مجله اکوفیزیولوژی گیاهی
دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان
سال اول، شماره دوم، پائیز ۱۳۸۸

بررسی تأثیر بازدارندگی بقایای گلرنگ زراعی (*Cartamus tinctorius* L.) بر جوانه‌زنی ذرت، گندم، خردل وحشی و گلرنگ وحشی

حمید رضا میری[1]

چکیده

استفاده از بقایای گیاهی در کشاورزی امروزه اهمیت ویژه‌ای دارد. باقی گذاشتن بقایا بر سطح خاک می‌تواند باعث تولید مواد شیمیایی شود که از رشد گیاهان دیگر جلوگیری می‌کند. به منظور تعیین اثر بازدارندگی بقایای گلرنگ زراعی، عصاره بقایای گلرنگ در غلظت‌های ۰، ۱۵، ۳۰ و ۶۰ درصد بر جوانه زنی گندم، ذرت، خردل وحشی و گلرنگ وحشی اثر داده شد. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت عصاره درصد جوانه‌زنی، طول ریشه و طول ساقه در تمام گیاهان به استثنای گلرنگ وحشی کاهش یافت. بطوریکه در غلظت ۶۰ درصد، جوانه زنی ذرت، گندم و خردل وحشی به طور معنی داری کاهش یافت و در مورد خردل وحشی حتی غلظت ۱۵ درصد نیز تأثیر معنی داری داشت. در بین گیاهان خردل وحشی بیشترین و گلرنگ وحشی کمترین حساسیت را نسبت به بقایای گلرنگ از خود نشان دادند. در بین صفات، طول ریشه حساسیت بیشتری نسبت به طول ساقه و درصد جوانه‌زنی دارا بود. نتایج نشان می دهد که پتانسیل آللوپاتی بقایای گلرنگ می تواند در کنترل علف های مورد استفاده قرار گیرد و در تناوب زراعی نیز بایستی فاصله زمانی مناسب در نظر گرفته شود.

کلمات کلیدی: *بقایای گیاهی، گلرنگ زراعی، جوانه زنی، آللوپاتی*

[1] -استادیار زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مقدمه

خاک یک منبع استراتژیک برای کشاورزی است. استفاده از کودهای آلی بخصوص بقایای گیاهی برای بهبود خاک به زمان‌های خیلی قدیم برمی‌گردد، بطوریکه تئوفراستوس (372-287 BC) بر اهمیت لگومها و گراسها به عنوان مالچ تأکید کرده است (کامل مالدونادو و همکاران،۲۰۰۱). امروزه با توجه به گسترش مفاهیم کشاورزی پایدار، بقایای گیاهان زراعی نقش مهمی در سیستم‌های کشاورزی دارا می باشند. استفاده از بقایای گیاهی می‌تواند به منظور کنترل فرسایش آبی و بادی (آلام،۱۹۹۷)، بهبود مواد آلی خاک و ظرفیت نگهداری آب و کنترل علف‌های هرز (آنایا و همکاران،۱۹۸۷؛فرد و همکاران،۱۹۸۷؛پترسون و همکاران،۲۰۰۱) صورت گیرد.

تجزیه بقایای سطحی ممکن است باعث رهاسازی ترکیبات بازدارنده (آللوپاتیک) شوند که با کاهش رشد گیاهچه همراه است (پوتنام و دوک،۱۹۸۷). کاهش رشد گیاهچه یک گیاه توسط بافت گیاه دیگر نشان دهنده این است گیاه دهنده دارای پتانسیل آللوپاتیک است. پتانسیل آللوپاتیک به عنوان درجه‌ای از فعالیت بازدارندگی رشد یک گیاه تعریف می‌شود و در میان گونه‌های گیاهی، در بین ارقام مختلف و در بخش-های مختلف یک گونه متفاوت است (هامادا و همکاران،۱۹۹۵). ترکیبات شمیایی آلی متفاوتی در مواد و بقایای گیاهی وجود دارد و هنگامیکه بقایای گیاه زراعی یا دیگر گیاهان بعد از برداشت بر سطح خاک رها شوند و یا با شخم به زیر خاک روند، مواد شمیایی می‌توانند بوسیله باران یا تجزیه میکروبی آزاد شوند (رادوسوویچ و همکاران،۱۹۹۷). افزایش سیستم‌های بدون خاکورزی و خاکورزی حفاظتی بر اهمییت تشخیص اثرات آللوپاتیک ناشی از رهاسازی مواد سمی از بقایای گیاهی در حال تجزیه افزوده است (وایت و همکاران،۱۹۸۹).

