"نشریه علوم و فناوری بذر ایران"
جلد دوازدهم، شماره ۱، بهار ۱۴۰۲
(ص ۱۴-۱)
مقاله پژوهشی

Iranian Journal of
Seed Science and Technology
Vol.: 12, No.: 1, Spring 2023
(pp: 1-14)
DOI: 10.22092/ijsst.2022.359764.1451
Research Article

تأثیر عصاره آبی اندام‌های مختلف اسپند (*Peganum harmala* L.) بر جوانه‌زنی بذر و نمو تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus* L.) و سلمه‌تره (*Chenopodium album* L.)

رضا رضوانی[1*]، علیرضا دادخواه[2]

۱. دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه بجنورد، بجنورد، ایران.
۲. استاد، عضو هیئت علمی گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه بجنورد، بجنورد، ایران.
(تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۰۶/۰۴؛ تاریخ پذیرش:۱۴۰۱/۰۷/۰۲)

چکیده

این پژوهش به‌منظور تأثیر عصاره آبی اندام‌های مختلف اسپند (*Peganum harmala*) بر جوانه‌زنی و نمو تاج‌خروس و سلمه‌تره در دو آزمایش (آزمایشگاه و گلخانه) به‌ترتیب در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار و طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در سال ۱۴۰۰ اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل غلظت‌های ٪۱۰ و ٪۲۰ ریشه، ٪۱۰ و ٪۲۰ اندام‌های هوایی و شاهد (آب مقطر) بود. صفات مورد بررسی شامل درصد و سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه گیاهچه و طول گیاهچه در آزمایشگاه و طول ریشه و ساقه، وزن خشک، قند کل، کلروفیل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدان در گلخانه بود. نتایج نشان داد که با افزایش غلظت عصاره، صفات رشدی و کلروفیل کل هر دو گیاه کاهش یافت. بالاترین و پایین‌ترین میزان بازدارندگی به‌ترتیب مربوط به عصاره ٪۲۰ ساقه و عصاره ٪۱۰ ریشه بود ولی قندهای محلول‌کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی علف‌های هرز با افزایش سطح عصاره‌ی ریشه و ساقه اسپند افزایش یافتند. عصاره اندام‌هوایی، سرعت جوانه‌زنی را در سلمه‌تره و تاج‌خروس به ترتیب ۸۷/۳۵ و ٪۹۱/۲۲ نسبت به شاهد کاهش داد. عصاره ٪۲۰ ریشه و ٪۲۰ اندام‌هوایی در تاج‌خروس، شاخص‌طولی بنیه‌گیاهچه را به‌ترتیب ۶۳/۳۳ و ۹۶/۶۷ درصد کاهش داد. همچنین عصاره ٪۲۰ ریشه و اندام هوایی، طول ریشه در تاج‌خروس را به ترتیب ۵۰/۴۹ و ٪۸۶/۹۴ و در سلمه‌تره ۴۷/۸۷ و ٪۸۱/۸۰ نسبت به شاهد کاهش داد. بیشترین قند محلول‌کل در سطح ٪۲۰ ساقه مشاهده شد که تاج‌خروس با ٪۶۴/۹ افزایش نسبت به شاهد، دارای قند محلول‌کل بیشتری بود. اکثر صفات بررسی شده در تاج‌خروس حساسیت بیشتری به اثرات آللوپاتیک اسپند نسبت به سلمه‌تره داشتند. نتایج نشان داد عصاره آبی اندام‌هوایی قوی‌تر از عصاره ریشه بود، که این موضوع می‌تواند در تهیه علف‌کش‌هایی با منبع طبیعی مورد مصرف قرار گیرد.

کلمات کلیدی: آلکالوئید، آللوپاتی، آنتی‌اکسیدان، علف‌کش، قند کل

A study of The effect of the aqueous extract of different organs of *Peganum harmala* L. on the germination and growth of *Amaranthus retroflexus* L. and *Chenopodium album* L.

R. Rezvani[1*], A. Dadkhah[2]

1. M.Sc. Graduated in Crop Physiology of Plant Production and Genetic Department, Faculty Agriculture of Shirvan, University of Bojnord, Bojnord, Iran.
2. Professor, Faculty Member of Plant Production and Genetic Department, Faculty Agriculture of Shirvan, University of Bojnord, Bojnord, Iran.
(Received: Aug. 26, 2022 – Accepted: Sept. 24, 2022)

Abstract

This research was conducted in order to investigate the effect of aqueous extract of different organs of harmel (*Peganum harmala*) on the growth and germination of *Amaranthus retroflexus* and *Chenopodium album* in two experiments (laboratory and greenhouse) respectively, based on CRD[1] with three replications and RCBD[2] with four replications in the year 2021. The treatments included aqueous *Peganum harmala* extracts in concentrations of 10 and 20% root, 10 and 20% shoot (stem and leaf) and control **(**distilled water). The examined traits included germination percentage and speed, seedling stand index and seedling length in the laboratory, root and stem length, dry weight, total sugar, total chlorophyll and antioxidant activity in the greenhouse. The results showed that with increasing extract concentration, the growth traits and total chlorophyll of both plants decreased significantly. So that the highest and lowest levels of inhibition rates were associated with 20% stem extract and 10% root extract, respectively, but total soluble sugars and antioxidant activity of weeds increased with increasing levels of *Peganum harmala* root and stem extract. Aerial organ extract decreased the germination speed in *Chenopodium album* and *Amaranthus retroflexus* by 87.35% and 91.22%, respectively, compared to the control. In *Amaranthus retroflexus* the length index of the plant by 63.33% and 96.67% respectively. Although, the highest root and shoot concentrations (20%) decreased. the length of root by 50.49 and 86.94%, In *Amaranthus retroflexus* and 47.87 and 81.80% in *Chenopodium album* compared to the control. The highest total soluble sugar was observed at the level of 20% of the stem, and *Amaranthus retroflexus* had more total soluble sugar with an increase of 64.9% compared to the control. Most of the examined traits in *Amaranthus* were more sensitive to the allelopathic effects of *Peganum harmala* compared to *Chenopodium.* The results showed that the aqueous extract of aerial organs was stronger than the root extract, which this issue can be used in the preparation of herbicides with natural sources.

Keywords: Alkaloid, Allelopathy, Antioxidant, Herbicide, Total sugar

* Email: reza.rezvani6604@gmail.com
[1] Completely randomized design
[2] Randomized complete block design

مقدمه

یکی از مهم‌ترین خصوصیات علف‌های هرز، برخورداری آنان از مکانیزم‌ها و روش‌های مختلف برای تکثیر در مزارع، باغات و مراتع است. از این نظر، بذرها به‌عنوان یکی از مهم‌ترین علل انتشار علف‌های هرز، از اهمیت خاصی برخوردار هستند. اصولی‌ترین روش‌های کنترل علف‌های هرز، روش‌هایی هستند که مانع ورود یا انتشار بذرها می‌شوند (Bagheri *et al.*, 2019). جوانه‌زنی بذر از مهم‌ترین رویدادها برای موفقیت بسیاری از علف‌های‌هرز محسوب می‌گردد، زیرا اولین مرحله برای رقابت یک علف‌هرز در یک نیچ اکولوژیک است (Leon and Knapp, 2004). با افزایش جمعیت جهان که تا سال ۲۰۵۰ انتظار می‌رود به بیش‌از ۱۰ میلیارد نفر برسد، افزایش تولید مواد غذایی حائز اهمیت است (Montazeri and Ghanghermeh, 2021). با این حال، یکی از مهم‌ترین دلایل کاهش عملکرد گیاهان زراعی، وجود علف‌های هرز می‌باشد که بیش از ۱۰۰ میلیارد دلار خسارت جهانی اقتصادی آن‌ها برآورد شده است (Singh *et al.*, 2006). برای مقابله با آسیب‌های ناشی از وجود علف‌های هرز در مزارع، روش‌هایی نظیر کنترل مکانیکی، بیولوژیکی، فیزیکی، زراعی و شیمیایی مورد استفاده قرار می‌گیرد (Zand *et al.*, 2004). در بیشتر مطالعات انجام شده، استفاده پی در پی از علف‌کش‌ها باعث بروز مشکلاتی همچون آلودگی محیط زیست، تداوم حضور علف‌کش‌ها در خاک، آسیب رساندن به محصولات کشاورزی و افزایش گونه‌های مقاوم به علف‌کش‌ها می‌شود (Iqbal *et al.*, 2006). در این راستا به منظور کاهش مصرف سموم شیمیایی، می‌توان از ویژگی آللوپاتیک گیاهان دارویی به‌عنوان علف‌کش‌های طبیعی و زیستی بهره برد (Naghdi Badi *et al.*, 2010).

