علوم و تحقیقات بذر ایران
سال ششم/ شماره اول/ ۱۳۹۸ (۹۱ - ۷۹)

DOI: 10.22124/jms.2019.3589

اثر دگرآسیبی عصاره آبی گلرنگ (*Carthamus tinctorius*) بر جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و فعالیت‌های آنزیمی علف هرز یولاف وحشی (*Avena fatua*) و سوروف (*Echinochloa crus-galli*)

عادل مدحج[1*]، روزبه فرهودی[1]، اعظم قلی‌زاده[2]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۶/۳۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۰/۳

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی اثر دگرآسیبی عصاره آبی گلرنگ بر جوانه‌زنی و فعالیت برخی آنزیم‌های حیاتی دو علف هرز یولاف وحشی و سوروف انجام شد. اثر غلظت‌های عصاره گلرنگ (صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد) در دو آزمایش جداگانه هر یک به صورت طرح کاملاً تصادفی و پنج تکرار بر ویژگی‌های جوانه‌زنی بذر یولاف وحشی و سوروف مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که در غلظت‌های ۳۰ و ۴۰ درصد عصاره آبی گلرنگ، جوانه‌زنی یولاف وحشی به ترتیب ۳۳/۳ و ۴۶/۶ درصد بود و در مقایسه با شاهد (۹۳/۳ درصد) به طور معنی‌دار کاهش یافت، درحالی‌که جوانه‌زنی بذر سوروف در این دو تیمار در حدود ۳۰ درصد در مقایسه با شاهد کاهش یافت. عصاره گلرنگ سبب کاهش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در بذر سوروف شد. میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز گیاهچه سوروف و یولاف وحشی در تیمار عصاره ۴۰ درصد گلرنگ به ترتیب به میزان ۲/۲ و ۱/۹ نانومول بر میلی گرم پروتئین در دقیقه بود. افزایش غلظت عصاره گلرنگ باعث تخریب غشای سلولی، افزایش سطح اسید چرب آزاد و کاهش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز گیاهچه سوروف شد. بطور کلی، ترکیبات دگرآسیب موجود در عصاره آبی گلرنگ از طریق کاهش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز و افزایش پراکسیداسیون چربی‌های غشا موجب کاهش میزان و سرعت جوانه‌زنی گیاهچه سوروف و یولاف وحشی شد. جوانه‌زنی و رشد گیاهچه یولاف وحشی در مقایسه با سوروف از حساسیت بیشتری به عصاره گلرنگ برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی: اسید چرب، آلفا آمیلاز، آنزیم کاتالاز، جوانه‌زنی، دگرآسیبی

۱- دانشیار، گروه شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران
۲- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه شناسایی و مبارزه با علف‌های هرز، واحد شوشتر، دانشگاه آزاد اسلامی، شوشتر، ایران
* نویسنده مسئول: adelmodhej2006@yahoo.com

مقدمه

رقابت علف‌های هرز با گیاهان زراعی همه ساله خسارت‌های قابل توجهی بر کشاورزان تحمیل می کند. خسارت علف‌های هرز به محصولات زراعی از ۱۰ درصد (در شرایط با آلودگی کم) تا ۱۰۰ درصد (آلودگی بالا) و بسته به گونه علف هرز، گیاه زراعی و همچنین نوع مدیریت مزرعه متغیر است (Bias *et al*., 2003; Faroog *et al*., 2008). تنوع در بیولوژی، اکولوژی و ساختار جمعیت علف‌های هرز مهار کامل آن‌ها را پیچیده نموده است. در گذشته به دلیل عدم وجود علف‌کش‌ها، سایر روش‌ها نظیر تناوب زراعی، کشت مخلوط و دیگر عملیات مدیریتی برای کنترل علف‌های هرز مورد استفاده قرار می‌گرفت که پایدار بودند. اگرچه کشف علف‌کش‌ها در اوایل دهه ۱۹۴۰، سرعت و کارایی مهار علف‌های هرز را افزایش داد، اما تحقیقات نشان می‌دهند که کاربرد این ترکیبات باعث بروز مشکلاتی نظیر مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها و اثر سوء بر سلامتی انسان و محیط شده است. محققان در سال‌های اخیر در جستجوی روش‌های جایگزین با هزینه و اثر سوء کمتر بر محیط زیست بوده و بدین منظور به بررسی برهمکنش علف هرز و محیط پرداخته‌اند (Motamedi *et al*., 2016). کنترل بیولوژیکی با استفاده از گیاهان دارای ویژگی دگرآسیبی، یکی از روش‌های جایگزین برای کنترل علف‌های هرز است.

پتانسیل دگرآسیبی (آللوپاتیک) به‌عنوان درجه‌ای از فعالیت بازدارندگی رشد یک گیاه تعریف می‌شود و در میان گونه‌های گیاهی، در بین ارقام مختلف و در بخش‌های مختلف یک گونه متفاوت است (Bazrafshan *et al*., 2010). ترکیبات آللوشیمیایی در واقع متابولیت‌های ثانویه‌ای هستند که به‌صورت ترشح از گیاه، گاز و یا از تجزیه بقایای بافت گیاهی به محیط وارد شده و گیاه هدف را تحت اثر قرار می دهد (Weston and Duke, 2003). گیاهان هدف در واکنش به ترکیبات آللوشیمیایی تغییرات عمده‌ای در ویژگی‌های بیوشیمیایی و سایر فرآیندها را تجربه می‌کنند. اثر آللوکمیکال‌ها بر گیاه هدف می‌تواند در سطح مولکولی، بافت‌ها، فرآیندهای بیوشیمیایی و یا فیزیولوژیکی باشد (Gniazdowska and Bogatek, 2005). ترکیبات دگرآسیب همچنین سبب تغییر در مسیر بیان ژن‌ها، بازدارندگی جوانه‌زنی، تقسیم میتوز، و فتوسنتز در گیاهان اطراف می‌شوند. این ترکیبات با اختلال در فعالیت آنزیم‌های حیاتی گیاهان نظیر آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، آنزیم آلفا آمیلاز و ساکاروز سنتتاز موجب آسیب‌پذیری سایر گیاهان می‌گردند (Kato-Noguchi and Macias, 2008; Lorenzo *et al*., 2011; Xiao *et al*., 2006; Yogatek *et al*., 2006).

در برخی تحقیقات گزارش شده است که رادیکال‌های اکسیژن به‌عنوان محصول ثانویه تنش اکسیداتیو در واکنش به ترکیبات آللوشیمیایی در گیاه هدف تولید شده و این ترکیبات مخرب از طریق پراکسیداسیون لپیدها، دناتوره نمودن پروتئین‌ها و جهش در DNA، واکنش طبیعی رشد را مختل می‌نمایند (Bogatek and Gniazdowska, 2007). همچنین گزارش شده است که مواد آللوشیمیایی بر ترکیبات آنتی‌اکسیدان که در واقع، سازوکار گیاه برای مقابله با رادیکال‌های آزاد مخرب به شمار می‌روند، اثر منفی می‌گذارد (Farhoudi *et al*., 2014; Kato-Noguchi and Macias, 2008). فرهودی (Farhoudi, 2012) نتیجه گرفت که عصاره جو زراعی سبب کاهش رشد گیاهچه، تخریب غشاهای سلولی و اختلال در فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان گیاهچه یولاف وحشی شد. همچنین، گزارش شده است که فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان پراکسیداز و کاتالاز در واکنش به ترکیبات دگرآسیب آفتابگردان در گیاهچه‌ی خردل وحشی کاهش یافت که منجر به عدم توانایی گیاهچه در دفع رادیکال‌های آزاد اکسیژن و در نتیجه تخریب غشای سلولی شد (Oracz *et al*., 2007).

