

اثر آلوپاتی بقایای اندام‌های آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) بر تجمع ماده خشک و تولید بذر تاج‌خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*)

Allelopathic effect of sunflower (*Helianthus annuus* L.) residuals on dry matter accumulation and seed production in redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.)

مهرداد یارنیا*

۱-دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز
نویسنده مسئول: Yarnia@iaut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۱/۲۱

تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۴/۳۰

چکیده

به منظور ارزیابی اثرات آلوپاتیک بقایای حاصل از اندام‌های آفتابگردان (در مراحل رشدی مختلف و با مقادیر متفاوت) بر تاج‌خروس ریشه قرمز آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز در سال ۱۳۸۷-۱۳۸۸ اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل بقایای حاصل از اندام‌های مختلف آفتابگردان در چهار سطح بقایای حاصل از برگ، ساقه، ریشه و کل اندام‌ها، مقدار بقایای اضافه شده به خاک در پنج سطح شامل صفر (شاهد یا عدم مصرف بقایا)، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در مترمربع و بقایای مراحل مختلف رشدی آفتابگردان در سه سطح شامل مراحل رویشی، گلدهی و پیر شدن دانه بودند. نتایج نشان داد که افزودن بقایای اندام‌های آفتابگردان و به‌ویژه مقادیر آن‌ها به خاک، دارای اثر کاهشی معنی‌دار بر خصوصیات رویشی و زایشی تاج‌خروس بود. بیشترین کاهش سطح برگ، وزن خشک برگ و ساقه، وزن هزار دانه و تولید دانه‌ی تاج‌خروس با اضافه کردن ۲۰۰ گرم بقایای برگ آفتابگردان، به ترتیب معادل ۵۴/۲۹، ۶۴/۳۳، ۵۸/۱۴، ۵۰/۹۸ و ۷۱/۴۹ درصد حاصل شد. وزن خشک برگ و تولید بذر تاج‌خروس حساسیت بیشتری در برابر میزان بقایای آفتابگردان نسبت به سایر صفات از خود نشان دادند. در اثر بقایای آفتابگردان، توده‌ی بذری تولیدی تاج‌خروس (در نتیجه بذر اضافه شده به بانک بذر خاک) نیز از ۲۴ تا ۷۰ درصد کاهش یافت. بقایای برگ آفتابگردان در مرحله‌ی رویشی بیش‌ترین اثر کاهشی را بر صفات مورد بررسی و به خصوص میزان بذر اضافه شده به بانک بذر خاک داشت.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، آلوپاتی، بانک بذری خاک، بقایا، تاج‌خروس

مقدمه

کرد. فنولیک‌ها و اسیدهای آلیفاتیک آزاد شده از بقایای گیاهی می‌تواند دارای اثرات سمی برای جوانه-زنی و رشد گیاهچه‌ها بوده و باعث کنترل علف‌های هرز شوند (Takikawa *et al.*, 2003). از گیاهانی که خاصیت آلوپاتیکی آن روی علف‌های هرز مورد تایید قرار گرفته است، آفتابگردان می‌باشد که علف‌های هرز یا گیاهان زراعی تحت تاثیر این خاصیت قرار می‌گیرند. ترکیبات موثره شناسایی شده در این گیاه در جدول ۱ آورده شده است (Xuan *et al.*, 2005). اولین گزارش از خاصیت آلوپاتیکی آفتابگردان در سال ۱۹۳۱ منتشر گردید (Casas *et al.*, 2009).

تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus*) یکی از مهمترین و اصلی‌ترین علف‌های هرز جهان بوده و یکی از عوامل خسارت‌زایی این گیاه، توان رقابتی آن می‌باشد (Patterson, 1976). ویژگی‌های فیزیولوژیکی تاج‌خروس آن را به‌عنوان رقیبی جدی برای گیاهان زراعی درآورده است. این علف‌هرز با توجه به اندازه بوته توانایی زیادی در تولید بذر بین ۱۱۷۴۰۰ - ۲۲۹۱۷۵ بذر در هر بوته را دارد (Weaver, 2001). با استفاده از خاصیت آلوپاتیکی بقایای گیاهی می‌توان جمعیت علف‌های هرز را در مزرعه کنترل

جدول ۱- اثر آلوپاتیکی آفتابگردان روی گیاهان و ترکیبات موثر آنها (Xuan *et al.*, 2005).

Table 1-Effects of sunflower allelopathic on plants and active components.

ترکیبات فعال (active components)	گیاهان (Plants)
Annulides A-E, tambulin, kukulcanin B, heliannote A-C, guaianolides 1-6, germacranolides 7 and 15, heliangolides 8-11, 13, melampolide 16, cisgermacradienolide 14	<i>Amaranthus retroflexus</i> , <i>Brassica kaber</i> , <i>Ipomoea purpurea</i> , <i>Datura stramonium</i> , <i>Chenopodium album</i> , <i>Cirsium arvense</i> , <i>Setaria faberi</i> , <i>Stellaria media</i> , <i>Capsella bursapactoris</i> , <i>Nicotiana tabacum</i> , <i>Triticum aestivum</i> , <i>Glycine max</i> , <i>Sorghum spp.</i> , <i>Lycopersicon esculentum</i> , <i>Hordeum vulgare</i> , <i>Phaseolus mungo</i> , <i>Trifolium alexandrinum</i>

Pharlaris minor به طور معنی‌داری تحت تاثیر این ترکیب آلوپاتیکی جداسازی شده از آفتابگردان قرار گرفت (Anjum & Bajwa, 2005). در یک آزمایش بقایای خرد شده آفتابگردان تعداد علف‌های هرز را در مزرعه به میزان ۵۰ درصد و بقایای پودر شده برگ تعداد علف‌های هرز را به میزان ۷۵ درصد کاهش داد. در بررسی دیگر، عملکرد گندم نیز تحت تاثیر بقایای آفتابگردان کاهش یافت (Morris & Parrish, 1992). در آزمایشی توسط انجوم و بجوا (Anjum & Bajwa, 2007b) عصاره برگ آفتابگردان به شدت رقابت سلمه‌تره را با گندم کاهش داد و منجر به افزایش عملکرد در گندم گردید. آن‌ها همچنین گزارش نمودند که در مخلوط ۲ تا ۱۰ درصدی از برگ‌های آفتابگردان با خاک، ظهور گیاهچه‌ها و رشد سویا و سورگوم کاهش یافت. در آزمایش دیگری توسط این محققین، عصاره آفتابگردان تمام جمعیت گیاهی ترشک را از بین برد (Anjum & Bajwa, 2007a). همچنین در آزمایش دیگری توسط اوم و همکاران (Om *et al.*, 2002) استفاده از بقایای

اوهنو و همکاران (Ohno *et al.*, 2001) از بذور آفتابگردان ترکیبات آلوپاتیکی مانند سس‌کویی ترین-ها را جداسازی نمودند. این ترکیبات آلوپاتیکی می‌تواند در هنگام جوانه‌زنی بذور آفتابگردان، از جوانه-زنی بذور سایر گیاهان جلوگیری کند. سایر محققین نیز اظهار داشته‌اند که هلیانولز^۱ یکی از مهم‌ترین آلوکمی‌کال‌های فنولیک آفتابگردان است که روی گونه‌های دولپه‌ای دارای خاصیت آلوپاتیکی است (Vyvyan & Looper, 2000). در یک آزمایش annuionone H^۲ به دست آمده از آفتابگردان از ترکیبات بسیار فعال در کنترل علف‌های هرز معرفی گردید (Anjum & Bajwa, 2005). در این آزمایش رشد گیاهان *Chenopodium album* L., *Medicago*, *Coronopsis didymus* L., *Rumex dentatus* L. و *polymorpha* L.

