نشریه پژوهشهای زراعی ایران
جلد ۸، شماره۴ ، مهر - آبان ۱۳۸۹، ص ۵۷۶-۵۶۹

Iranian Journal of Field Crops Research
Vol. 8, No. 4, Sep. – Oct. 2010, p. 569-576

اثرات خودمسمومی کلزا (*Brassica napus*) روی خصوصیات جوانه‌زنی و گیاهچه‌های دو واریتهٔ کلزا

فرزاد مندنی [۱*]- گودرز احمدوند[۲]- فرید گلزردی[۳]- وحید سرابی [٤]- سید مهدی نیرومند[٥]

تاریخ دریافت ۸۷/۹/۱۷
تاریخ پذیرش ۸۸/۱۰/۲۲

چکیده

خودمسمومی به اثرات زیانبار یک گونه روی خودش، از طریق تولید و رهاسازی مواد شیمیایی مختلف اطلاق می‌شود. به منظور تعیین اثرات خودمسمومی عصارهٔ آبی بقایای گیاهی کلزا روی خصوصیات جوانه‌زنی و رویش ۲ واریتهٔ اِلایت و گل زرد، ۲ آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایهٔ کاملاً تصادفی با ۳ تکرار بطور جداگانه اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سطوح مختلف عصارهٔ بخش‌های مختلف کلزا (اندام هوایی، ریشه و مخلوط اندام هوایی و ریشه) و غلظتهای ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد عصاره بود. واحدهای آزمایشی شامل پتری دیش‌هایی به قطر ۹ و عمق ۳ سانتی متر بودند. به منظور محاسبهٔ خصوصیات جوانه‌زنی در انتهای دورهٔ جوانه‌زنی، درصد بازدارندگی از جوانه‌زنی، وزن خشک ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، طول ریشه‌چه و وزن خشک کل گیاهچه طبق دستورالعمل ایستا برای هر گیاه زراعی جداگانه محاسبه شد. نتایج آزمایش نشان داد که عصارهٔ آبی بقایای گیاهی کلزا روی خصوصیات جوانه‌زنی واریته‌های مذکور دارای اثرات خودمسمومی متفاوتی بود. افزایش غلظت عصاره به ترتیب باعث افزایش درصد باز دارندگی از جوانه‌زنی (۲۹/۶ و ۳۳/۹) و کاهش طول ریشه‌چه (۶۳/۳ و ۷۳/۸) و ساقه‌چه (۵۲/۲ و ۷۶/۶)، وزن خشک ریشه‌چه (۳۲/۶ و ۶۴/۹) و ساقه‌چه (۵۹/۱ و ۴۳/۶) و وزن خشک کل (۴۲/۱ و ۵۵/۵) گیاهچهٔ واریتهٔ الایت و گل زرد شد. به استثنای وزن خشک ساقه‌چه در سایر صفات مورد بررسی واریتهٔ گل زرد نسبت به اِلایت در مجاور عصارهٔ کلزا حساسیت بیشتری از خود نشان داد. شدیدترین اثرات خودمسمومی به عصارهٔ ریشه و ضعیف‌ترین آن به اندام هوایی کلزا مربوط بود.

واژه‌های کلیدی: خودمسمومی، کلزا، خصوصیات جوانه‌زنی

مقدمه

از جمله اهداف کشاورزی پایدار، حفاظت طولانی مدت از منابع طبیعی و تولید محصولات زراعی با حداقل خسارت به محیط زیست می‌باشد. تولید رضایت بخش محصولات زراعی با حداقل وابستگی به نهاده‌های خارجی (کودها و آفتکش‌ها)، منجر به پایداری بیشتر در بوم نظام‌های زراعی می‌شود. تحقیقات نشان می‌دهند که با استفاده از روابط دگرآسیبی موجود بین گیاهان، می‌توان به این اهداف دست یافت. از این رو در آینده استفاده از دگرآسیبی می‌تواند یک راهکار اساسی در طراحی بوم نظام‌های کشاورزی پایدار محسوب شود (۲۹). دگرآسیبی به اثرات زیانبار مستقیم یا غیر مستقیم یک گیاه به گیاه دیگر از طریق تولید و رهاسازی مواد شیمیایی مختلف اطلاق می‌شود (۹، ۱۶، ۳۰ و ۳۵). این مواد شیمیایی جزء متابولیت‌های ثانویهٔ گیاهی بوده و بسته به نوع گونهٔ گیاهی و واکنشهای بیوشیمیایی مختلف دارای اثرات متفاوتی می‌باشند (۱). در برخی از گیاهان این مواد در اندامهایی نظیر ریشه، برگ، ساقه، گل و میوه یافت می‌شوند. مواد دگرآسیب در شرایط خاصی به محیط تراوش می‌شوند و می‌توانند روی جوانه‌زنی، رشد ریشه‌چه و ساقه‌چهٔ گیاهان هدف و تعداد میکروارگانیسم‌های خاک اثر گذار باشند (۲۸).

دگرآسیبی یکی از روابط گیاهی در بوم نظام‌های زراعی محسوب می‌شود که از آن می‌توان برای کنترل علف‌های هرز در تناوب محصولات زراعی استفاده کرد، اما باید به این موضوع توجه داشت که

۱و ۴- به ترتیب دانشجویان دکتری گروه زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: fa_mo300@stu-mail.um.ac.ir)
۲- استادیار گروه زراعت دانشگاه بوعلی سینا همدان
۳- دانشجوی دکتری اکولوژی کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج و عضو باشگاه پژوهشگران جوان واحد کرج
۵-دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی مازندران

دگرآسیبی ممکن است روی رشد و عملکرد گیاهان زراعی نیز اثرات منفی داشته باشد. به همین دلیل، در انتخاب نوع گیاهانی که در تناوب زراعی قرار می‌گیرند، باید نقش دگرآسیبی را منظور نمود. بسیاری از گیاهان زراعی دگرآسیب بوده و ترشحات ناشی از بافتهای زنده یا تجزیه بقایای گیاهی آنها می‌تواند زندگی گیاهان مجاور را تحت تأثیر قرار دهد (۳، ۸، ۱۲، ۱۴، ۱۷، ۲۱ و ۳۶). تاکنون تحقیقات وسیعی در زمینهٔ اثرات دگرآسیبی محصولات زراعی بدست آمده است که نتایج این تحقیقات نشان دهندهٔ اثرات منفی گیاهان زراعی روی علف‌های هرز (۱۱، ۲۰ و ۳۴) و سایر گیاهان زراعی (۴ و ۲۷) است.