دگرآسیبی درواقع نتیجه تغییر شکل یکسری مولکول‌های فعال زیستی است که توسط گیاهان در حال رشد یا بقایای آن‌ها تولید شده که پس از ورود به محیط بر میزان جوانه‌زنی، رشد و نمو سایر گیاهان تأثیر می‌گذارند (Siegler, 1996). این فرآیند از طریق بیوسنتز ترکیبات بیوشیمیایی در بخش‌های مختلف گیاه مانند تصعید و ترشحات ریشه، بقایای تخریب شده، مواد فرار گیاهی و ... انجام می‌شود (Farhoudi *et al.*, 2016). ساختار مواد آللوپاتیک و راندمان آن متنوع بوده و محققین علاقمند در این زمینه از آن‌ها به‌عنوان علف‌کش‌های زیستی استفاده می‌کنند (Sangita and Baskara, 2015). ترکیبات موجود در گیاهان دگرآسیب شامل تانن‌ها، فنل‌ها، فلاونوئیدها، گلیکوزیدها و آلکالوئیدها می‌باشد. روند آزاد شدن آللوکمیکال‌های[1] (ترکیبات شیمیایی) موجود در بخش‌های مختلف گیاهان به درون محیط از راه ترشحات ریشه‌ای، شستشو و تبخیر، بقایای گیاهی تخریب شده و... انجام می‌گیرد (Mahadevappa and Kulkarni., 1996). تداخل گیاهان زراعی و علف‌های هرز در ابتدای فصل رشد، بحرانی است که اگر بتوان رشد علف‌های هرز را با استفاده از ویژگی‌های آللوپاتیک گیاهان زراعی کاهش داد، گیاهان زراعی در این رقابت برتری بیشتری نسبت به علف‌های هرز خواهند داشت (Mohammaddoust Chamanabad *et al.*, 2015). (Ehlers and Thompson, 2004) نشان دادند که فعالیت میتوکندری و فرآیند اکسیداسیون چربی‌های گیاهان تحت تأثیر اسانس و عصاره گیاهان دارویی نظیر اسپند قرار می‌گیرد که از این خاصیت می‌توان به‌عنوان علف‌کش طبیعی استفاده نمود.

گیاه دارویی اسپند در اندام‌های مختلف خود دارای آلکالوییدهای سمی نظیر هارمین، هارمالین و هارمالول می‌باشد که سبب کاهش جوانه‌زنی سایر گیاهان می‌گردد (Frison *et al.*, 2008). اقبالی و همکاران

[1] Allelochemicals

(Eghbali *et al*., 2007) گزارش کردند که در آزمایشی اثر آللوپاتیک بقایای اندام‌های هوایی و بنه زعفران را بر رشد گندم، چاودار، ماش و لوبیا بررسی نموده و دریافتند که اثر آللوپاتیک عصاره بنه (۷۵ گرم بافت ۱/۵ کیلوگرم خاک گلدان) زعفران به ترتیب سبب بازدارندگی رشد لوبیا، چاودار، ماش و گندم می شود. علیپور و محمدی (Alipoor and Mahmoodi, 2015) نیز اعلام کردند که کاهش جوانه‌زنی بذر علف هرز علف‌پشمکی و خاکشیر تحت تأثیر عصاره آبی بنه و اندام هوایی (۲ درصد وزنی-حجمی عصاره آبی) بوده است. رمضانی و همکاران (Ramezani *et al*., 2008) گزارش کردند که اسانس رزماری تأثیر معنی‌داری بر جوانه‌زنی بذر علف‌های هرز تلخه، تاج‌خروس و خرفه داشت. (Kruse *et al*., 2000) بیان نمودند که آنزیم‌های مؤثر جوانه‌زنی همچون آمیلاز و هورمون‌هایی همچون جیبرلین تحت تأثیر آللوکمیکال‌های گیاهان قرار گرفته و سبب کاهش جوانه‌زنی بذر گیاهان هدف می‌شود. سودایی‌زاده و همکاران (Sodaeizade *et al*., 2010) در پژوهشی به این نتیجه رسیدند که طول گیاهچه و وزن گیاه پیچک در مقایسه با یولاف حساسیت بیشتری در مقایسه با یولاف در برابر اثرات بازدارنده مواد دگرآسیب اسپند داشته است. اسپند گیاهی دارویی است با نام علمی (*Peganum harmala* L.)، از خانواده zygophyllaceae، چند ساله، علفی و بومی مناطق خشک می باشد. این گیاه بدلیل وجود ترکیبات شیمیایی فراوان در اندام‌های مختلف خود همچون هارمین، هارمالین و هارمالول (Frison *et al*., 2008) و از طرفی واکنش سایر گیاهان نسبت به غلظت و عصاره استخراج شده از اندام موردنظر اسپند حائز اهمیت می باشد که لازم است مطالعه دقیقی درخصوص اثر آللوپاتیک این گیاه دارویی انجام شود. لذا این پژوهش با هدف پاسخ به این سؤال که آیا عصاره اندام‌های مختلف گیاه اسپند بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر تاج‌خروس و سلمه‌تره و رشد گیاهچه آن‌ها که از مهم‌ترین علف‌های هرز ایران می‌باشد اثر منفی خواهد داشت یا خیر، انجام گردید.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی پتانسیل آللوپاتیک عصاره ریشه و ساقه اسپند بر دو گونه علف‌هرز سلمه‌تره و تاج‌خروس، تحقیقی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در تابستان ۱۴۰۰ در دانشکده کشاورزی شیروان- دانشگاه بجنورد در شرایط گلخانه و در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در شرایط آزمایشگاه طراحی و اجراء شد. تیمارهای آزمایش شامل پنج سطح بدون عصاره آبی اسپند (شاهد)، ریشه اسپند ٪۱۰ ، ریشه اسپند ٪۲۰ ، ساقه اسپند ٪۱۰ و ساقه اسپند ٪۲۰ بود. در آغاز، خاک و گل و لای ریشه گیاهان اسپند جمع‌آوری شده (در مرحله سبز بودن میوه) از مناطق مختلف شهرستان شیروان به وسیله شست و شو با آب مقطر، از گیاه جدا شدند. سپس اندام‌های مورد نظر را تفکیک و به‌میزان دو روز (۴۸ ساعت) در دستگاه آون که به دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد رسیده بود، قرار داده شد تا رطوبت آن‌ها از بین رفته و کاملاً خشک شوند. برای تهیه عصاره آبی ساقه و ریشه، میزان ۱۰۰ گرم پودرآسیاب و خشک شده ساقه و ریشه اسپند با ۱۰۰۰میلی‌لیتر آب دیونیزه ترکیب گردید و پس از آن به مدت یک روز روی شیکر تنظیم شده به میزان صد دور در دقیقه گذاشته شد و ترکیب تولید شده، به وسیله کاغذ صافی واتمن صاف و یکنواخت گردید (Mojab and Mahmodi, 2008) و سپس غلظت‌های مختلف تهیه شد.

