

مطالعه غلظت‌های دگرآسیبی گردوی ایرانی (*Juglans regia*) بر مولفه‌های جوانه‌زنی بذر جو (*Hordeum vulgare*)، ذرت (*Zea mays*) و منداب (*Eruca sativa*)

حمیدرضا جوانمرد^{۱*}، حسین مختاری کرچگانی^۲

۱. استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اصفهان (خوراسگان)، اصفهان

۲. کارشناس ارشد علوم علف‌های هرز، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شیراز

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۰۴؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۲۷)

چکیده

به منظور مطالعه دگرآسیبی عصاره آبی برگ گردوی ایرانی بر مولفه‌های جوانه‌زنی گیاهان جو، منداب و ذرت آزمایشی در سال ۱۳۹۳ در دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی اصفهان انجام شد. تاثیر غلظت‌های مختلف عصاره آبی برگ گردو شامل غلظت‌های صفر (آب مقطر)، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ بر خصوصیات جوانه زنی سه گونه گیاهی در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار مطالعه گردید. در بررسی کارماتوگرافی بیشترین میزان ژوگلون موجود در برگ گردو در مرداد ماه بود. نتایج زیست سنجی بدرها نیز نشان داد با افزایش غلظت عصاره، درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و وزن خشک گیاهچه در هر سه نوع بذر روند نسبتاً کاهشی داشت. درصد جوانه‌زنی بذور ذرت و منداب تا اندازه زیادی به دگرآسیبی گردو متحمل بود. کمترین درصد جوانه‌زنی در جو و در تیمار ۱۰۰٪ غلظت عصاره با ۵۴/۰۸٪ کاهش نسبت به شاهد مشاهده شد. مؤلفه‌های رشدی گیاهچه در ذرت و منداب نسبت به جو حساس‌تر بود، اگرچه وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه جو بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت. عصاره آبی گردو تاثیر بسزایی بر مولفه‌های جوانه‌زنی بذور جو، ذرت و منداب نداشت، به طوری که ذرت و منداب در مراحل اولیه جوانه‌زنی و جو در مولفه‌های رشد گیاهچه مقاومت بالایی از خود نشان دادند. عدم حساسیت گونه‌های مورد بررسی نشان داد که عصاره آبی برگ گردو ایرانی به عنوان ترکیبی قوی در کنترل علف‌های هرز این گونه‌ها در راستای کشاورزی پایدار حائز اهمیت است.

کلمات کلیدی: دگرآسیبی، زیست سنجی، ژوگلون، کارماتوگرافی، گردو

Allelopathic Effects of Iranian Walnut (*Juglans regia*) On Barley (*Hordeum vulgare*), Corn (*Zea mays*) and Arugula (*Eruca sativa*) Germination and Growth

H.R. Javanmard^{1*}, H. Mokhtari Karchegani²

1. Department of Agronomy and Plant Breeding, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Esfahan, Iran

2. Department of Crop Production and Plant Breeding, College of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

(Received: Apr. 24, 2017 – Accepted: Nov. 18, 2017)

Abstract

In order to investigation the effects of different concentrations of leaf aqueous extracts of walnut on seed germination and seedling growth of barley, arugula and corn, a laboratory experiment were conducted in the Faculty of Agronomy, Islamic Azad University of Isfahan, in 2013. In this experiment, walnut leaf extract including control (distilled water), 25, 50, 75 and 100% were studied to determine juglone sensitivity in three species based on completely randomized design (CRD) with four replications. Chromatography analysis showed that a highest rate of juglone was observed on walnut leaves in August. Increasing concentration of leaf extract lead to continuously decrease in germination percentage and germination rate, root and shoot length and seedling dry weight. Germination percentage of corn and arugula seeds on primary growth stage showed resistant to walnut allelopathy. The lowest germination percentage was observed on barley in %100 leaf aqueous extracts of walnut. Corn and arugula were more sensitive to walnut extracts than barley seeds, however, root and shoot dry weight in barley had no significantly different between treatments. The aqueous extract of walnut did not have a significant effect on germination components of barley, corn and arugula, so that corn and arugula in the early stages of germination and barley in seedling growth showed strong resistance. The insensitivity of the studied species showed that the aqueous extract of Iranian walnut leaves is a strong substance in controlling weeds of these species towards sustainable agriculture.

Keywords: Allelopathy, Bioassays, Chromatography, Juglans, Walnut

* Email: javanmard@khuif.ac.ir

ارگانیک بوده، بلکه نتایج به دست آمده راهنمای مفیدی در خصوص انتخاب گیاهان برای ساخت علفکش‌های زیستی خواهد بود. علفکش زیستی Redox یک محصول تجاری مبتنی بر عصاره درخت گردو سیاه بوده که به صورت پیش و پس رویشی به میزان ۳۳ درصد رشد گیاه هرز، علف اسب (*Conyza bonariensis*) را کاهش داد (Shrestha, 2009). همچنین روغن مانوکا استخراج شده از گیاه (*Leptospermum scoparium*) به صورت تجاری عرضه شده و اثرات سرکوب کنندگی بر علف هرز دیجیتاریا (*Digitaria spp*) دارد (Cai and Gu, 2016).

گردوی ایرانی (*Juglans regia*) از خانواده Juglandaceae درختی مهم با کاربردی چند منظوره (میوه، چوب و دارو) است (Ebrahimi et al., 2009). ژوگلون ترکیبی نفتوکینونی است که در برگ تازه و پوست سبز میوه درخت گردو یافت می‌شود (Weston and Duke, 2003). ژوگلون بارزترین ماده موجود در اندام‌های مختلف گیاه گردو است، این ماده که نقطه شروع ترکیب ۱۶ مرحله‌ای اکسی ترا سایکلین، یک کینون (۵- هیدروکسی ۴،۱ نفتوکینون) می‌باشد. پیش ماده ترکیب آن ۴،۱ و ۵- تری هیدروکسی نفتالین گلیکوزید است که به صورت پیوند شده در اندام‌های هوایی به ویژه برگ‌ها وجود داشته و در اثر آبشویی تحت عمل هیدرولیز و اکسیداسیون قرار گرفته و به ژوگلون تبدیل می‌شود (جایمنند و همکاران، ۱۳۸۳). کوجاچالیشکان و ترزی (Kocacalishkan and Terzi, 2001) گزارش کرده‌اند که عصاره برگ گردو باعث کاهش شدید جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گوجه فرنگی، خیار و یونجه شده، ولی جوانه‌زنی گندم، جو، ذرت، هندوانه و لوبیا را تحت تأثیر قرار نگرفت. بررسی‌ها نشان داد که عصاره برگ گردو به طور قابل توجهی تأثیر فزاینده‌ای بر رشد گیاهچه خربزه داشت (Kocacalishkan and Terzi, 2001). محققین دریافته‌اند که ذرت کمترین اثر سوء رشد را در مقابل ژوگلون داشته و نشانگر این امر است که ذرت بیشترین مقاومت را به مواد آللوپاتییک دارد. در بسیاری موارد