گلرنگ زراعی (*Carthamus tinctorius* L.) یکی از گیاهان روغنی است که در ایران کشت شده و از تحمل بالایی به شوری خاک و همچنین درصد قابل توجهی از اسیدهای چرب غیر اشباع (لینولئیک) برخوردار است (Yousefi Davood *et al*., 2013). گزارش شده است که گلرنگ زراعی و گونه وحشی آن (*Carthamus oxycantha*) دارای اثر دگرآسیبی بر برخی از علف‌های هرز و گیاهان زراعی هستند (Farhoudi, 2012; Motamedi *et al*., 2016; Yousefi Davood *et al*., 2013). نتایج تحقیقات یوسفی داوود و همکاران (Yousefi Davood *et al*., 2013) نشان داد که گلرنگ زراعی بر رشد گیاهچه گلرنگ وحشی اثر بازدارنده داشت. مدحج و همکاران (Modhej *et al*., 2013) نیز نتیجه

گرفتند که افزایش غلظت عصاره آبی گلرنگ زراعی باعث کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه علف هرز خردل وحشی شد. فرهودی (Farhoudi, 2012) نیز گزارش داد که افزایش غلظت عصاره آبی گلرنگ سبب کاهش وزن خشک اندام هوایی و فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز در برگ ماشک گل خوشه‌ای شد. این محقق همچنین گزارش داد که افزایش غلظت عصاره آبی گلرنگ و کاهش فعالیت آنزیم گایاکول پراکسیداز، افزایش تخریب غشای سلولی و غلظت مالون دی آلدهید در بافت گیاهچه ماشک گل خوشه‌ای را به دنبال داشت.

با توجه به نتایج تحقیقات به نظر می‌رسد که عصاره آبی گلرنگ زراعی دارای اثر دگرآسیب بر برخی گیاهان زراعی و علف هرز بوده و ارزیابی واکنش‌های فیزیولوژیکی گیاهان هدف برای شناخت سازوکار این اثر ضروری است. بنابراین، این پژوهش با هدف بررسی اثر عصاره آبی گلرنگ زراعی بر جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و واکنش‌های فیزیولوژیکی و آنزیمی گیاهچه یولاف وحشی و سوروف اجرا شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش در پائیز سال ۱۳۹۱ در آزمایشگاه تکنولوژی بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر در قالب دو آزمایش جداگانه انجام شد. در آزمایش اول و دوم به ترتیب اثر غلظت‌های عصاره آبی اندام های هوایی گلرنگ بر جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و فعایت‌های آنزیمی یولاف وحشی و سوروف بررسی شد. برای بررسی جوانه‌زنی یولاف وحشی و سوروف تحت اثر عصاره گلرنگ از طرح کاملاً تصادفی در پنج تکرار مورد استفاده قرار گرفت. تیمارهای آزمایش شامل غلظت‌های صفر، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و۴۰ درصد عصاره گلرنگ بودند.

به‌منظور تهیه عصاره آبی گلرنگ بوته‌های گلرنگ زراعی رقم کوسه در مرحله آغاز گلدهی برداشت و اندام های هوایی گلرنگ در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. پس از آن نمونه خشک، آسیاب گردید. برای تهیه عصاره ابتدا ۱۰۰ گرم پودر اندام هوایی گلرنگ در ۱۰۰۰ میلی لیتر آب مقطر ریخته شد و ۲۴ ساعت در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس محلول از کاغذ صافی عبور داده شد. این عصاره به‌عنوان عصاره ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شده و تیمارهای عصاره از طریق افزودن آب مقطر به نسبت‌های مختلف ساخته شد (Farhoudi and Lee, 2012).

تعداد ۲۰ بذر از دو گیاه سوروف و یولاف وحشی در هر پتری‌دیش قرار داده شده و سپس بر اساس طرح آزمایش و نوع تیمار، هفت میلی‌لیتر از غلظت‌های عصاره و آب مقطر (شاهد) اضافه شد (Farhoudi, 2012). یک روز در میان ۵ میلی‌لیتر از محلول مورد نظر به محیط پتری-دیش اضافه و برای جلوگیری از تجمع مواد دگر آسیب در پتری قبل از اضافه نمودن محلول دگرآسیب پتری‌دیش‌ها با ۱۵ میلی‌لیتر آب مقطر شسته شدند. پس از اعمال تیمارها، پتری‌دیش‌ها به مدت ۱۴ روز به دستگاه جوانه‌زنی با شرایط رطوبت ۶۰ درصد، تناوب دمای ۱۸/۲۶ درجه سانتی‌گراد (روز/شب) و شرایط نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی منتقل شدند. در این تحقیق درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، میانگین زمان جوانه‌زنی و طول گیاهچه بررسی شدند. تعداد بذرهای جوانه‌زده به صورت روزانه یادداشت و بذرهایی که طول ریشه‌چه آن‌ها بیش از دو تا سه میلی‌متر بود به عنوان بذر جوانه‌زده در نظر گرفته شدند. درصد جوانه‌زنی بر اساس رابطه ۱ محاسبه شد (Scott *et al*., 1984):

$$GP = 100\ (n/N)$$ رابطه (۱)

GP[1]: درصد جوانه‌زنی، n: تعداد بذور جوانه‌زده، N: کل بذور کشت شده.

میانگین زمان جوانه‌زنی نیز بر اساس رابطهٔ ۲ محاسبه شد (Morian *et al*.,, 2009):

$$MGT = \sum fi\ xi\ /\ N$$ رابطه (۲)

MGT[2]: میانگین زمان جوانه‌زنی، f_i: روز شمارش، x_i: تعداد بذر جوانه‌زده در روز f ام، N: کل بذرهای جوانه‌زده

به‌منظور محاسبه سرعت جوانه‌زنی از رابطهٔ ۳ استفاده شد (Morian *et al*.,, 2009):

$$Rs=\sum_{i=1}^{n}\frac{Si}{di}$$ رابطه (۳)

Rs: سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)، Si: تعداد بذر جوانه‌زده در هر شمارش، Di: تعداد روز تا شمارش n ام

برای بررسی فعالیت آنزیم کاتالاز ۵۰ میکرومول از محلول پروتئینی استخراج شده از گیاهچه به ۱۰۰ میلی-مول بافر فسفات اضافه و سپس۳۰ میکرولیتر پراکسید

[1] Germination percentage
[2] Mean germination time

هیدروژن نیز به مخلوط افزوده شد (Bogatek and Gniazdowska, 2007). در نهایت این مخلوط در کووت اسپکتوفتومتر ریخته شد و در طول موج ۲۴۰ نانومتر فعالیت آنزیمی بر اساس تغییرات جذب قرائت شد (Chance and Maehly, 1995).