1- heliannuols

۲- یک ترکیب زیستی فعال مستخرج از برگ‌های آفتابگردان که دارای انواع A, B, F, G, H می‌باشد (Anjum and Bajwa, 2005).

در مرحله اول از آزمایش، آفتابگردان در قطعه زمینی به مساحت حدود ۶۰۰ متر مربع در سه قطعه‌ی ۲۰۰ متری با هدف تهیه‌ی نمونه‌های گیاهی بر اساس تیمارهای مرحله‌ی برداشت آفتابگردان (دوره‌ی رشد رویشی قبل از گلدهی، شروع گلدهی و دوره‌ی پر شدن دانه) کشت شد. کشت به صورت جوی-پشته با فاصله ردیف‌های ۶۰ سانتی‌متر و روی ردیف ۲۰ سانتی‌متر انجام شد. پخش کودهای پایه‌ی مورد نیاز شامل سوپر فسفات تریپل، سولفات پتاسیم و اوره بر اساس توصیه‌های کودی برای آفتابگردان انجام شد.

به‌منظور تهیه‌ی بقایای گیاه جهت استفاده در مرحله دوم آزمایش، نمونه‌های آفتابگردان در مراحل مختلف رشدی تعریف شده، جمع‌آوری و پس از جدا کردن ساقه، برگ و ریشه و زدودن بقایای خاک و مواد خارجی، در آون الکتریکی با دمای ۶۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت خشکانیده شدند. پس از خشک شدن کامل، جهت تهیه‌ی پودر، بقایا آسیاب شده و برای پرهیز از آلودگی با کوچک‌ترین غربال موجود (مش ۱۰۰) غربال شدند (Chon et al., 2005 & Yarnia, 2013). در آزمایش کشت تاج‌خروس بر روی بقایای آفتابگردان، زمین طرح متشکل از ۱۴۴ کرت به ابعاد ۰/۷۵×۴ متر بود. در هر کرت ۵ ردیف کاشت به‌صورت ردیفی به فاصله‌ی ۱۵ سانتی‌متر و فاصله‌ی کرت‌ها از همدیگر یک خط نکاشت و فاصله تکرارهای آزمایشی دو متر منظور شد.

تیمارهای اضافه کردن بقایای اندام‌های آفتابگردان به‌صورت پودر به خاک مزرعه بر اساس تیمارهای آزمایشی در ۱۵ مهر ماه ۱۳۸۷ در عمق حدود ده سانتی‌متری خاک انجام شد. کشت بذر تاج‌خروس بر روی بقایای آفتابگردان در فروردین ماه ۱۳۸۸، با آرایش کاشت ۵×۱۵ سانتی‌متر و تراکم ۱۳۰ بوته در متر مربع انجام و در اردیبهشت ماه، عملیات وجین برای ایجاد تراکم مورد نظر در تاج‌خروس انجام شد. آبیاری به‌طور متوسط هر ده روز یک‌بار در کرت‌ها به‌طور یکسان انجام پذیرفت. عملیات برداشت نهایی پس از رسیدن بوته‌های تاج‌خروس انجام و به‌منظور از بین

اندام‌های مختلف آفتابگردان به میزان ۲۰۰ گرم در متر مربع، جمعیت *Phalaris minor* را از ۴۰ تا ۸۳ درصد کاهش داد. گزارش شده است که مخلوط کردن ۸۰ گرم از بقایای خشک شده بخش هوایی آفتابگردان در هر متر مربع از خاک نیز در شرایط مزرعه‌ای، ارتفاع و وزن زیست توده تاج‌خروس را به ترتیب ۵۸ و ۶۶ درصد کاهش می‌دهد (Ohno et al., 2001).

عصاره‌های آفتابگردان، پوشش کلی علف‌های هرز را ۳۳ درصد کاهش بر این اساس هدف از این بررسی، مطالعه‌ی اثرات آلوپاتی بقایای حاصل از اندام‌های مختلف گیاه زراعی آفتابگردان در مراحل متفاوت رشدی بر توان تجمع ماده خشک و تولید بذر در علف‌هرز تاج‌خروس ریشه قرمز بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۸ در دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز با طول جغرافیایی ۴۶ درجه و ۱۷ دقیقه‌ی شرقی، عرض جغرافیایی ۳۸ درجه و ۵ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۶۰ متر از سطح دریا اجرا گردید. آزمایش‌ها در دو مرحله-ی جداگانه شامل: ۱- کاشت آفتابگردان در بهار ۱۳۸۷ و برداشت اندام‌های مختلف آن در مراحل متفاوت رشدی برای تهیه‌ی بقایای پودر شده ۲- آزمایش مزرعه‌ای با بقایای پودر شده آفتابگردان از پاییز ۱۳۸۷ تا اواخر تابستان ۱۳۸۸ انجام گرفت.

آزمایش به‌صورت فاکتوریل و بر پایه‌ی طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارهای شامل عامل اول: مرحله‌ی برداشت آفتابگردان در سه سطح (شامل مراحل رشد رویشی قبل از گلدهی، آغاز گلدهی و دوره‌ی پر شدن دانه)، عامل دوم: بقایای خشک شده‌ی حاصل از اندام‌های مختلف آفتابگردان در چهار سطح (شامل برگ، ساقه، ریشه و مخلوط کل اندام‌ها) و عامل سوم: مقدار بقایای اضافه شده به خاک در پنج سطح (شامل ۰ (شاهد یا عدم مصرف بقایا)، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در مترمربع) بود (James et al., 2005).

رشدی آفتابگردان بر صفات سطح برگ، وزن خشک برگ، و اندام هوایی تاج خروس در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. اثر متقابل این دو عامل بر هیچ-کدام از صفات بررسی شده معنی دار نگردید (جدول ۲). اثر مقدار بقایای آفتابگردان نیز بر سطح برگ، وزن خشک برگ، ساقه، اندام هوایی و وزن بذر تولیدی تاج خروس در سطح احتمال یک درصد معنی دار نگردید.

اثر متقابل بقایای اندام‌های مختلف آفتابگردان در مقدار بقایا نیز بر کلیه صفات به غیر از وزن ۱۰۰۰ دانه معنی دار بود. اثر متقابل بقایای حاصل از مراحل مختلف رشدی در مقدار بقایا بر سطح برگ، وزن خشک برگ و اندام هوایی تاج خروس معنی دار نگردید. اثرات متقابل سه‌جانبه عوامل مورد ارزیابی بر صفات بررسی شده تاج خروس در معنی دار نبود (جدول ۲).

بردن اثرات حاشیه‌ای در هر کرت برداشت از ردیف‌های میانی صورت گرفت. پس از برداشت صفاتی از قبیل، سطح و وزن خشک برگ، ساقه و اندام‌های هوایی در بوته، وزن هزار دانه و مقدار تولید بذر در تک بوته اندازه گیری شد. سطح برگ هر بوته پس از جدا کردن کلیه‌ی برگ‌های سبز بوته، با استفاده از دستگاه پرتابل اندازه‌گیری سطح برگ مدل ACD100 انگلستان اندازه‌گیری شد.

تجزیه واریانس کلیه‌ی داده‌ها با استفاده از برنامه آماری MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

اثر بقایای بخش‌های مختلف آفتابگردان بر سطح برگ، وزن خشک برگ، ساقه، اندام هوایی، وزن ۱۰۰۰ دانه و وزن بذر تولیدی تاج خروس در سطح احتمال یک درصد و اثر بقایای حاصل از مراحل مختلف

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد بررسی مزرعه در تاج خروس.

