نشریه پژوهش‌های اکوفیزیولوژی گیاهی ایران، شماره ویژه: پژوهش‌های فیزیولوژی گیاهی، سال نهم، شماره ویژه بهار ۱۳۹۳ / صفحات: ۲۹-۲۱

اثر علف‌کش متریبوزین (سنکور) و آسکوربیک اسید بر برخی از صفات بیوشیمیایی گندم

راضیه رجبی*[۱]، رمضانعلی خاوری‌نژاد[۲]، فائزه قناتی[۳]، فرزانه نجفی[٤]

[۱]دانشجوی دکتری، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران

[۲]استاد، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، تهران

[۳]دانشیار، گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

[٤]استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تربیت معلم، تهران

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۱/۱٦ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۲۵

چکیده

استفاده از علف‌کش‌ها یکی از مهم‌ترین روش‌های کنترل علف‌های هرز است. با توجه به کاربرد گسترده و موثر علف کش متریبوزین برای کنترل مطلوب علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ در مزارع کشاورزی، اثرات منفی آن بر گیاهان زراعی مطالعه نشده است. برای بررسی اثرات علف‌کش متریبوزین و آسکوربیک اسید بر میزان فعالیت برخی از آنزیم‌های آنتی اکسیدانی نظیر کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز، پلی فنل اکسیداز و بر مقدار زایلوز، مانوز، قند کل و وزن تر ساقه گیاه گندم رقم زرین (*Triticum aestivum* L.cv. Zarrin) آزمایشی در سال ۱۳۸۹ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ٦ تیمار در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. تیمارهای مورد بررسی شامل شاهد، علف‌کش متریبوزین، آسکوربیک اسید با غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ پی‌پی‌ام، آسکوربیک اسید ۱۰۰ پی‌پی‌ام + متریبوزین و آسکوربیک اسید ۲۰۰ پی‌پی‌ام + متریبوزین بود. نتایج نشان داد که تیمار متریبوزین سبب کاهش معنی‌دار مقدار قندهای زایلوز، مانوز، قند کل و وزن‌تر ساقه شده و فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز و پلی‌فنل اکسیداز افزایش یافت. کاربرد آسکوربیک اسید به تنهایی در دو غلظت ۱۰۰ و ۲۰۰ پی‌پی‌ام و نیز استفاده از آن قبل از به کار بردن متریبوزین تغییر معنی‌داری در فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان ایجاد نکرد.

واژگان کلیدی: آسکوربیک اسید، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، علف‌کش، گندم، متریبوزین.

مقدمه

گندم به‌عنوان مهم‌ترین محصول استراتژیک جهان و اصلی‌ترین گیاه زراعی، در بسیاری از زمین‌های کشاورزی جهان کشت شده و سهم بسزایی در تامین امنیت غذایی انسان دارد. در مقایسه تولید غلات جهان، گندم بعد از ذرت رتبه دوم را دارد و غذای اصلی میلیاردها نفر از مردم جهان است (Zand et al., 2007). در کشتزارهای گندم یکی ازعوامل مهم محدودکننده عملکرد بالای این محصول، علف‌های هرز می‌باشد که چنانچه در ابتدای رشد، کنترلی روی آنها صورت نگیرد، به‌سرعت گسترش یافته و مزارع گندم را در برگرفته و سبب افت عملکرد خواهد شد. علف‌کش‌ها با تغییراتی در متابولیسم علف‌هرز، مانع رشد آنها شده و همچنین استفاده از علف‌کش‌ها اثرات مخربی بر گیاه زراعی نیز ایجاد کرده و از طرف دیگر بحث آلوده شدن گیاه زراعی و فرآورده‌های آن را مطرح می‌نماید.

*نویسنده مسئول: raziehrajabi@yahoo.com

متریبوزین یک علف‌کش انتخابی گیاه گندم از خانواده تریازینون با نام تجاری سنکور است که به صورت پیش‌رویشی و پس‌رویشی برای از بین بردن طیف وسیعی از علف هرز پهن‌برگ و باریک برگ در مزارع سیب‌زمینی، سویا، گندم، گوجه فرنگی و نیشکر استفاده می‌شود (Fuerst and Norman, 1991). متریبوزین از طریق برگ و ریشه گیاهان جذب شده و بازدارنده فتوسیستم II از طریق مهار انتقال الکترون بین Q_A و Q_B است و در نتیجه مانع احیای $NADP^+$ لازم برای تثبیت CO_2 می‌شود. اثرات منفی این ماده بر گیاه به‌دلیل تخریب فرآیند فتوسنتز نبوده بلکه به دلیل تنش اکسیداتیوی ایجاد شده در اثر توقف انتقال الکترون فتوسنتز است. اثر اصلی توقف انتقال الکترون، تخریب مرکز واکنش فتوسیستم II، اکسیداسیون نوری مولکول‌های کلروفیل و چربی است (Gronwald, 1997; Rutherford and Krieger-Liszkay, 2001).