جهت بررسی فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز، شش روز پس از آغاز آزمایش پنج بذر در حال جوانه‌زنی از هر پتری دیش جدا شد. برای تهیه محلول استخراج شده ابتدا پنج میلی‌لیتر محلول ۶۰ میلی‌مولار بافر فسفات (pH=6.8) به گیاهچه‌ها اضافه شد و سپس گیاهچه به‌مدت ۱۵ دقیقه در سانتریفیوژ قرار گرفتند (با دور ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه). جهت اندازه‌گیری آنزیم آلفا آمیلاز ابتدا ۰/۵ میلی‌لیتر محلول نشاسته به داخل لوله آزمایش منتقل شد. سپس ۰/۵ میلی‌لیتر از عصاره تهیه شده در بالا به آن اضافه گردید. پس از ۳۰ دقیقه انکوباسیون در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد بوسیله یک میلی‌لیتر اسید هیدروکلریدریک ۰/۱ نرمال واکنش را متوقف کرده و در ادامه یک میلی‌لیتر از معرف ید به آن اضافه شد. پس از آن حجم محتوی لوله را با آب مقطر به حدود ۱۰ میلی‌لیتر رسانده و میزان جذب رنگ را با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۲۰ نانومتر خوانده و با نمونه شاهد مورد مقایسه قرار گرفت (Xiao *et al*., 2006).

جهت بررسی درصد اسید چرب آزاد بافت گیاهچه علف هرز، نیم گرم از نمونه گیاهچه تازه درون ارلن مایر قرار داده شد و ۱۰ میلی لیتر الکل اتانول به آن اضافه شد و با افزودن دو قطره فنل فتالئین آن را با سود ۰/۱ درصد تیتر کرده تا رنگ صورتی کم رنگ حاصل گردید و این رنگ حداقل ۳۰ ثانیه باید پایدار بود و بر اساس فرمول‌های مربوط درصد اسید چرب آزاد با استفاده از اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۲۰ نانومتر اندازه‌گیری و بررسی شد (Valentovic *et al*., 2006).

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS Ver.13 و مقایسه‌ی میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. شکل‌ها با استفاده از Excel رسم شدند.

نتایج و بحث

آزمایش اول- بررسی اثر عصاره گلرنگ بر جوانه‌زنی رشد گیاهچه و فعالیت‌های آنزیمی گیاهچه سوروف

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر غلظت‌های عصاره گلرنگ بر سرعت جوانه‌زنی، درصد جوانه‌زنی و میانگین زمان جوانه‌زنی سوروف معنی‌دار بود، اما اثر تیمارها بر وزن تر گیاهچه و طول گیاهچه معنی‌دار نشد.

درصد جوانه‌زنی سوروف در واکنش به افزایش غلظت عصاره گلرنگ به شکل معنی‌دار کاهش یافت. تفاوت درصد جوانه‌زنی سوروف در غلظت‌های عصاره ۱۰ و ۲۰ درصد با تیمار شاهد آب مقطر معنی‌دار نبود. اما این صفت در دو غلظت‌های ۳۰ و ۴۰ درصد در حدود ۳۰ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت که این کاهش معنی‌دار بود (جدول ۱).

نتایج نشان داد بیشترین سرعت جوانه‌زنی بذر سوروف در تیمار شاهد و عصاره ۱۰ درصد گلرنگ مشاهده شد (به ترتیب ۴/۲۶ و ۴/۰۴ بذر در روز) اما غلظت‌های ۳۰ و۴۰ درصد عصاره گلرنگ سرعت جوانه‌زنی بذر را به ترتیب ۳۸/۷ و ۳۹/۴ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش داد. تفاوت اثر تیمارهای ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد عصاره گلرنگ بر سرعت جوانه‌زنی معنی‌دار نبود.

کاهش سرعت جوانه‌زنی بذر، افزایش میانگین زمان جوانه‌زنی را در غلظت‌های بالای عصاره به دنبال داشت (جدول ۱). گزارش شده است که افزایش تخریب غشاهای سلول در گیاهچه تحت اثر ترکیبات آللوشیمیایی عامل اصلی کاهش درصد جوانه‌زنی، کاهش رشد گیاهچه و افزایش زمان جوانه‌زنی بذور حساس به این ترکیبات بود (Faroog *et al*., 2008; Oracz *et al*., 2007). شناسایی سازوکار عمل مواد دگرآسیب در گیاهان می‌تواند نقش مهمی در معرفی، تولید و استفاده از این مواد به صورت عملی داشته باشد. یکی از اثرات ترکیبات آللوشیمیایی اختلال در فرآیند جوانه‌زنی سایر گیاهان است و این اختلال در فرایند جوانه‌زنی و رشد گیاهچه به دلیل ایجاد تنش اکسیداتیو و تخریب غشاهای سلولی و اختلال در عمل آنزیم‌های حیاتی نظیر آلفا آمیلاز می باشد (Maffei *et al*., 2008).

کاربرد عصاره گلرنگ باعث کاهش فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز در بذر سوروف شد و کمترین میزان فعالیت این آنزیم در واکنش به عصاره ۳۰ و ۴۰ درصد گلرنگ به

میزان ۴/۱ و ۲/۲ نانومول بر میلی‌گرم پروتئین در دقیقه مشاهده شد، اما اثر عصاره آبی ۱۰ درصد گلرنگ بر فعالیت این آنزیم در مقایسه با شاهد معنی‌دار نبود (جدول ۲). نتایج آزمایش حاضر نیز کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی سوروف در واکنش به عصاره گلرنگ را نشان داد که می‌تواند ناشی از کاهش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز بذر باشد. آلفا امیلاز یک آنزیم کلیدی در بافت‌های گیاهی است که در تبدیل نشاسته به قندهای ساده مانند گلوکز نقش دارد. این آنزیم در تأمین انرژی مورد نیاز برای مرحله جوانه‌زنی بذر و ریزوم گیاهان نقش اساسی دارد (Kato-Noguchi and Macias, 2008).

تحقیقات نشان داده‌اند که ترکیبات آللوشیمیایی گیاهی با کاهش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز سبب کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه سایر گیاهان شده‌اند، که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد (Farhoudi *et al*., 2014; Lorenzo *et al*., 2011).

نتایج نشان داد که بیشترین درصد اسید چرب آزاد بافت گیاهچه سوروف به تیمار عصاره ۴۰ درصد گلرنگ اختصاص داشت (۲۹/۷۵ درصد) که تفاوت آن با تیمار شاهد معنی‌دار بود (جدول ۲). کمترین مقدار اسید چرب آزاد نیز در تیمار شاهد به میزان ۵/۵ درصد مشاهده شد. هر چند افزایش غلظت عصاره گلرنگ باعث افزایش میزان اسید چرب بافت گیاهچه سوروف شد، اما بین تیمارهای ۱۰ درصد و تیمار ۲۰ درصد عصاره گلرنگ از نظر این صفت تفاوت معنی‌داری نبود (جدول ۲). بررسی میزان اسید چرب در بافت گیاهچه می‌تواند بیانگر میزان تخریب بافت سلولی باشد (Maccaro *et al*., 2000). به نظر می‌رسد ترکیبات دگرآسیب باعث اکسیده شدن و تخریب زنجیره‌های اسید چرب می‌شوند. افزایش اسیدهای چرب از طریق کاهش اسیدیته محیط سلول، تخریب غشای سلولی و آسیب سایر اندامک‌های سلول را به دنبال دارد (Bogatek and Gniazdowska, 2007). تحقیقات نشان داد کاربرد ترکیبات دگرآسیب عصاره جو (Farhoudi *et al*., 2014) و گلرنگ (Farhoudi and Lee, 2012) سبب تخریب غشاهای سلولی گیاهان سلمه‌تره و خردل وحشی شد زیرا ترکیبات دگرآسیب با ایجاد تنش اکسیداتیو سبب تخریب لیپیدهای غشا در گیاهچه‌های هدف می‌شوند.