تحقیقات نشان می‌دهند که گیاهان خانوادهٔ شب‌بو[1] دارای نوعی پتانسیل بازدارندگی روی جوانه‌زنی بذور و رشد گیاهچه‌های علف‌های هرز می‌باشند که می‌توان از آن به طور موفقیت آمیزی جهت مبارزه با علف‌های هرز استفاده کرد (۲۲). از جمله گیاهان این خانواده می‌توان به کلزا اشاره کرد که علاوه بر استفاده‌های غذایی و دارویی، به عنوان پالایش دهندهٔ خاک و کاهندهٔ بیماری‌های خاکزاد از آن یاد می‌شود، زیرا از طریق کاهش جمعیت حشرات و میکروارگانیزم‌های خاک و کنترل علف‌های هرز، محیط رشد مناسبی را برای گیاهان ایجاد می‌کند (۷ و ۲۶). کلزا دارای سیستم دفاعی گلوکوزینولات – میروزیناز است که نوعی سیستم دگرآسیب فعال محسوب می‌شود. گلوکوزینولات‌ها گروهی از متابولیت‌های ثانویه هستند که در شرایط خاصی نظیر صدمات مکانیکی، جراحت، حملهٔ حشرات و در نهایت تخریب سلولی از واکوئل‌ها آزاد شده و به مواد بازدارندهٔ فعال تبدیل می‌شوند (۶). تحقیقات نشان می‌دهند که می‌توان از بقایای گیاهی کلزا جهت مبارزه با علف‌های هرز در سیستم‌های زراعی استفاده کرد (۱۳ و ۲۵). همچنین برخی دیگر از آزمایشات انجام شده نیز نشان دهندهٔ اثرات دگرآسیبی کلزا بر گیاهان زراعی دیگر می‌باشند. موير و هانگ (۱۹) دریافتند که عصارهٔ آبی کلزا درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چهٔ گیاهچهٔ گندم را نسبت به شاهد آب مقطر کاهش می‌دهد و با افزایش غلظت عصاره این اثر تشدید می‌شود.

دگرآسیبی را از نظر نحوه ایجاد مسمومیت می‌توان به ۲ نوع تقسیم بندی کرد. الف) خود مسمومی[2] یا خود آسیبی[3]: یک نوع درون گونه‌ای دگرآسیبی است که طی این فرآیند یک گیاه با آزاد کردن مواد شیمیایی در محیط، از رشد و جوانه زنی گونه‌های هم نوع خود، جلوگیری می‌کند. ب) دگر مسمومی[4] یا دگرآسیبی[5]: در این حالت، گیاه دهنده و گیاه گیرندهٔ ترکیبات دگرآسیب متعلق به دو گونهٔ مختلف هستند. اما باید به این نکته اشاره کرد که بیشتر تحقیقات دگرآسیبی در زمینهٔ اثرات یک گونه بر گونهٔ دیگر صورت گرفته است و به همین دلیل در ارتباط با اثر یک گونه بر افراد گونهٔ خود یا یک گیاه بر گیاهان مشابهٔ خود تحقیقات کمی انجام شده است به همین دلیل در اکثر منابع وقتی صحبت از دگرآسیبی به میان می‌آید بیشتر هدف همان اثرات یگ گونه بر گونه‌های دیگر می‌باشد. بیشتر مثال‌ها در زمینهٔ اثرات خودمسمومی را می‌توان در گیاهان چندساله‌ای همچون درختان کاج و چندساله‌های علفی همچون چچم و یونجه مشاهده کرد. که این موضوع به علت استقرار طولانی مدت این گیاهان قطعی زمین مشخص می‌باشد. بنابراین به نظر می‌رسد آزاد سازی ترکیات ثانویه و ماندگاری آنها در طولاتی مدت در فضای اطراف این گیاهان، منجر به ایجاد اثرات خودمسمومی روی بوته‌های در حال استقرار از همان گیاهان می‌شود. ولی این پدیده در گیاهان یکساله کمتر مشاهده شده است. بنابراین با توجه به وجود ترکیبات ثانویه در گیاهان خوانوادهٔ شب بو که قبلاً به آن اشاره شد و با توجه به اینکه تاکنون در مورد اثرات خودمسمومی کلزا تحقیقی گزارش نشده است، بنابراین این آزمایش با هدف تعیین اثرات خودمسمومی کلزا روی خصوصیات جوانه‌زنی دو واریتهٔ کلزا اجرا شد.

مواد و روش ها

آزمایش در سال ۱۳۸۵ در دانشکدهٔ کشاورزی همدان اجرا شد. به منظور تهیهٔ عصارهٔ آبی گیاه کلزا (واریتهٔ اِلایت)، بقایای گیاهی در زمان برداشت محصول از مزارع اطراف شهرستان همدان جمع آوری و بعد از تفکیک به اندامهای هوایی، زیرزمینی و مخلوط این دو (به نسبت برابر) در دمای ۶۷ درجهٔ سانتیگراد خشک شدند. برای تهیهٔ عصاره، در ابتدا قسمت‌های مختلف کلزا به قطعات ریزتر آسیاب شدند و سپس به ازاء هر ۵ گرم بقایای گیاهی، ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر اضافه شد و در دمای اتاق به مدت ۲۴ ساعت روی دستگاه همزن (استیر) با سرعت ۲۰۰ دور در دقیقه قرار داده شدند. عصارهٔ آبی گیاه کلزا بعد از گذشتن از ۴ لایه کاغذ صافی واتمن شمارهٔ یک، به مدت ۳۰ دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد و از یک لایه کاغذ صافی واتمن شمارهٔ یک عبور داده شده و سپس در دمای یخچال نگه‌داری شد. برای تهیهٔ غلظتهای ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد، عصارهٔ قسمتهای مختلف کلزا با آب مقطر به حجم رسانده شد.

به منظور تعیین اثرات دگرآسیبی عصارهٔ آبی بقایای گیاهی واریته الایت کلزا روی واریته‌های اِلایت و گل زرد، بذور واریته‌های مذکور از بخش اصلاح بذر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان تهیه شدند و سپس از ۲ آزمایش فاکتوریل جداگانه در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار و ۱۵ تیمار در راستای دستیابی به اهداف این تحقیق استفاده شد. تیمارهای آزمایشی شامل عصارهٔ بخشهای

1 - Brassicaceae
2 - Autotoxicity
3 - Autopathy
4 - Heterotoxicity
5 - Heteopathy

