

بررسی تغییرات ترکیب‌های فنلی و قابلیت دگرآسیبی ترشک (*Rumex turcomanicus* Czerep.) در غلظت‌های مختلف عصاره‌های متانولی و اتانولی حاصل از اندام هوایی و زمینی بر گیاهچه کاهو (*Lactuca sativa* L.)

مرتضی علیرضایی نقدر^{۱*}، مجید عزیزی^۲، پریسا طاهری^۳ و محمدصادق صادقی^۴

۱- نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

پست الکترونیک: mortezaalirezai@yahoo.com

۲- دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

۳- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران

۴- فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، ایران

تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۳

تاریخ اصلاح نهایی: آبان ۱۳۹۳

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۲

چکیده

به منظور مطالعه پتانسیل دگرآسیبی و تعیین رابطه آن با تغییرات ترکیب‌های فنلی، در غلظت‌های مختلف عصاره‌های متانولی و اتانولی حاصل از اندام هوایی و زمینی ترشک (*Rumex turcomanicus* Czerep.) بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه کاهو (*Lactuca sativa* L.)، آزمایش فاکتوریل بر مبنای طرح کاملاً تصادفی شامل دو قسمت از اندام گیاه (ریشه و اندام هوایی)، دو حلال عصاره‌گیری (متانول و اتانول) و در شش غلظت مختلف عصاره (۰، ۳۱/۲۵، ۶۲/۵، ۱۲۵، ۲۵۰ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام) در سال ۱۳۹۲ در محل دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. پس از آماده‌سازی عصاره‌ها، اثر بازدارندگی آنها بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه کاهو مورد بررسی قرار گرفت. همچنین میزان ترکیب‌های فنلی در غلظت‌های مختلف هر یک از عصاره‌ها تعیین گردید. نتایج نشان از اثر بازدارندگی بالاتر عصاره‌های متانولی در مقایسه با عصاره‌های اتانولی، و بازدارندگی بیشتر عصاره‌های حاصل از ریشه در مقایسه با عصاره‌های اندام هوایی بر اغلب صفات مورد مطالعه داشت. در میان غلظت‌های مختلف عصاره، بیشترین بازدارندگی در غلظت ۵۰۰ پی‌پی‌ام و کمترین بازدارندگی در غلظت صفر پی‌پی‌ام بدست آمد. میزان ترکیب‌های فنلی در عصاره‌های متانولی بیشتر از عصاره‌های اتانولی و در عصاره‌های ریشه بیشتر از عصاره‌های اندام هوایی بود. همچنین با افزایش غلظت عصاره افزایش معنی‌داری در میزان ترکیب‌های فنلی دیده شد. بررسی همبستگی بین میزان ترکیب‌های فنلی و پتانسیل آلوپاتی عصاره ترشک حکایت از رابطه مثبت و معنی‌دار تغییرات ترکیب‌های فنلی با قابلیت دگرآسیبی ترشک داشت.

واژه‌های کلیدی: آلوپاتی، بازدارندگی، ترکیب‌های فنلی، عصاره.

مقدمه

امروزه در کشاورزی تلاشی جهانی در حال انجام است تا با معرفی روشهای پیشرفته اکولوژیک و بیولوژیک، میزان مواد شیمیایی مصرف شده در فرایند تولید، کاهش داده شود. یکی از راه‌حل‌های موجود، استفاده از خاصیت آلوپاتی است (Alzahrani & Alrobai, 2007). کلمه آلوپاتی برای اولین بار توسط هانس مولیش عنوان شد که آن را برهم‌کنش‌های بیوشیمیایی تحریکی یا بازدارنده بین گیاهان یا میان گیاهان و میکروارگانیزم تعریف کرد (Singh et al., 2001). آلوپاتی مخصوصاً دارای پتانسیل مدیریت تلفیقی علف‌های هرز است. گیاهان زراعی برای سرکوب علف‌های هرز مجاورشان، دارای قابلیت تولید و ترشح مواد آلووشیمیایی به محیط پیرامونشان هستند (Chon et al., 2005). اثرات دگرآسیبی مربوط به رهاسازی مواد شیمیایی به محیط اطراف می‌باشد که این مواد آلوکمیkal نامیده می‌شوند (Singh et al., 1999). آلوکمیkal‌ها به‌عنوان دسته بزرگی از متابولیت‌های گیاهی محسوب می‌شوند که به‌طور کلی شامل آکالوئیدها، ترکیب‌های فنولیک، فلاونوئیدها، تریپنوئیدها و گلوکوزینولات‌ها می‌باشند. این مواد اگر چه نقش مهمی در فرایندهای متابولیک اولیه ایفا نمی‌کنند اما برای بقای گیاهان ضروری می‌باشند (Rice, 1984; Dekker & Meggitt, 1983).

در میان ترکیب‌های مختلف ایجادکننده اثرات آلوپاتیک، ترکیب‌های فنولیک دسته مهمی از متابولیت‌های ثانویه گیاهی می‌باشند که خواص دگرآسیبی زیادی از خود نشان می‌دهند، به‌طوری که ترکیب‌های فنولیک به‌عنوان اصلی‌ترین عوامل ایجادکننده خاصیت آلوپاتیکی معرفی شده‌اند (Sasikumar et al., 2001). تنوع و پیچیدگی ساختاری در این ترکیب‌ها زیاد می‌باشد که به‌طور کلی به سه زیر شاخه شامل ترکیب‌های فنولیک ساده، فلاونوئیدها و یوسنیک اسیدها تقسیم‌بندی می‌شوند (Macias et al., 2007).

تحقیقات بسیاری به‌منظور بررسی خاصیت آلوپاتیک گونه‌های مختلف گیاهی انجام شده است که در اغلب آنها تأثیر بازدارندگی عصاره یا اسانس گیاه مورد نظر بر جوانه‌زنی برخی بذرها مورد آزمون قرار گرفته است.

Aliotta و همکاران (۱۹۹۴) به‌منظور بررسی خاصیت آلوپاتیک سداب، تأثیر عصاره آبی آن را بر روی جوانه‌زنی بذرها، ترپچه آزمودند و گزارش کردند که عصاره آبی سداب بر روی جوانه‌زنی بذرها، اثر بازدارندگی دارد. در تحقیقی دیگر، با کاربرد عصاره‌های آبی تهیه شده از برگ‌های کاهو از جوانه‌زنی بذرها، یونجه به‌طور معنی‌داری ممانعت شد (Chon et al., 2005). Bogatek و همکاران (۲۰۰۶) به‌منظور بررسی پتانسیل آلوپاتیک دو رقم آفتابگردان، از برگ‌های آنها عصاره آبی با غلظت‌های مختلف تهیه کردند و تأثیر عصاره‌ها را بر روی جوانه‌زنی بذرها، خردل مطالعه کردند و مشاهده کردند که با افزایش غلظت عصاره استعمال شده، اثر بازدارندگی آن بر روی جوانه‌زنی بذرها، خردل به‌طور معنی‌داری افزایش یافت.

