2026, 15 (1), 1-19 https://doi.org/10.22092/ijsst.2024.365149.1517

Iranian Journal of
Seed Science and Technology

ISSN: 2588-4638

Research Article

Investigating the allelopathic effects of *Ephedra major* Host plant on the germination and growth of *Triticum aestivum* L. and weeds of *Avena fatua* L. and *Sinapis arvensis* L.

Aliasghar Rezadadi[1], Alireza Dadkhah[2*], Reza Rezvani[3]

1. M.Sc. Student in Agroecology of Plant Production and Genetic Department, Shirvan Faculty of Agriculture, University of Bojnord, Bojnord, Iran.
2. Professor, Faculty Member of Plant Production and Genetic Department, Shirvan Faculty of Agriculture, University of Bojnord, Bojnord, Iran.
3. Ph.D. Student in Crop Physiology, Department of Plant Production, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad Kavous, Iran.

Article Information

Received: 02 Mar., 2024
Revised: 19 May 2024
Accepted: 22 Jun. 2024

Keywords:
Chlorophyll,
Growth characteristics,
Herbicide,
Inhibitory,
Seed germination.

Corresponding Author:
dadkhah@um.ac.ir

Abstract

Two factorial experiments in different conditions, laboratory and greenhouse, were conducted based on a completely randomized design and randomized complete block design with three replications, respectively, to investigate the effect of aqueous extract of aerial organs of *Ephedra major* Host. on the growth traits and germination of *Triticum aestivum*, *Avena fatua and Sinapis arvensis.* The first factor was plant species including: *Triticum aestivum, Avena fatua and Sinapis arvensis* and the second factor was aqueous extract of ephedra plant in three levels (zero (control), 10 and 20% of aerial parts (including stem and leaves mixed). The results showed that with increasing extract concentration, the germination, growth traits and total chlorophyll of all investigated plants significantly decreased. The 20% concentration of aqueous extract of ephedra decreased the germination rate in wheat, oat and mustard by 51.8% and 42.8%, 53.2% and 61.5%, 80% and 50.3%, respectively, compared to the control. Also, 20% concentration of ephedra extract had highest inhibition on dry weight of wheat (52%), oat (68.3%) and wild mustard (83.5%) compared to control. The results of experiment showed that oat plants were more sensitive to aqueous extract of Ephedra so that chlorophyll content of oat plants 53% decreased compared to control. In general, weed plants were more sensitive to the allelopathic effects of ephedra than wheat. In fact, it is possible that the germination and growth of the mentioned weeds can be moderated with the cheap and easy application of ephedra aerial part extract. However, for definitive recommendation of this strategy, more studies on other weeds should be investigated.

How to cite this paper: Rezadadi, A.a., Dadkhah, A.R., & Rezvani, R. (2026). Investigating the allelopathic effects of *Ephedra major* Host plant on the germination and growth of *Triticum aestivum* L. and weeds of *Avena fatua* L. and *Sinapis arvensis* L. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, *15*(1), 1-19. https://doi.org/10.22092/ijsst.2024.365149.1517

© Authors, Published by Iranian Journal of Seed Science and Technology. This is an open-access article distributed under the CC BY (license https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

EXTRACT ABSTRACT

Introduction

Weeds are a serious threat to crop production because they interfere with the crop growth and development and result in significant crop losses. Weeds actually cause yield loss higher than any other pest in crop production. As a result, chemical synthetic herbicides have been widely used for weed management. Heavy usage of chemical synthetic herbicides, however, has resulted in public concerns over the impact of herbicides on human health and the environment. Therefore, unconventional weed control strategies, especially those based on ecological principles, are very much needed in modern agriculture. Allelopathy is considered a multi-dimensional phenomenon occurring constantly in natural and anthropogenic ecosystems, by which one organism produces bio-chemicals that influence the growth, survival, development, and reproduction of other organisms. Allelochemicals (chemical compounds) found in different organs of plants (leaves, flowers, stems, roots, buds and even seeds) can greatly slow or stop the germination and growth of weeds.

Materials and Methods

Two factorial experiments in different conditions, laboratory and greenhouse, were conducted based on a completely randomized design and randomized complete block design with three replications, respectively, to investigate the effect of aqueous extract of aerial organs of *Ephedra major* Host. on the growth traits and germination of *Triticum aestivum, Avena fatua and Sinapis arvensis*. The first factor was plant species including: *Triticum aestivum, Avena fatua and Sinapis arvensis* and the second factor was aqueous extract of ephedra plant in three levels (zero (control), 10 and 20% of aerial parts (including stem and leaves mixed).

Results and Discussion

The results showed that with increasing extract concentration, the germination, growth traits and total chlorophyll of all investigated plants significantly decreased. The 20% concentration of aqueous extract of ephedra decreased the germination rate in wheat, oat and mustard by 51.8% and 42.8%, 53.2% and 61.5%, 80% and 50.3%, respectively, compared to the control. Also, 20% concentration of ephedra extract had highest inhibition on dry weight of wheat (52%), oat (68.3%) and wild mustard (83.5%) compared to control. The results of experiment showed that oat plants were more sensitive to aqueous extract of Ephedra so that chlorophyll content of oat plants 53% decreased compared to control.

Conclusion

In general, weed plants were more sensitive to the allelopathic effects of ephedra than wheat. In fact, it is possible that the germination and growth of oat and wild mustard weeds can be moderated with the Economic and easy application of aqueous extract of ephedra shoot. However, for definitive recommendation of this strategy; replication studies, other weeds are investigated and more precise of aqueous extract of ephedra shoot should be investigated.

دوره ۱۵، شماره ۱، صفحات ۱۹-۱
https://doi.org/10.22092/ijsst.2024.365149.1517

نشریه علوم و فناوری بذر ایران

ISSN: 2588-4638

مقاله پژوهشی

مطالعه اثر دگرآسیبی گیاه ارمک کبیر (*Ephedra major* Host) بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشدی گندم (*Triticum aestivum* L.)، یولاف وحشی (*Avena fatua* L.) و خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.)

علی‌اصغر رضادادی[۱]، علیرضا دادخواه[۲*]، رضا رضوانی[۳]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد اگرواکولوژی، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه بجنورد، بجنورد، ایران.
۲. استاد، گروه مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه بجنورد، بجنورد، ایران.
۳. دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبد کاووس، گنبد کاووس، ایران.

چکیده

به‌منظور بررسی تأثیر عصاره اندام‌های هوایی گیاه دارویی ارمک کبیر (*Ephedra major*) بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد گندم، یولاف وحشی و خردل وحشی در دو محیط (آزمایشگاه و گلخانه)، دو آزمایش به‌صورت فاکتوریل به‌ترتیب در قالب طرح کاملاً تصادفی و بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال ۱۴۰۲ اجرا گردید. فاکتورهای آزمایش شامل: تیمار گونه گیاهی در سه سطح (گندم، یولاف و خردل وحشی) و عصاره آبی گیاه ارمک کبیر (افدرا) در سه سطح (صفر (شاهد)، ۱۰ و ۲۰ درصد اندام هوایی (شامل ساقه و برگ) بود. نتایج نشان داد با افزایش غلظت عصاره آبی؛ صفات جوانه‌زنی، رشدی و همچنین محتوای کلروفیل کل هر سه گیاه مذکور به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. تیمار ۲۰ درصد عصاره اندام هوایی؛ درصد و سرعت جوانه‌زنی در گندم، یولاف و خردل وحشی را به‌ترتیب ۵۱/۸ و ۴۲/۸، ۵۳/۲ و ۶۱/۵، ۸۰ و ۵۰/۳ درصد، نسبت به شاهد کاهش داد. بیشترین بازدارندگی وزن خشک اندام هوایی در گیاه گندم (۵۲ درصد)، یولاف (۶۸/۳ درصد) و خردل وحشی (۸۳/۵ درصد) نسبت به شاهد، مربوط به عصاره ۲۰ درصد اندام هوایی بود. همچنین، نتایج نشان داد با افزایش غلظت عصاره ارمک کبیر، غلظت کلروفیل در هر سه گیاه مورد آزمایش به‌طور معنی داری کاهش یافت. البته حساسیت یولاف نسبت به گندم و خردل بیشتر بود، به‌طوری که در غلظت ۲۰ درصد عصاره آبی، غلظت کلرفیل در یولاف ۵۳ درصد نسبت به شاهد کاهش داشت. به‌طور کلی در اکثر صفات بررسی شده، علف‌های هرز خردل و یولاف حساسیت بیشتری به اثرات دگرآسیبی عصاره آبی ارمک کبیر نسبت به گیاه زراعی گندم داشتند. درواقع این امکان وجود دارد که با کاربرد ارزان و راحت‌تر عصاره آبی اندام هوایی ارمک کبیر جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز مذکور را تعدیل کرد. اگرچه برای توصیه قطعی این راهکار لازم است مطالعات دقیق‌تری روی سایر علف‌های هرز انجام پذیرد.

نحوه استناد به این مقاله:

Rezadadi, A.a., Dadkhah, A.R., & Rezvani, R. (2026). Investigating the allelopathic effects of *Ephedra major* Host plant on the germination and growth of *Triticum aestivum* L. and weeds of *Avena fatua* L. and *Sinapis arvensis* L. *Iranian Journal of Seed Science and Technology*, *15*(1), 1-19. https://doi.org/10.22092/ijsst.2024.365149.1517

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۱۲
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۲/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۰۲

واژه‌های کلیدی:
بازدارندگی،
جوانه‌زنی بذر،
علف‌کش،
ویژگی‌های رشد،
کلروفیل.

نویسنده مسئول:
dadkhah@um.ac.ir

مقدمه

علف‌های هرز گیاهان خودرویی می‌باشند که در شرایط نامناسب محیطی روییده و رقیبی برای گیاهان زراعی می‌باشند و از لحاظ قدرت حیات و مقاومت در شرایط نامساعد بر گیاهان اصلاح شده زراعی برتری دارند (Singh et al., 2005). حضور علف‌های هرز در خاک‌ها بر رشد و نمو محصول زراعی، تأثیرات زیادی داشته و همچنین افزایش تجمع بذر علف‌های هرز در اراضی کشاورزی، یکی از تهدیدات بالقوه در جهت امنیت غذایی و کاهش تولیدات کشاورزی به‌شمار می‌رود (Chauan, 2020; Shahzad et al., 2021). استفاده از علف‌کش‌ها، تأثیرات مخربی مانند افزایش هزینه تولید، خطرات زیست محیطی، تهدید سلامتی بشر، مقاومت علف‌های هرز و راه‌یابی به ذخایر آب‌های زیرزمینی را سبب می‌شوند (Rezvani & Dadkhah, 2023). از این رو در جهت اهداف کشاورزی پایدار در سال‌های اخیر و چالش‌های حاصل از مصرف بی‌رویه علف‌کش‌ها برای انسان و محیط زیست، استفاده از روش‌هایی نظیر دگرآسیبی جزء ضروری در کنترل و مدیریت مبارزه با علف‌های هرز خواهد بود (Lowry & Smith, 2018). دگرآسیبی عبارت است از تأثیرات مثبت یا منفی مستقیم و یا غیرمستقیم یک‌گونه گیاهی بر گونه‌های گیاهی دیگر که از راه آزادسازی ترکیبات شیمیایی در محیط رشد انجام می‌گیرد (Bachheti et al., 2020; Clapp, 2021; Sharma et al., 2019). گندم گیاهی است که می‌تواند در محیط‌های مختلف، از مناطق معتدل گرفته تا مناطق گرمسیری رشد کند و این ویژگی، آن را به یک محصول مهم برای بسیاری از کشورها تبدیل کرده است. در واقع بیش از نیمی از زمین‌های قابل‌کشت جهان به غلات و دو سوم این میزان به کشت گندم اختصاص دارد و از این نظر، مدیریت کشت آن اهمیت زیادی دارد (Tan et al., 2019). آگاهی از اثر محیط و انعطاف‌پذیری علف‌های هرز از نظر رشد، طول دوره زندگی و رقابت با گیاه زراعی، نیازمند مدیریت موفق و پایدار علف‌های هرز است (Korres, 2017). خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) در بین علف‌های هرز پهن‌برگ از گونه‌های مشکل‌ساز برای گیاه زراعی گندم به‌شمار می‌رود. جوانه‌زنی سریع در پاییز و تحت شرایط سرما و رشد سریع آن در ابتدای بهار، باعث افزایش توان رقابتی این گیاه با گیاهان زراعی می‌شود. یولاف (*Avena fatua* L.) از دیگر علف‌های هرز می‌باشد که جز مهم‌ترین علف‌های هرز یک‌ساله زمستانه و به عنوان یکی از مهم‌ترین علف‌های هرز باریک برگ مزارع گندم شناخته شده است (Ahmadvand et al., 2003).

