Iranian Journal of Weed Science
Vol 16, No 1, 2020 (147-156)
DOI: 10.22092/IJWS.2020.1806.1263

مجله دانش علف‌های‌هرز
دورهٔ ۱۶، شمارهٔ ۱، ۱۳۹۹ (ص۱۵۶-۱۴۷)

اثر آللوپاتیک عصاره آبی سه رقم جو زراعی (*Hordeum vulgare*) بر جوانه‌زنی و محتوای رنگیزه‌های علف‌های‌هرزازمک، چاودار و خاکشیر

شهره مداینی[۱] و عنایت الله توحیدی‌نژاد*[۲]

۱ و۲. دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت و دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه شهید باهنر کرمان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۳/۲۵ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۹/۱۶)

چکیده

آللوپاتی پدیده‌ای طبیعی است که به‌عنوان ابزاری برای کنترل زیستی علف‌های‌هرزو به دنبال آن، افزایش تولید گیاهان زراعی درنظرگرفته می‌شود. ازآن‌جاکه گونه‌های گیاهی ازمک (*Lepidium draba*)، چاودار وحشی (*Secale cereale*) و خاکشیر (*Descurainia sophia*) جزء مهم‌ترین علف‌های‌هرز مزارع جو استان کرمان می‌باشند، پژوهش حاضر به‌منظور ارزیابی توانایی آللوپاتیک ارقام نصرت، ماکویی و والفجر جو زراعی (*Hordeum vulgare*) روی ویژگی‌های جوانه‌زنی و رشدی این سه گونه علف‌هرز انجام شد. آزمایش در دو بخش آزمایشگاهی و گلخانه‌ای، به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار، در گلخانه دانشگاه شهید باهنرکرمان انجام گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی بذر، به‌ترتیب به چاودار وحشی (۹۸/۳ درصد) و ازمک (۳۵/۰) تعلق داشت که تحت تیمار عصاره برگ‌های رقم‌های نصرت و ماکویی قرار داشتند. اگرچه عصاره برگ و ساقه رقم نصرت، تأثیر چندانی بر وزن خشک ساقه و ریشه چاودار وحشی و ازمک نداشت، اما منجر به کاهش شدید ۹۰ و ۷۵ درصدی وزن خشک ساقه و ریشه خاکشیر در مقایسه با شاهد شد. با وجود این‌که چاودار بیشترین حساسیت از لحاظ کلروفیل a و b داشت که به ترتیب توسط ارقام ماکویی و نصرت ایجاد شد، اما بازدارندگی برگ ماکویی بر میزان کاروتنوئید ازمک بیشتر بود. به‌طورکلی، بیشترین اثرات منفی آللوپاتیک عصاره‌های سه رقم جو، بر رشد علف‌هرز خاکشیر بود.

کلمات کلیدی: آللوپاتی، ازمک، جو زراعی، چاودار، خاکشیر

Allelopathic effects of aqueous extract of three barley cultivars (*Hordeum vulgare*) on germination and pigment content of Whitetop, Rye grass and Flixweed

Shohreh Madaeni[1] and Enayatolah Tohidi Nejad*[1]
1. Department of Agronomy and Plant Breeding, Shahid Bahonar University of Kerman
(Received: June15, 2018 - Accepted: December 7, 2019)

ABSTRACT

In the recent years, the use of allelopathic potential of crop plants in weed management has attracted great attention of many specialists. Since *Lepidium draba*, *Secale cereal* and *Descurainia sophia* are among the most important weeds in barley fields in Kerman region, this research was conducted to evaluate the allelopathic potential of barley (*Hordeum vulgare*) cultivars (including Nosrat, Macuiee and Valfagr) on germination and growth characteristics of these three weed species. The study was conducted as factorial in completely randomized block design with three replications in both laboratory and greenhouse of Shahid Bahonar university of Kerman, Iran. Results showed that effects of aqueous extracts of vegetative organs of barley cultivars on germination and growth characteristics of weeds were different. Among the weeds treated with different extracts, the highest germination percentage (98.33%) were belonged to *S. cereal* and *D. sophia*, which were treated with Nosrat and Makuiee leaves extract. Although leaf and stem extracts of Nosrat cultivar did not have significant effect on stem and root dry weight of *S. cereal and L. draba*, they resulted in significant decrease of stems and roots dry weight of *D. sophia* by 75% and 90%, compared to the control, respectively. Although, *S. cereal* had the highest sensivity in terms of chlorophyll a and b, which were generated by Makuiee and Nosrat cultivars, respectively, the inhibition of Makouei leaf extract was greater on carotenoids content of *L. draba*. In general, three barley cultivars extracts had the most negative allopathic effects on the growth of *D. sophia*.

Keywords: Allelopathy, barley, *Descurainia sophia, Lepidium draba*, *Secale cereal*.

* Corresponding author E-mail: e_tohidi@uk.ac.ir

مقدمه

با جمعیت رو به رشد جهان، دستیابی به امنیت غذایی، تبدیل به یک چالش برای بشر شده است؛ از این رو افزایش عملکرد، به تنها هدف نهایی کشاورزی مدرن تبدیل شده است. این سیستم عمدتاً بر اساس استفاده از دزهای بالای مواد شیمیایی مانند کودها و آفت‌کش‌ها که به‌ترتیب برای تأمین کمبود مواد غذایی و کنترل حمله آفات می‌باشد، استوار است. با این‌که این روش رضایت‌بخش بوده است اما به‌طور مستقیم و غیرمستقیم، سبب اثرات منفی بر کیفیت تولید، محیط زیست و سلامت انسان شده است (Bhadoria, 2011).