آسکوربیک اسید فراوان ترین مولکول آنتی‌اکسیدان در گیاهان بوده و تقریباً در همه بافت‌های گیاهی به جز بذرهای خشک وجود دارد. مقدار آن‌ها در برگ‌ها در مقایسه با ریشه‌ها بیشتراست و همچنین در مریستم‌ها به مقدار زیادی وجود دارند (Dadheech et al., 2006). اساس نقش آنتی‌اکسیدانی آن حذف رادیکال‌های آزاد است (Kovacs and Keresztes, 2002).

آسکوربیک اسید می‌تواند مستقیماً سوپراکسید، رادیکال‌های هیدروکسیل و اکسیژن منفرد را از بین ببرد و سبب احیای هیدروژن پراکسید به آب از طریق واکنش آسکوربات پراکسیداز شود. در کلروپلاست‌ها، آسکوربیک اسید به‌عنوان یک آنتی اکسیدان و به عنوان کوفاکتور آنزیمی عمل می‌کند. علاوه بر موارد ذکر شده آسکوربیک اسید اعمال غیر آنتی‌اکسیدانی نیز در سلول دارد (Chen et al., 2006). Ogawa و همکاران (۲۰۰۰) پیشنهاد کردند که آسکوربیک اسید نقش مهمی در فتوسنتز و حفاظت نوری دارد.

استفاده از متریبوزین برای از بین بردن علف‌های هرز مزارع گندم، به‌عنوان یک تنش غیرزنده برای گیاه گندم محسوب می‌شود. با توجه به این که اثرات مثبت آسکوربیک اسید بر گیاهان در شرایط اعمال تنش‌های مختلف نظیر شوری و فلزات سنگین مورد تائید قرار گرفته است، لذا در مطالعه اخیر اثرات متریبوزین و آسکوربیک اسید به تنهایی و یا به‌طور توأم بر گیاه گندم مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

کشت گیاه: این پژوهش در سال ۱۳۸۹ در آزمایشگاه فیزیولوژی‌گیاهی دانشکده علوم زیستی دانشگاه تربیت مدرس در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و ٦ تیمار انجام شد. بذرهای اصلاح شده گیاه گندم رقم زرین از موسسه اصلاح نهال و بذر کرج تهیه شد. پس از استریل سطحی در محلول هیپوکلریت سدیم ۵ درصد به‌مدت ۵ دقیقه، چندین بار در آب مقطر شسته شدند. سپس درون گلدان‌های پلاستیکی کشت و درگلخانه با دمای ۲۰°C±۲۲ و رطوبت نسبی ٦۰-۵۰ درصد و نور طبیعی نگهداری شده و هر روز با آب مقطر آبیاری شدند. پس از گذشت ۵ هفته از کشت بذرها و در مرحله ای که گیاهان گندم دارای ۳ تا ٤ برگ بودند، گلدان‌ها به ٦ گروه تقسیم شدند. گلدان‌های گروه اول به عنوان شاهد، با آب اسپری شد. به هر گلدان گروه دوم ۲۰ میلی‌لیتر محلول متریبوزین با غلظت رایج مزرعه‌ای (۱/۰۱ کیلوگرم در هر هکتار) اسپری برگی شد. گلدان‌های گروه سوم با ۲۰ میلی‌لیتر محلول آسکوربیک اسید با غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام محلول پاش شدند. گلدان‌های گروه چهارم با ۲۰ میلی‌لیتر آسکوربیک اسید با غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام اسپری شدند.

گلدان‌های گروه پنجم با ۲۰ میلی‌لیتر محلول آسکوربیک اسید با غلظت ۱۰۰ پی‌پی‌ام و پس از سه روز با ۲۰ میلی‌لیتر محلول متریبوزین با غلظت رایج مزرعه‌ای محلول پاشی شدند. گلدان‌های گروه ششم با ۲۰ میلی‌لیتر محلول آسکوربیک اسید با غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام و پس از سه روز با ۲۰ میلی‌لیتر محلول متریبوزین با غلظت رایج مزرعه‌ای اسپری شدند. پس از ۷ روز، گیاهان برداشت، در نیتروژن مایع تثبیت شده و در فریزر ۸۰- °C برای آنالیزهای بیوشیمیایی نگهداری شدند.