مقدمه

دگرآسیبی عنوان تأثیرات مفید یا مضر یک گیاه به طور مستقیم و یا غیر مستقیم بر گیاهان دیگر از طریق تولید ترکیبات شیمیایی تعریف شده است. این تعریف بیانگر افزایش قدرت رقابت در گیاهان برای بقای نسل خود از راه مهار جوانه‌زنی و اثرات تحریک کنندگی رشد بر گیاهان می‌باشد (Ahmed et al., 2007). مواد دگرآسیب به عنوان علف‌کش‌های طبیعی تنوع پذیر بوده و به مرور زمان تغییر می‌کنند و گرایش کمی به محلول شدن دارند. زیرا بیشتر آن‌ها ترکیباتی غیر هالوژنه و نیمه عمر کوتاه دارند (Kadioglu et al., 2006). امروزه دگرآسیبی از مباحث اصلی مطرح در علوم کشاورزی، مدیریت و اصلاح مراتع در راستای اهداف کشاورزی ارگانیک و آگروکولوژی است. نزدیک به ۴۰۰ هزار متابولیت ثانویه توسط گیاهان و میکروارگانیزم‌ها تولید می‌شود که فقط ۳٪ از آن‌ها جداسازی و شناسایی شده‌اند و از این تعداد، تعداد بسیار اندکی از نظر فعالیت علفکشی مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. برای مثال می‌توان به ترکیب ژوگلون از گردوی سیاه و گردوی ایرانی (*Juglans regia*)، آرتیمیزین موجود در گیاه (*Artemisia alba*) و هیدروکسی بنزوئیک اسید و دئورین در گیاه سورگوم (Prataviera et al., 1983; Cutler, 1988; Ajali et al., 2010; Mokhtari et al., 2015). هیدورکربن‌های هالوژنه که بخش قابل توجهی از علفکش‌های ثبت شده را تشکیل می‌دهند از لحاظ زیست محیطی بسیار خطرناک می‌باشند، در حالی که ترکیبات طبیعی تهیه شده از گیاهان خطرات اندکی برای محیط زیست و سلامتی انسان‌ها دارند (Ajali et al., 2010). شناسایی مکانیزم‌های عمل مواد دگرآسیب در گیاهان زراعی پیش از علف‌های هرز، نقش مهمی در معرفی، تولید و استفاده از این مواد به صورت عملی دارد. مطالعه اثر مواد آللوپاتییک بر سایر گیاهان زراعی، نه تنها در راستای کشت

استفاده قرار گرفت.

استخراج ژوگلون

در مرحله نخست استخراج ژوگلون از برگ‌های جوان درخت گردو به کمک کلروفرم صورت پذیرفت (Jaymand *et al.*, 2004). برای این کار مقدار ۱۰ گرم نمونه تازه از برگ گردو، با حلال استون توسط دستگاه سوکسوله چربی زدایی شده و سپس استخراج توسط حلال کلروفرم انجام شد. با حذف حلال در دستگاه تقطیر در خلاء و تهیه ماده جامد مقداری آب مقطر اضافه و سپس با افزودن اتیل استات محلول به قیف جداکننده منتقل گردید. در ادامه فاز اتیل استات را جدا کرده و با متانول به حجم رسانده شد. نهایتاً، از محلول به دست آمده جهت اندازه‌گیری ترکیب ژوگلون استفاده گردید. از این روش برای اندازه‌گیری تمامی نمونه‌ها توسط دستگاه کارماتوگرافی مایع (HPLC) استفاده شد. دستگاه در ۲۵۴ نانومتر تنظیم گردید، ستون مورد استفاده C₁₈ به طول ۲۵ سانتیمتر و قطر ۴ میلی‌متر و فاز متحرک متانول، آب و اسید استیک (۳۰:۶۵:۵) با شدت جریان یک میلی‌لیتر در دقیقه و مقدار نمونه تزریق شده ۲۰ میکرومیلی لیتر به مدت ۲۰ دقیقه مورد استفاده قرار گرفت.

زیست‌سنجی آزمایشگاهی

به منظور ارزیابی سطوح مختلف عصاره آبی برگ درخت گردو ایرانی بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر جو، منداب و ذرت به صورت سه آزمایش جداگانه در قالب طرح کاملاً تصادفی با تیمارهای ژوگلون شامل: ۵ سطح، شاهد (صفر)، ۲۵٪، ۵۰٪، ۷۵٪ و ۱۰۰٪ و چهار تکرار در آزمایشگاه زراعت دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اصفهان (خوراسگان) در سال ۱۳۹۳ انجام شد. به منظور تهیه عصاره آبی، برگ‌های درخت گردوی ایرانی در آون با حرارت ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت خشک و به قطعات یک سانتی‌متری تبدیل شد. سپس ۱۰ گرم از تکه‌های برگ را در ۱۰۰ سی‌سی آب مقطر به مدت ۲۴ ساعت خیسانده و از پارچه نظیف

حضور آلوکیمیکال‌های علاوه بر تحریک هورمون‌ها سبب تحریک رشد، تقسیم سلولی و افزایش جذب و تنفس توسط ریشه با استفاده از القاء نیترات و افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت می‌گردد (Cai and Gu, 2016).

محققین بیان داشتند با توجه به آنکه هر گونه اختلال در فعالیت عادی گیاه سبب ایجاد تنش می‌شود و از سوی دیگر، مواد حاصل از گیاهان دگر آسیب نیز سبب اختلال در فرایندهای طبیعی گیاهان مجاور می‌گردند. از این رو، مقدار پروتئین، کربوهیدرات و کلروفیل II نیز باید تحت تأثیر مواد دگر آسیب قرار گیرد (Jose and Gillespie, 1989).

سزایی و چیدم (Sezai and Cidem, 2005) در بررسی اثر آلوپاتیک ژوگلان و عصاره برگ گردو بر توت‌فرنگی، دریافتند که عملکرد، تعداد و میانگین وزن میوه در بوته، تعداد برگ‌ها، سطح برگ، وزن تر ریشه، کل مواد جامد و اسیدیته آن کاهش می‌یابد. محققین در بررسی ترکیب ژوگلان بر روی سرعت رشد نسبی ریشه و ساقه، تنفس و فتوسنتز برگ، تعرق و تنفس برگ در دو گیاه ذرت و سویا در کشت هیدروپونیک دریافتند سویا حساسیت بیشتری نسبت به ژوگلان در مقایسه با ذرت از خود نشان داد (Jose and Gillespie, 1989). این بررسی با هدف ارزیابی تعیین میزان مواد دگرآسیب برگ درخت گردوی ایرانی (ژوگلون) در فصل تابستان و سنجش حساسیت بذر سه گونه گیاهی جو، منداب و ذرت تحت تاثیر عصاره آبی برگ گردو (ژوگلون) انجام شد.