ارزیابی عصاره آبی از بقایای یک گیاه زراعی می‌تواند هم به منظور انتخاب ارقامی از یک گونه برای توانایی مقاومت به اثرات بازدارندگی و هم به منظور توانایی در بازداشتن رشد گیاه مجاور مورد استفاده قرار گیرد. بدین ترتیب اثرات بازدارندگی بقایا از دو جنبه می تواند مورد توجه قرار گیرد: یکی از دیدگاه گیاه زراعی که بعد از این گیاه در تناوب قرار می‌گیرد و دیگری به عنوان پتانسیلی برای کنترل علف‌های هرز (هامادا و همکاران،۱۹۹۵؛تپرسون و همکاران،۲۰۰۱)

زمانیکه عملکرد گیاه دوم در یک تناوب دو گیاهی کاهش می‌یابد اغلب آللوپاتیک کوتاه مدت فرض می شود (هج و میلر،۱۹۹۰). کوئنزی و مک‌کالا (۱۹۶۲) مشاهده کردند که عصاره آبی بقایای تعدادی از گیاهان

از جوانه‌زنی و رشد گیاهان سورگوم (*Sorghom sp.*)، ذرت (*Zea maize* L.) و گندم (*Triticum aestivum* L.) در آزمایشگاه جلوگیری می‌کند. بقایای گیاهانی مانند سویا (*Glysine max* L.)، یولاف (*Avena fatua*)، ذرت (مارتین و همکاران،۱۹۹۰)، گیاهان لگوم مانند شبدرها و ماشک گل خوشه‌ای (وایت و همکاران،۱۹۸۹) و سورگوم (هامادا و همکاران،۱۹۹۵) مشاهده شده است که می‌توانند اثر بازدارنده بر گیاهان بعد از خود داشته باشند. آلام (۱۹۹۷) مشاهده کرد که در آزمایشگاه با افزایش غلظت عصاره گندم از صفر تا ۶۰ درصد جوانه زنی رشد ریشه و ساقه گندم کاهش می‌یابد. همچنین مشاهده شده که بقایای گیاهان پوششی دانه ریز مانند، گندم، چاودار، یولاف و جو دارای بازدارندگی آللوپاتیک بر گونه های علف هرز مشخص هستند (وایت و همکاران،۱۹۸۹؛ وو و همکاران،۲۰۰۳؛وو و همکاران،۲۰۰۷). بسیاری از گونه ها در خانواده بقولات حاوی تولیدات ثانویه گیاهی هستند که حاوی پتانسیل آللوپاتیک هستند.

هدف از این مطالعه،۱- بررسی اثر بازدارندگی بقایای گلرنگ زراعی بر علف‌های هرز خردل وحشی و گلرنگ وحشی (که از علف‌های هرز شایع این گیاه می‌باشند) به منظور استفاده به عنوان پتانسیلی برای کنترل علف های هرز و ۲- بررسی اثر بازدارندگی بقایای گلرنگ بر گندم و ذرت (که از گیاهانی می‌باشند که بعد از گلرنگ ممکن است در تناوب قرار گیرند) به منظور تعین فاصله زمانی مناسب برای کشت بعدی، می باشد.

