نشریه پژوهش‌های اکوفیزیولوژی گیاهی ایران، شماره ویژه: پژوهش‌های فیزیولوژی گیاهی، سال نهم، شماره ویژه بهار ۱۳۹۳ / صفحات: ۱۸۴-۱۷۵

بررسی اثر اکسید نیتریک بر تغییرات سیستم آنتی‌اکسیدانی گیاه عدس (*Lens culinaris*) در پاسخ به به تنش اللوپاتی حاصل از یولاف (*Avena spp* L.)

آسیه سیاهمرگویی[۱]، مریم نیاکان*[۲]، بهاره رضوانی[۳]

[۱]استادیار، گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان

[۲] دانشیار، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان، گرگان

[۳]کارشناس‌ارشد، گروه زیست‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد گرگان، گرگان

تاریخ دریافت: ۹۲/٤/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۰/۸

چکیده

گیاهان همواره در معرض بسیاری از تنش‌های زیستی و غیر زیستی قرار دارند. دگرآسیبی از جمله تنش‌های زیستی می‌باشد که از مشکلات اساسی در سیستم‌های زراعی محسوب می‌شود. یولاف وحشی یکی از علف‌های هرز جدی اکثر مزارع کشاورزی است. به‌منظور بررسی اثر بازدارندگی عصاره ابی اندام‌های هوایی و ریشه یولاف وحشی و نیز اثر اکسید نیتریک بر رشد وبرخی پاسخ‌های فیزیولوژیکی گیاه عدس، آزمایشی در سال ۱۳۹۱ در آزمایشگاه دانشگاه آزاد گرگان صورت گرفت. در این آزمایش از عصاره آبی ٤۰، ۷۰ و ۱۰۰ درصد اندام هوایی و ریشه یولاف وحشی به تنهایی و همراه با اکسید نیتریک ۱۵۰ میلی‌مولار در قالب سه تیمار با سه تکرار در محیط کشت هیدروپونیک استفاده شد. نتایج نشان داد فعالیت آسکوربات پراکسیداز اندام هوایی در تیمارهای ۷۰ و ۱۰۰ درصد عصاره یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید کاهش یافت که نشان دهنده نقش آنتی‌اکسیدانی اکسید نیتریک می‌باشد، در حالی که در تیمارهای ٤۰ و ۱۰۰ و درصد یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید نسبت به عصاره‌های نامبرده بدون نیتریک اکسید فعالیت این آنزیم در ریشه افزایش یافت. همچنین اکسید نیتریک سبب افزایش میزان ترکیبات فنلی در حضور عصاره آبی یولاف وحشی در گیاه عدس گشت.

واژگان کلیدی: آللوپاتی، عدس، نیتریک اکساید، یولاف وحشی

مقدمه

روش‌های متفاوتی برای کنترل علف‌های هرز وجود دارد که رایج‌ترین شیوه، استفاده از علف‌کش‌هاست. آنچه که موجب رواج علف‌کش‌ها شده کارایی، صرفه‌جویی در وقت و نیروی انسانی و امکان استفاده از سیستم‌های شخم حداقل است. اما اعتماد بیش از حد به این روش، خطرناک خواهد بود (Kruidhof et al., 2008). افزایش مقاومت گونه‌های علف‌های هرز به علف‌کش‌ها و مشکلات زیست محیطی نظیر آلودگی آبهای زیرزمینی به‌دلیل استفاده از علف کش‌های سنتزی، منجر به اتخاذ راهکارهای مدیریت علف‌های هرز و تولید علف‌کش‌های جدید بر اساس مواد طبیعی شده است. این روش‌های جایگزین نیاز به استفاده از علف کش‌ها را کاهش می‌دهند (Teasdale et al., 2007).

دگرآسیبی یکی از این روش‌ها است که در طول دهه‌های گذشته مطالعه شده و به اثر یک گیاه بر گیاهان مجاورش از طریق تولید ترکیبات شیمیایی به محیط اطلاق می‌شود (Rice, 1984). این پدیده غالباً باعث کاهش رشد و نمو در گیاهان، به مراتب بیشتر از آنچه که از رقابت برای نور، آب و مواد غذایی می‌تواند

*نویسنده مسئول: mnniakan@yahoo.com

ناشی شود می‌گردد. نشان داده شده است که علف‌های هرز در استفاده از این پدیده توانایی بالایی داشته و شرایط محیطی را به نفع رشد خود تغییر می‌دهند و سبب کاهش کمی وکیفی عملکرد گیاهان دیگر می‌شوند (Kohli et al., 2001).

نیتریک اکسید (NO) مولکولی فعال است که به سرعت به داخل غشاء نفوذ می‌کند. مطالعات مختلف نشان می دهد که نیتریک اکسید مولکول سیگنالی مهمی است که درگیر در فرایندهای گوناگونی از رشد تا القاء مرگ سلولی، بیان ژن و اثر متقابل با گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) است و در زمان دفاع علیه پاتوژن‌ها شرکت دارد (Neill et al., 2003). نیتریک اکسید به راحتی با آنیون سوپراکسید و پراکسیدهیدروژن واکنش می‌دهد و باعث می‌شود تا مسیر سیگنالی متوقف شود (Nayyar, 2003). نیتریک‌اکسید در بسیاری از تنش‌های محیطی و غیرمحیطی ا ز جمله تنش خشکی، شوری، سرما، گرما، فلزات سنگین، اشعه فرابنفش و حمله پاتوژن‌ها نقش دارد (Palavan and Arisan, 2009). تیمار سدیم نیتروپروساید (SNP) که دهنده نیتریک اکسید است سیستم‌آنتی‌اکسیدانی را بهبود می بخشد. بر اساس شواهد زیاد، نیتریک اکسید تنظیم کننده مؤثر در رشد، نمو و دفاع می‌باشد (Tian and Li, 2006).