مواد و روش‌ها

آزمایش تعیین میزان ژوگلون برگ

در این تحقیق به منظور تهیه برگ گردو از نظر بیشترین میزان ژوگلون موجود در برگ جوان از درخت گردوی ایرانی در ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور سال ۱۳۹۳ استفاده شد. برگ‌ها از درختان گردوی ایرانی در منطقه دهقان اصفهان برداشت و در آزمایش مورد

استاندارد فشار اسمزی عصاره آبی برگ گردو ایرانی و تفکیک آن از خاصیت دگرآسیبی از پلی اتیلن گلیکول استفاده نشد، زیرا غلظت محلول عصاره‌ها از ۵۰ میلی اسموز (حدود ۰/۱۱ - مگاپاسکال) بیشتر نبود (Rezaeinodehi *et al.*, 2006; Mahmoodi and Hamidi, 2012).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS v 9.2 و میانگین تیمارها از طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن پس از نرمال سازی داده‌ها، در سطح احتمال ۵ درصد مورد بررسی قرار گرفت. نمودارهای سه بعدی با استفاده از نرم افزار STATISTICA v10 ترسیم شد.

نتایج و بحث

تعیین میزان ژوگلون برگ گردو

به منظور بررسی میزان ژوگلون از منحنی استاندارد استفاده شد. بررسی نتایج میزان ژوگلون برگ گردو ایرانی نشان داد که در بین ماه‌های مورد بررسی بیشترین میزان ژوگلون برگ گردو (۰/۱۱۴ میلی گرم در میلی لیتر) در مرداد ماه مشاهده شد (شکل ۱). این امر به دلیل شرایط آب و هوایی تاثیر گذار بر تولید متابولیت‌های ثانویه می‌باشد. محققین بیان داشتند که شرایط آب و هوایی و خصوصیات ژنتیکی یک گیاه از مهمترین عوامل مؤثر تولید و پراکنش مواد آللوپاتیک می‌باشد (Pramanik *et al.*, 2000). در مطالعه‌ای بیان شد محدوده حرارتی بالا سبب افزایش سمیت برگی گیاه (*Cistus ladanife*) می‌گردد. محققین همچنین با استفاده از نتایج حاصل از دستگاه کارماتوگرافی بیان داشتند که در ماه مارچ میزان ترکیب ژوگلون بین ۰/۷۴ تا ۱/۷۴ گرم در ۱۰۰ گرم می‌باشد (Girzu *et al.*, 1998). در بررسی‌های گزارش شد میزان ترکیب ژوگلون در طی دوره رشد در برگ گیاه، از حداقل ۰/۲۱ تا ۰/۱۱۴ میلی گرم در لیتر متغیر است که در مرداد ماه دارای بیشترین مقدار است. درحالی که،

کتانی چهار لایه عبور داده شد و آنگاه مایع صاف شده به مدت ۱۵ دقیقه با ۹۰۰۰ rpm سانتریفوژ گردید. پس از جداسازی، از دو فاز ایجاد شده در مایع فوقانی به عنوان عصاره ۱۰٪ استفاده گردید (Narwal and Tauro, 1996). سایر غلظت‌های عصاره نیز از این محلول تهیه شد.

بذور جو، منداب و ذرت (قوه نامیه حدود ۹۵٪ در دمای اتاق) از ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان تهیه و با محلول هیپوکلرید سدیم ۵٪ به مدت یک دقیقه ضدعفونی و سپس با آب مقطر کاملاً شستشو داده شدند. تعداد ۲۵ عدد بذر بر روی کاغذ صافی واتمن در پتری دیش‌های ۹ سانتی متری قرار گرفتند و سپس به هر پتری دیش، ۶ میلی لیتر از عصاره ژوگلون اضافه گردید. نمونه‌ها در دستگاه ژرمیناتور با دماهای تعیین شده و با رطوبت نسبی ۷۳٪ و شرایط تاریکی قرار داده شدند. به منظور جلوگیری از آلودگی و اتلاف رطوبت پتریدیش‌ها با نوار پارافیلیم پوشانده شدند. شمارش بذور جوانه‌زده بصورت روزانه انجام گردید. بعلاوه، بذوری با طول ریشه چه دو میلی متر یا بیشتر، به عنوان بذور جوانه‌زده در نظر گرفته شدند (ISTA, 2010). در پایان آزمایش درصد جوانه‌زنی (معادله ۳-۱)، سرعت جوانه‌زنی (معادله ۳-۲)، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه محاسبه شد.

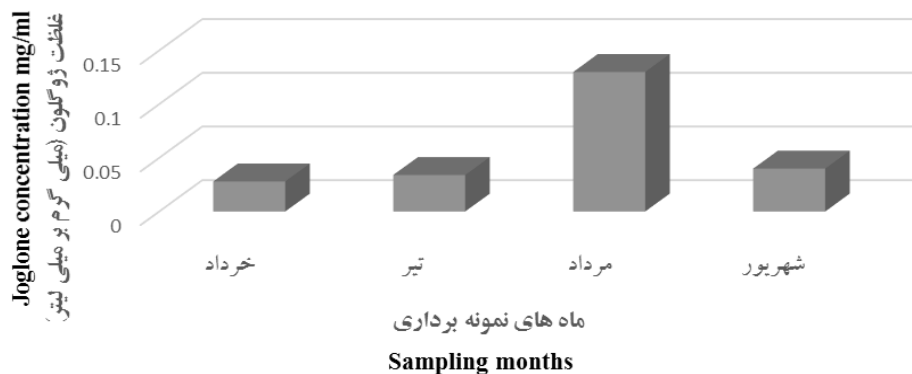
$$PG = \frac{n}{N} * 100 \quad (1-3)$$

برای محاسبه سرعت جوانه‌زنی از روش ماگور (Kochaki and Sarmadnia, 2002) و از معادله زیر استفاده شد:

$$R_s = \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{D_i} \quad (2-3)$$

در این معادله RS سرعت جوانه‌زنی (تعداد بذر در روز)، Si تعداد بذر جوانه‌زده در هر شمارش، Di تعداد روز تا شمارش n ام بود. در این آزمایش به منظور تعیین

ژوگلون موجود در پوسته سبز میوه درخت گردو به ۰/۰۳۵ تا ۰/۵۳۴ میلی‌گرم در لیتر می‌رسد و بیشترین مقدار آن در شهریور ماه است (Jaymand *et al.*, 2004).