مواد و روش‌ها

تهیه بقایا و عصاره گیری- بقایای گلرنگ از مزرعه گلرنگ کشت شده در سال قبل جمع‌آوری شده پس از آسیاب شدن به نسبت ۱:۱۰ (۱ گرم بقایا با ۱۰ میلی لیتر آب) با آب مقطر مخلوط شد و بوسیله دستگاه Heat shaker به مدت ۶ ساعت در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد مخلوط کردن بقایا صورت گرفت. ماده حاصل بوسیله کاغذ صافی فیلتر شده و به مدت ۱۵ دقیقه سانتریفیوژ شد. عصاره بدست آمده تا حداکثر ۲۴ ساعت پس از تهیه مورد استفاده قرار گرفت. عصاره حاصل سپس به غلظت‌های ۱۵، ۳۰و ۶۰ درصد رقیق شد و به همراه یک تیماره آب مقطر (غلظت صفر عصاره) مورد استفاده قرار گرفت.

آزمایش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه- عصاره تهیه شده بر بذرهای گیاهان گندم، ذرت، خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) و گلرنگ وحشی (*Carthamus sp.*) اثر داده شد. به این ترتیب که ۲۵ بذر از هر گیاه در پتری دیش‌های حاوی کاغذ صافی قرار داده شد. این بذرها به مدت لازم برای جوانه زنی و رشد گیاهچه در دمای ۲۰ درجه نگهداری شد. سپس تمام بذرهای جوانه زده برای محاسبه درصد جوانه زنی شمارش گردید. همچنین ۱۰ بذر از هر پتری دیش بطور

تصادفی انتخاب شده و طول ساقه‌چه و ریشه‌چه شدن غلظت ۱۵ درصد عصاره آزمایش به همین روش با غلظت‌های پایین‌تر یعنی ۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد تکرار شد، مشخص شود که آیا غلظت‌های پایین‌تر عصاره نیز اثر بازدارنده بر جوانه زنی دارند.

آزمایش PEG- به منظور تعیین اینکه آیا اثر بازدارندگی عصاره گیاه گلرنگ مربوط به وجود مواد بازدارنده و خاصیت آللوپاتیک است یا به دلیل کاهش پتانسیل اسمزی حاصل از کاربرد عصاره، آزمایش پتانسیل اسمزی با محلول پلی اتیلن گلیکول (PEG) انجام شد (وایت و همکاران،۱۹۸۹). بدین صورت که با اندازه‌گیری پتانسیل اسمزی غلظت‌های مختلف عصاره بوسیله ترموکوپل سایکومتری، محلول PEG برای ساختن پتانسیل اسمزی مشابه محلول های عصاره تهیه و در شرایط مشابه آزمایش عصاره، آزمون PEG هم انجام شد.

تجزیه آماری- آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار صورت گرفت. صفات درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه اندازه گیری شد و داده ها اندازه‌گیری شد. در مورد خردل وحشی بدلیل معنی دار بوسیله برنامه آماری MSTATC تجزیه شد. برای مقایسه میانگین‌ها نیز از آزمون دانکن استفاده گردید.

نتایج و بحث

گندم- با افزایش غلظت عصاره، درصد جوانه‌زنی طول ریشه و ساقه گندم کاهش یافت. در مورد جوانه زنی این کاهش فقط در بیشترین غلظت (۶۰ درصد) معنی دار بود (جدول ۱). اما در مورد طول ریشه و ساقه این کاهش در غلظت ۳۰درصد نیز معنی دار بود. غلظت ۳۰ و ۶۰ درصد عصاره به ترتیب باعث کاهش ۵۴ و ۶۳ درصد طول ریشه و ۲۵ و ۵۱ درصد کاهش طول ساقه شدند. در مقایسه با آزمون PEG (جدول ۱) مشاهده می‌شود که این اثرات بدلیل خاصیت بازدارندگی عصاره است نه کاهش پتانسیل اسمزی. زیرا همانطور که مشاهده می‌شود با کاهش پتانسیل اسمزی محلول PEG تغییری در جوانه زنی و رشد بذرها صورت نگرفت.