سنجش قندکل: مقدار قند نمونه‌های گیاهی با روش Dobios و همکاران (۱۹۵٦) سنجیده شد. ۲۰۰ میلی‌گرم از نمونه‌های گیاهی درون بافر فسفات سدیم ۵۰ میلی‌مولار ساییده شد و در ۱۳۰۰۰ دور به‌مدت ۱۵ دقیقه و دمای ٤ درجه سانتریفیوژ شد و پس از صاف شدن، محلول برای سنجش مقدار قند کل استفاده گشت. به لوله‌های آزمایش حاوی ۰/۵ میلی‌لیتر محلول قندی، ۰/۵ میلی‌لیتر فنل ۵ درصد و ۲/۵ میلی‌لیتر اسیدسولفوریک اسید غلیظ افزوده شد. لوله‌ها به مدت ۱۵ دقیقه در دمای اتاق قرار گرفتند و پس از خنک شدن، جذب نوری آن‌ها در طول موج ٤۸۵ نانومتر خوانده شد. محلول گلوکز در غلظت‌های ۰ تا ۳۰ میکرو مولار در لیتر تهیه و به‌عنوان استاندارد استفاده شد. مقدار قند کل نمونه‌ها بر اساس منحنی استاندارد گلوکز تهیه شد.

سنجش قندهای محلول: برای سنجش قندهای محلول از روش فوق استفاده شد، ولی جذب نوری نمونه‌ها در طول موج ٤۸۰ و ٤۹۰ نانومتر خوانده شد. محلول مانوز و زایلوز در غلظت‌های ۰ تا ۳۰ میکرومولار در لیتر تهیه و به‌عنوان استاندارد استفاده شد و مقدار قند نمونه‌ها بر اساس منحنی استاندارد مانوز و زایلوز تهیه شد.

سنجش فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز (PPO): نمونه‌های گیاهی (۲۰۰ میلی‌گرم وزن‌تر) در ۳ میلی‌لیتر بافر Tris-Maleat ۵۰ میلی‌مولار (pH٦) ساییده و سپس در ۱۲۰۰۰ دور به‌مدت ۲۰ دقیقه در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد. بخش بر روشناور حاصل برای سنجش آنزیم پلی فنل اکسیداز استفاده شد. ۳ میلی‌لیتر مخلوط واکنش شامل: بافر فسفات سدیم ٦۰ میلی‌مولار (pH٦/۱)، ٤-متیل کاتکول ۰/۰۲ مولار و عصاره آنزیمی است. فعالیت آنزیم بر حسب تغییرات جذب آن در طول موج ٤۱۰ نانومتر به‌مدت ۱ دقیقه به نسبت میلی‌گرم پروتئین توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مدل GBC cintra6 ساخت استرالیا سنجیده شد. مقدار پروتئین بر طبق روش برادفورد و با استفاده از آلبومین سرم گاوی (BSA) به‌عنوان استاندارد تعیین شد (Kahn, 1975).

سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT): نمونه‌های گیاهی (۲۰۰ میلی‌گرم وزن‌تر) در ۳ میلی‌لیتر بافرفسفات سدیم ۲۵ میلی‌مولار (pH٦/۸) ساییده وبا ۱۲۰۰۰ دور به‌مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شد (تمام مراحل فوق در ٤ درجه سانتی‌گراد انجام شد). از بخش روشناور حاصل برای سنجش فعالیت کاتالاز به روش فتوشیمیایی (Cakmak and Horst, 1991) استفاده شد. ۳ میلی‌لیتر مخلوط واکنش حاوی: بافرفسفات سدیم ۲۵ میلی‌مولار (pH٦/۸)، ۱۰ میلی‌مولار H_2O_2 و عصاره آنزیم تهیه شد. سپس روند انجام واکنش با کاهش جذب در ۲٤۰ نانومتر به‌مدت ۱ دقیقه سنجش شد. فعالیت آنزیم بر حسب تغییرات جذب به نسبت میلی گرم پروتئین بیان شد.