افزایش غلظت عصاره گلرنگ به ۳۰ و ۴۰ درصد سبب کاهش میزان فعالیت آنزیم کاتالاز گیاهچه‌های سوروف در مقایسه با تیمار شاهد شد. کمترین فعالیت آنزیم کاتالاز در مقایسه با شاهد در تیمار عصاره ۴۰ درصد به میزان ۳/۸۵ میلی‌گرم جذب در دقیقه (۷۷/۳۵ درصد کاهش در مقایسه با شاهد) (جدول۲) مشاهده شده است که عصاره آبی برنج فعالیت آنزیم‌های سوپر اکسید دیسموتاز و کاتالاز را در سوروف ابتدا افزایش و سپس کاهش داد (Bais *et al*., 2003). از آن‌جاکه کاهش آنزیم کاتالاز موجب افزایش میزان رادیکال‌های آزاد در محیط سلول و تخریب غشاهای سلولی می‌شود که این واکنش می‌تواند یکی از دلایل کاهش رشد گیاهچه و کاهش درصد جوانه‌زنی گیاهان در واکنش به ترکیبات آللوشیمیایی باشد (Faroog *et al*., 2008; Kato-Noguchi and Ino, 2001).

در آزمایش حاضر نیز کاهش فعالیت آنزیم کاتالاز تحت اثر عصاره ۳۰ و ۴۰ درصد عصاره گلرنگ موجب تشدید تخریب غشا سلولی و افزایش غلظت اسیدهای

جدول ۱- مقایسه میانگین اثر غلظت‌های عصاره گلرنگ بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه سوروف

Table 1. Means comparison of safflower aqueous extract on germination and seedling growth of of barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*)

غلظت عصاره گلرنگ Safflower extract concentration	میانگین زمان جوانه‌زنی (روز) Mean germination time (day)	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی (بذر جوانه زده در روز) Germination rate (seed day^{-1})	وزن تر گیاهچه (میلی‌گرم) Seedling fresh weight (mg)	طول گیاهچه (میلی‌متر) Seedling length (mm)
control	2.57	99.0	4.26	33.16	13.43
10%	3.60	98.1	4.04	42.33	12.30
20%	4.01	86.6	3.04	34.83	11.40
30%	3.01	60.3	2.61	34.66	13.40
40%	2.57	60.0	2.58	36.33	13.39
(%) LSD	1.14	17.5	1.1	15.56	4.73

LSD: آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار Least significant differences

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر غلظت‌های عصاره گلرنگ بر فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، آلفا آمیلاز و غلظت اسیدچرب گیاهچه سوروف

Table 2. Means comparison of safflower aqueous extract on α-amylase and catalase activity and seedling fatty acid concentration of barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*)

غلظت عصاره گلرنگ safflower extract concentration	فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز (نانومول بر میلی‌گرم پروتیین در دقیقه) α-amylase activity (nmol mg pro^{-1} min^{-2})	فعالیت آنزیم کاتالاز (میلی‌گرم جذب در دقیقه) Catalase activity (mg pro min^{-}1)	اسیدچرب (درصد) Fatty acid (%)
control	15.60	17.0	5.53
10%	13.45	16.50	12.50
20%	9.95	16.10	15.60
30%	4.15	7.0	20.75
40%	2.20	3.85	29.75
LSD (%)	3.25	2.12	3.47

LSD: آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار Least significant differences

چرب در بافت گیاهچه سوروف شد که در نتیجه کاهش درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی گیاهچه را به دنبال داشت.

آزمایش دوم- بررسی اثر عصاره گلرنگ بر جوانه‌زنی رشد گیاهچه و فعالیت‌های آنزیمی گیاهچه یولاف وحشی

اثر غلظت‌های عصاره گلرنگ بر تمام صفات جوانه‌زنی، رشد گیاهچه و فعالیت‌های آنزیمی یولاف وحشی معنی‌دار بود. برخلاف گیاهچه سوروف، طول و وزن تر گیاهچه یولاف وحشی به شکل معنی‌دار در غلظت‌های بالای عصاره کاهش یافت (جدول ۳).

عصاره آبی گلرنگ سبب کاهش معنی‌دار درصد جوانه‌زنی بذر یولاف وحشی شد و کمترین درصد جوانه‌زنی در واکنش به کاربرد عصاره‌های ۳۰ و ۴۰ درصد مشاهده شد (جدول ۳). غلظت ۱۰ درصد عصاره گلرنگ پس از تیمار شاهد کمترین کاهش درصد جوانه‌زنی نسبت به شاهد را به خود اختصاص داد (جدول ۳). اثر عصاره گلرنگ بر میانگین زمان جوانه‌زنی یولاف وحشی معنی‌دار نبود. کاربرد عصاره گلرنگ سرعت جوانه‌زنی بذر یولاف وحشی را نیز کاهش داد به‌طوری‌که سرعت جوانه‌زنی بذر یولاف وحشی از ۴/۷۱ بذر جوانه‌زده در روز در تیمار شاهد به ۱/۳۳ جوانه در تیمار ۴۰ درصد کاهش یافت. البته سرعت جوانه‌زنی بذر یولاف وحشی در تیمارهای عصاره ۲۰، ۳۰ و ۴۰ درصد تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۳). اثر منفی ترکیبات دگرآسیب بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گیاهان در بسیاری از تحقیقات گزارش شده است (Modhej *et al*., 2013; Morian *et al*., 2000). تحقیقات نشان داد که تنش اکسیداتیو ناشی از ترکیبات دگرآسیب از طریق اختلال در تقسیم میتوز و رشد ریشه‌چه موجب کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه خیار شد (Yu *et al*., 2003).

کمترین طول گیاهچه یولاف وحشی در تیمارهای عصاره ۳۰ و ۴۰ درصد گلرنگ مشاهده شد (۱/۷ و ۱/۱ سانتی‌متر) (جدول ۳). عصاره گلرنگ همچنین سبب کاهش وزن گیاهچه یولاف وحشی شد به گونه‌ای که عصاره ۳۰ و ۴۰ درصد گلرنگ وزن گیاهچه را به ۷/۵ و ۲ میلی‌گرم کاهش داد (جدول ۳). فرهودی و لی (Farhoudi and Lee, 2012) مشاهده کردند که وزن تر گیاهچه‌های خردل وحشی در واکنش به عصاره گلرنگ کاهش معنی‌دار یافت، زیرا عصاره گلرنگ باعث کاهش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز بذر خردل وحشی و تخریب غشاهای سلولی این بذر شد. ترکیبات آللوشیمیایی به‌عنوان یک عامل ایجاد کننده تنش در محیط رشد بذر باعث کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه سایر گیاهان می‌شوند (Regiosa and Pedrol, 2002).