Table 2- Analysis of variance of evaluated traits in red root pigweed field.

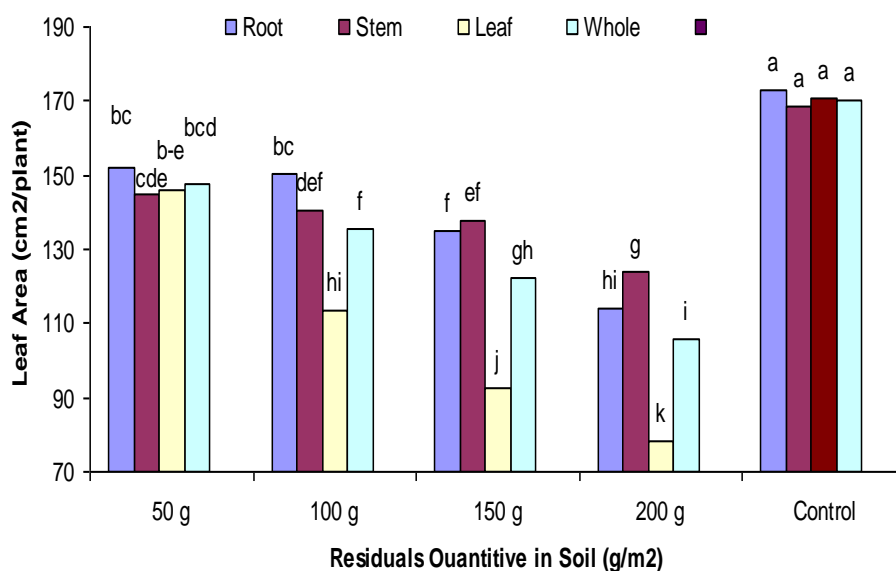
منابع تغییر Source of Variation	درجه آزادی df	سطح برگ leaf area	وزن خشک برگ leaf dry weight	وزن خشک ساقه stem dry weight	وزن خشک اندام هوایی shoot dry weight	وزن هزار دانه 1000 grain weight	وزن دانه seed weight
تکرار (Replication)	2	159.79 ^{ns}	0.17 ^{ns}	0.35 ^{ns}	0.89 ^{ns}	.002 ^{ns}	0.003 ^{ns}
بقایای اندام‌های آفتابگردان Residuals of sunflower organs (R)	3	7128.25 ^{**}	1.21 ^{**}	7.41 ^{**}	11.54 ^{**}	0.012 ^{**}	0.188 ^{**}
مراحل رشدی بقایای Residuals growth stage (S)	2	1493.99 ^{**}	0.23 ^{ns}	1.49 ^{**}	2.35 ^{**}	0.002 ^{ns}	0.013 ^{ns}
(بقایای اندام‌های آفتابگردان × مراحل رشدی بقایای) (R×S)	6	76.63 ^{ns}	0.06 ^{ns}	0.24 ^{ns}	0.41 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.002 ^{ns}
مقدار باقیمانده Residuals quantative (Q)	4	4982.59 ^{**}	1.36 ^{**}	8.75 ^{**}	16.65 ^{**}	0.018 ^{ns}	0.348 ^{**}
مراحل رشدی بقایای × مقدار باقیمانده (S×Q)	12	837.31 ^{**}	0.29 ^{**}	1.46 ^{**}	2.35 ^{**}	0.002 ^{ns}	0.025 ^{**}
مراحل رشدی بقایای × مقدار باقیمانده (S×Q)	8	431.75 ^{**}	0.06 ^{ns}	0.63 ^{**}	0.79 ^{**}	0.001 ^{ns}	0.003 ^{ns}
بقایای اندام‌های آفتابگردان × مراحل رشدی بقایای × مقدار باقیمانده (R×S×Q)	24	49.22 ^{ns}	0.05 ^{ns}	0.24 ^{ns}	0.38 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.001 ^{ns}
خطا (Error)	118	81.20	0.09	0.19	0.25	0.003	0.006
ضریب تغییرات (% C.V)		6.76	24.58	11.95	10.04	14.79	17.61

ns، * و ** به ترتیب نشانگر عدم اختلاف آماری معنی‌دار و معنی‌داری در سطوح احتمال پنج و یک درصد می‌باشد.
ns، * and **: non-significant, significant at 5% and 1% levels, respectively

مربع، کاهش سطح برگ ایجاد شده توسط اندام‌های مختلف آفتابگردان معنی‌دار گردید. بقایای برگی آفتابگردان در تمامی سطوح مقدار بقایا کمترین سطح برگ تاج‌خروس را ایجاد کردند (شکل ۱). در میزان ۲۰۰ گرم بقایای ریشه، ساقه، برگ و کل اندام‌های آفتابگردان اضافه شده به خاک، سطح برگ تاج‌خروس به ترتیب ۳۳/۰۴، ۲۷/۴۸، ۵۴/۲۹ و ۳۸/۰۲ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. بدین ترتیب، کم‌ترین و بیش‌ترین اثر کاهشی بر سطح برگ تاج‌خروس به ترتیب در تیمار با بقایای برگ و ساقه آفتابگردان حاصل شد (شکل ۱).

بر اساس مقایسه میانگین داده‌های حاصل از این بررسی مشاهده شد که بیشترین میزان سطح برگ، وزن خشک برگ، ساقه و اندام هوایی، وزن هزار دانه و وزن دانه در تاج‌خروس در تیمار شاهد (بدون مصرف بقایا) با اختلاف معنی‌داری نسبت به تیمارهای مصرف بقایای آفتابگردان حاصل گردید.

بیشترین سطح برگ در شرایط شاهد معادل ۱۷۰/۷ سانتی‌متر مربع در بوته به‌دست آمد. در تیمار مقدار ۵۰ گرم بقایا، تفاوت معنی‌داری بین اندام‌های آفتابگردان وجود نداشت (شکل ۱). اما با افزایش مقدار بقایای اضافه شده به خاک تا سطح ۲۰۰ گرم در متر



شکل ۱- اثر مقادیر بقایای حاصل از اندام‌های مختلف آفتابگردان بر سطح برگ تاج‌خروس.

Figure 1- Effect of different organs of sunflower residuals quantities on red root pigweed leaf area.

میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

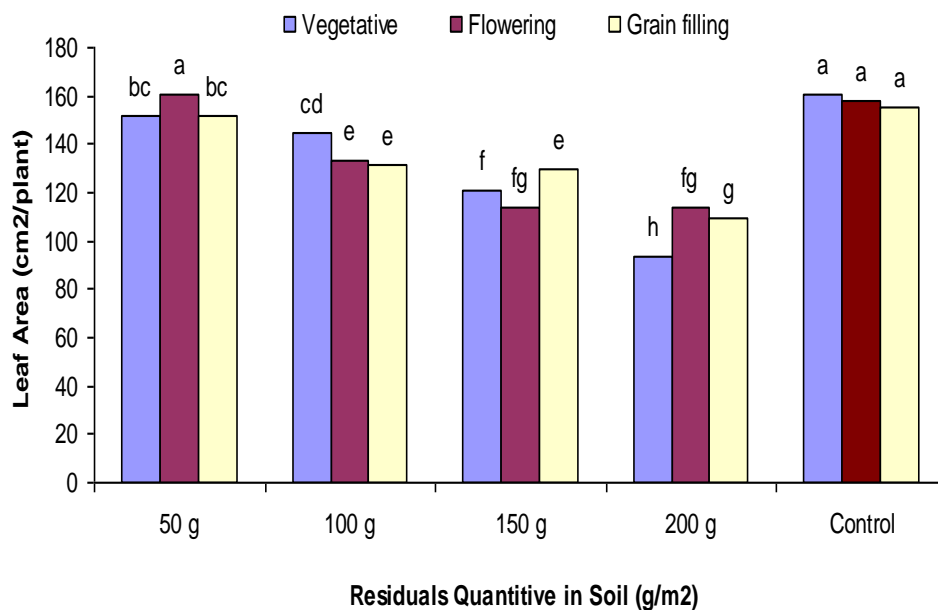
Means with at least one similar letter are non significantly different at the 5% level of probability