مختلف کلزا (اندام هوایی، ریشه و مخلوط اندام هوایی و ریشه) و غلظتهای ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد عصاره بودند. واحدهای آزمایشی شامل پتری دیش‌هایی به قطر ۹ و عمق ۳ سانتی متر بودند. برای جلوگیری از رشد و فعالیت میکروب‌های مختلف، بذور و ظروف آزمایشی ضد عفونی شدند و در هر پتری ۲۵ عدد بذر روی دو لایه کاغذ صافی قرار داده شد و سپس به هر واحد آزمایش ۱۰ میلی لیتر عصاره اضافه شد. پتری‌ها در اتاقک رشد در تاریکی مطلق و در دمای ۳۰ و ۱۸ درجهٔ سانتیگراد روز و شب قرار داده شدند. برای جلوگیری از تبخیر و تغییر در غلظت عصاره‌های مختلف کلزا درب پتری‌ها بسته شد. شمارش و هوادهی جوانه‌ها طبق دستورالعمل ایستا[1] بصورت روزانه انجام گرفت. شمارش نهایی جوانه‌ها و اندازه‌گیری طول و وزن تر و خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه نیز طبق دستورالعمل ایستا برای هر نوع بذر جداگانه صورت گرفت. برای بدست آوردن وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، نمونه‌ها پس از تفکیک در دمای ۶۰ درجهٔ سانتیگراد به مدت ۴ ساعت خشک و سپس توزین شدند. برای بدست آوردن درصد بازدارندگی از جوانه‌زنی از معادلهٔ (۱) استفاده شد (۱۰).

$$IP\ (\%) = [(Control - Extracts) / Control] \times 100 \qquad (۱)$$

که در این معادله IP، درصد بازدارندگی جوانه‌زنی، Control، تعداد بذور جوانه‌زده در تیمار شاهد آب مقطر و Extracts، تعداد بذور جوانه‌زده در تیمارهای عصارهٔ قسمت‌های مختلف کلزا می‌باشد. برای تجزیه و تحلیل‌های آماری از نرم افزارهای Excel و SAS و برای مقایسهٔ میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

نتایج

درصد بازدارندگی از جوانه‌زنی

درصد بازدارندگی از جوانه‌زنی واریته‌های کلزا (اِلایت و گل زرد) به طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) تحت تأثیر اثرات خودمسمومی عصارهٔ آبی بقایای گیاهی کلزا (واریتهٔ اِلایت) قرار گرفت (جداول ۱ و ۲). بیشترین اثر بازدارندگی در هر دو واریته به عصارهٔ ریشه و کمترین آن به عصارهٔ اندام هوایی کلزا مربوط بوده است. افزایش غلظت عصاره منجر به کاهش درصد جوانه‌زنی هر دو واریتهٔ شد، به گونه‌ای که با افزایش غلظت، درصد بازدارندگی از جوانه‌زنی در واریتهٔ اِلایت و گل زرد به ترتیب ۲۹/۵۹ و ۳۳/۸۸ درصد افزایش یافت (جداول ۱ و ۲). اثر متقابل نوع و غلظت عصارهٔ کلزا بر درصد بازدارندگی از جوانه‌زنی هر دو واریته معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) نبود (جداول ۱ و ۲).

طول ریشه‌چه

در هر دو واریتهٔ اِلایت و گل زرد طول ریشه‌چه به طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) تحت تأثیر اثرات خودمسمومی عصارهٔ آبی بقایای گیاهی کلزا قرار گرفت (جداول ۳ و ۴). در هر دو واریته کمترین طول ریشه‌چه به عصارهٔ آبدار ریشه (اِلایت ۶/۹۷ و گل زرد ۴/۸۰) و بیشترین آن به عصارهٔ آبدار اندام هوایی کلزا (اِلایت ۸/۰۶ و گل زرد ۵/۸۵) مربوط بود (جداول ۳ و ۴).

جدول ۱- اثر نوع و غلظت عصارهٔ آبی بقایای گیاهی کلزا و اثر متقابل آنها بر درصد بازدارندگی رقم اِلایت

نوع عصاره	غلظت عصاره (٪)								میانگین	
	۲۵		۵۰		۷۵		۱۰۰			
اندام هوایی	۹/۵۷	c	۱۰/۲۶	c	۹/۹۱	c	۱۱/۷۹	c	۸/۳۰	b
ریشه	۱۱/۵۹	c	۲۳/۳۳	bc	۳۲/۵۴	b	۵۱/۲۷	a	۲۳/۷۵	a
اندام هوایی + ریشه	۹/۵۲	c	۱۶/۳۵	c	۲۱/۲۷	bc	۲۵/۷۱	bc	۱۴/۵۷	b
میانگین	۱۰/۲۳	c	۱۶/۶۵	bc	۲۱/۲۴	ab	۲۹/۵۹	a		

* مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (P=0.05) انجام شده است. در مورد اثرات اصلی و متقابل میانگین‌های با حروف مشابه در هر ردیف و ستون اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول۲- اثر نوع و غلظت عصارهٔ آبی بقایای گیاهی کلزا و اثر متقابل آنها بردرصد بازدارندگی رقم گل زرد

نوع عصاره	غلظت عصاره (٪)								میانگین	
	۲۵		۵۰		۷۵		۱۰۰			
اندام هوایی	۹/۰۵	d	۱۱/۴۳	d	۱۴/۸۱	d	۲۲/۲۸	bcd	۱۱/۵۱	b
ریشه	۱۴/۲۹	d	۱۹/۰۵	bcd	۳۳/۳۳	ab	۴۷/۶۱	a	۲۲/۵۶	a
اندام هوایی + ریشه	۱۱/۱۱	e	۱۵/۸۷	cd	۲۵/۲۴	bc	۳۱/۷۵	bc	۱۶/۸۰	ab
میانگین	۱۱/۴۹	c	۱۵/۴۵	c	۲۴/۴۶	b	۳۳/۸۸	a		

* مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (P=0.05) انجام شده است. در مورد اثرات اصلی و متقابل میانگین‌های با حروف مشابه در هر ردیف و ستون اختلاف معنی‌داری ندارند.

1- ISTA= International Seed Testing Association

تأثیر نوع عصارهٔ واریتهٔ الایت بر طول ریشه‌چهٔ الایت بـر خـلاف گل زرد معنی دار نبود. با افـزایش غلظـت عصـارهٔ آبـی بخـش‌هـای مختلف بقایای گیاهی کلـزا طـول ریشـه‌چـه در هـر دو واریتـهٔ مـورد بررسی کاهش یافت. افزایش غلظت عصاره از صفر به صد درصـد بـه ترتیب منجر بـه کـاهش ۶۳/۳ و ۷۳/۸ درصـدی طـول ریشـه‌چـه در واریتهٔ اِلایت و گل زرد شد (جداول ۳ و ۴). اثر متقابل نـوع و غلظـت عصارهٔ کلزا بر طول ریشه‌چـهٔ هـر واریتـه معنـی‌دار (P< ۰/۰۵)نبـود (جداول ۳ و ۴).