روند تغییرات آلفا آمیلاز به افزایش غلظت عصاره به صورت کاهشی بود، به گونه‌ای که بیشترین فعالیت این آنزیم در تیمار شاهد (۱۲/۹ نانومول بر میلی‌گرم پروتئین در دقیقه) دیده شد. کمترین فعالیت این آنزیم در واکنش به عصاره‌های ۳۰ و ۴۰ درصد گلرنگ بود (جدول ۴). ترکیبات آللوشیمیایی در مرحله جوانه‌زنی باعث تخریب آنزیم آلفا آمیلاز و کاهش شدید جوانه‌زنی بذر گیاهان

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر غلظت‌های عصاره گلرنگ بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه یولاف وحشی

Table 3. Means comparison of safflower aqueous extract on germination and seedling growth of wild oat (*Avena spp.*)

غلظت عصاره گلرنگ Safflower extract concentration	میانگین زمان جوانه‌زنی(روز) Mean germination time (day)	درصد جوانه‌زنی Germination percentage	سرعت جوانه‌زنی (بذر جوانه‌زده در روز) Germination rate (seed day^{-1})	وزن تر گیاهچه (میلی‌گرم) Seedling fresh weight (mg)	طول گیاهچه (میلی‌متر) Seedling length (mm)
control	2.83	93.3	4.71	53.6	9.83
10%	3.20	80.0	3.51	44.6	7.65
20%	2.92	70.0	2.87	46.0	6.80
30%	3.73	46.6	1.40	7.50	1.73
40%	3.63	33.3	1.33	2.0	1.31
LSD (%)	1.22	18.9	1.82	14.3	2.72

LSD: آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار Least significant differences

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر غلظت‌های عصاره گلرنگ بر فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، آلفا آمیلاز و غلظت اسیدچرب گیاهچه یولاف وحشی

Table 4. Means comparison of safflower aqueous extract on α-amylase and catalase activity and seedling fatty acid concentration of wild oat (*Avena fatua*)

غلظت عصاره گلرنگ Safflower extract concentration	فعالیت آنزیم آلفاآمیلاز (نانومول بر میلی گرم پروتئین در دقیقه) (nmol mg pro^{-1} min^{-2})α-amylase activity	فعالیت آنزیم کاتالاز (میلی‌گرم جذب در دقیقه) Catalase activity (mg pro min^{-1})	اسیدچرب (درصد) Fatty acid (%)
Control	12.9	5.95	6.5
10%	11.45	8.40	7.0
20%	6.40	9.50	20.0
30%	2.50	13.45	27.0
40%	1.90	10.01	34.0
LSD (%)	1.09	2.46	4.47

LSD: آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار Least significant differences

می‌شوند (Gniazdowska and Bogatek, 2005; Marianne *et al*., 2000; Yogatek *et al*., 2006). عصاره گندم کاهش درصد جوانه‌زنی جو دره را در پی داشت زیرا فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز گیاهچه جودره در واکنش به ترکیبات آللوشیمیایی کاهش یافت (Wu *et al*., 2000).

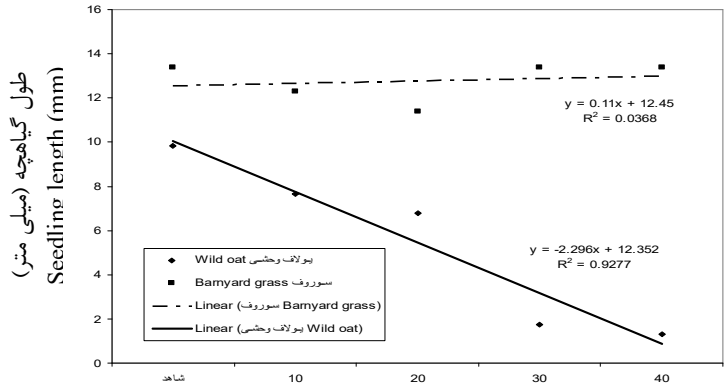
افزایش غلظت عصاره گلرنگ وحشی موجب افزایش معنی‌دار میزان اسید چرپ در گیاهچه یولاف وحشی شد (جدول ۴). بیشترین میزان اسید چرب آزاد بافت گیاهچه یولاف وحشی در تیمار ۴۰ درصد عصاره گلرنگ مشاهده شد که بیانگر تخریب شدید غشاهای سلولی گیاهچه یولاف وحشی در واکنش به عصاره گلرنگ بود.

ترکیبات دگرآسیب با اثرگذاری بر سلامت غشاها که عمدتاً از اسیدهای چرب به همراه ترکیبات پروتئینی و کربوهیدرات تشکیل شده‌اند، فرآیندهای گیاهی را تحت اثر قرار می‌دهند (Regiosa and Pedrol, 2002). تخریب غشاهای سلولی در اثر ترکیبات دگرآسیب به‌طور عمده ناشی از تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن و اثر مخرب این رادیکال‌ها بر سلامت غشا است. اندازه‌گیری میزان نشت‌پذیری غشای سلولی و میزان پراکسیده شدن لیپیدهای غشا از جمله روش‌های تعیین پایداری غشا در واکنش به تنش دگرآسیبی می‌باشد (Morian *et al*., 2009). کاربرد عصاره گلرنگ تا سطح عصاره ۳۰ درصد سبب تحریک فعالیت آنزیم کاتالاز در گیاهچه یولاف وحشی شد اما افزایش غلظت عصاره گلرنگ به ۴۰ درصد فعالیت این آنزیم را نسبت به سطح عصاره ۳۰ درصد کاهش داد (جدول ۳). ترکیبات دگرآسیب با تخریب غشاهای سلولی، تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن و ایجاد تنش اکسیداتیو سبب فعال‌شدن آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان جهت حذف اثر زیانبار رادیکال‌های آزاد اکسیژن می‌شوند (Yu *et al*., 2003) اما آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان نیز مانند سایر ترکیبات پروتئینی در واکنش به غلظت بالای ترکیبات آللوشیمیایی قرار گرفته و فعالیت آن‌ها در اثر تخریب آنزیم کاهش می‌یابد (Scott *et al*., 1984). نتایج

تحقیقات اثر ترکیبات دگرآسیب بر فعالیت آنزیم‌های اکسیداتیو گیاهچه عدس نشان داد که که فعالیت پلی فنل اکسیداز، پراکسیداز و کاتالاز در واکنش به این ترکیبات ابتدا افزایش یافت اما افزایش غلظت مواد آللوشیمیایی به دلیل تخریب ساختار پروتئینی آنزیم‌ها باعث کاهش فعالیت آن‌ها شد (Maccaron *et al*., 2000).

مقایسه واکنش یولاف وحشی و سوروف به عصاره گلرنگ

بررسی روند تغییرات طول گیاهچه دو علف هرز سوروف و یولاف وحشی در واکنش به غلظت‌های عصاره گلرنگ نشان داد که با افزایش غلظت عصاره گلرنگ طول گیاهچه‌های یولاف وحشی روند کاهشی داشت، ولی واکنش طول گیاهچه سوروف به عصاره گلرنگ معنی‌دار نبود (شکل ۱). نتایج تحقیقات فرهودی و لی (Farhoudi and Lee, 2012) بیانگر کاهش طول گیاهچه خردل وحشی در اثر افزایش غلظت عصاره آبی گلرنگ بود.