شرایط آزمایشگاهی

منظور از اجرای این تحقیق مطالعه تأثیر آللوپاتیک عصاره آبی ریشه و اندام‌هوایی (ساقه و برگ) اسپند بر معیارهای جوانه‌زنی و نمو بذر گیاهان سلمه‌تره و تاج‌خروس بود. در ابتدا بذرهای علف‌هرز با آب ژاول یک درصد به‌میزان ۵ دقیقه ضدعفونی و سپس سریعاً سه

مرتبه با آب دیونیزه شسته شدند. بذرها داخل پتری‌های شیشه‌ای به قطر ۱۴۰ میلی‌متر کاشته شدند که در آنها ۲۰ عدد بذر روی کاغذ صافی (که به مدت ۲۰ دقیقه با دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد در اتوکلاو ضدعفونی شدند) قرار داده شد و بعد از آن پنج میلی‌لیتر عصاره آبی مورد نظر به آن‌ها افزوده شد. بعد از انجام تیمارها، درب پتری‌ها به‌وسیله پارافیلم پلمپ شده و در اتاقک رشد با دمای ۱۸/۲۵ درجه سلسیوس و شرایط نوری ۱۲/۱۲ (روز و شب) قرار گرفتند (Bayat et al., 2020). درصد جوانه‌زنی نهایی، بعد از ۲۱ روز با مجموع بذرهای جوانه‌زده برای هر پتری محاسبه گردید (Ghasemi-Arian, 2016).

$$GP = \frac{N'}{N} \times ۱۰۰$$

N': تعداد بذور جوانه زده تا روز آخر ، N: تعداد کل بذر و GP: درصد جوانه‌زنی

اندازه‌گیری سرعت جوانه‌زنی بذرها از روش Maguire (۱۹۶۲) انجام گرفت که برابر با مجموع ($\frac{Si}{Di}$) که در آن Si برابر است با تعداد بذور جوانه‌زده در هر شمارش و Di روزهای سپری شده تا شمارش n ام و GR سرعت جوانه‌زنی.

$$GR = \sum_{i=1}^{n} \frac{Si}{Di}$$

در انتهای تحقیق، تعداد ۱۰ گیاهچه به‌صورت اتفاقی برگزیده و طول گیاهچه، ریشه‌چه و ساقه‌چه با ابزار خط‌کش براساس سانتی‌متر محاسبه شدند. بعد از آن، با گذاشتن نمونه‌ها در آون با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به میزان ۲ روز، وزن خشک گیاهچه‌ها به‌وسیله ترازو با دقت ۰/۰۰۰۱ اندازه‌گیری شدند.

شرایط گلخانه

جهت اجرای این تحقیق، تعداد ۱۰ عدد از بذور گیاهان سلمه‌تره و تاج‌خروس، درون گلدان‌های پلاستیکی به اندازه‌ی قطر دهانه ۱۸سانتی‌متر و طول ۲۰ سانتی‌متر کاشته شدند. در این آزمایش از خاک لومی رسی استفاده گردید (جدول ۱).

جدول۱- مشخصات خاک مورد بررسی در آزمایش گلخانه

Table 1- Characteristics of the soil examined in the greenhouse experiment

بافت texture	رس Clay (%)	لای Silt (%)	شن Sand (%)	پتاسیم قابل جذب Absorbable K (ppm)	فسفر قابل جذب Absorbable P (ppm)	نیتروژن کل Total N (%)	کربن آلی O.C (%)	اشباع خاک SP (%)	هدایت الکتریکی EC (mS/cm)	واکنش خاک pH
لومی رسی clay loam	26	50	24	225	3.60	0.056	0.757	33.19	1.26	7.87

تقریباً پس از گذشت ۷ روز از رشد کردن و در مرحله دولپه‌ای، گیاهچه‌ها کم حجم و تنک شدند و در هر گلدان پنج بوته نگه‌داری شد. پس از استقرار کامل گیاهان، تمامی گلدان‌ها بصورت یکسان آبیاری شدند. سپس میزان ۱۰۰ میلی‌لیتر از عصاره از تیمارهای مورد بررسی به گلدان‌ها اضافه شد. به فاصله‌ی ۱۰ روز پس از آبیاری دوم، مجدد ۱۰۰ میلی‌لیتر از عصاره به گلدان‌ها اضافه گردید.تیمارهای شاهد با آب آبیاری انجام گرفت. طول دوره آزمایش ۳۰ روز بود. گیاهان در گلخانه با دمای روز به شب ۲۵ به ۱۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ٪ ۶۵ قرار داده شدند. پس از انجام تیمارها، صفات طول ساقه، تعداد برگ، سطح برگ و ... اندازه‌گیری شدند و پس از جمع‌آوری گیاهان طول ریشه، وزن تر و خشک اندام‌ها و صفات فیزیولوژیک اندازه‌گیری شدند. برای اندازه‌گیری محتوی کلروفیل، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و محتوی قندهای محلول کل، نمونه‌گیری از برگ‌های

سلمه‌تره و تاج‌خروس در پایان دوره آزمایش انجام شد. کلروفیل به روش آرنون اندازه‌گیری شد (Arnon, 1967). در ابتدا میزان ۰/۵ گرم از اندام تازه مورد نظر گیاه را درون هاون به‌همراه نیتروژن مایع ریخته و نمونه را به‌خوبی پودر کرده، بعداز آن ۲۰ میلی‌لیتر استون با غلظت ٪۸۰ به اندام پودر شده اضافه و در نهایت درون سانتریفیوژ با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت. مقدار طول موج‌های ۴۷۰، ۶۵۳ و ۶۶۶ نانومتر جذب شده به‌وسیله‌ی اسپکتروفتومتر (UNICO, 2000, Germany) جهت محاسبه کلروفیل کل قرائت و یادداشت برداری گردید.

قندهای محلول کل به روش آنترون ارزیابی شدند. (McCready *et al*., 1950) جهت محاسبه قند کل، ۰/۲ میلی‌لیتر از عصاره‌ی غلیظ شده، با سه میلی‌لیتر معرف آنترون ترکیب گردید و به مدت ۲۰ دقیقه درون بن‌ماری با حرارت ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. بعد از خروج نمونه‌ها از حمام آب‌گرم و سرد شدن آن‌ها، مقدار جذب در طول موج ۶۲۰ نانومتر قرائت شد. همچنین فعالیت آنتی‌اکسیدانی به‌روش سنجش خنثی سازی رادیکال آزاد DPPH[1] (۲ و۲- دی فنیل -۱ -پیکریل هیدرازیل) محاسبه گردید (Turkmen *et al*., 2005). در این راستا، ۹۵۰ میکرولیتر محلول DPPH ۰/۱ نرمال در متانول با ۵۰ میکرولیتر عصاره مربوطه داخل میکروتیوپ افزوده شد. برای شاهد یک میلی‌لیتر محلول DPPH ۰/۱ نرمال در متانول و برای بلانک یک میلی لیتر حلال استخراج تهیه شد. پس از ۳۰ دقیقه درون اتاقک تاریک، به‌وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۱۷ نانومتر جذب شاهد و نمونه قرائت گردید. درصد خنثی سازی رادیکال آزاد با فرمول زیر برآورد شد.

$$\text{فعالیت آنتی‌اکسیدانی} = 1 - \frac{\text{جذب نمونه شاهد}}{\text{جذب قرائت شده}} \times 100$$

قبل از آنالیز آماری، تبدیل زاویه ای (ارک سینوس) داده هایی که به صورت درصد بودند انجام شد. تجزیه، تحلیل و محاسبه آماری داده‌های آزمایش با نرم‌افزار SAS 9.4 انجام شد و مقایسه میانگین داده‌ها به‌روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ٪ ۵ مقایسه شدند.

نتایج

نتایج آزمایشگاهی

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که نوع و غلظت‌های مختلف عصاره آبی بکار رفته بر روی خصوصیات جوانه‌زنی علف‌های هرز تاج‌خروس و سلمه‌تره از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱) .

