Gonbad Kavous University

Journal of New Approaches in Water Engineering and Environment

Online ISSN: 2981-0280

Homepage: https://nawee.gonbad.ac.ir

Evaluating the effect of allelopathic stress of *Silybum marianum* Gaertn (L.) and *Malva sylvestris* L. on the cress (*Lepidium sativum* L.) sensitive to allelochemicals in order to reduce environmental pollution

Ebrahim Gholamalipour Alamdari[1*], Meisam Habibi[2], Hematollah Pirdashti[3], Maral Babayani[4], Shirin Shoja[5]

[1]Associate Professor, Plant Production Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Golestan province, Iran.
[2]Asistant Professor, Biology Department, Faculty of Basic Sciences and Engineering, Gonbad Kavous University, Golestan province, Iran.
[3]Professor, Department of Agronomy, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Mazandran province, Iran.
[4]MSc. student in Horticulture, Department of Horticulture, Faculty of Agricultural Engineering, Sharood University of Technology, Semnan Province, Iran
[5]MSc. student in Biology, [2]Department of Biology, Faculty of Sciences and Engineering, Gonbad Kavous University, Golestan province, Iran.

Article Info

Article type: Research Article

Received 21 March 2024

Received in revised form 22 June 2024

Accepted 31 july 2024

Published online 15 Aguset 2024

Keywords: Aqueous extract, Different concentrations, Germination characteristics, Inhibition potential, Leaf organ, Radicle dry weight.

ABSTRACT

Objective: Experiments were conducted to study the response of cress (*Lepidium sativum*) which is a sensitive plant to allelochemical compounds sensitive to aqueous extract obtained from the different organs of important weeds such as *Silybum marianum* and *Malva sylvestris*.

Methods: The experiment for each plant was performed as a factorial based on the completely randomized design with three replications in 2023. The first factor was the different organs in three levels: root, stem, and leaf of weeds. The second factor was the various concentrations of the extracts obtained from each organ at 5 levels (0 (control), 25, 50, 75, and 100%). To extract samples, after collecting and drying them, the first 5 gr of the plant powder of each organ (weight) was extracted separately with 100 ml of distilled water as solvent (volume). Then different concentrations were prepared from the extract obtained from the stock (base solution).

Results: The results showed that the percentage and rate of germination, length of radicle and, plumule, length of seedling, the ratio of radicle to plumule, seed length vigor index, dry weight of radicle and, plumule, seedling dry weight and seed weight vigor index of cress were influenced by aqueous extract of the *Silybum marianum* organs, different concentrations and the interaction effect of them. Among the different organs, the aqueous extract of the leaf had the highest inhibitory effect on the germination characteristics of the cress in such a way that the difference in the effect of different concentrations of organs was dependent on their concentration threshold. The findings showed that the effect of the aqueous extract of the different organs of Malva sylvestris weed on the germination characteristics of cress was similar to that of *Silybum marianum*, except that the aqueous extract of *Malva sylvestris* leaf in different concentrations had a higher inhibitory potential on the germination characteristics and seedling growth of cress compared to other organs and even *Silybum marianum* weed.

Conclusions: Therefore, the use of the huge biomass of both studied weeds, especially the leaves of *Malva sylvestris*, can be a considerable option in producing biological herbicides to reduce the spread of weeds and water and soil pollution.

* Corresponding author, E-mail: E. Gholamalipour Alamdari (eg.alamdari@gonbad.ac.ir).

Cite this article: Gholamalipour Alamdari, E., Habibi, M., Pirdashti, H., Babayani, M., & Shoja, Sh. (2024). Evaluating the effect of allelopathic stress of Silybum marianum Gaertn (L.) and *Malva sylvestris* L. on the cress *(Lepidium sativum L.)* sensitive to allelochemicals in order to reduce environmental pollution, *Journal of NewApproaches in Water Engineering and Environment*,. http//doi.org/

© The Author(s).

Publisher: Gonbad Kavous University.

DOI: http//doi.org/10.22034/nawee.2024.454649.1073

رویکردهای نوین در مهندسی آب و محیط زیست
شاپا الکترونیکی: ۰۲۸۰-۲۹۸۱
Homepage: https://nawee.gonbad.ac.ir

ارزیـــابی اثر تنش آللوپاتیـک علـفهـای هرز مارتیغال (*Silybum marianum* Gaertn (L.)) و پنیرک (*Malva sylvestris* L.) بر گیـاه حساس به آللوکمیکال شاهی (*Lepidium sativum* L.) در جهت کاهش آلودگی محیط زیست

ابراهیم غلامعلی‌پور علمداری[۱،*]، میثم حبیبی[۲]، همت‌الله پیردشتی[۳]، مارال بابایانی[۴]، شیرین شجاع[۵]

[۱] دانشیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، استان گلستان، ایران.
[۲] استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه و فنی مهندسی، دانشگاه گنبدکاووس، استان گلستان، ایران.
[۳] استاد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، استان مازندران، ایران.
[۴] دانشجوی گروه باغبانی، دانشکده مهندسی کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، استان سمنان، ایران.
[۵] دانشجوی گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه و فنی مهندسی، دانشگاه گنبدکاووس، استان گلستان، ایران.

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی
تاریخ دریافت:
۱۴۰۳/۰۱/۲
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۳/۰۴/۲
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۳/۰۵/۱۰
تاریخ انتشار:
۱۴۰۳/۵/۲۵
کلیدواژه‌ها:
اندام برگ، پتانسیل بازدارندگی، خصوصیات جوانه‌زنی، عصاره آبی،

چکیده

هدف: آزمایش‌هایی به‌منظور بررسی پاسخ گیاه حساس به آللوکمیکال شاهی به عصاره آبی حاصل از اندام‌های مختلف علف‌های هرز مهم نظیر مارتیغال (*Silybum marianum*) و پنیرک (*Malva sylvestris*) انجام شد.

مواد وروش‌ها: آزمایش مربوط به هر گیاه به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در سال ۱۴۰۲ به اجرا درآمد. اندام‌های مختلف علف‌های هرز در سه سطح ریشه، ساقه و برگ به عنوان فاکتور اول و غلظت‌های مختلف عصاره حاصل از هر یک از اندام‌ها در ۵ سطح (۰ (شاهد) ، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰درصد) فاکتور دوم بود. برای عصاره‌گیری نمونه‌ها، پس از جمع‌آوری و خشک نمودن آن‌ها، ابتدا ۵ گرم از پودر هر یک از اندام‌های گیاه (وزنی) با ۱۰۰ میلی‌لیتر حلال آب مقطر (حجمی) به‌طور جداگانه عصاره‌گیری شد. سپس از عصاره به‌دست‌آمده از استاک (محلول پایه)، غلظت‌های مختلف تهیه شد.

نتایج: نتایج نشان داد که درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، ساقه‌چه، طول گیاهچه، نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه، شاخص طولی بنیه بذر، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه و شاخص وزنی بنیه بذر شاهی تحت تاثیر عصاره آبی اندام‌ها و غلظت‌های مختلف علف‌هرز مارتیغال و اثر متقابل آن‌ها قرار گرفتند. در بین اندام‌ها، عصاره آبی برگ از بیشترین ظرفیت بازدارندگی بر خصوصیات جوانه‌زنی شاهی برخوردار بود، به‌طوری که تفاوت در تاثیر غلظت‌های مختلف اندام‌ها وابسته به حد آستانه غلظت آن‌ها بود. نتایج در مورد اثر عصاره آبی اندام‌های مختلف علف‌هرز پنیرک بر خصوصیات جوانه‌زنی شاهی نیز مشابه علف‌هرز مارتیغال بود، با این تفاوت که عصاره آبی برگ علف‌هرز پنیرک در غلظت‌های مختلف دارای ظرفیت دگرآسیبی بیشتری بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای شاهی در مقایسه با سایر اندام‌ها و حتی علف‌هرز مارتیغال بود.

نتیجه‌گیری: بنابراین استفاده از زیست‌توده بالای هر دو علف‌هرز مورد بررسی به‌ویژه اندام برگ علف‌هرز پنیرک می‌تواند گزینه‌ای قابل تامل در تولید علفکش‌های زیستی برای کاهش گسترش علف‌های هرز و آلودگی آب و خاک باشد.

نویسنده مسئول مکاتبات: ابراهیم غلامعلی‌پور علمداری (eg.alamdari@gonbad.ac.ir)

استناد: غلامعلی‌پور علمداری، ابراهیم؛ حبیبی، میثم؛ پیردشتی، همت الله؛ بابایانی، مارال و شجاع، شیرین.(۱۴۰۳). ارزیـــابی اثر تنش آللوپاتیـک علـفهـای هرز مارتیغال marianum Silybum (Gaertn (L.)) و پنیرک (Malva sylvestris L.) بر گیـاه حساس به آللوکمیکال شاهی *(Lepidium sativum L.)* در جهت کاهش آلودگی محیط زیست، *رویکردهای نوین در مهندسی آب و محیط زیست*، http//doi.org/10.22034/nawee.2024.454649.1073

ناشر: دانشگاه گنبد کاووس.

© نویسندگان

مقدمه

علف‌های هرز یکی از جدی‌ترین مشکلات در تولیدات کشاورزی به شمار می‌آیند. خسارت‌های ایجادشده به‌وسیله علف‌های هرز در جهان مدرن در کمترین میزان، ۱۵ درصد در سال است و در بعضی مناطق مانند ساحل خشک در آفریقا، حتی می‌تواند ۵۰ تا ۶۰ درصد در مناطق تحت کشت غلات باشد (هگب[1] و همکاران، ۲۰۰۸). معمولاً استفاده از سموم علفکش، تأثیرات مخربی مانند افزایش هزینه تولید، خطرات زیست‌محیطی، تهدید سلامتی بشر، مقاومت علف‌های هرز و غیره را سبب می‌شود (رضوانی و دادخواه[2]، ۲۰۲۳). برای جلوگیری از گسترش مقاومت علف‌های هرز و همچنین کاهش مشکلات زیست‌محیطی ایجادشده در اثر مصرف علفکش‌ها و نیز کم‌کردن هزینه‌های تولید، باید از راهکارهای جایگزین مانند استفاده از روش‌های بیولوژیکی و زراعی در کنار روش‌های شیمیایی استفاده کرد. یکی از این روش‌های بیولوژیک، استفاده از خاصیت دگرآسیبی (آللوپاتی) گیاهان علیه علف‌های هرز است (مددی[3] و همکاران، ۲۰۲۱). در حقیقت استفاده از ویژگی دگرآسیب گیاهان می‌تواند نقش مهمی در مدیریت و کنترل علف‌های هرز ایفا کند (نقدی بادی[4] و همکاران، ۲۰۱۰). گیاهان دارای خاصیت دگرآسیبی شامل گیاهان زراعی و یا حتی علف‌های هرز قادرند از طریق تولید متابولیت‌های ثانویه، بر جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز تأثیر منفی داشته باشند و باعث کاهش تراکم و رشد آن‌ها شوند؛ لذا استفاده از این گیاهان و یا بقایای آن‌ها می‌تواند موجب کاهش مصرف علفکش‌ها در مزارع شود (پیزادا[5] و همکاران، ۲۰۱۶؛ عطایی[6] و همکاران، ۲۰۲۲). معمولاً ترکیباتی که سبب اثرات آللوپاتیک در گیاهان می‌شوند، آللوکمیکال‌ها[7] نامیده می‌شوند. این ترکیبات در همه بافت‌های گیاهی از جمله برگ‌ها، ساقه‌ها، ریشه‌ها، ریزوم‌ها، گل‌ها، میوه‌ها و دانه‌های گیاهان وجود دارند (پیزاد[8] و همکاران، ۲۰۱۲). امروزه متابولیت‌های ثانویه به چهار گروه ترکیبات فنولی، آلکالوئیدها، اسانس‌ها و یا روغن‌های ضروری و گلیکوزیدها تقسیم‌بندی می‌شوند. یکی از روش‌های انتشار مواد آللوپاتیک، خروج این ترکیبات از طریق ریشه گیاه باشد. بر اساس مطالعات انجام‌شده، در پیرامون گیاه هدف (علف‌هرز) به‌دلیل بسیاری از عوامل، نظیر موانع زنده و غیرزنده، واکنش‌های شیمیایی و تبادلات یونی در خاک در حدی نیست که برای گیاه هدف بازدارندگی معنی‌داری ایجاد کند. به نظر می‌رسد فنولیک‌اسیدها در مقادیر کم تنها قادرند خصوصیات مورفولوژیکی گیاه را تحت تأثیر قرار دهند. براین‌اساس برای ایجاد بازدارندگی بر صفات فیزیولوژیکی نیاز به غلظت‌های بیشتری از این مواد است و یا حداقل بازدارندگی توسط برخی دیگر از متابولیت‌های ثانویه ایجاد می‌شود (ایندجیت[9]، ۲۰۰۱). برآوردهای انجام‌شده نشان می‌دهد حدود ۱/۴ میلیون ترکیب گیاهی دارای خاصیت دگرآسیبی هستند که فقط ۳ درصد آن‌ها بررسی شده‌اند (امینی[10] و همکاران، ۲۰۱۴). در این رابطه، جعفری و عبداللهی[11] (۲۰۱۴) (۲۰۱۴) با بررسی تاثیر بازدارندگی اندام‌های مختلف علف‌های هرز پنیرک، تاج خروس، سلمه‌تره، خرفه و پنجه‌کلاغی مصری در غلظت‌های مختلف عصاره آبی (۰، ۱، ۲، ۴، ۸ و ۱۰ میلی‌لیتر) و بقایای گیاهی (۰، ۱، ۲، ۴، ۸ و ۱۶ گرم) بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه پیاز در دو شرایط آزمایشگاهی و

[1] Hegab
[2] Rezvani and Dadkhah
[3] Madadi
[4] Naqdi Badi
[5] Peerzada
[6] Ataei
[7] Allelochemicals
[8] Pirzad
[9] Inderjit
[10] Amini
[11] Jafari and Abodollahi