کاهشی بقایای حاصل از مرحله رویشی نسبت به بقایای حاصل از سایر مراحل رشدی بر سطح برگ تاج‌خروس بیشتر بود (شکل ۲). چنین به‌نظر می‌رسد که این کاهش در سطح برگ تولیدی تاج‌خروس ناشی از پیری زودرس، ریزش زودتر از موعد و کوچکی برگ‌های تولید شده بود. از جمله عواملی که می‌تواند در تاثیر ترکیبات آللوپاتیک بر تعداد برگ نقش داشته باشد تداخل این ترکیبات در فعالیت هورمون‌های

اثر بقایای حاصل از مراحل رشدی آفتابگردان در غلظت‌های ۵۰ تا ۲۰۰ گرم اضافه شده به خاک بر سطح برگ معنی‌دار بود (جدول ۲). در مقادیر پایین بقایا (۵۰ و ۱۰۰ گرم در متر مربع)، بقایای حاصل از مرحله پر شدن دانه و در مقادیر بالای بقایای اضافه شده به خاک (۱۵۰ و ۲۰۰ گرم در متر مربع) بقایای حاصل از مرحله رشد رویشی اثر کاهشی معنی‌دار بیشتری بر سطح برگ داشت (شکل ۲). در مجموع اثر

فرآیند میتوز توسط کومارین‌ها ایجاد گردد (Yang *et al.*, 2002). اسکوپولتین یکی از مشتقات کومارین و گلیکوزید اسکوپولین از ترکیبات تنباکو و آفتابگردان، گسترش سطح برگ را در تاج خروس و پنجه مرغی کاهش می‌دهند (Inderjit & Duke, 2003) و (Mallik, 2005).

گیاهی است به عنوان مثال فرولیک اسید باعث افزایش سنتز ABA به عنوان هورمون ریزش و پیری می‌گردد (De Neergard & Porter, 2000). ترکیبات آللوپاتیک همچنین با کاستن از فعالیت میتوزی موجب کاهش گسترش سطح برگ و فتوسنتز گیاهان می‌گردند که این تاثیر می‌تواند در اثر توقف



شکل ۲- اثر مقادیر بقایای حاصل از مراحل مختلف رشدی آفتابگردان بر سطح برگ تاج خروس.

Figure 2- Effect of sunflower residuals quantities in different growth stages on red root pigweed leaf area.

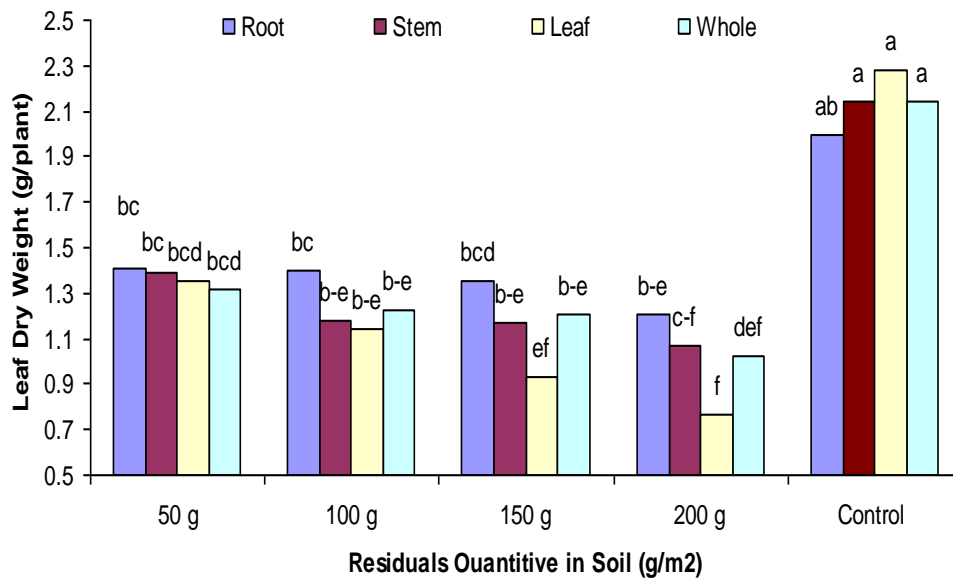
میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی دار ندارند.

Means with at least one similar letter are non significantly different at the 5% level of probability

اثر کاهشی بر وزن خشک برگ تاج خروس از بقایای کل اندام‌های آفتابگردان اضافه شده به خاک و کمترین آن از بقایای ریشه حاصل شد. روند کاهشی وزن خشک برگ تاج خروس با افزایش مقدار بقایای اضافه شده به خاک از ۵۰ گرم به ۲۰۰ گرم در متر مربع ضمن شدت گرفتن، تغییر یافت به طوری که کمترین اثر کاهشی بر وزن خشک تاج خروس در تمامی غلظت‌ها از بقایای ریشه و بیشترین اثر کاهشی بر وزن خشک برگ تاج خروس از مقدار ۱۰۰ تا ۲۰۰ گرم توسط بقایای برگ به دست آمد (شکل ۳). بنابراین می‌توان گفت که بقایای آفتابگردان، وزن خشک برگ تاج خروس را حداقل ۳۶/۳۴ (۵۰ گرم بقایای ریشه) و حداکثر ۳۳/۶۴ درصد (بقایای ۲۰۰ گرم برگ) کاهش می‌دهد (شکل ۳).

ترکیبات آللوپاتیک می‌توانند با تاثیر بر روی همه‌ی فازهای سیکل نیتروژن، باعث کاهش نیتروژن در دسترس گیاه گردیده و در نتیجه توسعه‌ی سطوح برگ‌ی کاهش می‌یابد (Adair, 1999). ترکیبات آللوپاتیک با کاهش تقسیم سلولی و رشد در سلول‌ها توسعه‌ی بخش‌های مختلف از جمله برگ‌ها را محدود می‌کنند (El-Khatib *et al.*, 2004). کاهش سطح برگ این علف هرز مهم توان رقابتی آن را در دریافت نور نسبت به گیاهان مجاور کاهش می‌دهد.

وزن خشک برگ تاج خروس در شرایط شاهد معادل ۲/۱۳۹ گرم بود. با اضافه شدن مقدار ۵۰ گرم بقایای ریشه، ساقه، برگ و کل اندام‌های آفتابگردان به خاک، این میزان به ترتیب به ۱/۴۰۴، ۱/۳۹، ۱/۳۵۷ و ۱/۳۱۸ گرم رسید (شکل ۳). بدین ترتیب بیشترین



شکل ۳- اثر مقادیر بقایای مختلف آفتابگردان بر وزن خشک برگ تاج خروس.

Figure 3- Effect of different organs of sunflower residuals quantities on red root pigweed leaf dry weight.