درصد جوانه‌زنی

داده‌های بدست آمده از این آزمایش نشان داد عصاره اسپند در سطح احتمال یک درصد بر درصد جوانه‌زنی بذر تاج خروس و سلمه‌تره معنی‌دار بود (جدول ۲). با افزایش غلظت عصاره‌های اسپند، از درصد جوانه‌زنی بذرهای علف‌های هرز تاج‌خروس و سلمه‌تره کاسته شد. به‌شکلی که بالاترین درصد جوانه‌زنی مربوط به سطح عدم تیمار بود و در غلظت‌های ٪۱۰ و ٪۲۰ ریشه و همچنین ٪۱۰ و ٪۲۰ ساقه، درصد جوانه‌زنی تاج‌خروس به ترتیب برابر ۶۸/۳۳ ، ۵۵ ، ۳۳/۳۳ ، ۱۳/۳۳ و درصد جوانه‌زنی سلمه‌تره به ترتیب برابر ۸۰ ، ۶۳/۳۳ ، ۴۵ ، ۲۳/۳۳ مشاهده شد (جدول ۳). در هر دو علف‌هرز بیشترین میزان جوانه‌زنی مربوط به تیمار شاهد و برای عصاره‌ها، ٪ ۱۰ریشه و کمترین آن مربوط به عصاره ٪۲۰ ساقه و برگ بود. به عبارتی دیگر، عصاره ساقه و برگ بیشترین تأثیر بازدارندگی بر جوانه‌زنی بذور دو علف‌هرز داشت. شایان ذکر است که درصد جوانه‌زنی تیمار شاهد در تاج‌خروس

[1] 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl

کمتر از سلمه‌تره و تأثیر آللوپاتیک غلظت‌های مختلف عصاره اسپند بر تاج‌خروس نسبت به سلمه‌تره بیشتر بود (جدول ۳). در تحقیقی نقدی بادی و همکاران (Naghdi Badi *et al.*, 2012)، اثر آللوپاتیک اسپند بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر خرفه و سلمه‌تره مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها گزارش کردند که با افزایش غلظت عصاره از صفر تا ٪۱۵، میزان جوانه‌زنی در هر دو علف‌هرز به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. به‌گونه‌ای که میزان جوانه‌زنی در خرفه و سلمه‌تره به ترتیب از ۹۷/۳ و ٪۸۸ در تیمار شاهد به ۲۰/۱ و ٪۲۶ در غلظت ٪۱۵ کاهش یافت و بیشترین میزان جوانه‌زنی مربوط به عصاره ریشه اسپند و کمترین آن مربوط به عصاره میوه بود. در مطالعه‌ای دیگر، مکی‌زاده تفتی و همکاران (Makizadeh Tafti *et al.*, 2009) تأثیر آللوپاتیک گیاه سداب را روی جوانه‌زنی و نمو علف‌های هرز خرفه، خاکشیر و تاج‌خروس بررسی کردند. این تحقیق مشخص کرد که با افزایش غلظت عصاره، میزان جوانه‌زنی این سه علف‌هرز به میزان مشخصی کاهش می‌یابدو همچنین بالاترین و کمترین تأثیر آللوپاتیک غلظت‌های متفاوت سداب به ترتیب مربوط به خاکشیر و تاج‌خروس بود. ناروال و تائورو (Mahadevappa and Kulkarni, 1996) متابولیت هایی مانند فلاونوئید، آلکالوئید، فنل و تانن را تحت عنوان ترکیبات بازدارنده رشد و جوانه‌زنی معرفی نمودند. گیاه اسپند نیز دارای میزان بیشتری ازآلکالوییدهای هارمالین، هارمالول و هارمین در اندام‌های مختلف خود است که علاوه بر سمی بودن این مواد، روی جوانه‌زنی بذور گیاهان تأثیر منفی می‌گذارد (Frison *et al.*, 2008) .

سرعت جوانه‌زنی

داده‌های بدست آمده از تجزیه واریانس نشان داد که بین فاکتورهای مورد بررسی از نظر سرعت‌جوانه‌زنی در دو علف‌هرز تاج‌خروس و سلمه‌تره به احتمال ٪۹۵ تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول ۲). در گیاه سلمه‌تره و تاج خروس بالاترین سرعت جوانه‌زنی مربوط به سطح عدم تیمار عصاره اسپند (آب مقطر) و در عصاره‌ها، ٪۱۰ ریشه و کمترین آن مربوط به عصاره ٪۲۰ ساقه بود. به عبارتی دیگر؛ عصاره اندام‌هوایی در سلمه‌تره و تاج‌خروس به ترتیب ۸۷/۳۵ و ٪۹۱/۲۲، سرعت جوانه‌زنی را در مقایسه با شاهد کاهش داد. این درحالی است که اثر بازدارندگی درصد جوانه‌زنی نسبت به شاهد در سلمه‌تره و تاج‌خروس به ترتیب ۷۶/۶۷ و ٪۸۵/۴۶ بود. شایان ذکر است که سرعت جوانه‌زنی تیمار شاهد در تاج‌خروس کمتر از سلمه‌تره بود و تاج‌خروس بیشتر تحت تأثیر مواد آللوپاتیک اسپند قرار گرفت (جدول۳). سازوکاری که موجب کاهش جوانه‌زنی بذور می‌شود، محتملاً به کم شدن فعالیت آنزیم‌هایی مانند آلفا آمیلاز ارتباط دارد که در جوانه زنی و رشد بذور نقش دارند (Safahani Langroudi and Ghoshchi, 2014). جلوگیری از جوانه‌زنی احتمالاً به تغییر ساز وکار آنزیم‌هایی که در انتقال ترکیب‌های ذخیره‌ای در طول دوره جوانه‌زنی اثر گذار هستند، نسبت داده می‌شود (El-Khatib et al., 2004). تعویق در بیوسنتز مواد ذخیره‌ای، که تقریباً سریعاً در طی جوانه‌زنی بذرها رخ می‌دهد، می‌تواندسبب کاهش فرآورده‌های تنفسی شود و نهایتاً سبب فقدان پیوسته ATP در بذرهایی که در دسترس آللوکمیکال‌ها قرار گرفته‌اند شود که منجر به کاهش جوانه‌زنی و نمو گیاهچه می‌شود (Bogatek et al., 2005). به‌طور مشابه، مکی زاده تفتی و همکاران (Makizadeh Tafti et al., 2011)، در تحقیقی اثر آللوپاتیک عصاره الکلی گیاه اسپند را بر جوانه‌زنی و رشد سه علف‌هرز تاج‌خروس، سلمه‌تره و یولاف وحشی مورد ارزیابی قرار دادند. این بررسی بیان کرد که با افزایش محتوی عصاره، جوانه‌زنی و نمو سه گیاه مورد بررسی کاهش یافته و غلظت‌های مختلف اسپند، بالاترین اثر آللوپاتیک را بر علف‌هرز تاج‌خروس و پایین‌ترین اثر را بر علف‌هرز یولاف‌وحشی داشت.

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده سلمه‌تره و تاج‌خروس تحت تأثیر تیمار عصاره آبی اسپند در آزمایشگاه

Table 2- Variance analysis of the measured traits of *Amaranthus* and *Chenopodium* under the influence of *Peganum harmala* L. extract treatment in laboratory

منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی DF	درصد جوانه‌زنی Germination Percentage		سرعت جوانه‌زنی Germination rate		طول گیاهچه Seedling length		شاخص بنیه گیاهچه Seedling length vigour index	
		تاج خروس *Amaranthus*	سلمه‌تره *Chenopodium*	تاج خروس *Amaranthus*	سلمه‌تره *Chenopodium*	تاج خروس *Amaranthus*	سلمه‌تره *Chenopodium*	تاج خروس *Amaranthus*	سلمه‌تره *Chenopodium*
تکرار repetition	2	2.466*	0.066ns	0.034ns	0.20ns	0.150ns	0.044ns	6×10^{-7}ns	$5^{*}\times10^{-7}$ns
تیمار treatment	4	2769.1**	2665.0**	56.828**	71.436**	354.5**	532.1**	4×10^{-4}**	8×10^{-4}ns
خطا Error	8	0.46	0.40	0.127	0.104	0.146	0.191	4×10^{-7}	4×10^{-7}
ضریب تغییرات (٪) CV (%)	-	1.30	1.01	5.70	4.29	1.99	1.70	4.62	3.24

ns، * و** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

ns, * and ** are non-significant, significant at the five percent and one percent probability levels, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده سلمه‌تره و تاج‌خروس تحت تأثیر تیمار عصاره آبی اسپند در آزمایشگاه

Table 3- Comparison of the mean measured traits of *Amaranthus* and *Chenopodium* under the influence of *Peganum harmala* L. extract treatment in laboratory

عصاره Extract	درصد جوانه‌زنی (٪) Germination Percentage (%)		سرعت جوانه‌زنی (۱/روز) germination rate (1/day)		طول گیاهچه (میلی‌متر) Seedling length (mm)		شاخص بنیه گیاهچه Seedling length vigour index	
	تاج خروس *Amaranthus*	سلمه‌تره *Chenopodium*	تاج خروس *Amaranthus*	سلمه‌تره *Chenopodium*	تاج خروس *Amaranthus*	سلمه‌تره *Chenopodium*	تاج خروس *Amaranthus*	سلمه‌تره *Chenopodium*
شاهد Control	91.66^{a}	100.0^{a}	12.15^{a}	14.70^{a}	32.70^{a}	42.80^{a}	0.030^{a}	0.043^{a}
ریشه ۱۰٪ 10% root	68.33^{b}	80.00^{b}	8.263^{b}	9.108^{b}	26.00^{b}	31.83^{b}	0.018^{b}	0.025^{a}
ریشه ۲۰٪ 20% root	55.00^{c}	63.33^{c}	6.634^{c}	7.384^{c}	20.20^{c}	28.77^{c}	0.011^{c}	0.018^{a}
ساقه ۱۰٪ 10% stem	33.33^{d}	45.00^{d}	3.106^{d}	4.521^{d}	11.87^{d}	15.70^{d}	0.004^{d}	0.007^{a}
ساقه ۲۰٪ 20% stem	13.33^{e}	23.33^{e}	1.066^{e}	1.861^{e}	5.43^{e}	9.27^{e}	0.001^{e}	0.002^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ۵ ٪ فاقد اختلاف معنی‌داری می‌باشند.