گلخانه‌ای، تاثیر معنی‌دار نوع علف‌هرز، اندام و حجم عصاره حاصل از آن‌ها را بر خصوصیات فوق گزارش نمودند. بر اساس نتایج به‌دست آمده، علف‌های هرز تاج‌خروس و پنجه‌کلاغی از بیشترین اثر بازدارندگی بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر و رویش گیاهچه (درصد رویش، ارتفاع گیاهچه، برگ، وزن خشک گیاهچه، محتوی رنگیزه‌های کلروفیل a، b و کل پیاز در مقایسه با علف‌های هرز پنیرک، سلمه‌تره و خرفه برخوردار بودند. عطایی[1] و همکاران (۲۰۲۲) با ارزیابی پتانسیل آللوپاتیک عصاره آبی اندام‌های ریشه، ساقه، برگ و گل علف‌هرز شاتره بر مؤلفه‌های مورفوفیزیولوژیکی گیاهچه چچم در شرایط کشت هیدروپونیک گزارش نمودند که عصاره آبی اندام‌های مختلف شاتره اثر بازدارندگی معنی‌داری بر صفات رشد، طول ریشه و وزن خشک گیاهچه، محتوای رنگیزه‌های کلروفیل b، کل و کاروتنوئیدهای چچم داشتند. در اکثر موارد، بیشترین اثر بازدارندگی مربوط به عصاره اندام‌های برگ و گل بود. مامنال اسلام[2] و همکاران (۲۰۱۹) نیز با بررسی پتانسیل آللوپاتیک عصاره آبی اندام‌های مختلف (برگ، پوست، ساقه، ریشه) سه گونه گیاهی روغنی *Ricinus communis*، *Jatropha curcus* و *Aphanamixis polystachy* بر رشد گیاهچه‌های جوت، برنج، گندم، تربچه، گوجه فرنگی، ماش و خردل گزارش نمودند که پتانسیل ترکیبات آللوپاتیک در برگ‌ها و ریشه‌ی گیاهان فوق بیشتر از سایر قسمت‌های گیاه بود. همچنین بیان شد که عصاره گیاه *Jatropha curcus*، پتانسیل آللوپاتیک بالاتری نسبت به دو گیاه دیگر دارد. در مطالعه دیگر، عباسوند[3] (۲۰۲۰) با ارزیابی خاصیت عصاره گیاه قیچ بر روی صفات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه علف‌هرز سس کاهش خصوصیت جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای این گیاه را گزارش نمود. رضوانی و دادخواه[4] (۲۰۲۳) (۲۰۲۳) با ارزیابی خاصیت دگرآسیبی گیاه دارویی اسپند بر مولفه‌های جوانه‌زنی علف‌هرز تاج‌خروس و سلمه‌تره گزارش نمودند که با افزایش غلظت عصاره‌های آبی در ریشه و اندام هوایی اسپند، درصد جوانه‌زنی، میانگین مدت جوانه‌زنی و سرعت جوانه‌زنی علف‌های هرز مورد بررسی کاهش یافت. مطابق یافته‌ها، خصوصیات جوانه‌زنی علف‌هرز تاج خروس بیشتر تحت تاثیر ترکیبات دگرآسیب اسپند نسبت به سلمه‌تره قرار گرفت. نتایج به‌دست‌آمده توسط دیگر محققان در مورد تأثیر مواد دگرآسیب از جمله فنولیک اسیدها بر خصوصیاتی نظیر درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر و خشک گیاهچه، قدرت بذر برخی از گیاهان نشان‌دهنده اثرات بازدارنده این ترکیبات است. بازدارندگی و یا تأخیر در جوانه‌زنی و رشد ریشه‌چه توسط این ترکیبات در بسیاری از گونه‌ها مثل سورگوم، گندم، آفتابگردان و چاودار گزارش شده است (بای[5] و همکاران، ۲۰۰۳). بهداد[6] و همکاران (۲۰۱۵) نیز گزارش نمودند که کاربرد ترکیبات آللوپاتیک درمنه (*Artemisia khorassanica*) موجب مهار یا کاهش جوانه‌زنی، سطح برگ، کاهش تولید ماده خشک، محتوای رنگیزه‌ها، کربوهیدرات‌ها و پروتئین‌ها دم روباهی (*Bromus kopetdaghensis*) می‌گردند. همچنین در آزمایشی گزارش شده است که با افزایش غلظت ترکیبات دگرآسیب برخی از ترکیبات روغن‌های ضروری نظیر geraniol، carvacrol، citronellol و thymol ، درصد جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌های گندم کاهش یافت (تیتنه ککلی[7] و همکاران، ۲۰۲۲). به‌طورکلی ترشح ترکیبات آللوپاتیک از یک گیاه سبب تغییر خصوصیات خاک، بروز تنش اکسیداتیو، تغییر در ترکیب لیگنین موجود در دیواره سلولی، اختلال در رشد گیاهان مجاور از طریق اختلال در جذب آب و عناصر غذایی توسط ریشه‌ها، اختلال در تقسیمات و رشد طولی سلول‌ها، بازدارندگی

[1] Ataei
[2] Mominul Islam
[3] Abbasvand
[4] Rezvani and Dadkhah
[5] Bai
[6] Behdad
[7] Tutenocakli

تنفس و فتوسنتز و غیره در گیاهان مجاور می‌گردد (اشرف[1] و همکاران، ۲۰۱۷). مارتیغال با نام علمی *Silybum marianum* (L.) Gaertn از خانواده گل ستارگان (Asteraceae) است. گیاهی است، علفی، یکساله و در برخی نقاط دوساله است. علف‌هرز پنیرک (*Malva sylvestris* L.)، گیاهی یکساله، دوساله یا به‌ندرت چندساله از خانواده پنیرکان (Malvaceae) است. منشأ این گیاه آسیای میانه است که تقریباً در تمام دنیا از جمله ایران رویش دارد (عماد[2] و همکاران، ۲۰۱۲). پنیرک و مارتیغال (خارمریم) از گیاهان هرز- دارو، مهم و بومی مزارع ایران نظیر مناطق گنبدکاووس، بین گرگان، نوده کلاردشت، دره هراز، دشت مغان، پشت کوه، ملاثانی اهواز، شوش، حمیدیه، رامهرمز، ایذه و کازرون است (فلاح حسینی[3] و همکاران، ۲۰۰۴). معمولاً این علف‌های هرز از زیست‌توده فراوان و قابلیت دسترسی آسانی برخوردارند که حاوی طیف وسیعی از متابولیت‌های ثانویه نظیر فنول‌ها، فلاونوئیدها، ساپونین‌ها، آلکالوئیدها و غیره هستند. امروزه تحقیقات زیادی در مورد خصوصیات گیاه‌شناسی، بیولوژیکی و اکولوژیکی علف‌های هرز از جمله دو علف‌هرز فوق انجام شده است؛ اما تحقیقات درباره استفاده از خاصیت دگرآسیبی و بیولوژیکی (آللوپاتی) آن‌ها اندک است؛ لذا استفاده از روش‌های غیرشیمیایی قابل قبول و توسعه علفکش‌ها با منشأ زیستی (با سرعت تجزیه‌پذیری و ایمنی بالا) در رابطه با کنترل علف‌های هرز نظیر خاصیت دگرآسیبی گیاهان برای جلوگیری از آلودگی منابع آب و خاک، شکل‌گیری بیوتیپ‌های مقاوم علف‌های هرز، امری ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین هدف از این تحقیق، بررسی اثر عصاره آبی اندام‌های مختلف دو علف‌هرز غالب مارتیغال و پنیرک در غلظت‌های مختلف بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای گیاه محک و حساس به آللوکمیکال شاهی (ماسیس[4]، ۱۹۹۵) بود.

مواد و روش‌ها

موقعیت جغرافیایی محل جمع‌آوری و شناسایی و آماده‌سازی نمونه گیاهی

در این آزمایش، علف‌های هرز مارتیغال و پنیرک در مرحله رویشی در مزارع دانشگاه گنبدکاووس با طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ۱۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۶ دقیقه شمالی، ارتفاع ۴۵ متر از سطح دریا و بارندگی سالانه به میزان ۳۱۹/۷ میلی‌متر در زمستان سال ۱۴۰۲ جمع‌آوری شد. در ابتدا نمونه‌های گیاهی با کمک فلور رنگی ایران (قهرمان[5]، ۱۹۹۶) و کارشناس خبره سیستماتیک دانشگاه گنبدکاووس مورد شناسایی دقیق گونه‌ای قرار گرفت؛ سپس نمونه‌های گیاهی به مدت یک دقیقه با آب مقطر (برای برداشتن گردوغبار) شسته شدند. در ادامه، نمونه‌ها به تفکیک اندام‌های ریشه، ساقه و برگ جدا گردید. پس از آن، نمونه‌های هر یک از اندام‌ها در ابتدا در نور غیرمستقیم نیمه‌پژمرده و سپس با کمک آون در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت (۱۰ درصد بر وزن پایه تر (کسرس[6]، ۲۰۰۰))، خشک شدند. در پایان، نمونه‌های خشک‌شده توسط آسیاب برقی خرد و سپس از مش ۸ (تعداد مربع در یک اینچ) عبور داده شدند. نمونه‌های خشک‌شده در کیسه‌های پلاستیکی تا قبل از استفاده نگه‌داری شدند.

[1] Ashraf
[2] Emad
[3] Fallah-Hosseini
[4] Macias
[5] Ghareman
[6] Caceres

روش تهیه عصاره و معرفی تیمارها و تکرارهای مورد آزمایش

برای استخراج عصاره اندام‌های مختلف علف‌های هرز مارتیغال و پنیرک، ابتدا ۵ گرم از پودر هر یک از اندام‌های گیاه (وزنی) با ۱۰۰ میلی‌لیتر حلال آب مقطر (حجمی) به‌طور جداگانه عصاره‌گیری شد. شایان ذکر است از آب مقطر ولرم برای پس‌دهی عصاره بیشتر استفاده شد. سپس مخلوط حاصل به مدت ۲۴ ساعت در یخچال نگهداری و به‌دنبال آن به مدت ۴ ساعت در دستگاه لرزاننده قرار داده شد. در پایان، عصاره‌های حاصل از هر یک از اندام‌ها از پارچه تنزیب چهار لایه و کاغذ صافی عبور داده شدند و سپس از عصاره به‌دست آمده از استاک (محلول پایه)، غلظت‌های مختلف تهیه شد.

آزمایش‌های زیست‌سنجی

پژوهش حاضر به‌صورت دو آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴۵ تیمار در ۳ تکرار در آزمایشگاه علوم علف‌های هرز و گیاه‌شناسی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبدکاووس انجام شد. فاکتور اول شامل نوع اندام مورد بررسی در سه سطح ریشه، ساقه و برگ هر یک از علف‌های هرز مارتیغال و پنیرک و فاکتور دوم شامل غلظت‌های مختلف عصاره آبی در ۵ سطح ۰ (شاهد)، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد بود. ۵ میلی‌لیتر از عصاره هر غلظت اندام مورد بررسی علف‌های هرز بر ۲۵ عدد بذر شاهی ضدعفونی با هیپو کلرید سدیم یک دهم درصد در پتری‌دیش‌های حاوی کاغذ صافی به تفکیک قرار داده شد. پتری‌های کشت‌شده در شرایط اتاقک رشد با طول دوره روشنایی ۱۶ ساعت و تاریکی ۸ ساعت، نور ۱۴۰۰۰ لوکس، رطوبت ۷۵ درصد و دمای ۳ ± ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. تعداد بذرهای جوانه‌زده از روز دوم تا هشتم (ثابت شدن جوانه‌زنی) ثبت گردید. ملاک جوانه‌زنی، ظهور جزئی جوانه‌ها با اندازه ۳ میلی‌متر بود (غلامی و امینی دهقی[1]، ۲۰۲۲). در پایان، برخی از خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای شاهی به‌شرح ذیل برآورد گردید.

درصد جوانه‌زنی[2] (هاردگری و ون وکتر[3]، ۲۰۰۰) و سرعت جوانه‌زنی[4] (خندکار و بردبیر[5]، ۱۹۸۳)، به‌ترتیب از رابطه ۱ و ۲ اندازه‌گیری شد.

$$GP = \sum_{i=1}^{n} \frac{ni}{N} \times 100$$ رابطه (۱)

که در آن، GP: درصد جوانه‌زنی، n_i: تعداد بذر جوانه‌زده در روز i ام، N: تعداد کل بذرها است.

$$GR = \sum_{i=1}^{n} \frac{n}{t}$$ رابطه (۲)

که در آن، n تعداد بذرهای جوانه‌زده در زمان t و t تعداد روزها از زمان شروع آزمون است.

هم‌چنین طول ریشه‌چه و طول ساقه‌چه با خطکش میلی‌متری مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

ضریب آلومتریک با استفاده از رابطه ذیل محاسبه شد.

$$\text{Allometric coefficient} = \frac{RL}{SL}$$ رابطه (۳)

[1] Gholami and Amini Dehagi
[2] Germination percentage
[3] Hardgree and Van Vactor
[4] Germination rate
[5] Khandakar and Bradbeer

RL: طول ریشه‌چه، SL: طول ساقه‌چه برحسب سانتی‌متر

وزن خشک ریشه‌چه و وزن خشک ساقه‌چه نیز با ترازوی دیجیتال با دقت یک‌صدم مورد اندازه‌گیری و برحسب میلی‌گرم در بوته گزارش گردید.

شاخص طولی و یا وزنی بنیه بذر با استفاده از روابط ذیل محاسبه گردید (عبدالباکی و اندسن[1]، ۱۹۷۳).

رابطه (۴) شاخص طولی و یا وزنی بنیهٔ بذر = درصد جوانه‌زنی نهایی × طول گیاهچه/ ۱۰۰

رابطه (۵) شاخص وزنی بنیهٔ بذر = درصد جوانه‌زنی نهایی × وزن گیاهچه/ ۱۰۰

محاسبه درصد تحریک کنندگی و یا بازدارندگی با استفاده از رابطه ذیل برآورد شد (امی[2] و همکاران، ۲۰۰۸).