گونه‌های گیاهی، منابع ارزشمندی از ترکیبات زیست فعال را تشکیل می‌دهند. انسان امروزه تمایل زیادی به استفاده از محصولات طبیعی برای تولید مواد غذایی، دارویی، آرایشی و بهداشتی را دارند. عصاره‌های طبیعی به‌طورکلی سمیت کمی نشان می‌دهند و حتی در غلظت‌های میکرومولاری مؤثر واقع می‌شوند. در این زمینه، در مناطق خشک و نیمه‌خشک کره زمین، گیاهان مختلفی وجود دارند که توانایی رشد در شرایط آب و هوایی نامناسب را نیز دارند و منبع عظیمی از مواد فیتوشیمیایی را فراهم می‌کنند. گیاه ارمک کبیر با نام علمی (*Efedra major* Host.) از خانواده *Ephedraceae* می‌باشد. ارمک کبیر گیاهی چند ساله، درختچه‌ای و سازگار با محیط‌های خشک بوده و از قدیمی‌ترین گیاهان دارویی شناخته شده توسط انسان است که عمدتاً در محیط‌های نیمه‌خشک جهان گسترش‌یافته‌اند (Rodríguez Araujo et al., 2019). گیاه ارمک کبیر به جهت تولید ترکیبات شیمیایی، دارای خاصیت دگر آسیبی بالایی بوده و می‌تواند در رقابت با سایر گونه‌های گیاهی برتری پیدا کند و از رشد آن‌ها جلوگیری کند (Dadkhah, 2012). یکی از مواد مؤثره موجود در گیاه ارمک کبیر، افدرین (Ephedrin) می‌باشد. در واقع این گیاه از آللوکمیکال‌های (ترکیبات شیمیایی) متعددی تشکیل شده است که از آن جمله می‌توان به متیل افدرین (Methyle ephedrine)، تانن (Tannin)، کوئینون (Quinoline) اشاره کرد (Cianfaglione et al., 2023). ترکیبات دگرآسیب عمدتاً بر تقسیم سلولی، نفوذپذیری غشاء، تولید هورمون‌های گیاهی، فتوسنتز، تنفس و فعالیت آنزیمی تأثیر می‌گذارند (Gulzar et al., 2017). در سال‌های اخیر، توجه ویژه‌ای در زمینه دگرآسیبی گیاهان دارویی بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشدی گیاهان زراعی و علف‌های هرز شده است. محققان در پژوهشی با بررسی پتانسیل دگرآسیبی گیاه دارویی قیچ (*Zygophyllum eurypterum*) بر شاخص‌های جوانه‌زنی و رشدی گیاه گندم (*Triticum aestivum*) و علف هرز تلخه

(*Acroptilon repens*) گزارش کردند که با افزایش غلظت عصاره آبی در ریشه و اندام‌هوایی (ساقه و برگ)، صفات رشدی و کلروفیل کل هر دو گیاه مورد بررسی به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، به‌طوری که بیشترین و کمترین بازدارندگی نسبت به شاهد به‌ترتیب مربوط به عصاره ۱۵ درصد اندام هوایی و عصاره ۵ درصد ریشه بود (Esfandiari et al., 2023). در مطالعه‌ای دیگر، با ارزیابی اثر دگرآسیبی گیاه اسپند (*Peganum harmala*) بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشدی علف‌های هرز سلمه‌تره (*Chenopodium album*) و تاج خروس (*Amaranthus retroflexus*) گزارش کردند که با افزایش غلظت عصاره آبی ۲۰ درصد ریشه و ساقه گیاه اسپند، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی و میانگین مدت زمان جوانه‌زنی علف‌های هرز فوق کاهش یافت و تاج خروس نسبت به سلمه‌تره بیشتر تحت تأثیر عصاره‌ها قرار گرفت (Rezvani & Dadkhah, 2023). با توجه به اهمیت گیاه ارمک کبیر به‌دلیل داشتن ترکیبات شیمیایی متفاوت در اندام‌های مختلف خود و از طرفی واکنش سایر گیاهان نسبت به غلظت و عصاره استخراج شده از اندام مورد نظر آن و همچنین اهمیت گیاه گندم (*Triticum aestivum* L.) به‌عنوان مهم‌ترین گیاه زراعی دنیا و منبع اصلی تأمین نیاز غذایی بشر و تلاش‌های مداوم به‌منظور کاهش خسارت علف هرز یولاف (*Avena fatua* L.) و خردل وحشی (*Sinapis arvensis* L.) به‌عنوان مهم‌ترین علف‌های هرز مزارع گندم؛ هدف از انجام این مطالعه، بررسی اثر دگرآسیبی عصاره آبی اندام هوایی گیاه ارمک کبیر (*Ephedra major* Host) بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشدی گیاه زراعی (گندم) و علف‌های هرز (یولاف و خردل وحشی) بود.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثردگرآسیبی عصاره‌آبی گیاه دارویی ارمک کبیر بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشدی گندم، یولاف و خردل وحشی در دو محیط آزمایشگاه و گلخانه، آزمایش‌هایی به‌صورت فاکتوریل به‌ترتیب در قالب طرح کاملاً تصادفی و بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشکده کشاورزی شیروان – دانشگاه بجنورد در سال ۱۴۰۲ اجرا گردید. فاکتورهای آزمایش شامل: فاکتور اول: نوع گونه گیاهی (گندم، یولاف و خردل وحشی) و فاکتور دوم: غلظت‌های عصاره آبی گیاه ارمک کبیر در سه سطح (صفر (شاهد)، ۱۰ و ۲۰ درصد (وزنی/حجمی) اندام هوایی (ساقه و برگ)) بود.

جمع‌آوری و تهیه عصاره

اندام هوایی ساقه و برگ گیاه ارمک کبیر در اواخر سال ۱۴۰۱ از مراتع اطراف جنوب غربی شهرستان کلات استان خراسان رضوی با طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۹ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۴ دقیقه شمالی و با ارتفاع ۲۱۰۰ متری از سطح دریا جمع‌آوری شد و بذر گندم (رقم کوهدشت، تولیدی سال ۱۴۰۱ از اداره جهاد کشاورزی شهرستان کلات خراسان رضوی) و بذر علف‌های هرز یولاف و خردل وحشی از اراضی کشاورزی این شهرستان تهیه شد. بقایای گیاه ارمک کبیر بعد از شستشو با آب مقطر در دمای معمولی اتاق و نور غیرمستقیم خشک کرده و سپس توسط آسیاب برقی پودر شد. برای همگن کردن پودر حاصل از آسیاب، از الک با منافذ به قطر نیم میلی‌متر استفاده شد. برای تهیه عصاره آبی ۱۰ و ۲۰ درصد، ۱۰ و ۲۰ گرم از مواد الک شده را به‌طور جداگانه درون استوانه مدرج ریخته و سپس آب دیونیزه به آن اضافه شد تا حجم آن به ۱۰۰ میلی‌لیتر افزایش یافت، بعدازآن محلول‌ها به مدت ۴۸ ساعت بر روی شیکر با میزان ۱۰۰ دور در دقیقه قرار داده شد و عصاره‌های تهیه شده به‌وسیله کاغذ صافی، صاف و همگن شدند در داخل ظروف مخصوص با ذکر نام عصاره ریخته شد و در طول مدت انجام آزمایش در یخچال نگهداری شدند (Ahn & Chang, 2000).

بررسی اثر دگرآسیبی گیاه ارمک کبیر بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی در آزمایشگاه

قبل از شروع آزمایش به جهت برطرف نمودن خواب احتمالی بذور یولاف وحشی و خردل وحشی، بذور گیاه یولاف وحشی به مدت ۱۲ ساعت در محلول نیترات پتاسیم با غلظت ۰/۰۵ گرم در لیتر(Somboli et al.,*2021*) و بذور خردل وحشی بمدت ۲۴ ساعت در محلول اسید جیبرلیک با غلظت ۱۵۰۰ قسمت در میلیون قرار داده شد (Nabati Souha et al., 2021). برای انجام آزمایش جوانه‌زنی، بذرهای گیاه گندم و علف‌های هرز یولاف و خردل وحشی را به‌صورت جداگانه با هیپوکلریت سدیم یک درصد به

مدت پنج دقیقه ضد عفونی شدند و سپس سه مرتبه با آب دیونیزه شسته شد. تعداد ۲۵ عدد بذر در داخل پتری دیش‌های شیشه‌ای استریل شده (جهت استریل کردن پتری‌ها در دستگاه اتوکلاو با دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس به مدت دو ساعت قرار گرفتند) به قطر ۱۰ سانتی‌متر روی کاغذ صافی کاشته شدند، سپس پنج میلی‌لیتر عصاره آبی گیاه ارمک کبیر به آن‌ها اضافه شد. برای پتری‌های شاهد فقط پنج میلی‌لیتر آب به آن‌ها اضافه شد. بعد اعمال تیمارها، درب پتری‌ها با پارافیلم بسته شده و در دستگاه ژرمیناتور با دمای روزانه ۲۵ و دمای شبانه ۱۵ درجه سلیسیوس و در محیط نوری ۱۲/۱۲ (روز و شب) قرار داده شدند (Bayat et al., 2020). این کار به مدت ۲۱ روز ادامه داشت و بعد درصد جوانه‌زنی نهایی مطابق معادله ۱ برای هر پتری محاسبه شد (Ghasemi-Arian, 2016). محاسبه سرعت جوانه‌زنی بذور مطابق معادله ۲ به روش Ikic(2012) صورت گرفت.

معادله ۱ $$GP = \frac{N'}{N} \times 100$$

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

معادله ۲ $$GR = \sum_{i=1}^{n} \frac{Si}{Di}$$

GR: سرعت جوانه‌زنی، Si: تعداد بذور جوانه‌زده در هر شمارش، Di: تعداد روزهای سپری شده تا شمارش n ام.