شکل ۱- اثر غلظت‌های عصاره گلرنگ بر طول گیاهچه یولاف وحشی و سوروف

Figure 1. Effect of different concentrations of safflower extract on wild oat and barnyard grass seedling length

اثر تیمارها بر درصد جوانه‌زنی یولاف وحشی و سوروف معنی‌دار بود و این صفت با افزایش غلظت عصاره، به صورت خطی کاهش یافت (شکل ۲). با توجه به این‌که بیشترین کاهش درصد جوانه‌زنی هر دو گیاه در غلظت عصاره ۴۰ درصد گلرنگ مشاهده شد اما با توجه به میزان ۶۴/۲۸ درصد کاهش جوانه‌زنی برای یولاف و ۳۶/۶۸ درصد کاهش جوانه‌زنی در سوروف، می‌توان چنین نتیجه گرفت که عصاره آبی گلرنگ درصد جوانه‌زنی یولاف وحشی را بیشتر تحت تأثیر قرار داد. درصد جوانه‌زنی در یولاف با افزایش غلظت عصاره، از شیب کاهشی بیشتری نسبت به سوروف برخوردار بود (شکل ۲). کاهش درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گیاهان در واکنش به ترکیبات آللوشیمیایی در سایر تحقیقات اشاره شده است (Glenn, 2008; Goran and Sakri, 2009) که دلایل مختلفی چون کاهش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز (Farhoudi and Lee, 2012) ، کاهش تقسیم میتوز (Kato-Noguchi and Ino, 2001) و تخریب غشاهای سلولی (Maffei *et al*., 1999) برای آن ذکر شده است.

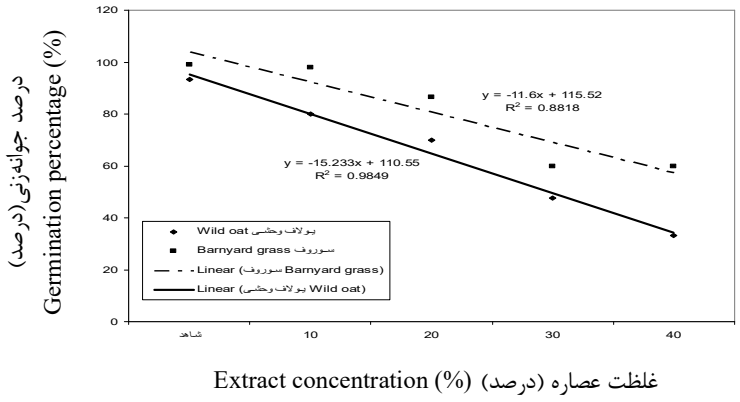
سرعت جوانه‌زنی بذر هر دو علف هرز در واکنش به غلظت‌های عصاره آبی گلرنگ به صورت خطی کاهش یافت (شکل ۳). سرعت جوانه‌زنی در یولاف با افزایش غلظت عصاره‌ها شیب کاهشی بیشتری نسبت به سوروف داشت. تفاوت ژنتیکی گونه‌های مختلف گیاهی از نظر سرعت جوانه‌زنی در واکنش به ترکیبات آللوپاتیک توسط مدحج و همکاران (Modhej *et al*., 2013) گزارش شده است. ترکیبات آللوشیمیایی موجب کاهش سرعت جوانه‌زنی بذر سایر گیاهان می‌شوند که عدم رشد یکنواخت گیاهچه را به دنبال دارد (Regiosa and Pedrol, 2002).

نتایج نشان داد شیب تغییرات افزایش درصد اسیدهای چرب علف هرز یولاف وحشی در واکنش به غلظت‌های عصاره گلرنگ بیشتر از سوروف بود (شکل ۴). در هر دو علف هرز روند افزایش خطی غلظت اسید چرب آزاد با

افزایش غلظت عصاره مشاهده شد. با افزایش غلظت عصاره گلرنگ، تفاوت موجود میان درصد اسید چرب آزاد بافت گیاهچه یولاف وحشی و سوروف افزایش یافت و به بالاترین میزان خود در غلظت ۴۰ درصد گلرنگ رسید.

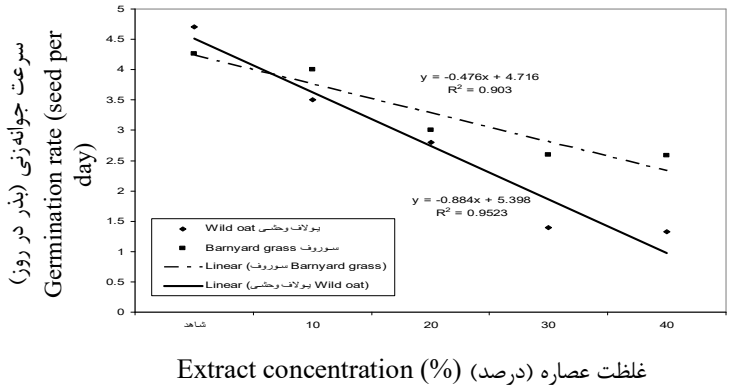
رابطه مستقیم مثبتی میان غلظت عصاره گلرنگ و میزان اسید چرب و تخریب غشای سلولی در گیاهچه‌های هدف وجود داشت. به نظر می‌رسد در این پژوهش سنجش میزان اسید چرب برای هر دو آزمایش شاخص مناسبی جهت بررسی اثر مواد دگرآسیب بر گیاه هدف بود که با نتایج برخی محققان مطابقت دارد (Farhoudi and Lee, 2012; Kato-Noguchi and Ino, 2001).

میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز گیاهچه سوروف و یولاف وحشی در واکنش به غلظت‌های عصاره گلرنگ دارای روند کاهشی و خطی بود، به گونه‌ای که میزان فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز با غلظت عصاره گلرنگ رابطه عکس داشت (شکل ۵). اگرچه میزان آلفا آمیلاز در گیاهچه سوروف در تمام غلظت‌ها بیشتر از یولاف وحشی بود اما، شیب تغییرات این آنزیم در سوروف در مقایسه با یولاف وحشی با شیب کاهشی سریعتری دنبال شد. به نظر می‌رسد، کاهش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز کاهش رشد گیاهچه و کاهش درصد جوانه‌زنی شد و نشان‌دهنده اثرگذاری ترکیبات آللوشیمیایی بر گیاهچه‌های هدف مورد آزمایش در این تحقیق بود. فرهودی و همکاران (Farhoudi *et al*., 2014) با بررسی جوانه‌زنی سلمه‌تره در واکنش به ترکیبات آسیب جو گزارش دادند که این ترکیبات با اثر منفی بر فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز سبب کاهش درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه های سلمه‌تره شدند (Farhoudi *et al*., 2014).



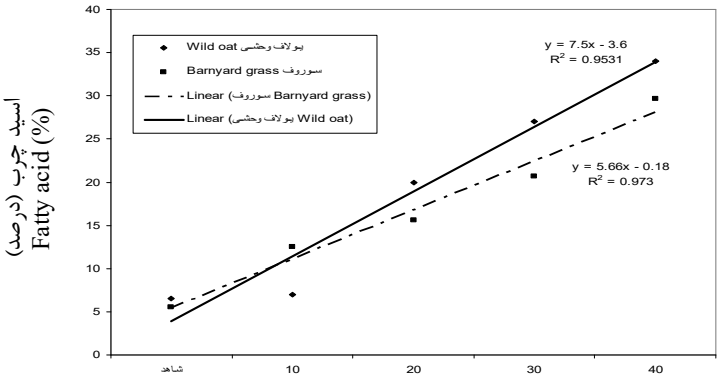
شکل ۲- اثر غلظت‌های عصاره گلرنگ بر درصد جوانه‌زنی بذر یولاف وحشی و سوروف

Figure 2. Effect of different concentrations of safflower extract on wild oat and barnyard grass germination percentage