محصولات بقولات (نیام داران) نقش مهمی در رژیم غذایی اکثر مردم جهان دارد (Singh and Thapar, 2003). عدس از قدیمی‌ترین دانه‌های خوراکی مورد مصرف بشر است که بخاطر ارتفاع کم و میزان رشد اندک در طول مراحل ابتدایی رشد عملکرد ضعیف علیه علف‌های هرز دارد. بنابراین علف‌های هرز یکی از مهمترین عواملی هستند که کارکرد و محصول دهی عدس را کاهش می‌دهند (Halligan, 1973). از جمله این علف‌های هرز می‌توان از نوعی شیرپنیر (*Galium tricorne*) نام برد که از نظر ظاهر، اندازه و زمان رسیدگی شبیه عدس می‌باشد. یولاف وحشی و گل جالیز (*Orobanche crenate*) از دیگر علف‌های هرز آن محسوب می‌شوند.

یولاف وحشی گیاهی است یکساله، تک لپه، با ریشه‌های افشان که جزء گیاهان C3 بوده و به وسیله بذر تکثیر می‌شود. یولاف وحشی خاصیت آللوپاتی داشته و ازریشه‌های آن ماده ای بنام اسکوپولتین ترشح شده که تاثیر منفی بر رشد گیاهان اطراف خود دارد (McGillion and Storrie, 2006).

هدف از انجام این تحقیق، بررسی اثر اکسید نیتریک بر توان دگرآسیبی یولاف از طریق مطالعه فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدانی پراکسیداز و آسکوربات پراکسیداز و کاتالاز و ترکیبات فنلی در بخش‌های مختلف دانه رست عدس در محیط کشت هوگلند بود.

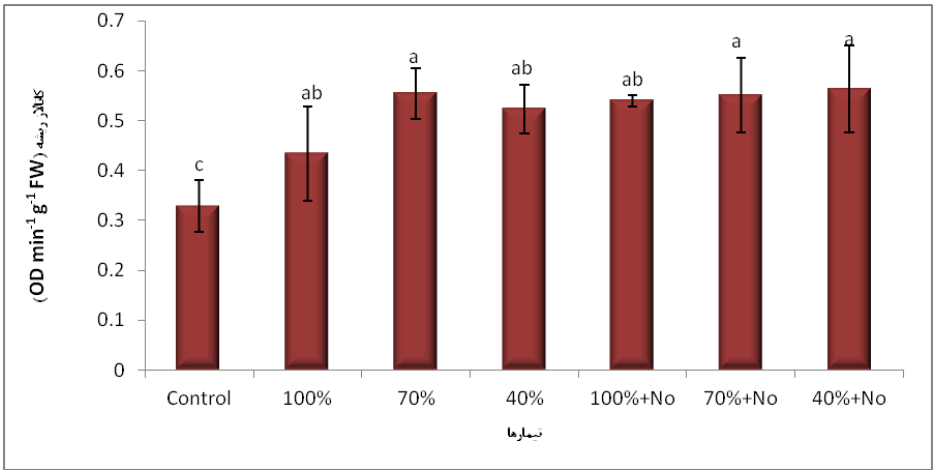
مواد و روش‌ها

تهیه عصاره یولاف وحشی: یولاف وحشی از مزارع اطراف شهرستان گرگان جمع‌آوری و سپس در سایه و در تاریکی خشک گردید. سپس ریشه‌ها و اندام هوایی توسط آسیاب خرد گشتند. به ۳٤ گرم پودر خشک یولاف وحشی که شامل اندام هوایی وریشه به نسبت مساوی بود، ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر استریل اضافه گردید. مخلوط حاصل به مدت ۱۲ ساعت بر روی شیکر قرار داده شد. عصاره‌ها از پارچه تنزیب چهار لایه و نیز جهت ایجاد شرایط استریل، از کاغذ صافی نایلونی میکروپورمیکروپور ۰/۲ میکرونی عبور داده شد. از مایع صاف شده به‌عنوان عصاره آبی با غلظت ۱۰۰درصد استفاده گردید. برای آزمایشات مورد نیاز در محیط کشت هیدروپونیک غلظت‌های ٤۰، ۷۰ و ۱۰۰ درصد از این محلول مورد استفاده قرار گرفت.