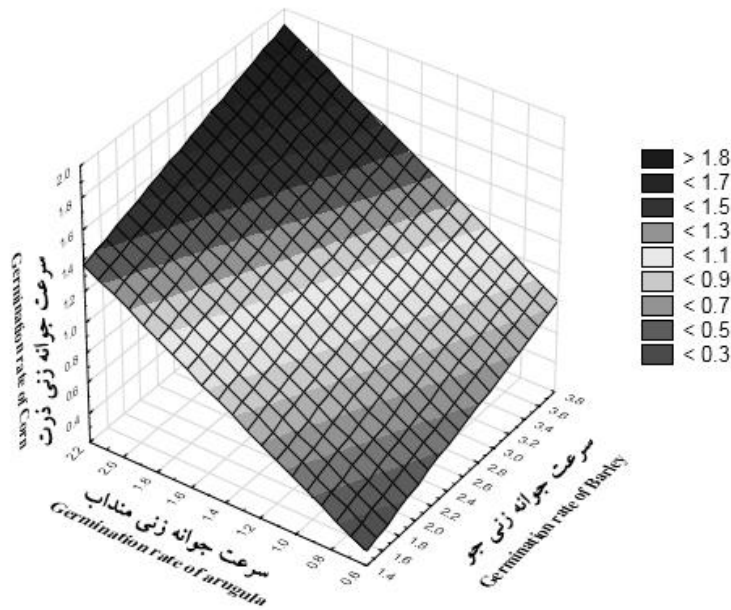
شکل ۱- میزان میلی‌گرم بر میلی‌لیتر ژوگلون برگ گردو در ماه‌های مختلف فصل تابستان
Figure 1- Joglone mg/ml concentration of walnut leaf in different months of summer

۶۴/۲۸٪ کاهش در مقایسه با تیمار شاهد خود مشاهده شد (جدول ۲). سرعت جوانه‌زنی با افزایش غلظت عصاره گردو در هر سه گیاه کاهش معنی‌داری از خود نشان داد به طوری که در جو و ذرت تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌های ۲۵ و ۵۰٪ و در منداب غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۷۵٪ تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشت و اثر یکسانی بر سرعت جوانه‌زنی داشتند. بیشترین بازدارندگی در غلظت ۱۰۰٪ عصاره، سرعت جوانه‌زنی جو و منداب را به ترتیب به عنوان گیاهی حساس و مقاوم در مراحل اولیه رشد معرفی کردند (جدول ۲). محققین در بررسی اثر عصاره آبی برگ گردو و ژوگلون بر جوانه‌زنی برخی از بذور بیان داشتند که بذور گوجه‌فرنگی، خربزه و تره تیزک به شدت سرکوب کرد، با این حال، جوانه‌زنی بذر گندم، جو، ذرت، هندوانه، تربچه و حبوبات تاثیر قرار نگرفت، اما رشد گیاهچه را کمی مهار تحت تاثیر قرار داد. در بذور خربزه رشد گیاهچه توسط هر دو عصاره برگ گردو و ژوگلون افزایش یافته بود (Kocacalishkan and Terzi, 2001).

علاوه بر این محققین در بررسی پنج گونه درخت گردو (Germisara, Jupanesti, Franquette, Vina, Valcor) با استفاده از گراماتوگرافی (HPLC-RP) بیان داشتند، میانگین ژوگلون در هر پنج گونه در پوسته سبز و برگ به ترتیب به میزان ۳۱/۳۰، ۲۲/۸۰ $\text{mg}/100\text{g}$ بوده است. به طوری که پوست سبز و برگ درخت گردو از مهمترین منابع ژوگلون در درخت گردو می‌باشد، که میزان ژوگلون در پوسته سبز بیشتر از برگ بوده اما به دلیل شرایط نامناسب نگهداری پوسته سبز میوه قابل استفاده به منظور عصاره‌گیری می‌باشد (Cosmulescu *et al.*, 2011). بررسی تجزیه واریانس غلظت‌های مختلف ژوگلون بر کلیه فضاات مورد بررسی به استثنا وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه جو، در سه گیاه جو، ذرت و منداب در سطوح ۵ و ۱٪ تفاوت معنی‌داری نشان داد (جدول ۱).

سرعت جوانه زنی

نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد، کمترین صفت سرعت جوانه‌زنی در هر کدام از بذور جو، ذرت و منداب در تیمار ۱۰۰٪ غلظت عصاره به ترتیب با ۵۶/۱۳، ۷۴/۴۴ و



شکل ۲- نموداری متوالی سه بعدی سرعت جوانه زنی سه گیاه زراعی جو، منداب و ذرت

Figure 2- 3D diagram germination rate of barley, arugula and corn

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) عصاره آبی برگ گردو بر شاخص های جوانه زنی گیاهان زراعی

Table 1- Analysis of variance (mean of squares) for allelopathic effect of walnut leaf water extracts on germination parameters on barley, arugula and corn

بذر Seed	منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی	سرعت جوانه زنی GR	درصد جوانه زنی GP	طول ریشه چه RL	طول ساقه چه SL	وزن خشک ریشه چه RDW	وزن خشک ساقه چه SDW
جو Barley	تیمار (عصاره) Treatment	4	9.2*	0.72*	0.06**	0.026**	0.0016 ^{ns}	0.005 ^{ns}
	خطا Error	15	0.016	0.001	0.003	0.009	0.002	0.003
	C.V ضریب تغییرات (%)		7.78	7.7	3.19	3.72	3.07	3.27
منداب Arugula	تیمار (عصاره) Treatment	4	2.06**	0.008**	0.033**	0.04**	0.008**	0.005**
	خطا Error	15	0.001	0.0001	0.12	0.038	0.007	0.009
	C.V ضریب تغییرات (%)		3.01	3.54	7.38	5.88	8.19	7.48
ذرت Corn	تیمار (عصاره) Treatment	4	0.11**	0.026**	1.24**	1.95**	0.001**	0.01**
	خطا Error	15	0.001	0.003	0.018	0.002	0.004	0.0015
	C.V ضریب تغییرات (%)		3.06	7.9	7.72	3.40	12.83	3.75

ns, * و **: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪.

Ns: Not significant, * and ** significant at 5 and 1% level of probability, respectively

Germination percentage: GP, germination rate: (GR), Shoot length: (SL), Root length: (RL), Shoot dry weight (SDW), Root dry weight (RDW).