جدول ۱- اثر بقایای گلرنگ بر جوانه‌زنی، طول ریشه و طول ساقه گندم

غلظت	عصاره بقایای گلرنگ			آزمون PEG		
	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه (cm)	طول‌ساقه (cm)	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه (cm)	طول ساقه (cm)
شاهد	۹۰/۰a	۲/۲۰a	۲/۸۰a	۹۳/۳a	۲/۴۰a	۲/۲۱a
۱۵ درصد	۸۰/۰ab	۱/۴۳ab	۲/۴۳ab	۹۶/۶a	۲/۹۷a	۲/۸۷a
۳۰ درصد	۷۶/۶ab	۰/۹۳b	۲/۰۸b	۹۵/۰a	۲/۰۸a	۲/۶۵a
۶۰ درصد	۶۸/۳b	۰/۵b	۱/۳۶c	۹۵/۰a	۲/۶۰a	۲/۴۶a

اعداد دارای حرف مشابه فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می‌باشند

ذرت- در ذرت با افزایش غلظت عصاره بکار رفته درصد جوانه‌زنی در غلظت‌های۳۰ و ۶۰ درصد بطور معنی داری کاهش یافت (جدول ۲). طول ریشه فقط در غلظت ۶۰ درصد بطور معنی داری کاهش یافت. طول ساقه با افزایش درصد عصاره کاهش یافت ولی این کاهش معنی دار نبود. در آزمون PEG نیز با کاهش پتانسیل اسمزی اثر معنی داری بر جوانه زنی و طول ساقه و ریشه مشاهده نشد.

جدول ۲- اثر بقایای گلرنگ بر جوانه‌زنی، طول ریشه و طول ساقه ذرت

غلظت	عصاره بقایای گلرنگ			آزمون PEG		
	درصد جوانه‌زنی	طول ساقه (cm)	طول ریشه (cm)	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه (cm)	طول ساقه (cm)
شاهد	۷۳/۳a	۲/۵۴a	۲/۴۲a	۷۶/۷a	۲/۱۸a	۲/۰۵a
۱۵درصد	۷۱/۰ab	۹۵/۱ab	۲/۲۱a	۶۵/۳a	۱/۹۲a	۱/۷۳a
۳۰ درصد	۵۳/۳c	۱/۵۶ab	۱/۶۰a	۷۸/۷a	۱/۸۹a	۲/۴۱a
۶۰ درصد	۵۸/۰bc	۱/۱۳b	۱/۳۹a	۸۳/۰a	۲/۲۲a	۲/۱۷a

اعداد دارای حرف مشابه فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می‌باشند

خردل وحشی- در خردل وحشی با افزایش غلظت عصاره درصد جوانه‌زنی، طول ریشه و طول ساقه بطور معنی داری کاهش یافت، بطوریکه در مورد طول ریشه و ساقه این کاهش در ۱۵ درصد هم معنی دار بود (جدول ۳). بنابراین آزمایش با غلظت های پایین تر (۰، ۵، ۱۰ و ۱۵ درصد) تکرار شدکه در این شرایط مشاهده شد که (جدول ۴) کاهش طول ریشه و ساقه و درصد جوانه زنی فقط در غلظت‌های ۱۰ و ۱۵ درصد معنی دار بود و غلظت ۵ درصد اگرچه باعث کاهش صفات مذکور شد ولی این کاهش معنی دار نبود.

گلرنگ وحشی- در گلرنگ وحشی از نظر درصد جوانه‌زنی و طول ساقه اگرچه با افزایش غلظت عصاره کاهش مشاهده شد ولی این کاهش معنی دار نبود (جدول ۵). در مورد طول ریشه هم با افزایش غلظت کاهش یافت ولی این کاهش فقط در بیشترین غلظت (۶۰ درصد) معنی دار بود.

جدول ۳- اثر بقایای گلرنگ بر جوانه‌زنی، طول ریشه و طول ساقه خردل وحشی

عصاره بقایای گلرنگ			آزمون PEG		
غلظت	درصد جوانه‌زنی	طول ساقه (cm)	طول ریشه (cm)	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه (cm)	طول ساقه (cm)
شاهد	۹۰/۰a	۱/۷۲a	۱/۷۰a	۹۲/۷a	۱/۸۸A	۱/۶۸a
۱۵درصد	۸۰/۰a	۰/۵۳b	۰/۷۲b	۸۰/۰a	۲/۶۲A	۱/۶۰a
۳۰ درصد	۶۱/۷b	۰/۵۶b	۰/۷۲b	۸۱/۷a	۱/۷۴A	۱/۴۹a
۶۰ درصد	۴۵/۰c	۰/۴۰c	۰/۲۷c	۸۱/۷a	۲/۴۷A	۱/۵۶a