کشت عدس در محیط هوگلند: بذر گیاه عدس رقم کیمیا پس از تایید مرکز تحقیقات کشاورزی شهرستان گنبد در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. تعدادی بذر عدس استریل شده (در آب ژاول ۳ درصد به‌مدت ۳ دقیقه) را در سینی‌های استریل دارای دو کاغذ صافی قرار داده و ظروف در دمای ۲٤ درجه سانتی‌گراد گذاشته شد. آبیاری به صورت روزانه با آب مقطر صورت گرفت. پس از ۷ روز، زمانی که برگ‌های اصلی ظاهر شد، گیاهچه‌ها به محیط کشت هیدروپونیک منتقل شدند. آزمایش بر اساس طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی در قالب سه تیمار با سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل عصاره‌های مخلوط اندام هوایی و ریشه یولاف وحشی در غلظت‌های ٤۰، ۷۰ و ۱۰۰ درصد به تنهایی و نیز کاربرد اکسیدنیتریک در غلظت ۱۵۰ میلی‌مولار به همراه هر یک از مقادیر عصاره یولاف وحشی و نیز شاهد (محیط کشت هوگلند) بود. پس از گذشت ۹ روز گیاهچه‌ها مورد آزمایش قرار گرفتند و میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانتی (پراکسیداز، کاتالاز و آسکوربات پراکسیداز) و ترکیبات فنلی در دو بخش ریشه و برگ مورد سنجش قرار گرفتند.

نتایج

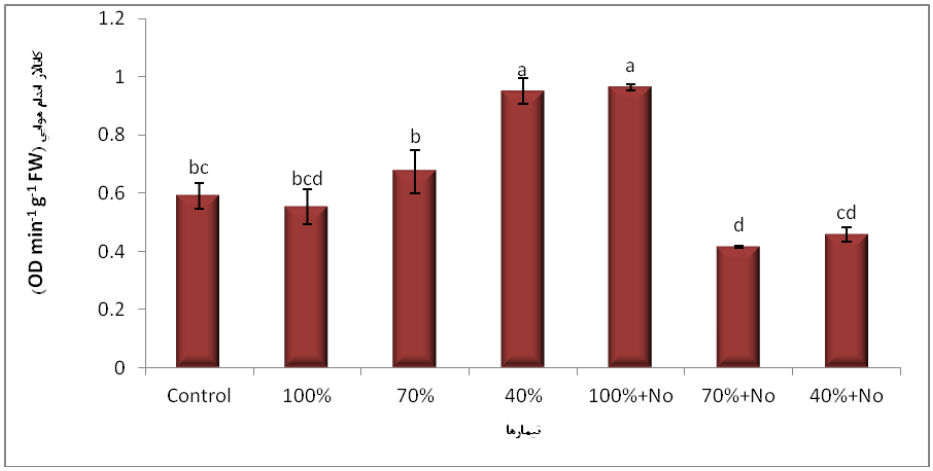
بررسی اثر تنش آللوپاتی و اکسید نیتریک بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز ریشه: طبق شکل(۱)، کمترین میزان فعالیت کاتالازی ریشه در شاهد مشاهده شد و در سایر تیمارهای مورد مطالعه افزایش معنی‌داری در میزان فعالیت کاتالازی ریشه نسبت به شاهد مشاهده شد. اختلاف بین سایر تیمارها معنی‌دار نبود (شکل ۱).



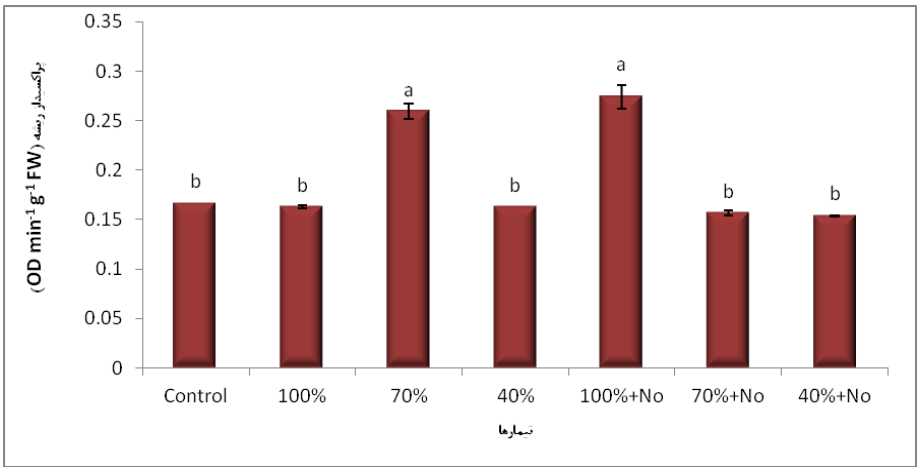
شکل ۱: اثر تیمارهای مختلف عصاره یولاف وحشی (٤۰، ۷۰ و ۱۰۰ درصد) به همراه اکسید نیتریک (۱۵۰ میلی مولار) بر میزان فعالیت کاتالاز ریشه گیاه عدس.

بررسی اثر تنش آللوپاتی و اکسید نیتریک بر میزان فعالیت آنزیم کاتالاز اندام هوایی: بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها، بیشترین میزان فعالیت کاتالازی اندام هوایی در تیمارهای ٤۰درصد یولاف وحشی و ۱۰۰ درصد یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید مشاهده شد که نسبت به شاهد و سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. اختلاف تیمارهای ۱۰۰ درصد یولاف وحشی و ۷۰ درصد یولاف وحشی و ٤۰ درصد یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید نسبت به شاهد معنی‌دار نبود. در تیمار ۱۰۰ درصد یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد یولاف وحشی افزایش فعالیت کاتالازی

مشاهده شد و در تیمارهای ۷۰ درصد یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید نسبت به ۷۰ درصد یولاف وحشی و ٤٠ درصد یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید نسبت به تیمار ٤٠ درصد یولاف وحشی کاهش معنی‌داری مشاهده شد شکل (۲).