در پایان آزمایش، تعداد ۱۰ گیاهچه به‌طور تصادفی گزینش و طول ساقه‌چه و ریشه‌چه بر اساس واحد سانتی‌متر با استفاده از خط‌کش محاسبه گردید. حاصل‌ضرب درصد جوانه‌زنی و طول گیاهچه به عنوان شاخص بنیه بذر محاسبه شد (Ista, 1985).

معادله ۳ $$VI = \frac{(SL \times GP)}{100}$$

VI: شاخص بنیه بذر، SL: طول گیاهچه (طول ساقه چه + طول ریشه‌چه)، GP: درصد جوانه‌زنی نهایی

بررسی اثر دگرآسیبی گیاه ارمک کبیر بر پارامترهای رشد در گلخانه

تعداد ۱۰ عدد بذر از هر گیاه بطور جداگانه در گلدان‌های پلاستیکی به ابعاد قطر دهانه ۱۸ و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر به‌صورت آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار (گلدان‌ها در سه ردیف با فاصله ۳۰ سانتی‌متر از یکدیگر بصورت تصادفی قرار داده شده، به‌طوری که هر ردیف شامل کلیه تیمارها آزمایشی بود) کشت شدند. در این آزمایش از خاک آیش الک شده (در دانشکده برای انجام آزمایشات محققین جمع‌آوری شده) استفاده گردید (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصات خاک مورد بررسی در آزمایش گلخانه

Table1- Selected properties 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

گلدان‌ها در گلخانه هوشمند با دمای شب و روز به ترتیب ۱۸ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد و با انحراف معیار ۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۳۰ روز رشد یافتند. حدود ۸ روز پس از کاشت، زمانی که گیاهان در مرحله دو برگچه‌ای بودند، تنک کردن گیاهان انجام شد و در هر گلدان سه بوته حفظ شد. سپس مقدار ۱۰۰ میلی‌لیتر از عصاره‌های مربوط به هر تیمار، به محیط کشت گلدان‌ها افزوده شد(Rezvani & Dadkhah, 2023). کلیه تیمارها دو مرتبه و به فاصله‌ی ۱۰ روز در طول دوره رشد اعمال شدند. در زمان برداشت طول گیاهچه با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری و یاداشت برداری صورت گرفت. سپس، صفات کلروفیل a، b وکلروفیل کل، وزن خشک کل اندام هوایی و همچنین فعالیت آنتی‌اکسیدان کاتالاز اندازه‌گیری و ثبت شدند. جهت برآورد کلروفیل a و b؛ ابتدا میزان نیم گرم از برگ تر هر یک از سه گیاه بطور جداگانه در هاون چینی ریخته، سپس با استفاده از

نیتروژن مایع خرد شـده و به‌خوبی له گردید. ۲۰ میلی‌لیتر اسـتون ۸۰ درصد به نمونه اضافه شد و در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه قرار گرفت. سـپس، بخش بالایی محلول تهیه شـده جدا و مقدار جذب در طول موج‌های ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل a، ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیل b به‌وسیله دسـتگاه اسـپکتروفتومتر (UNICO, 2000, Germany) قرائت و یادداشـت برداری گردید (Arnon, 1967). میزان رنگیزه ها از طریق فرمول زیر محاسبه گردید.

$$\text{Chl } a = 12.7\ (A_{663}) - 2.69\ (A_{645}) \times V/100$$
$$\text{Chl } b = 22.9\ (A_{645}) - 4.68\ (A_{663}) \times V/100$$
$$\text{Chl T} = 20.2\ (A_{645}) + 8.02\ (A_{663}) \times V/1000\ W$$

در این معادلات؛ Cl *a*: کلروفیل a، Cl *b*: کلروفیل b، Cl T: کلروفیل کل، V: حجم محلول صاف شده حاصل از سانتریفیوژ برحسـب میلی‌لیتر ، A: جذب نور در طول موج‌های ۶۶۳، ۶۴۵ و ۴۷۰ نانومتر و W: وزن تر نمونه بر حسب گرم است.

جهت محاسـبه فعالیت آنتی‌اکسـیدانی از روش خنثی‌سـازی رادیکال آزاد DPPH (۲ و ۲- دی فنیل -۱- پیکریل هیدرازیل) اسـتفاده شـد (Turkmen et al., 2005). به همین منظور، مقدار ۹۵۰ میکرولیتر محلول DPPH۰/۱ نرمال در متانول با مقدار ۵۰ میکرولیتر عصاره آبی گیاهی که در قسمت فوق توضیح داده شد به محیط میکروتیوب اضافه شد. برای تیمار شاهد نیز یک میلی‌لیتر DPPH۰/۱ نرمال در متانول و جهت پلانک یک میلی‌لیتر آب مقطر (حلال) اسـتفاده گردید. سـپس میکروتیوپ ها ۳۰ دقیقه داخل اتاقک قرار داده شـده، بعد از آن مقدار جذب نمونه‌ها با استفاده ازدستگاه اسپکتوروفتومتر (UNICO, 2000, Germany) در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت گردید. درصـد خنثی‌سـازی رادیکال آزاد از طریق فرمول زیر محاسبه شد:

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

قبل از آنالیز داده ها، تبدیل زاویه ای (ارک سـینوس) داده هایی که بصورت درصد بودند انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 انجام شد. مقایسـه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه ای دانکن (LSR*) در سـطح احتمال ۵ درصد انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج

اثر دگرآسیبی عصاره اندام هوایی گیاه دارویی ارمک کبیر بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی در آزمایشگاه

نتایج نشـان داد که گونه گیاهی و عصاره آبی ارمک کبیر بر صـفات درصـد جوانه‌زنی، سـرعت جوانه‌زنی، وزن خشک گیاهچه، طول گیاهچه و شاخص بنیه بذر و همچنین طول ریشه‌چه در سـطح احتمال آماری یک درصـد (P<0.01) معنی‌دار بود (جدول ۲). همچنین اثرات متقابل گونه گیاهی و عصـاره ارمک کبیر بر صـفات سـرعت جوانه‌زنی، وزن خشـک گیاهچه، طول گیاهچه و شـاخص بنیه بذر در سطح احتمال آماری یک درصـد (P<0.01) معنی‌دار و بر صفت درصد جوانه‌زنی در سطح احتمال ۵ درصـد (P<0.05) معنی‌دار بود (جدول ۲). همچنین بر اسـاس نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل گونه گیاهی و عصاره گیاه ارمک کبیر مشخص شد که با افزایش غلظت عصاره ارمک کبیر، درصد جوانه‌زنی در هر سه گیاه (گندم، یولاف و خردل وحشی) کاهش یافت. به‌طوری که در بین تیمارهای مورد بررسی، بیشترین درصد جوانه‌زنی (۸۵ درصـد) مربوط به تیمار شـاهد برای گیاه گندم بود.که البته با تیمار شـاهد علف هرز خردل وحشـی (۷۸ درصـد) اختلاف معنی‌داری نداشـت. همچنین کمترین درصـد جوانه‌زنی (۱۵ درصـد) در غلظت ۲۰ درصـد عصـاره ارمک کبیر در گیاه یولاف مشاهده شد که نسبت به شاهد (۷۹/۲ درصد) کاهش را نشـان داد (شـکل ۱). یکی از دلایلی که موجب کاهش جوانه‌زنی بذور در گیاهان می‌شـود، احتمالاً به کم شـدن فعالیت آنزیم‌هایی مانند آلفا آمیلاز ارتباط دارد که در جوانه‌زنی و رشـد بذور نقش دارند (Safahani langroudi & Ghoshchi, 2014). بر اسـاس گزارش رضوانی و دادخواه (Rezavani & Dadkhah, 2023) در مطالعه‌ای که با هدف بررسـی تأثیر عصـاره آبی اندام هوایی گیاه اسـپند بر جوانه‌زنی و نمو علف‌های هرز تاج خروس و سـلمه تره انجام دادند گزارش کردند که افزایش غلظت عصـاره گیاه اسپند (*Peganum harmala* L.)، سبب کاهش درصد جوانه‌زنی

* Least significant range

علف‌های هرز شـــد که دلیل آن را وجود متابولیت های بازدارنده مانند آلکالوییدها، فلاونوییدها، فنل و تانن را در عصاره گیاه اسپند بیان کردند که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت دارد. در پژوهشی دیگر، با بررسی اثر دگرآسیبی گیاه سداب (*Ruta graveolents* L.) بر رشـد و جوانه‌زنی گیاهچه علف‌های هرز تاج خروس خاکشیر و خرفه گزارش کردند که با افزایش غلظت عصـاره، جوانه‌زنی و رشـد علف‌های هرز خرفه، خاکشـیر و تاج خروس به‌طور خطی کاهش یافت. در بررسی صفات اندازه‌گیری شده مشخص شد غلظت‌های متفاوت عصاره گیاه سداب، بالاترین اثر دگرآسیبی را بر علف هرز خاکشـیر و کمترین اثر را بر علف هرز تاج خروس داشتند (Makizade et al.,2008). در پژوهشی دیگر، صمدانی و باغستانی (Samdani & Baghestani, 2005) دلیل کاهش درصد جوانه‌زنی علف هرز یولاف را بـه آللوکمیکال‌های (ترکیبات دگرآسـیب) موجود در انـدام‌های مختلف گیاه دارویی درمنه نسبت دادند.

مقایسه میانگین اثر متقابل گونه گیاهی و عصاره ارمک کبیر نشـان دادکه بیشـترین سـرعت جوانه‌زنی (۴/۲ بذر جوانه زده)، مربوط به تیمار شـاهد و گیاه گندم و کمترین سـرعت جوانه‌زنی (۱/۸ بذر جوانه زده) مربوط به غلظت ۲۰ درصـد عصـاره ارمک کبیر و علف هرز خردل وحشی بود که ۵۵ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (شـکل ۲). کاهش سـرعت جوانه‌زنی با تأخیر در جوانه‌زنی و اسـتقرار علف‌های هرز موجب می شـود که گیاهان زراعی در ابتدای رشـد، زمان لازم برای رشـد و اسـتقرار داشـته باشـند و در نتیجه در رقابت علف‌های هرز موفق شـوند (Asgharipour et al., 2015). برخی از محققان گزارش کردند که مواد دگرآسیبی به جهت ایجاد اختلال در روابط آب و جذب مواد غذایی به‌وسیله گیاه، از تقسیم سلولی و در نهایت از طویل شـدن سـلول‌ها ممانعت می‌نمایند (Alipour Garavand et al., 2019). در پژوهشـی ارزیابی اثر دگرآسـیب گیاه قیچ بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاه گندم و علف هرز تلخه اعلام کردند که با افزایش غلظت عصـاره آبی اندام هوایی گیاه قیچ، درصد و سرعت جوانه‌زنی گیاهان مذکور کاهش یافت و بیشترین مقدار کاهش در غلظت ۱۵ درصـد عصـاره اندام هوایی مشـاهده شـد (Esfandiari et al., 2023) که با نتایج آزمایش حاضـر مطابقت دارد.