Means with common letters according to Duncan test at a significant level of 5% have no significant difference.

طول گیاهچه

با افزایش غلظت عصاره، صفت طول گیاهچه در تاج‌خروس و سلمه‌تره کاهش پیدا کرد. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در تاج‌خروس با مصرف عصاره اسپند (صفر، ریشه ۱۰٪ ، ریشه ۲۰٪ ، ساقه و برگ ۱۰٪ و ساقه و برگ ۲۰٪) طول گیاهچه به ترتیب برابر ۳۲/۷ ، ۲۶، ۲۰/۲، ۱۱/۸ و ۵/۴۳ میلی‌متر بود. همچنین در سلمه‌تره طول گیاهچه به ترتیب برابر ۴۲/۸، ۳۱/۸ ، ۲۸/۷، ۱۵/۷و

۹/۲۷ میلی‌متر بود (جدول ۳). یکی از مهم‌ترین اثرات ترکیبات آللوپاتیک، کاهش فعالیت آنزیم‌ها می‌باشد که در ادامه این روند، نابودی ساختار و عملکرد پروتئین را به‌دنبال دارد (Pendey *et al*., 1993). فرهودی و همکاران (Farhodi *et al*., 2007) نیز در پژوهشی اظهار نظرکردند که ترکیبات آللوپاتیک باعث از بین رفتن پوشش سلولی و اثر مضری بر فعالیت آنزیم‌ها و هورمون‌های گیاهی دارند که این اثر سبب کاهش رشد گیاهان می‌شود. صابری و همکاران (Saberi *et al*., 2022) بیان کردند که افزایش غلظت عصاره آللوپاتیک طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه را کاهش و در نهایت بازدارندگی کامل آن را سبب می‌شود. به‌نظر می‌رسد این کاهش بدلیل ممانعت از تقسیم سلولی و بزرگ شدن سلول‌ها و یا کم شدن اثر هورمون های ایندول اسیتیک و جیبرلین، توسیط آللوکمیکال‌ها باشد.

بنیه گیاهچه

مقایسه میانگین تیمارها (جدول ۳) نشان داد که با افزایش غلظت عصاره در ریشه و ساقه و برگ اسپند، شاخص بنیه بذر افت پیدا کرد. به‌طوری‌که در تاج‌خروس، شاخص بنیه طولی گیاهچه که بیانگر درصد جوانه‌زنی نرمال و طول گیاهچه می‌باشد، با افزایش غلظت عصاره از صفر به ٪۲۰ ریشه و ٪۲۰ ساقه و برگ به ترتیب ۶۳/۳۳ و ۹۶/۶۷ درصد کاهش یافت. البته گیاه سلمه‌تره تحت تاثیر عصاره اسپند قرار نگرفت. در این مطالعه، بالاترین میزان شاخص طولی گیاهچه در هر دو علف‌هرز مربوط به شاهد (آب مقطر) و کمترین آن مربوط به غلظت عصاره ٪۲۰ ساقه و برگ بود و تمامی تیمارها به‌طور معنی‌داری با یکدیگر اختلاف داشتند و بیشترین بازدارندگی علف‌های هرز در مقایسه با شاهد مربوط به تاج‌خروس بود. محققین با بررسی تأثیر آللوپاتیک آویشن کوهی بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذور و رشد گیاهچه‌های علف‌پشمکی و چمن‌گندمی‌بلند به این نتیجه رسیدند که از نظر شاخص بنیه بذر، بین تیمارهای عصاره و شاهد، اختلاف معنی‌داری وجود داشت و با افزایش غلظت عصاره، شاخص بنیه بذر در مقایسه با شاهد کاهش پیدا کرد (Saberi *et al*., 2012).

نتایج آزمایش گلدانی

طول ریشه و ساقه

نوع و غلظت‌های مختلف عصاره آبی اسپند، تأثیر معنی‌داری بر طول ریشه و طول ساقه علف‌هرز تاج‌خروس و سلمه‌تره داشت و با افزایش غلظت عصاره اسپند و با اسپری کردن بر شاخ و برگ گیاهچه علف‌های هرز تاج‌خروس و سلمه‌تره طول ریشه و طول ساقه هر دو علف‌هرز کاهش پیدا کرد. به‌گونه‌ای که در تاج‌خروس با افزایش غلظت عصاره از صفر به ٪۲۰ ریشه و ٪۲۰ ساقه و برگ، طول ریشه ۵۰/۴۹ و ٪۸۶/۹۴ و در سلمه‌تره ۴۷/۸۷ و ٪۸۱/۸۰ نسبت به شاهد کاهش پیدا کرد. همچنین در تاج خروس طول ساقه ۴۳/۷۶ و ٪ ۸۴/۸۵ و در سلمه‌تره ۵۲/۲۶ و ٪۷۵/۷۸ نسبت به شاهد کاهش داشت (جدول ۵). در مطالعه‌ای بر روی اثر تداخل ترکیبات آللوپاتیک در تقسیم سلولی مشاهده شد که تولید پروتئین‌ها و هورمون‌های رشد گیاه نوعی گزنه سیر نزولی داشت (Al-Khatib *et al*., 2004). محققان دریافتند که ارتفاع هر دو علف‌هرز تاج‌خروس و سلمه‌تره تحت تأثیر عصاره اندام هوایی و بنه زعفران نسبت به شاهد کاهش پیدا کرد (Rashed Mohasel *et al*., 2009). رحمتی و همکاران (Rahmati *et al*., 2015) با بررسی تأثیر محلول آبی اندام‌هوایی گندم در مراحل متفاوت رشدی گیاه روی جوانه‌زنی بذر و نمو گیاهان تاج‌خروس و سس پی بردند که بر اثر محلول‌پاشی عصاره‌ها، ارتفاع بوته تاج‌خروس و سس، افت چشمگیری را در مقایسه با شاهد نشان داد.

وزن خشک

بر اساس یافته‌های حاصل از این مطالعه، تیمارهای آزمایشی از نظر وزن خشک بوته علف‌هرز تاج‌خروس و سلمه‌تره، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ٪۵ داشتند و با افزایش غلظت عصاره آبی اسپند و با اسپری کردن بر

شاخ و برگ گیاهچه علف‌های هرز ذکرشده، وزن خشک علف‌های هرز کاهش پیدا کرد (جدول ۵). به‌طوری که با افزایش غلظت عصاره از صفر به ٪۱۰ ریشه، ٪۲۰ ریشه، ٪۱۰ ساقه و برگ و ٪۲۰ ساقه و برگ در تاج‌خروس و سلمه‌تره نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت. همچنین مشخص شد که در هردو علف‌هرز، بیشترین بازدارندگی وزن خشک مربوط به عصاره ٪۲۰ ساقه و برگ و کمترین آن مربوط به عصاره ٪۱۰ ریشه بود (جدول ۵). آزمایش صورت گرفته مشخص کرد که فتوسنتز و بیوماس در هر دو گیاه مورد آزمایش، تحت تأثیر اثر آللوکمیکال‌های موجود در اندام‌های گیاه دارویی اسپند قرار گرفت و تأثیر آن بر تاج‌خروس بیشتر از سلمه‌تره بود. ترکیبات آللوپاتیک باعث کاهش فتوسنتز از طریق کاهش کلروفیل و تغییر شکل آن و یا از طریق بسته شدن روزنه‌ها باعث کاهش مقدار کربوهیدرات‌ها و در نتیجه منجر به کاهش تجمع ماده خشک علف‌های هرز شد (Bond and Turner, 2006). در این مطالعه مشخص شد که در تیمار شاهد به دلیل عدم وجود مواد بازدارنده، شرایط برای رشد و نمو علف‌های هرز مطلوب و در جذب رطوبت و موادغذایی موفق و باعث افزایش ماده خشک در علف‌های هرز شد.