علف‌های‌هرز یکی از جدی‌ترین مشکلات در تولیدات کشاورزی به‌شمار می‌آیند. با وجود این‌که علف‌های‌هرز تنها ۰/۱ درصد گیاهان جهان را تشکیل می‌دهند، اما باعث خسارت اقتصادی شدیدی می‌شوند، به‌طوری‌که گزارش‌شده استکه در برخی مواقع، این گیاهان موجب خسارت ۱۰۰ درصدی به گیاهان زراعی می‌شوند (Rashed Mohasel *et al.,* 2006). خسارت‌های ایجادشده به‌وسیله علف‌های هرز در جهان مدرن در کمترین میزان، ۱۵ درصد در سال می‌باشد و در بعضی مناطق مانند ساحل خشک در آفریقا، حتی می‌تواند ۵۰ تا ٦۰ درصد در مناطق تحت کشت غلات باشد (Hegab *et al.,* 2008). علف‌های‌هرز از طریق روش‌های مکانیکی، بیولوژیکی، زراعی و شیمیایی کنترل می‌شوند که در این میان مبارزه شیمیایی به‌عنوان یک روش بسیار مؤثر، از رواج زیادی برخوردار است (Vyvyan, 2002). امروزه استفاده بیش از حد از علف‌کش‌های مصنوعی، سبب بروز خطرات جدی به محیط زیست و مصرف‌کنندگان و افزایش هزینه تولید محصول شده است (Asghari & Tovary, 2007). علاوه بر این، استفاده مداوم از علف‌کش برای کنترل علف‌های‌هرز، منجر به بروز پدیده مقاومت به علف‌کش و تغییر گونه‌های علف‌هرز می‌شودد (Naseem *et al.,* 2009). بنابراین چنین موضوعاتی سبب کاربرد عصاره‌های طبیعی آللوپاتیک گیاهان و در نتیجه تولید سموم زیستی شده است.

امروزه آللوپاتی به‌عنوان یک فناوری مناسب برای کنترل علف‌های‌هرز، با استفاده از مواد شیمیایی آزادشده از قسمت‌های تجزیه‌شده برخی گیاهان می‌باشد که با توجه به سبز شدن علف‌های‌هرز مقاوم به علف‌کش، می‌توانند به‌عنوان یک منبع بالقوه مولکول‌های جدید با عمل کشنده برای صنایع شیمیایی در نظرگرفته شوند (Naseem *et al.,* 2009). از نظر علمی، این پدیده به دلیل انتشار مولکول‌های زیستی فعال است که با عنوان آللوکمیکال شناخته می‌شوند (Kruse *et al*., 2000) و قادر به عمل به‌عنوان یک آفت‌کش طبیعی می‌باشند. گزارش‌شده است که آللوکمیکال‌هایی که از برگ‌ها، ساقه‌ها، ریشه‌ها، میوه و بذرهایبذرهای برخی گیاهان آزاد می‌شوند، در رشد سایر گیاهان اختلال ایجاد می‌کنند (Asghar Pour & Armin, 2010). این تولیدات شیمیایی، بر گیاه در مرحله سبز شدن بذر و در سطوح گیاهچه‌ای اثر می‌گذارند (Alam & Islam, 2002) و باعث به تأخیر انداختن جوانه‌زنی و کاهش سبز شدن، رشد و عملکرد بسیاری از گیاهان می‌شوند (Herra & Callaway, 2003).

مطالعات زیادی بر روی اثرات متقابل آللوپاتیک در بین گیاهان زراعی و علف‌های‌هرز، توسط محققین انجام‌شده است (Om *et al.,* 2002; Iqbal *et al.,* 2009). برخی از این بررسی‌ها نشان داده‌اند که غلات زراعی مانند گندم، جو و برنج، سطح بالایی از

مواد آللوکمیکال برای کاهش رشد سایر گونه‌های گیاهی تولید می‌کنند، به گونه‌ای که بذرها، بقایا و ترشحات ریشه‌ای جو به خاطر پتانسیل آللوپاتیک آن در مقابل بسیاری از گونه‌های زراعی و یا علف‌های‌هرز، موردبررسی قرار گرفته است. باغبانی و همکاران (Baghestani *et al.,* 1999) نشان دادند که ژرم پلاسم جو، تنوع گسترده‌تری نسبت به ژرم پلاسم گندم دارد که شامل اسیدهای فنولی است و جو را به یک گیاه مدل مناسب برای مطالعه آللوپاتی تبدیل می‌کند. هم اکنون ٤٤ ترکیب متعلق به کلاس‌های شیمیایی مختلف فنولیک‌ها، آلکالوئیدها، سیانوگلوکوزیدها، پلی‌آمین‌ها و غیره، به‌عنوان آللوکمیکال بالقوه شناسایی‌شده‌اند که به اثرات آللوپاتیک جو کمک می‌کنند (Kremer & Ben-Hammouda, 2009).

جو با نام علمی (*Hordeum vulgare*)، گیاهی از خانواده غلات (Poaceae) است که به‌عنوان یک محصول غذایی (Von Bothmer & Jacobsen, 1985) دارای قدمتی معادل کشاورزی است. جو به‌عنوان یک گیاه پوششی در تناوب با گیاهان اقتصادی و به‌منظور کاهش فرسایش خاک، بهبود خصوصیات خاک و سرکوب علف‌های‌هرز کاربرد دارد. در بین گیاهان دانه‌ای، جو به دامنه وسیعی از شرایط اکولوژیکی سازگار شده است اما در آب و هوای معتدل و در فصول سرد و نسبتاً خشک، بهتر رشد می‌کند (Poehlman, 1985) و در مقابله با تنش‌های خشکی، شوری و قلیایت خاک نیز از تحمل بالاتری نسبت به سایر غلات برخوردار است (Ashrafi *et al.,* 2007)؛ بنابراین بخش اعظم تولید جو در مناطقی صورت می‌گیرد که به دلیل آب و هوای نامطلوب، برای تولید سایر غلات مناسب نیست (Ashrafi *et al.,* 2007).