طول ساقه‌چه

طول ساقه‌چهٔ واریته‌های کلزا (اِلایت و گل زرد) بـه طـور معنـی-داری (P<۰/۰۵) تحت تأثیر اثرات خودمسمومی عصـارهٔ آبـی بقایـای گیاهی کلزا (واریتهٔ اِلایت) قرار گرفت (جداول ۵ و ۶). در هر دو واریته کمترین طول ساقه‌چه به عصارهٔ آبدار ریشه (اِلایـت ۴/۶۲ و گـل زرد ۲/۶۶) و بیشترین آن به عصارهٔ آبدار اندام هوایی کلـزا (اِلایـت ۵/۵ و گل زرد ۳/۲۵) مربوط بود (جداول ۵ و ۶). تـأثیر نـوع عصـارهٔ واریتـهٔ الایت بر طول ساقه‌چهٔ گل زرد بر خـلاف الایـت معنـی دار نبـود. بـا افزایش غلظت عصارهٔ آبی بخش‌های مختلف بقایای گیاهی کلزا طول ساقه‌چه در هر دو واریتهٔ مورد بررسی کاهش یافـت. افـزایش غلظـت عصاره از صفر به صد درصد به ترتیب منجر به کـاهش ۵۲/۲ و ۷۶/۶ درصدی طول ساقه‌چه در واریتهٔ اِلایت و گل زرد شد (جـدول ۵ و ۶). اثر متقابل نوع و غلظت عصارهٔ کلـزا بـر طـول سـاقه‌چـهٔ هـر واریتـه معنی‌دار (P< ۰/۰۵) نبود (جداول ۵ و۶).

جدول ۳- اثر نوع و غلظت عصارهٔ آبی بقایای گیاهی کلزا و اثر متقابل آنها بر طول ریشه چه رقم اِلایت

نوع عصاره	غلظت عصاره (٪)										میانگین	
	۰		۲۵		۵۰		۷۵		۱۰۰			
اندام هوایی	۱۰/۹۵	a	۱۰/۹۶	a	۸/۲۵	abcd	۵/۱۲	def	۵/۰۰	def	۸/۰۶	a
ریشه	۱۰/۰۴	ab	۸/۹۲	abcd	۷/۳۳	abcde	۶/۲۹	f	۲/۲۹	f	۶/۹۷	a
اندام هوایی + ریشه	۱۰/۱۷	ab	۱۰/۰۰	ab	۹/۴۶	abc	۵/۸۸	cdef	۴/۱۲	ef	۷/۹۲	a
میانگین	۱۰/۳۹	a	۹/۹۶	a	۸/۳۵	a	۵/۷۵	b	۳/۸۱	b		

* مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (P=0.05) انجام شده است. در مورد اثرات اصلی و متقابل میانگین‌های با حروف مشابه در هر ردیف و ستون اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول٤- اثر نوع و غلظت عصارهٔ آبی بقایای گیاهی کلزا و اثر متقابل آنها بر طول ریشه چه رقم گل زرد

نوع عصاره	غلظت عصاره (٪)										میانگین	
	۰		۲۵		۵۰		۷۵		۱۰۰			
اندام هوایی	۹/۶۷	a	۷/۲۱	bc	۵/۰۴	cdef	۴/۱۷	defg	۳/۱۷	fgh	۵/۸۵	a
ریشه	۹/۵۹	a	۶/۱۲	cd	۳/۶۷	efgh	۳/۰۸	fg	۱/۵۴	h	۴/۸۰	b
اندام هوایی + ریشه	۸/۷۱	ab	۵/۶۷	cde	۵/۳۷	cdef	۴/۰۲	defg	۲/۶۲	gh	۵/۲۸	ab
میانگین	۹/۳۲	a	۶/۳۳	b	۴/۶۹	c	۳/۷۶	c	۲/۴۴	d		

* مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (P=0.05) انجام شده است. در مورد اثرات اصلی و متقابل میانگین‌های با حروف مشابه در هر ردیف و ستون اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۵- اثر نوع و غلظت عصارهٔ آبی بقایای گیاهی کلزا و اثر متقابل آنها بر طول ساقه چه رقم اِلایت

نوع عصاره	غلظت عصاره (٪)										میانگین	
	۰		۲۵		۵۰		۷۵		۱۰۰			
اندام هوایی	۷/۲۱	a	۶/۳۳	ab	۶/۴۲	ab	۵/۳۷	abc	۴/۷۱	abcd	۶/۰۱	a
ریشه	۷/۰۸	a	۵/۵۷	abc	۴/۶۲	abcd	۳/۳۷	cd	۲/۱۲	d	۴/۶۲	b
اندام هوایی + ریشه	۷/۴۲	a	۶/۱۷	abc	۵/۶۷	abc	۴/۷۱	abcd	۳/۵۴	bcd	۵/۵۰	a
میانگین	۷/۲۴	a	۶/۱۲	ab	۵/۵۷	bc	۴/۴۹	cd	۳/۴۶	d		

* مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (P=0.05) انجام شده است. در مورد اثرات اصلی و متقابل میانگین‌های با حروف مشابه در هر ردیف و ستون اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول٦ - اثر نوع و غلظت عصارهٔ آبی بقایای گیاهی کلزا و اثر متقابل آنها بر طول ساقه چه رقم گل زرد

نوع عصاره	غلظت عصاره (٪)										میانگین	
	۰		۲۵		۵۰		۷۵		۱۰۰			
اندام هوایی	۵/۶۷	a	۴/۴۳	abc	۲/۵۳	de	۲/۰۰	de	۱۶/۳۰	e	۳/۲۵	a
ریشه	۵/۹۳	a	۳/۶۳	bcd	۱/۵۳	e	۱/۱۳	e	۱/۰۷	e	۲/۶۶	a
اندام هوایی + ریشه	۴/۹۳	ab	۲/۹۰	cde	۲/۸۳	cde	۱/۸۰	e	۱/۷۰	e	۲/۷۳	a
میانگین	۵/۵۱	a	۳/۵۶	b	۲/۳۰	c	۱/۶۴	cd	۱/۲۹	d		

* مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (P=0.05) انجام شده است. در مورد اثرات اصلی و متقابل میانگین‌های با حروف مشابه در هر ردیف و ستون اختلاف معنی‌داری ندارند.

وزن خشک کل گیاهچه

وزن خشک کل گیاهچهٔ واریته‌های کلزا اثرات خودمسمومی مختلفی در حضور عصارهٔ آبدار بقایای گیاهی کلزا از خود نشان دادند (جداول ۷ و ۸). در هر دو واریته عصارهٔ آبی ریشه نسبت به اندام هوایی بیشترین اثر خودمسمومی را از خود نشان داد اما، اثرات خودمسمومی عصارهٔ ریشه بر وزن خشک کل گیاهچهٔ واریتهٔ گل زرد معنی‌دار نبود (جداول ۷ و ۸). با افزایش غلظت عصارهٔ آبی بخش‌های مختلف بقایای گیاهی کلزا، وزن خشک کل گیاهچهٔ واریته‌های کلزا کاهش یافت. افزایش غلظت عصاره از صفر به صد درصد به ترتیب منجر به کاهش ۴۱/۹۹ و ۵۵/۴۶ درصدی وزن خشک کل گیاهچه در واریتهٔ اِلایت و گل زرد شد (جداول ۷ و ۸). اثر متقابل نوع و غلظت عصارهٔ کلزا بر وزن خشک کل گیاهچهٔ هر واریته معنی‌دار (P< ۰/۰۵) نبود (جداول ۷ و ۸).