جنس ترشک متعلق به خانواده هفت‌بند بوده که بیش از ۲۰۰ گونه در دنیا دارد و رشد ۲۳ گونه آن از ایران گزارش شده است (Gholami & Joharchi, 2008). گونه‌های مختلف جنس ترشک به‌دلیل فعالیت‌های بیولوژیکی‌شان همانند خواص ضدویروسی (Cos et al., 2002)، ضدباکتریایی و ضدالتهابی (Getie et al., 2003) مصرف می‌شوند. البته تاکنون ترکیب‌های بیوشیمیایی و دارویی زیادی از گونه‌های مختلف جنس ترشک گزارش شده است؛ از جمله این متابولیت‌های اولیه و ثانویه می‌توان به اسید آسکوربیک، اسید اگزالیک، ترکیب‌های فلاونوئیدی، ترکیب‌های فنلی، آنتراکوئینون، نفتالن و استرول و ... اشاره کرد (Zhang et al., 2009; Mei et al., 2009). ترشک وحشی از گیاهان با ارزش با مصارف سبزی و دارویی است که در شمال‌شرق ایران می‌روید. هدف از این مطالعه بررسی قابلیت آلوپاتی عصاره‌های اتانولی و متانولی بدست‌آمده از قسمت‌های هوایی و زمینی گیاه در غلظت‌های مختلف عصاره و تعیین ارتباط بین پتانسیل آلوپاتی و میزان فنول عصاره‌های مختلف بود.

مواد و روشها

اندام هوایی و زمینی گیاه ترشک در اوایل فروردین‌ماه ۱۳۹۲ از رویشگاه طبیعی گیاه، واقع در روستای نقندر

صفتی همانند درصد جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی از روابط زیر محاسبه شدند:
درصد جوانه‌زنی:

$$GP=100(NG/NT)$$

که در این فرمول NG تعداد کل بذره‌های جوانه زده و NT تعداد کل بذره‌های کشت شده می‌باشد (Maguire, 1962).

سرعت جوانه‌زنی:

$$GR=(a/1)+(b-a/2)+(c-b/3)+(d-c/4)\dots+(n-n-1/N)$$

در این رابطه GR سرعت جوانه‌زنی و a, b, c, d... و n نشان‌دهنده تعداد بذره‌های جوانه زده پس از ۱، ۲، ۳، ۴... و N روز بعد از کشت بذرها می‌باشد (Maguire, 1962).

اندازه‌گیری ترکیب‌های فنلی

به بخشی از پودر حاصل از مرحله قبلی در تمام تیمارها، متانول اضافه گردید تا غلظت ۵۰۰ پی‌پی‌ام بدست آید و از روی آن غلظت‌های ۲۵۰، ۱۲۵، ۶۲/۵ و ۳۱/۲۵ میکروگرم بر میلی‌لیتر بدست آمد. برای اندازه‌گیری ترکیب‌های فنلی از روش فولین سیکالتو (Folin-Ciocalteu) استفاده شد. ۱۰۰ میکرولیتر از عصاره تهیه شده با ۲۰۰ میکرولیتر فولین ۵۰٪ مخلوط و ۲۰۰۰ میکرولیتر آب مقطر به محلول فوق اضافه شد. پس از ۳ دقیقه ۱۰۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم ۲۰٪ به محلول اضافه و بعد از کمی هم‌زدن نمونه‌ها یک ساعت در شرایط اتاق نگهداری شدند، سپس جذب نمونه‌ها در طول موج ۷۶۵ نانومتر انجام گردید (Gao et al., 2000). برای رسم منحنی استاندارد از غلظت‌های مختلف اسید گالیک استفاده شد.

تجزیه و تحلیل نتایج

برای نرمال کردن توزیع داده‌های مربوط به درصد جوانه‌زنی از ریشه دوم آرک سینوس استفاده شد. آنالیز تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها (با استفاده از آزمون LSD در سطح خطای ۵٪) توسط نرم‌افزار جامپ

(عرض جغرافیایی ۲۲° ۳۶ شمالی و طول جغرافیایی ۱۷° ۵۹ شرقی) جمع‌آوری شد. آزمایش فاکتوریل بر مبنای طرح کاملاً تصادفی شامل ۳ فاکتور اندام‌های مختلف (هوایی و زمینی)، حلال‌های مختلف عصاره‌گیری (متانول و اتانول) و ۶ غلظت مختلف از عصاره (۰، ۳۱/۲۵، ۶۲/۵، ۱۲۵، ۲۵۰ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام) بر روی خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه کاهو و در ۳ تکرار انجام شد. روش کار به این صورت بود که پس از جمع‌آوری، گیاهان از آلودگی‌ها پاک شده و خرد شدند و عصاره‌های اتانولی و متانولی اندام هوایی و ریشه‌ها با نسبت ۱ به ۷ به ترتیب از گیاه تازه و حلال از روش خیساندن (بر روی شیکر به مدت ۲۴ ساعت) بدست آمدند. پس از انجام عمل عصاره‌گیری، حلال موجود در عصاره‌های حاصل با استفاده از دستگاه روتاری حذف گردید تا پودر خالص بدست آید. به بخشی از پودر حاصل آب مقطر اضافه گردید تا محلول استوک با غلظت ۵۰۰ پی‌پی‌ام بدست آید و از روی محلول استوک غلظت‌های ۲۵۰، ۱۲۵، ۶۲/۵ و ۳۱/۲۵ پی‌پی‌ام در حجم ۳۰ سانتی‌متر مکعب از هر غلظت بدست آمد. تعداد ۲۵ عدد بذر کاهو در پتری‌دیش‌های ۹ سانتی‌متری قرار گرفتند و روزانه ۲ سانتی‌متر مکعب از هر عصاره به داخل پتری‌ها تزریق شد. برای جلوگیری از تجمع مواد داخل پتری‌ها و یکسان شدن آنها روزانه قبل از اضافه کردن ۲ سانتی‌متر مکعب عصاره به محیط داخل پتری به‌طور کامل به کمک آب مقطر شستشو داده شد، سپس عصاره مورد نظر اضافه گردید و این کار تا جوانه زدن کامل پتری شاهد ادامه داشت. بذرها به‌منظور جوانه‌زنی داخل ژرمیناتور (دمای ثابت ۲۵ درجه سانتی‌گراد، رطوبت ۴۰٪ و تاریکی کامل) قرار گرفتند و جوانه‌زنی بذرها روزانه و به مدت ۴ روز ثبت شد. به‌منظور اندازه‌گیری وزن تر و خشک و طول ساقه‌چه و ریشه‌چه تعداد ۴ گیاهچه از هر پتری (واحد آزمایشی) مورد ارزیابی قرار گرفتند. طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و طول گیاهچه (توسط کولیس دیجیتالی) و وزن تر و خشک گیاهچه (توسط ترازوی ۰/۰۰۰۱) اندازه‌گیری شدند. وزن خشک گیاهچه پس از قرار گرفتن گیاهچه در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد آون به مدت ۴۸ ساعت اندازه‌گیری شد (Maguire, 1962).