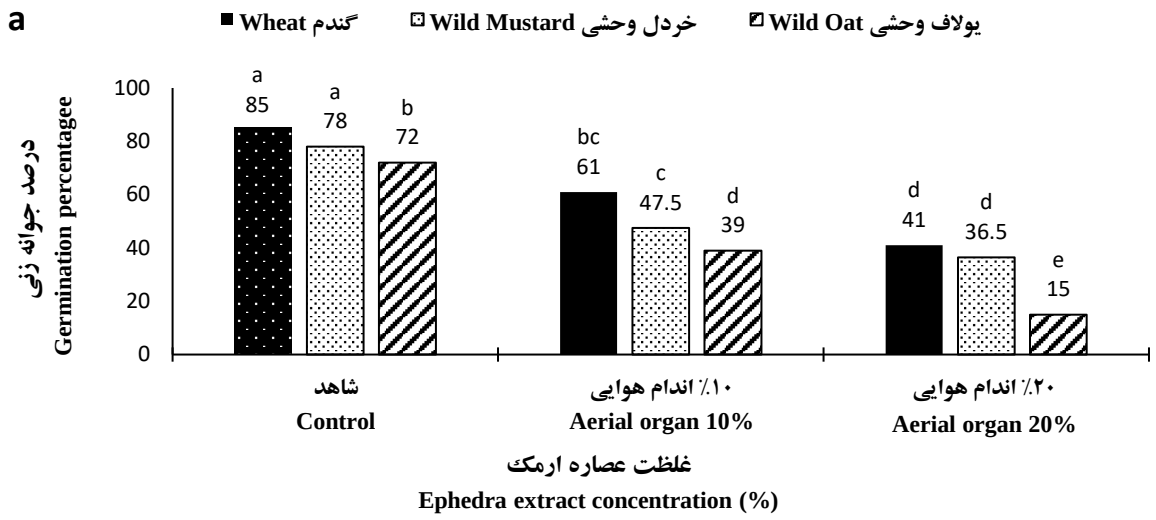
جدول ۲- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده گیاهان موردبررسی تحت تأثیر تیمار عصاره آبی ارمک کبیر در آزمایشگاه

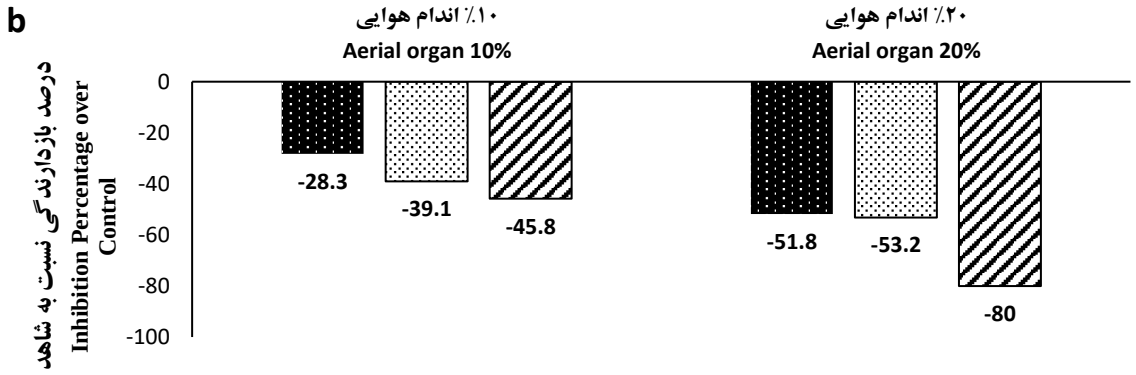
Table 2- Variance analysis of the measured traits of Investigated plants under the influence of ephedra extract treatment in laboratory

منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی Df	درصد جوانه‌زنی Germination Percentage	سرعت جوانه‌زنی Germination rate	وزن خشک گیاهچه Seedling dry weight	طول گیاهچه Seedling length	طول ریشه‌چه Root length	شاخص بنه بذر Seed germination index
گونه گیاهی Plant	2	908.037 **	8.73 **	0.005 **	16.778 **	604.333 *	180.111 **
عصاره ارمک کبیر Ephedra extract	2	3963.593 **	8.73 **	0.007 **	354.111**	6854.111 **	7008.388 **
گونه گیاهی× عصاره ارمک کبیر Plant × Ephedra extract	4	44.295 *	0.088 **	0.001 **	6.389 **	285.778 ns	692.318 **
خطای آزمایش Error	18	19.556	0.004	0.001 **	0.407	180.111	72.416
ضریب تغییرات (٪) CV(٪)		8.73	2.18	5.79	7.76	22.62	22.67

ns، * و** به‌ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار، معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهد.

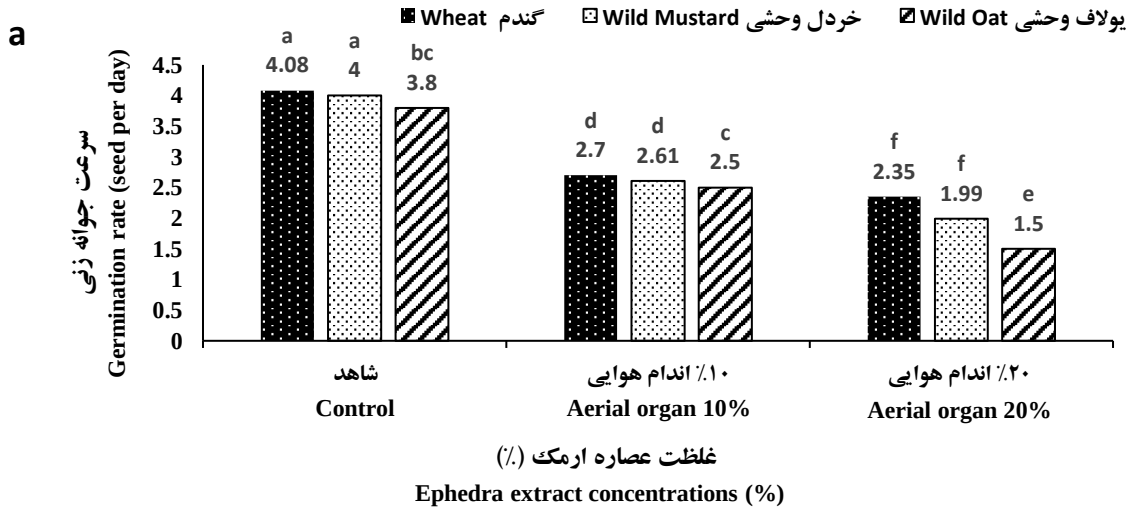
ns, * and ** are non-significant, significant at the five percent and one percent probability levels, respectively.





شکل۱- اثر عصاره ارمک کبیر بر درصد جوانه‌زنی گیاه گندم، خردل وحشی و یولاف وحشی (a) و درصد بازدارندگی عصاره ارمک کبیر نسبت به شاهد (b)

Figure 1- The effect of ephedra extract on the germination percentage of wheat, wild mustard and wild oat (a) and inhibition percentage compared to control (b)



شکل۲- اثر عصاره ارمک کبیر بر سرعت جوانه‌زنی گیاه گندم، خردل وحشی و یولاف وحشی(a) و درصد بازدارندگی عصاره ارمک کبیر نسبت به شاهد(b)

Figure 2- The effect of ephedra extract on the germination Rate of wheat, wild mustard and wild oat (a) and inhibition percentage compared to control (b)

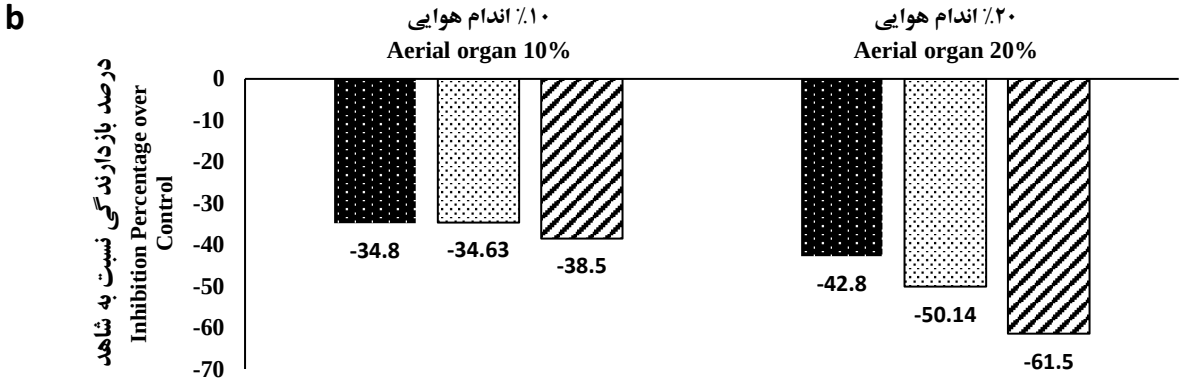
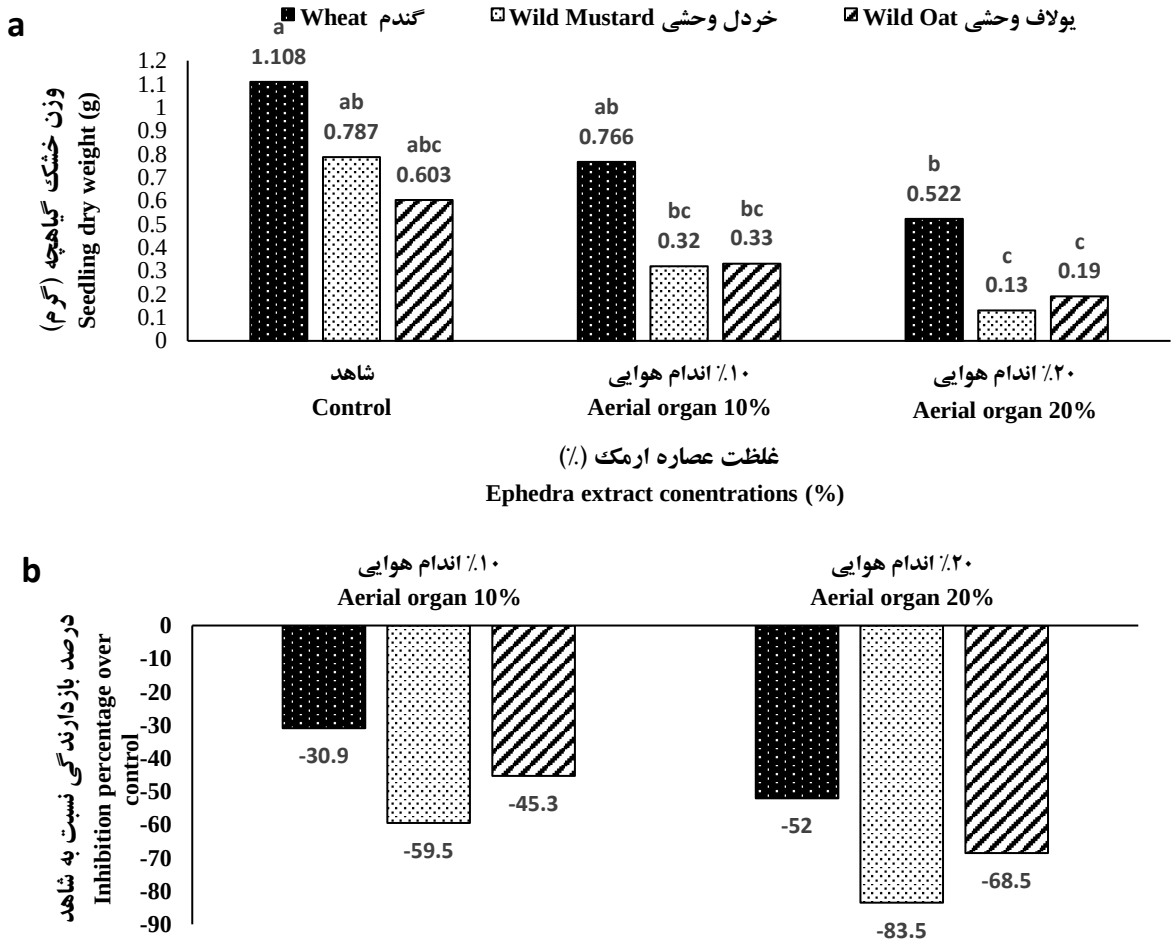