اعداد دارای حرف مشابه فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می‌باشند

جدول ۴- اثر غلظت‌های پایین عصاره بر خردل وحشی

غلظت	درصدجوانه‌زنی	طول ریشه (cm)	طول‌ساقه (cm)
شاهد	۸۱/۷ab	۱/۸۶a	۱/۷۱a
۱۵درصد	۹۰/۰a	۱/۵۶ab	۱/۵۰ab

۳۰ درصد	۷۳/۳b	۱/۰۱b	۱/۰۵b
۶۰ درصد	۷۴/۷b	۰/۹۷b	۰/۹۴b

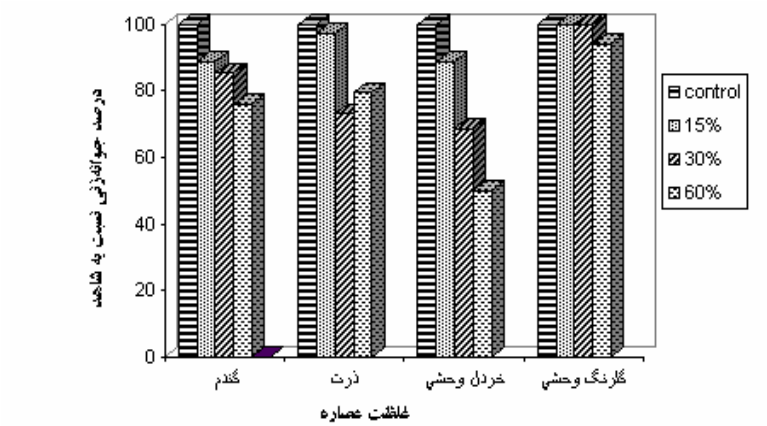
اعداد دارای حرف مشابه فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می‌باشند

جدول ۵- اثر بقایای گلرنگ بر جوانه‌زنی، طول ریشه و طول ساقه گلرنگ وحشی

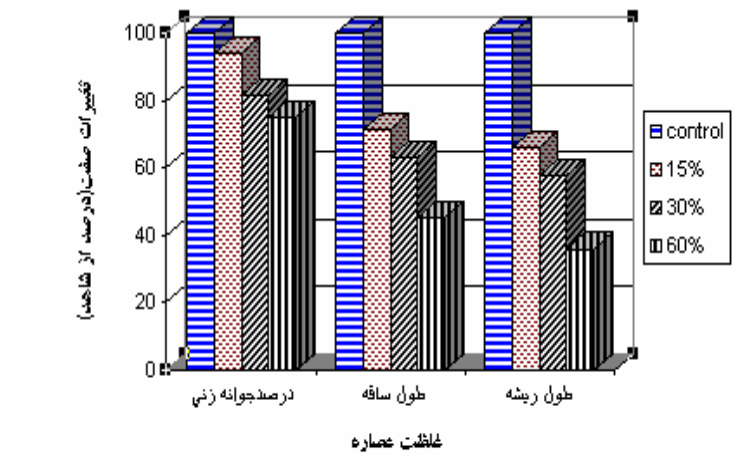
	عصاره بقایای گلرنگ			آزمون PEG		
غلظت	درصد جوانه‌زنی	طول ساقه (cm)	طول ریشه (cm)	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه (cm)	طول ساقه (cm)
شاهد	۷۱/۷a	۹۵/۰a	۱/۶۳a	۷۶/۷a	۱/۲۳a	۱/۵۸a
۱۵درصد	۴/۷۶a	۰/۶۴b	۱/۳۹a	۷/۷۶a	۰/۹۷a	۱/۳۲ab
۳۰ درصد	۷/۷۶a	۰/۶۹b	۱/۱۷a	۶۸/۳a	۰/۹۵a	۱/۲۱ab
۶۰ درصد	۷/۶۶a	۰/۴۸b	۱/۰۹a	۷۱/۳a	۱/۰۱a	۰/۹۷b