شکل ۲: اثر تیمارهای مختلف عصاره یولاف وحشی (٤٠، ۷۰ و ۱۰۰ درصد) به همراه اکسید نیتریک (۱۵۰ میلی‌مولار) بر میزان فعالیت کاتالاز اندام هوایی گیاه عدس

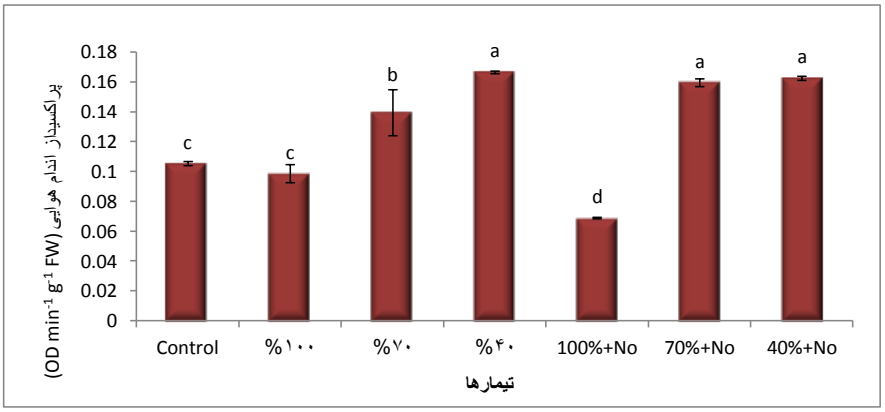


شکل ۳: اثر تیمارهای مختلف عصاره یولاف وحشی (٤٠، ۷۰ و ۱۰۰ درصد) به همراه اکسید نیتریک (۱۵۰ میلی‌مولار) بر میزان فعالیت پراکسیداز ریشه گیاه عدس

بررسی اثر تنش آللوپاتی و اکسید نیتریک بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز ریشه: طبق نمودار، بیشترین میزان فعالیت پراکسیدازی ریشه در تیمارهای ۷۰ درصد یولاف وحشی و تیمارهای ۱۰۰ درصد یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید مشاهده شد که نسبت به شاهد و سایر تیمارها اختلافش معنی‌دار بود و در سایر تیمارهای مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری از نظر میزان فعالیت پراکسیدازی ریشه نسبت به شاهد مشاهده نشد. در تیمار ۷۰ درصد یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید نسبت به تیمار ۷۰ درصد یولاف وحشی کاهش فعالیت پراکسیدازی ریشه مشاهده شد شکل (۳).

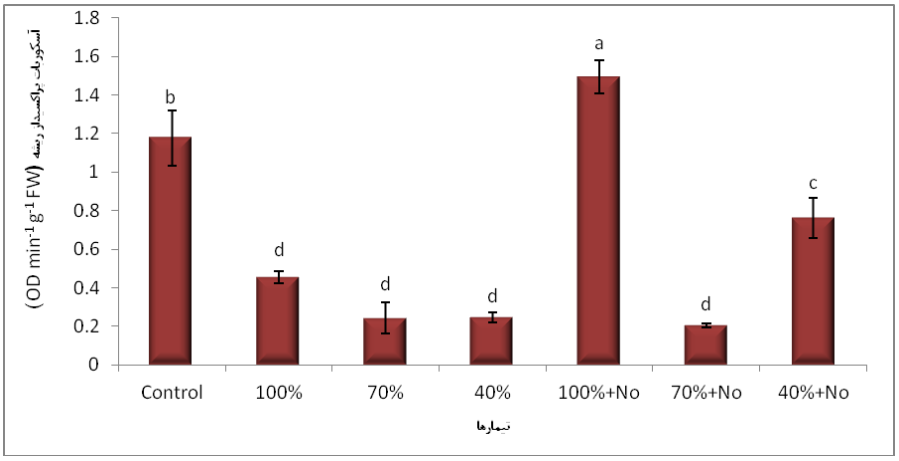
بررسی اثر تنش آللوپاتی و اکسید نیتریک بر میزان فعالیت آنزیم پراکسیداز اندام هوایی: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بیشترین میزان فعالیت

پراکسیدازی اندام هوایی مربوط به تیمارهای ٤٠ درصد یولاف وحشی و ٧٠ درصد یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید و ٤٠ درصد یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید بود و کمترین آن مربوط به تیمار ١٠٠ درصد یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید بود. در تیمار ١٠٠ درصد یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید فعالیت پراکسیدازی نسبت به تیمار ١٠٠ درصد یولاف وحشی کاهش یافت و در تیمار ٧٠ درصد یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید فعالیت پراکسیدازی نسبت به تیمار ٧٠ درصد یولاف وحشی افزایش یافت و اختلاف بین تیمارهای ٤٠ درصد یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید و تیمار ٤٠ درصد یولاف وحشی معنی‌دار نبود (شکل ٤).