ازمک (*Lepidium draba*)، چاودار (*Secale cereal*) و خاکشیر (*Descurainia sophia*) از جمله مهم‌ترین علف‌های‌هرز مزارع جو ایران می‌باشند (Khodabandeh, 2005). تحمل زیاد چاودار به شرایط نامساعد محیطی مانند تنش خشکی و سرما، به‌همراه انعطاف زیاد در رشد و ظرفیت بالای تولید بذر باعث شده است تا در بسیاری از مناطق سرد و معتدل دنیا، به‌عنوان علف‌هرز کلیدی غلات پاییزه مانند گندم مطرح شود. در ایران نیز این گیاه به‌عنوان علف‌هرز مزارع گندم مناطق سردسیر و معتدل مطرح‌شده است (Baghestani *et al.,* 2004). خاکشیر و ازمک نیز از مهم‌ترین علف‌های‌هرز پهن‌برگ می‌باشند که سالانه خسارت زیادی را به گیاهان زراعی وارد می‌کنند.

ازآن‌جا که جو از نظر تغذیه انسان و دام از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و علف‌های‌هرز نیز از جمله عوامل خسارت‌زا برای این گیاه می‌باشند، بنابراین این تحقیق با هدف ارزیابی خواص آللوپاتیک سه رقم جو زراعی بر سه گونه علف‌هرز مهم آن در منطقه انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات آللوپاتیک عصاره‌های اندام‌های رویشی سه رقم جو (والفجر، ماکویی و نصرت) بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه علف‌های‌هرز چاودار، ازمک و خاکشیر (تهیه شده از هرباریوم دانشکده کشاورزی)، ابتدا هر کدام از ارقام جو به‌صورت جداگانه در زمینی به مساحت ۵۰۰ مترمربع در مزرعه دانشگاه شهید باهنرکرمان، با تراکم و شرایط بهینه کاشت شدند. برداشت در اواخر ساقه رفتن و اوایل خوشه‌دهی صورت گرفت و نمونه‌ها تا انجام آزمایش در دمای آزمایشگاه نگهداری شدند. برای تهیه عصاره، ۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر با ۳۰ گرم پودر حاصل از آسیاب اندام‌ها مخلوط شد. محلول‌های ناهمگن

حاصل به مدت ۲٤ ساعت روی شیکری با دور ماکزیمم (۳۰۰۰ دور در دقیقه) قرار گرفتند و سپس با کاغذ واتمن شماره یک صاف شدند.

بررسی آزمایشگاهی

این آزمایش بر اساس طرح پایه کاملاً تصادفی و در سه تکرار، به‌صورت فاکتوریل در آزمایشگاه دانشگاه شهید باهنر کرمان اجرا شد. در این تحقیق، فاکتور a شامل سه رقم جو (والفجر، ماکویی و نصرت)، فاکتور b شامل سه نوع عصاره اندام گیاهی جو (عصاره برگ، عصاره ساقه و عصاره مخلوط برگ و ساقه) و فاکتور c شامل سه نوع علف‌هرز (ازمک، خاکشیر و چاودار وحشی) بود. آزمون جوانه‌زنی بر اساس مقررات ایستا (International Seed Testing Association) در محیط پتری و داخل ژرمیناتور اجرا شد. برای شروع این مرحله از آزمایش، ابتدا پتری‌دیش نه سانتی‌متری در آونی با دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت سه ساعت ضدعفونی شدند. جهت جلوگیری از رشد قارچ‌ها، بذرهاابذرها با محلول هیپوکلرید سدیم ضدعفونی شدند و تعداد ۲۵ بذر سالم در هر پتری‌دیش حاوی دو عدد کاغذ صافی قرار داده شد.

مقدار ۱۵ میلی‌لیتر از عصاره‌های برگ، ساقه و مخلوط برگ و ساقه ارقام مختلف جو و آب مقطر (به‌عنوان شاهد) در پتری‌ها ریخته شد . آزمایش به مدت ۱۰ روز ادامه داشت و تمام پتری‌دیش‌ها به‌صورت روزانه موردبررسی قرار گرفتند و بذرهای جوانه‌زده از محیط خارج شدند. تعداد بذرهای جوانه‌زده در هر روز ثبت شدند و درصد جوانه‌زنی بذرها با استفاده از معادله زیر محاسبه شد (Agrawal, 1991).

$$GP = \frac{n}{N} \times 100$$

که در آن، n: تعداد بذرهای جوانه‌زده و N: تعداد کل بذرها می باشد.

بررسی گلخانه‌ای

این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و با آرایش فاکتوریل در گلخانه دانشگاه شهید باهنر کرمان اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل سه رقم جو والفجر، ماکویی و نصرت (فاکتور a)، غلظت ۱۰۰ درصد عصاره‌های برگ، ساقه و مخلوط برگ و ساقه ارقام مختلف جو (فاکتور b) و سه نوع علف‌هرز ازمک، خاکشیر و چاودار وحشی (فاکتور c) بود. تعداد ۱۵ عدد بذر چاودار، ازمک و خاکشیر در عمق یک تا دو سانتی‌متری در گلدان‌های دو کیلویی حاوی خاک با بافت سیلتی لومی و دارای قابلیت هدایت الکتریکی ۲/۷ دسی زیمنس بر متر، مواد آلی ۰/٦۷٪ و نیتروژن ۰/۰۷٪ در گلخانه کاشته شد. پس از سبزشدن و در مرحله یک برگی چاودار، ازمک و خاکشیر، به ترتیب تعداد دو، دو و چهار گیاهچه در هر گلدان نگهداری شد و بقیه از سطح گلدان حذف شدند. گلدان ها برای اولین بار با عصاره‌های مورد نظر و در ادامه با آب مقطر (تا حد ظرفیت مزرعه) آبیاری شد.

اندازه‌گیری رنگیزه‌های فتوسنتزی شامل کلروفیل a, b و کاروتنوئیدها، با استفاده از روش (۱۹۸۷) Lichtenthaler انجام شد. به‌طور مختصر، ۰/۲ گرم از برگ‌های انتهای گیاه با ۱۵ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد سائیده شد و پس از صاف کردن، جذب آن‌ها با اسپکتروفتومتر در طول موج‌های ٦٤٦/۸، ٦٦۳/۲۰ و ٤۷۰ نانومتر خوانده شد و غلظت رنگیزه‌ها بر حسب میکروگرم بر گرم وزن‌تر محاسبه شد.