جدول ۲- مقایسه میانگین مربعات عصاره آبی برگ گردو بر شاخص‌های جوانه‌زنی جو، ذرت و منداب

Table 2- Allelopathic effect of walnut leaf water extracts on germination parameters on barley, arugula and corn

گیاه زراعی Crop seed	عصاره آبی Water extract	سرعت جوانه‌زنی GR	درصد جوانه‌زنی GP	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر) RL	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر) SL	وزن خشک ریشه‌چه (گرم) RDW	وزن خشک ساقه‌چه (گرم) SDW
جو Barley	شاهد	3.67 ^a	0.98 ^a	4.7 ^a	5.43 ^a	0.032 ^a	0.03 ^a
	%۲۵	3.45 ^a	0.96 ^a	4.15 ^a	5.18 ^a	0.028 ^a	0.02 ^a
	%۵۰	3.33 ^a	0.93 ^a	4.24 ^a	4.69 ^b	0.025 ^a	0.01 ^a
	%۷۵	2.69 ^b	0.75 ^b	4.08 ^a	4.66 ^b	0.019 ^a	0.01 ^a
	%۱۰۰	1.61 ^c	0.45 ^c	3.82 ^b	4.60 ^b	0.017 ^a	0.01 ^a
منداب Arugula	شاهد	2.1 ^a	0.95 ^a	5.67 ^a	3.7 ^a	0.07 ^a	0.019 ^a
	%۲۵	1.03 ^b	0.82 ^b	3.34 ^b	2.48 ^b	0.02 ^{bc}	0.013 ^b
	%۵۰	1.04 ^b	0.83 ^b	3.18 ^{bc}	2.13 ^c	0.021 ^b	0.012 ^b
	%۷۵	0.98 ^b	0.80 ^b	2.82 ^c	1.95 ^c	0.016 ^{cd}	0.011 ^b
	%۱۰۰	0.75 ^c	0.71 ^c	2.29 ^d	1.64 ^d	0.013 ^c	0.011 ^b
ذرت Corn	شاهد	1.8 ^a	0.98 ^a	3.82 ^a	3.20 ^a	1.03 ^a	1.2 ^a
	%۲۵	1.06 ^b	0.88 ^b	3.52 ^b	2.67 ^b	0.93 ^b	0.96 ^b
	%۵۰	1.00 ^b	0.84 ^b	3.26 ^b	2.13 ^c	0.73 ^b	0.89 ^b
	%۷۵	0.79 ^c	0.71 ^c	2.86 ^c	1.96 ^c	0.51 ^c	0.67 ^c
	%۱۰۰	0.46 ^d	0.70 ^c	1.42 ^d	1.29 ^d	0.23 ^c	0.38 ^d

* میانگین‌هایی که در هر ستون دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

* Means with same letter in a column have not significant difference with each other, according to Duncan multiple range tests ($P \leq 0.05$).

Germination percentage: GP, germination rate: (GR), Shoot length: (SL), Root length: (RL), Shoot dry weight (SDW), Root dry weight (RDW).

جوانه‌زنی بذور ذرت و منداب تا حدی بسیاری به آللوپاتی گردو مقاومت نشان داد. به طوری که با افزایش غلظت‌های عصاره گردو تفاوت معنی‌داری در این صفت بین تیمارها مشاهده شد. بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی در تیمار %۱۰۰ غلظت عصاره به ترتیب در بذور منداب و جو مشاهده شد. به طور کلی تیمارهای ۲۵ و %۵۰ غلظت عصاره، تاثیر معنی‌داری بر کاهش درصد جوانه‌زنی هیچ کدام از بذور زراعی نداشت، ولی با بیشتر شدن غلظت عصاره تفاوت معنی‌داری در بین تیمارها مشاهده شد و درصد جوانه‌زنی در سه گیاه جو، ذرت و منداب به ترتیب به میزان ۵۴/۰۸، ۲۷/۸۵ و ۲۵/۲۶ در تیمار %۱۰۰ غلظت عصاره نسبت به تیمار شاهد تقلیل

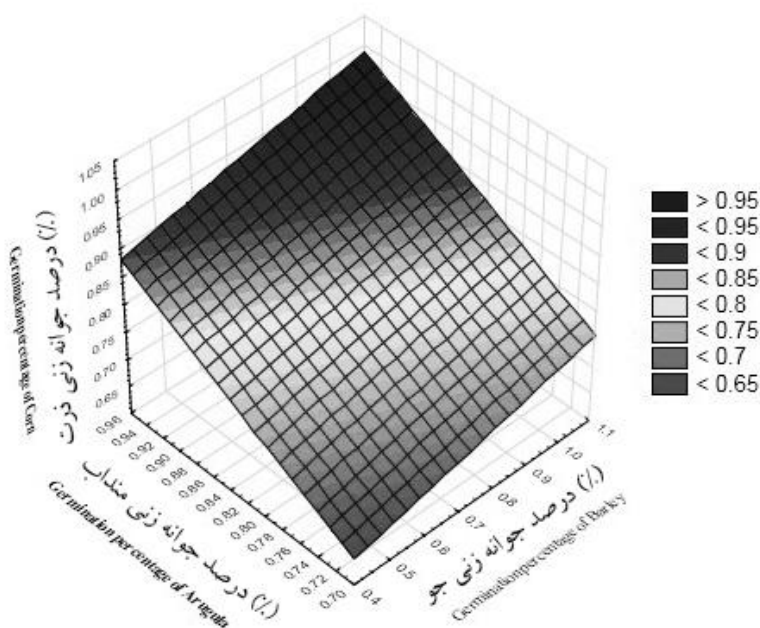
روحي و همکاران (Rohi et al., 2009) در بررسی تاثیر دگرآسیبی عصاره آبی برگ گردو بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ی گندم، پیاز و کاهو بیان داشتند بیشترین و کمترین کاهش سرعت جوانه‌زنی به ترتیب با ۵۹/۴ و ۲۲/۲٪ کاهش مربوط به کاهو و پیاز بود. سرعت جوانه‌زنی با افزایش غلظت عصاره گردو در هر سه بذور کاهش معنی‌داری از خود نشان داد، اما در گندم، کاهو و پیاز تفاوت معنی‌داری بین غلظت‌های ۲/۵ و ۵٪ گزارش نشد.

درصد جوانه‌زنی

بر اساس نتایج آزمایش، اثر سطوح عصاره گردو بر درصد جوانه‌زنی معنی‌داری دارد (جدول ۱). درصد

بیشترین اثر بازدارندگی بر درصد جوانه زنی گیاه کاهو مشاهده شد. در حالی که بذر گندم و پیاز در بین غلظت‌های ۲/۵ و ۵٪ با آب مقطر تفاوت معنی‌داری بر درصد جوانه زنی نداشت در صورتی که غلظت ۱۰٪ به طور معنی‌داری باعث کاهش درصد جوانه‌زنی گردید.