Figure 2- Continued

ادامه شکل ۲

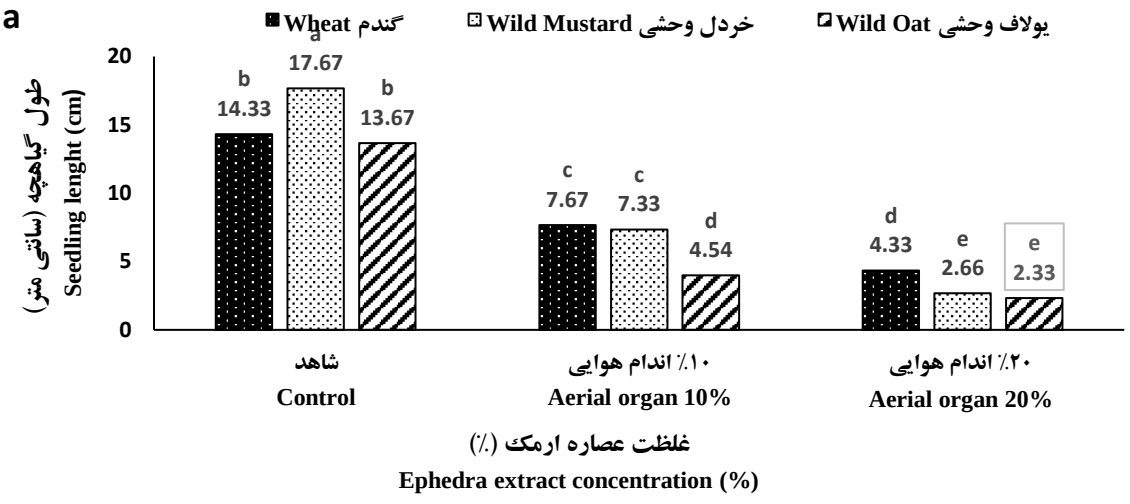
مقایسه میانگین اثر متقابل گونه گیاهی و عصاره ارمک کبیر نشان داد که بیشترین مقدار وزن خشک گیاهچه در گیاه گندم و تیمار شاهد (۰/۱۰۸ گرم) بود و کمترین مقدار آن در علف هرز خردل وحشی و تیمار ۲۰ درصد عصاره ارمک کبیر (۰/۰۱۹ گرم) به‌دست آمد، به عبارتی عصاره ۲۰ درصد اندام هوایی ارمک کبیر، میزان وزن خشک گیاهچه گیاه گندم و علف‌های هرز یولاف و خردل وحشی را، به‌ترتیب ۵۲، ۶۸ و ۸۳ درصد نسبت به تیمار شاهد این گیاهان کاهش داد (شکل ۳). برخی محققان گزارش کرده‌اند مواد آللوپاتیک می‌توانند بر تقسیم سلولی تاثیر منفی گذاشته و مانع تقسیم سلولی شوند در نتیجه رشد ریشه و ساقه گیاهان در معرض مواد آللوپاتیک، نسبت به تیمار شاهد که تحت تأثیر این مواد قرار نگرفتند کاهش می‌یابد (Tan et al., 2019). برخی محققان در بررسی‌های خود، دلیل کاهش طول گیاهچه و وزن خشک گیاه زراعی گندم و علف هرز تلخه را افزایش میزان مواد بازدارنده موجود در عصاره آبی اندام هوایی و ریشه گیاه قیچ (*Zygophyllum eurypterum*) دانستند و گزارش کردند که علف هرز تلخه حساسیت بیشتری نسبت به گیاه گندم داشت (Esfandiari *et* al., 2023).

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل گونه گیاهی و عصاره گیاه ارمک کبیر نشان داد که با افزایش غلظت عصاره ارمک کبیر، طول گیاهچه هر سه گیاه مذکور کاهش یافت. به‌طوری که عصاره ۲۰ درصد ارمک کبیر در گیاه گندم، علف‌های هرز یولاف و خردل وحشی به‌ترتیب ۶۹، ۸۵ و ۸۳ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت (شکل ۴). با افزایش غلظت عصاره ارمک کبیر، طول ریشه‌چه روند نزولی داشت که از بین گیاهان مورد بررسی، یولاف بیشتر تحت تاثیر عصاره ارمک کبیر قرار گرفت. به‌طوری که طول ریشه‌چه ۷۷ درصد نسبت به گیاه شاهد کاهش یافت. این امر بیانگر این مطلب است که طویل شدن سلول‌ها از طریق ممانعت از عمل هورمون‌ها، کاهش تقسیم سلولی و ممانعت از جذب عناصر غذایی تحت تأثیر ترکیبات آللوکمیکال‌ها قرار گرفته بود. گیاهان به‌وسیله تولید مواد دگر آسیب، مانع فعالیت جیبرلین و ایندول استیک اسید شده و از طویل شدن سلول‌ها جلوگیری کرده و موجب کاهش طول گیاهچه می‌گردند (Khalili Mahalleh et al., 2014). برخی محققان گزارش کردندکه با افزایش غلظت عصاره علف شور، طول ریشه‌چه در گیاهان زراعی کلزا، یونجه و جو کاهش یافت که دلیل آن را تأثیر مواد دگر آسیب بر تقسیم سلول‌های مریستمی گیاهان دانستند (Barmaki, 2019). فرهودی (Farhodi, 2014) در پژوهشی اعلام کرد که آللوکمیکال‌های (ترکیبات شیمیایی) گیاهان، می توانند غشای سلولی گیاهان هدف را تخریب کرده و فعالیت آنزیم‌های آن را مختل کنند که در نهایت کاهش رشد گیاهچه‌ها را در مرحله جوانه‌زنی به دنبال خواهد داشت.



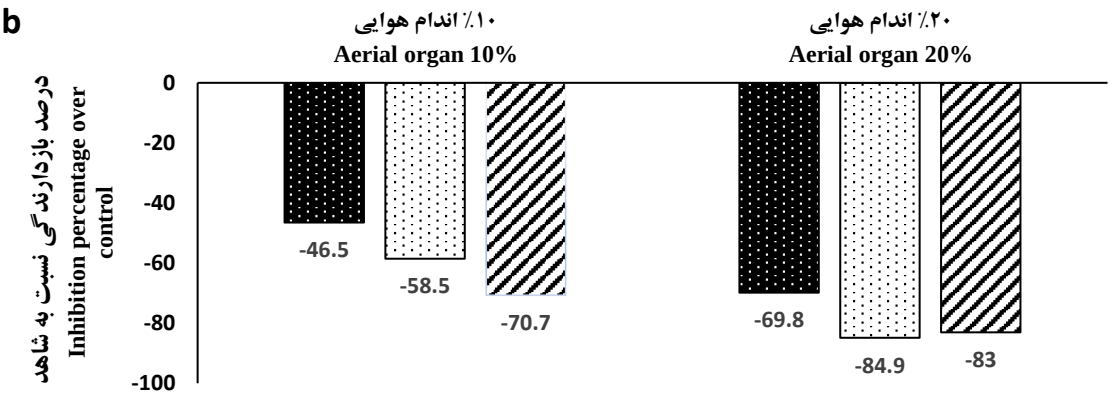
شکل۳- اثر عصاره ارمک کبیر بر وزن خشک گیاهچه گندم، خردل وحشی و یولاف وحشی (a) و درصد بازدارندگی عصاره ارمک کبیر نسبت به شاهد (b)

Figure 3- The effect of ephedra extract on the seedling dry weight of wheat, wild mustard and wild oat and inhibition percentage compared to control (b)



شکل۴- اثر عصاره ارمک کبیر بر طول گیاهچه گندم، خردل وحشی و یولاف وحشی (a) و درصد بازدارندگی عصاره ارمک کبیر نسبت به شاهد (b)

Figure 4- The effect of ephedra extract on the seedling length of wheat, wild mustard and wild oat and inhibition percentage compared to control (b)



ادامه شکل ۴

Figure 4- Continued

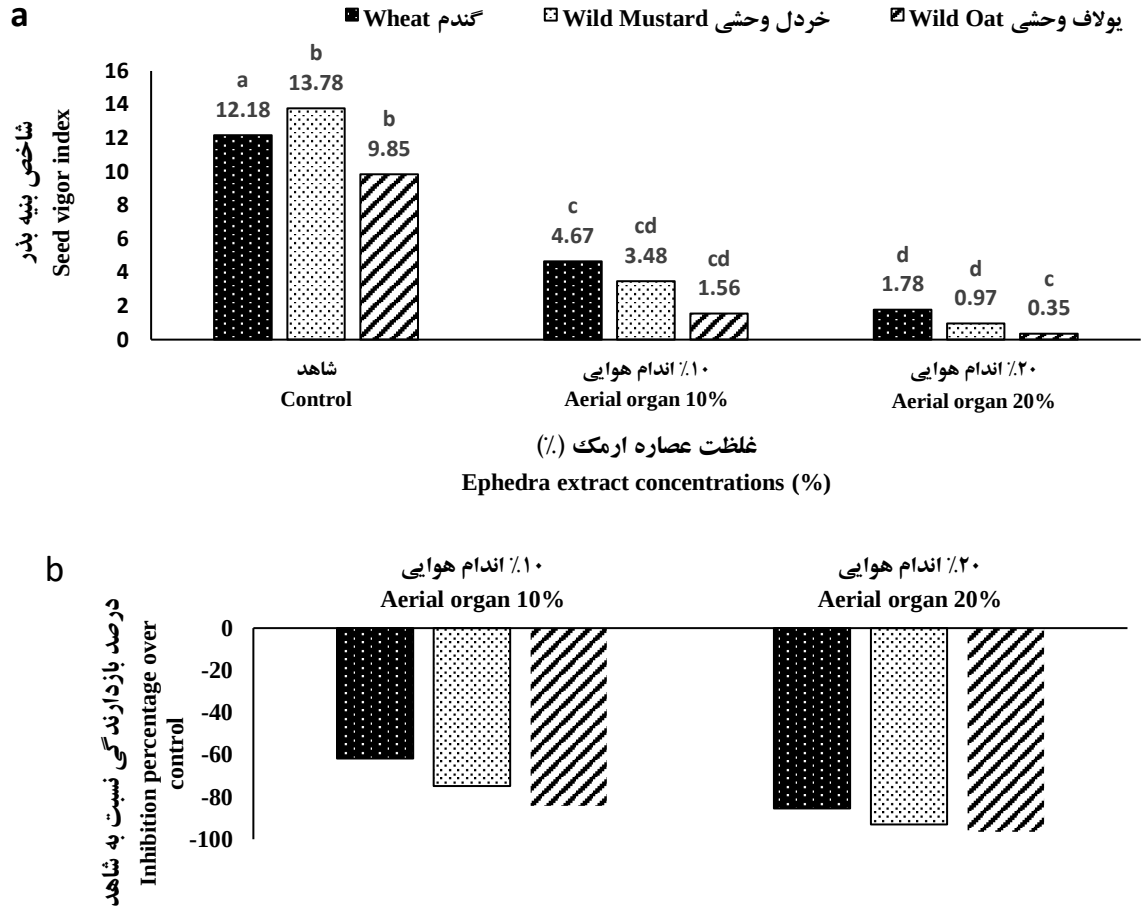
نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل گونه گیاهی و عصاره ارمک کبیر نشان داد که با افزایش غلظت عصاره، صفت شاخص بنیه گیاهچه در گیاهان مورد بررسی کاهش یافت. به‌طوری که غلظت ۲۰ درصد عصاره آبی اندام هوایی ارمک کبیر در گیاه گندم، یولاف وخردل وحشی، شاخص بنیه گیاهچه را به‌ترتیب ۸۱، ۷۴ و ۵۷ درصد نسبت به شاهد کاهش داد (شکل ۵). از آنجا که شاخص طولی بنیه گیاهچه تابعی از مقدار ماده خشک گیاهچه و توانایی جوانه‌زنی می‌باشد، وجود هر عامل تنش‌زا مانند مواد دگرآسیب در محیط بذر می‌تواند با کاهش این دو عامل، شاخص مذکور را کاهش دهد (Salahi et al., 2021). تهامی‌زرندی و رضوانی‌مقدم (Tahamizarandi & Rezvanimoghadam, 2011) در پژوهشی گزارش کردند که هرچند سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاه زراعی گندم با افزایش غلظت عصاره گیاه بابونه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت، ولی روند نزولی برای گیاه علف پشمکی (*Bromus inermis*) شدت بیشتری داشت. در پژوهشی دیگر، با بررسی اثر مواد دگر آسیب آویشن کوهی بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذور و گیاهچه های چمن گندمی و علف پشمکی، نتایج نشان داد که شاخص بنیه گیاهچه، بین تیمارهای شاهد و غلظت‌های مختلف عصاره آویشن، تفاوت معنی‌داری وجود داشت و با افزایش غلظت عصاره آویشن، شاخص بنیه گیاهچه نسبت به شاهد کاهش معنی‌داری یافت (Saberi et al., 2012).