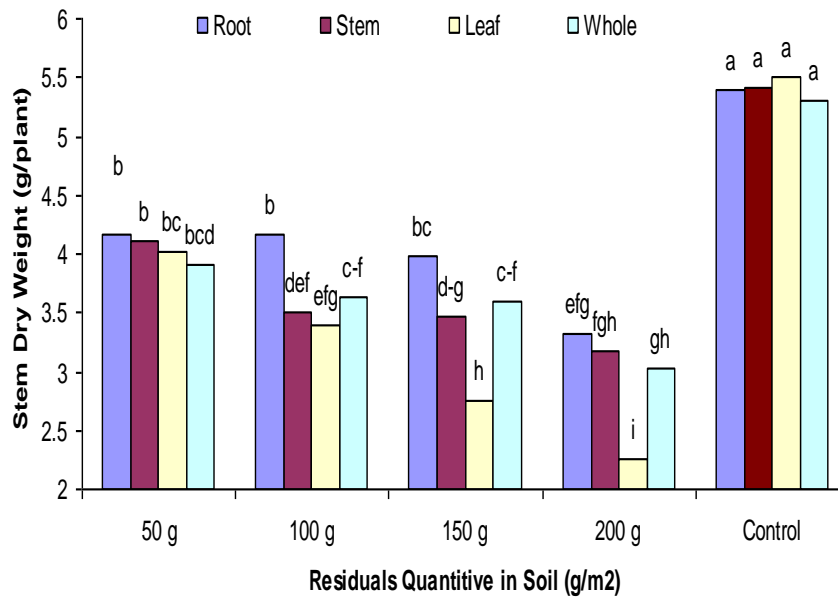
میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی دار ندارند.

Means with at least one similar letter are non significantly different at the 5% level of probability

بدین ترتیب، بیش‌ترین اثر کاهش‌ی بر وزن خشک ساقه‌ی تاج‌خروس نیز همانند وزن خشک برگ از بقایای برگ‌های آفتابگردان اضافه شده به خاک و کمترین آن از بقایای کل اندام‌های آفتابگردان حاصل شد (شکل ۴).

اثر بقایای حاصل از مراحل رشدی آفتابگردان در غلظت‌های ۵۰ تا ۲۰۰ گرم اضافه شده به خاک بر وزن خشک ساقه معنی‌دار بود (جدول ۲). در مقادیر پایین بقایا (۵۰ و ۱۰۰ گرم در متر مربع)، بقایای حاصل از مرحله آغاز گلدهی و در مقادیر بالای بقایای اضافه شده به خاک (۲۰۰ گرم در متر مربع) بقایای حاصل از مرحله رشد رویشی اثر کاهش‌ی معنی‌دار بیشتری بر وزن خشک ساقه داشت (شکل ۵).

تغییرات وزن خشک ساقه‌ی تاج‌خروس تحت تاثیر تیمارهای بقایای آفتابگردان مشابه تغییرات وزن خشک برگ بود. بیشترین وزن خشک ساقه‌ی تاج‌خروس در شرایط شاهد معادل ۵/۴۰۸ گرم بود. با اضافه شدن بقایای آفتابگردان از ۵۰ تا ۲۰۰ گرم به خاک وزن خشک ساقه تاج‌خروس به صورت معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۴). میزان کاهش وزن خشک ساقه با اضافه شدن مقدار ۵۰ گرم بقایای ریشه، ساقه، برگ و کل اندام‌های آفتابگردان به خاک، به‌ترتیب به ۲۳، ۲۳/۸۹، ۲۵/۶۱ و ۲۷/۷۰ درصد نسبت به شرایط شاهد بود. با افزایش مقدار بقایای اضافه شده به خاک از ۵۰ گرم به ۲۰۰ گرم در متر مربع این کاهش نسبت به شاهد در تیمار با بقایای ریشه، ساقه، برگ و کل اندام‌های آفتابگردان به‌ترتیب به ۳۸/۶۱، ۴۱/۲۹، ۵۸/۱۴ و ۴۳/۹۷ درصد رسید.

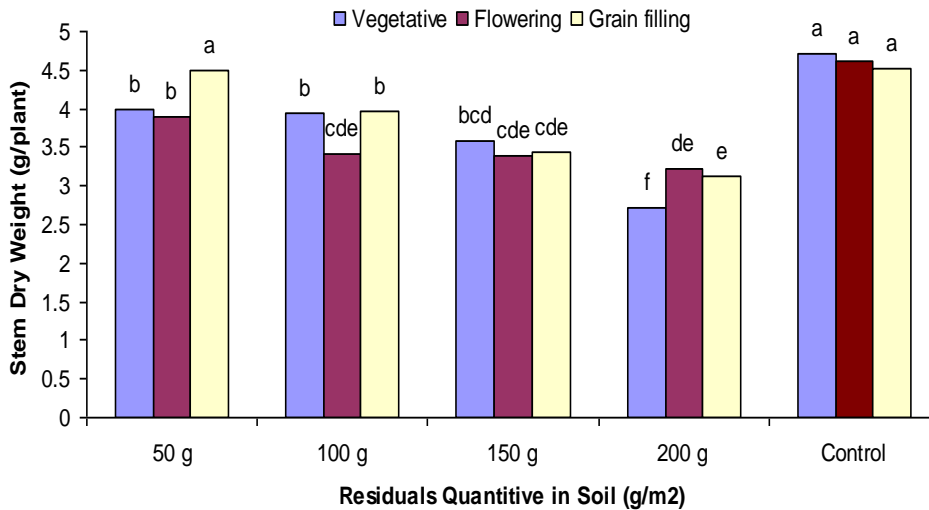


شکل ۴- اثر مقادیر بقایای مختلف آفتابگردان بر وزن خشک ساقه تاج خروس.

Figure 4- Effect of different organs of sunflower residuals quantities on red root pigweed stem dry weight.

میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی دار ندارند.

Means with at least one similar letter are non significantly different at the 5% level of probability



شکل ۵- اثر مقادیر بقایای حاصل از مراحل مختلف رشدی آفتابگردان بر وزن خشک ساقه تاج خروس.

Figure 5- Effect of sunflower residuals quantities in different growth stages on red root pigweed stem dry weight.

میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی دار ندارند.

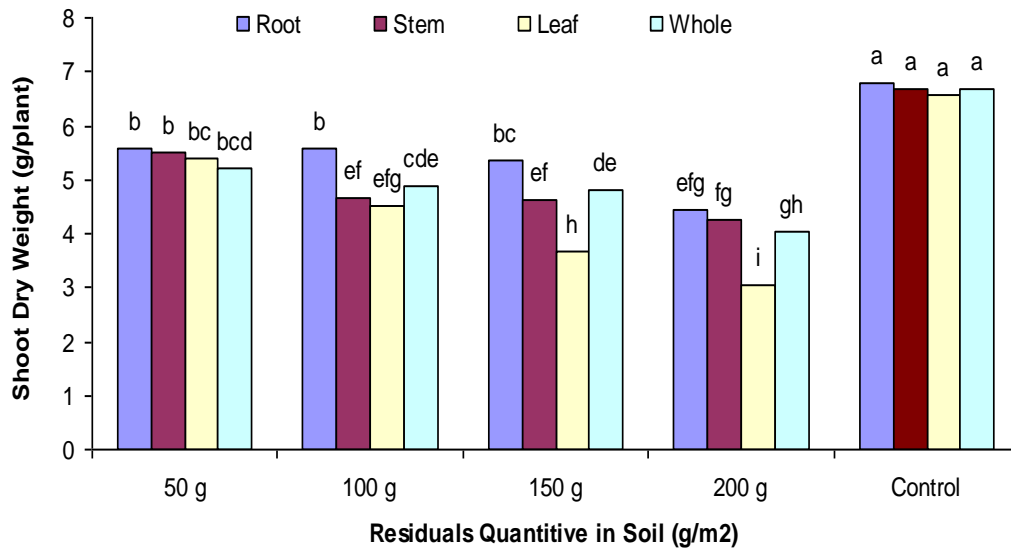
Means with at least one similar letter are non significantly different at the 5% level of probability

خشک اندام‌های هوایی این گیاه گردید. مشاهده اثرات مشابه بقایای آفتابگردان بر وزن خشک اندام‌های

اثر معنی‌دار بقایای آفتابگردان بر وزن خشک برگ و ساقه تاج خروس منجر به تغییرات قابل توجه در وزن

رشدی آفتابگردان بیشتر بود (شکل ۷)، بدین ترتیب استفاده از بقایای برگ آفتابگردان در مرحله رشد رویشی بیشترین کاهش در تجمع ماده خشک را در اندام‌های هوایی تاج‌خروس فراهم می‌کند.