وزن خشک ریشه‌چه

وزن خشک ریشه‌چهٔ واریته‌های کلزا در حضور عصارهٔ آبی بقایای گیاهی کلزا، اثرات خودمسمومی مختلفی از خود نشان دادند (جداول ۹ و ۱۰). در هر دو واریته عصارهٔ آبی ریشهٔ کلزا نسبت به اندام هوایی، بیشترین اثر خودمسمومی را از خود نشان داد اما اثر خودمسمومی عصارهٔ ریشه بر وزن ریشه‌چهٔ گیاهچه‌های واریتهٔ اِلایت معنی‌دار نبود (جداول ۹ و ۱۰). با افزایش غلظت عصارهٔ آبدار بخش‌های مختلف بقایای گیاهی کلزا، وزن ریشه‌چهٔ گیاهچهٔ واریته‌های کلزا کاهش یافت. افزایش غلظت عصاره از صفر به صد درصد به ترتیب منجر به کاهش ۳۲/۶۴ و ۶۴/۹۶ درصدی وزن خشک ریشه‌چه در واریتهٔ اِلایت و گل زرد شد (جداول ۹ و ۱۰). اثر متقابل نوع و غلظت عصارهٔ کلزا بر وزن خشک ریشه‌چهٔ هر واریته، معنی‌دار (P< ۰/۰۵) نبود (جداول ۹ و ۱۰).

جدول ۷- اثر نوع و غلظت عصارهٔ آبی بقایای گیاهی کلزا و اثر متقابل آنها بر وزن خشک کل رقم اِلایت

نوع عصاره	غلظت عصاره (٪)										میانگین	
	۰		۲۵		۵۰		۷۵		۱۰۰			
اندام هوایی	۲۱/۳۳	a	۲۰/۹۸	ab	۱۸/۴۵	abc	۱۵/۵۷	abc	۱۵/۷۵	abc	۱۸/۴۲	a
ریشه	۲۰/۳۳	ab	۱۸/۸۰	abc	۱۴/۲۵	abcd	۱۲/۳۳	cd	۷/۳۶	d	۱۴/۶۲	b
اندام هوایی + ریشه	۲۰/۸۷	ab	۲۰/۷۲	ab	۱۸/۲۰	abc	۱۶/۳۰	abc	۱۳/۱۵	bcd	۱۷/۸۵	a
میانگین	۲۰/۸۴	a	۲۰/۱۷	a	۱۶/۹۷	ab	۱۴/۷۳	bc	۱۲/۰۹	c		

* مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (P=0.05) انجام شده است. در مورد اثرات اصلی و متقابل میانگین‌های با حروف مشابه در هر ردیف و ستون اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول۸- اثر نوع و غلظت عصارهٔ آبی بقایای گیاهی کلزا و اثر متقابل آنها بر وزن خشک کل رقم گل زرد

نوع عصاره	غلظت عصاره (٪)										میانگین	
	۰		۲۵		۵۰		۷۵		۱۰۰			
اندام هوایی	۷/۲۰	ab	۶/۶۳	abc	۵/۲۷	abcd	۵/۱۰	abc	۳/۹۳	abc	۵/۶۳	a
ریشه	۷/۵۳	a	۶/۴۳	abc	۵/۰۷	abcd	۴/۰۰	bcd	۲/۳۳	d	۵/۰۷	a
اندام هوایی + ریشه	۷/۰۵	a	۶/۳۷	abc	۵/۴۳	abcd	۵/۰۳	abcd	۳/۶۳	cd	۵/۵۹	a
میانگین	۷/۴۱	a	۶/۴۸	ab	۵/۲۶	b	۴/۷۱	bc	۳/۳۰	c		

* مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (P=0.05) انجام شده است. در مورد اثرات اصلی و متقابل میانگین‌های با حروف مشابه در هر ردیف و ستون اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول۹- اثر نوع و غلظت عصارهٔ آبی بقایای گیاهی کلزا و اثر متقابل آنها بر وزن خشک ریشه چه رقم اِلایت

نوع عصاره	غلظت عصاره (٪)										میانگین	
	۰		۲۵		۵۰		۷۵		۱۰۰			
اندام هوایی	۱۳/۶۷	a	۱۳/۴۹	ab	۱۲/۲۲	abc	۱۰/۷۸	abc	۱۰/۸۷	abc	۱۲/۲۱	a
ریشه	۱۳/۱۷	ab	۱۲/۴	abc	۱۰/۱۲	abcd	۹/۱۷	cd	۶/۶۸	d	۱۰/۳۱	b
اندام هوایی + ریشه	۱۳/۴۳	ab	۱۳/۳۶	ab	۱۲/۱۰	abc	۱۱/۱۵	abc	۹/۵۷	bcd	۱۱/۹۲	a
میانگین	۱۳/۴۲	a	۱۳/۰۸	a	۱۱/۴۸	ab	۱۰/۳۷	bc	۹/۰۴	c		

* مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (P=0.05) انجام شده است. در مورد اثرات اصلی و متقابل میانگین‌های با حروف مشابه در هر ردیف و ستون اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول۱۰- اثر نوع و غلظت عصارهٔ آبی بقایای گیاهی کلزا و اثر متقابل آنها بر وزن خشک ریشه چه رقم گل زرد

نوع عصاره	غلظت عصاره (٪)										میانگین	
	۰		۲۵		۵۰		۷۵		۱۰۰			
اندام هوایی	۴/۰۰	a	۳/۶۷	ab	۲/۶۷	ab	۲/۶۷	ab	۱/۶۷	ab	۲/۹۳	a
ریشه	۴/۳۳	a	۳/۶۷	ab	۲/۶۷	ab	۱/۸۳	b	۱/۰۰	b	۲/۷۰	a
اندام هوایی + ریشه	۴/۰۰	a	۳/۶۷	ab	۳/۰۰	ab	۳/۰۰	ab	۱/۶۷	ab	۳/۰۷	a
میانگین	۴/۱۱	a	۳/۶۷	ab	۲/۷۸	abc	۲/۵۰	bc	۱/۴۴	c		

* مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (P=0.05) انجام شده است. در مورد اثرات اصلی و متقابل میانگین‌های با حروف مشابه در هر ردیف و ستون اختلاف معنی‌داری ندارند.