شکل ٤: اثر تیمارهای مختلف عصاره یولاف وحشی (٤٠، ٧٠ و ١٠٠ درصد) به همراه اکسید نیتریک (١٥٠ میلی مولار) بر میزان فعالیت پراکسیداز اندام هوایی گیاه عدس

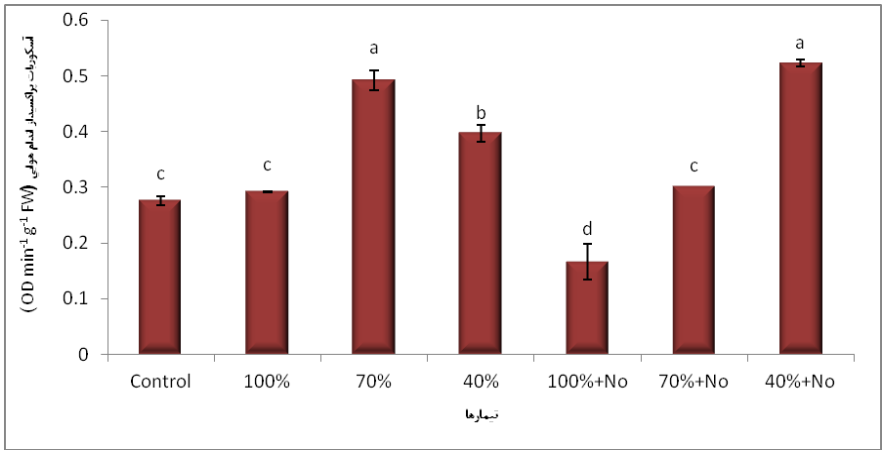
بررسی اثر تنش آللوپاتی و اکسید نیتریک بر میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز ریشه: بر اساس مقایسه میانگین داده‌ها، بیشترین میزان فعالیت این آنزیم در تیمار ١٠٠ درصد یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید مشاهده شد که با شاهد و سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان داد و در سایر تیمارهای مورد مطالعه کاهش فعالیت این آنزیم به شاهد مشاهده شد. در تیمار ١٠٠ درصد یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید نسبت به تیمار ١٠٠درصد یولاف وحشی افزایش فعالیت آنزیم مشاهده شد. در رابطه با تیمار ٤٠ درصد یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید نیز افزایش فعالیت آنزیم نسبت به تیمار ٤٠ درصد یولاف وحشی مشاهده شد، در حالی که اختلاف بین تیمارهای ٧٠ درصد یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید و تیمار ٧٠ درصد یولاف وحشی معنی‌دار نبود (شکل ٥).



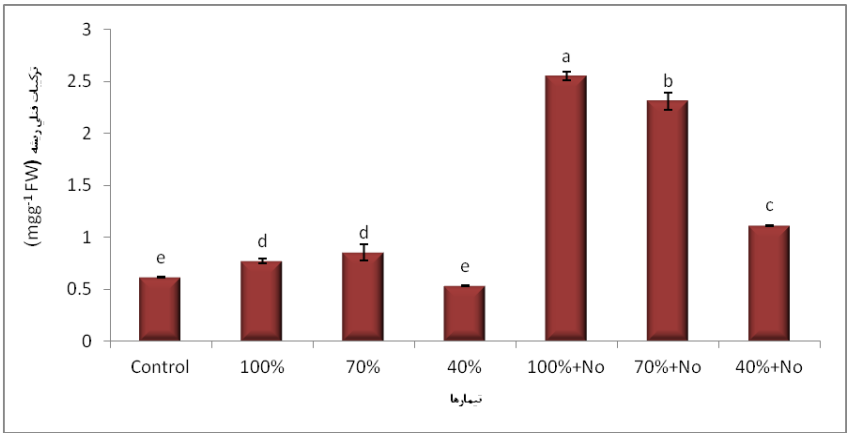
شکل ۵: اثر تیمارهای مختلف عصاره یولاف وحشی (۴۰، ۷۰ و ۱۰۰ درصد) به همراه اکسید نیتریک (۱۵۰ میلی‌مولار) بر میزان فعالیت آسکوربات پراکسیداز ریشه گیاه عدس

بررسی اثر تنش آللوپاتی و اکسید نیتریک بر میزان فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز اندام هوایی: طبق نمودار، بیشترین میزان فعالیت آسکوربات پراکسیداز مربوط به تیمارهای ۷۰ درصد یولاف وحشی و ۴۰درصد یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید بود که نسبت به شاهد و سایر تیمارها اختلافش معنی‌دار بود. افزایش فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز در تیمار ۴۰ درصد یولاف وحشی نیز مشاهده شد. تیمار ۱۰۰ درصد یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید کمترین میزان فعالیت آنزیم را نسبت به شاهد و سایر تیمارها نشان داد. در تیمارهای ۱۰۰ درصد یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید نسبت به ۱۰۰ درصد یولاف وحشی و تیمار ۷۰ درصد یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید نسبت به تیمار ۷۰ درصد یولاف وحشی کاهش فعالیت آنزیم مشاهده شد، در حالی که در تیمار ۴۰ درصد یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید نسبت به تیمار ۴۰ درصد یولاف وحشی افزایش فعالیت آنزیم آسکوربات پراکسیداز مشاهده شد (شکل ٦).