پس از گذشت ۱۲ هفته از شروع آزمایش، بوته‌های علف‌هرز از سطح خاک گلدان قطع شدند و ویژگی‌هایی از جمله وزن خشک ساقه و ریشه اندازه‌گیری شدند. کلیه داده‌ها با نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین تیمارهای مختلف، با استفاده از آزمون LSD و در

سطح احتمال پنج درصد انجام شد. جهت رسم شکل‌ها نیز از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

اثر عصاره اندام‌های رویشی جو بر جوانه‌زنی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین گونه‌های مختلف علف‌هرز از نظر درصد جوانه‌زنی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. همچنین بین عصاره اندام‌های رویشی جو از نظر تأثیر بر درصد جوانه‌زنی علف‌های‌هرز نیز تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. اثر متقابل ارقام جو × علف‌هرز، عصاره × علف‌هرز و هم‌چنین ارقام × علف‌هرز × عصاره بر درصد جوانه‌زنی معنی‌دار شد (جدول ۱). عصاره قسمت‌های مختلف رقم نصرت، به‌طور معنی‌داری موجب کاهش درصد جوانه‌زنی علف‌هرز ازمک شد، به‌طوری‌که کاربرد عصاره برگ، ساقه و مخلوط برگ و ساقه نسبت به شاهد، به‌ترتیب ۲۰، پنج و ۲۶/۶ درصد کاهش جوانه‌زنی این علف‌هرز شد اما عصاره قسمت‌های مختلف رقم نصرت، تأثیر معنی‌داری بر جوانه‌زنی علف‌هرز چاودار نداشت. عصاره برگ و ساقه (با هم) رقم نصرت، سبب کاهش معنی‌دار موجب جوانه‌زنی علف‌هرز خاکشیر شد (۲۵ درصد) اما عصاره برگ و ساقه، تأثیر معنی‌داری در کاهش جوانه‌زنی چاودار نداشت (جدول ۱).

همچنین بررسی مقایسه میانگین‌ها نشان داد که عصاره رقم والفجر نیز همانند رقم نصرت، موجب کاهش جوانه‌زنی علف‌هرز ازمک شد که در بیشترین تأثیر، عصاره مخلوط برگ و ساقه، ۳۳ درصد جوانه‌زنی علف‌هرز ازمک را نسبت به شاهد کاهش داد. عصاره رقم والفجر نیز موجب کاهش معنی‌دار جوانه‌زنی علف‌هرز خاکشیر در مقایسه با شاهد شد. رقم ماکویی نیز تأثیر بازدارنده‌ای بر جوانه‌زنی علف‌هرز ازمک و چاودار داشت، به‌طوری‌که در مقایسه با جوانه‌زنی شاهد (۶۸/۳۳ درصد)، با کاربرد عصاره ساقه و مخلوط برگ و ساقه رقم ماکویی، جوانه زنی علف‌هرز ازمک تنها ۳۵ درصد بود که نشان‌دهنده اثرات بازدارنده عصاره رقم ماکویی بر جوانه‌زنی است. از میان گیاهانی که تحت تیمار عصاره‌های مختلف قرارگرفته بودند، بیشترین درصد جوانه‌زنی نیزبه چاودار و خاکشیر و به میزان ۹۸/۳۳ درصد تعلق داشت که تحت تأثیر عصاره برگ‌های نصرت و ماکویی قرار داشتند.

به‌طورکلی علف‌هرز ازمک، بیشترین حساسیت را به عصاره ارقام جو نشان داد اما علف‌هرز چاودار، کمتر تحت تأثیر قرار گرفت. در میان عصاره قسمت‌های مختلف ارقام جو نیز عصاره مخلوط برگ و ساقه، بیشترین اثر بازدارندگی را بر جوانه‌زنی داشت. در پژوهشی بر روی عصاره‌های مختلف دو گونه شبدر ایرانی و برسیم بر چندگونه علف‌هرز مشاهده شد که در تیمار با عصاره آبی و متانولی شبدر ایرانی، بذر چاودار دارای کمترین درصد جوانه‌زنی، به‌ترتیب به میزان ۴/۵۸ و ۸/۳۳ درصد بود و کاربرد عصاره‌های شبدر برسیم نیز نتایج مشابهی را نشان داد (Mighany *et al.*, 2006). همچنین گزارش‌شده است که اضافه کردن بقایای جو (ساقه و برگ) بر سطح زمین به مدت ۲۵ روز قبل از کاشت، موجب کاهش جوانه‌زنی دم روباهی زرد (*Setaria glauca*) تا ۸۱ درصد می‌شود (Creamer *et al.*, 1996).

ترکیباتی مانند فنولیک اسید (Berhow & Vaughn, 1999)، فلاونوئیدها، گلیکوزیدهای سیانوژنیک (Neelson *et al.*, 2002) و پلی آمین‌ها (Rice, 1984) ترکیباتی می‌باشند که به‌عنوان ترکیبات شیمیایی آللوپات در گیاه جو شناسایی شده‌اند.

جدول ۱- مقایسات میانگین اثر متقابل ارقام جو× علف‌هرز× عصاره

Table1. Mean comparisons of interaction effects of barley cultivars × weed × extract