(جدول ۱). اثر متقابل سه‌گانه اندام، حلال و غلظت مورد استفاده عصاره تنها ($P < 0.01$) بر طول ریشه‌چه اثر معنی‌دار داشت. اثر ساده اندام مورد استفاده نشان داد که میانگین درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در عصاره‌های حاصل از اندام زمینی به‌طور معنی‌داری کمتر از اندام هوایی و میزان فنول در عصاره‌های حاصل از اندام زمینی به‌طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از اندام هوایی بود. اگر چه وزن تر و خشک گیاهچه در عصاره حاصل از اندام زمینی کمتر از اندام هوایی بود اما تفاوت معنی‌داری بین میانگین این صفات وجود نداشت (جدول ۱).

انجام شد و نمودارها توسط نرم‌افزار Excle 2007 رسم گردید.

نتایج

تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده اندام مورد استفاده بر تمامی صفات جز وزن تر و خشک گیاهچه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. اثر ساده حلال عصاره‌گیری تأثیر معنی‌داری ($P < 0.05$) بر طول ریشه‌چه و میزان فنول عصاره در سطح آماری ۱٪ داشت. همچنین غلظت عصاره مورد استفاده بر تمامی صفات جز وزن خشک گیاهچه اثر معنی‌داری نشان داد

جدول ۱- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین اثر ساده اندام مورد استفاده، حلال عصاره‌گیری و غلظت عصاره مورد استفاده

بر میزان فنول عصاره، خصوصیات جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه کاهو

تیمارها	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	وزن تر گیاهچه (گرم)	وزن خشک گیاهچه (گرم)	میزان فنول (میلی‌گرم)
اندام مورد استفاده							
زمینی	۸۳/۱۱ [†] b	۱۰/۲۷ b	۰/۹۱۷ b	۰/۸۴۰ b	۰/۳۸۳ a	۰/۰۰۳۳ a	۰/۸۳۳ a
هوایی	۹۱/۳۳ a	۱۲/۰۶ a	۱/۴۵۴ a	۱/۰۳۸ a	۰/۰۴۰ a	۰/۰۰۳۶ a	۰/۴۷۸ b
حلال عصاره‌گیری							
اتانول	۸۷/۵۵ a	۱۱/۳۳ b	۱/۲۲ b	۱/۹۵ a	۰/۰۳۹ a	۰/۰۰۳۹ a	۰/۵۳۲ b
متانول	۸۶/۸۸ a	۱۱/۰۱ a	۱/۱۴ a	۰/۹۲ a	۰/۰۳۹ a	۰/۰۰۳۰ a	۰/۷۷۹ a
غلظت عصاره (ppm)							
شاهد (آب مقطر)	۱۰۰/۰۰ a	۱۳/۱۳ a	۱/۷۳ a	۰/۸۷ bc	۰/۱۱۹ a	۰/۰۰۴۷ ab	-
۳۱/۲۵	۹۰/۰۰ b	۱۲/۱۸ b	۱/۳۷ b	۱/۰۶ a	۰/۰۲۶ b	۰/۰۰۵۵ b	۰/۱۹۳ e
۶۲/۵	۸۹/۶۶ b	۱۱/۷۲ c	۱/۱۷ c	۰/۹۲ ab	۰/۰۲۴ b	۰/۰۰۲۷ b	۰/۳۴۸ d
۱۲۵	۸۷/۳۳ b	۱۱/۳۵ cd	۱/۱۱ cd	۱/۰۳ a	۰/۰۲۳ b	۰/۰۰۲۷ b	۰/۵۶۸/ c
۲۵۰	۸۱/۰۰ c	۱۰/۱۷ d	۱/۰۰ d	۰/۹۹ ab	۰/۰۲۲ b	۰/۰۰۲۶ b	۰/۸۷۷ b
۵۰۰	۷۵/۳۳ d	۸/۴۵ e	۰/۷۲ e	۰/۷۴ c	۰/۰۱۹ b	۰/۰۰۲۱ b	۱/۲۹۱ a
تجزیه واریانس							
اندام	** ^{††}	**	**	**	ns	ns	**
حلال	ns	ns	*	ns	ns	ns	**
غلظت مورد استفاده	**	**	**	**	*	ns	**

†: میانگین‌هایی که با حروف مشابه نشان داده شده‌اند در سطح ۵٪ با هم دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.
††, ns, * و **: به ترتیب نشانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪ می‌باشند.

میانگین درصد و سرعت جوانه زنی، طول ریشه چه و ساقه چه در عصاره ۵۰۰ ppm بخش هوایی کمترین و میزان فنول در این تیمار بیشترین بود. بیشترین مقادیر مؤلفه‌های جوانه‌زنی در بذرها تیمار شده با آب مقطر حاصل شد (جدول ۲). اثر متقابل حلال مورد استفاده و غلظت عصاره مورد استفاده بیانگر کاهش سرعت و درصد جوانه‌زنی، طول ریشه چه و ساقه چه و وزن تر و خشک گیاهچه با افزایش غلظت عصاره مورد استفاده در عصاره‌های متانولی و اتانولی در مقایسه با شاهد (آب مقطر) بود (جدول ۲).

مقادیر صفات مذکور در تمام غلظت‌های عصاره‌های متانولی در مقایسه با غلظت‌های متناظر عصاره‌های اتانولی، کمتر و میزان فنل در غلظت‌های مختلف عصاره‌های متانولی در مقایسه با غلظت‌های برابر عصاره‌های اتانولی، بیشتر بود (جدول ۲).

با توجه به شکل ۱ تمامی صفات مورد مطالعه در اثر کاربرد غلظت‌های مختلف عصاره کاهش قابل ملاحظه‌ای در مقایسه با تیمار شاهد (آب مقطر) نشان می‌دهند. شکل ۲ تغییرات صفات مرتبط با جوانه‌زنی را در اثر کاربرد عصاره‌های اتانولی و متانولی حاصل از اندام‌های مختلف در مقایسه با تیمار شاهد نشان می‌دهد که باز هم نشانگر کاهش محسوس تمامی صفات بجز صفت طول ساقه‌چه در اثر کاربرد این تیمارها نسبت به تیمار شاهد می‌باشد.