هوایی تاج‌خروس با اجزای آن کاملاً طبیعی است. اثر کاهشی بقایای برگ بر وزن خشک اندام‌های هوایی تاج‌خروس به مراتب بیشتر از سایر اندام‌های آفتابگردان بود (شکل ۶). این کاهش در اثر بقایای حاصل از مرحله رشد رویشی نسبت به سایر مراحل

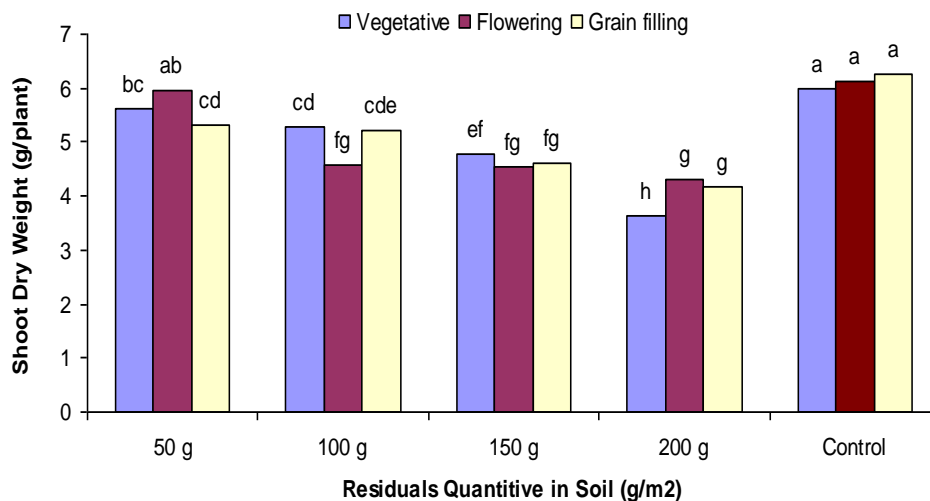


شکل ۶- اثر مقادیر بقایای حاصل از اندام‌های مختلف آفتابگردان بر وزن خشک اندام هوایی تاج‌خروس.

Figure 6- Effect of different organs of sunflower residuals quantities on red root pigweed shoot dry weight.

میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی دار ندارند.

Means with at least one similar letter are non significantly different at the 5% level of probability



شکل ۷- اثر مقادیر بقایای حاصل از مراحل مختلف رشدی آفتابگردان بر خشک اندام هوایی تاج‌خروس.

Figure 7- Effect of sunflower residuals quantities in different growth stages on red root pigweed shoot dry weight.

میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی دار ندارند.

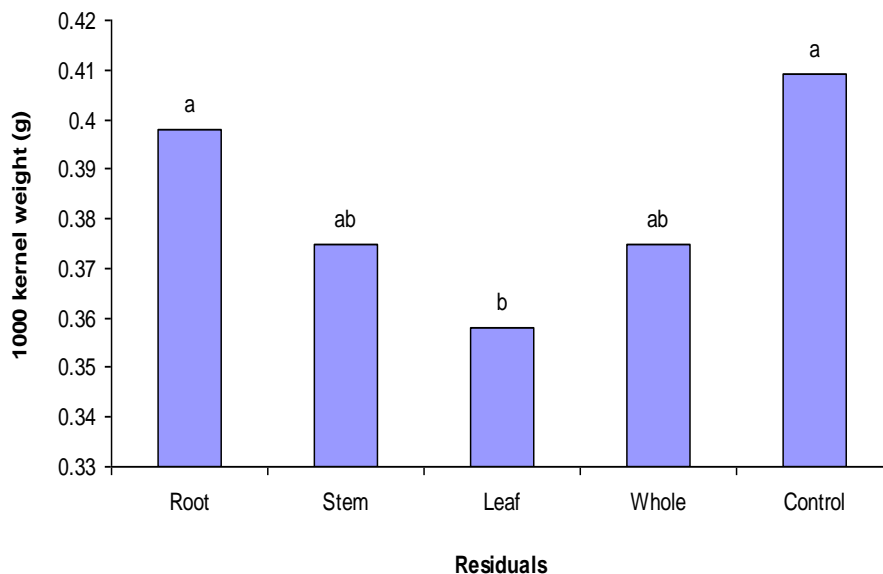
Means with at least one similar letter are non significantly different at the 5% level of probability

چرخه‌ای و غیرچرخه‌ای و چه به‌طور غیر مستقیم در اثر بسته شدن روزنه‌ها تحت تاثیر ترکیبات آللوپاتیک ایجاد می‌گردد (De Neergard & Porter, 2000). اسیدهای فنولیک که از مهم‌ترین ترکیبات آللوپاتیک این علف‌هرز می‌باشد که می‌تواند با کاستن از رشد ریشه‌ها، منجر به کاهش جذب مواد معدنی و انتقال مواد غذایی از ریشه‌ها به دیگر بخش‌های گیاه گردد (Costea *et al.*, 2003).

وزن هزار دانه تاج‌خروس نیز تحت تاثیر نوع بقایای آفتابگردان به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. در شرایط شاهد وزن هزار دانه تاج‌خروس ۰/۴۰۹ گرم بود که با اضافه شدن بقایای ریشه، ساقه، برگ و کل اندام‌های آفتابگردان به خاک، این میزان به ترتیب به ۰/۳۹۸، ۰/۳۷۵، ۰/۳۵۸ و ۰/۳۷۵ گرم رسید. کاهش وزن هزار دانه در اثر تیمار بقایای برگ معنی‌دار بود (جدول ۲). میزان این کاهش معادل ۱۲/۴۷ درصد بود (شکل ۸). این میزان کاهش کمترین اثر کاهشی ناشی از افزودن بقایای برگی آفتابگردان در بین صفات مورد بررسی بود. بدین ترتیب وزن هزار دانه صفتی است که چندان تحت تاثیر اثرات آللوپاتیک بقایای این گیاه قرار نمی‌گیرد.

کاهش بیوماس تاج‌خروس با مخلوط کردن ۸۰ گرم از بقایای خشک شده بخش هوایی آفتابگردان در هر متر مربع توسط اوهنو و همکاران (Ohno *et al.*, 2001) گزارش شده است. عواملی که در این مراحل می‌تواند باعث کاهش وزن خشک بخش هوایی گردد، کاهش جذب مواد مورد نیاز از ریشه و برگ برای فتوسنتز و همچنین کاهش میزان فتوسنتز می‌باشد. این امر می‌تواند در اثر تداخل ترکیبات آللوپاتیک در تقسیم سلولی و سنتز پروتئین‌ها و هورمون‌ها که در نهایت باعث کاهش رشد در سلول‌ها می‌شود، ایجاد گردد (El-Khatib *et al.*, 2004). در اثر اسیدهای فنولیک که مهم‌ترین گروه از ترکیبات آللوپاتیک این سه علف‌هرز هستند، میزان مبادله‌ی CO₂ کاهش می‌یابد که می‌تواند باعث کاهش وزن خشک گیاهان گردد (Colpas *et al.*, 2003).