cultivar	weed	Extract	(%) Germination	Root dry weight (gr)	Stem dry weight (gr)	Chlorophyll a (mg/g FW)	Chlorophyll b (mg/g FW)	Carotenoids (mg/g FW)
Nosrat	Whitetop	Control	68.33e	1.21^{bc}	1.47^{fg}	26.61^{a-f}	37.36^{b-e}	2.39^{g-i}
		Leaf	48.33^{fg}	0.96^{de}	2.00^{e}	24.24^{e-j}	26.39^{i-l}	6.95^{fg}
		Stem	63.33^{e}	1.47^{a}	1.71^{ef}	25.57^{d-h}	33.52^{d-i}	4.78^{g-i}
		Leaf and stem	41.66^{gh}	0.74^{e-h}	1.31^{fg}	29.25^{a-c}	21.77^{n-l}	5.38^{g-i}
	Rye	control	93.33^{a-c}	0.93^{de}	3.84^{a}	24.00^{f-g}	41.39^{bc}	18.84^{cd}
		Leaf	98.33^{a}	0.83^{e-h}	4.08^{a}	25.42^{d-i}	40.00^{b-d}	13.59^{e}
		Stem	93.33^{a-c}	0.93^{de}	2.88^{cd}	29.46^{ab}	17.47^{n}	7.80^{fg}
		Leaf and stem	93.33^{a-c}	0.86^{d-f}	3.35^{b}	27.29^{a-f}	34.62^{c-g}	30.56^{b}
	Flixweed	control	96.66^{ab}	1.54^{a}	1.63^{e-g}	25.95^{b-h}	32.43^{c-j}	10.86^{e-f}
		Leaf	98.33^{a}	0.04^{m}	0.38^{ij}	20.84^{j-l}	28.96^{f-l}	35.25^{ab}
		Stem	91.66^{a-d}	0.14^{mn}	0.098^{j}	22.76^{h-l}	31.22^{e-k}	33.57^{ab}
		Leaf and stem	71.66^{e}	0.39^{i-l}	0.16^{j}	28.24^{a-d}	34.15^{c-h}	12.55^{e}
Valfajr	Whitetop	control	68.33^{e}	1.21^{bc}	1.47^{fg}	21.61^{a-f}	37.36^{b-e}	2.39^{g-i}
		Leaf	71.66^{fg}	1.44^{ab}	1.25^{f-h}	26.49^{a-g}	22.52^{l-n}	3.89^{g-i}
		Stem	48.33^{h}	0.58^{h-j}	0.82^{hi}	26.58^{a-g}	24.75^{k-m}	4.01^{g-i}
		Leaf and stem	35.00^{a-c}	1.09^{cd}	1.22^{gh}	24.08^{f-j}	28.53^{f-l}	5.61^{g-i}
	Rye	control	93.33^{d}	0.93^{de}	3.84^{a}	24.00^{f-g}	41.39^{bc}	18.84^{cd}
		Leaf	83.33^{a-c}	0.43^{i-k}	2.48^{d}	29.99^{a}	34.02^{d-h}	19.78^{cd}
		Stem	93.33^{a-d}	0.62^{f-i}	2.69^{cd}	22.78^{h-l}	54.80^{a}	20.38^{c}
		Leaf and stem	91.66^{ab}	0.35^{j-m}	3.08^{bc}	25.84^{c-h}	43.30^{b}	15.27^{de}
	Flixweed	control	96.66^{b-d}	1.54^{a}	1.63^{e-g}	25.95^{b-h}	32.43^{e-j}	10.86^{ef}
		Leaf	88.33^{b-d}	0.39^{i-l}	0.33^{j}	20.22^{kl}	34.96^{c-f}	32.54^{ab}
		Stem	88.33^{e}	0.27^{k-n}	0.49^{ij}	22.48^{h-l}	33.61^{d-i}	34.77^{ab}
		Leaf and stem	68.33^{e}	0.16^{l-n}	0.30^{j}	25.58^{d-h}	31.79^{e-k}	32.77^{ab}
Makouei	Whitetop	control	68.33^{e}	1.21^{bc}	1.47^{fg}	26.61^{a-f}	37.36^{b-e}	2.39^{g-i}
		Leaf	51.66^{f}	1.09^{cd}	1.65^{e-g}	28.97^{a-d}	22.16^{l-n}	1.24^{i}
		stem	35.00^{h}	0.85^{d-f}	1.27^{f-g}	27.09^{a-f}	31.69^{e-k}	1.81^{hi}
		Leaf and stem	35.00^{h}	0.60^{g-i}	1.69^{ef}	29.65^{a}	27.21^{h-l}	6.61^{f-h}
	Rye	control	93.33^{a-c}	0.93^{de}	3.84^{a}	24.00^{f-j}	41.39^{bc}	18.84^{cd}
		leaf	98.33^{a}	0.84^{e-g}	3.14^{bc}	10.75^{m}	18.31^{mn}	7.36f^{g}
		stem	96.66^{ab}	0.53^{h-j}	3.1^{bc}	23.01^{g-k}	25.71^{j-l}	13.35^{e}
		Leaf and stem	86.66^{cd}	0.52^{h-g}	3.11^{bc}	19.37^{l}	37.67^{b-e}	15.36^{c-e}
	Flixweed	control	96.66^{ab}	1.54^{a}	1.63^{e-g}	25.95^{b-h}	32.43^{e-j}	10.86^{ef}
		leaf	96.66^{ab}	0.84^{e-g}	1.27^{f-h}	21.94^{i-l}	27.68^{g-l}	11.37^{ef}
		stem	95.00^{a-c}	0.20^{k-n}	0.42^{ij}	27.76^{a-e}	36.55^{b-e}	34.8^{ab}
		Leaf and stem	88.33^{b-d}	0.22^{k-n}	0.25^{j}	22.84^{h-l}	30.58^{e-k}	36.37^{a}

*:در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه از نظر آماری در سطح پنج درصد و بر اساس آزمون LSD، اختلاف معنی‌داری باهم ندارند.

*: In each column means with the same letters are not significantly different at 5% of probability level, based on LSD test.

اثر عصاره اندام‌های رویشی جو بر وزن خشک ساقه و ریشه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل ارقام جو × علف‌هرز، عصاره × علف‌هرز و هم‌چنین ارقام × علف‌هرز × عصاره بر وزن خشک ساقه و ریشه، معنی‌داری بود. بررسی مقایسه میانگین‌ها نشان داد که عصاره ساقه رقم والفجر، به‌طور معنی‌داری سبب کاهش وزن خشک ساقه علف‌هرز ازمک شد اما عصاره قسمت‌های دیگر این رقم و عصاره ارقام ماکویی و نصرت، تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک ساقه نداشت (جدول ۱).