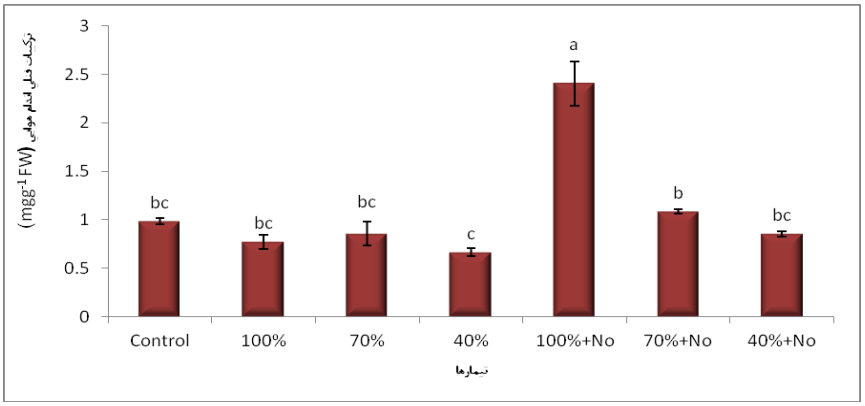
بررسی اثر تنش آللوپاتی و اکسید نیتریک بر میزان ترکیبات فنلی ریشه: بیشترین میزان ترکیبات فنلی ریشه مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید بود که نسبت به شاهد و سایر تیمارها اختلافش معنی‌دار بود و کمترین آن مربوط به تیمارهای شاهد و ۴۰ درصد یولاف وحشی بود. همه تیمارهای مورد مطالعه افزایش معنی‌داری را در میزان ترکیبات فنلی ریشه نسبت به شاهد نشان دادند. تنها در تیمار ۴۰ درصد یولاف وحشی این اختلاف معنی‌دار نبود. افزایش ترکیبات فنلی در تیمارهای به همراه نیتریک اکسید نسبت به تیمارهای عصاره یولاف وحشی مشاهده شد (شکل۷).



شکل ٦: اثر تیمارهای مختلف عصاره یولاف وحشی (٤٠، ٧٠ و ١٠٠ درصد) به همراه اکسید نیتریک (١٥٠ میلی‌مولار) بر میزان فعالیت آسکوربات پراکسیدازاندام هوایی گیاه عدس



شکل ٧: اثر تیمارهای مختلف عصاره یولاف وحشی (٤٠، ٧٠ و ١٠٠ درصد) به همراه اکسید نیتریک (١٥٠ میلی‌مولار) بر میزان ترکیبات فنلی ریشه گیاه عدس



شکل ٨: اثر تیمارهای مختلف عصاره یولاف وحشی (٤٠، ٧٠ و ١٠٠ درصد) به همراه اکسید نیتریک (١٥٠ میلی مولار) بر میزان ترکیبات فنلی اندام هوایی گیاه عدس

بررسی اثر تنش آللوپاتی و اکسید نیتریک بر میـزان ترکیبات فنلی اندام هـوایی: طبـق نمـودار، بیشـترین میزان ترکیبات فنلی اندام هوایی مربوی به تیمـار ۱۰۰ درصد یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید بود کـه اختلاف معنی‌داری را نسبتا به شاهد و سـایر تیمارهـا نشان داد و در سایر تیمارهای مـورد مطالعـه اخـتلاف معنی‌داری در میزان ترکیبات فنلی اندام هوایی نسـبت به شاهد مشاهده نشـد. در تیمـار۱۰۰ درصـد یـولاف وحشـی بـه همـراه نیتریـک اکسـید نسـبت بـه تیمـار ۱۰۰درصد یولاف وحشی میزان ترکیبات فنلـی انـدام هوایی افزایش یافت، در حالی که در تیمارهـای ۷۰ و ٤٠ درصد یولاف وحشـی و ۷۰ و ٤٠ درصـد یـولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید اختلاف معنی‌دار نبـود (شکل ۸).

بحث

نتـایج حاصـل از پـژوهش حاضـر نشـان داد کـه فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسـیدانی گیـاه عـدس تحـت تاثیر عصاره یولاف وحشـی قـرار گرفـت. طبـق نظـر Taiz و Ziger (۱۹۹۸)، تعـــــدادی از ترکیبـــــات آللوکمیکـالی برخـی از آنزیم‌هـا را تحـت تـأثیر قـرار می‌دهنـد. عملکـرد آللوکمیکال‌هـا بـه دو صـورت می‌باشد:بعضـی بـا تحریـک فعالیـت آنزیم‌هـای اکسـیدکننده رادیکال‌هـای آزاد از افـزایش صـدمات جلـوگیری می‌کننـدو بعضـی دیگـر بـا مهـار مسـتقیم آنزیم‌ها سبب آسیب شدید سلول‌های گیاهی می‌شوند (Wier et al., 2004). در این راستا عنوان شـده اسـت آللوکمیکال‌ها فعالیت سوپراکسید دیسموتاز (SOD) و پراکسیداز (POD) گیاه گیرنـده را کـاهش می‌دهنـد و طی ایـن عمـل رادیکال‌هـای آزاد در سـلول افـزایش می‌یابد. گزارش شده است ترشحات ریشه‌ای برخی از گیاهان زراعی، از فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز در ریشه گیاه تاج خروس (آمـارانتوس) جلـوگیری کـرد (Shiming, 2003).