اعداد دارای حرف مشابه فاقد اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می‌باشند

در بین گیاهان مورد آزمایش خردل وحشی و گلرنگ وحشی به ترتیب بیشترین و کمترین حساسیت را نسبت به بقایای گلرنگ زراعی از خود نشان دادند(شکل ۱). با توجه به نتایج آزمایش مشاهده می‌شود که به استثنای گلرنگ وحشی با کوچکتر شدن اندازه بذر گیاهان، حساسیت آنها بیشتر می‌شود. این نتایج مشابه نتایج آزمایش بورگوس و تالبرت (۲۰۰۰) بود که مشاهده کردند که گونه‌های دانه‌ریز حساسیت بیشتری به اثر مواد بازدارنده حاصل از بقایای چاودار دارند، در حالیکه گیاهان با اندازه دانه بزرگتر نظیر ذرت و خیار در مقابل عصاره بقایای چاودار مقاومت بیشتری دارا بودند. بنابراین برای مطالعات در این زمینه گونه‌های ریز دانه می توانند شاخص بهتری باشند.



شکل-۱ اثر بقایای گلرنگ زراعی بر جوانه زنی گندم، ذرت، خردل وحشی و گلرنگ وحشی



شکل۲- تغییرات صفات مورد مطالعه تحت تأثیر عصاره بقایای گلرنگ زراعی

در بین صفات اندازه گیری شده طول ریشه نسبت به طول ساقه و درصد جوانه‌زنی حساسیت بیشتری نسبت به بقایا از خود نشان داد (شکل ۲)، که مشابه این نتیجه در نتایج تحقیقات پژوهشگرانی مانند پدرسون (۱۹۸۶)، آلام (۱۹۹۷)، مارتین و همکاران (۱۹۹۰) و بورگوس و تالبرت (۲۰۰۱) است که در آزمایشات خود حساسیت بیشتر ریشه‌چه به مواد بازدارنده را گزارش کردند. در همین زمینه بعضی محققین پیشنهاد کرده‌اند که برای چنین مطالعاتی

اندازه‌گیری طول ریشه می‌تواند شاخص بهتری نسبت به طول ساقه و درصد جوانه‌زنی باشد.

نتایج آزمایش PEG نشان می‌دهد که کاهش پتانسیل اسمزی به دلیل کاربرد عصاره اثری بر جوانه‌زنی بذرهای مورد آزمایش ندارد و در واقع می‌توان اینطور نتیجه گرفت که تأثیر عصاره بقایای گلرنگ بر گیاهان مورد آزمایش مربوط به اثر بازدارندگی بوده و به دلیل کاهش پتانسیل اسمزی نمی‌باشد. بطور کلی خیلی از مواد بازدارنده گیاهی (مانند گلوکوزینولیت‌ها) فقط پس از مرگ گیاه و در طی تجزیه بقایای گیاهی به مقدار زیاد رها می‌شوند، بدلیل اینکه این مواد در دیواره سلولی قرار دارند و پس از مرگ مواد گیاهی و شکستن دیواره سلولی آزاد می‌شوند (پترسون و همکاران،۲۰۰۱).

بنابراین در اکثر موارد بقایای گیاهی که در سطح خاک رها می‌شود می‌تواند حاوی مواد بازدارنده‌ای باشد که جوانه زنی و رشد و نمو گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار دهد .پیترسون و همکاران (۲۰۰۱) مشاهده کردند که بقایای دو گونه *Brassica napus* و *Brassica rapa* حاوی ماده بازدارنده ایزوتیوسیانیت هستند که باعث بازدارندگی جوانه زنی گونه‌هایی مانند شیرتیغی (*Sonchus sp.*)، بابونه (*Matricaria sp.*)، تاج خروس (*Amaranthus sp.*)، سوروف (*Echinochloa sp.*) و دم روباهی کشیده (*Alopecurus sp.*) می‌شود. مالدونادا و همکاران (۲۰۰۱) مشاهده کردند که بقایای چهار گیاه پوششی لگوم باعث بازدارندگی رشد تاج خروس و سوروف شد.