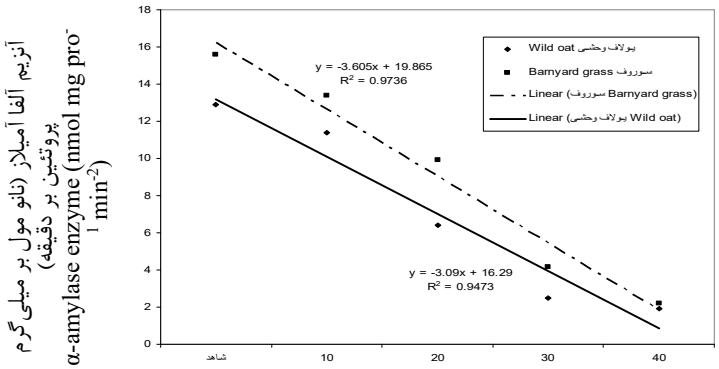
شکل ۳- اثر غلظت‌های عصاره گلرنگ بر سرعت جوانه‌زنی بذر یولاف وحشی و سوروف

Figure 3. Effect of different concentrations of safflower extract on wild oat and barnyard grass germination rate



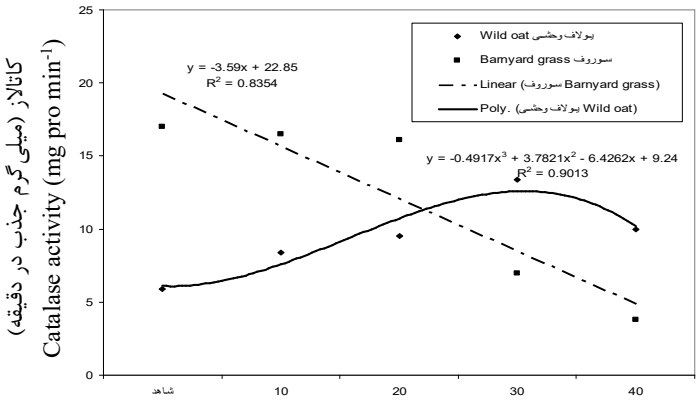
شکل ۴- اثر غلظت‌های عصاره گلرنگ بر درصد اسیدهای چرب در گیاهچه یولاف وحشی و سوروف

Figure 4. Effect of different concentrations of safflower extract on wild oat and barnyard grass fatty acid



شکل ۵- اثر غلظت‌های عصاره گلرنگ بر آنزیم آلفا آمیلاز در گیاهچه یولاف وحشی و سوروف

Figure 5. Effect of different concentrations of safflower extract on wild oat and barnyard grass α-amylase enzyme



شکل ۶- اثر غلظت‌های عصاره گلرنگ بر آنزیم کاتلاز در گیاهچه یولاف وحشی و سوروف

Figure 5. Effect of different concentrations of safflower extract on wild oat and barnyard grass Catalase enzyme

واکنش فعالیت آنزیم کاتالاز به افزایش غلظت‌های عصاره گلرنگ در گیاهچه یولاف وحشی و سوروف متفاوت بود (شکل ۶). بر خلاف سوروف که از روند کاهشی و خطی در واکنش به افزایش غلظت عصاره برخوردار بود، روند تغییرات در یولاف وحشی لگاریتمیک و از نوع معادله درجه سه ارزیابی شد. به‌نحوی که در یولاف وحشی، کاتالاز با افزایش غلظت عصاره تا ۳۰ درصد، افزایش یافت و پس از آن در تیمار ۴۰ درصد تا حدودی کاهش داشت. با وجود افزایش آنزیم آنتی‌اکسیدان کاتالاز در یولاف وحشی در واکنش به عصاره گلرنگ، واکنش منفی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در این علف هرز بیشتر از سوروف بود. در مقابل، گیاهچه سوروف از میزان کاتالاز بیشتری در تیمار شاهد و غلظت‌های ۱۰ و ۲۰ درصد نسبت به یولاف وحشی برخوردار بود.

نتیجه‌گیری

افزایش غلظت عصاره آبی گلرنگ باعث کاهش معنی‌دار درصد و سرعت جوانه‌زنی در هر دو علف هرز سوروف و یولاف وحشی شد. اثر عصاره گلرنگ بر این صفات از طریق تخریب غشای سلولی و کاهش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز بود. واکنش فعالیت آنزیم آنتی‌اکسیدان کاتالاز به ترکیبات دگرآسیب در یولاف وحشی در ابتدا افزایشی بود اما با افزایش غلظت عصاره به ۴۰ درصد، فعالیت این آنزیم نیز کاهش یافت. به‌طورکلی نتایج نشان داد درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر سوروف از حساسیت کمتری به غلظت‌های عصاره گلرنگ در مقایسه با یولاف وحشی برخوردار بود. حساسیت بیشتر یولاف وحشی به ترکیبات آللوشیمیایی گلرنگ را می‌توان به تخریب بیشتر غشاهای سلولی و کاهش فعالیت آنزیم آلفا آمیلاز در گیاهچه این علف هرز در مقایسه با گیاهچه سوروف مرتبط دانست.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله از معاونت پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شوشتر کمال سپاسگزاری را دارند.

منابع

Bais, H.P., Vepachedu, R., Gilbory, S., Calaway, R. and Jorge, M. 2003. Allelopathy and exotic plant invasion, from molecules and genes to species interaction. Science, 301: 1377-1380. **(Journal)**

Bazrafshan, F., Safahani langroudi, A.R. and Mosavinya, H. 2010. Study of allelopathic effects of different weeds on germination and seedling growth of wheat. Journal of Weed Research, 2(2): 59-70. (In Persian with English abstract)**(Journal)**

Bogatek, R. and Gniazdowska, A. 2007. ROS and phytohormones in plant-plant allelopathic interaction. Plant Signal Behavior, 2(4): 317–318. **(Journal)**

Bohm, P., Zanardo A. and Ferrarese, O. 2006. Peroxidase activity and lignification in soybean root growth-inhibition by juglone. Biology Plantarum, 50(2): 315-317. **(Journal)**

Chance, B. and Maehly, A.C. 1995. Assay of catalase and peroxidases. Methods Enzymology, 2: 764-775. **(Journal)**

Farhoudi, R. 2012. Effect of safflower aqueous extracts foliar application on peroxidase enzyme activity and cell membrane leakage of hairy vetch. Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi), 102: 45-53 (In Persian with English abstract)**(Journal)**

Farhoudi, R. and Lee, D.J. 2012. Evaluation of safflower *(Carthamus tinctorius* L. cv. Koseh) extract on germination and induction of α-amylase activity of wild mustard (*Sinapis arvensis* L.) seeds. Seed Science and Technology, 40: 2-6. **(Journal)**

Farhoudi, R., Modhej, A. and Alavi, R. 2014. Effects of allelochemical compounds of barley (*Hordeum vulgare* L.) on seed germination, seedling growth and some antioxidant activities of *Chenopodium album*. Journal of Plant Protection, 28(2): 234-241 (In Persian with English abstract) **(Journal)**

Faroog, M., Jabran, K., Rehman, H. and Hussain, M. 2008. Allelopathic effects of rice on seedling development in wheat, oat, Barley and berseem. Allelopathy Journal, 22: 385-390. **(Journal)**

Glenn, A. 2008. Allelopathic interference of invasive *Acacia dealbata* on the rice seedling growth. Proceeding of 5th World Congress on Allelopathy, New York, USA. **(Conference)**

Goran, Y.A.R. and Sakri, F.A. 2009. Allelopathic effect of barley (*Hordeum Vulgare* L.) water extract of shoot, root and soil beneath plants on seed germination and seedling of wheat, barley cultivars and some weeds. Journal of Pure and Applied Sciences, 21(4): 10-19. **(Journal)**