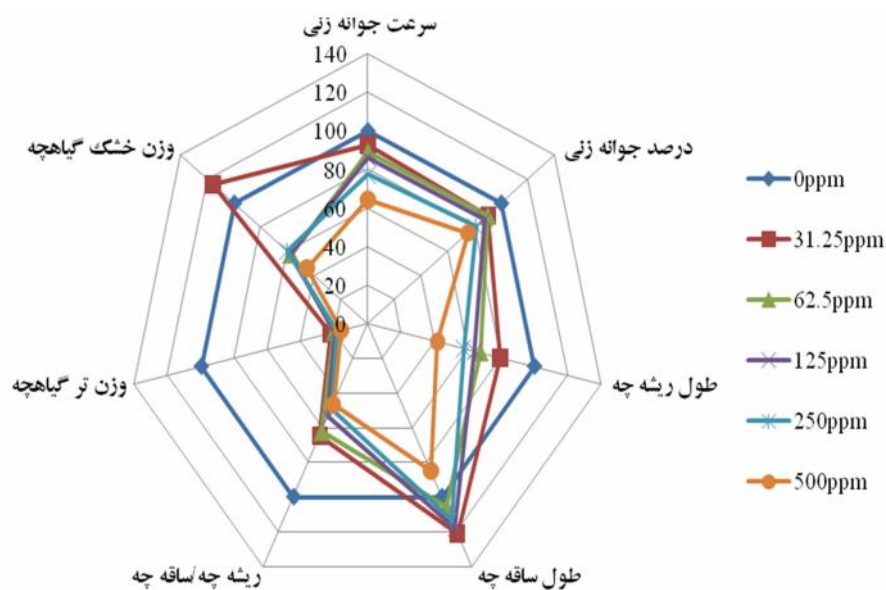
مقایسه بین حلال‌های مختلف عصاره‌گیری نشان می‌دهد که درصد و سرعت جوانه زنی و طول ریشه‌چه در عصاره‌های متانولی کمتر از عصاره‌های اتانولی و میزان فنول در عصاره‌های اتانولی به‌طور معنی‌داری کمتر از عصاره‌های متانولی است. البته تفاوت معنی‌داری بین دو حلال عصاره‌گیری برای میانگین صفات درصد جوانه‌زنی، طول ساقه‌چه و وزن تر و خشک گیاهچه مشاهده نشد. مقایسه بین غلظت‌های مختلف نشان داد که با افزایش غلظت عصاره مورد استفاده درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن تر و خشک گیاهچه کاهش یافت، در حالی‌که میزان فنول به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. بیشترین میانگین صفات مربوط به جوانه‌زنی و رشد گیاهچه در اثر کاربرد آب مقطر بدست آمد (جدول ۱).

بررسی اثرات متقابل اندام مورد استفاده در حلال عصاره‌گیری نشان می‌دهد که به ترتیب کمترین و بیشترین میانگین صفات مربوط به جوانه‌زنی و رشد گیاه و بیشترین و کمترین میزان فنول به ترتیب در عصاره‌های متانولی اندام زمینی و عصاره‌های اتانولی اندام هوایی بدست آمد (جدول ۲). اثر متقابل اندام در غلظت مورد استفاده عصاره نشان داد که هم در اندام هوایی و هم اندام زمینی با افزایش غلظت عصاره میانگین مؤلفه‌های جوانه‌زنی و میزان فنول به ترتیب کاهش و افزایش یافتند.

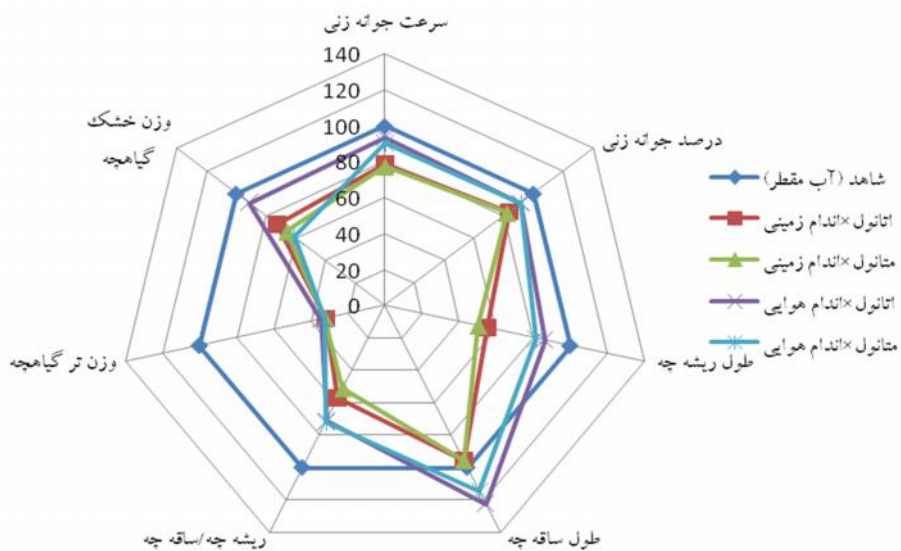
جدول ۲- اثرات متقابل دوگانه اندام مورد استفاده و حلال عصاره‌گیری، اندام و غلظت عصاره و حلال و غلظت عصاره مورد استفاده بر میانگین میزان فنول عصاره، خصوصیات جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه کاهو