رابطه (۶) $I = [(R2 - R1)/ R1] \times 100$

که در آن، I: درصد بازدارندگی و یا تحریک کنندگی، R_1: پاسخ گیاه کنترل و R_2: پاسخ گیاه تیمار شده است.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

ابتدا نرمال‌سنجی داده‌ها توسط نرم‌افزار Minitab با نسخه ۱۴ ارزیابی شد و داده‌های غیرنرمال با استفاده از تبدیلات داده‌ها با توجه به برقراری شروط تجزیه واریانس، نرمال گردید (سلطانی و ترابی[3]، ۲۰۱۴). سپس تجزیه واریانس داده‌ها، با استفاده از نرم‌افزار SAS با نسخه ۹/۳ انجام شد؛ همچنین مقایسه میانگین داده‌ها نیز با کمک آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار حفاظت شده (در جایی‌که آماره F معنی‌دار بود) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج اثر عصاره آبی اندام‌های مختلف علف‌هرز مارتیغال در غلظت‌های مختلف بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای گیاه محک و حساس به آللوکمیکال شاهی

بر اساس نتایج، اثر اصلی اندام‌های مختلف مارتیغال، غلظت‌های مختلف و اثر متقابل آن‌ها بر خصوصیات جوانه‌زنی نظیر درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، ضریب آلومتریک، شاخص طولی بنیه بذر، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن خشک گیاهچه و شاخص وزنی گیاهچه‌های گیاه محک و حساس به آللوکمیکال شاهی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

[1] Abdul-Baki and Anderson
[2] Amoo
[3] Soltani and Torabi

درصد جوانه‌زنی

مقایسه میانگین برهمکنش متقابل عصاره آبی اندام‌های مارتیغال در غلظت‌های مختلف نشان داد که اندام‌های مختلف پتانسیل دگرآسیبی متفاوتی بر صفت درصد جوانه‌زنی شاهی نشان دادند. همان‌طورکه در جدول ۲ ملاحظه می‌شود، با افزایش غلظت عصاره آبی اندام‌های ریشه، ساقه و برگ مارتیغال، درصد جوانه‌زنی کاهش نشان داد. در بین اندام‌ها، برگ از بیشترین پتانسیل بازدارندگی معنی‌دار در همه غلظت‌ها برخوردار بود. به‌طورکلی بیشترین اثر کاهشی معنی‌دار مربوط به غلظت کامل (۱۰۰ درصد) عصاره آبی اندام برگ معادل ۸۲/۶۷ درصد بود. با توجه به این که برگ مهمترین جایگاه برای بیوسنتز ترکیبات متنوع از جمله ترکیبات فتوسنتزی و ترکیبات فرعی حاصل از آن‌ها (ثانویه) است؛ لذا تجمع بیشتر ترکیبات ثانویه دور از انتظار نیست. این نتیجه مطابق با نتایج سیمارا[1] و همکاران (۲۰۲۲) است. این محققان گزارش نمودند که نتایج جمع‌آوری‌شده از مقالات تحقیقاتی مختلف نشان می‌دهد که غلظت فنول از ۱۱۶۰ تا ۸۱۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم روغن دانه مارتیغال متغیر است. عده‌ای از محققان گزارش نموده‌اند آللوکمیکال‌هایی که از برگ‌ها، ساقه‌ها، ریشه‌ها، میوه و بذرهای برخی از گیاهان آزاد می‌شوند، باعث تحریک و یا ممانعت از رشد سایر گیاهان می‌شوند (غلامعلی‌پور علمداری[2] و همکاران، ۲۰۲۴؛ رومانی[3] و همکاران، ۲۰۲۰).

سرعت جوانه‌زنی

روند تغییرات برهمکنش عصاره آبی اندام‌های علف‌هرز مارتیغال در غلظت‌های مختلف بر سرعت جوانه‌زنی شاهی نشان داد که غلظت‌های ۲۵ و ۵۰ درصد عصاره آبی هر یک از اندام‌ها بر این صفت یکسان و غیرمعنی‌دار بود. این تغییرات در مقایسه با امکان بازدارندگی غلظت‌های ۷۵ و ۱۰۰ درصد کاملاً متفاوت بود؛ به‌طوری‌که هر یک از اندام‌های ریشه، ساقه و برگ با افزایش غلظت تاثیر بازدارندگی بر این صفت نشان دادند. مطابق یافته‌ها، بیشترین این تاثیر مربوط به اندام برگ بود (جدول ۲). تاخیر یا ممانعت از جوانه‌زنی بذر را می‌توان به اثرات اولیه آللوکمیکال‌ها بر فرآیندهای مختلف سلولی نظیر تقسیمات سلولی، ممانعت از عمل هورمون‌ها، آنزیم‌ها، تنفس سلولی و غیره نسبت داد؛ بنابراین کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی بذر شاهی احتمالاً به‌دلیل وجود ماده موثر سیلی مارین و به‌طور معمول مهم‌ترین ماده زیستی و فعال آن سیلی بین است (یزدانی بیوکی[4] و همکاران، ۲۰۱۰؛ قوامی[5] و همکاران، ۲۰۱۲؛ کچی[6] و همکاران، ۱۹۹۹). سیلی مارین حاوی گروهی از ترکیبات فلاونوئیدی است که در آب غیر محلول و در الکل محلول هستند (کچی و همکاران، ۱۹۹۹؛ حسنلو[7] و همکاران، ۲۰۰۷) که از نظر شیمیایی متعلق به گروه فنول‌ها هستند. ترکیبات فنولی یکی از مهمترین آللوکمیکال‌های گیاهی در اکوسیستم‌ها هستند. نوع و میزان تولید ترکیبات فنولی به نوع گونه، اندام گیاهی و شدت

[1] Sumara
[2] Gholamalipour Alamdari
[3] Roumani
[4] Yazdani Biuki
[5] Qavami
[6] Cacho
[7] Hasanloo

تنش وابسته است (پرباکرن و ماهراج[1]، ۲۰۱۳). اینهلگ[2] و همکاران (۲۰۰۴) و زنگ[3] و همکاران (۲۰۰۸) گزارش نمودند که ساختار حلقه‌ای فلاونوئیدها به‌گونه‌ای است که به‌آسانی تشکیل یک رادیکال آزاد پایدار را داده و می‌تواند به راحتی منجر به تشکیل دیمرها، الیگومرها و تان‌های تغلیظ شده گردد. در مطالعه‌ای، آللوکمیکال‌هایی نظیر آلکالوییدها، فلاونوییدها، تانن‌ها و گلیکوزیدها به عنوان ترکیبات بازدارنده جوانه‌زنی و رشد گیاهان معرفی شده‌اند (تمراز و ال-تنتوی[4]، ۲۰۰۸). یانگ[5] و همکاران (۲۰۰۲) گزارش نمودند که ترکیبات فنولی که در پسماند گندم وجود دارد، باعث کاهش تنفس میتوکندریایی و کاهش تولید ATP، تغییر نفوذپذیری غشاء و جلوگیری از انتقال انرژی لازم برای فرآیندهای ضروری رشد و در نتیجه باعث کاهش رشد و تجمع ماده در گیاه می‌شود. ال- واتبن و سلامه[6] (۲۰۱۲) گزارش نمودند که فلاونوئیدها به‌عنوان یک ترکیب فنلی موجب اختلال در متابولیسم هورمون گیاهی اکسین، سنتز پروتئین و جذب یون به‌وسیله گیاه می‌شوند و به این ترتیب رشد ریشه را تحت تاثیر قرار می‌دهند.

طول ریشه‌چه

رونـد تغییـرات طول ریشه‌چه شاهی در پاسخ به تنش آللوپاتیک ناشی از عصاره آبی اندام‌های علف‌هرز مارتیغال در غلظت‌های مختلف نشان داد که اثر دگرآسیبی (کاهشی) غلظت ۲۵ درصد اندام برگ بر این صفت کمتر از دو اندام ریشه و ساقه در غلظت مشابه بود. در مقابل اندام برگ در غلظت بیش از ۲۵ درصد، دارای پتانسیل بازدارندگی بیشتری بر طول ریشه‌چه بود. به هر حال، بیشترین بازدارندگی مربوط به غلظت ۱۰۰ درصد به میزان ۸۸/۶۵ درصد بود (جدول ۲). کاهش طول ریشه‌چه شاهی می‌تواند به واسطه تنش اکسیداتیو ناشی از ترکیبات ثانویه باشد. بر طبق گزارشات، وقتی ترکیبات ثانویه در محیط پیرامون ریشه قرار می‌گیرند، با ایجاد پراکسید هیدروژن به ریشه گیاه، تنش اکسیداتیو وارد نموده و با ایجاد اختلال در جذب آب و مواد معدنی، کاهش توانایی انتقال مواد و اختلال در توازن هورمونی، ریشه گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهند (کریستینا[7] و همکاران، ۲۰۱۵؛ کازملسکییو[8] و همکاران، ۲۰۱۴). در مطالعه‌ای، خلیلی محله[9] و همکاران (۲۰۱۴) نیز گزارش نمودند که کاهش طول ریشه‌چه ممکن است به‌دلیل تحت تاثیر قرار گرفتن طویل شدن سلول‌ها از طریق ممانعت از عمل جیبرلین و ایندول اسید استیک به‌وسیله عوامل آللوپاتیک باشد. مکانیزمی که سبب کاهش جوانه‌زنی بذر در اثر مواد آللوپاتیک می‌شود، احتمالاً مربوط به کاهش فعالیت آنزیم‌هایی هم‌چون آلفا آمیلاز است، که در جوانه‌زنی بذر نقش دارند. در مطالعه دیگر گزارش شده است که مواد آللوپاتیک با کاهش فعالیت آنزیم‌های کاتالیزور کننده، اختلال در جذب یون‌های معدنی، کاهش تقسیمات میتوز در مریستم ریشه و تخریب رنگیزه‌های کلروفیلی، سبب کاهش میزان رشد گیاهچه‌ها می‌شوند (سلطانی‌پور[10] و همکاران، ۲۰۰۴).

[1] Prabhakaran and Maharaj
[2] Einhellig
[3] Zeng
[4] Temraz and El-tantawy
[5] Yang
[6] Al-Watban and Salama
[7] Christina
[8] Cosmulescu
[9] Khalili Mahalleh
[10] Soltanipour

طول ساقه‌چه

مقایسه میانگین اثر متقابل عصاره آبی اندام‌های علف‌هرز مارتیغال در غلظت‌های مختلف نشان داد که اندام‌ها اثر متفاوتی بر رشد طولی ساقه‌چه شاهی نشان دادند. در بین اندام‌ها، غلظت ۲۵ درصد ریشه و ساقه اثر افزایشی معنی‌داری بر طول ساقه‌چه به میزان ۱۵/۵۸ و ۱۰/۹۶ درصد را داشتند. در مقابل این صفت تحت تاثیر عصاره اندام برگ در غلظت مشابه به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. به‌طورکلی طول ساقه‌چه در غلظت بیش از ۲۵ درصد عصاره آبی اندام‌های مختلف پاسخ کاهشی غیر یکسانی نشان دادند. در بین اندام‌ها، برگ در غلظت کامل (۱۰۰ درصد) دارای پتانسیل دگرآسیبی بیشتری بر طول ساقه‌چه (۷۷/۲۳ درصد) بود (جدول ۲). با توجه به اثرات متفاوت می‌توان نتیجه‌گیری نمود که تفاوت در تاثیر غلظت‌های مختلف اندام‌های مارتیغال وابسته به حد آستانه غلظت آن‌ها است؛ این نتیجه مطابق نتایج وستن[1] (۱۹۹۶)، ماسیس[2] و همکاران (2007) و اسماعیل و چانگ[3] (۲۰۰۲) بود. این محققان گزارش نمودند که ترکیبات دگر آسیب در غلظت‌های کم ممکن است اثرات مثبت یا منفی بر گیاهان هدف داشته باشند اما، در غلظت‌های زیاد همیشه بازدارنده هستند. میشرا[4] (۲۰۱۵) گزارش نمود که تأثیرات شناخته شده آللوکمیکال‌ها شامل ناهنجاری‌های آناتومیکی، کاهش جذب، کاهش جوانه‌زنی، کاهش رشد جوانه و کلروزه شدن است. میزان بازدارندگی این مواد به غلظت عصاره آبی گیاه مورد آزمایش بستگی دارد. کاهش رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه تحت تأثیر عصاره‌های آللوپاتیک ممکن است به دلیل کاهش در تقسیم سلولی، کاهش در میزان اکسین القاءکننده رشد ریشه‌ها و دخالت در تنفس و فسفوریلاسیون اکسیداتیو باشد (برگاس و تالبرت[5]، ۲۰۰۰). ال- شورا و عبدالگواد[6] (۲۰۱۵) گزارش نمودند که مقدار بازدارندگی عصاره آبی ریشه و برگ خرفه (*Portuleca oleraceae*) بر کدوی تخمه کاغذی (*Cucurbita pepo*) وابسته به غلظت بود.

طول گیاهچه

مقایسه میانگین اثر متقابل عصاره آبی اندام‌ها در غلظت‌های مختلف علف‌هرز مارتیغال نشان داد که طول گیاهچه شاهی با افزایش غلظت عصاره آبی همه اندام‌های مورد استفاده ریشه، ساقه و برگ کاهش نشان داد. بیشترین درصد بازدارندگی بر طول گیاهچه شاهی مربوط به عصاره اندام برگ بود. میزان بازدارندگی در عصاره‌ها در اندام برگ بین ۴۱/۰۱ تا ۸۲/۲۱ درصد متغیر بود. نکته قبل توجه کاهش بیشتر میزان بازارندگی طول گیاهچه شاهی در غلظت ۷۵ و ۱۰۰ درصد عصاره آبی اندام ساقه مارتیغال نسبت به غلظت‌های مشابه در اندام ریشه بوده است (جدول ۲).

ضریب آلومتریک

نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه گیاه محک شاهی در پاسخ به تمام غلظت‌های مختلف عصاره آبی اندام‌های علف‌هرز مارتیغال در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش نشان داد. روند تغییرات ضریب آلومتریک گیاهچه‌ها در پاسخ به عصاره آبی غلظت‌های مختلف

[1] Weston
[2] Macias
[3] Ismail and Chong
[4] Mishra
[5] Burgos and Talbert
[6] El-Shora and Abd El-Gawad

ریشه و ساقه به‌صورت دندانه‌ای بود. به‌طوری‌که غلظت ۲۵ درصد ریشه دارای اثر بازدارندگی بیشتری (۶۰ درصد) نسبت به غلظت‌های ۵۰ و ۷۵ درصد آن‌ها بود. نکته قابل توجه کاهش بیشتر ضریب آلومتریک شاهی در غلظت ۱۰۰ درصد عصاره آبی اندام ریشه (۶۷/۵۰ درصد) در مقایسه با اندام ساقه و برگ بود؛ اگرچه اختلاف آن با کاربرد همان غلظت در اندام ساقه معنی‌دار نبود. به‌طورکلی در این مطالعه، طول ریشه‌چه بیشتر از طول ساقه‌چه تحت تاثیر ترکیبات دگرآسیب حاصل از اندام‌های مورد بررسی علف‌هرز مارتیغال قرار گرفت (جدول ۲). توالی دندانه‌ای نسب ریشه به ساقه می‌توان به اثر افزایشی غلظت ۲۵ درصد در اندام ریشه و ساقه مارتیغال و نحوه عمل آن‌ها با توجه به غلظت آن‌ها بر طول ساقه‌چه شاهی مرتبط دانست. با توجه به این که ریشه‌چه اولین اندامی است که در معرض ترکیبات دگرآسیب قرار می‌گیرد، بنابراین تاثیرپذیری بیشتر آن در مقایسه با طول ساقه‌چه دور از انتظار نیست. این امر همچنین می‌تواند به‌واسطه تغییر پتانسیل اسمزی بیشتر ریشه‌چه شاهی در معرض عصاره آللوپاتیک گیاه مارتیغال و یا تلفیقی از اثر فشار اسمزی و آللوپاتی (تجمع بیشتر مواد مواد دگرآسیب) باشد که منجر به تغییر و یا کاهش (اختلال) در جذب آب و مواد معدنی توسط ریشه‌ها می‌گردد. این مطلب نشان‌دهنده وابستگی پدیده آللوپاتی به غلظت ترکیبات آللوکمیکال‌ها است که با تغییر غلظت ترکیبات آللوپاتیک اثر بازدارندگی و یا تحریک‌کنندگی مشاهده گردید. در مطالعه‌ای، بوهمک و دال[1] (۱۹۸۴) گزارش نمودند که اثرات ممانعت کنندگی بیشتر بقایا و عصاره‌های گونه‌های مورد آزمایش بر ریشه جو در مقایسه با اندام‌های هوایی، می‌تواند بیانگر این حقیقت باشد که ریشه‌ها در تماس مستقیم با عصاره و عوامل ممانعت‌کننده هستند. قاسم[2] (۱۹۹۲) طی مطالعه بررسی اثر کاهشی تاج خروس (*Amaranthus* spp) بر طول ریشه‌چه گوجه فرنگی (*Lycopersicom esculentum*) گزارش نمود که احتمالاً طویل شدن سلول‌ها از طریق ممانعت از عمل جیبرلین و ایندول استیک اسید به‌وسیله عوامل آللوپاتی تحت تأثیر قرار گرفته است.