بطور کلی نتایج آزمایش نشان داد که بقایای گلرنگ زراعی می‌تواند دارای اثر بازدارندگی بر برخی گونه ها از جمله گندم، ذرت و خردل وحشی داشته باشد. این موضوع از دو جنبه می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. اول این پتانسیل بقایای گلرنگ می تواند برای کنترل علف های هرز بخصوص در دوره آیش مورد استفاده قرار گیرد. دوم برای گیاهان زراعی حساسی که بلافاصله پس از گلرنگ در تناوب قرار می گیرند (بخصوص در سیستم‌های خاکورزی حفاظتی که بقایای گیاه زراعی از بین برده نمی‌شود) بایستی فاصله زمانی لازم برای از بین رفتن اثرات بازدارندگی بقایا مورد بررسی قرار گیرد. در این رابطه لازم است آزمایشاتی برای تعیین مدت زمان باقی ماندن اثرات بازدارندگی بقایای گلرنگ زراعی صورت گیرد تا فاصله زمانی مناسب برای کشت بعدی مشخص شود.

منابع

Alam, S. M. 1997. Effect of wheat straw extract on the germination and seedling growth of wheat (cv. Paven). Wheat Information Service. 71: 16-18.

Al-Hamdi, B., M. Olofsdother, and J. C. Steribig. 2001. Lobratory bioasssy for phytotoxicity: An example from wheat straw. Agron. J. 93: 43-48.

Anaya, A. L., L. Ramos, R. Cruz-Ortega and V. Nava. 1987. Perspective on allelopathy in Mexican teraditional agroecosystems. J. Chem. Ecol. 13: 2083-2101.

Burgos. N. R. and R. E. Talbert. 2000. Differential activity of allelochemical from secale in seedling bioassay. Weed Sci. 48: 302-310.

Caamal-Maldonado, J. A., J. J. Jimenez, A. T. Barragan, and A. L. Anaya. 2001. The use of allelopathic legume cover and mulch species for weed control in cropping systems. Agron. J. 93: 27-36.

Freed, B. E., E. S. Oplinger, and D. D. Buhler. 1987. Velvetleaf control for solid seeded soybean in three corn residue management systems. Agron. J. 79: 119-123.

Guenzi, W. D. and T. M. McCalla. 1962. Inhibition of germination and seedling development by crop residues. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 26: 456-458

Hammauda, M., R. J. Kremer, and H. C. Minor. 1995. Phytotoxicity of extracts from sorghum plant components on wheat seedling. Crop Sci. 35: 1652-1656.

Hedge, R. S. and D. A. Miller. 1990. Allelopathy and autotoxicity in alfalfa: Characterization and effects on preceding crops and residue incorporation. Crop sci. 30:1255-1259.

Martin, V. L., E. L. McCoy, and W. A. Dick. 1990. Allelopathy of crop residues influences corn seed germination and early growth. Agron. J. 82: 555-560.

Pederson, G. A. 1986. White clover seed germination in agar containing tall fescue leaf extracts. Crop Sci. 12: 1248-1250.

Peterson, J., R. Belz, F. Walker and K. Hurle. 2001. Weed suppression by release isothiocynamates from Turnip-rape mulch. Agron. J. 93: 37-43.

Putnam, A. R., and W. B. Duke. 1978. Allelopathy in agroecosystems. Ann. Rev. Phytopathol. 16: 431-451.

Radosevich, S., J. Holt, and C. Ghersa. 1997. Weed ecology: implication for managemet. John Wiley and Sons inc. pp. 389.

White. R. H. A. D. Worsham, and U. Blum. 1989. Allelopathic potential of legume debris and aqueous extract. Weed Sci. 37:674-679.

Wu H., J. Partley, D. Lemerie, M. and L. Liu. 2007. Autotoxicity of wheat (*Triticum aestivum* L.) as determined by laboratory bioassays. Plant Soil. 296: 8593

Wu H., J. Pratley, W. Ma and T. Haig. 2003. Quantitative trait loci and molecular markers associated with wheat allelopathy. Theor. Appl. Genet. 107: 1477-1481.