نتایج تحقیقی نشان داد که افزایش غلظت عصـاره آبی کلزا ، سبب کاهش فعالیت کاتالازی، ولی افزایش فعالیـت پراکسـیدازی و پلـی فنـل اکسـیدازی دانـه رست‌های یونجـه زرد و فـالاریس نسـبت بـه شـاهد گشـت (بشـارت، ۱۳۸٦). بعضـی از آللوکمیکال‌هـا فعالیت آنزیم سوپر اکسید دیسـموتاز (SOD)، کاتـالاز و پراکسـیداز (POD) گیـاه گیرنـده را می‌کاهنـد. ایـن نتـایج بـه ایـن دلیـل می‌باشـد کـه در برخـی مـوارد، آللوکمیکـال ممکـن اسـت مسـتقیماً در تولیـد ROS دخالت کنـد و افـزایش آنزیم‌هـای اکسایشـی ممکـن است پاسخ ثانویه در برابـر افـزایش رادیکال‌هـای آزاد باشد ویا ممکن است آللوکمیکال‌هـا بـه‌طـور مسـتقیم مانع فعالیت آنزیم‌های اکسایشی از روش‌های مختلف شـوند. کـاهش فعالیـت SOD و POD ممکـن اسـت باعث تجمع زیاد اکسیژن فعال در برگهای گیاه شـوند که این عمل باعـث پراکسیداسـیون لیپیـد گشـته و در نهایت منجر به تخریب سیستم‌های غشـایی می‌گـردد. تخریب سیستم غشایی اندامک‌هایی چون میتوکنـدری باعث افزایش تنفس در گیاه شـده و در نتیجـه میـزان انرژی کاهش یافته که در نهایت روی رشـد گیـاه اثـر دارد (Bairs et al., 2004).

نتایج نشان می‌دهنـد میـزان حساسـیت آنزیمهـای مورد سنجش، به آللوکمیکالهـای موجـود در ریشـه و اندام هوایی گیـاه دهنـده متفـاوت اسـت (Sanchez, 1998). NO به عنوان یک پیام‌رسان ثانویه در گیاهـان عمـل می‌کنـد (Beligni and Lamattina, 2000). نیتریک اکسید نقش دوگانه آن به عنوان یک اکسـیدان و هم آنتی‌اکسیدان قوی است که این نقش دوگانه بـه غلظت آن بستگی دارد و یا می‌تواند بسـته بـه شـرایط محیطـی تغییـر کنـد. تنش‌هـای اکسـیداتیو کـار

بسیاری از فاکتورهای محیطی است که خود در داخل سلول بروز می‌دهند و این تنش‌ها باعث افزایش گونه‌های اکسیژن فعال در سلول است (Mittler, 2002).

در پژوهش حاضر مشاهده گشت فعالیت آسکوربات پراکسیدازی اندام هوایی در تیمارهای ۷۰ و ۱۰۰ درصد عصاره آبی یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید کاهش یافت که نشان‌دهنده نقش آنتی‌اکسیدانی اکسید نیتریک می‌باشد، در حالی که در تیمارهای ٤٠ و ۱۰۰ ودرصد یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید نسبت به تیمارهای فوق بدون نیتریک اکسید فعالیت این آنزیم در ریشه افزایش یافت که توجیه کننده نقش دوگانه نیتریک اکسید به‌عنوان هم اکسیدان قوی و هم آنتی‌اکسیدان قوی می‌باشد و با اضافه نمودن نیتریک اکساید توانست در غلظت‌های مختلف عصاره یولاف وحشی یک روند نزولی را طی کند.

اثر نیتریک اکسید بر آنزیم پراکسیداز بسیار ناچیز بوده و تا حدودی قابل برگشت می‌باشد. غلظت پایین‌دهنده نیتریک اکسید، یعنی سدیم نیتروپروساید (SNP) باعث افزایش فعالیت آنزیم پراکسیداز در کلم می شود، در حالی که در غلظت‌های بالاتر حالت بازدارندگی دارد (Zanardo et al., 2005).

گزارش شده است تیمار گندم با غلظت اندک سدیم نیتروپروساید (SNP)، مقدار H_2O_2 را کاهش می‌دهد، اما فعالیت آنتی‌اکسیدانی افزایش می‌یابد (Tian and Li, 2006). اثر محافظت‌کنندگی نیتریک اکسید به توانایی آن در واکنش به بعضی ROSها مانند O_2^- مربوط است که نیتریک اکسید به‌عنوان شکننده زنجیره عمل کرده و خصوصیات آنتی‌اکسیدانی بروز می‌دهد. نشان داده شده است که بعضی از هورمون‌های گیاهی در تنظیم رشد گیاهی و عکس‌العمل در مقابل تنش‌ها نقش مهمی ایفا می‌کنند و این نقش را با تشکیل نیتریک اکسید بروز می‌دهند. اسید آبسیزیک (ABA) باعث تحریک تولید نیتریک اکسید می‌شود که به نوبه خود این کار باعث تحریک فعالیت آنزیم‌های آنتی اکسیدان می‌گردد (Zhou et al., 2005).

عصاره یولاف وحشی منجر به افزایش ترکیبات فنلی شد و کاربرد نیتریک اکسید به همراه یولاف وحشی منجر به افزایش بیشتر ترکیبات فنلی ریشه شد. در رابطه ترکیبات فنلی اندام هوایی تنها در تیمار ۱۰۰ درصد یولاف وحشی به همراه نیتریک اکسید افزایش معنی‌دار مشاهده شد و در دیگر تیمارها اختلاف معنی‌دار نبود. به نظر می‌رسد کاربرد نیتریک اکسید منجر به افزایش ترکیبات فنلی برای مقابله با تنش آللوپاتی شده است. گزارش شده است غلظت‌های مختلف عصاره آبی کلزا اثر بازدارندگی معنی‌داری بر تجمع ترکیبات فنلی در گیاه فالاریس نداشته است در گیاه فالاریس عدم تغییر ترکیبات فنلی پاسخ مناسب به غلظت‌های بالای عصاره کلزا بوده که می‌توان آن را به پاسخ مناسب گیاه فالاریس نسبت داد (بشارت، ١٣٨٦). نقش نیتریک اکسید در افزایش ترکیبات فنلی در این بررسی احتمالاً مربوط به افزایش فعالیت فنیل آلانین آمونیالیاز (PAL) است، زیرا القای فعالیت فنیل آلانین آمونیالیاز (PAL) توسط نیتریک اکسید در برخی مطالعات گزارش شده است (Tian and Li, 2006).