شاخص طولی بنیه بذر

شاخص طولی بنیه بذر شاهی در پاسخ به تمام عصاره آبی اندام‌ها در غلظت‌های مختلف مارتیغال در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش نشان داد. بیشرین کاهش شاخص بنیه طولی بذر تحت عصاره آبی اندام برگ در پاسخ به غلظت ۱۰۰ درصد (۹۸/۸۶ درصد) مشاهده شد. غلظت ۱۰۰ درصد اندام ساقه از لحاظ درصد بازدارندگی در رتبه دوم (۹۰/۷۷ درصد) قرار گرفت. هم‌چنین شاخص طولی بنیه بذر شاهی در غلظت ۲۵ درصد از اندام ریشه و ساقه نسبت به اندام برگ در غلظت مشابه از کاهش کمتری برخوردار بود. میزان کاهش این صفت تحت غلظت ۲۵ درصد اندام‌های ریشه، ساقه و برگ به‌ترتیب معادل ۲۳/۴۱، ۲۷/۲۱ و ۵۰/۲۴ درصد در مقایسه با شاهد بود (جدول ۲).

وزن خشک ریشه‌چه

مقایسه میانگین برهمکنش عصاره آبی اندام‌های مارتیغال در غلظت‌های مختلف بر وزن خشک ریشه‌چه شاهی نشان داد که با افزایش غلظت عصاره اندام‌ها این صفت به‌طور معنی‌داری کاهش نشان داد. بیشترین بازدارندگی معنی‌دار بر وزن خشک ریشه‌چه تحت تاثیر

[1] Bohwmick and Doll
[2] Qasem

غلظت ۱۰۰ درصد عصاره برگ به میزان ۷۳/۸۶ درصد مشاهده شد. نکته قابل توجه کاهش کمتر وزن ریشه‌چه در غلظت ۲۵ درصد از اندام برگ (۱۷/۰۵ درصد) در مقایسه با دو اندام مورد بررسی در غلظت مشابه بود. اندام ساقه از لحاظ درصد بازدارندگی در غلظت مشابه در رتبه دوم (۳۲/۹۵ درصد) قرار گرفت (جدول ۲).

وزن خشک ساقه‌چه

وزن خشک ساقه‌چه شاهی در پاسخ به غلظت‌های مختلف عصاره آبی اندام‌های ریشه و ساقه مارتیغال به‌واسطه اثر تحریک‌کنندگی و بازدارندگی ناشی از آن‌ها، روند یکسانی نداشت. به‌طوری‌که در غلظت ۲۵ درصد اندام ریشه و ساقه به‌ترتیب به میزان ۱۵/۶۲ و ۲۰/۵۵ درصد نسبت به شاهد افزایش نشان داد. در مقابل در غلظت‌های ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد این اندام‌ها کاهش نشان داد. در بین اندام‌ها، عصاره آبی ساقه مارتیغال در غلظت ۱۰۰ درصد، از بیشترین پتانسیل بازدارندگی بر وزن خشک ساقه‌چه شاهی برخوردار بود که از لحاظ آماری در غلظت ۷۵ و ۱۰۰ درصد اندام برگ اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۲).

وزن خشک گیاهچه

در این مطالعه، کاربرد عصاره آبی ریشه و ساقه مارتیغال در غلظت ۲۵ درصد باعث افزایش وزن خشک گیاهچه‌های شاهی به‌ترتیب ۰/۳۷ و ۳/۱۴ درصد در مقایسه با اندام برگ در غلظت مشابه شد. با افزایش غلظت عصاره در این اندام‌ها، وزن خشک گیاهچه‌های شاهی کاهش یافت به‌طوری‌که بیشترین بازدارندگی اندام ریشه و ساقه در غلظت کامل به‌ترتیب ۴۱/۹۶ و ۵۷/۴۹ درصد مشاهده شد. مطابق نتایج، وزن خشک گیاهچه شاهی در حضور تمام غلظت‌های اندام برگ علف‌هرز مارتیغال به‌صورت معنی‌داری کاهش نشان داد. در مجموع بیشترین بازدارندگی وزن خشک گیاهچه مربوط به عصاره آبی اندام برگ در غلظت کامل بود که از لحاظ آماری با غلظت ۷۵ درصد اندام برگ و ۱۰۰ درصد اندام ساقه اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند، لذا در گروه یکسانی قرار گرفتند (جدول ۲). در مجموع، با توجه به تاثیرپذیری منفی خصوصیات جوانه‌زنی و وزن خشک گیاهچه شاهی تحت عصاره آبی اندام‌های مختلف مارتیغال شاید چنین استنباط نمود که در اوایل دوره رشد بدلیل ضعف عمومی گیاه هدف، ترکیبات آللوپاتیک عصاره روی فرآیندهای رشد و نمو که حاصل تقسیم سلولی و تمایز است، آن را مختل می‌نمایند. در آزمایشی گزارش شد که تأثیرات شناخته شده آللوکمیکال ها شامل ناهنجاری‌های آناتومیکی، کاهش جوانه‌زنی، کاهش رشد و کلروزه شدن برگ‌ها است. میزان بازدارندگی این مواد به غلظت عصاره آبی گیاه مورد آزمایش بستگی دارد (ال- شورا و عبدالگواد[1]، ۲۰۱۵).

شاخص وزنی بنیه بذر

شاخص وزنی بنیه بذر شاهی در واکنش به عصاره آبی هر یک از اندام‌های ریشه، ساقه و برگ مارتیغال از روند کاهشی معنی‌دار و متفاوتی نسبت به شاهد برخوردار بودند. بیشترین کاهش شاخص وزنی بنیه بذر مربوط به اندام برگ در غلظت ۱۰۰ درصد (۹۲/۹۰

[1] El- Shora and Abd El-Gawad

درصد) بود. در مقابل کمترین پتانسیل بازدارندگی معنی‌دار تحت کاربرد عصاره آبی اندام ساقه در غلظت ۲۵ درصد (۵/۷۱ درصد) مشاهده شد (جدول ۲). به‌طورکلی نتایج این مطالعه نشان دادند که اثر عصاره آبی اندام‌های مارتیغال بر رشد طولی و وزنی ریشه‌چه، ساقه‌چه و بدنبال آن گیاهچه‌های شاهی و صفات مرتبط یکسان نیست و وابسته به نوع اندام و غلظت عصاره است. این امر نشان‌دهنده تفاوت اندام‌ها از لحاظ کمیت و کیفیت مواد آللوکمیکال‌های حاضر در علف‌هرز مارتیغال است. ازآنجاکه یکی از پیامدهای ترکیبات ثانویه، بالا رفتن سطح رادیکال‌های آزاد نظیر اکسیژن یکتایی، سوپراکسید، آب اکسیژنه و هیدروکسی است، بنابراین پراکسیداسیون چربی‌های روی غشای سلولی، ممانعت از عمل فرآیندهای سلولی مسلم به نظر می‌رسد. در مطالعه‌ای گزارش شده است که تخریب توازن هورمونی یکی از اصلی ترین دلیل کاهش رشد ریشه و اندام هوایی گیاهچه است. برخی از مکانیسم‌های فعالیت مواد دگرآسیب شبیه هورمون‌های گیاهی است، به عنوان مثال اسیدهای فنولیک و پلی فنول‌ها رشد تحریک شده به‌وسیله اکسین‌ها را با توقف دکربوکسیلاسیون اکسیداتیو آن کاهش می‌دهند (چان[1] و همکاران، ۲۰۰۵). یارنیا[2] و همکاران (۲۰۱۰) گزارش نمودند که اثرات آللوپاتی عصاره اندام‌های مختلف پیچک صحرایی نظیر ریشه، ساقه، برگ و کل کاملاً متفاوت بوده و رشد و عملکرد گندم را در شرایط گلخانه و نیز مزرعه به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهند.

[1] Chon
[2] Yarnia

جدول ۱. تجزیه واریانس اثر عصاره آبی اندام‌های مختلف علف‌هرز مارتیغال (*Silybum marianum*) در غلظت‌های مختلف و اثر متقابل آن‌ها بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای گیاه محک و حساس به آللوکمیکال شاهی (*Lepidium sativum*)

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	طول گیاهچه	ضریب آلومتریک ریشه‌چه به ساقه‌چه	شاخص طولی بنیه بذر	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه	شاخص وزنی بنیه بذر
اندام	۲	۱۳۰/۴۷**	۰/۶۲**	۰/۳۷**	۷/۵۵**	۱۰/۱۲**	۰/۰۴**	۶/۰۷**	۲۰۷/۲۲**	۷۵۹۵۷/۹۲**	۸۳۹۸۲/۶۴**	۶۱۳۷۸/۳۸**
غلظت	۴	۱۰۳۹۵/۱۳**	۸/۷۸**	۱۹/۷۴**	۱۷/۵۹**	۶۵/۶۶**	۰/۳۲**	۱۳۵/۳۲**	۴۶۳۰۸/۸۹**	۱۵۳۶۲۹/۷۲**	۳۴۵۹۸۴/۸۶**	۱۰۴۰۵۸۵/۷۴**
اندام × غلظت	۸	۴۸/۴۷**	۰/۲۲**	۰/۱۲**	۱/۵۹**	۱/۴۹**	۰/۰۳**	۱/۷۳**	۸۳۸/۴۷**	۱۷۱۰۴/۰۹**	۱۴۰۷۵/۶۹**	۱۴۶۶۵/۳۳**
خطا	۳۰	۷/۴۷	۰/۰۴	۰/۰۳	۰/۱۴	۰/۱۷	۰/۰۰۳	۰/۱۵	۱۱۱/۱۱	۲۵۰۷/۰۸	۲۶۲۴/۳۱	۲۳۴۳/۹۲
ضریب تغییرات (درصد)	_	۴/۰۱	۸/۴۰	۸/۳۶	۸/۱۰	۶/۱۰	۱۳/۴۷	۷/۴۶	۵/۶۵	۱۰/۰۸	۷/۵۰	۹/۳۴

**: نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر متقابل عصاره آبی اندام‌های علف‌هرز مارتیغال (*Silybum marianum*) در غلظت‌های مختلف بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای گیاه حساس به آللوکمیکال شاهی (*Lepidium sativum*)