جدول ۴- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده سلمه‌تره و تاج‌خروس تحت تأثیر تیمار عصاره آبی اسپند در گلدان

Table 4- Variance analysis of the measured traits of *Amaranthus* and *Chenopodium* under the influence of *Peganum harmala* L. extract treatment in pot

منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی DF	طول ریشه Root length		طول ساقه Stem length		وزن خشک Dry weight	
		تاج خروس *Amaranthus*	سلمه‌تره *Chenopodium*	تاج خروس *Amaranthus*	سلمه‌تره *Chenopodium*	تاج خروس *Amaranthus*	سلمه‌تره *Chenopodium*
بلوک Block	3	0.227ns	0.453ns	1.097*	0.544*	0.008ns	0.005ns
تیمار treatment	4	72.078**	183.46**	412.63**	257.19**	7.634**	9.017**
خطا Error	12	0.229	0.192	0.242	0.13	0.011	0.010
ضریب تغییرات (٪) CV (%)	-	7.25	3.99	3.31	2.53	5.93	4.47

ادامه جدول ۴.

Continued table 4.

منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی DF	محتوی کلروفیل کل Total chlorophyl content		محتوی قند محلول کل Total soluble sugar content		فعالیت آنتی‌اکسیدانی Total antioxidant activity	
		تاج خروس *Amaranthus*	سلمه‌تره *Chenopodium*	تاج خروس *Amaranthus*	سلمه‌تره *Chenopodium*	تاج خروس *Amaranthus*	سلمه‌تره *Chenopodium*
بلوک Block	3	0.031ns	0.025ns	7.64*	0.034ns	1.789ns	2.77ns
تیمار treatment	4	0.444**	1.199**	79.767**	65.589**	511.4**	518.19**
خطا Error	12	0.03	0.02	1.53	37.49	1.23	2.15
ضریب تغییرات (٪) CV (%)	-	7.96	6.73	10.10	7.34	11.70	12.19

ns، * و** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

ns, * and ** are non-significant, significant at the five percent and one percent probability levels, respectively.

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات اندازه گیری شده گیاه سلمه‌تره و تاج‌خروس تحت تأثیر تیمار عصاره آبی اسپند در گلدان

Table 5- Comparison of the mean measured traits of *Amaranthus* and *Chenopodium* under the influence of *Peganum harmala* L. extract treatment in pots

عصاره Extract	طول ریشه اصلی (سانتی‌متر) length of the main root (cm)		طول ساقه (سانتی‌متر) Stem length (cm)		وزن خشک (گرم در بوته) Dry weight (g per plant)		کلروفیل کل (میلی‌گرم بر گرم وزن تر) Total chlorophyll (mg / g FW)		محتوی قند محلول کل (میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) Total soluble sugar content (mg / g DW)		فعالیت آنتی‌اکسیدانی (٪) Total antioxidant activity (%)	
	تاج خروس *Amaranthus*	سلمه‌تره *Chenopodium*	تاج خروس *Amaranthus*	سلمه‌تره *Chenopodium*	تاج خروس *Amaranthus*	سلمه‌تره *Chenopodium*	تاج خروس *Amaranthus*	سلمه‌تره *Chenopodium*	تاج خروس *Amaranthus*	سلمه‌تره *Chenopodium*	تاج خروس *Amaranthus*	سلمه‌تره *Chenopodium*
شاهد Control	12.83^{a}	21.32^{a}	29.70^{a}	26.74^{a}	3.81^{a}	4.41^{a}	2.66^{a}	2.90^{a}	6.03^{d}	3.93^{e}	46.56^{e}	47.61^{e}
ریشه ۱۰٪ 10% root	8.10^{b}	12.43^{b}	17.12^{b}	16.58^{b}	2.44^{b}	2.85^{b}	2.43^{ab}	2.30^{b}	9.46^{c}	6.40^{d}	63.46^{d}	67.30^{d}
ریشه ۲۰٪ 20% root	6.35^{c}	11.12^{c}	16.70^{b}	12.77^{c}	1.57^{c}	1.99^{c}	2.19^{bc}	2.06^{c}	13.80^{b}	9.89^{c}	68.95^{c}	70.43^{c}
ساقه ۱۰٪ 10% stem	4.00^{d}	6.08^{d}	6.10^{c}	8.49^{d}	0.80^{d}	1.17^{d}	2.15^{c}	1.89^{c}	14.73^{b}	11.97^{b}	71.60^{b}	73.12^{b}
ساقه ۲۰٪ 20% stem	1.68^{e}	3.88^{e}	4.50^{d}	6.48^{e}	0.33^{e}	0.58^{e}	1.77^{d}	1.41^{d}	17.22^{a}	13.88^{a}	75.49^{a}	76.64^{a}

میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون دانکن در سطح معنی‌داری ۵٪ فاقد اختلاف معنی‌داری می‌باشند.

Means with common letters according to Duncan test at a significant level of 5% have no significant difference.

محتوی کلروفیل کل

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که عصاره ریشه و ساقه اسپند تأثیر معنی‌داری روی صفت کلروفیل کل هر دو علف‌هرز مورد بررسی داشت (جدول ۴). به‌نحوی که بیشترین میزان کلروفیل برگ علف‌هرز تاج‌خروس و سلمه‌تره در عدم استفاده از عصاره اسپند و کمترین میزان کلروفیل کل در تیمار علف‌هرز تاج‌خروس و سلمه‌تره با سطح ۲۰٪ عصاره ساقه و برگ اسپند به میزان ۱/۷۷ و ۱/۸۸ میلی‌گرم بر گرم وزن تر بود (جدول۵). همچنین مشاهده شد که عصاره ساقه و برگ اسپند تأثیر بیشتری بر میزان کاهش کلروفیل هر دو علف‌هرز نسبت به عصاره ریشه اسپند داشت. لازم به ذکر است که در گیاه تاج خروس، عصاره ریشه اسپند در سطح ده درصد اختلاف معنی‌داری با عدم استفاده از عصاره نداشت (جدول ۵) .

محققان نشان دادند که میزان کلروفیل کل اگروپیرون تحت تیمار عصاره آبی دو گونه آتریپلکس کاهش یافت (Ebrahimi Mohammadabadi *et al*., 2015). سارائی و همکاران (Saraei et al., 2012) در مطالعه‌ای بر روی علف‌های هرز خاکشیر و جو دریافتند که محتوای کلروفیل کل تحت تأثیر عصاره آبی دانه و برگ گیاه اوکالیپتوس کاهش معناداری نشان داد. علت این امر احتمالاً افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز تحت تنش می‌باشد. تحت تنش، غلظت مواد تنظیم کننده نمو خصوصاً آبسزیک اسید و اتیلن افزایش یافت که تحریک فعالیت آنزیم کلروفیلاز را به دنبال داشت. این آنزیم در نهایت سبب تجزیه کلروفیل می‌گردد (Meyghani, 2003) .

محتوی قند محلول کل

داده‌های بدست آمده نشان داد که عصاره‌های قسمت‌های مختلف گیاه اسپند روی میزان قند محلول علف‌هرز تاج‌خروس و سلمه‌تره اثر معنی‌داری در سطح یک درصد داشتند (جدول ۴). تحت تأثیر مصرف عصاره

ریشه و ساقه اسپند و افزایش درصد آن میزان قند محلول افزایش یافت و در این بین قند محلول تاج‌خروس افزایش بیشتری داشت (جدول ۵). کمترین میزان قند محلول در هر دو علف‌هرز مربوط به عدم مصرف عصاره اسپند (تاج‌خروس ۶/۰۳ و سلمه‌تره ۳/۹ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) و بیشترین محتوی قند محلول کل در سطح ٪۲۰ ساقه در هر دو علف‌هرز مشاهده شد که در این بین تاج‌خروس با ٪۶۴/۹ افزایش نسبت به شاهد، دارای قند محلول کل بیشتری بود.