یافت (جدول ۲). محققین نیز اثر بازدارندگی دگرآسیبی را بر جوانه‌زنی بذر گیاهانی همچون چغندر قند و کاهو گزارش کردند (Duke, 1987). روحی و همکاران (Rohi et al., 2009) در بررسی اثر عصاره برگ گردو بر درصد جوانه زنی گندم، کاهو و پیاز بیان داشتند،



شکل ۳- نمودار متوالی سه بعدی درصد جوانه‌زنی بذور جو، ذرت و منداب
Figure 3- 3D diagram germination percentage of barley, arugula and corn

علف هرز یولاف وحشی گزارش شد. همچنین در بررسی تاثیر عصاره علف طلا (*Solidago canadensis L.*) بر درصد، سرعت جوانه زنی و رشد رویشی یولاف وحشی بیان شد با افزایش غلظت عصاره ۰/۱، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۱ به ترتیب از بازدارندگی کاسته شد (Makkizadeh et al., 2011). محققین در بررسی اثرات دگرآسیبی عصاره برگ گردو، درمنه، مریم گلی بر ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ی کاهو (*Lactuca sativa*) بیان داشتند، عصاره‌های گیاهی درمنه، گردو، مریم گلی اثر کاهنده بر جوانه زنی کاهو داشته و بیشترین تاثیر تحت عصاره برگ گردو گزارش شد (Jafari et al., 2006). همچنین غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۷۵٪ غلظت عصاره گردو بر درصد

رابطه‌ی بین درصد جوانه‌زنی بذور جو، ذرت و منداب، نسب به بیشترین مقاومت به سطوح عصاره آبی گردو به ترتیب در ذرت، منداب و جو مشاهده شد (شکل ۳). نمودار سه بعدی میزان همپوشانی نتایج نشان داد، بیشترین مقاومت و کمترین رنج تغییرات در بذور ذرت و منداب مشاهده شد. علاوه بر این عدم معنی‌داری درصد جوانه‌زنی بذور جو در تیمارهای ۲۵ و ۵۰٪ غلظت عصاره با ۲/۰۴ و ۵/۱۰٪ کاهش در مقایسه با تیمار شاهد، مقاومت به عصاره گردو را نشان داد (جدول ۲). در بررسی صفات اندازه گیری شده تاج خروس و یولاف تحت غلظت‌های مختلف عصاره گیاه اسفند (*Peganum Harmala L.*) بیشترین اثر آللوپاتیک بر علف هرز تاج خروس و کمترین اثر را بر

کاهش به طور معنی‌دار شد. این کاهش با افزایش غلظت عصاره شدت یافت، به طوری که بین غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۷۵ تفاوت معنی‌داری نداشت اما سیر نزولی به حدی بود که، کمترین میزان طول ریشه‌چه و ساقه‌چه در تیمار ۱۰۰٪ عصاره با ۵۹/۶۱ و ۵۵/۶۷٪ کاهش نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۲). این نتایج با یافته‌های لبافی و همکاران (Labbafy et al., 2009) مطابقت دارد به طوری که این امر به دلیل بازدارندگی مواد دگرآسیب بر تقسیم سلولی در کلاهک ریشه رخ می‌دهد. سلطانی پور و همکاران (Soltani et al., 2004) در بررسی اثر اسانس مورخوش (*Zhumeria majdae* Rech. f. & Wendelbo) بر جوانه زنی بذرها، گندم و گوجه فرنگی بیان داشتند جوانه‌زنی در تیمار ۱۰۰٪ اسانس مورخوش به ترتیب با ۱۰۰ و ۹۳/۳٪ کاهش نسبت به تیمار شاهد بود. به گفته محققین مواد آللوپاتیک با تاثیر بر متابولیسم گیاهان بصورت اثر بر تقسیم میتوز، کاهش هورمون‌های القاء کننده رشد و نفوذپذیری غشاء سلول از جوانه زنی و رشد بذور جلوگیری می‌کنند (Rice, 1984).

وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه

اثر غلظت‌های مختلف عصاره برگ گردو بر وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت (جدول ۲). بنابراین، جو با قرار گرفتن در شرایط تنش توانسته است راهکارهای فیزیولوژیکی مناسبی را در پاسخ به تنش بکار گیرد. مختاری و حسینی سیسی (Mokhtari and Hosseini Cici, 2013) بیان داشتند استفاده از غلظت‌های مختلف سورگاب بر وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه گندم تفاوت معنی‌داری نداشت. همچنین گزارش کردند گندم به غلظت‌های مختلف سورگاب مقاوم بوده است و استفاده از غلظت‌های سورگاب اثر بازدارندگی بر رشد و وزن خشک این گیاه نداشته است.

نتایج تاثیر غلظت‌های مختلف عصاره آبی برگ گردو بر وزن خشک ساقه‌چه و ریشه‌چه ذرت نشان داد که

جوانه‌زنی بذور منداب تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشت و با ۱۵٪ کاهش نسبت به تیمار شاهد نسبت به عصاره برگ گردو مقاومت نشان داد (شکل ۲).

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه

اثر غلظت‌های مختلف عصاره برگ گردو بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه‌ی بذور جو، ذرت و منداب در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۱). نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که در بذور جو غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۷۵٪ اثر یکسانی بر طول ریشه‌چه داشتند و غلظت ۱۰۰٪ عصاره با ۱۹/۲۳٪ کاهش نسبت به تیمار شاهد بیشترین اثر بازدارندگی را نشان داد. طول ساقه‌چه جو نیز تحت تاثیر غلظت‌های مختلف عصاره گردو قرار گرفت. به طوری که بین تیمار ۲۵٪ و شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین بین تیمارهای ۵۰ و ۷۵٪ غلظت عصاره اثر یکسانی مشاهده شد، به طوری که تیمار ۱۰۰٪ سبب کاهش ۱۵/۲۳ درصدی نسبت به تیمار شاهد شد (جدول ۲).

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه ذرت با افزایش غلظت عصاره گردو در هر ۴ تیمار کاهش معنی‌داری از خود نشان داد به طوری که غلظت‌های عصاره به ترتیب باعث ۷/۵۸، ۱۴/۶۵، ۲۵/۱۳ و ۶۲/۸۲٪ کاهش طول ریشه‌چه نسبت به تیمار شاهد شد. طول ساقه‌چه بذرها در ذرت نیز تحت تاثیر غلظت‌های عصاره قرار گرفت، به طوری که بین تیمارهای ۵۰ و ۷۵٪ عصاره تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد و کمترین طول ساقه‌چه در تیمار ۱۰۰٪ غلظت عصاره با درصد کاهش نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۲). هگد و میلر (Hegde and Miller, 1990) بیان داشتند که استفاده از عصاره آبی یونجه به عنوان کاهش دهنده رشد ریشه و تارهای کشنده شناسایی شده‌اند. اثرات مضر فیتویوکسین‌ها از بقایای گیاهچه تیغ‌های غزیا (*Chenopodium murale*) و ترشح ریشه آن به وسیله آزاد کردن فنولیک اسید سبب اثرات کاهش دهنده رشد گندم شدند (Batish et al., 2007).