سنجش فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز (APX): نمونه‌های گیاهی (۲۰۰ میلی‌گرم وزن‌تر) در ۳ میلی لیتر بافرفسفات سدیم ۵۰ میلی‌مولار (pH۷) حاوی ۰/۲ میلی‌مولار آسکوربات و EDTA، ۵ میلی‌مولار ساییده و با ۱۲۰۰۰ دور به‌مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ

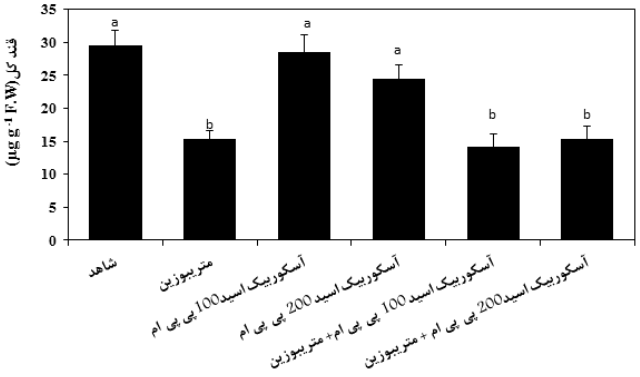
شد (تمام مراحل فوق در ٤ درجه سانتی‌گراد انجام شد). از بخش روشناور حاصل برای سنجش فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز استفاده شد. ۳ میلی‌لیتر مخلوط واکنش حاوی بافر فسفات سدیم ۵۰ میلی‌مولار (pH=۷) دارای ۰/۲ میلی‌مولار آسکوربات و EDTA ۵ میلی‌مولار، آسکوربات ۰/۵ میلی‌مولار، H_2O_2 ۰/۱ میلی‌مولار و عصاره آنزیمی به مقدار ۱۰۰ میکرولیتر تهیه شد. اکسیداسیون آسکوربات در طول موج ۲۹۰ نانومتر به‌مدت ۱ دقیقه سنجش شد (Guo et al., 2005). فعالیت آنزیم بر حسب تغییرات جذب به نسبت میلی‌گرم پروتئین بیان شد.

سنجش غلظت پروتئین عصاره‌های آنزیمی: محلول‌های پروتئینی استاندارد با BSA در غلظت‌های ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میکروگرم در میلی‌لیتر تهیه شد. به‌منظور سنجش محتوای پروتئینی (مقدار کمی پروتئین‌ها) به ۱۰۰ میکرولیتر از هر یک از عصاره‌های آنزیمی استخراج شده، ۱۰۰۰ میکرو لیتر معرف برادفورد (کوماکسی بریلیانت بلو) افزوده و کاملاً مخلوط شدند. سپس نمونه‌ها به‌مدت ۱ دقیقه در دمای اتاق قرار گرفته و جذب نوری آن‌ها در طول موج ۵۹۵ نانومتر تعیین شد. با رسم منحنی استاندارد، غلظت پروتئینی نمونه‌ها بر حسب میکروگرم در میلی‌لیتر محاسبه شد (Bradford, 1976).

نتایج حاصل از آزمایش با استفاده از کتاب اصول آمار زیستی (خاوری‌نژاد، ۱۳۷۵) و نرم‌افزار SPSS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. برای مقایسه میانگین‌های بدست آمده از آزمون دانکن ($P\leq ۰/۰۵$) و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel (2007) استفاده شد.

نتایج

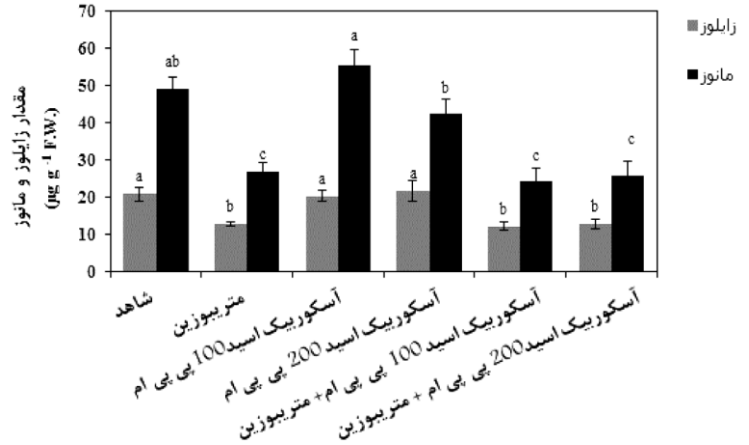
اثرات متریبوزین و آسکوربیک اسید بر مقدار قند کل: کاربرد متریبوزین سبب کاهش معنی دار مقدار قند کل ($P<0.05$) در مقایسه با شاهد شد. کاربرد آسکوربیک اسید به تنهایی و نیز به‌طور توام با متریبوزین، سبب تغییری در مقدار قند کل نشد (شکل ۱).