تیمارها	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی (درصد)	طول ریشه‌چه (میلی‌متر)	طول ساقه‌چه (میلی‌متر)	وزن تر گیاهچه (گرم)	وزن خشک گیاهچه (گرم)	میزان فنول (میلی‌گرم)
اندام × حلال							
زمینی	اتانول	۸۳/۷۷ [†] b	۱۰/۳۸ b	۰/۹۵۹ b	۰/۸۴۰ b	۰/۰۳۷۹ a	۰/۰۰۳۴ a
	متانول	۸۲/۴۴ b	۱۰/۱۶ b	۰/۸۷۵ b	۰/۸۴۰ b	۰/۰۳۸۸ a	۰/۰۰۳۱ a
هوایی	اتانول	۹۱/۳۳ a	۱۲/۲۷ a	۱/۴۹۶ a	۱/۰۷۴ a	۰/۰۴۱۲ a	۰/۰۰۴۳ a
	متانول	۹۱/۳۳ a	۱۱/۸۶ a	۱/۴۱۲ a	۱/۰۰۳ a	۰/۰۳۹۲ a	۰/۰۰۲۹ a
اندام × غلظت عصاره (پی‌پی‌ام)							
زمینی	شاهد	۱۰۰/۰۰ a	۱۳/۱۳ a	۱/۷۳ a	۰/۸۷ de	۰/۱۱۹ a	۰/۰۰۴۷ ab
	۳۱/۲۵	۸۸/۶۶ bcd	۱۱/۹۷ bc	۱/۱۱ d	۰/۸۸ d	۰/۰۲۶ b	۰/۰۰۳۵ b
	۶۲/۵	۸۷/۳۳ bcd	۱۱/۱۹ cd	۰/۸۳ e	۰/۷۶ ef	۰/۰۲۴ b	۰/۰۰۲۸ b
	۱۲۵	۸۲/۶۶ d	۱۰/۴۷ d	۰/۸۳ e	۰/۹۳ cde	۰/۰۲۱ b	۰/۰۰۳۰ b
	۲۵۰	۷۴/۰۰ e	۸/۶۵ e	۰/۶۵ e	۰/۹۴ bcd	۰/۰۲۰ b	۰/۰۰۳۳ b
	۵۰۰	۶۶/۰۰ f	۶/۲۲ f	۰/۳۳ f	۰/۶۳ f	۰/۰۱۷ b	۰/۰۰۲۳ b
هوایی	۳۱/۲۵	۹۱/۳۳ b	۱۲/۳۸ abc	۱/۶۴ ab	۱/۲۳ a	۰/۰۲۶ b	۰/۰۰۷۴ a
	۶۲/۵	۹۲/۰۰ b	۱۲/۲۶ ab	۱/۵۰ bc	۱/۰۹ abc	۰/۰۲۵ b	۰/۰۰۲۶ b
	۱۲۵	۹۲/۰۰ b	۱۲/۲۳ ab	۱/۳۸ c	۱/۱۳ ab	۰/۰۲۵ b	۰/۰۰۲۵ b
	۲۵۰	۸۸/۰۰ bc	۱۱/۶۹ bc	۱/۳۴ c	۱/۰۳ bcd	۰/۰۲۴ b	۰/۰۰۲۴ b
	۵۰۰	۸۴/۶۶ cd	۱۰/۶۹ d	۱/۱۱ d	۰/۸۵ de	۰/۰۲۰ b	۰/۰۰۲۰ b
	حلال × غلظت عصاره (پی‌پی‌ام)						
اتانول	شاهد	۱۰۰/۰۰ a	۱۳/۱۳ a	۱/۷۳ a	۰/۸۷ cdef	۰/۱۱۹ a	۰/۰۰۴۷ ab
	۳۱/۲۵	۸۹/۳۳ b	۱۲/۰۵ bc	۱/۳۸ b	۱/۰۴ abc	۰/۰۲۶ b	۰/۰۰۷۹ a
	۶۲/۵	۹۰/۶۶ b	۱۲/۰۱ bc	۱/۲۱ bc	۰/۸۸ bcdef	۰/۰۲۴ b	۰/۰۰۲۶ b
	۱۲۵	۸۶/۶۶ bc	۱۱/۴۸ bcd	۱/۲۸ bc	۱/۲۱ a	۰/۰۲۴ b	۰/۰۰۲۶ b
	۲۵۰	۸۲/۶۶ cd	۱۰/۸۱ d	۱/۰۰ de	۱/۰۰ bcd	۰/۰۲۱ b	۰/۰۰۳۰ b
	۵۰۰	۷۶/۰۰ e	۸/۴۸ f	۰/۷۳ f	۰/۷۱ f	۰/۰۲۰ b	۰/۰۰۲۴ b
متانول	۳۱/۲۵	۹۰/۶۶ b	۱۲/۳۰ ab	۱/۳۶ b	۱/۰۷ ab	۰/۰۲۷ b	۰/۰۰۳۱ b
	۶۲/۵	۸۸/۶۶ b	۱۱/۴۴ bcd	۱/۱۲ cd	۰/۹۶ bcde	۰/۰۲۴ b	۰/۰۰۲۷ b
	۱۲۵	۸۸/۰۰ bc	۱۱/۲۲ cd	۰/۹۳ e	۰/۸۵ def	۰/۰۲۲ b	۰/۰۰۲۸ b
	۲۵۰	۷۹/۳۳ de	۹/۵۲ e	۰/۹۹ de	۰/۹۸ bcd	۰/۰۲۲ b	۰/۰۰۲۷ b
	۵۰۰	۷۴/۶۶ e	۸/۴۳ f	۰/۷۱ f	ef۰.۷۷	۰/۰۱۷ b	۰/۰۰۱۹ b

†: میانگین‌هایی که با حروف مشابه نشان داده شده‌اند در سطح ۵٪ با هم دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.



شکل ۱- تغییرات صفات مرتبط با جوانه زنی بذر و رشد گیاهچه‌های کاهو تحت تأثیر کاربرد غلظت‌های مختلف عصاره گیاه ترشک (مقایسه بر مبنای درصد نسبت به شاهد)



شکل ۲- تغییرات صفات مرتبط با جوانه زنی بذر و رشد گیاهچه‌های کاهو تحت تأثیر عصاره گیری با حلال‌های مختلف از اندام هوایی و زمینی گیاه ترشک (مقایسه بر مبنای درصد نسبت به شاهد)

جدول ۳- بررسی ضرایب همبستگی پیرسون بین میزان فنول عصاره و صفات جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه کاهو (n=۳)

صفات	میزان فنول	سرعت جوانه‌زنی	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	وزن تر گیاهچه	وزن خشک گیاهچه
میزان فنول	-						
سرعت جوانه‌زنی	†** * -0/852	-					
درصد جوانه‌زنی	** * -0/797	** * 0/934	-				
طول ریشه‌چه	** * -0/739	** * 0/766	** * 0/702	-			
طول ساقه‌چه	* -0/492	* 0/462	* 0/373	** * 0/765	-		
وزن تر گیاهچه	** * -0/794	** * 0/688	** * 0/574	** * 0/691	* 0/530	-	
وزن خشک گیاهچه	* -0/200	ns 0/172	ns 0/172	* 0/223	ns 0/164	* 0/256	-

† ns * ** * به ترتیب نشانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال 5٪ و 1٪ می‌باشند.

بررسی ضرایب همبستگی بین مؤلفه‌های جوانه‌زنی و میزان فنول حکایت از رابطه منفی و معنی‌داری بین بیشتر صفات مرتبط با جوانه‌زنی با مقادیر فنول دارد. بیشترین و کمترین همبستگی منفی به ترتیب بین میزان فنول و صفات سرعت جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه دیده می‌شود (جدول ۳).

بحث

همان‌طور که نتایج نشان می‌دهند عصاره‌های مختلف حاصل از گیاه ترشک اثر بازدارنده‌ای بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه‌های کاهو دارند که حکایت از وجود مواد بازدارنده در اندام‌های مختلف این گیاه دارد. طبق گزارش‌های حاصل از آزمایش‌های متعدد انجام شده بر روی گیاهان مختلف، مواد شیمیایی دخیل در فعل و انفعالات آللوپاتیکی تقریباً در تمام بخش‌های گیاه شامل برگ‌ها، ساقه‌ها، میوه‌ها و ریشه‌ها، ریزوم‌ها، جوانه‌ها و بذرها وجود دارند (Alam et al., 2001; Weston & Duke, 2003; Qin et al., 2006; Rudrappa et al., 2007). این مواد آلوشیمیایی از طریق ممانعت از هیدرولیز مواد غذایی ذخیره‌ای و تقسیم سلولی از جوانه‌زنی بذر جلوگیری می‌کنند (Irshad & Cheema, 2004) و باعث کاهش معنی‌دار در رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه محصولات مختلف می‌شوند (Ogbe et al., 1994). با این حال، نتایج تحقیقات مختلف نشان داده است که اثرات بازدارندگی می‌تواند تابع عوامل مختلفی همانند غلظت عصاره