نتایج آزمایش بر طول ریشه‌چه و ساقه‌چه منداب سبب

نداشت و این امر نشان از مکانیسم مقاومت در گیاهچه ی این گیاهان می باشد. بنابراین، می توان بیان کرد که عصاره ژوگلون بر دیواره سلولی ریشه چه و ساقه چه تاثیر سوء نداشته است و باعث اختلال در تقسیم سلولی و تغییر در ساختار هورمونی گیاه نشده است. افتخارحسین و همکاران (Iftikhar Hussain *et al.*, 2009) بیان داشتند که برخی از آلوکمیخال مانند اسید بنزوئیک و سینامیک اسید ضخامت و وزن ریشه را کاهش می دهند.

نتایج کارماتوگرافی تحقیق حاضر نشان داد، میزان ژوگلون در فصل تابستان به خصوص مرداد ماه به بالاترین میزان خود می رسد. علاوه بر این استفاده از عصاره آبی برگ گردو تاثیر بسزایی بر مولفه های جوانه زنی بذور جو، ذرت و منداب نداشت به طوری که ذرت و منداب در مراحل آغازین با بیشترین درصد و سرعت جوانه زنی مقاوم ترین گونه گیاهی و جو با بیشترین طول ریشه چه و ساقه مقاوم ترین گونه گیاهی از نظر مولفه های رشد گیاهچه ای بود. در مجموع یکی از راهکاری های استفاده از مواد دگرآسیب در سرکوبی گیاهان هرز عدم حسایت گیاهان زراعی به مواد آلوپاتیک می باشد. با این وجود بررسی عصاره آبی برگ گردو بر برخی از علف های هرز مزارع، به عنوان ترکیبی قوی برای سرکوبی آن ها، می تواند نتایج امیدوار کننده ای در راستای کشاورزی ارگانیک در پی داشته باشد. به علاوه، در اینگونه ترکیبات به علت عدم وجود پسمان و کاهش خطرات زیست محیطی می توانند مصرف علفکش های سنتزی را کاهش داده و در تولید علفکش های زیستی مورد استفاده قرار گیرد.

غلظت ۱۰۰٪ عصاره به ترتیب با ۷۷/۶۷ و ۶۸/۳۴٪ کاهش کمترین وزن خشک ریشه چه و ساقه چه را نسبت به شاهد داشت. ولی بین غلظت های ۲۵ و ۵۰ عصاره برگ گردو تفاوت اثر گذار و معنی داری مشاهده نشد (جدول ۲). با افزایش سطوح غلظت عصاره از میزان وزن خشک ریشه چه و ساقه چه کاسته شد، مقایسه این نتایج حاکی از تخریب ساختار سلولی گیاهچه با افزایش غلظت عصاره می باشد. دسترس و همکاران (Dastress *et al.*, 2004) بررسی عصاره آبی پیچک صحرايي و تلخ بیان، بیان داشتند که با که افزایش غلظت عصاره اثرات کاهنده ی آلوکمیخال ها افزایش می یابد و بیشترین سرکوبی صفات در تیمار ۱۰۰٪ غلظت عصاره مشاهده می شود. محققین در بررسی عصاره آبی برگ اکالیپتوس گزارش کردند که این عصاره اثرات سرکوب کنندگی بر رشد دانه رست های ترتیزک، سوروف، جو، گوجه فرنگی و ذرت دارد. بدین صورت که، افزایش جذب اکسیژن توسط قطعات پارانشیم هویج، کاهش میزان احیا ۲ و ۶- دی کلروفیل ایندوفنل در کلروپلاست های اسفناج و کاهش وزن تر و خشک ریشه و ساقه را به همراه دارد (Ebrahimi, 2009 *et al.*).

نتایج مقایسه میانگین طول ریشه چه منداب نشان داد که اثر سطوح ۲۵، ۵۰ و ۷۵٪ تفاوت معنی داری با یکدیگر نداشت و کمترین آن در تیمار ۱۰۰٪ عصاره با ۸۱/۴۲٪ کاهش نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد (جدول ۲). این روند در طول ساقه مشهود نبود، به طوری که بین کلیه سطوح عصاره آبی برگ گردو تفاوت معنی داری مشاهده نشد. به طور کلی عصاره آبی برگ گردو بر مولفه های رشدی گیاه جو و منداب تاثیر معنی داری

Reference

Ahmed, R., M.B Uddin., M.A.S.A Khan., S.A Mukul, and M.K. Hossain. 2007. Allelopathic effects of Lantana camara on germination and growth behavior of some agricultural crops in Bangladesh. J. Forestry Res. 18(4): 301-304.