شکل ۱: اثر متریبوزین و آسکوربیک اسید بر مقدار قند کل

*میانگین‌هایی با حروف مشابه از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد.

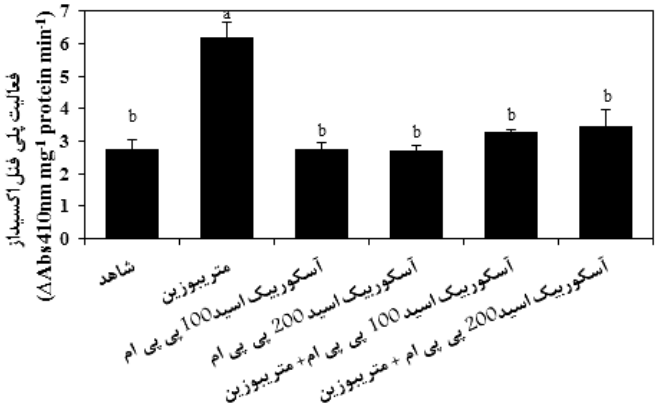
اثرات متریبوزین و آسکوربیک اسید بر مقدار قندهای محلول: کاربرد متریبوزین سبب کاهش معنی‌دار مقدار قندهای زایلوز و مانوز شد (شکل ۲) و کاربرد آسکوربیک اسید سبب افزایش قندهای زایلوز و مانوز شد؛ ولی این افزایش در مقایسه با شاهد معنی‌دار نبود. تیمار گیاهان با آسکوربیک اسید قبل از به کار بردن متریبوزین (آسکوربیک اسید+متریبوزین)، سبب افزایش معنی‌دار مقدار قند زایلوز در مقایسه با تیمارمتریبوزین نشد (شکل ۲).



شکل ۲: اثر متریبوزین و آسکوربیک اسید بر مقدار قندهای محلول (زایلوز و مانوز)

*میانگین‌هایی با حروف مشابه از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد.

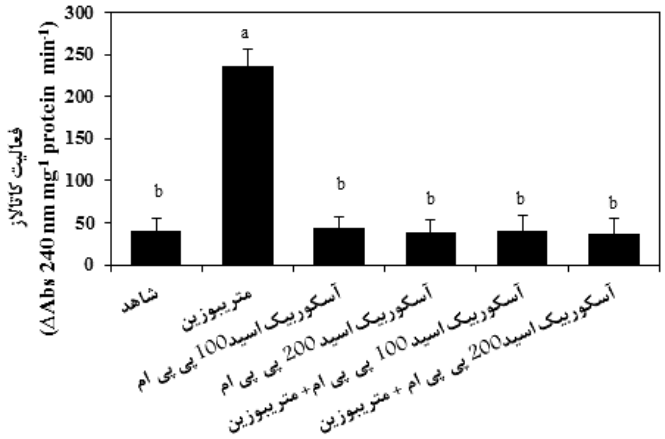
اثرات متریبوزین و آسکوربیک اسید بر فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز: کاربرد متریبوزین سبب افزایش معنی دار فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز (P<۰/۰۵) شد، ولی کاربرد آسکوربیک اسید در غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ پی‌پی‌ام به تنهایی و قبل از به کار بردن متریبوزین تغییر معنی داری در فعالیت آنزیم ایجاد نکرد (شکل ۳).



شکل۳: اثر متریبوزین و آسکوربیک اسید بر فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز

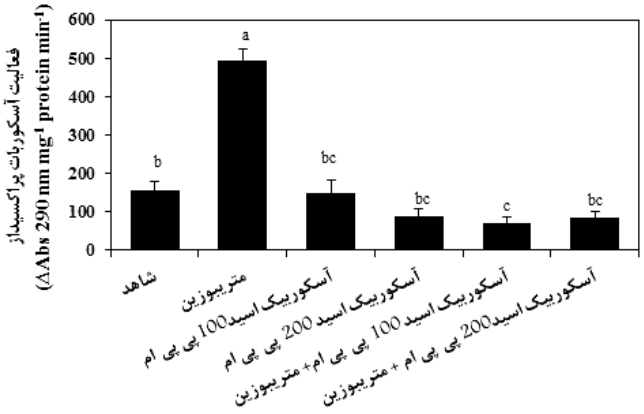
*میانگین‌هایی با حروف مشابه از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد.