اثر دگرآسیبی عصاره اندام هوایی گیاه دارویی ارمک کبیر بر پارامترهای رشد در شرایط گلخانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۳) نشان داد؛ همه صفات مورد بررسی شامل طول ساقه، وزن خشک اندام هوایی، کلروفیل a کلروفیل b، کلروفیل کل و آنتی‌اکسیدان کاتالاز در گیاه گندم وعلف‌های هرز خردل وحشی و یولاف به‌طور معنی‌داری ($P<0.01$) تحت تأثیر تیمارهای گونه گیاهی و عصاره گیاه ارمک کبیر قرار گرفتند (جدول ۳). همچنین اثرات متقابل هر دو عامل بر صفات مورد بررسی به‌جز طول ساقه و فعالیت آنتی‌اکسیدان کاتالاز، در سطح احتمال ($P<0.01$) معنی‌دار بود (جدول ۳).

نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل گونه گیاهی و عصاره گیاه ارمک کبیر نشان داد که بیشترین طول ساقه (۹۸ سانتی‌متر)، وزن خشک کل اندام هوایی (۶/۴ گرم) و کلروفیل کل (۳/۲ میلی‌گرم بر گرم وزن تر) مربوط به گیاه گندم و تیمار شاهد عصاره ارمک کبیر بود. همچنین مشخص شد تیمار عصاره ۲۰ درصد اندام هوایی بیشترین بازدارندگی را در هر سه گیاه (گندم، یولاف و خردل وحشی) نسبت به شاهد داشت، بنحوی که صفات مذکور در گیاه گندم به‌ترتیب ۷۷/۵، ۷۰/۳ و ۴۵ درصد، در یولاف وحشی ۸۳/۵، ۶۷/۵ و ۷۰/۹ درصد و در خردل وحشی ۷۹/۹، ۷۶/۴ و۴۲/۳ درصد نسبت به شاهد کاهش را نشان دادند (شکل۶، ۷ و ۸). به عبارتی علف هرز یولاف و گندم به‌ترتیب بیشترین و کمترین حساسیت را نسبت به اثرات بازدارنده عصاره ارمک کبیر

داشتند. مواد آللوپاتیک موجب تولید گونه‌های فعال اکسیژن شده و از این طریق باعث تخریب کلروفیل‌ها، ساختار سلولی، نوکلئیک اسیدها، پروتئین‌ها و تخریب ساختار آنزیم‌ها شده و باعث اختلال در انتقال مواد می‌شوند (Farhhodi & Lee, 2013).



شکل ۵- اثر عصاره ارمک کبیر بر شاخص بنیه گیاهچه گندم، خردل وحشی و یولاف وحشی (a) و درصد بازدارندگی عصاره ارمک کبیر نسبت به شاهد (b)

Figure 5- The effect of ephedra extract on the seedling vigor index of wheat, wild mustard and wild oat and inhibition percentage compared to control (b)

این کاهش محتوای کلروفیل همراه با بسته شدن روزنه‌های ناشی از آللوکمیکال‌ها، فتوسنتز را در گیاهان هدف کاهش داده و کاهش رشد طولی گیاهان، کاهش مقدار کربوهیدرات‌ها و کاهش تجمع ماده خشک گیاهان را موجب می‌شوند (Bond & Turner, 2006). سارائی و همکاران (Saraei et al., 2012) کاهش محتوای کلروفیل کل را در علف هرز خاکشیر و جو، ناشی از عصاره آبی دانه و برگ گیاه اکالیپتوس دانستند و بیان کردند که این کاهش می‌تواند در اثر افزایش فعالیت آنزیم کلروفیلاز تحت شرایط تنش باشد. در هنگام بروز تنش، غلظت مواد تنظیم‌کننده رشد از جمله اسید آبسیزیک و اتیلن افزایش می‌یابند و این مواد سبب تحریک فعالیت آنزیم کلروفیلاز می‌شوند. این آنزیم با جدا کردن فیتول از کلروفیل و جدا کردن منیزیم از کلروفیلید و تشکیل فئوفوربید و در نهایت انهدام حلقه تتراپیرولی، موجب تجزیه کلروفیل می‌گردد (Zou et al., 2019). در این مطالعه مشخص شد که افزایش میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی گیاه، از مواردی است که گیاه می‌تواند بوسیله آن در برابر تنش مقاومت می‌کند. حضور گونه های فعال اکسیژن در محیط سلولی، سبب تخریب ماکرومولکول های عمده سلولی مانند RNA، DNA و آنزیم های حیاتی مانند آلفا آمیلاز، ساکراز سنتتاز و رابیسکو می شود (Oracz et al., 2007). 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 می‌برند (Yan et al., 2015). در مطالعه‌ای با بررسی اثرات آللوپاتیک عصاره آبی سورگوم و تلخه بر رشد گیاهچه‌های گندم و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان گندم اعلام کردند که با افزایش غلظت عصاره‌ها، رشد گیاهچه‌های گندم کاهش و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان افزایش یافت (hatamihampa et al., 2018). همچنین افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان در علف‌های هرز چچم و یولاف در اثرکاربرد عصاره آبی گیاه زراعی جو (Makizadeh Tafti & Farhodi, 2017) گزارش شد.

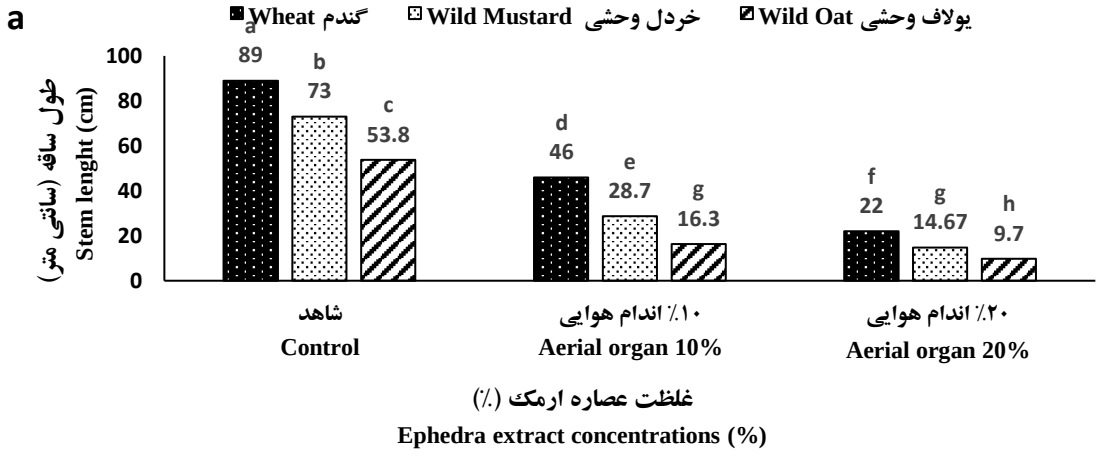
جدول ۳- تجزیه واریانس صفات اندازه‌گیری شده گیاهان موردبررسی تحت تأثیر تیمار عصاره ارمک کبیر در گلخانه

Table 3- Variance analysis of the measured traits of Investigated plants under the influence of ephedra extract treatment in greenhouse

منبع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	طول ساقه Stem length	وزن خشک کل اندام هوایی Total dry weight	کلروفیل a chlorophyll a	کلروفیل b chlorophyll b	کلروفیل کل Total chlorophyll	آنتی اکسیدان کاتالاز Catalas antyoxidant
بلوک Block	2	9.05 ns	0.025ns	0.007ns	0.000ns	0.008 ns	0.052ns
گونه گیاهی Plant	2	1741.45**	3.782**	2.017 **	1.219**	6.372**	8.268 **
عصاره ارمک کبیر Ephedra extract	2	8629.78**	31.011**	0.840**	0.369**	2.322**	23.514**
گونه گیاهی× عصاره ارمک کبیر Plant × Ephedra extract	4	207.56**	3.345**	0.031**	0.108**	0.227 **	0.072 ns
خطا Error	16	7.83	0.021	0.002	0.002	0.003	0.038
ضریب تغییرات (٪) CV (%)		7.06	33.34	4.93	7.32	4.35	4.59

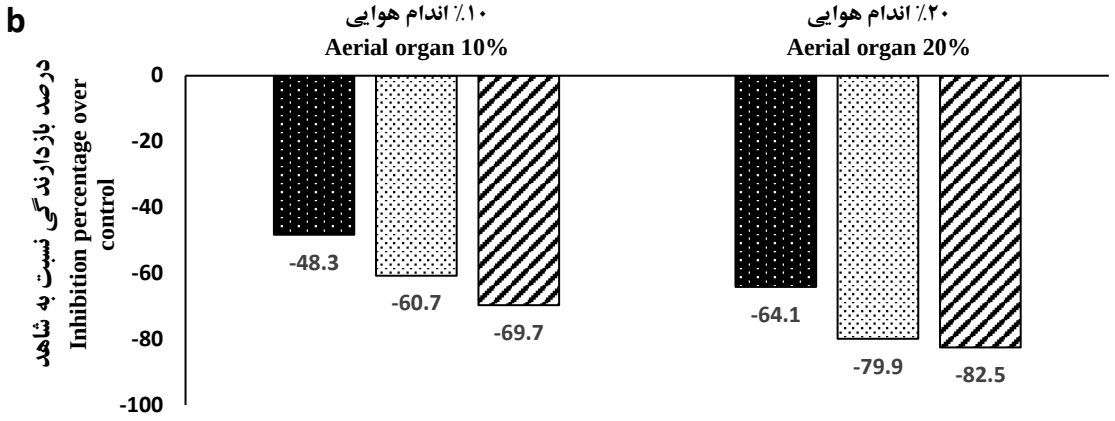
ns، * و** به ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار، معنی‌داری در سطح ۵ و ۱ درصد را نشان می‌دهد.