وزن خشک ساقه‌چه

وزن خشک ساقه‌چهٔ واریته‌های کلزا در حضور عصارهٔ آبی بقایای گیاهی کلزا نیز، اثرات خودمسمومی مختلفی از خود نشان دادند (جداول ۱۱ و ۱۲). در هر دو واریته عصارهٔ آبی ریشهٔ کلزا نسبت به اندام هوایی بیشترین اثر خودمسمومی را از خود نشان داد. اما اثرات خودمسمومی عصارهٔ ریشه بر وزن ریشه‌چهٔ گیاهچه‌های واریتهٔ گل زرد معنی‌دار نبود (جداول ۱۱ و ۱۲). با افزایش غلظت عصارهٔ آبدار بخش‌های مختلف بقایای گیاهی کلزا، وزن ساقه‌چهٔ گیاهچهٔ واریته‌های کلزا کاهش یافت. افزایش غلظت عصاره از صفر به صد درصد به ترتیب منجر به کاهش ۵۹/۰۳ و ۴۳/۶۴ درصدی وزن خشک ریشه‌چه در واریتهٔ اِلایت و گل زرد شد (جداول ۱۱ و ۱۲). اثر متقابل نوع و غلظت عصارهٔ کلزا بر وزن خشک ریشه‌چهٔ هر واریته معنی‌دار (P< ۰/۰۵) نبود (جداول ۱۱ و ۱۲).

جدول۱۱- اثر نوع و غلظت عصارهٔ آبی بقایای گیاهی کلزا و اثر متقابل آنها بر وزن خشک ساقه چه رقم اِلایت

نوع عصاره	غلظت عصاره (٪)										میانگین	
	۰		۲۵		۵۰		۷۵		۱۰۰			
اندام هوایی	۷/۶۷	a	۷/۴۹	ab	۶/۲۲	abc	۴/۷۸	abc	۴/۸۷	abc	۶/۲۱	a
ریشه	۷/۱۷	ab	۶/۴	abc	۴/۱۲	abcd	۳/۱۷	cd	۰/۶۸	d	۴/۳۱	b
اندام هوایی + ریشه	۷/۴۳	ab	۷/۳۶	ab	۶/۱۰	abc	۵/۱۵	abc	۳/۵۷	bcd	۵/۹۲	a
میانگین	۷/۴۲	a	۷/۰۸	a	۵/۴۸	ab	۴/۳۷	bc	۳/۰۴	c		

* مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (P=0.05) انجام شده است. در مورد اثرات اصلی و متقابل میانگین‌های با حروف مشابه در هر ردیف و ستون اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول۱۲- اثر نوع و غلظت عصارهٔ آبی بقایای گیاهی کلزا و اثر متقابل آنها بر وزن خشک ساقه چه رقم گل زرد

نوع عصاره	غلظت عصاره (٪)										میانگین	
	۰		۲۵		۵۰		۷۵		۱۰۰			
اندام هوایی	۳/۲۰	ab	۲/۹۷	ab	۲/۶۰	ab	۲/۴۳	ab	۲/۶۷	ab	۲/۶۹	a
ریشه	۳/۲۰	ab	۲/۷۷	ab	۲/۴۰	ab	۲/۱۷	ab	۱/۳۳	b	۲/۳۷	a
اندام هوایی + ریشه	۳/۵۰	a	۲/۷۰	ab	۲/۴۳	ab	۲/۰۳	ab	۱/۹۷	ab	۲/۵۳	a
میانگین	۳/۳۰	ab	۲/۸۱	ab	۲/۴۸	ab	۲/۲۱	ab	۱/۸۶	ab		

* مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (P=0.05) انجام شده است. در مورد اثرات اصلی و متقابل میانگین‌های با حروف مشابه در هر ردیف و ستون اختلاف معنی‌داری ندارند.

بحث

عصارهٔ آبدار بقایای گیاهی بخش‌های مختلف کلزا دارای اثرات متفاوتی بر درصد جوانه‌زنی بذور واریته‌های اِلایت و گل زرد بود (جدول ۱ و ۲). واریتهٔ گل زرد نسبت به اِلایت، دارای درصد بازدارندگی از جوانه‌زنی بیشتری در حضور عصارهٔ کلزا بود (جدول ۱، ۲). این موضوع نشان دهندهٔ حساسیت پائین‌تر واریتهٔ اِلایت به نوع و غلظت عصارهٔ کلزا می‌باشد. در غلظت‌های بالای عصاره، درصد جوانه‌زنی به دلیل تخریب بیشتر واکنش‌های مربوط به فرآیندهای جوانه‌زنی، کاهش بیشتری از خود نشان داد. اُنن (۲۳) بیان داشت که ریزوم و ریشهٔ درمنه زراعی مخلوط شده با خاک، جوانه زنی و رشد گیاهچه‌های آن را کاهش می‌دهد، درحالیکه ساقهٔ این گیاه هیچ اثر قابل ملاحظه‌ای نداشت. علاوه بر این در آزمایشی دیگر ساخنا و همکاران (۳۲) نشان دادند که عصارهٔ ریشه و ساقهٔ ارزن مرواریدی رقم MH179 (۸۰ گرم در لیتر) به ترتیب موجب ۶۰ و ۴۰ درصد کاهش در جوانه زنی بذور این گیاه شد. پیرسون و همکاران (۲۵) نیز دریافتند که غلظت‌های پایین ترکیبات موجود در عصارهٔ بخش‌های مختلف کلزا قدرت جوانه‌زنی علف‌های هرز را کند و یا مهار می‌کند ولیکن، بذر زنده بوده و قادر به ادامه حیات می‌باشند و افزایش غلظت منجر به از بین رفتن قدرت جوانه‌زنی بذور می شود. در مطالعهٔ سینگ و همکاران (۳۳)، غلظت‌های متوسطی از مواد شسته شده از ریشه‌های گوجه‌فرنگی مانع از جوانه زنی این گیاه شد در حالیکه غلظت بالا جوانه زنی آن را تحریک کرد.