اثرات متریبوزین و آسکوربیک اسید بر فعالیت آنزیم کاتالاز: کاربرد متریبوزین سبب افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم کاتالاز (P<۰/۰۵) شد، ولی کاربرد آسکوربیک اسید در غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ پی‌پی‌ام به تنهایی و قبل از به کار بردن متریبوزین تغییر معنی‌داری در فعالیت آنزیم ایجاد نکرد (شکل ٤).



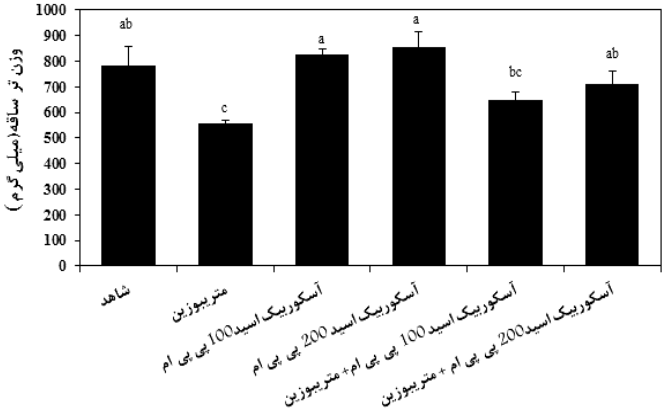
شکل٤: اثر متریبوزین و آسکوربیک اسید بر فعالیت آنزیم کاتالاز
*میانگین‌هایی با حروف مشابه از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد.

اثرات متریبوزین و آسکوربیک اسید بر فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز: تیمار متریبوزین بر گیاه گندم سبب افزایش فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در مقایسه با شاهد شد (P<۰/۰۵)، کاربرد آسکوربیک اسید در غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ پی‌پی‌ام سبب کاهش معنی دار فعالیت این آنزیم در مقایسه با گیاهان تیمار یافته با متریبوزین شد (شکل ۵).



شکل ۵: اثر متریبوزین و آسکوربیک اسید بر فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز
*میانگین‌هایی با حروف مشابه از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد.

اثرات متریبوزین و آسکوربیک اسید بر وزن تر ساقه: تیمار متریبوزین بر گیاه گندم سبب کاهش معنی‌دار وزن تر ساقه در سطح (P<۰/۰۵) در مقایسه با شاهد شد (شکل ٦). تیمار گیاهان با آسکوربیک اسید، سبب افزایش وزن تر ساقه شد و این افزایش با افزایش غلظت آسکوربیک اسید، سبب افزایش در وزن تر شده و در مقایسه با تیمار متریبوزین معنی‌دار بود، ولی نتیجه حاصل در مقایسه با شاهد معنی‌دار نبود. تیمار گیاهان با آسکوربیک اسید، با غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام قبل از به کاربردن متریبوزین سبب افزایش معنی‌دار وزن تر در مقایسه با کاربرد متریبوزین به تنهایی شد (شکل ٦).



شکل ٦: اثر متریبوزین و آسکوربیک اسید بر وزن تر ساقه

*میانگین‌هایی با حروف مشابه از لحاظ آماری معنی‌دار نمی‌باشد.

بحث

تاکنون تحقیقات گسترده‌ای در مورد تأثیر انواع تنش‌ها نظیر شوری، خشکی، فلزات سنگین، اشعه فرابنفش، امواج مغناطیسی و غیره بر روی رشد و فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاهان صورت گرفته است. استفاده از علف‌کش‌ها برای کنترل علف‌های هرز اراضی کشاورزی یکی از شیوه‌های مؤثر مدیریت علف‌های هرز میزباشد. متریبوزین به‌عنوان یک علف کش مهار کننده فتوسیستم II، کاربرد وسیعی برای کنترل علف‌های هرز در مزارع سیب زمینی، سویا، گندم و نیشکر دارد و به‌عنوان تنش شیمیایی برای این گیاهان محسوب می‌شود. کاربرد متریبوزین تاثیر قابل توجهی بر مقدار کربوهیدرات موجود در برگ گیاهان دارد؛ به‌طوری‌که در مقایسه با گیاهان شاهد، تیمار با متریبوزین سبب کاهش قابل توجه قندهای زایلوز، مانوز و قند کل شده است. Nemat Alla و همکاران (۲۰۰۸) بیان کرده‌اند که متریبوزین مهار کننده فتوسنتز است و لذا سبب کاهش مقدار کربوهیدرات گیاه گندم می‌شود.