افزایش سطح کربوهیدرات‌ها به ویژه قندها و نشاسته اثر مهمی در حفاظت و تنظیم اسمزی ایفا می کند. همچنین، جمع شدن قندهای محلول سبب پایداری ساختمان ماکرومولکول‌ها می شود و درنهایت از تغییر شکل و از بین رفتن مولکول‌های زیستی جلوگیری می کند. محققان دریافتند که مهار آنزیم‌های تنفسی، مهار تجزیه قندهای محلول و کاهش سطح انرژی سلول در نتیجه افزایش قندهای محلول در برگ و ریشه گیاهان تحت تنش آللوپاتی حاصل می‌شود (Ivan *et al*., 2006). بنا بر تحقیقات گذشته افزایش غلظت عصاره تفاله زیتون، رشد صعودی در میزان محتوای قند محلول گندم را در پی دارد (Vafaei *et al*., 2015). این نتایج بوسیله سایر محققان نیز تایید شده است (Prabhakaran and Maharaj, 2013; Behdad *et al*., 2015).

فعالیت آنتی‌اکسیدانی

آنالیز داده‌ها مؤید آن بود که تیمارهای آزمایشی از نظر فعالیت آنتی‌اکسیدان علف‌هرز تاج‌خروس و سلمه‌تره، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد داشتند و با افزایش غلظت عصاره آبی اسپند و با اسپری کردن بر شاخ و برگ گیاهچه علف‌های هرز ذکرشده، میزان فعالیت آنتی‌اکسیدان افزایش پیدا کرد (جدول ۵). در علف‌هرز تاج‌خروس، میزان آنتی اکسیدان برگ تحت تأثیر عصاره ٪۲۰ ساقه اسپند که بیشترین میزان این فعالیت را در این علف هرز به میزان ٪۷۵/۴ به خود اختصاص داد. همچنین مشاهده گردید که با افزایش سطح عصاره ریشه و برگ، میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در علف هرز سلمه‌تره افزایش یافت و در این بین تأثیر عصاره ساقه (به‌خصوص ساقه ٪۲۰) بیشتر از دیگر سطوح بود (جدول ۵). با مطالعه نشانه‌های آللوپاتیک مشخص شد که افزایش فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه، یکی از ساز وکارهای مقاومتی گیاه در برابر تنش می باشد. آللوپاتی موجب تولید ترکیباتی با اکسیژن فعال می‌شود که این ترکیبات به پروتئین‌ها، لیپیدها، کربوهیدرات‌ها و اسیدهای نوکلئیک آسیب می‌زنند. مطالعات گذشته نشان داد که گیاهان برای تصفیه و از بین بردن ترکیبات رادیکال‌های آزاد از سطح سلول، سیستم‌های دفاعی آنزیمی (کاتالاز، سوپر اکسید دیسموتاز و...) و غیرآنزیمی (مانند فلاونوئیدها، ترکیبات فنولی و کارتنوئیدها) را بکار می برند (Yan *et al*.,2015). در مطالعه‌ای اثرات اللوپاتیک عصاره آبی سورگوم و تلخه بر رشد گیاهچه‌های گندم و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان گندم بررسی شد و مشخص شد که با افزایش غلظت عصاره‌ها، رشد گیاهچه‌های گندم کاهش و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان افزایش یافته است (hatami hampa *et al*., 2018) .

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد اثر آللوپاتیک عصاره آبی اسپند در بررسی صفات جوانه‌زنی علف‌های هرز تاج‌خروس و سلمه‌تره که شامل: درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول گیاهچه و بنیه بذر در مقایسه با شاهد (آب مقطر) است به‌طور معنی‌داری کاهش یافت که بیانگر افزایش اثر آللوکمیکال‌های اسپند و اصطلاحاً افزایش سمیت روی این صفات بود. همچنین صفات مورد بررسی در تاج‌خروس در مقایسه با سلمه‌تره، بیشتر تحت تأثیر عصاره آبی اسپند قرار گرفت. به عبارتی حساسیت تاج‌خروس در مقابل اثرات آللوپاتیک بیشتر بود. اثر بازدارندگی عصاره آبی اندام‌های مختلف اسپند بر

صفات اندازه‌گیری شده در هر دو علف‌هرز مزبور، یکسان نبود و بیشترین اثر بازدارندگی مربوط به اندام‌هوایی (ساقه و برگ) با غلظت ٪۲۰ و کمترین آن مربوط به ریشه با غلظت ٪۱۰ بود. این پژوهش نشان داد که گیاه دارویی اسپند به‌دلیل داشتن ترکیبات فنلی و آلکالوئیدی (بر اساس تحقیقات به‌عمل آمده) دارای پتانسیل آللوپاتیک قوی بود و از جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز تاج‌خروس و سلمه‌تره ممانعت می‌کند که این امر می‌تواند گامی مثبت در راستای کشاورزی پایدار باشد و در تولید علفکش‌های طبیعی و بدون عوارض برای سلامت گیاهان زراعی، انسان، محیط زیست و... مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

Reference

Alipoor, Z., and S. Mahmoodi. 2015. Allelopathic effects of leaf and corm water extract of saffron (*Crocus sativus* L.) on germination and seedling growth of flixweed (*Descurainia sophia* L.) and downy brome (*Bromus tectorum* L). Saffron Agron. Technol. 3:13-24. (In Persian)

Arnon, A.N. 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agron. J. 23: 112-121.

Azizi, M., L. Alimoradee, and M.H. Rashedmohassel. 2006. Allelopathic Effects of *Bunium persicum* and *Cuminum cyminum* Essential Oils on Seed Germination of some Weeds Species. Iranian J. Med. and Aromatic Plants. 22 (3): 198 -208. (In Persian)

Bagheri, M., M., Rashed Mohassel, and M. Golzarian, 2019. Preparation of Plants, Seeds and Image Seeds Collections of Mashhad Area Weeds. Iranian J. Seed Sci. Technol. 7(2): 275-287. (In Persian)

Bayat, H., A. Naseri Moghaddam, and M. Aminifard. 2020. Allelopathic effects of narcissus (*Narcissus tazetta* L.) extract on germination, growth and physiological characteristics of couch grass (*Agropyron repens*) and wild oat (*Avena fatua*). Iranian J. Seed Sci. Res. 6(4), 457-469.

Behdad, A., P. Abrishamchi, and M. Jankju. 2015. Relation to phonology, phenolics content and allelopathic effect of Artemisia khorassanica Krasch. on growth and physiology of Bromus kopetdaghensis Drobov. J. Plant Res. 28: 243-256. (In Persian)

Bogatek, R., A. Gniazdowka, J. Stepien, and E. Kupidlowska. 2005. Sunflower allelochemicals mode of action in germinating mustard seeds. Proceedings of the 4th World Congress on Allelopathy, 4-7 May, Wagga Wagga, Australia.

Bond, W., and R. Turner. 2006. The biology and non-chemical control of common amaranth (*Amarantus retroflexus* L.). John Wiley and Sons, INC, New York.

Ebrahimi Mohammadabadi, N., H. Ruhani, E. Gholamalipour, and H. Mostafalou. 2015. Allelopathic effect of Atriplex canesence and Atriplex lentiformis on germination traits, the total chlorophyll and phenols content of Agropyron elongatum. Iranian J. Seed Sci. Res. 28: 2-9. (In Persian)

Eghbali, S., M.H. Rashedmohassel., M. Nassirimahallati, and E. Kazeroonimonfared. 2007. Allelopathic potential of shoot and corm of saffron residues on wheat, rye, vetch and bean. Iranian J. Agric. Res. 6:227-234. (In Persian)

Ehlers, B.K., and J. Thompson. 2004. Do co-occurring plant species adapt to one another? The response of Bromus erectus to the presence of different Thymus vulgaris chemotypes. Oecologia. 141: 5 - 8.

El-Khatib, A.A., A.K. Hegazy, and H.K. Gala. 2004. Does allelopathy have a role in the ecology of Chenopodium mural. Annales Bot. Fennici, 41: 37-45.

Frison, G., D. Favretto. F, Zancanaro. G. Fazzin, and S. Davide Ferrara. 2008. A case of b-carboline alkaloid intoxication following ingestion of *Peganum harmala* seed extract. Forensic Sci. Inter. 179: 37 – 43.