عصاره قسمت‌های مختلف ارقام والفجر و ماکوی،ی باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک ساقه چاودار شدند، به‌طوری‌که در قابل‌توجه‌ترین حالات، عصاره برگ و ساقه رقم والفجر، وزن خشک ساقه چاودار را به‌ترتیب کاهش ۳۵/٤ و ۲۹/۹ درصدنسبت به شاهد کاهش دادند. عصاره قسمت‌های مختلف ارقام جو، باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک ساقه در علف‌هرز خاکشیر شدند، به‌طوری‌که عصاره مخلوط برگ و ساقه رقم نصرت، موجب کاهش ۹۰/۱ درصدی وزن ساقه نسبت به شاهد شد (جدول ۱). در واقع با این‌که برگ و ساقه رقم نصرت، تأثیر چندانی بر وزن خشک ساقه و ریشه چاودار و ازمک نداشت، اما منجر به کاهش شدید وزن خشک خاکشیر شد، به‌طوری‌که کاهش ۹٤ و ۹۷ درصدی وزن خشک ساقه و ریشه خاکشیر در مقایسه با شاهد را در پی داشت. به‌طورکلی عصاره ساقه و عصاره برگ و ساقه، سبب بروز بیشترین کاهش در وزن خشک ریشه شدند. همچنین ارقام نصرت و والفجر و ماکویی، بیشترین کاهش وزن خشک را در علف‌هرز خاکشیر موجب شدند. این نتیجه که نشان‌دهنده آن است که خاکشیر علف‌هرزی است که بیشتر از عصاره‌های ارقام جو تأثیر پذیرفته است و نتایج بالا نیز این مسئله را تأیید می‌کند. در یک بررسی روی تأثیر آللوپاتیک جو بر چندین گونه علف‌هرز نیز مشاهده شد که ترشحات جو، منجر به کاهش وزن خشک علف‌هرز جودره (*Hordeum spontaneum* L.) و ازمک شد اما وزن خشک ترشک (*Rumex crispus* L.) و یولاف وحشی (*Avena ludoviciana* L.) در مجاورت جو افزایش یافت (Hassannejad *et al.*, 2013). سایر محققان نیز بیان نمودند که ترکیبات آللوپاتیک، بازدارندگان بالقوه وزن خشک گیاهان می‌باشند (Herro & Callaway 2003; Siddiqui & Zaman, 2005).

اثر عصاره‌های اندام‌های رویشی جو بر محتوای کلروفیل a

اثرات متقابل دوگانه و سه‌گانه، تأثیر معنی‌داری بر میزان کلروفیل a داشت. هرچند در اثرات سه‌گانه، بیشترین کلروفیل a مربوط به تأثیر عصاره برگ رقم والفجر در علف‌هرز چاودار با (۲۹/۹۹ میلی‌گرم برگرم بافت تر) بود اما با تأثیر ساقه رقم نصرت بر روی علف چاودار و همچنین مخلوط عصاره برگ و ساقه ارقام نصرت و ماکویی بر علف‌هرز ازمک، اختلاف معنی‌داری نداشت. کمترین مقدار کلروفیل a نیز (۱۰/۷۵ میلی‌گرم برگرم بافت تر) در عصاره برگ رقم ماکویی و در علف‌هرز چاودار مشاهده شد (جدول ۱). نتایج حاکی از این است که عصاره برگ، بیشترین تأثیر را در کاهش کلروفیل a داشته است که این کاهش در علف‌هرز خاکشیر بیشترین میزان بود و عصاره برگ رقم ماکویی نسبت به دو رقم دیگر، کاهش بیشتری را سبب شده است. طیف وسیعی از مواد آللوشیمیایی قادرند با تغییر در مقدار کلروفیل، در فرآیند فتوسنتز گیاهان تحت تیمار اثر بگذارند. در اکثر گزارش‌های مربوط به آللوپاتی، مهار رشد با کاهش کلروفیل همراه است که ممکن است نسبت به خسارات دیگر سلولی، یک اثر ثانویه ناشی از عملکرد مواد آللوشیمیایی ویژه باشد. کاهش مقدار کلروفیل

می‌تواند در اثر افزایش فرآیندهای متابولیسمی مربوط به سنتز رنگ‌دانه‌های فتوسنتزی جدید باشد. علاوه بر این، کاهش کلروفیل ممکن است ناشی از آسیب‌هایی باشد که به سیستم‌های فتوسنتزی وارد شده است؛ آللوکمیکال‌ها ممکن است مسیر بیوسنتز کلروفیل را بلوکه کرده باشند یا مسیر تخریب کلروفیل را تحریک کنند و شاید هر دو عمل را با هم انجام می‌دهند (Babu *et al.*, 1997).

اثر عصاره اندام‌های رویشی جو بر محتوای کلروفیل b

اثر ارقام جو بر میزان کلروفیل b گونه‌های علف‌هرز، معنی‌داری بود. در اثرات سه‌گانه، بیشترین کلروفیل b (٥٤/٨ میلی‌گرم برگرم بافت تر) به علف‌هرز چاودار در تیمار عصاره ساقه رقم والفجر و کمترین آن (۱۷/٤۷ میلی‌گرم برگرم بافت تر) به علف‌هرز چاودار در تیمار عصاره ساقه نصرت تعلق داشت (جدول ۲). به‌طورکلی و مانند کلروفیل a، عصاره برگ سبب کاهش بیشتر کلروفیل b شد که این کاهش در علف‌هرز ازمک بیشتر بود. به‌طورکلی، مواد آللوپات زیادی شناخته‌شده‌اند که محتوای کلروفیل را در گونه‌های هدف کاهش می‌دهند. به‌طور مثال، مطابق گزارش چای‌مینگ و همکاران (Chi- ming *et al.*, 2002) در گیاهچه‌های سویا تیمارشده با اسیدهای وانیلیک، فرولیک و پاراکوماریک، کاهش معنی‌داری در محتوای کلروفیل مشاهده شد.