فتوسنتز مهم‌ترین عاملی است که باعث افزایش میزان تجمع ماده‌ی خشک (تولید کربوهیدرات) در گیاهان می‌گردد (El-Khawas & Shehala, 2005). کاهش در میزان فتوسنتز چه به‌طور مستقیم از طریق کاهش در میزان کلروفیل و تغییر شکل آنها و تداخل در انتقال جفت الکترون‌ها و فتوفسفریلاسیون



شکل ۸- اثر مقادیر بقایای حاصل از اندام‌های مختلف آفتابگردان بر وزن هزار دانه تاج‌خروس.

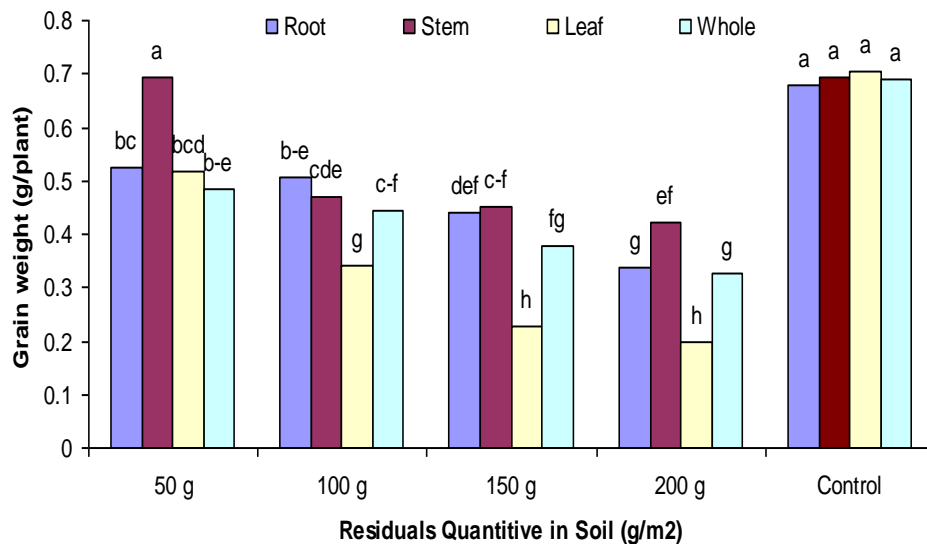
Figure 8- Effect of sunflower different organs residuals on red root pigweed 1000 seed weight.

میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

Means with at least one similar letter are non significantly different at the 5% level of probability

اندام‌های هوایی آفتابگردان به میزان ۵۰ گرم در متر مربع از خاک به ترتیب به ۰/۵۲۶، ۰/۵۱۹ و ۰/۴۸۶ گرم رسید (شکل ۹).

میزان تولید بذر تاج‌خروس در شرایط شاهد معادل ۰/۶۹۳ گرم در هر بوته بود. این مقدار تولید بذر در بوته بر اثر اضافه شدن میزان بقایای ریشه، برگ و کل



شکل ۹- اثر مقادیر بقایای حاصل از اندام‌های مختلف آفتابگردان بر میزان تولید بذر تاج‌خروس.

Figure 9- Effect of different organs of sunflower residuals quantities on red root pigweed seed production.

میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی دار ندارند.

Means with at least one similar letter are non significantly different at the 5% level of probability

کاهش جمعیت علف‌های هرز مزارع توسط بقایای خرد شده آفتابگردان به میزان ۵۰ درصد و بقایای پودر شده برگ به میزان ۷۵ درصد توسط موریس و پاریش (Morris & Parrish, 1992)، کاهش ۴۰ تا ۸۳ درصد جمعیت *Phalaris minor* با استفاده از بقایای اندام‌های مختلف آفتابگردان به میزان ۲۰۰ گرم در متر مربع توسط اوم و همکاران (Om et al., 2002) گزارش شده است.

بر اساس نتایج حاصله، بقایای برگ آفتابگردان در بالاترین مقدار اضافه شده به خاک (۲۰۰ گرم بر متر مربع)، بیشترین اثر منفی بر صفات مورد بررسی را داشته است، کاهش رشد رویشی و تجمع ماده خشک تا ۶۰ درصد شرایط شاهد، زمینه‌ی کاهش رقابت علف‌هرز و گیاه زراعی و کاهش تولید بذر تاج‌خروس تا ۷۰ درصد زمینه‌ی کاهش ذخایر بذر این علف هرز بسیار مهم را در خاک برای سال‌های بعدی فراهم می‌کند.

تغییر حاصله ناشی از بقایای ساقه آفتابگردان بر تولید بذر معنی‌دار نبود. افزایش مقدار بقایای اضافه شده به ۱۰۰ تا ۲۰۰ گرم در هر متر مربع خاک اثرات معنی‌دار قابل توجهی بر تولید بذر تاج‌خروس نسبت به شرایط شاهد داشت. با اضافه شدن ۱۰۰ گرم بقایای ریشه، ساقه، برگ و کل اندام‌های آفتابگردان این کاهش به ترتیب ۲۶/۹۸، ۳۲/۰۳، ۵۰/۹۸ و ۳۶/۱۲ درصد بود. این کاهش در اضافه شدن مقدار ۱۵۰ گرم بقایای ریشه، ساقه، برگ و کل اندام‌های آفتابگردان به ترتیب ۳۶/۶۵، ۳۴/۷۸، ۶۷/۱۰ و ۴۵/۲۵ درصد بود. با اضافه شدن ۲۰۰ گرم بقایای ریشه، ساقه، برگ و کل اندام‌های آفتابگردان به خاک به ترتیب ۵۱/۵۲، ۳۹/۳۷، ۷۱/۴۹ و ۵۲/۹۰ درصد بود. بدین ترتیب با افزایش مقدار بقایای اضافه شده هر بخش از گیاه آفتابگردان به خاک کاهش تولید بذر تاج‌خروس نسبت به شاهد کاهش یافت. بدین ترتیب بیشترین کاهش ایجاد شده در تولید بذر ناشی از بقایای اندام هوایی و برگ بود (شکل ۹).

نتیجه‌گیری

ویژه برگ‌های این گیاه در مزارع آلوده به گیاه تاج-خروس، رشد و تجمع ماده خشک این گیاه هرز را کاهش می‌دهد و با کاهش تولید بذر آن، در افت ذخایر بانک بذری تاج‌خروس در خاک نیز بسیار موثر خواهد بود. از آنجایی که ظرفیت بالای تولید مثل در علف‌های هرز یکی از دلایل موفقیت این گیاهان در رقابت با گیاهان زراعی می‌باشد، لذا این کاهش در میزان تولید بذر تاج‌خروس توسط ترکیبات آللوپاتیک حاصل از بقایای آفتابگردان، تاثیر چشم‌گیری را در سال‌های بعدی روی تداخل تاج‌خروس با گیاهان زراعی خواهد داشت.