اندام‌ها	غلظت‌ها (درصد)	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی (تعداد در روز)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی متر)	طول گیاهچه	شاخص طولی بنیه بذر	ضریب آلومتریک (ریشه‌چه به ساقه‌چه)	وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم در بوته)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم در بوته)	وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم در بوته)	شاخص وزنی بنیه بذر
ریشه	۰ (شاهد)	۱۰۰/۰۰±۰/۰۰^{a}	۳/۱۳±۰/۰۰^{a}	۴/۶۷±۰/۱۹^{ab}	۵/۸۴±۰/۰۱^{c}	۱۰/۵۱±۰/۱۹^{a}	۱۰/۵۱±۰/۱۹^{a}	۰/۸۰±۰/۰۳^{a}	۲۹۳/۳۳±۲/۸۹^{a}	۶۰۸/۳۳±۱۴/۴۳^{b}	۹۰۱/۶۷±۱۶/۰۷^{a}	۹۰۱/۶۷±۱۶/۰۷^{a}
	۲۵	۹۰/۶۷±۳/۰۵^{bc}	۳/۰۰±۰/۰۶^{a}	۲/۱۳±۰/۲۳^{bc}	۶/۷۵±۰/۲۵^{a}	۸/۸۸±۰/۳۴^{b}	۸/۰۵±۰/۴۰^{b}	۰/۳۲±۰/۰۴^{ef}	۲۰۱/۶۷±۲/۸۹^{c}	۷۰۳/۳۳±۱۰۰/۱۷^{a}	۹۰۵/۰۰±۱۰۰/۳۷^{a}	۸۲۱/۷۳±۱۱۰/۹۳^{b}
	۵۰	۸۸/۰۰±۲/۰۰^{bcd}	۲/۹۲±۰/۱۳^{a}	۲/۰۳±۰/۰۶^{cd}	۴/۱۷±۰/۲۹^{d}	۶/۲۰±۰/۲۶۱^{d}	۵/۴۶±۰/۲۴^{d}	۰/۴۹±۰/۰۲^{c}	۱۷۳/۳۳±۵/۷۷^{ef}	۴۹۲/۵۰±۴۲/۵۰^{c}	۶۶۵/۸۳±۳۰/۰۷^{cd}	۵۸۵/۷۲±۳۰/۰۷^{d}
	۷۵	۴۹/۳۳±۱/۱۵^{e}	۱/۹۰±۰/۱۶^{b}	۱/۹۷±۰/۰۶^{cd}	۴/۰۰±۰/۵۰^{de}	۵/۹۷±۰/۵۵^{de}	۲/۹۵±۰/۳۳^{e}	۰/۴۹±۰/۲۳^{c}	۱۶۸/۳۳±۳۳/۲۹۰^{efg}	۴۷۵/۰۰±۷۵/۰۰^{c}	۶۴۳/۳۳±۸۴/۳۱^{cd}	۳۱۷/۶۳±۴۵/۳۶^{e}
	۱۰۰	۲۵/۳۳±۳/۰۶^{g}	۱/۶۰±۰/۲۲^{c}	۰/۸۸±۰/۱۳^{f}	۳/۵۰±۰/۵۰^{ef}	۴/۳۸±۰/۳۸^{f}	۱/۱۲±۰/۲۳۶^{gh}	۰/۲۶±۰۶^{f}	۱۱۰/۰۰±۱۰/۰۰۴^{h}	۴۱۳/۳۳±۲۳/۰۹^{c}	۵۲۳/۳۳±۳۲/۱۵^{ef}	۱۳۲/۶۰۰±۱۷/۸۹^{gh}
ساقه	۰ (شاهد)	۱۰۰/۰۰±۰/۰۰^{a}	۳/۱۳±۰/۰۰^{a}	۴/۶۷±۰/۱۹^{a}	۵/۸۴±۰/۰۱^{c}	۱۰/۵۱±۰/۱۹^{a}	۱۰/۵۱±۰/۱۹^{a}	۰/۸۰±۰/۰۳^{a}	۲۹۳/۳۳±۲/۸۹^{a}	۶۰۸/۳۳±۱۴/۴۳^{b}	۹۰۱/۶۷±۱۶/۰۷^{a}	۹۰۱/۶۷±۱۶/۰۷^{a}
	۲۵	۹۱/۳۳±۱/۰۰^{b}	۳/۰۰±۰/۰۴^{a}	۱/۹۰±۰/۰۰۴^{cd}	۶/۴۸±۰/۷۱^{ab}	۸/۳۸±۰/۷۱^{bc}	۷/۶۵±۰/۶۴^{b}	۰/۲۹±۰/۰۰۷^{ef}	۱۹۶/۶۷±۰/۰۰^{cd}	۷۳۳/۳۳±۳۱/۰۰^{a}	۹۳۰/۰۰±۰۰/۰۰^{a}	۸۵۰/۲۰±۰/۰۰^{ab}
	۵۰	۹۲/۰۰±۲/۰۰^{b}	۲/۹۷±۰/۱۱^{a}	۱/۸۳±۰/۲۹^{d}	۶/۰۰±۰/۵۰^{bc}	۷/۸۳±۰/۵۸^{c}	۷/۲۱±۰/۶۷^{c}	۰/۳۱±۰/۰۴^{ef}	۱۸۰/۰۰±۰/۰۰۴^{de}	۵۹۵/۰۰±۵۷/۶۷^{b}	۷۷۵/۰۰±۵۷/۶۶^{b}	۷۱۳/۳۳±۶۱/۹۸^{c}
	۷۵	۳۵/۶۷±۴/۰۴^{f}	۱/۱۲±۰/۱۳^{de}	۱/۴۳±۰/۱۲^{e}	۴/۰۰±۰/۲۰^{de}	۵/۴۳±۰/۳۱^{e}	۱/۹۴±۰/۲۳^{f}	۰/۳۶±۰/۰۴^{de}	۱۵۶/۶۷±۵/۷۷^{fg}	۴۸۰/۰۰±۷۵/۵۰^{c}	۶۳۶/۶۷±۷۰/۹۵^{cd}	۲۲۵/۱۷±۲/۰۲^{f}
	۱۰۰	۲۶/۰۰±۳/۶۱^{g}	۰/۸۷±۰/۶۰۴^{e}	۰/۸۲±۰/۱۶^{f}	۲/۹۳±۰/۱۲^{g}	۳/۷۵±۰/۲۳^{g}	۰/۹۷±۰/۰۸^{h}	۰/۲۸±۰/۰۴^{ef}	۱۱۳/۳۳±۵/۷۷^{h}	۲۷۰/۰۰±۲۶/۴۵^{d}	۳۸۳/۳۳±۳۲/۱۵^{g}	۱۰۰/۴۳±۲۲/۶۷^{gh}
برگ	۰ (شاهد)	۱۰۰/۰۰±۰/۰۰^{a}	۳/۱۳±۰/۰۰^{a}	۴/۶۷±۰/۱۹^{a}	۵/۸۴±۰/۰۱^{c}	۱۰/۵۱±۰/۱۹^{a}	۱۰/۵۱±۰/۱۹^{a}	۰/۸۰±۰/۰۳^{a}	۲۹۳/۳۳±۲/۸۹^{a}	۶۰۸/۳۳±۱۴/۴۳^{b}	۹۰۱/۶۷±۱۶/۰۷^{a}	۹۰۱/۶۷±۱۶/۰۷^{a}
	۲۵	۸۴/۰۰±۶/۹۳^{d}	۳/۰۰±۰/۱۰^{a}	۲/۳۷±۰/۲۳^{b}	۳/۸۳±۰/۲۹^{de}	۶/۲۰±۰/۵۲^{d}	۵/۲۳±۰/۸۴^{d}	۰/۶۲±۰/۰۱^{b}	۲۴۳/۳۳±۱۱/۵۵^{b}	۴۳۳/۳۳±۲۸/۸۷^{c}	۶۷۶/۶۷±۴۰/۴۱^{c}	۵۷۰/۲۷±۷۹/۲۱^{d}
	۵۰	۸۶/۶۷±۲/۳۱^{cd}	۲/۸۴±۰/۰۸^{a}	۱/۴۳±۰/۱۲^{e}	۴/۳۳±۰/۲۹^{d}	۵/۷۷±۰/۴۰^{de}	۵/۰۰±۰/۴۷^{d}	۰/۳۳±۰/۰۲^{def}	۱۵۳/۳۳±۱۱/۵۵^{fg}	۴۳۳/۳۳±۲۸/۸۷^{c}	۵۸۶/۶۷±۴۰/۴۱^{de}	۵۰۹/۰۷±۴۸/۰۴^{d}
	۷۵	۴۰/۰۰±۰/۰۰^{f}	۱/۲۸±۰/۰۶^{d}	۱/۰۷±۰/۱۱^{f}	۳/۰۰±۰/۰۰^{fg}	۴/۰۷±۰/۱۲^{fg}	۱/۶۳±۰/۰۵^{fg}	۰/۳۵±۰/۰۲^{de}	۱۵۶/۶۷±۵/۷۷^{fg}	۲۹۰/۰۰±۱۷/۳۲^{d}	۴۴۶/۶۷±۲۳/۰۹^{fg}	۱۷۸/۶۷±۹/۲۴^{fg}
	۱۰۰	۱۷/۳۳±۱/۱۵^{h}	۰/۴۳±۰/۰۶^{f}	۰/۵۳±۰/۰۶^{g}	۱/۳۳±۰/۲۹^{h}	۱/۸۷±۰/۲۳^{h}	۰/۳۳±۰/۱۶^{i}	۰/۴۲±۰/۰۴^{cd}	۷۶/۶۷±۵/۷۷^{i}	۲۹۱/۶۷±۱۴/۴۳^{d}	۳۶۸/۳۳±۲۰/۲۱^{g}	۶۴/۰۰±۷/۶۲^{h}
	LSD 5%	۴/۶۷	۰/۳۱	۰/۲۸	۰/۵۲	۰/۶۱	۰/۶۳	۰/۰۹	۱۷/۸۰	۷۹/۲۲	۸۲/۵۴	۷۹/۷۸

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار

نتایج اثر عصاره آبی اندام‌های علف‌هرز پنیرک در غلظت‌های مختلف بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای گیاه محک و حساس به آللوکمیکال شاهی

نتایج تجزیه واریانس حاکی از آن است که اثر اندام مورد استفاده برای عصاره‌گیری پنیرک، غلظت عصاره آبی و برهمکنش آن‌ها بر خصوصیات جوانه‌زنی نظیر درصد و سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، ضریب آلومتریک، شاخص طولی بنیه بذر، وزن خشک ریشه‌چه و ساقه‌چه و شاخص وزنی بذر گیاه محک و حساس به آللوکمیکال شاهی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳).

درصد جوانه‌زنی

روند تغییرات درصد جوانه‌زنی شاهی در پاسخ به تنش آللوپاتیک ناشی از عصاره آبی اندام‌های علف‌هرز پنیرک در غلظت‌های مختلف نشان داد که این صفت با افزایش غلظت عصاره آبی اندام‌ها، کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد نشان دادند. نکته قابل توجه، پاسخ یکسان درصد جوانه‌زنی بذر شاهی به غلظت ۲۵ درصد عصاره آبی اندام‌های ریشه، ساقه و برگ پنیرک بود. در مقابل درصد جوانه‌زنی شاهی در غلظت‌های بیشتر از ۲۵ درصد، پاسخ کاهشی متفاوتی نشان داد. در بین اندام‌ها، برگ از بیشترین پتانسیل بازدارندگی بر این صفت برخوردار بود، به‌طوری‌که در غلظت ۱۰۰ درصد عصاره آبی برگ، جوانه‌زنی مشاهده نشد (جدول ۴).

سرعت جوانه‌زنی

مقایسه میانگین برهمکنش عصاره آبی اندام‌های پنیرک در غلظت‌های مختلف بر سرعت جوانه‌زنی گیاه شاهی نشان داد که این صفت تحت تاثیر غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد اندام ریشه برخلاف اندام‌های ساقه و برگ از شیب کاهشی معنی‌دار یکسانی برخوردار بود. در بین اندام‌ها، عصاره آبی برگ پنیرک در غلظت‌های مختلف بجزء ۲۵ درصد از بیشترین پتانسیل بازدارندگی بر سرعت جوانه‌زنی شاهی برخوردار بود (جدول ۴). اثر آللوپاتی قوی عصاره اندام برگ پنیرک بر درصد و سرعت جوانه‌زنی گیاه حساس به آللوکمیکال شاهی را می‌توان به بالا بودن میزان آللوکمیکال‌های آن در کلروپلاست نسبت به اندام‌های ریشه و ساقه نسبت داد. الانزو[1] (۲۰۰۴) بیان نمود که دلیل اثر بازدارندگی پنیرک، ترکیبات ثانویه‌ای نظیر فنولی، ال رامنوز، ال آرابینوز، دی گالاکتورونیک اسید و برخی از ترکیبات ناشناخته در این گیاه است. در حقیقت احتمالاً تفاوت در غلظت آللوکمیکال‌های قابل حل علف‌هرز پنیرک و نوع ترکیبات آن منجر به تفاوت اثر اندام‌ها بر درصد و سرعت جوانه‌زنی شاهی شد. همچنین تاخیر در سرعت جوانه‌زنی بذور شاهی که در مجاورت آللوکمیکال‌ها هستند احتمالاً می‌تواند ناشی از کند شدن فعالیت میتوکندریایی و ATP تولیدی حاصل باشد. هن[2] و همکاران (۲۰۰۸) گزارش نمودند که میزان بازدارندگی عصاره زنجبیل بر خصوصیات جوانه‌زنی سویا و پیاز کوهی به‌طور مستقیم وابسته به غلظت عصاره است. در آزمایشی گزارش شده است که کاهش در جوانه‌زنی در اثر مواد آللوکمیکال می‌تواند به تغییرات به وجود آمده در فعالیت آنزیم‌هایی که بر انتقال ترکیبات ذخیره‌ای در طی جوانه‌زنی اثر می‌گذارند، نسبت داده شود (گرینال[3] و همکاران، ۲۰۱۵).

[1] Alonso
[2] Han
[3] Gronel

صفاهانی لنگرودی و قوش‌چی[1] (۲۰۱۴) بیان نمودند که ساز و کاری که موجب کاهش جوانه‌زنی بذر می‌شود، احتمالاً به کم شدن فعالیت آنزیم‌هایی مانند آلفا آمیلاز ارتباط دارد که در جوانه‌زنی و رشد بذر نقش دارد.

طول ریشه‌چه

مقایسه میانگین برهمکنش عصاره آبی اندام‌های پنیرک در غلظت‌های مختلف بر طول ریشه‌چه شاهی نشان داد که این صفت در حضور تمام غلظت‌های مختلف اندام‌ها به‌طور متفاوتی نسبت به شاهد کاهش یافتند. بیشترین پتانسیل بازدارندگی در پاسخ به اندام برگ به‌ویژه در غلظت کامل مشاهده شد، به‌طوری که جوانه‌زنی مشاهده نشد. اما کمترین کاهش در طول ریشه‌چه شاهی مربوط به غلظت ۲۵ درصد ساقه (۴۶/۴۷ درصد) نسبت به شاهد بود. نتایج این مطالعه همچنین نشان داد که اندام ساقه پنیرک در غلظت ۱۰۰ درصد دارای امکان بازدارندگی بیشتری (بیش از ۹۵ درصد) بر طول ریشه‌چه در مقایسه با اندام ریشه (بیش از ۸۲ درصد) در غلظت مشابه بود (جدول ۴).

طول ساقه‌چه

روند تغییرات طول ساقه‌چه شاهی تحت عصاره آبی اندام‌های ریشه، ساقه و برگ پنیرک در غلظت‌های مختلف نشان داد که این صفت در غلظت ۲۵ درصد دو اندام ریشه و ساقه به‌طور یکسانی نسبت به شاهد کاهش نشان داد. اما پتانسیل بازدارندگی در غلظت بیش از ۲۵ درصد عصاره آبی این اندام‌ها از روند کاهشی معنی‌دار غیر یکسانی برخوردار بود. به‌طورکلی در بین اندام‌ها، بیشترین بازدارندگی طول ساقه‌چه شاهی مربوط به اندام برگ به‌ویژه در غلظت کامل عصاره آبی پنیرک بود (جدول ۴). به‌هر جهت این مطالعه نشان داد که با افزایش غلظت عصاره آبی علف‌هرز پنیرک، احتمالاً میزان ترکیبات دگرآسیب در پیرامون شاهی در حال تقسیم سلولی و جوانه‌زنی بیشتر شده که در نتیجه موجب بازدارندگی بر رشد طولی هر دوی ریشه‌چه و ساقه‌چه شد.

طول گیاهچه

نتایج این مطالعه نشان داد که طول گیاهچه‌های عادی شاهی تحت غلظت‌های مختلف اندام‌های ریشه، ساقه و برگ علف‌هرز پنیرک نسبت به شاهد کاهش نشان داد. در بین اندام‌ها، برگ از کمترین طول گیاهچه‌های عادی تحت غلظت‌های مختلف عصاره آبی پنیرک برخوردار بود. غلظت‌های مختلف عصاره آبی ساقه بجزء غلظت ۲۵ درصد در رتبه دوم بازدارندگی از لحاظ این صفت قرار گرفتند (جدول ۴). صابری[2] و همکاران (۲۰۲۲) بیان نمودند که افزایش غلظت عصاره آللوپاتیک آویشن کوهی (*Thymus kotschyanus*)، طول ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه‌های علف پشمکی (*Bromus inermis*) و چمن گندمی بلند (*Agropyron elongatum*) را کاهش و در نهایت بازدارندگی کامل آن را سبب می‌شود. به نظر می‌رسد این کاهش بدلیل ممانعت از تقسیم سلولی، بزرگ شدن سلول‌ها و کم شدن اثر هورمون‌های ایندول استیک اسید و جیبرلین توسط آللوکمیکال‌ها باشد. در گزارشی دیگر، فعالیت بازدارندگی ترکیبات دگرآسیب بر رشد گیاهان به اثرگذاری بر فرآیندهای مهمی مانند فتوسنتز نیز نسبت داده شده است (دانشمندی و عزیزی[3]، ۲۰۰۹).