اثر عصاره اندام‌های رویشی جو بر محتوای کاروتنوئید

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر عصاره ارقام جو بر میزان کارتنوئید علف‌های هرز معنی‌دار بود. در اثرات متقابل سه‌گانه، بیشترین کاروتنوئید با ۳٦/۳۷ (میلی‌گرم برگرم بافت تر) مربوط به اثر متقابل رقم ماکویی × خاکشیر × عصاره برگ و ساقه بود. عصاره برگ و ساقه رقم نصرت، بیشترین تأثیر را در افزایش میزان کاروتنوئید علف‌هرز چاودار داشت، به‌طوری‌که در میزان کاروتنوئید نسبت به شاهد، افزایش ٦۰ درصدی مشاهده شد. عصاره برگ و ساقه ارقام مختلف جو، موجب افزایش کاروتنوئید در علف‌هرز خاکشیر شد و میزان کاروتنوئید تحت تأثیر این تیمار، تقریباً به سه برار رسید. کاروتنوئیدها رنگ‌دانه‌های گیاهی هستند که به‌عنوان ترکیبات آنتی‌اکسیدان و ترکیبات ضروری دستگاه فتوسنتزی ایفای نقش می‌کنند. همچنین این ترکیبات در از بین بردن گونه‌های فعال اکسیژن در کمپلکس فتوسنتزی دخالت دارند. الروکیک و فید (El- Rokiek and Fid., 2009) گزارش کردند که عصاره آبی برگ‌های خشک و تر گیاه *Eucalyptus citriodora* منجر به افزایش کاروتنوئید برگ‌های تازه *Amaryllis* نسبت به شاهد شد. به نظر می‌رسد که عصاره ارقام مختلف جو، با تخریب غشاهای زیستی اندامک‌هایی نظیر میتوکندری و هسته و آسیب‌هایی از این دست، سبب تحریک سنتز و فعالیت رنگ‌دانه‌های آنتی‌اکسیدانی نظیر کارتنوئیدها می‌شوند. شاید کاهش محتوای کاروتنوئیدی به دلیل فرونشانی غیرفتوشیمیایی کلروفیل‌های برانگیخته توسط کارتنوئیدها و در نتیجه، برهم ریختن ساختار کارتنوئیدها باشد (Chi- ming *et al.*, 2002).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طورکلی بین سه علف‌هرز مورد بررسی در این پژوهش، ارقام جو بیشترین اثر را بر صفات مختلف خاکشیر داشتند. در مقابل، عصاره‌های سه رقم جو، تأثیر بازدارندگی اندکی روی صفات رشدی چاودار داشتند، به‌گونه‌ای که به‌جز زمانی که عصاره برگ و ساقه ارقام ماکویی و نصرت، تأثیر منفی‌تری به‌ترتیب بر میزان کلروفیل a و b چاودار داشتند، در سایر صفات، چاودار نسبت به گونه‌های دیگر

علف‌های‌هرز، مقاومت بیشتری از خود نشان داد. در بین ارقام نیز مشاهده شد که با وجود این‌که عصاره برگ و ساقه رقم نصرت از کمترین اثر بازدارندگی بر وزن خشک ساقه و ریشه برخوردار بود اما نتایج نشان داد رقم ماکویی نسبت به سایرین، تأثیرات آللوپاتیک شدیدتری بر گونه‌های علف‌های‌هرز گذاشته. با این حال، ارقام نصرت و والفجر، بیشترین و کمترین بازدارندگی را به‌ترتیب روی خاکشیر و روی چاودار داشتند. رقم ماکویی نیز بیشترین بازدارندگی را روی خاکشیر و ازمک و کمترین بازدارندگی را روی چاودار اعمال داشت. در کل و از نظر درصد جوانه‌زنی، اثر عصاره برگ رقم نصرت، کمترین تأثیر را بر خاکشیر و چاودار داشت و حتی اثر این تیمار بر ماده خشک چاودار نیز کمتر بود از لحاظ بقیه صفات مورد ارزیابی نیز پاسخ هر کدام از علف‌های‌هرز در ارتباط با عصاره اندام‌های ارقام مختلف، بسیار متفاوت و دارای تنوع زیادی بود.

منابع

Agrawal, R.L. 1991. Seed Technology. Oxford and IBH Publishing. Pp. 305-374.

Alam, S.M. and Islam, E.U. 2002. Effect of aqueous extract of leaf, stem and root of nettle leaf goosefoot and NaCl on germination and seedling growth of rice. Pak. J. Sci. Technol. 2: 47-52.

Asgharipour, M.R., and Armin, M. 2010. Inhibitory effects of *Sorghum halepens* root and leaf extracts on germination and early seedling growth of widely used medicinal plants. Adv. Environ. Biol. 4(2): 316-324.

Asghari, J., and Tewari, J.P. 2007. Allelopathic potentials of eight barley cultivars on *Brassica jucea* (L) Czern and *Setaria viridis* (L) p. Beauv. J. Agr. Sci. Tech. 9: 165-176.

Ashrafi, Z.Y., Mashhadi, H.R. and Sadeghi, S. 200 . Allelopathic effects of barley (*Hordeum vulgare*) on germination and growth of wild barley (*Hordeum spontaneum*). Pak. Weed. Sci. Res. 13(1–2): 99–112.

Babu, R.C. and Kandasamy, O.S. 1997. Allelopathic effect of *Eucalyptus globulus* Labill on *Cyperus rotundus* L. and *Cynodon dactylon* L. Pers. J. Agron. Crop Sci. 179(2): 123-126.

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

Baghestani, M., G. H. Akbari., A. Atri., and M. Mokhtari. 2003. Effect of competition of Rye on growth, yield and yield components of wheat. Pajouhesh and Sazandegi. 61 1-10. (In Persian).

Bertholdsson, N. O. 2004. Variation in allelopathic activity over 100 years of barley selection and breeding. Weed Res. 44 78–86.

Bertin, C., Yang, X., and Weston, L.A. 2003. The role of root exudates and allelochemicals in the rhizosphere, Plant Soil. 256: 67–83.

Berhow, M.A., and Vaughn, S. R. 1999. Higher plant flavonoids: biosynthesis and chemical ecology. In: Principles and practices in plant ecology – Allelochemical interactions (Eds., Inderjit, K.M.M. Dakshini, and C.L. Foy), pp. 423-438. CRC Press, Boca Raton, FL.