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



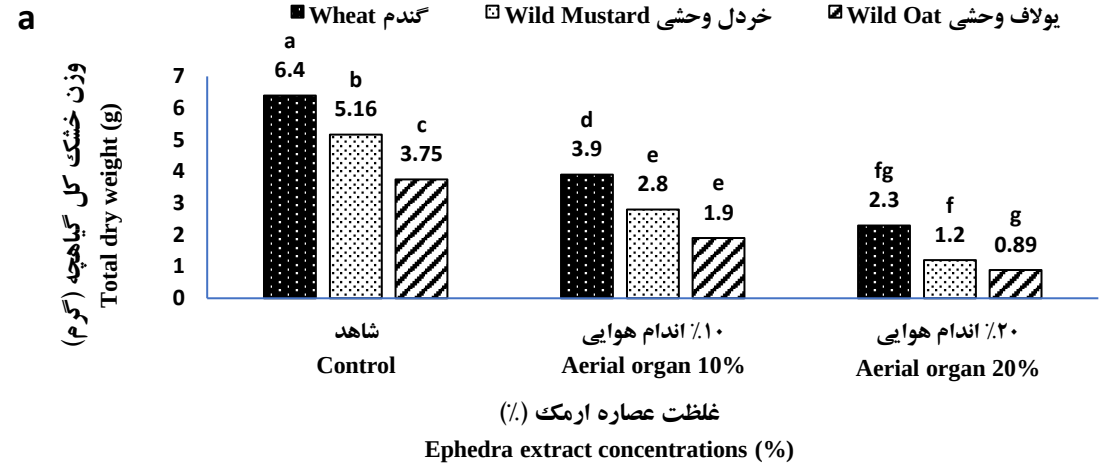
شکل ۶- اثر عصاره ارمک کبیر بر طول ساقه گیاهچه گندم، خردل وحشی و یولاف وحشی (a) و درصد بازدارندگی عصاره ارمک کبیر نسبت به شاهد (b)

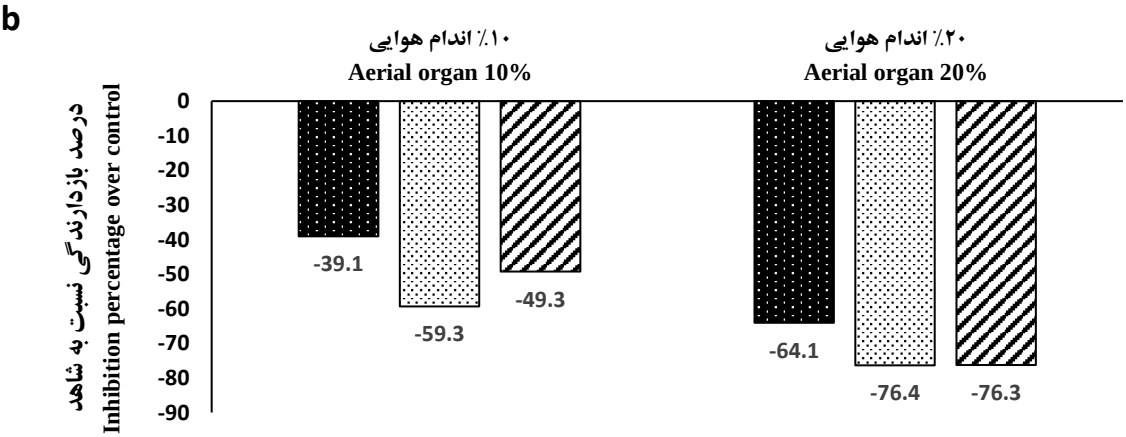
Figure 6- The effect of ephedra extract on the stem length of wheat, wild mustard and wild oat and inhibition percentage compared to control (b)



ادامه شکل ۶

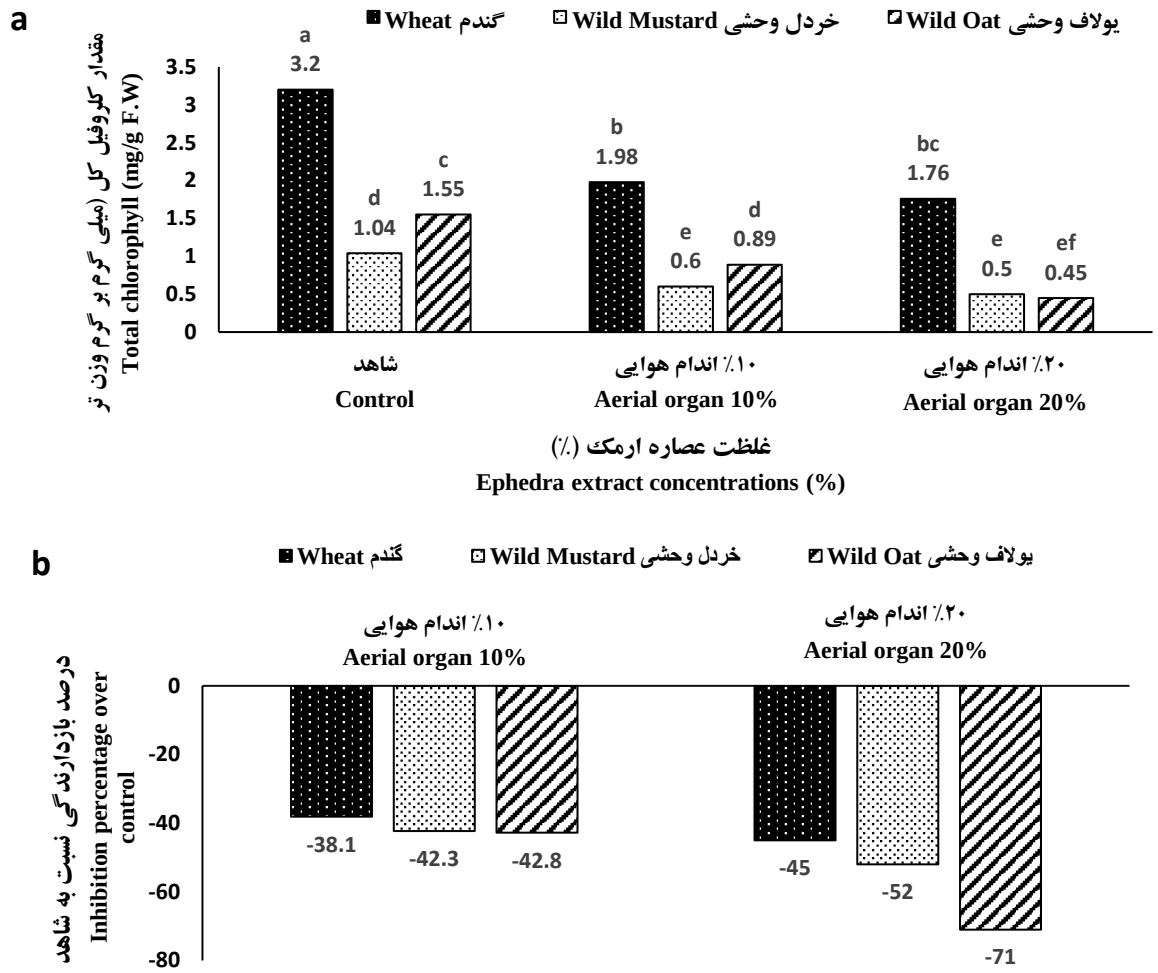
Figure 6- Continued





شکل۷- اثر عصاره ارمک کبیر بر وزن خشک کل گیاهچه گندم، خردل وحشی و یولاف وحشی (a) و درصد بازدارندگی عصاره ارمک کبیر نسبت به شاهد (b)

Figure 7- The effect of ephedra extract on the total dry weight of wheat, wild mustard and wild oat and inhibition percentage compared to control (b)



شکل ۸- اثر عصاره ارمک کبیر بر کلروفیل کل گندم، خردل وحشی و یولاف وحشی (a) و درصد بازدارندگی عصاره ارمک کبیر نسبت به شاهد (b)

Figure 8- The effect of ephedra extract on the total chlorophyll of wheat, wild mustard and wild oat and inhibition percentage compared to control (b)

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد اثر دگرآسیب عصاره آبی اندام هوایی گیاه ارمک کبیر، تأثیر کاهشی بر روی صفات جوانه‌زنی و رشدی (به‌جز صفت آنتی اکسیدان که مکانسیم مقاومتی گیاه را در برابر تنش حاصل از مواد دگرآسیب افزایش می‌دهد) گیاه زراعی گندم و علف‌های هرز یولاف و خردل وحشی داشت. دلیل این تغییرات، افزایش اثر آللوکمیکال‌های ارمک کبیر و اصطلاحاً افزایش سمیت روی این صفات بود. کمترین میزان صفات رشدی در شرایط آزمایشگاه و گلخانه، مربوط به بالاترین غلظت عصاره اندام ارمک کبیر (۲۰ درصد) بود. در هر دو محیط آزمایش، برآیند صفات مورد بررسی نشان داد که علف هرز یولاف در مقایسه با گیاه گندم و علف هرز خردل وحشی بیشتر تحت تأثیر عصاره ارمک کبیر قرار گرفت؛ به عبارتی بیشترین و کمترین حساسیت در مقابل اثرات دگرآسیب به ترتیب مربوط به یولاف و گندم بود. در این آزمایش اگرچه مؤلفه‌های جوانه‌زنی و رشد گیاهچه گیاه زراعی گندم با افزایش غلظت عصاره ارمک کبیر کاهش یافت، اما میزان بازدارندگی برای علف‌های هرز شدت بیشتری داشت. این کاهش بیشتر سرعت جوانه‌زنی بذور علف‌های هرز نسبت به گیاه زراعی گندم، فرصت کافی برای رشد و توسعه گیاه زراعی را فراهم کرده و باعث می شود که گیاه زراعی زودتر از علف هرز سیستم ریشه و شاخساره خود را گسترش داده و در رقابت با علف‌های هرز موفق‌تر باشد. همچنین به منظور کاهش جمعیت بذور علف‌های هرز موجود در خاک می‌توان از عصاره گیاه ارمک

کبیردر زمین‌های آیش و یا قرار دادن گیاهان زراعی مقاوم‌تر به آللوکمیکال‌های گیاه ارمک کبیر در تناوب زراعی اقدام کرد. علاوه بر این، تکنولوژی‌های نوین از جمله نانو تکنولوژی در کنترل علف‌های هرز، عملکردهای بسیار مطلوبی داشته اشت. در این روش جدید، آللوکمیکال‌ها پس از استحصال یا سنتز، نانو کپسوله می‌شوند و بصورت هدفمند و کنترل شده آزاد می‌گردند. به‌طور کلی این امکان وجود دارد که با کاربرد ارزان و راحت تر عصاره اندام هوایی ارمک کبیر بتوان جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز مذکور را تعدیل کرد. اگرچه برای توصیه قطعی این راهکار لازم است مطالعات تکرار، سایر علف‌های هرز بررسی و سطوح دقیق‌تر عصاره ارمک کبیر تعیین شوند. بنابراین می‌توان در صورت تأئید نهایی این نتایج در آزمایشات تکمیلی، این روش را به کشاورزان پیشنهاد کرد تا بتوانند علف‌های هرز را در مزارع گندم بهتر مدیریت و کنترل نمایند.