[1] Safahani Langroudi and Ghoshchi
[2] Saberi
[3] Daneshmandi and Azizi

ضریب آلومتریک ریشه‌چه به ساقه‌چه

مطابق نتایج، نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه شاهی در کلیه تیمارهای علف‌هرز پنیرک کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد نشان داد. بیشترین میزان بازدارندگی مربوط به اندام برگ به‌ویژه در غلظت کامل عصاره (عدم جوانه‌زنی) بود. در بین سایر اندام‌ها، غلظت‌های ۱۰۰ درصد ریشه (با میزان ۶۸/۷۵ درصد) و ۷۵ درصد ساقه (با میزان ۸۶/۲۵ درصد) از بیشترین تاثیر درصد کنترل کنندگی بر نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه شاهی برخوردار بودند (جدول ۴). کاهش بیشتر طول ریشه‌چه شاهی در مقایسه با طول ساقه‌چه احتمالاً به‌دلیل اثر بازدارندگی بیشتر مواد آللوپاتیک بر تقسیم سلولی در کلاهک ریشه است. بن- همیدا[1] و همکاران (۲۰۰۱) گزارش نمودند که ترکیبات آللوکمیکال‌ها میزان اکسین القاءکننده رشد ریشه‌ها را کاهش می‌دهند. زاجی[2] و همکاران (۲۰۰۹) گزارش نمودند که فیتوتوکسین‌ها، توازن هورمونی بذر را بر هم می‌زنند که توازن این هورمون تعیین‌کننده جوانه‌زنی بذر و رشد ریشه‌چه و ساقه‌چه است. بعضی از سازکارهای فعالیت مواد دگرآسیب شبیه هورمون‌های گیاهی است. ترکیبات دگرآسیب با تاثیر گذاشتن روی رشد ریشه‌ها از طریق کاستن از تشکیل ریشه‌های مویینه می‌توانند باعث کاهش جذب آب در گیاهان و در نتیجه کاهش طول ریشه‌چه شوند (چان[3] و همکاران، ۲۰۰۵).

شاخص طولی بنیه بذر

اثر متقابل اندام‌های علف‌هرز پنیرک در غلظت‌های مختلف نشان داد که شاخص طولی بنیه بذر شاهی با افزایش غلظت عصاره کاهش نشان داد. میزان این صفت تحت تاثیر غلظت‌های مختلف اندام‌ها از روند کاهشی متفاوتی برخوردار بود. در بین اندام‌ها، بیشترین امکان بازدارندگی شاخص طولی بنیه بذر نظیر بیشتر صفات مورد بررسی مربوط به اندام برگ بود. در این مطالعه، شاخص طولی بنیه بذر شاهی تحت تاثیر اندام برگ در غلظت ۷۵ درصد از لحاظ پتانسیل بازدارندگی و معنی‌داری معادل غلظت ۱۰۰ درصد در اندام ساقه (بیش از ۹۶ درصد) بوده است (جدول ۴). مندل[4] و همکاران (۲۰۱۲) نشان دادند تجمع مواد سمی گیاهان *Parthenium hysterophorus* و *Chromolaena odorata* و ترشح آن از گیاهان آللوپاتیک موجب کاهش جوانه‌زنی و شاخص طولی قدرت گیاهچه‌های ذرت، سویا و پنبه می‌شوند.

وزن خشک ریشه‌چه

یافته‌ها نشان داد که عصاره آبی اندام‌های مختلف علف‌هرز پنیرک در غلظت‌های مختلف در بیشتر موارد تاثیر کاهشی معنی‌دار متفاوتی بر وزن خشک ریشه‌چه شاهی داشتند. اندام برگ در کلیه غلظت‌ها پتانسیل بازدارندگی بیشتری بر وزن خشک ریشه‌چه شاهی نشان دادند و این تاثیر بازدارندگی در کاربرد غلظت‌های ۱۰۰ درصد عصاره آبی هر یک از اندام‌ها بیشتر از سایر غلظت‌ها در مقایسه با شاهد بود (جدول ۴).

وزن خشک ساقه‌چه

[1] Ben- Hammouda
[2] Zaji
[3] Chon
[4] Mandel

مطابق نتایج، عصاره آبی ریشه علف‌هرز پنیرک در غلظت ۲۵ درصد اثر معنی‌داری بر وزن خشک ساقه‌چه شاهی نشان نداد، اما در غلظت ۵۰ درصد و بیش از آن به‌طور معنی‌داری کاهش نشان داد. اما وزن خشک ساقه‌چه شاهی در کلیه تیمارها با افزایش غلظت عصاره آبی اندام‌های ساقه و برگ از روند کاهشی معنی‌دار برخوردار بود. غلظت‌های ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درصد عصاره آبی اندام برگ دارای اثر بازدارندگی معنی‌دار بیشتری (به‌ترتیب با میزان ۶۶/۰۳، ۷۳/۱۵ و ۷۱/۵۱ درصد) از اندام ساقه در غلظت‌های مشابه بود. اما وزن خشک ساقه‌چه شاهی در غلظت ۱۰۰ درصد عصاره آبی هر دوی اندام ساقه و برگ پنیرک از کاهش معنی‌دار یکسانی برخوردار بود (جدول ۴).

وزن خشک گیاهچه

مقایسه میانگین اثر عصاره آبی اندام‌های ریشه، ساقه و برگ پنیرک در غلظت‌های مختلف نشان داد که بیشترین وزن خشک گیاهچه‌های شاهی در تیمار شاهد مشاهده شد. این صفت با افزایش غلظت عصاره آبی اندام‌ها در کلیه تیمارها به‌طور معنی‌داری کاهش نشان داد. بیشترین کاهش وزن خشک گیاهچه‌های شاهی مربوط به اندام برگ تحت غلظت‌های مختلف بود (جدول ۴).

شاخص وزنی بنیه بذر

روند تغییرات شاخص وزنی بنیه بذر شاهی در پاسخ به تنش ناشی از ترکیبات دگرآسیب اندام‌های مختلف پنیرک تحت غلظت‌های مختلف نشان داد که این مولفه مورفولوژیکی با افزایش غلظت عصاره آبی حاصل از اندام‌ها در کلیه تیمارها به‌طور معنی‌داری کاهش نشان داد. به‌طوری‌که عصاره آبی اندام برگ در غلظت‌های مختلف از پتانسیل بازدارندگی بیشتری در مقایسه با سایر اندام‌ها برخوردار بود (جدول ۴). با توجه به این‌که شاخص بنیه بذر تابعی از درصد جوانه‌زنی و مقدار تجمعی ماده خشک در گیاه است، بنابراین احتمالاً ترکیبات فنولی موجود در عصاره علف‌هرز پنیرک با تاثیر بر این دو مولفه و ایجاد تنش اکسیداتیو در شاهی، شاخص وزنی بنیه بذر را کاهش داد. همچنین با توجه به تفاوت بین شاخص وزنی و طولی بذر شاهی در بیشتر سطوح‌های عصاره آبی علف‌هرز پنیرک از لحاظ دگرآسیبی، می‌توان استنباط نمود که شاخص وزنی بنیه بذر ملاک مناستری برای ارزیابی توان تنش دگرآسیبی است. در مجموع با توجه به حضور ترکیبات ثانویه فراوان در علف‌هرز پنیرک به‌ویژه فنولی، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که این ترکیبات ثانویه موجب جلوگیری از تقسیم سلولی و طویل شدن سلول‌ها در مراحل ابتدایی جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای بذر شاهی شده و به‌دنبال آن موجب کاهش وزن گیاهچه‌ها می‌گردند. این نتیجه مطابق با نتایج کریمه و بن- همیدا[1] (۲۰۰۹) است. این محققان گزارش نمودند که رشد گیاهچه‌ها تا حدی به انتقال ترکیبات ذخیره‌ای از لپه بستگی دارد. در طی مرحله جوانه‌زنی احتمالاً میزان تحرک ترکیبات ذخیره‌ای تحت تأثیر ترکیبات آللوپاتیک متوقف و یا با تأخیر مواجه می‌شود. در اوایل رشد، اثرات فیزیولوژیک برخی از ترکیبات آللوپاتیک منجر به کاهش توسعه برگ‌ها، کاهش جذب مواد غذایی توسط ریشه‌ها می‌شود، بنابراین انتقال مواد ذخیره‌ای به اندام‌های هوایی و در نتیجه رشد گیاهچه‌ها تا حدی به انتقال ترکیبات ذخیره‌ای از لپه بستگی دارد. لذا با کاهش تجمع ماده خشک در گیاهچه‌های شاهی، وزن خشک آن به شدت کاهش نشان داد. در مطالعه دیگر، تاتاری[2] و همکاران (۲۰۲۰) گزارش نمودند که اندام‌های مختلف علف هرز پنیرک دارای پتانسیل دگرآسیب بر علف‌هرز سوروف بوه است و پتانسیل بازدارندگی آن‌ها وابسته به

[1] Kremer and Ben–hammouda
[2] Tatari

حد آستانه غلظت آن‌ها بوده است. نتایج این مطالعه نشان داد که عصاره برگ پنیرک، بیشترین اثر کاهشی بر درصد و سرعت جوانه زنی، رشد گیاهچه‌ای، بنیه بذر،محتوای رنگیزه‌های کلروفیل a، کل و کاروتنوئیدها را داشتند.

جدول ۳. تجزیه واریانس اثر عصاره آبی اندام‌های علف‌هرز پنیرک (*Malva sylvestris*) در غلظت‌های مختلف و اثر متقابل آن‌ها بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای گیاه حساس به آللوکمیکال شاهی (*Lepidium sativum*)

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	طول گیاهچه	ضریب آلومتریک ریشه‌چه به ساقه‌چه	شاخص طولی بنیه بذر	وزن خشک ریشه‌چه	وزن خشک ساقه‌چه	وزن خشک گیاهچه	شاخص وزنی بنیه بذر
اندام	۲	۴۵۰۷/۶۲**	۴/۴۱**	۳/۶۱**	۱۸/۶۰**	۳۷/۵۶**	۰/۱۸**	۳۸/۷۱**	۴۲۵۵۰/۸۲**	۱۹۴۰۸۶/۶۷**	۴۱۵۱۱۶/۸۲**	۴۲۳۸۶۳/۲۰**
غلظت	۴	۴۷۶۹/۰۸**	۴/۶۸**	۲۷/۲۱**	۲۴/۶۲**	۹۸/۴۸**	۰/۵۴**	۱۱۱/۴۱**	۸۶۶۰۵/۵۲**	۲۷۴۰۵۷/۷۸**	۶۵۷۲۲۰/۰۷**	۷۶۰۵۷۸/۲۱**
اندام × غلظت	۸	۱۵۲/۸۴** ۷	۱/۴۹**	۰/۸۷**	۱/۱۰**	۴/۵۶**	۰/۰۴**	۴/۵۸**	۸۱۱۰۱/۳۲**	۲۲۱۳۹/۴۴**	۵۲۵۹۱/۲۱**	۴۹۱۸۳/۲۶**
خطا	۳۰	۳/۰۰	۱/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۲	۰/۰۰۰۳	۰/۰۲	۳۶/۷۸	۱۸۴۰/۰۰۸	۱۸۲۴/۶۷	۱۵۸۲/۵۱
ضریب تغییرات (درصد)	_	۲/۲۰	۲/۹۵	۵/۱۷	۲/۵۲	۲/۳۶	۴/۸۴	۲/۹۰	۴/۵۲	۱۲/۱۵	۸/۷۷	۸/۸۹

** نشان‌دهنده معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر متقابل عصاره آبی اندام‌های علف‌هرز پنیرک (*Malva sylvestris*) در غلظت‌های مختلف بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای گیاه حساس به آللوکمیکال شاهی (*Lepidium sativum*)