مورد استفاده و اندام مورد استفاده برای عصاره‌گیری باشد. در بررسی اثرات آللوپاتیکی عصاره‌های آبی از ساقه سورگوم و غلاف برنج بر جوانه‌زنی و رشد نشان داده شد که عصاره‌ها تأثیر معنی‌داری بر جوانه‌زنی بذرها و رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه ذرت داشتند و شدت بازدارندگی با افزایش غلظت عصاره‌های بکار رفته افزایش یافت که نشان‌دهنده این موضوع بود که اثرات بازدارندگی وابسته به غلظت است (Kayode & Ayeni, 2009). نتایج آزمایش پیش‌رو نیز این موضوع را تأیید می‌کنند، که افزایش غلظت عصاره مورد استفاده افزایش قابلیت بازدارندگی را به دنبال خواهد داشت. Gilani و همکاران (2002 و 2003) نیز یافته‌های مشابهی در گیاهان دارویی دیگر گزارش کردند که افزایش غلظت عصاره از 10 به 50 میلی‌گرم باعث افزایش سمیت می‌گردد. مطالعات بر روی غلظت‌های مختلف عصاره‌های آبی برگ استبرق (*C. procera*) و مورتیا فیلاینا (*Morettia philaeana*) حکایت از آن داشت که با افزایش مقدار عصاره مورد استفاده، جوانه‌زنی بذر هم در گندم و هم در تریچه کاهش یافت (Abdel-Farid et al., 2013). نتایج مشابهی از محققان دیگر نیز این موضوع را بیشتر تأیید می‌کند (Alzahrani & El-Khatib & Abd-Elaah, 1998; Tanveer; Abu-Romman et al., 2010; Alrobai, 2007; Pukclai & Chandra & Mali, 2012; et al., 2010; Kato-Noguchi, 2012).

عناصر معدنی و فرایندهای بیوسنتزی بشدت تحت تأثیر قرار می‌دهد (Rice, 1984). همچنین مداخله اسیدهای فنولی در فرایندهای متابولیسمی و به‌دنبال آن جلوگیری از رشد نرمال نیز گزارش شده‌است (Moreland & Novitsky, 1987). تحقیقات روی ترکیب‌های فنولیک ثابت کرده‌است که اثر آنها بر فرایندهای گیاهی همانند انتقال آب، تنفس و رشد ریشه و برگ تا حدودی وابسته به غلظت ترکیب‌های فنولی در دسترس برای جذب از طریق ریشه‌هاست و این اثرات در صورتی که ترکیب‌های فنولی از دسترس خارج شوند، کاهش می‌یابد (Shafer et al., 1998). اثرات چندگانه ناشی از مواد فنولی آللوپاتیک شامل کاهش رشد گیاه، اختلال در جذب آب، عناصر غذایی معدنی، جذب یون‌ها، پتانسیل آب برگ، فشار تورژسانس ساقه، پتانسیل اسمزی، تولید ماده خشک، توسعه سطح برگ، اندازه منفذ سلول‌های روزنه، هدایت روزنه‌ای و فتوسنتز می‌باشند (Einhellig et al., 1970; Einhellig & Kuan, 1971; Chou & Lin, 1976; Rasmussen, 1979; Patterson, 1981; Booker et al., 1992; 1985). به‌طور کلی نتایج نشان داد که عصاره‌های حاصل از ریشه ترشک اثر بازدارندگی بیشتری نسبت به برگ این گیاه داشتند. همچنین بازدارندگی بیشتری در عصاره‌های متانولی نسبت به عصاره‌های اتانولی بدست آمد و افزایش غلظت عصاره بکار رفته، شدت بیشتری از بازدارندگی را به‌دنبال داشت. از آنجایی که رابطه مثبت و معنی‌داری بین میزان ترکیب‌های فنولی عصاره با شدت دگرآسیبی مشاهده شد، بنابراین می‌توان از میزان ترکیب‌های فنولی عصاره به‌عنوان شاخص مهمی در جهت ارزیابی پتانسیل آللوپاتی استفاده کرد.

منابع مورد استفاده

- Abdel-Farid, I., El-Sayed, M. and Mohamed, E., 2013. Allelopathic potential of *Calotropis procera* and *Moretia philaeana*. International Journal of Agriculture and Biology, 15: 130-134.
- Abu-Romman, S., Shatnawi, M. and Shibli, R., 2010. Allelopathic effects of spurge (*Euphorbia hierosolymitana*) on wheat (*Triticum durum*). American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences, 7(3): 298-302.

در این آزمایش عصاره ریشه همیشه اثر بازدارندگی بیشتری نسبت به عصاره برگ بر جوانه‌زنی و صفات رشد گیاهچه کاهو نشان داد. در بررسی اثر آللوپاتی عصاره‌های گیاه سویا (*Glycine max*) بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه‌های علف‌های هرز چاودار (*Secale cereale* L.) و قیاق (*Sorghum halepense* L.) نشان داده شد که عصاره‌های شاخساره‌ها نسبت به عصاره‌های ریشه خاصیت سمّیت بیشتری نشان دادند و بازدارندگی بیشتری بر جوانه‌زنی بذر داشتند (Mahmoodzadeh & Mahmoodzadeh, 2013). همچنین گزارش‌های مختلفی وجود دارد مبنی بر اینکه بخش‌های مختلفی از یک گیاه در قابلیتش برای ایجاد اثرات آللوپاتیک روی جوانه‌زنی و رشد گیاهان متفاوت می‌باشد و برخی قسمت‌های گیاه نسبت به بخش‌های دیگر اثرات بازدارندگی بیشتری از خود نشان می‌دهند (Ferguson & Rathinasabapathi, 2003; Ullah et al., 2013; Tanveer et al., 2008).