طول ریشه‌چه و ساقه‌چهٔ واریته‌های اِلایت و گل زرد در حضور عصارهٔ آبدار بخش‌های مختلف کلزا کاهش معنی‌داری از خود نشان دادند. در واریتهٔ اِلایت، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نسبت به گل زرد کاهش کمتری در حضور عصارهٔ کلزا داشت، به گونه‌ای که عصارهٔ کلزا طول ریشه‌چه و ساقه‌چهٔ واریتهٔ اِلایت را به ترتیب، ۶۳/۳ و ۵۲/۲ درصد و واریتهٔ گل زرد را به ترتیب ۷۳/۸ و ۷۶/۶ درصد نسبت به تیمار شاهد کاهش داد (جدول ۳، ۴، ۵ و ۶). کاهش بیشتر طول ریشه‌چه و ساقه‌چهٔ واریتهٔ گل زرد نسبت به اِلایت را می‌توان به حساسیت بیشتر واریتهٔ گل زرد در حضور عصارهٔ کلزا نسبت داد. علاوه بر این، نتایج نشان داد که حساسیت طول ساقه‌چه نسبت به ریشه‌چه به اثرات خودمسمومی عصارهٔ کلزا بیشتر است. پدرسن (۲۴) نیز در آزمایشی نشان داد که ساپونین ترشح شده از ریشهٔ یونجه دارای اثرات خودمسمومی منفی روی طول ریشه‌چه و ساقه‌چهٔ گیاهچه‌های یونجه در کاشت بعدی می‌باشد. سینگ و همکاران (۳۳) نیز نشان دادند که غلظت‌های بالای مواد شسته شده از ریشه، ساقه و برگ‌های گوجه فرنگی، رشد ریشه‌چه این گیاه را تحریک می‌کند، درحالیکه غلظت‌های پایین، موجب ممانعت از رشد آن می‌شود. تأثیر مواد شسته شده روی رشد این گیاه به ترتیب در ریشه، ساقه و برگ‌ها بیشتر بود. در آزمایشی دیگر عصارهٔ آبی بقایای گیاهی ذرت به طور معنی‌داری رشد ریشه‌چه و ساقه‌چهٔ ذرت را بازداشت (۲). بن هم‌ودا و همکاران (۵) نیز نشان دادند که عصارهٔ استخراج شده از ریشه، ساقه و برگ‌های واریتهٔ Rihane جو بر رشد ریشه‌چه نسبت به ساقه‌چه چهار واریته از جو تأثیر بیشتری دارد. در این آزمایش برگ‌ها بیشترین و ریشه‌ها کمترین بازدارندگی را روی رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه نشان دادند.

وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چهٔ واریته‌های کلزا در حضور عصارهٔ آبی بقایای گیاهی کلزا، اثرات خودمسمومی مختلفی از خود نشان دادند. وزن خشک ریشه‌چهٔ واریتهٔ اِلایت (۳۲/۶۴ درصد کاهش) نسبت به گل زرد (۶۴/۹۶ درصد کاهش) کاهش کمتری در حضور عصارهٔ کلزا داشت اما، وزن خشک ساقه‌چهٔ واریتهٔ اِلایت (۵۹/۰۳ درصد کاهش) نسبت به گل زرد (۴۳/۶۴ درصد کاهش) کاهش بیشتری داشت (جدول ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲). پدرسن (۲۴) نیز در آزمایشی روی یونجه به همین نتایج دست یافت.

نتایج این تحقیق نشان داد که عصارهٔ آبدار بقایای گیاهی کلزا، وزن خشک کل گیاهچهٔ واریته‌های اِلایت و گل زرد را بطور معنی‌داری کاهش داد. لیوانون و همکاران (۱۵) نیز در آزمایشی نشان دادند که ساپونین منتشر شده از ریشهٔ یونجه از طریق کاهش جمعیت میکرواورگانیزم‌های تثبیت کنندهٔ ازت، باعث ایجاد اثرات خودمسمومی روی رشد گیاهچه‌های یونجه می‌شود. وزن خشک کل واریتهٔ گل زرد کاهش بیشتری نسبت به واریتهٔ اِلایت داشت. وجود عصارهٔ آبی بقایای گیاهی ذرت در خاک نیز به طور معنی‌داری رشد گیاهچه‌های ذرت را کاهش داد (۲). در تمام خصوصیات مورد بررسی عصارهٔ آبدار ریشه دارای اثرات خودمسمومی شدیدتری نسبت به عصارهٔ اندام هوایی و مخلوط اندام هوایی و ریشهٔ کلزا بود. این موضوع نشان دهندهٔ تجمع بیشتر مواد سمی در ریشه نسبت به سایر بخش‌های کلزا است. ماسیوناس و همکاران (۱۸) نشان دادند که میزان ترکیبات خودمسموم (گلوکوزینولات) تجمع یافته در ریشهٔ کلزا نسبت به اندام هوایی بیشتر است. ژیااُ و همکاران (۳۷) نیز مشاهده نمودند که عصارهٔ ریشهٔ سویا روی خود گیاه پتانسیل خودمسمومی داشته و موجب خستگی خاک می‌شود. در شرایط تک کشتی این گیاه، بیوماس و فعالیت ریشه‌های آن کاهش یافته و ترشحات ریشهٔ سویا در مرحلهٔ رشد زایشی خودمسمومی بالایی نسبت به مرحلهٔ رشد رویشی از خود نشان داد.

نتایج نشان داد که در بیشتر صفات مورد بررسی واریتهٔ گل زرد نسبت به اِلایت در مجاور عصارهٔ آبی بقایای گیاهی کلزا (واریتهٔ اِلایت) حساسیت بیشتری از خود نشان داد. این موضوع شاید به دلیل وزن خشک کل پائین‌تر واریتهٔ گل زرد نسبت به اِلایت باشد. نتایج

نشان داد که کمتر بودن وزن خشک کل گیاهچه در واریتهٔ گل زرد نسبت به اِلایت باعث ضعف بیشتر واریتهٔ گل زرد در شرایط نامطلوب (خودمسمومی) می‌شود.

از جمله اهداف کشاورزی پایدار، حفاظت طولانی مدت از منابع طبیعی و کاهش هزینه‌های خارجی (بذر، کود، آب، سموم شیمیایی و ...) است. وجود سیستم‌های تک کشتی در اکثر بوم نظام‌های زراعی منجر به تسریع فرآیند تخریب خاک (از طریق فقر عناصر غذایی و ترشح مواد سمی به خاک و نهایتاً کاهش و یا از بین رفتن میکرواورگانیزم‌های خاک) در دراز مدت می‌شود. این تحقیق با هدف جلوگیری از سیستم‌های تک کشتی در بوم نظام‌های زراعی در شرایط آزمایشگاهی اجرا شد. در صورتی که این آزمایش در شرایط گلخانه و مزرعه نیز همین نتایج را نشان دهد، می‌توان نتیجه گرفت که وجود بقایای گیاهی کلزا بعد از برداشت محصول منجر به بروز اثرات خودمسمومی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های کلزا در کشت بعدی می‌شود. از این رو، سیستم تک کشتی کلزا توصیه نمی‌شود.

منابع

۱- میقانی، ف. ۱۳۸۲. آللوپاتی (دگر آسیبی): از مفهوم تا کاربرد. انتشارات پرتو واقعه. ۲۵۶ ص.

2- Ai-Mezori, H. A., I. S. Al-Saadawi., and T. R. Hadithi. 1999. Allelopathic effect of corn residues on the subsequent corn crop. Allelopathy J. 6: 193-200.