آنزیم پلی فنل اکسیداز دارای دو عملکرد می‌باشد. به‌طوری‌که سبب اکسید شدن ترکیبات فنلی به کوئینون‌ها شده و نیز سبب اتصال فنل‌ها به یکدیگر می‌شود. فعالیت این آنزیم در گیاهان تیمار یافته با متریبوزین در مقایسه با گیاهان شاهد افزایش معنی‌داری نشان می‌دهد. اگرچه ترکیبات فنلی اکسید شده مورد سنجش قرار نگرفت؛ با وجود این به‌دلیل افزایش فعالیت پلی‌فنل اکسیداز، کاهش رشد گیاهان تیمار یافته با متریبوزین را می توان به تجمع این ترکیبات نسبت داد که سبب اثرات منفی بر رشد گیاهان شده‌اند (Ghanati et al., 2007).

برای محافظت علیه تنش‌های اکسیداتیوی، گیاهان دارای سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی برای حذف انواع اکسیژن فعال هستند (Baek and Skinner, 2003). در بین این سیستم‌ها، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان نظیر کاتالاز، آسکوربات پراکسیداز و سوپر اکسید دیسموتاز موثرترین نقش را علیه تنش اکسیداتیوی دارند (Milyutina et al., 2008). آنزیم کاتالاز، سبب حذف هیدروژن پراکسید و تبدیل آن به آب و اکسیژن می‌شود. در این پژوهش، متریبوزین سبب افزایش فعالیت آنزیم کاتالاز شد. تیمار گیاهان با آسکوربیک اسید به تنهایی و به‌طور توام با متریبوزین تغییر معنی‌داری در فعالیت آنزیم ایجاد نکرد. آنزیم کاتالاز سبب حذف مقادیر زیاد هیدروژن پراکسید می‌شود، ولی آنزیم آسکوربات پراکسیداز سبب حذف مقادیر اندک هیدروژن پراکسیدی می‌شود که توسط کاتالاز تجزیه نشده‌اند (Ghanati et al., 2005). آسکوربات

پراکسیداز اولین آنزیم سمیت زدای هیدروژن پراکسیدسلولی است که به کمک چرخه آسکوربات-گلوتاتیون سبب حذف هیدروژن پراکسید می‌شود. این آنزیم سبب تبدیل هیدروژن پراکسید به آب می‌شود و این آنزیم میل ترکیبی بالایی به آسکوربات به‌عنوان یک احیا کننده دارد. متریبوزین سبب افزایش فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز شده است. تیمار گیاهان با آسکوربیک اسید به تنهایی و به‌طور توام با متریبوزین تغییر معنی‌داری در فعالیت آنزیم ایجاد نکرد.

در پژوهش اخیر سطوح برگ‌های گندم تیمار یافته با متریبوزین دچار کلروز و سپس نکروز شدند. Arsenault و Ivany (۲۰۰۱) چندین واریته سیب زمینی را در معرض علف‌کش متریبوزین قرار داده و گزارش دادند که کاربرد این علف کش سبب آسیب به برگ‌های واریته‌های مختلف سیب زمینی می‌شود.

مطالعات انجام شده در مورد اثر متریبوزین بر روی کولتیوارهای مختلف گندم توسط Fedtke و Schmidt (۱۹۸۸) نشان داد که کاربرد متریبوزین بر گیاهان گندم در مرحله دو تا سه برگی، سبب کاهش وزن تر و خشک اندام‌های هوایی شد؛ لذا نتایج پژوهش حاضر با گزارش‌های Fedtke و Schmidt (۱۹۸۸) منطبق است. Nemat Alla و همکاران (۲۰۰۸) طی مطالعه‌ای در مصر به این نتیجه رسیدند که کاربرد مقدار توصیه شده متریبوزین بر روی دانه رست‌های ۱۰ روزه گندم سبب کاهش وزن تر و خشک ساقه می‌شود.

نتیجه‌گیری نهایی

در این پژوهش، تیمار متریبوزین سبب افزایش معنی‌دار فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان گردیده و در مقایسه با شاهد سبب کاهش معنی‌دار مقدار قندهای زایلوز، مانوز، قند کل و وزن تر ساقه شد. کاربرد آسکوربیک اسید به تنهایی در دو غلظت ۱۰۰ و ۲۰۰ پی‌پی‌ام و نیز قبل از به کار بردن متریبوزین نتوانست به‌طور معنی‌داری اثرات منفی علف‌کش متریبوزین را بر گیاهان کاهش دهد. علف کش متریبوزین به عنوان یک تنش شیمیایی، اثرات منفی بر فعالیت‌های فیزیولوژیکی گیاه گندم دارد.