اندام	غلظت‌ها (درصد)	درصد جوانه‌زنی	سرعت جوانه‌زنی (تعداد در روز)	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی متر)	طول گیاهچه	ضریب آلومتریک (ریشه‌چه به ساقه‌چه)	شاخص طولی بنیه بذر	وزن خشک ریشه‌چه (میلی‌گرم در بوته)	وزن خشک ساقه‌چه (میلی‌گرم در بوته)	وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم در بوته)	شاخص وزنی بنیه بذر
ریشه	۰ (شاهد)	۱۰۰/۰۰±۰/۰۰^{a}	۳/۱۳±۰/۰۰^{a}	۴/۶۷±۰/۱۹^{a}	۵/۸۴±۰/۰۱^{a}	۱۰/۵۱±۰/۱۹^{cd}	۰/۸۰±۰/۰۳^{a}	۱۰/۵۱±۰/۱۹^{a}	۲۹۳/۳۳±۲/۸۹^{a}	۶۰۸/۳۳±۱۴/۴۳^{a}	۹۰۱/۶۷±۱۶/۰۷^{a}	۹۰۱/۶۷±۱۶/۰۷^{a}
	۲۵	۹۴/۰۰±۱/۷۳^{b}	۲/۹۴±۰/۰۴^{b}	۱/۸۹±۰/۰۲^{c}	۵/۰۰±۰/۱۷^{b}	۶/۸۹±۰/۱۶^{c}	۰/۳۸±۰/۰۲^{d}	۶/۴۷±۰/۱۹^{c}	۲۰۳/۳۳±۵/۷۷^{b}	۵۴۳/۳۳±۱۱/۵۵^{a}	۷۴۶/۶۷±۵/۷۷^{b}	۷۰۱/۹۰±۱۶/۳۵^{b}
	۵۰	۹۳/۳۳±۰/۵۸۰^{b}	۲/۹۲±۰/۰۶^{b}	۱/۳۰±۰/۰۳^{d}	۴/۶۷±۰/۱۴^{c}	۵/۷۷±۰/۱۷^{c}	۰/۲۹±۰/۰۰^{e}	۵/۳۸±۰/۱۹^{d}	۱۳۵/۰۰±۵/۰۰^{c}	۴۰۶/۶۷±۱۱/۵۴^{b}	۵۴۱/۶۷±۱۶/۰۷^{d}	۵۰۵/۶۲±۱۸/۱۵^{d}
	۷۵	۹۲/۶۷±۰/۵۸^{b}	۲/۹۰±۰/۰۶^{bc}	۱/۲۲±۰/۰۳^{d}	۴/۲۲±۰/۱۹^{d}	۵/۴۴±۰/۲۰^{e}	۰/۲۹±۰/۰۲^{e}	۵/۰۵±۰/۲۱^{e}	۱۳۶/۶۷±۱۵/۲۸^{c}	۴۰۰/۰۰±۰/۰۰^{b}	۵۳۶/۶۷±۱۵/۲۷^{d}	۴۹۷/۳۰±۱۳/۹۶^{d}
	۱۰۰	۸۶/۰۰±۱/۷۳^{d}	۲/۶۸۰±۰/۰۸۲^{d}	۰/۸۳±۰/۰۴^{e}	۳/۳۸±۰/۰۲^{e}	۴/۲۱±۰/۰۲^{f}	۰/۲۵±۰/۰۱^{f}	۳/۶۲±۰/۰۹^{g}	۱۰۰/۰۰±۱۰/۰۰^{d}	۳۱۶/۶۷±۱۵/۲۸^{c}	۴۱۶/۶۷±۱۵/۲۷^{e}	۳۵۸/۴۷±۱۹/۲۴^{e}
ساقه	۰ (شاهد)	۱۰۰/۰۰±۰/۰۰^{a}	۳/۱۳±۰/۰۰^{a}	۴/۶۷±۰/۱۹^{a}	۵/۸۴±۰/۰۱^{a}	۱۰/۵۱±۰/۱۹^{cd}	۰/۸۰±۰/۰۳^{a}	۱۰/۵۱±۰/۱۹^{a}	۲۹۳/۳۳±۲/۸۹^{a}	۶۰۸/۳۳±۱۴/۴۳^{a}	۹۰۱/۶۷±۱۶/۰۷^{a}	۹۰۱/۶۷±۱۶/۰۷^{a}
	۲۵	۹۴/۳۳±۱/۱۵^{b}	۲/۹۶±۰/۰۹^{b}	۲/۵۰±۰/۰۰^{b}	۵/۰۵±۰/۰۹^{b}	۷/۵۵±۰/۰۹^{b}	۰/۴۹±۰/۰۱۷^{c}	۷/۱۳±۰/۱۵^{b}	۲۰۶/۶۷±۵/۷۷^{b}	۴۳۳/۳۳±۲/۸۹^{b}	۶۴۰/۰۰±۵/۰۰^{c}	۶۰۳/۷۰±۴/۰۹^{c}
	۵۰	۸۹/۳۳±۱/۱۵^{c}	۲/۷۹±۰/۱۰^{cd}	۱/۸۲±۰/۰۴^{c}	۳/۴۴±۰/۰۸^{e}	۵/۲۶±۰/۰۶^{e}	۰/۵۳±۰/۰۲^{b}	۴/۷۰±۰/۰۱^{f}	۲۰۳/۳۳±۵/۷۷^{b}	۴۴۳/۳۳±۱۶۱/۶۶^{b}	۶۴۶/۶۷±۱۵۸/۸۵^{c}	۵۷۸/۳۳±۱۴۶/۴۱^{c}
	۷۵	۸۱/۶۷±۰/۵۷^{e}	۲/۵۵±۰/۰۹^{e}	۰/۳۸±۰/۰۲^{f}	۳/۴۴±۰/۰۸^{e}	۳/۸۲±۰/۰۷^{g}	۰/۱۱±۰/۰۱^{i}	۳/۱۲±۰/۰۸^{h}	۴۷/۳۳±۲/۵۲^{e}	۳۲۳/۳۳±۵/۷۷^{c}	۳۷۰/۶۷±۸/۱۴^{e}	۳۰۲/۷۳±۸/۱۲^{e}
	۱۰۰	۵۱/۰۰±۱/۷۳^{f}	۱/۵۹±۰/۰۷^{f}	۰/۲۳±۰/۰۱^{g}	۰/۵۹±۰/۰۲^{h}	۰/۸۲±۰/۰۲^{j}	۰/۴۰±۰/۰۲^{d}	۰/۴۲±۰/۰۰^{k}	۲۴/۶۷±۰۵/۵۸^{f}	۶۰/۰۰±۰/۰۰^{e}	۸۴/۶۷±۰/۵۸^{g}	۴۳/۱۸±۱/۶۴^{g}
برگ	۰ (شاهد)	۱۰۰/۰۰±۰/۰۰^{a}	۳/۱۳±۰/۰۰^{a}	۴/۶۷±۰/۱۹^{a}	۵/۸۴±۰/۰۱^{a}	۱۰/۵۱±۰/۱۹^{cd}	۰/۸۰±۰/۰۳^{a}	۱۰/۵۱±۰/۱۹^{a}	۲۹۳/۳۳±۲/۸۹^{a}	۶۰۸/۳۳±۱۴/۴۳^{a}	۹۰۱/۶۷±۱۶/۰۷^{a}	۹۰۱/۶۷±۱۶/۰۷^{a}
	۲۵	۹۴/۰۰±۲/۰۰^{b}	۲/۹۴±۰/۰۶^{b}	۰/۳۱±۰/۰۲^{fg}	۲/۵۶±۰/۱۰^{f}	۲/۸۷±۰/۰۹^{h}	۰/۱۲±۰/۰۱^{hi}	۲/۷۰±۰/۱۱^{i}	۲۵/۶۷±۴/۰۴^{f}	۲۰۶/۶۷±۱۱/۵۵^{d}	۲۳۲/۳۳±۱۵/۳۷^{f}	۲۱۸/۳۷±۱۴/۷۲^{f}
	۵۰	۸۶/۰۰±۵/۲۹^{d}	۲/۶۹±۰/۱۶^{d}	۰/۲۶±۰/۰۱^{fg}	۱/۷۷±۰/۰۴^{g}	۲/۰۲±۰/۰۴^{i}	۰/۱۴±۰/۰۱^{h}	۱/۷۴±۰/۱۴^{j}	۲۷/۰۰±۶/۰۸^{f}	۱۶۳/۳۳±۵/۷۷^{d}	۱۹۰/۳۳±۱۰/۰۲^{f}	۱۶۳/۴۳±۷/۳۸^{f}
	۷۵	۱۷/۳۳±۰/۵۸^{g}	۰/۵۴±۰/۰۶^{g}	۰/۲۹±۰/۰۲^{fg}	۱/۶۷±۰/۰۶^{g}	۱/۹۵±۰/۰۵^{i}	۰/۱۷±۰/۰۲^{g}	۰/۳۴±۰/۰۲^{k}	۲۱/۶۷±۲/۸۹^{f}	۱۷۳/۳۳±۱۱/۵۵^{d}	۱۹۵/۰۰±۱۳/۲۳^{f}	۳۳/۸۲±۲/۸۴^{g}
	۱۰۰	۰۰/۰۰±۰/۰۰^{h}	۰۰/۰۰±۰/۰۰^{h}	۰/۰۰±۰/۰۰۶^{h}	۰/۰۰±۰/۰۰^{i}	۰/۰۰±۰/۰۰^{k}	۰/۰۰±۰/۰۰^{j}	۰/۰۰±۰/۰۰^{l}	۰۰/۰۰±۰/۰۰^{g}	۰۰/۰۰±۰/۰۰^{e}	۰۰/۰۰±۰/۰۰^{h}	۰۰/۰۰±۰/۰۰^{g}
	LSD 5%	۲/۸۹	۰/۱۲	۰/۱۴	۰/۱۵	۰/۲۱	۰/۰۳	۰/۲۳	۱۰/۱۱	۷۱/۵۳	۷۱/۲۲	۶۶/۳۴

حروف مشابه در هر ستون، نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این مطالعه نشان داد که تاثیر عصاره آبی اندام‌های ریشه، ساقه و برگ هر دوی علف‌هرز مارتیغال و پنیرک بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای گیاه حساس به آللوکمیکال شاهی متفاوت بود. به نظر می‌رسد تفاوت در تأثیر بین اندام‌های مختلف علف‌های هرز مورد بررسی مربوط به حد آستانه غلظت ترکیبات دگرآسیب موجود در اندام‌ها باشد که منجر به پاسخ متفاوت شاهی شد. در حقیقت، با افزایش غلظت عصاره آبی اندام‌ها، تجمع مواد دگرآسیب و سمی که از جوانه‌زنی و رشد ممانعت می‌نماید، افزایش می‌یابد. در اکثر موارد، عصاره آبی برگ علف‌هرز پنیرک در غلظت‌های مختلف، پتانسیل بازدارندگی بیشتری بر خصوصیات جوانه‌زنی گیاه حساس به آللوکمیکال شاهی در مقایسه با سایر اندام‌ها و علف‌هرز مارتیغال نشان داد. بنابراین می‌توان استنباط نمود که پنیرک دارای مواد دگرآسیب بیشتری به‌همراه خود بوده است که موجب پاسخ متفاوت و بازدارندگی بیشتر بر خصوصیات جوانه‌زنی شاهی شده است. از سوی دیگر، ناکافی بودن برخی از پارامترهای حفاظت کننده فیزیولوژیکی در شاهی در مقابله با تنش اکسیداتیو بالای ناشی از مواد دگرآسیب اندام‌ها به‌ویژه برگ در علف‌هرز پنیرک می‌تواند دلیل این امر باشد. با توجه به این که بهره‌برداری از ترکیبات با فعالیت دگرآسیب در کشاورزی می‌تواند ضمن کاهش آلودگی محیط زیست، تولیدات محصولات کشاورزی را برای مدیریت پایدار علف‌های هرز مهیا نماید، بنابراین علف‌های هرز مارتیغال و پنیرک به ویژه اندام برگ آن‌ها را شاید بتوان به‌عنوان کاندیدی قابل تامل برای تولید علفکش‌های سازگار با محیط زیست و یا حتی آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی در صنعت دارویی پیشنهاد نمود. این امر نیازمند بررسی نحوه تاثیر و عمل ترکیبات دگرآسیب موجود در این علف‌های هرز بر روی سایر گونه‌ها است.

References

حسنلو، ط.، خاوری نژاد، ر. و مجیدی، ا. ۱۳۸۶. بررسی صفات مورفولوژیکی و انباشت انواع فلاونولیگنان‌ها در گیاه خارمریم کشت شده و بومی ایران. *نشریه گیاهان دارویی*. ۶(۲۲): ۹۰-۷۷.

خلیلی محله، م.، جلیلی، م. و حسینی ن. ۱۳۹۳. اثر چهار گونه علف‌های هرز بر جوانه‌زنی و رشد سورگم علوفه‌ای. *پژوهش در علوم زراعی*. ۵(۲۰): ۱۲۲-۱۰۷.

دانشمندی، م. ش. و عزیزی، م. ۱۳۸۸. بررسی اثر آللوپاتیکی اکالیپتوس (*Eucalyptus globules* Labill) بر جوانه‌زنی و رشد علف هرز دائمی *Cynodon dactylon* (L.) Pers. در شرایط گلدانی و آزمایشگاهی. *تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران*. ۲۵: ۳۴۶—۳۳۳.

رومانی، ا.، بیابانی، ع.، راحمی کاریزکی، ع.، غلامعلی‌پور علمداری، ا. و قلی زاده، ع. ۱۳۹۹. پاسخ خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* Forssk) به محلول‌پاشی برگی اسید سالیسیلیک و اسپرمین تحت شرایط تنش خشکی. *تنش‌های محیطی در علوم زراعی*. ۱۳(۲): ۵۱۷-۵۰۳.

زاجی، ب.، شیرخانی، ع. و علایی، ش. ۱۳۸۸. بررسی اثرات آللوپاتیک عصاره آبی بقایای سه رقم کلزا در غلظت‌های مختلف بر جوانه‌زنی و رشد دانه رست برخی علف‌های هرز. *فصلنامه گیاه و زیست بوم*. ۵(۱۹): ۴۰-۲۷.

سلطانی، ا. و ترابی ب. ۱۳۹۳. طرح و تجزیه آزمایش‌های کشاورزی (همره با برنامه SAS)، ۴۳۱ صفحه.

سلطانی پور، م.ا.، رضایی، م.ب. و مرادشاهی، ا. ۱۳۸۳. بررسی اثرات آللوپاتیک اسانس گیاه مورخوش (*Zhumeria majdae*) بر ترتیزک (*Lepidium sativum*) و سوروف (*Echinochloa crus- galli*). *مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی*. ۱۴:۶۵-۸.

صابری، م.، شهریاری، ع.، جعفری، م.، ترنیان ف.ا. و صفری ص. ۱۳۹۰. بررسی تاثیر آللوپاتیک آویشن کوهی (*Thymus kotschyanus*) بر جوانه‌زنی بذر و رشد اولیه گیاهچه های علف پشمکی (*Bromus inermis*) و چمن گندمی بلند (*Agropyron elongatum*). *نشریه پژوهش‌های آبخیزداری*. ۲۴(۹۳): ۲۵-۱۸.

صفاهانی لنگرودی، ع. و قوشچی، ف. ۱۳۹۳. تاثیر عصاره آبی و بقایای چند گونه علف هرز بر جوانه زنی و رشد گیاهچه گندم. *نشریه پژوهش‌های گیاهی (زیست‌شناسی ایران)*. ۲۷(۱): ۱۰۹-۱۰۰.

طاطاری، م.، غلامعلی‌پور علمداری، ا.، اورسجی، ز. و زارعی، م. ۱۳۹۹. اثر عصاره آبی اندام‌های مختلف علف‌هرز پنیرک (*Malva sylvestris*)بر مولفه‌های جوانه‌زنی و رنگدانه‌های فتوسنتزی علف هرز سوروف (*Echinochloa crus-galli*). *نشریه پژوهشی بذر ایران*. ۶(۲): ۱۶۱ -۱۵۱.

عباسوند، ا. و حسن نژاد، س. ۱۳۹۸. بررسی تاثیر آللوپاتیک علف‌های هرز بهار بر برخی صفات مورفولوژیک دو رقم ریحان. *هشمین همایش علوم علف‌های هرز ایران، ۷ و ۸ شهریور ۱۳۸۹. دانشگاه فردوسی مشهد.*

عطایی ع.، غلامعلی‌پور علمداری، ا.، اورسجی، ز. و راحمی کاریزکی، ع. ۱۴۰۰. بررسی تاثیر آللوپاتی عصاره آبی اندام‌های مختلف علف هرز شاتره (*Fumaria parviflora*) بر مولفه های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی چچم (*Lolium rigidum*). زیست شناسی کاربردی. ۳۴(۴): ۱۱۲-۹۴.

عماد، م.، غیبی ف.، رسولی، س م.، خانزاده ر. و محمدی جوزانی س. ۱۳۹۱. گیاهان دارویی، گیاهان صنعتی و ریواس (*Rheum ribes*). انشارات پونه، ۶۹ صفحه.