Gniazdowska, A. and Bogatek, R. 2005. Allelopathic interaction between plants: Multi site action of allelochemicals. Acta Physiolgia Plantarum, 27: 395–408. **(Journal)**

Kato-Noguchi, H. and Macias, F.A. 2008. Inhibition of germination and α-amylase induction by 6-methoxy-2-benzoxazolinone in twelve plant species. Biology Plantarum, 52(2): 351-354. **(Journal)**

Kato-Noguchi, H. and Ino, T. 2001. Assessment of allelopatic potential of root exudates of rice seedling. Biology Plantarum, 44(4): 635-638. **(Journal)**

Lorenzo, P., Palomera-Pe´rez, A., Reigosa, M.J. and Gonzal, L. 2011. Allelopathic interference of invasive *Acacia dealbata* link on the physiological parameters of native understory species. Plant Ecology, 212: 403-411. **(Journal)**

Maccaron, M., Zadelhoff, G.V., Vegdink, G.A., Vilegenthart, F.G. and Finazzi-Agro, A. 2000. Early activation of lipoxygenase in lentil root protoplasts by oxidative stress induced programmed cell death. European Journal of Biochemistry, 267: 5078-5084. **(Journal)**

Maffei, M., Bertea, C.M., Garneri, F. and Scanneri, S. 1999. Effect of benzoic acid hydroxy- and methoxy-ring substituents during cucumber (*Cucumis sativus* L.) germination. I. Isocitrate lyase and catalase activity. Plant Science, 141: 139-147. **(Journal)**

Marianne, K., Morten, S. and Beate, S. 2000. Ecological effects of allelopathic plants, A Review. Nery. Technical Report No.35. Http://www. Dmu.Du/1 Viden. **(Report)**

Modhej, A., Rafatjoo A. and Behdarvandi, B. 2013. Allelopathic inhibitory potential of some crop species (wheat, barley, canola, and safflower) and wild mustard (*Sinapis arvensis*). International Journal of Bioscience, 3 (10): 212-220. **(Journal)**

Morian, M., Doa, A. and Zhang, L. 2009. Investigation the allelopathic effects of aqueous extracts of safflower on wheat germination. Proceeding of Weed Science Conference, Melbourne, Australia. 36-41. **(Conference)**

Motamedi, M., Karimmojeni, H. and Ghorbani Sini, F .2016. Evaluation of allelopathic potential of safflower genotypes (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Plant Protection Research. 56 (4): 364-371. **(Journal)**

Oracz, K., Bailly, C., Gniazdowska, A., Côme, D., Corbineau, D. and Bogatek, R. 2007. Induction of oxidative stress by sunflower phytotoxins in germinating mustard seeds. Journal of Chemical Ecology, 33: 251-264. **(Journal)**

Regiosa, M. and Pedrol, N. 2002. Stress and allelopathy. *In*: Allelopathy, from molecules to ecosystems. Science Publishers Inc, USA. P: 12-195. **(Book)**

Scott, S.J., Jones, R.A. and Williams, W.A. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. Crop Science, 24: 1192-1199. **(Journal)**

Valentovic, P., Luxova, M., Kolarovi, L. and Gasparikora, O. 2006. Effect of osmotic stress on compatible solutes content, membrane stability and water relation in two maize cultivars. Plant, Soil and Environment, 52(4): 186-191. **(Journal)**

Weston, L.A and Duke, S.O. 2003. Weed and crop allelopathy. Critical Review in Plant Sciences, 22: 367–389. **(Journal)**

Wu, H., Pratley, J. and Haig, T. 2000. Laboratory screening for allelopatic potential of wheat accessions against annual raygrass (*Luliom rigidum*). Australian Journal of Agriculture Research, 51: 259-266. **(Journal)**

Xiao, Z., Storms, R. and Tsang, A. 2006. A quantitative starch-iodine method for measuring alpha-amylase and glucoamylase activities. Analual Biochemistry, 351: 146-148. **(Journal)**

Yogatek, R., Orazk, K. and Gniazdowska, A. 2006. Allelopatic effects of sunflower extracts on mustard seed germination and seedling growth. Biology Plantarum, 50(1): 156-158. **(Journal)**

Yousefi Davood, M., Karimmojeni, H., Khodaee, M.M. and Sabzalian, M.R. 2013. A bioassay assessment of safflower allelopathy using equal compartment agar methods. Journal of Agrobiology, 30(2): 97–106. **(Journal)**

Yu, J.Q., Fye, S., Zhang, X. and Hu, W.H. 2003. Effects of root exudates and aqueous root extract of cucumber and allelochemicals on photosynthesis and antioxidant enzymes in cucumber. Biology System Ecology, 31: 129-139. **(Journal)**

Effect of safflower aqueous extracts (*Carthamus tinctorius*) on germination, seedling growth and enzymes activity of wild oat (*Avena fatua*) and barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*)

Adel Modhej[1*], Roozbeh Farhoudi[1], Azam Gholizadeh[2]

Received: September 22, 2017 Accepted: December 24, 2017

Abstract

In order to evaluate the effect of safflower aqueous extracts on seedling growth and enzymes activity of wild oat and barnyard grass, this experiment was arranged in a completely randomized design (CRD) with five replications in 2 separated experiments. Effect of different concentrations of safflower extracts (0, 10, 20, 30 and 40%) were examined on seed germination characters of wild oat and barnyard grass weeds. The results showed that in the concentrations of 30 and 40% of safflower aquatic extract, wild oat germination was 33.3% and 46.6%, respectively, and significantly decreased in comparison with control (93.3%). While, under 30 and 40% concentrations, barnyard grass germination was 30% lower than control treatment. Safflower extract reduced the activity of α-amylase enzymes in barnyard grass seeds. The activity level of α-amylase enzymes and wild oat seedlings in the treatment of 40% safflower extract was 2.2 and 1.9 nmol/g protein/min, respectively. Increasing the concentration of safflower extract resulted in degradation of cell membranes, increased free fatty acid levels, and decreased activity of barnyard grass catalase enzymes. In general, the allelopathic compounds in the aqueous extract of safflower reduced the amount and speed of germination of wild grasshoppers and wild oat by reducing the activity of α-amylase enzyme and increasing the peroxidation of membrane fats. Germination and seedling growth of wild oat compared to barnyard grass were more susceptible to safflower extract.

Key words: Allelopathy; α-amylase; Fatty acid; Germination percentage

How to cite this article

Modhej, A., Farhoudi, R. and Gholizadeh, A. 2019. Effect of safflower aqueous extracts (*Carthamus tinctorius*) on germination, seedling growth and enzymes activity of wild oat (*Avena fatua*) and barnyard grass (*Echinochloa crus-galli*). Iranian Journal of Seed Science and Research, 6(1): 79-91. (In Persian)(**Journal)**

DOI: 10.22124/jms.2019.3589

COPYRIGHTS

Copyrights for this article are retained by the author(s) with publishing rights granted to the Iranian Journal of Seed Science and Research

The content of this article is distributed under Iranian Journal of Seed Science and Research open access policy and the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC-BY4.0) License. For more information, please visit http://jms.guilan.ac.ir/

1. Associate Professor, Department of Identification and Weed Control, Shoushtar Branch, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran

2. MSc. Graduated, Department of Identification and Weed Control, Shoushtar Branch, Islamic Azad University, Shoushtar, Iran

*Corresponding author: adelmodhej2006@yahoo.com