۹-۳۷۱.

۲-خلیقی جمال‌آباد، اعظم و خارا، جلیل (۱۳۸۷). تأثیر قارچ میکوریزای آربوسکولار *Glomus intraradices* بر روی تنش اکسیداتیو و برخی پارامترهای رشدی و فیزیولوژی در گیاه گندم رقم آذر ۲ تحت سمیت کادمیوم. مجله زیست شناسی ایران (جلد ۲۱، شماره ۵، زمستان ۱۳۸۷).

3. Allen M.F., Moore T.S., Christensen M. 1982. Phytohormone changes in *Bouteloua gracilis* infected by vesicular-arbuscular mycorrhiza. II Altered levels of gibberellin-like substances and abscisic acid in the host plant. Canadian Journal of Botany. 60: 468-471.

4. Amutha R., Muthalaksmi S., Baby Rani, W. Indira, K., Mareeswari P. 2007.Studies on biochemical basis of heat tolerance in sunflower (*Helianthus annus* L.).Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. 3(4): 234-238.

5. Bates L.S., Waldren R.P., TeareI.D. 1973. Rapid determination of free proline for water-stress studies. Plant and Soil, 39: 205-207.

6. Dubios M., Gilles K.A., Hamilton J.K., Roberts P.A., Smith F. 1956.Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Annals of Chemistry. 28: 350-356.

7. Fedtke C., 1979. Physiological responses of soybean *(Glycine max)* plants to metribuzin. Weed Science. 27(2): 192-195.

8. Hasaneen M.N.A., El-Saht H.M., Bassyoni F.M. 1994. Growth, carbohydrates and associated invertase and amylase activities in castor bean and maize as affected by metribuzin and NaCl. Biologia Plantarum. 36(3): 451-459.

9. Huang H., Zhang Sh., Shan X.Q., Chen B.D., Zhu Y.G., Bell J.N.B. 2007. Effects of arbuscular mycorrhizal fungus (*Glomus caledonium*) on the accumulation and metabolism of atrazine in maize (*Zea mays* L.) and atrazine dissipation in soil. Environmental Pollution. 146: 452-457.

10. Kapoor R., Sharma D., Bhatnagar A.K. 2008. Arbuscularmycorrhizae in micropropagation systems and their potential application. Scientia Horticulturate. 116: 227-239.

11. Lichtenthaler H.K., Wellburn A.R. 1985. Determination of total carotenoids and chlorophyll a and b of leaf in different solvents. Biochemical Society Transactions. 11: 591-592.

12. Lowry O.H., Rosebrough N.S., Farr A.L. and Randall R.J. 1951. Protein measurement with the Folin-phenol reagent. Journal of Biological Chemistry. 193: 265-75.

13. Majumdar K., Singh N. 2007. Effect of soil amendments on sorption and mobility of metribuzin in soil. Chemosphere, 66: 630-637.

14. Navarro A., Sanchez-Blanco M.J., Morte A., Banon S. 2009. The influence of mycorrhizal inoculation and paclobutrazol on water and nutritional status of *Arbutus unedo* L., Environmental and Experimental Botany. 66: 362-371.

15. Nemat-Alla M.M., Badawi A.M., Hassan N.M., El-Bastawisy Z.M., Badran E.G. 2008. Effect of metribuzin, butachlor and chlorimuron-ethyl on amino acid and protein formation in wheat and maize seedlings. Pesticide Biochemistry and Physiology. 90: 8-18.

16. Nemec S., Meredith F.I. 1981. Amino acid content of leaves in mycorrhizal and non-mycorrhizal citrus rootstocks. Annals of Botany. 47: 351-358.

17. Rejon A., Garcia-Romera I., Ocampo J.A., Bethlenfalvay G.J. 1997. Mycorrhizal fungi influence competition in a wheat-ryegrass association treated with the herbicide diclofop. Applied Soil Ecology. 7: 51-57.

18. Saladin G., Magne C., Clement C. 2003. Stress reactions in *Vitisvinifera* L. following soil application of the herbicide flumioxazin. Chemosphere. 53: 199-206.

19. Subramanian K.S., Chare C. 1998. Arbuscular mycorrhizae and nitrogen assimilation in maize after drought and recovery. Physiologia Plantarum. 102: 285-296.

The effects of arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus etunicatum* on growth and some physiological parameters of squash plants under herbicide metribuzin toxicity

Esmailnejad Khiavi N. and Khara J.

Biology Dept., Urmia University, Urmia, I.R. of Iran

Abstract

Different herbicides especially Metribuzin are used to control of weeds in vegetable farms throughout the world. Such chemicals may have some adverse effects on the crop. In order to evaluation of alleviating effects of arbuscular mycorrhizal colonization on toxicity due to herbicide Metribuzin, a study was performed using squash plants and *Glomus etunicatum* fungus. The experiment included two factors: mycorrhizal (M) and non-mycorrhizal (NM) squash plants and four levels of the herbicide concentrations (0, 0.002, 0.005 and 0.02 gL^{-1}) in 3 replicates. In this study, dry weight, photosynthetic pigments content (including chlorophylls a and b), total protein and sugars content of shoots and roots of M and NM plants were reduced with increase in metribuzin concentration. This reduction was less obvious in M plants in comparison with NM ones. Also, proline content wasraised in M and NM plants but this increase in mycorrhizal plants was higher than non-mycorrhizal ones. Overall, the obtained results may indicate improvement of physiological status of squash plants due to arbuscular mycorrizal colonization by *G.etunicatum* against Metribuzin toxicity.

Key words: Arbuscular Mycorrhiza, Total sugars, Chlorophyll, Metribuzin, Squash