نتایج حاصل از این پژوهش بیانگر آن است که بقایای حاصل از اندام‌های هوایی و ریشه‌ی آفتابگردان، رشد تاج‌خروس و تولید بذر آن را تحت تاثیر قرار داد، در کلیه‌ی صفات بررسی شده با افزایش مقدار بقایای اضافه شده به خاک تاثیر منفی آللوپاتی آفتابگردان بر این علف‌هرز بیشتر شد تا حدی که اضافه کردن بقایای حاصل از آفتابگردان، تولید بذر این علف‌هرز را از حداقل ۲۵ درصد تا حداکثر ۷۱ درصد، بسته به نوع اندام و میزان بقایا کاهش داد، بدین ترتیب باقی ماندن بقایای قابل توجه آفتابگردان به-

References

- Adair, E.C. 1999. **Allelopathic Inhibition of the Nitrogen Cycle by Monoterpenes**. Colorado State University, Fort Collins, Colorado. 89 pp.
- Anjum, T. and Bajwa, R. 2005. A bioactive annuionone one from sunflower leaves. **Phytochemistry**. 66(16): 1919–1921.
- Anjum, T. and Bajwa, R. 2007 (a). Field appraisal of herbicide potential of sunflower leaf extract against *Rumex dentatus*. **Field Crop Res.** 100: 139–142.
- Anjum, T. and Bajwa, R. 2007 (b). The effect of sunflower leaf extracts on *Chenopodium album* in wheat fields in Pakistan. **Crop Prot.** 26: 1390–1394.
- Casas, L., Mantell, C., Rodriguez, M., Torres, A., Macias, F.A. and Ossa, E.M. 2009. Extraction of natural compounds with biological activity from sunflower leaves using supercritical carbon dioxide. **Chemical Engin. J.** 152: 301–306.
- Chon, S.U., Jang, H.G., Kim, D.K., Kim, Y.M., Boo, H.O. and Kim, Y.J. 2005. Allelopathic potential in lettuce (*Lactuca sativa* L.) plants. **Scientia Horticulturae**. 106: 309-17.
- Colpas, F.T., Ohno, E.O., Rodrigues J.D. and Pass, J.D.D.S. 2003. Effects of some phenolic compounds on soybean seed germination and on seed-borne fungi. **Brazilian Biology and Technology**. 46(2):289-296.
- Costea, M., Weaver, S.E. and Tardif, F.J. 2003. The biology of Canadian weeds. **Canadian Journal of Plant Science**. 84:631-668.
- De Neergard, A. and Porter, J. 2000. **Allelopathy**. Department of Plant Pathology, Physiology and Weed Science. http://www.kursus.kvl.dk/shares/ea/03Projects/32gamle/_Project%20files/allelopathy.
- El-Khatib, A.A., Hegazy, A.K. and Gala, H.K. 2004. Does allelopathy have a role in the ecology of *Chenopodium murale*?. **Ann. Bot. Fenn.** 41: 37-45.
- El-Khawas, S.A. and Shehala, M.M. 2005. The allelopathic potentialities of *Acacia nilotica* and *Eucalyptus prostrate* on monocot (*Zea mays* L.) and dicot (*Phaseolus vulgaris* L.) plants. **Biotechnol.** 4(1): 23-34.
- Inderjit, W.J. and Duke, S.O. 2003. Ecophysiological aspects of allelopathy. **Planta**. 217(4): 125-132.
- James, W., Steinsiek, A., Lawrence, B., Oliver, R. and Fred Collings, C. 2005. Allelopathic potential of wheat (*Triticum aestivum*) straw on selected weed species. **Weed Sci.** 70(3): 213-218.

- Mallik, A. 2005. Allelopathy, challenges and opportunities. Fourth World Congress in Allelopathy. 6-9 Sep. Australia. 264p.
- Morris, P. J. and Parrish, D. J. 1992. Effects of sunflower next term residues and tillage on winter wheat. **Field Crop Res.** 29 (4): 317-327.
- Ohno, S., Yokotani, K., Kosemura, S., Node, M., Suzuki, T., Amano, M., Yasui, K., Goto, T., Yamamura, S. and Hasegawa, K. 2001. A species- selective allelopathic substance from germinating sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds. **Phytochemistry.** 56: 577-581.
- Om, H., Dhiman, S.D., Kumar, S. and Kumar, H. 2002. Allelopathic response of *Phalaris minor* to crop and weed plants in rice-wheat system. **Crop Prot.** 21: 699-705.
- Patterson, D.T. 1976. C₄ Photosynthesis in smooth pigweed. **Weed Sci.** 24:127-130.
- Roy, A., Biswas, B., Senb, P.K. and Venkateswaran, R.V. 2007. Total synthesis of heliannuol B, an allelochemical from *Helianthus annuus.*, **Tetrahedron Lett.** 48: 6933-6936.
- Takikawa, H., Hirooka, M. and Sasaki, M. 2003. The first synthesis of (±)-brevione B, an allelopathic agent isolated from *Penicillium* sp. **Tetrahedron Letters.** 44: 5235-5238.
- Vyvyan, J.R. and Looper, R.E. 2000. Total synthesis of heliannuol D, an allelochemical from *Helianthus annuus.* **Tetrahedron Lett.** 41: 1151-1154.
- Weaver, S.E. 2001. The biology of Canadian weeds. *Amaranthus retroflexus* L.A. **Can. J. Plant Sci.** 60:1215-1234.
- Xuan, T.D., Shinkichi, T., Khanh, T.D. and Min, C.I. 2005. Biological control of weeds and plant pathogens in paddy rice by exploiting plant allelopathy: an overview. **Crop Prot.** 24: 197-206
- Yang, C.M., Lee, C.N. and Chou, C.H. 2002. The biology of Canadian weeds. 130. *Amaranthus retroflexus* L., *A. powelli*. Swatson and *A. hybridus* L. **Can. J. Plant Sci.** 84:631-668.
- Yarnia, M. 2013. Germination, growth and seed bank of red-root pigweed (*Amaranthus retroflexus*) as influenced by allelopathic extract and residues of alfalfa. **Res. Crops.** 13 (3): 1057-1063

Allelopathic effect of sunflower (*Helianthus annuus* L.) residuals on dry matter accumulation and seed production in redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.)

Mehrdad Yarnia^{1*}

1-Associate Prof. Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz. Iran.

*Corresponding author: Yarnia@iaut.ac.ir

Received: 2013.04.10

Accepted: 2014.07.21

Abstract

Because of prevalence and importance of redroot pigweed as weed in most fields, a factorial experiment in three replication was conducted to evaluate the effect of residual of different parts in growth stages and different level of sunflower on pigweed in field of Agricultural Faculty of Islamic Azad University, Tabriz Branch during 2008-2009. Treatments were residual of different parts of sunflower in four levels (root, stem, leaf and whole plant) and amount of residuals of sunflower in five levels (residual as 0, 50, 100, 150 and 200 g/m²) and residual of different growth stages of sunflower in three levels including vegetative, inflorescence and seed filling. The results indicate that the effect of residual of different parts of sunflower decreased significantly leaf area, leaf, stem and shoot dry weight, 1000 seed weight and seed production of redroot pigweed. Increasing sunflower residuals in soil decreased all characters of pigweed. Decreasing leaf area, leaf and stem dry weight, 1000 seed weight and seed production of redroot pigweed by adding 200 g/m² reduced as 54.29, 64.33, 58.14, 50.98 and 71.49% respectively, in comparing with control. So, leaf dry weight and seed production of redroot pigweed were the most susceptible attributes of pigweed. Seed bank of pigweed decreased from 24 to 71%. Residuals of sunflower leaf in vegetative stage had the highest reduction effect on most attributes and especially on soil seed bank.

Keywords: Allelopathy, Extract, Pigweed, Residuals, Seed bank, Sunflower.