3- Baghestani, A., C. Lemieux., G. D. Leroux., R. Baziramakenga., and R. R. Simard. 1999. Determination of allelochemicals in spring cereal cultivars of different competitiveness. Weed Sci. 47: 498-504.

4- Barnes, J. P., and A. R. Putnam. 1986. Allelopathic activity of rye (*Secale cereale* L.). In: Putnam, A. R., Tang, C. S. (Eds.), The Science of Allelopathy. Wiley, New York, pp. 271–276.

5- Ben-Hammouda, M., M. H. Ghorbal., R. J. Kremer., and O. Oueslati. 2002. Autotoxicity of barley. J. Plant Nutr. 25: 1155-1161.

6- Bones, A. M., and J. R. Rossiter. 1996. The myrosinaseglucosinolate system. An innate defense system in plant. Physiol Plantarum. 97: 194-208.

7- Bruce, S. E., J. A. Kirkeyard., S. Cormack., and J. Pratly. 1990. 10th International Rapeseed Congress. Canberra Australia.

8- Burgos, N. R., R. E. Talbert., and J. D. Mattice. 1999. Cultivar and age differences in the production of allelochemicals by *Secale cereale*. Weed Sci. 47: 481-485.

9- Chou, C. H. 1960. Allelopathy in agroecosystems. In C. H. Chou, G. R. Waller (eds) Allelochemicals and Pheromones. Institute of Botany, Academia Sinica, Taipai, Taiwan, pp. 27-64.

10- Chung, I. M., J. K. Ahn., and S. J. Yun. 2001. Assessment of allelopathic potential of barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) on rice (*Oryza sativa L.*) cultivars. Crop Prot. 20: 921 – 928.

11- Das, N. R and A. K. Das. 1998. Allelopathic effects of rain fed paira linseed (*Linum usitatimum*) on Vicia and Melilotus weeds in West Bengal. World Weeds. 5: 21–25.

12- Einhellig, F.A. 1996. Interaction involving allelopathy in cropping system. Agron. J. 88: 886–893.

13- Fenwick, G. R., R. K. Heaneg., and W. J. Mullin. 1983. Glucosinolates and their breakdown products in food and food plants. Crit. Rev . Food Science. Nutrients. 18: 123–301.

14- Inderjit, 1996. Plant phenolics in allelopathy. Bot. Rev. 62: 186–202.

15- Levanon, D., Y. Henis., Y. Okon., and A. Dovrat. 1981. Alfalfa saponins and microbial transformations of Nitrogen in peat. Faculty of Agriculture. The Hebrew University of Jerusalem P. O. Box 12. Rehovot 76100. Israel.

16- Kohli, R. K., H. P. Singh., and D. R. Batish. 2001. Allelophaty in agroecosystems. Food Products Press. USA.

17- Mahall, B. E., and R. M. Callaway. 1991. Root communication among desert shrubs. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 88: 874–876.

18- Masiunas, J., and C. Eastman. 1991. Glucosinolate in Brassica : Biological control agent. Are good for our health and bad for pests? Midwest Biological Cotrl News.

19- Moyer, J. R., and H. C. Huang. 1997. Effect of aqueous extracts of crop residues on germination and seedling growth of ten weed species. Bot. Bull. Acad. Sin. 38: 131-139.

20- Narwal, S. S., M. K. Sarmah. 1996. Effect of wheat residues and forage crops on the germination and growth of weeds. Allelopathy J. 3: 229–240.

21- Noguchi, H. 2000. Assessment of the allelopathic potential of extracts of Evolvulvus alsinoides.

22- Oleszek, W., J. Ascard., and H. Johanson. 1996. Brassicacae as alternative plants for weed control. In P. Tauro, S. S. Narwal (eds) Allelopathy in Pests Management for Sustainable Agriculture. Scientific Publishers, Jodhpur, India, pp. 3- 22.

23- Onen, H. 2007. Autotoxic potential of mugwort (*Artemisia vulgaris*). Allelopathy J. 19: 323-336.

24- Pedersen, M. W. 1974. Relative quantity and biological activity of Saponins in germinated seeds, roots and foliage

of alfalfa. Research Agronomist, Crop Res. Lab., Utah state University. Logan UT 84322.
25- Petersen, J., R. Belz., F. Walker., and K. Hurle. 2001. Weed suppression by release of isothiocyanates from turin rape mulch. Agron. J. 93: 37 – 43.
26- Potter, M. 1999. Biochemical studies of tissue glucosinolates for improvement of canola (*Brassica napus*) as a disease break with in the southern Australian cereal rotation. Australasian Association of Nematologists. Canola, 1-3.
27- Putnam, A. R., and W. B. Duke. 1978. Allelopathy in agro-ecosystem. Ann. Rev. Phytopathol. 16: 431–451.
28- Putnam, A. R. 1988. Allelochemical from plant as herbicides. Weed Technol. 2: 510-518.
29- Reigosa, M., and N. Pedrol. 2002. Allelopathy from Molecules To Ecosystems. Departamento De Bioloxia Vexetal e Cienia Do Solo Universidade De Vigo, Vigo, Spain. Science Publishers, Inc. Enfield (NH) USA, Plymouth. UK. pp . 316.
30- Rice, E. L. 1993. Pest control with natures chemicals. Univ. Oklahoma press. UK.
31- Saxena, A., D. V. Singh, and N. L. Joshi. 1996. Autotoxic effect of pearl millet aqueous on seed germination and seedling growth. J. Arid Environ. 33. 225-260.
32- Singh, H. P., Batish, D. R., and Kohli, R. K. 1999. Autotoxicity: concept, organisms, andecological significance. Crit. Rev. Plant Sci. 18, 757–772.
33- Singh, N. B., A. Singh., and D. Singh. 2008. Allelopathic effect of *Lycopersicum esculentum*. Allelopathy J. 25: 429-442.
34- Steinseik, J., W. Oliver., R. Lawrence., and C. Fred. 1982. Allelopathic potential of wheat (*Triticum aestivum* L.) straw on selected weed species. Weed Sci. 30: 495–497.
35- Waller, G. R., E. G. Krenzer., J. K. Mcpherson., and S. R. Mcgown. 1987. Allelopathic compounds in soil from no tilloage v/s conventional tillage in wheat production. Plant Soil. 98: 5-15.
36- Wu, H., T. Haig, J. Pratley, D. Lemerle, and M. An. 2001. Allelochemicals in wheat (*Triticum aestivum* L.): variation of phenolic acids in shoot tissues. J. Chem. Ecol. 27: 125-135.
37- Xiao, C. L., J. H. Zheng, L.Y. Zou, Y. Sun, Y. H. Zou, and J. Q. Yu. 2006. Autotoxic effect of root exudates of soybean. Allelopathy J. 18: 121-127.