Ghasemi-Arian, A.,R. Ghorbani, M. Nasripour Yazdi, and M. Mesdaghi. 2016. Effect of temperature on seed germination characteristics of Doremaammoniacum. J. Plant Res. (Iranian Journal of Biology), 29(3): 686-693.

Farhoudi, R., H. Sohelifar, and A. Modhej. 2016. Allelopathic effect of Globe Artichoke (*Cynara cardunculus* L. var. scolymus L. Fiori) aqueous extract on antioxidant enzymes activite, endogenous phytohormones concentration and α -amylase activity of rhizomes. Journal of Plant Process and Function Iranian Society of Plant Physiology. 5(17): 75-83. (In Persian)

Hatami hampa, A., A. Javanmard, M. Alebrahim, and O. Sofalian. 2018. Allelopathic Effects of Aqueous Extracts from Sorghum (*Sorghum bicolor* L.) and Russian Knapweed (*Acroptilon repens* L.) on Seedling Growth and Enzymes Activity of Wheat, Sugar beet, Common Lambsquarters and Redroot Pigweed. J. Iranian Plant Prot. Res. 32(1): 101-119. (In Persian)

Iqbal. Z., H. Nasir, S. Hiradate, and Y. Fujii. 2006. Plant growth inhibitory activity of Lycoris radiate Herb. and the possible involvement of lycorine as an allelochemical. Weed Biol. Manage. 6: 221–227.

Ivan, C., C. Sulmon, G. Gwenola, and A. Amrani. 2006. Involvement of soluble sugars in reactive oxygen species balance and responses to oxidative stress in plants. J. Exp. Bot. 57(3): 449-459.

Kruse, M., M. Strandberg, and B. Strandberg. 2000. Ecological effects of allelopathic Plants. A review National Environment Research Institute, Sikleborg, Denmark.

Leon, R.G., and A.D. Knapp. 2004. Effect of temperature on the germination of common waterhemp (*Amaranthus tuberculatus*), giant foxtail (*Setaria faberi*), and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). Weed Sci. 52: 67-73.

Makizadeh Tafti, M., M. Salimi, and R. Farhoudi. 2009. Allelopathic effect of rue (*ruta graveolens* L.) On seed germination of three weeds. Iranian J. Med. Aromatic plants. 24(4 (42)): 463-471. (In Persian)

Makkizadeh Tafti, 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. Aromatic plants.* 27(1 (51)): 135-146. (In Persian)

Mccready, R.M., J. Guggolz, V. Silviera, and H.S. Owens. 1950. Determination of starch and amylose in vegetables. Anal. Chem. 22: 1156–1158.

Meyghani, F. 2003. Allelopathy from Concept to Application. Incident Beam Press, Nikhah Press, Tehran, Iran. (In Persian)

Mohammaddoust Chamanabad, H., M. Sayah, A. Asghari, and B. Pourmorad Kaleibar. 2015. The allelopathic effects of fresh and dry residual extract of wild mustard (*Sinapis arvensis*) and canada thistle (*Cirsium arvense*) on germination and nutrient uptake of canola (*Brassica napus*). Applied field crops research (pajouhesh and sazandegi). 27(105): 41-47. (In Persian)

Mojab, M., and M. Mahmoodi. 2008. Allelopathic effects of shoot and root water extracts of hoary cress (*Cardaria draba*) on germination characteristic and seedling growth of sorghum (*Sorghum bicolor* L.). Crop Prod. J. 1(4): 65-78. (In Persian)

Montazeri, A., B. Sahneh, and A. Ghanghermeh, 2021. The Role of Water Resources Management in the Sustainable Livelihood of Rural Households (Case Study: Northern and Southern Mazraeh of Aq Qala Township). Iranian Journal of Spatial Planning, 11(1): 67-86. (In Persian)

Naghdi Badi, H., H. Omidi, H. Shams, Y. Kian, M. Dehghani Mashkani, and M. Sahandi. 2010. Allelopathic Effects of Harmal (*Peganum harmala* L.) Aqueous Extract on Seed Germination and Seedling Growth of Purslan (*Portulaca oleracea* L.) and Black Weed (*Chenopodium album* L.). J. Med. Plants. 9 (33) :116-127. (In Persian)

Mahadevappa, M., and R.S. Kulkarni.1996. Management of Parthenium through allelopathic interactions, Pp 67-75. In S.S. Narwal and P. Tauro. (eds.). Allelopathy in pest management for sustainable agriculture. Scientific Publishers, Jodhpur, India.

Prabhakaran, J., and S. Maharaj. 2013. Allelopathic potential of Cissus quadrangularis L. on growth of floral millet (*Pennesetum typhoides* ST. and HUB). Inter. J. Res. Biol. Sci. 3(1): 18-21.

Rahmati, E., M. Aghaalikhani, F. Maighani, F. Dehghani. 2015. Evaluation of allelopathic effects of aqueous extracts of wheat shoot in different stages of phenology on seed germination and early growth of weed species. J. Plant Res.(Iranian J.. Biol.). 28(5): 974-985. (In Persian)

Ramezani, S., M. Saharkhiz, F. Ramezani, and M.H. Fotokian. 2008. Use of essential oils as bioherbicides. J. Essential Oil Bearing Plant. 11:319-327.

Rashed Mohasel, M., J. Gharakhlou, and M. Rastgou. 2009. Allelopathic effects of saffron (*crocus sativus*) leaves and corms on seedling growth of redroot pigweed (*amaranthus retroflexus*) and lambsquarter (*chenopodium album*). Iranian J. Field Crops Res. 7(1): 53-61. (In Persian)

Saberi, M., A. Shahriari, M. JafariTarnian, and H. Safari. 2012. Allelopathic effect ofthymus kotschyanus on seed germination and initial growth of bromus inermis and agropyron elongatum. *Watershed Management Researches.* 24(4 (93)): 18-25. (In Persian)

Saberi, M., V. Karimian, and M. khazaei. 2021. Allelopathic Effects of Eucalyptus camaldulensis on Seed Germination and Initial Growth of Three Medicinal species. J. Range Watershed Manage.74(3): 585-596. (In Persian)

Safahani Langroudi, A.R., and F. Ghoshchi. 2014. Allelopathic effects of aqueous and residue of different weeds on germination and seedling growth of wheat. J. Plant Res. (Iranian J. Biol.). 27(1): 100-109. (In Persian)

Saraei, R., M. Lahouti, and A. Ganjeali. 2012. Evaluation of allelopathic effects of eucalyptus (*Eucalyptus globules Labill*.) on germination, morphological and biochemical criteria of barley (*Hordeum vulgare*) and flixweed (*Descurainia sophia* L.). J. Agric. 4: 215-222. (In Persian)

Singh, H. P. 2006. α-Pinene inhibits growth and induces oxidative stress in roots. Ann. Bot. 98 (6): 1261 - 1269.

Sodaeizadeh, H., M. Rafieiolhossaini, and P.V. Dammea. 2010. Herbicidal activity of a medicinal plant, *Peganum harmala* L., and decomposition dynamics of its hytotoxins in the soil, Ind. Crops Prod. 31:385–394.

Tawaha Khaled, F., M. Gharaibeh, M. Mohammad, and T. El-Elimat. 2007. Antioxidant activity and total phenolic content of selected Jordanian plant species. Food Chem. 104: 1372–8.

Turkmen, N., F. Sari, and Y.S. Velioglu. 2005. The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. Food Chem. 93: 713-718.

Vafaei, M., S.M. Seyyed Nejad, A. Gilani, and A. Saboora. 2015. A study on allelopathic effect of olive pomace (*Olea europaea* L.) on some biochemical characteristics of three seedlings wheat cultivars (*Triticum aestivum* L.). J. Plant Res. 28: 243-256. (In Persian)

Yan, Z.Q., D.D. Wang, L. Ding, H.Y. Cui, H. Jin, X.Y. Yang, J.S. Yang, and B. Qin. 2015. Mechanism of artemisinin phytotoxicity action: Induction of reactive oxygen species and cell death in lettuce seedlings. Plant Physiol Biol.88: 53-59.

Zand, A., M. Rahimian, H. Ashhadi, A. Koocheki, J. Khalghani, K. Mosavi, and K. Ramzani. 2004. Weed ecology (application management). Mashhad University Press, Mashhad, Iran. (In Persian)