نتیجه‌گیری نهایی

به‌طورکلی فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی (کاتالاز، پراکسیداز و آسکوربات پراکسیدازی ریشه) در بیشتر تیمارهای مورد مطالعه تحت تنش آللوپاتی افزایش یافت و کاربرد اکسیدنیتریک منجر به کاهش آنزیم‌های آنتی اکسیدانی شد، در حالی که در برخی تیمارها کاربرد اکسید نیتریک منجر به افزایش میزان

آنزیم‌های اکسیدانی شد که خود نشان‌دهنده نقش دوگانه اکسید نیتریک به‌عنوان آنتی‌اکسیدان و اکسیدان قوی می‌باشد. همچنین اکسید نیتریک سبب افزایش میزان ترکیبات فنلی در حضور عصاره آبی یولاف وحشی در گیاه عدس گشت.

منابع

بشارت، ح. (۱۳۸٦). اثر عصاره آبی کلزا (رقم rgs) بر پارامترهای رشد و برخی از پاسخ‌های فیزیزلوژیکی دو علف هرز یونجه (*Melilotus officinalis*) و علف خونی (*phalaris minor* L.) در مرحله دانه‌رست و گیاه کامل. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد فیزیولوژی گیاهی دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان.

Bairs, H., Vepechedu, R., Gilroy, S., Callaway, R., and Mand vivanco, J.M. (2004). Allelopathy and exotic plant invasion from molecules and genes species interactios. Science. 301: 1377-1380.

Beligni, M.V. and Lamattina, L. (2000). Nitric oxide stimulates seed germination and de-etiolation,and inhibits hypocotyl elongation, three light-inducible responses in plants. Planta. 210: 215-221.

Halligan, J.P. (1973). Bare areas associated with shrub stands in grasslands: the case of Artemisia california. Bioscience. 23:429-432.

Kruidhof, H.M., Bastiaans, L. and Kropff, M.J. (2008). Ecological weed management by cover cropping: effects on weed growth in autumn and weed establishment in spring. Weed Research 48: 492–502.

Kohli, R.K., Singh, H.P. and Batish, D.R. (2001). Allelopathy in agroecosystems. The Haworth Press. London.

McGillion, T. and Storrie, A. (2006). Integrated weed management in Australian cropping systems- A training resource for farm advisors. CRC for Australian Weed Management, Adelaide, South Australia.

Mittler, R. (2002). Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. Trends in Plant Science. 7: 405-410.

Nayyar, H. (2003). Acclimation of osmolytes and osmotic adjastmant in water-stressed wheat and maiz as affected by calcium and its antagonists. Environmental and Experimental Botany. 50: 253-264.

Neill, S., Radhika, D., and Hancock, J. (2003). Nitric oxide signaling in plant. New Phytology. 159:11-35.

Palavan, U.N. and Arisan, D. (2009). Nitric oxide signaling in plants. Biology Reviews. 75:203-229.

Rice, E.L. (1984). Allelopathy, 2nd edition, Academic Press, Inc. Orlando. 318 pp.

Sanchez, F.J. (1998). Turger maintenance, osmotic adjustment and solble suger and prolin accumulation in response to water stress. Field Crops Research. 59: 225-235.

Shiming, L. (2003). Allelopathy in south china agro ecosystems institue of tropical and subtropical ecology. pp: 40-54.

Singh, N.B. and Thapar, R. (2003). Allelopathic influence of Cannabis sativa on growth and metabolism of Parthenium hysterophorus. Allelopathy Journal. 12:61-70.

Taiz, L. and Ziger, E. (1998). Plant physiology, (2nd edition). Thelowa state university press. Amcs.

Teasdale, J.R. Brandsaeter, L.O. Calegari, A. and Skoraneto, F. (2007). Cover Crops and Weed Management. In: Non-chemical weed management (eds. MK Upadhyaya & RE Blackshaw), 49-64. CAB International, Oxfordshire

Tian, X., and Li, Y. (2006). Nitric oxide treatment alleviates drought stress in wheat seedlings. Plant Biology. 50: 775-778.

Weir, TL., Park, S.W. and Vivanco, J.M. (2004). Biochemical and physiologicalmechanisms mediated by allelochemicals. Current opinion. Plant Biology. 7: 472–479.

Zanardo, D.I.L., Zanardo, F.M.L., Ferrarese, M.L.L., Magalhaes, J.R. and Ferrarese-Filho, O. (2005). Nitric oxide affecting seed germination andperoxidase activity in canola (*Brassica napus* L.). Plant Physiology. 11: 81-86.

Zhou, B., Guo, Z., Xing, J. and Huang, B. (2005). Nitric oxide is involved in abscisic acid-induced antioxidant activities in Stylosanthes guianensis. Journal of Experimental Botany. 56: 3223-3228.