تعارض منافع

نویسندگان این مقاله اعلام می‌دارند که هیچ گونه تعارض منافعی در رابطه با نگار و یا انتشار این مقاله ندارند.

Reference

Ahmadvand, G., Koocheki, A., & Nassiri Mahallati, M. (2003). Competitive response of winter wheat (*Triticum aestivum*) to various plant densities of wild oat (*Avena ludoviciana*) and nitrogen fertilizer. *Journal of Agricultural Science and Technology, 1*, 113–124. (In Persian)

Asgharipour, M. R., Rashed Mohassel, M. H., Rostami, M., & Eizadi, E. (2015). The allelopathic potential of saffron (*Crocus sativus* L.) on following crop in rotation. In *Proceedings of the International Symposium on Saffron Biology and Technology* (p. 48). Mashhad, Iran.

Ahn, J., & Chung, I. (2000). Allelopathic potential of rice hull on germination and seedling growth of barnyardgrass. *Agronomy Journal, 92*(6), 1162–1167. https://doi.org/10.2134/agronj2000.9261162x

Alipour Garavand, S., Amini Dehaghi, M., & Ahmadi, K. (2017). Evaluation of the allelopathic effect of extracts of bindweeds and mallow on germination characteristics and growth parameters of three sesame cultivars. *Journal of Seed Research, 8*(29), 7–14. (In Persian)

Arnon, D. I. (1967). Method of extraction of chlorophyll in plants. *Plant Physiology, 23*, 112–121.

Bayat, H., Naseri Moghaddam, A., & Aminifard, M. (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*). *Journal of Seed Science Research, 6*(4), 457–469. https://doi.org/10.22124/JMS.2020.3925 (In Persian)

Barmaki, M. (2019). Study of the allelopathic effect of saline grass on germination and heterotrophic seedling growth of some crops. *Journal of Plant Ecosystem Conservation, 6*(12), 135–152. (In Persian)

Bachheti, A., Sharma, A., Bachheti, R. K., Husen, A., & Pandey, D. (2020). Plant allelochemicals and their various applications. In J. M. Mérillon & K. G. Ramawat (Eds.), *Co-evolution of secondary metabolites* (pp. 10–38). Springer.

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

Chauhan, B. S. (2020). Grand challenges in weed management. *Frontiers in Agronomy, 1*, Article 3. https://doi.org/10.3389/fagro.2019.00003

Cianfaglione, K., Crisan, F., & Gafta, D. (2023). Soil quality enhances seed germination success in *Ephedra major*: A pilot experiment. *Plants, 12*(3), 438. https://doi.org/10.3390/plants12030438

Clapp, J. (2021). Explaining growing glyphosate use: The political economy of herbicide-dependent agriculture. *Global Environmental Change, 67*, 102239. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102239

Dadkhah, A. (2012). Allelopathic effect of *Ephedra major* on growth and photosynthesis of *Cirsium arvense*. *International Journal of Agriculture, 2*(4), 416–419.

Esfandiari, S., Dadkhah, A., & Rezvani, R. (2023). Investigation of the allelopathic potential of *Zygophyllum eurypterum* on seed germination and seedling growth indices of *Triticum aestivum* and *Acroptilon repens*. *Journal of Seed Science and Technology, 12*(3), 79–92. https://doi.org/10.22092/ijsst.2023.361380.1474 (In Persian)

Farhoudi, R., & Lee, D. (2013). Allelopathic effects of barley extract (*Hordeum vulgare*) on sucrose synthase activity, lipid peroxidation, and antioxidant enzymatic activities of *Hordeum spontaneum* and *Avena ludoviciana*. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences, 83*, 447–452. https://doi.org/10.1007/s40011-012-0137-7

Farhoudi, R. (2014). Investigation of the allelopathic effects of aqueous extracts of barley on germination and seedling electrical leakage of *Lolium multiflorum* and *Avena ludoviciana*. *Journal of Applied Field Crops Research, 1*(4), 17–21. (In Persian)

Ghasemi Arian, A., Ghorbani, R., Nasripour Yazdi, M., & Mesdaghi, M. (2016). Effect of temperature on seed germination characteristics of *Dorema ammoniacum*. *Iranian Journal of Biology, 29*(3), 686–693. https://doi.org/20.1001.1.23832592.1395.29.3.20.6 (In Persian)

Hatami Hampa, A., Javanmard, A., Alebrahim, M., & Sofalian, O. (2018). Allelopathic effects of aqueous extracts from sorghum (*Sorghum bicolor* L.) and Russian knapweed (*Acroptilon repens* L.) on seedling growth and enzyme activity of wheat, sugar beet, common lambsquarters, and redroot pigweed. *Iranian Journal of Plant Protection Research, 32*(1), 101–119. https://doi.org/10.22067/jpp.v32i1.62909 (In Persian)

Ikic, I., Maricevic, M., Tomasovic, S., Gunjaca, J., Sarcevic, Z., & Arcevic, H. (2012). The effect of germination temperature on seed dormancy in Croatia-grown winter wheats. *Euphytica, 188*, 25–34. https://doi.org/10.1007/s10681-012-0735-8

Korres, N. E. (2017). Agronomic weed control: A trustworthy approach for sustainable weed management systems. In K. Jabran & B. S. Chauhan (Eds.), *Non-chemical weed control* (pp. 97–114). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809881-3.00006-1

Khalili Mahalleh, J., Jalili, F., & Hosseini, N. (2014). Effect of four kinds of allelopathic weeds on the germination and growth of forage sorghum. *Journal of Research in Crop Science, 5*(20), 107–122. (In Persian)

Lowry, C. J., & Smith, R. G. (2018). Weed control through crop plant manipulations. In K. Jabran & B. Chauhan (Eds.), *Non-chemical weed control* (pp. 73–96). Academic Press.

Makizadeh Tafti, M., & Farhoudi, R. (2017). Investigation on the effect of aqueous barley extract on seedling growth and stability of the cell membrane in wild oat and ryegrass seedlings. *Journal of Plant Production Sciences, 7*(1), 66–72. (In Persian)

Makizadeh Tafti, M., Salimi, M., & Farhoudi, R. (2008). Investigating the allelopathic effect of the medicinal plant sedab (*Ruta graveolens* L.) on seed germination of three weed species. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 24*(4), 463–471. (In Persian)

Nabati Souha, L., Alebrahim, M. T., Ahmadnia, F., & Babaei, A. (2021). Effect of different dormancy-breaking methods on germination characteristics of wild mustard seed (*Sinapis arvensis* L.). *Journal of Seed Research, 10*(4), 53–64. (In Persian)

Oracz, K., Bailly, C., Gniazdowska, A., Come, D., Corbineau, D., & Bogatek, R. (2007). Induction of oxidative stress by sunflower phytotoxins in germinating mustard seeds. *Journal of Chemical Ecology, 33*, 251–264.

Rodríguez Araujo, M. E., Milano, C., & Pérez, D. R. (2019). Germination of *Ephedra ochreata* Miers: Contribution for productive restoration of arid environments in Argentina. *Agrociencia, 53*, 617–629.

Rezvani, R., & Dadkhah, A. (2023). The effect of aqueous extracts of different organs of *Peganum harmala* L. on the germination and growth of *Amaranthus retroflexus* L. and *Chenopodium album* L. *Iranian Journal of Seed Science and Technology, 12*(1), 1–14. https://doi.org/10.22092/ijsst.2022.359764.1451 (In Persian)

Samedani, B., & Baghestani, M. A. (2005). Comparison of allelopathic activity of different *Artemisia* species on seed germination rate and seedling growth of *Avena ludoviciana*. *Pajouhesh and Sazandegi, 68*, 69–74. (In Persian)

Safahani Langroudi, A. R., & Ghoshchi, F. (2014). Allelopathic effects of aqueous extracts and residues of different weeds on germination and seedling growth of wheat. *Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 27*(1), 100–109. (In Persian)

Salahi, M., Abedi, B., Morshadloo, M., Ahangarani, M., Jabbari GhaleKhaki, S., Asghari, Z., & Esmaeili, E. (2021). The inhibitory effect of walnut and elderberry hydro-alcoholic extracts on germination and morphological and biochemical characteristics of *Portulaca oleracea*. *Journal of Seed Science and Research, 7*(4), 477–489. https://doi.org/10.22124/jms.2020.4644 (In Persian)

Saberi, M., Shahriari, A., Jafari, M., Tarnian, F., & Safari, H. (2012). Allelopathic effect of *Thymus kotschyanus* on seed germination and initial growth of *Bromus inermis* and *Agropyron elongatum*. *Journal of Watershed Management Research, 93*, 18–25. (In Persian)

Saraei, R., Lahouti, M., & Ganjeali, A. (2012). Evaluation of allelopathic effects of eucalyptus (*Eucalyptus globulus* Labill.) on germination and morphological and biochemical traits of barley (*Hordeum vulgare*) and flixweed (*Descurainia sophia* L.). *Journal of Agriculture, 4*, 215–222. https://doi.org/10.22067/jag.v4i3.15310 (In Persian)

Shahzad, M., Jabran, K., Hussain, M., Raza, M. A. S., Wijaya, L., El-Sheikh, M. A., & Alyemeni, M. (2021). The impact of different weed management strategies on weed flora of wheat-based cropping systems. *PLoS ONE, 16*(2), e0247137. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247137

Sharma, S., Kaur, R., & Kaur, N. (2019). Allelopathy and its role in agriculture. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 8*(1), 274–277.

Singh, S., Buttar, G. S., Singh, S. P., & Brar, D. S. (2005). Effect of different dates of sowing and row spacing on yield of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). *Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences, 27*(4), 629–630.

Tahamizarandi, M. K., & Rezvani-Moghadam, P. (2011). Investigation of germination and seedling morphological characteristics of wild oat (*Avena ludoviciana*) under aqueous extract of aerial parts of medicinal plants. *Iranian Journal of Field Crop Science, 25*, 398–406. (In Persian)

Tan, K., Huang, Z., Ji, R., Qiu, Y., Wang, Z., & Liu, J. (2019). A review of allelopathy on microalgae. *Microbiology, 165*(6), 587–592. https://doi.org/10.1099/mic.0.000776

Türkmen, N., Sarı, F., & Velioğlu, Y. S. (2005). The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. *Food Chemistry, 93*, 713–718. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.12.038

Yan, Z. Q., Wang, D. D., Ding, L., Cui, H. Y., Jin, H., Yang, X. Y., Yang, J. S., & Qin, B. (2015). Mechanism of artemisinin phytotoxic action: Induction of reactive oxygen species and cell death in lettuce seedlings. *Plant Physiology and Biochemistry, 88*, 53–59. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2015.01.010

Zou, J. N., Jin, X. J., Zhang, Y. X., Ren, C. Y., Zhang, M. C., & Wang, M. X. (2019). Effects of melatonin on photosynthesis and soybean seed growth during grain filling under drought stress. *Photosynthetica, 57*(2), 512–520. https://doi.org/10.32615/ps.2019.066