Bhadoria, P. B. 2011. Allelopathy: A natural way towards weed management. Am. J. Ex. Agricult. 1(1): 7-20.

Bhowmik, P.C. and Inderjit. 2003. Challenges and opportunities in implementing allelopathy for natural weed management. Crop Prot. 22: 661–671.

Chi-Ming, Y., Chyoung-Ni, L. and Chang-Hung, C. 2002. Effect of three allelopathic phenolics on chlorophyll accumulation of rice (*Oryza sativa*) seedling: I. Inhibition of supply- orientation. Bot. Bull. Acad. Sinica. 43: 299-304.

Creamer, N.G., Bennett, N.A. Stinner, B.R. Cardina, J. and Regnier, E.E. 1996. Mechanisms of weed suppression in cover crop-based production systems. HortScience. 31: 410-413.

El-Rokiek, K.G.I., and Eid, R.A. 2009. Allelopathic effect of *Eucalyptus citriodora* on *Amaryllis* and associated grassy weed. Planta Daninha. 27: 887- 899.

Fujii, Y. 2001. Screening and future exploitation of allelopathic plant as alternative herbicides with special reference to hairy vetch. J. Crop Prot. 4: 257–275.

Gubbels, G.H. and Kenaschuk, E.O. 1989. Agronomic performance of flax grown on canola, barley and

flax stubble with and without tillage prior to seeding. Can. J. Plant Sci. 69: 31–38.
Hassannejad, S., Porheidar Ghafari, S. and Lotfi, R. 2013. Allelopathic effects of wheat and barley on emergence and seedling growth of some weed species. Int. J. Biosci. 3(1): 128-134.
Hegab, M.M., Khodary, S.E.A., Hammouda, O. and Ghareib, H.R. 2008. Autotoxicity of chard and its allelopathic potentiality on germination and some metabolic activities associated with growth of wheat seedling. Afric. J. Biotech. 7: 884-892.
Herro, J.L., and Callawa, R.M. 2003. Allelopathy and exotic plant invasion. Plant Soil. 256: 29-39.
Iqbal, J., Cheema, Z.A. and Mushtaq, M. N. 2009. Allelopathic crop water extracts reduce the herbicide dose for weed control in cotton (*Gossypium hirsutum*). Int. J. Agric. Biol. 11: 360–366.
Khoda bandeh, N. 2005. Cereals. Eighth Edition. Tehran University Press. 538 Pp (In Persian).
Kremer, R. and Ben-Hammouda, M.2009. Allelopathic plants. 19. Barley (*Hordeum vulgare* L). Allelopathy J. 24(2): 225 242.
Kruse, M., Strandberg, M. and Strandberg, B. 2000. Ecological effects of allelopathic plants. A review. Department of Terrestrial Ecology. Silkeborg, Denmark, Rep. No. 315.
Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. Meth. Enzymol. 148: 350-382.
Mesbah, A.O. and Miller, S. D. 1999. Fertilizer placement affects jointed goatgrass (*Aegilops cylindrica*) competition in winter wheat (*Triticum aestivum*). Weed. Technol. 13: 374-377.
Mighani, F., Khalghani, J., Ghorbanli, M. and Najaf Pour, M. 2006. Study of allelopathic potential of *trifolium resupinatum* and *T. alexandrium* on seed germination of *Convolvulus arvensis*, *Amaranthus retroflexus*, *Secale cereal* and *Sinapis arvensis*. Pests Plant Dis. 74(1): 81-101.
Molina-Cato, J.L., Igartua, E., Casas, A.M. and Moralejo, M. 2002. New views on the origin of cultivated barley. In: Barley science (Eds., G.A. Slafer, J.L. Molina-Cano, R. Savin, J.L. Araus and I. Romagosa), pp. 15-29. Food Products Press. Binghamton. NY.
Naseem, M., Aslam, M. Ansar, M. and Azhar, M. 2009. Allelopathic effects of sunflower water extract on weed control and wheat productivity. Pakistan J. Weed Sci. Res. 15(1): 107-116.
Nielsen, K.A., Olsen, C.E. Pontoppidan, K. and Moller, B.L. 2002. Leucine-derived cyano glucosides in barley. Plant Physiol. 129: 1066-1075.
Olofsdotter, M., Nevarez, M., Rebulanan, M. and Streibig, J.C. 1999. Weed-suppressing rice cultivars-does allelopathy play a role? Weed Res. 39: 441–454.
Om, H., Dhiman, S.D., Kumar, S., and Kuma, H. 2002 Allelopathic response of *Phalaris minor* to crop and weed plants in rice–wheat system. Crop Prot. 21: 699–705.
Poehlman, J.M. 1985. Adaptation and distribution. In: Barley (Ed., D.C. Rasmussen) pp. 1-18. American Society of Agronomy. Madison. WI.
Rashed Mohasel, M.H., Najafi, A., and Akbarzadeh, M.D. 2006. Weed Biology and Control. Ferdowsi University. Press. Mashhad. 404 Pp.
Rice, E.L. 1984. Allelopathy. 2nd Ed. Academic Press, Orlando, FL. 422 Pp.
Siddiqui, Z.S., and Zaman, A.U. 2005. Effects of *Capsicum* leachates on germination, seedling growth and chlorophyll accumulation in *Vigna radiata* L. Wilczek seedlings. Pakistan J. Bot. 37: 941- 947.
Von Bothmer, R. and Jacobsen, N. 1985. Origin, taxonomy and related species. In: Barley (Ed., D.C. Rasmussen) pp. 19-56. American Society of Agronomy. Madison. WI.
Vyvyan, J.R. 2002. Allelochemicals as leads for new herbicides and agrochemicals. Tetrahedron. 58: 1631-1646.
Wu, H., Haig, T., Prately, J., Lemerle, D. and An, M. 2000. Distribution and exudation of allelochemicals in wheat (*triticum aestivum*). J. Chem. Ecol. 26: 2141–2154.