نتایج آزمایش پیش‌رو نشان داد که در بسیاری از موارد عصاره‌های متانولی نسبت به عصاره‌های اتانولی اثر بازدارندگی بیشتری بر صفات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه داشته‌اند. عصاره‌های متانولی نسبت به عصاره‌های اتانولی به‌طور معنی‌داری حاوی مقادیر بیشتری از فنول بودند. نتایج تحقیقات پیشین نشان می‌دهد که شدت بازدارندگی می‌تواند با میزان فنول عصاره‌ها در ارتباط باشد (Huang et al., 2000). در آزمایشی اثر بازدارندگی بیشتری در عصاره گیاه *F. indica* نسبت به *P. plebejum* مشاهده شد که به‌علت ترکیب‌های فنولی بیشتر برگ‌های *F. indica* در مقایسه با برگ‌های *P. plebejum* بود (Ullah et al., 2013). در این آزمایش نیز رابطه منفی و معنی‌داری بین میزان فنل و صفات مربوط به جوانه‌زنی و رشد گیاهچه کاهو بدست آمد. البته منابع منتشر شده زیادی ترکیب‌های فنولیک را به‌عنوان مواد آللوکمیکال مهم معرفی کرده‌اند (Rice, 1987; Chou et al., 1991; Inderjit, Seal et al.; Olofsdotter et al., 2002; Blum, 1999; 1996; al., 2004). ترشح ترکیب‌های فنولی جوانه‌زنی و رشد گیاهان را از طریق دخالت در متابولیسم انرژی، تقسیم سلولی، جذب

- growth of soybean and grain sorghum seedlings. *Journal of Chemical Ecology*, 5(5): 815-824.
- Einhellig, F.A. and Kuan, L., 1971. Effects of scopoletin and chlorogenic acid on stomatal aperture in tobacco and sunflower. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 98: 155-162.
 - Einhellig, F.A., Rice, E.L., Risser, P.G. and Wender, S.H., 1970. Effects of scopoletin on growth, CO₂ exchange rates and concentration of scopoletin, scopolin and chlorogenic acids in tobacco, sunflower and pigweed. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 97: 22-23.
 - Einhellig, F.A., Muth, M.S. and Schon, M.K., 1985. Effects of allelochemicals on plant-water relationship: 170-195. In: Thompson, A.C., (Ed.). *The Chemistry of Allelopathy*. American Chemical Society, Washington, D.C., 470p.
 - El-Khatib, A.A. and Abd-Elaah, G.A., 1998. Allelopathic potential of *Zilla spinosa* on growth of associate flowering plants and some rhizosphere fungi. *Biologia Plantarum*, 41(3): 461-467.
 - Ferguson, J.J. and Rathinasabapathi, B., 2003. Allelopathy: How plants suppress other plants. *HortScience*, <https://edis.ifas.ufl.edu/hs186>.
 - Gao, X., Ohlander, M., Jeppsson, N., Bjork, L. and Trajkovski, V., 2000. Changes in antioxidant effects and their relationship to phytonutrients in fruits of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) during maturation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 1485-1490.
 - Getie, M., Gebre-Mariam, T., Rietz, R., Höhne, C., Huschka, C., Schmidtke, M., Abate, A. and Neubert, R.H., 2003. Evaluation of the anti-microbial and anti-inflammatory activities of the medicinal plants *Dodanea viscosa*, *Rumex nervosus*, and *Rumex abyssinicus*. *Fitoterapia*, 74: 139-143.
 - Gholami, A.L. and Joharchi, M.R., 2008. Revision on the genus *Rumex* L. in Northeast of Iran. 15th National & 3rd International Conference of Biology, Iran, Tehran, 18-20 August, 2008: 178-179.
 - Gilani, S.S., Chaghtai, S.M. and Khan, U., 2003. Phytotoxicity of *Eucalyptus microtheca* F. Muell. on *Pennisetum glaucum* cv. bari-hairy. *Pakistan Journal of Forestry*, 53: 87-97.
 - Gilani, S.S., Chaghtai, S.M., Khan, M.A. and Wazir, I.K., 2002. Study of the allelopathic potential of *Eucalyptus microtheca* F. Muell. *Hamdard Medicine*, 45: 25-30.
 - Huang, Z., Liao, L., Wang, S. and Cao, G., 2000. Allelopathy of phenolics from decomposing stump-roots in replant Chinese fir woodland. *Journal of Chemical Ecology*, 26(9): 2211-2219.
 - Inderjit., 1996. Plant phenolics in allelopathy. *The Botanical Review*, 62(2): 186-202.
 - Alam, S.M., Ala, S.A., Azmi, A.R., Khan, M.A. and Ansari, R., 2001. Allelopathy and its role in agriculture. *Journal of Biological Sciences*, 1(5): 308-315.
 - Aliotta, G., Cafiero, G., De Feo, V. and Sacchi, R., 1994. Potential allelochemicals from *Ruta graveolens* L. and their action on radish seeds. *Journal of Chemical Ecology*, 20(11): 2761-2775.
 - Alzahrani, H.S. and Alrobai, S.A., 2007. Allelopathic effect of calotropis procera leaves extract on seed germination of some plants. *Journal of King Abdulaziz University Science*, 14: 115-126.
 - Blum, U., Shafer, S.R. and Lehman, M.E., 1999. Evidence for inhibitory allelopathic interactions involving phenolic acids in field soils: Concepts vs. an experimental model. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 18(5): 673-693.
 - Bogatek, R., Gniazdowska, A., Zakrzewska, W., Oracz, K. and Gawronski, S.W., 2006. Allelopathic effects of sunflower extract on mustard seed germination and seedling growth. *Biological Plantarum*, 50: 156-158.
 - Booker, F.L., Blum, U. and Fiscus, E.L., 1992. Short-term effects of ferulic acid on ion uptake and water relations in cucumber seedlings. *Journal of Experimental Botany*, 43(5): 649-655.
 - Chandra, J. and Mali, M.C., 2012. Allelopathic effect of *Acacia tortilis* on germination and seedling growth of *Prosopis chilensis*. *The Science of Biology*, 2: 53-57.
 - 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(3): 309-317.
 - Chou, C.H. and Lin, H.J., 1976. Autointoxication mechanism of *Oryza sativa* I. phytotoxic effects of decomposing rice residues in soil. *Journal of Chemical Ecology*, 2(3): 353-367.
 - Chou, C.H., Chang, F.J. and Oka, H.I., 1991. Allelopathic potential of wild rice *Oryza perennis*. *Taiwania*, 36: 201-210.
 - Cos, P., Hermans, N., Bruyne, T., De Apers, S., Sindambiwe, J.S., Witvrouw, M., Clercq, E., De Berghe, D.V., Pieters, L. and Vlietinck, A.J., 2002. Antiviral activity of Rwandan medicinal plants against human immunodeficiency virus type-1 (HIV-1). *Phytomedicine*, 9: 62-68.
 - Dekker, J. and Meggitt, W.F., 1983. Interference between velvetleaf (*Abutilon theophrasti* Medic.) and soybean (*Glycine max* L. Merr.) I. growth. *Weed Research*, 23: 91-101.
 - Einhellig, F.A. and Rasmussen, J.A., 1979. Effects of three phenolic acids on chlorophyll content and