منابع

خاوری‌نژاد، ر.ع. (۱۳۷۵). اصول آمار زیستی. انتشارات امید. قم. صفحه ۲۵۲.

Arsenault, W.J., and Ivany, J.A. (2001). Response of several potato cultivars to metribuzin and diquat. Crop Protection. 20: 547-552.

Baek, K.H. and Skinner, D.Z. (2003). Alternation of antioxioidant enzyme gene expression during cold acclimation of near_isogenic wheat lines. Plant Science. 165: 1221–1227.

Bradford, M.M. (1976). A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Annual Review Biochemistry. 72: 248-254.

Cakmak, I. and Horst, W. (1991). Effects of aluminum on lipid peroxidation, superoxid dismutase, catalase and peroxidase activities in root tip of soybean (*Glysin max* L.). Plant Physiology. 83: 463-468.

Chen, Y., Zhang, M., Chen, T., Zhang, Y. and An, L. (2006). The relationship between seasonal changes in anti-oxidative system and freezing tolerance in the leaves of evergreen woody plants of *Sabina*. South African Journal of Botany. 72: 272–279.

Dadheech, G., Sandhya, M., Shiv, G. and Praveen, S. (2006). Oxidative stress, α-Tocopherol, Ascorbic acid and reduced glutathione status in Schizophrenics. Indian Journal of Clinical Biochemistry. 21(2):34-38.

Dobois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rober, P.A. and Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Annual Chemistry. 28: 350-356.

Fedtke, C. and Schmid, R.R. (1988). Selective action of the new herbicide 4-amino-6-(1,l-imethylethyl) -3-(ethylthio)-1,2,4- triazin-5(4H)-one in different wheat, *Triticum*

Milyutina, I.L., Sudahkova, N.E., Romanova, L.I. and Semenova, G.P. (2008). Effect of cold stress in the rhizosphere on the activity of antioxidant enzymes in the tissues of *Pinus sylvestris*. Contemporary Problems of Ecology. 1: 404–408.

Nemat Alla, M.M., Badawi, A.M., Hassan, N.M., El-Bastawisy, Z.M. and 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.

Ogawa, T., Chisato, T. and Tezuka, T. (2000). Responses of antioxidant enzymes in the needles of *Hinoki Cypress* (*Chamaecyparis obtuse*) seedlings to nutrient solution. Containing various Calcium / Aluminium Ratios. Journal of Forest Research. 5:259-263.

Rutherford, A.W. and Krieger-Liszkay, A. (2001). Herbicide-induced oxidative stress in photosystem II. Trends in Biochemical Sciences. 26(11): 648-653.

Zand, E., Baghestani, M.A., Soufizadeh, S., Beheshtian Haghighi, A., Barjasteh, A., Ghanbarani Birgani, D. and Nezamabadi, N. (2007). Broadleaved Weed control in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) with post-emergence herbicides in Iran. Crop Protection. 26: 746–752.

aestivum, cultivars. Weed Science. 36: 541-544.

Fuerst, E.P. and Norman, M.A. (1991). Interaction of herbicide with photosynthetic electron transport. Weed Science. 39: 458-464.

Ghanati, F., Morita, A. and Yokota, H. (2005). Effects of aluminum on the growth of tea plant and activation of antioxidant system. Plant and Soil. 276: 133–141.

Ghanati, F., Abdolmaleki, P., Vaezzadeh, M., Rajabbeigi, E. and Yazdani, M. (2007). Application of magnetic field and iron in order to change medicinal products of *Ocimum basilicum*. The Environmentalist. 27: 429-434.

Gronwald, J.W. (1997). Resistance to PSII inhibitor herbicide. Weed and Crop Resistance to Herbicides. 53-59.

Guo, Z., Tan, H., Zhu, Z., Lu, S. and Zhou, B. (2005). Effect of intermediates on ascorbic acid and oxalate biosynthesis of rice and in relation to its stress resistance. Plant Physiology and Biochemistry. 43: 955-962.

Kahn, V. (1975). Polyphenol oxidase activity and browning of three avocado varieties. Science Food and Agriculture. 51: 145-161.

Kovacs, E. and Keresztes, A. (2002). Effect of gamma and UV-B/C radiation on plant cells. Micron. 33: 199-210.