منابع

- Batish, D. R., K. Lavanya., H.P. Singh., and R.K. Kohli. 2007.** Root-mediated allelopathic interference of nettle-leaved Goosefoot (*Chenopodium murale*) on wheat (*Triticum aestivum*). J. Agron. Crop Sci. 193: 37-44.
- Cai, X., and M. Gu. 2016.** Bioherbicides in organic horticulture. Hortic. 2(2): 2-10.
- Cosmulescu, S. N., I. Trandafir., G. Achim., and A. Baciu. 2011.** Juglone content in- leaf and green husk of five walnut (*Juglans regia* L.) cultivars. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 39(1): 237-240.
- Culter, H. G. (ed.) 1988.** Proc. Int. Biologically Active Natural Products Conf., Seattle. 28 Nov. 1988. Potential Use in Agric., Ltd., Washington, DC. USA.
- Dastress, E., M.B. Safari., and A. Maghsodi. 2004.** Allelopathic effect of crap expression (*Sophora alopecuroides*. L) and field bindweed (*Convolvulus arvensis* L.) on the growth of different crops. J. Process and plant operation 4: 45-56.
- Duke, S. 1987.** Weed Physiology. 1nd ed. CRC Press, London.
- Ebrahimi, A., M.R. Fatahi., Z.A. Zamani., and K. Vahdati. 2009.** An investigation on genetic diversity 608 Persian walnut accessions for screening of some genotypes of superior traits. Iranian J. Hortic. Sci. 40: 83-94. (In Persian).
- Ebrahimi kia, F. 1999.** Allelopathic effects of aqueous extracts and essential oils of eucalyptus leaves on some species of weeds and crops. MS.c. Thesis. Univ. of Shiraz, Shiraz, Iran. (In Persian, with English Abstract).
- Girzu, M., A. Carnat, A.M. Privat, J. Fialip, A.P. Carnat, and J.L. Lamaison. 1998.** Sedative effect of walnut leaf extract and juglone, an isolated constituent. Pharm. Biol. 36: 280-286.
- Hegde, R.S., and D.A. Miller. 1990.** Allelopathy and autotoxicity in alfalfa: characterization and effects of preceding crops and residue incorporation. Crop Sci. 30:1255-1259.
- Herranz, J.M., P. Ferrandis, M.A. Copete, E.M. Duro, and A. Zalacaín. 2006.** Effect of allelopathic compounds produced by *Cistus ladanifer* on germination of 20 Mediterranean taxa. Plant Ecology. 184: 259-272.
- Iftikhar Hussain, M., L. Gonzalez-Rodriguez, and M.J. Reigosa. 2008.** Germination and growth response of four plant species to different allelochemicals and herbicides. Allelopathy J. 22:101-110.
- Jaymand, K., M.B. Rezaie, P. Baghaie, S.A. Sajadipor, and M.K. Nasrabadi. 2004.** Juglone determine the amount of green in the leaves and fruit orchids (*juglans regia* L.) performance liquid (HPLC). J. Res. Med. Aromat. Plants. 20(3): 223-231.
- Jose, S., and A.R. Gillespie. 1998.** Allelopathy in black walnut (*juglans nigra* L.) alley cropping. II. Effects of juglan on hydroponically grown corn and soybean growth and physiology. Plant and Soil. 203: 199- 206.
- Kadioglu, I., Y. Yanar, and U. Asav. 2005.** Allelopathic effects of weeds extracts against seed germination of some plants. J. Environ. Biol. 26: 169-173.
- Kocacalishkan, I, and I. Terzi. 2001.** Allelopathic effects of walnut leaf extracts and juglone on seed germination and seedling growth. J. Hortic. Sci. Biootechnol. 76: 436- 440.
- Labbafy M.R., F. Maighany, A. Hejazy, H. Khalaj, A.M. Baghestani, I. Allahdady, and A. Mehrafarin. 2009.** Study of allelopathic interaction of wheat (*Triticum aestivum* L.) and rye (*Secale cereal* L.) using Equal-Compartment- Agar method. As. J. Agric. Sci. 1: 25-28.
- Lobon N.C., J.C.A. Gallego, T.S. Diaz, and J.C.E. García. 2002.** Allelopathic potential of *Cistus ladanifer* chemicals in response to variations of light and temperature. Chemoecology. 12: 139-145.
- Mahmoodi, S.H., and R. Hamidi. 2012.** Winter wheat (*Triticum aestivum* L.) allelopathy responses to soil moisture and phosphorus stress. Int. J. Agric. Res. 2(6): 1-9.
- Malik, A. (ed.) 2005.** Proc. Int. Allelopathy, challenges and opportunities Conf., Wagga Wagga. 21-26 Aug. 2005. Agric., Charles Sturt Univ., Ltd., North Wagga Wagga, Australia.

- Mokhtari Karchegani, H., S.Z. Hosseini Cici, and S.A. Kazemeini. 2014.** The effects of nitrogen and water stress on allelopathic potential of sorghum forage on seed germination characteristics and primary growth safflower. *J. Oil Plants Prod.* 1(2): 79-94.
- Mokhtari Karchegani, H., S.Z. Hosseini Cici, and S.A. Kazemeini. 2015.** The effects of nitrogen and water stress on allelopathic potential of sorghum forage on seed germination characteristics and primary growth Crops. MS.c. Thesis. Univ. of Shiraz, Shiraz, Iran. (In Persian, with English Abstract)
- Narwal, S.S., and P. Tauro. 1996.** Allelopathy in pests management for sustainable agriculture. Proc. Int. Conf. on Allelopathy. Sci. Publishers.
- Pramanik, M.H.R., M. Nagai, T. Asao, and Y. Matsui. 2000.** Effect of temperature and photoperiod on phytotoxic root exudates of cucumber (*Cucumis sativus*) in hydroponic culture. *J. Chem. Ecol.* 26: 1953-1967.
- Prataviera, A.G., A.H. Kuniyuki, and K. Ryugo. 1983.** Growth inhibitors in xylem exudates of Persian walnut (*Juglans regia* L.) and their possible role in graft failure. *J. AS. Hortic Sci.* 108: 1043-1045.
- Putnam, A.R, and W.B. Duke. 1974.** Biological suppression of weeds: Evidence for Allelopathy in Accessions of Cucumber. *Sci.* 185(4148): 185- 200.
- Rezaeinodehi, A., S. Khangholi, M. Aminidehaghi, and H. Kazemi. 2006.** Allelopathic potential of tea (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) on germination and growth of *Amaranthus retroflexus* L. and *Setaria glauca* (L.) P. Beauv. *Zeitschrift fur pflanzenkrankheiten und pflanzenschutz-sonderheft.* 20 (10): 447- 459.
- Rice, E.L.1984.** Allelopathy. Academic Press. Inc. Orlando, FL.
- Rohi, R., R.E. Tajbakhsh, and P. Nikzad. 2009.** Allelopathic effect of aqueous leaf extract of walnut (*Juglans regia*) on germination and seedling growth characteristics of wheat, onions and lettuce. *J. Agric. Res.* 7 (2): 457-464.
- Sezai, E., and T. Cidem. 2005.** Allelopathic effects of juglone and walnut leaf extracts on growth, fruit yield and plant tissue composition in strawberry cvs (camarosa and sweetcharlie). *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 80: 39- 42.
- Shrestha, A. 2009.** Potential of a black walnut (*Juglans nigra*) extract product (NatureCur®) as a pre-and post-emergence bioherbicide. *J. Sustainable Agric.* 33(8): 810-822.
- Soltanipor, M., E. Hajbi, E. HassanNezhad, E. Dastjerdi, and H. Ebrahimi. 2006.** Allelopathic effects of aqueous extract of (*Zhumeria majdae* Rech. F. and Wendelbo) the percentage and rate of germination of seeds of seven species of vegetables. *J. Med. Aromat. Plants Res.* 23(1): 51-58.
- Ture, M.A., and A.M. Tawaha. 2002b.** Inhibitory effects of aqueous extracts of black mustard on germination and growth of lentil. *Pakistan J. Agron.* 1: 28-30.
- Weston, L.A., and S.O. Duke. 2003.** Weed and crop allelopathy. *Critical Rev. in Plant Sci.* 22:367-389.
- Makkizadeh, T.M., R. Farhoudi, M. Rabiee, and M. Rasifar. 2011.** Allelopathic Effect of Harmel (*Peganum Harmala* L.) On Germination and Growth of Three Weeds. *Iranian J. Med. Aromat. Plants.* 27(1): 135-145.