- Agriculture in Forestry. American Chemical Society Symposium Series, 330p.
- Rudrappa, T., Quinn, W.J., Stanley-Wall, N.R. and Bais, H.P., 2007. A degradation product of the salicylic acid pathway triggers oxidative stress resulting in down-regulation of *Bacillus subtilis* biofilm formation on *Arabidopsis thaliana* roots. *Planta*, 226(2): 283-297.
 - Sasikumar, K., Vijayalakshmi, C. and Parthiban, K.T., 2001. Allelopathic effects of four *Eucalyptus* species on redgram (*Cajanus cajan* L.). *Journal of Tropical Agriculture*, 39: 134-138.
 - Seal, A.N., Pratley, J.E., Haig, T. and An, M., 2004. Identification and quantification of compounds in a series of allelopathic and non-allelopathic rice root exudates. *Journal of Chemical Ecology*, 30(8): 1647-1662.
 - Shafer, S.R., Blum, U., Horton, S.J. and Hesterberg, D.L., 1998. Biomass of tomato seedlings exposed to an allelopathic phenolic acid and enriched atmospheric carbon dioxide. *Water, Air and Soil Pollution*, 106(12): 205-212.
 - Singh, H.P., Kohli, R.K. Batish, D.R. and Kaushal, P.S., 1999. Allelopathy of gymnospermous trees. *Journal of Forest Research*, 4(3): 245-254.
 - Singh, H.P., Batish, D.R. and Kohli, R.K., 2001. Allelopathy in agroecosystems. *Journal of Crop Production*, 4: 1-41.
 - Tanveer, A., Rehman, A., Javaid, M.M., Abbas, R.N., Sibtain, M., Azraf, A., Haq, U.L., Ibin-I-Zamir, M.S., Chaudhary, K.M. and Aziz, A., 2010. Allelopathic potential of *Euphorbia helioscopia* L. against wheat (*Triticum aestivum* L.), chickpea (*Cicer arietinum* L.) and lentil (*Lens culinaris* Medic). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 34: 75-81.
 - Tanveer, A., Tahir, M., Nadeem, M.A., Younis, M., Aziz, A. and Yaseen, M., 2008. Allelopathic effects of *Xanthium strumarium* L. on seed germination and seedling growth of crops. *Allelopathy Journal*, 21(2): 317-328.
 - Ullah, R., Tanveer, A., Khaliq, A. and Hussain, S., 2013. Comparative allelopathic potential of *Fumaria indica* L. and *Polygonum plebejum* L. against field crops. *Pakistan Journal of Weed Science Research*, 19(1): 15-29.
 - Weston, L.A. and Duke, S.O., 2003. Weed and Crop allelopathy. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 22(3&4): 367-389.
 - Zhang, L.S., Li, Z. and Mei, R.Q., 2009. Hastatusides A and B: two new phenolic glucosides from *Rumex hastatus*. *Helvetica Chimica Acta*, 92(4): 774-778.
 - Irshad, A. and Cheema, Z.A., 2004. Influence of some plant water extracts on the germination and seedling growth of barnyard grass (*E. crus-galli* (L) Beauv). *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research*, 43(3): 222-226.
 - Kayode, J. and Ayeni, J.M., 2009. Allelopathic effects of some crop residues on the germination and growth of maize (*Zea mays* L). *The Pacific Journal of Science and Technology*, 10(1): 345-350.
 - Macias, F.A., Molinillo, J.M.G., Varela, R.M. and Galindo, J.C.G., 2007. Allelopathy-a natural alternative for weed control. *Pest Management Science*, 63(4): 327-348.
 - Maguire, J.D., 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. *Crop Science*, 2: 176-177.
 - Mahmoodzadeh, H. and Mahmoodzadeh, M., 2013. Allelopathic potential of soybean (*Glycine max* L.) on the germination and root growth of weed species. *Life Science Journal*, 10(5s): 63-69.
 - Mei, R.Q., Liang, H.X., Wang, J.F., Zeng, L.H., Lu, Q. and Cheng, Y.X., 2009. New seco-antraquinone glucosides from *Rumex nepalensis*. *Planta Medica*, 75(10): 1162-1164.
 - Moreland, D.E. and Novitsky, W.P., 1987. Interference by luteolin, quercetin and taxifolin with chloroplast-mediated electron transport and phosphorylation. *Plant and Soil*, 98: 145-150.
 - Ogbe, F.M.O., Gill, L.S. and Iserhien, E.O.O., 1994. Effects of aqueous extracts of *C. odorata* L. on radical and plumule growth and seedling height of maize, *Z. mays* L. *Compositae Newsletters*, 25: 31-38.
 - Olofsdotter, M., Rebulanan, M., Madrid, A., Dali, W., Navarez, D. and Olk, D.C., 2002. Why phenolic acids are unlikely allelochemicals in rice. *Journal of Chemical Ecology*, 28: 229-242.
 - Patterson, D.T., 1981. Effects of allelopathic chemicals on growth and physiological responses of soybean (*Glycine max*). *Weed Science*, 29: 53-59.
 - Pukclai, P. and Kato-Noguchi, H., 2012. Allelopathic potential of *Tinospora tuberculata* Beumee on twelve test plants species. *Journal of Plant Biology Research*, 1: 19-28.
 - Qin, B., Perry, L.G., Broeckling, C.D., Du, J., Stermitz, F.R., Paschke, M.W. and Vivanco, J.M., 2006. Phytotoxic allelochemicals from roots and root exudates of leafy spurge (*Euphorbia esula* L.). *Plant Signaling Behavior*, 1: 323-327.
 - Rice, E.L., 1984. *Allelopathy*. Academic Press, New York, 421p.
 - Rice, E.L., 1987. Allelopathy: an overview: 8-22. In: Waller, G.R., (Ed.). *Allelochemical: Role in*

Phenolic changes and allelopathic potential in different concentrations of methanolic and ethanolic extracts from root and shoot of *Rumex turcomanicus* Czerep. on lettuce (*Lactuca sativa* L.) seedling

M. Alirezaie Noghondar^{1*}, M. Azizi², P. Taheri² and M.S. Sadeghi³

1*- Corresponding author, Ph.D. student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, E-mail: mortezaalirezaie@yahoo.com

2- Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3- Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Tabriz, Iran

Received: February 2014

Revised: November 2014

Accepted: November 2014

Abstract

To investigate the allelopathic potential and its relation with phenolic changes in different concentrations of methanolic and ethanolic extracts from root and leaf of *Rumex turcomanicus* Czerep. on seed germination and seedling growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.), a factorial experiment based on completely randomized design was conducted at the Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, in 2013. Treatments included different organs of *Rumex turcomanicus* Czerep (root and leaf), two extraction solvents (methanol and ethanol), and six concentrations of extract (0, 31.25, 62.5, 125, 250 and 500 ppm), whose effects were studied on seed germination and seedling growth of lettuce. The extracts were placed in petri dishes in three replicates and 25 seeds (lettuce) per replicate. Phenolic content was measured in each extract. The results showed higher inhibition in methanolic extracts as compared with ethanolic extracts and higher inhibition in root extract as compared with leaf extracts on seed germination and most of seedling the growth traits. Among different concentrations, maximum and minimum inhibition were observed in 500 and 0 ppm of extracts, respectively. Phenolic content was greater in methanolic as compared with ethanolic extracts and was higher in root extracts as compared with leaf extracts. In addition, phenolic content was increased with increasing of extract concentration. A positive and significant correlation was observed between phenolic content and allelopathic potential.

Keywords: Allelopathy, inhibition, phenolic compound, extraction.