غلامعلی‌پور علمداری، ا.، فراستی، م.، شکوهی، ص. و آسترائی، ع. ۱۴۰۳. ارزیابی پتانسیل آللوپاتیک اندام‌های مختلف گیاه دارویی اکالیپتوس بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای گیاه حساس به آللوکمیکال نخود در جهت کاهش آلودگی محیط زیست. *رویکردهای نوین در مهندسی آب و محیط زیست*. ۲(۲): ۲۱۶-۲۰۳.

غلامی، ش. و امینی دهقی، د. ۱۴۰۱. تاثیر پرایمینگ با غلظت‌های مختلف سلنیوم بر شاخص‌های جوانه‌زنی بذر و گیاهچه کینوا (). *به زراعی کشاورزی*. ۲۴(۱): ۹۵-۸۵.

فلاح حسینی ح.، همتی مقدم، ا.ر. علوانی س.م. ۱۳۸۳. مروری بر گیاه دارویی خار مریم. *فصلنامه علمی پژوهشی گیاهان دارویی*. ۳(۱۱): ۲۴-۱۴.

قهرمان ا. ۱۳۷۵. عمومی خانواده‌ها و جنس‌های فلور ایران. ۱۳۷۵. *انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع ایران*، ۳۲۲ صفحه.

قوامی ن.، لبافی م.ل.، دهقانی مشکانی م.د. و مهرآفرین ع.، ۱۳۹۱. تعیین مهمترین اجزای عملکرد روغن و دانه در دو ژنوتیپ گیاه دارویی ماریتیغال (*Silybum marianum* Gaetrn.) بر مبنای تجزیه علیت و رگرسیون. ۱۱(۴۴): ۸۵-۷۸.

مددی ا.، فلاح س.، صادق پور ا. و بارانی بیرانوند ح. ۱۴۰۱. تأثیر دگرآسیبی بابونه بر تغییرات پارامترهای فیزیولوژیکی و رشد خردل وحشی در مقایسه با گندم. *فرآیند و کارکرد گیاهی*. ۱۱(۴۷): ۱۹۴-۱۷۳.

نقدی بادی ح.، امیدی ا.، شمس ه.، کیان ی.، دهقانی مشکانی م.ر.، سیف سهندی م. ۱۳۸۸. اثرات بازدارنده عصاره آبی اسپند (*Peganum harmala* L.) بر جوانه زنی بذر و رشد گیاهچه های خرفه (*Portulaca oleracea* L.) و سلمه تره (*Chenopodium album* L.). *نشریه گیاهان دارویی*. ۹(۳۳): ۱۲۷-۱۱۶.

یارنیا م.، فرج زاده معماری بریزی ،. احمد زاده و. نوبری ن. ۱۳۸۹. اثر آللوپاتی علف‌هرز پیچک صحرایی (*Convolvulus arvensis* L.) بر گندم (*Triticum aestivum* L.). *نشریه دانش کشاورزی و تولید پایدار*. ۲۰(۱): ۱۶۷-۱۵۳.

یزدانی بیوکی ر.، خزاعی ح.ر.، رضوانی مقدم پ. و آستارایی ع. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر کودهای دامی و شیمیایی بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه دارویی مارتیغال (*Silybum marianum*). *پژوهش‌های زراعی ایران*. ۸: ۷۴۶-۷۳۸.

Abbasvand, E., Hassan Nezhad, S. 2019. Survey the effect of allelopathic residues of weed species on some of the morphological traits in two basil cultivars. 8th congress of Iranian Weed Science, 27- 28 Agust 2019, *Ferdowsi University of Mashhad*. (In Persian with English Abstract)

Abdul- Baki, A.A., Anderson, J.D. 1973. Vigor determination in soybean seed by multiple criteria. *Journal of Crop Science*. 13: 630- 633.

Alonso, J. 2004. Treaty of herbal medicine and nutraceuticals. *Barcelona, Corpus*, pp. 707- 709. (In Spanish)

Al-Watban, A., Salama H.M.H. 2012. Physiological effects of allelopathic activity of *Artemisia monosperma* on common bean (*Phaseolus vulgaris*). *International Research Journal of Plant Science*. 3(8): 158- 163.

Amini, S., Azizi, M., Joharchi M.R. 2014. Determination of allelopathic potential in some medicinal and wild plant species of Iran by dish pack method. *Theoretical and Experimental Plant Physiology*. 26: 189- 199.

Amoo, S.O., Ojo A.U., Van Staden J. 2008 Allelopathic potential of Tetrapleura tetraptera leaf extracts on early seedling growth of five agricultural crops. *South African Journal of Botany*. 74: 149- 152.

Ashraf, R., Sultana B., Yaqoob S., Iqbal M. 2017. Allelochemicals and crop management: a review. *Current Science Perspectives*. 3(1): 1- 13.

Ataei, A., Gholamalipour Alamdari, E., Avarseji, Z., Rahemi Karizaki A. 2022. Study of allelopathic effect of aqueous extract of various organs of *Fumaria parviflora* on morphological, physiological and biochemical charateractics of *Lolium rigidum*. *Applied Biology*. 34(4): 94- 112. (In Persian with English Abstract)

Bais, H.P., Vepachedu, R., Gilroy S., Callaway R.M., Vivanco J.M. 2003. Allelopathy and exotic plant invasion: from molecules and genes to species interactions. *Science*. 301(5638): 1377- 1380.

Behdad A., Abrishamchi, P., Jankju M. 2015. Relation to phonology, phenolics content and allelopathic effect of *Artemisia khorassanica* Krasch on growth and physiology of *Bromus kopetdaghensis* Drobov. *Journal of Biology*. 28(2): 243- 255. (In Persian with English Abstract)

Ben- Hammouda, M., Ghorbal, H., Kremer, R.J., Oueslati O. 2001. Allelopathic effects of barley extracts on germination and seedling growth of bread and durum wheat. *Agronomie*. 21: 65- 71.

Bohwmick, P.C., Doll J.D. 1984. Allelopathic effects of annual weed residues on growth and nutrient uptake of corn and soybean. *Journal of Agronomy*. 76(3): 383- 388.

Burgos, N.R., Talbert R.E. 2000. Differental activity of allelochemicals from *Secale cereale* in seedling bioassys. *Weed Science*. 48(3): 302- 310.

Caceres, A. 2000. Calidad de la material prima para la elaboracion de productos fitofarma ceuticas. Primer Congreso International FITO 2000 Por la investigacion, conservacion diffusion del conocimiento de las plantas medicinals 27-30 de septiembre, Lima, Peru.

Cacho, M., Moran M., Corchete P. and Frarandez Tarrago J. 1999. Influence of medium composition on the accumulation of flavonolignans in cultured cells of *Silybum marianum* (L.) Gaertn. Plant Science. 144(2): 63- 68.

Chon, S.U., Jang H.G., Kim D.K., Kim Y.M., Boo H.O., Kim Y.J. 2005. Allelopathic potential in lettuce (*Lactuca sativa* L.) plants. *Scientia Horticulture*. 106: 309- 317.

Christina, M., Rouifed S., Puijalon S., Vallier F., Meiffren G., Bellvert F., Piola F. 2015. Allelopathic effect of a native species on a major plant invader in Europe. *The Science of Nature*. 102(12): 1- 8.

Cosmulescu, S., Botu M., Achim G., Baciu A., Gruia M., Trandafir I. 2014. Polyphenol content in walnut (*Juglans regia* L.) mature leaves. *Edition by Jianbao Tian. Acta Horticulturae*. 10(50): 205- 212.

Daneshmandi, M.S.h., Azizi M. 2009. Allelopathic effect of *Eucalyptus globulus* Labill. on Bermuda grass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) germination and rhizome growth. *Journal of medicinal and Aromatic Plants*. 25: 333- 346. (In Persian with English Abstract)

Einhellig, F.A., Galindo J.C.G., Molinillo J.M.G., Cutler H.G. 2004. Mode of allelochemical action of phenolic compounds. In: allelopathy: *chemistry and mode of action of allelochemicals* (eds. Macias, F.A. Galindo, J.C.G. and Molinillo, J.M.G.), pp. 217- 238. CRC Press.

El-Shora, H.M., Abd El-Gawad A.M. 2015. Physiological and biochemical responses of *Cucurbita pepo* L. mediated by *Portulaca oleracea* L. allelopathy. *Fresenius Environmental Bulletin Journal*. 24: 386- 393.

Emad, M., Ghibi F., Rasoli S.M., Khanzadeh R., Mohammadi Jozani S.M. 2012. Medicinal and industrial plant of *Rheum ribes*. Poone Publisher, 69p. (In Persian)

Fallah- Hosseini, H., Hemti- Moghadam A.R. Alvaian S.M. 2004. A review of the medicinal plant thistle. Scientific Research Quarterly *Journal of Medicinal Plants*. 3(11): 14- 24. (In Persian with English Abstract

Ghareman, A. 1996. General code of families and genera of flora of Iran. Publications of the Research Institute of *Forests and Rangelands of the Iran*, 322p. (In Persian)

Gholamalipour Alamdari1, E., Farasati M., Shokohi S., Asteraie A. 2024. Evaluating the allelopathic potential of the medicinal plant of *Eucalyptus* on the characteristics of germination and seedling growth of the plant sensitive to allelochemicals of chickpea in order to reduce water and environmental pollution. *Journal of New Approaches in Water Engineering and Environment*. 2(2): 203- 216. (In Persian with English Abstract)

Gholami, Sh., Amini Dehaghi D. 2022. The Effect of priming with different concentrations of selenium on germination indices of quinoa seeds and seedlings. *Journal of Crops Improvement*. 24(1): 85- 95. (In Persian, with English Abstract)

Gronel, A., Heb J., Bohm H. 2015. Weed suppressive ability in sole and intercrops of pea and oat and it is interaction with plowing and crop interference in organic farming. *Organic Agricalture*. 5(1): 39-51.

Han, C.M., Pan K.W., Wu N., Wang J.C., Li W. 2008. Allelopathic effect of ginger on seed germination and seedling growth of soybean and chive. *Scientia Horticulture*. 116(3): 330- 336.

Hardgree, S.P., Van Vactor S.S. 2000. Germination and emergence of primed grass seeds under field and simulated-field temperature regimes. *Annals of Botany Journal*. 85: 379-390.

Hasanloo, T., Khavari Nejad R., Majidi E. 2007. Evaluation of phenotypic coefficient and flavonolignan content in dried fruits of cultivated and endemic *Silybum marianum* (L.) Gaertn. *Journal of Medecinal Plants*. 6(22):77- 90. (In Persisn with English Abstract)

Hegab M.M., Khodary S.E.A., Hammouda O. Ghareib H.R. 2008. Autotoxicity of chard and its allelopathic potentiality on germination and some metabolic activities associated with growth of wheat seedling. *African Journal of Biotechnology*. 7: 884- 892.

Inderjit. 2001. Soil: environmental effects on allelochemical activity. *Agronomy Journal*. 93: 79-84.

Ismail, B.S. Chong T.V. 2002. Effect of aqueous extract and decomposition of *Mikania micrantha* on selected agronomic crops. *Weed Biology and Management*. 2: 31- 38.

Jafari, L., Abdollahi F. 2014. Study the allelopathic effect of some common weeds of Hormozgan province on germination and vegetative growth of onion (*Allium cepa*). *Journal of Plant Ecophysiology*. 6(19): 93- 110. (In Persian with English Abstract)

Kremer, R.J., Ben- hammouda M. 2009. Physiological study of allelopathic medicinal plants and wheat weeds under greenhouse conditions. *Allelopathy Journal*. 24: 225- 242.

Khalili Mahalleh, J., Jalili F., Hosseini N. 2014. Effect of four kind of allelopathic weeds on the germination and growth of forage sorghum. *Journal of Research in Crop Science*. 5(20): 107- 122. (In Persisn with English Abstract)

Khandakar, A.L., Bradbeer J.W. 1983. Jute seed quality. Dhaka, Bangladesh *Agricultural Research Council*. Dhaka, Bangladesh.

Macias, F.A. 1995. Allelopathy in the search for natural herbicides models. Allelopathy. Organisms, Processes and Applications (eds). *American Chemical Society*, pp. 310- 329.

Macias, F.A., Molinillo J., Varela R.M., Galindo J.C.G. 2007. Allelopathy a natural alternative for weed control. *Pest Management Science*. 63: 327- 348.

Madadi, E., Fallah S., Sadeghpour A. and Barani-Beiranvand H. 2021. The effect of allochemical compounds of chamomile on changes in physiological parameters and growth of charlock mustard compared to wheat. *Journal of Plant Process and Function*. 11(47): 173- 194. (In Persian with English Abstract)

Mandel, M.S.H., Masum S.M., Ali M.H., Haque M.N. Mahto A.K. 2012. Influence of *Parthenium hysterophorus*, *Chromolaena odorata* and PRH on seed germination and seedling growth of maize, soybean and cotton. Bangladesh *Journal of Weed Science*. 3: 83- 90.

Mishra, A. 2015. Allelopathic properties of *Lantana camara*. Lnt. International Research *Journal of Basic and Clinical Studies*. 3: 13- 28.

Mominul Islam, A.K.M., Mojidul Haque M.D., Bhowmik O., Yeasmin S., Parvez Anwar M.D. 2019. Allelopathic potential of three oil enriched plants against seedling growth of common field crops. *Journal of Botanical Research.* 1(3): 8- 15.

Naqdi Badi, H., Omidi H., Shams H., Kian Y., Dehghani Meshkani M. Seif Sahandi M. 2010. Inhibitory effects of *Peganum harmala* aqueous extract on seed germination and growth of *Portulaca oleracea* and *Chenopodium album* seeds. *Medicinal Plants*. 9(33): 116- 127. (In Persian with English Abstract)

Peerzada, AM., Bajwa A.A., Ali H.H., Chauhan B.S. 2016. Biology, impact, and management of *Echinochloa colona* L. *Crop Protection*. 83: 56- 66.

Pirzad, A., Ghasemian V. R., Sharifi M., Sedghi M. Hadi H. 2012. The effect of aqueous extract *Salvia officinalis* and *Artemisia sieberi* on germination and seedling growth of *Amaranthus retroflexus*. *The Journal of Plant Protection Research*. 26(2): 145- 151.

Prabhakaran, J., Maharaj S. 2013. Allelopathic potential of *Cissus quadrangularis* L. on growth of floral millet (*Pennesetum typhoides* ST. and HUB). *International Journal of Research in Biological Sciences*. 3(1): 18- 21.

Qasem, J.R. 1992. Pigweed (*Amaranthus* spp) interference in transplanted tomato (*Lycopersicom esculentum*). *Horticultural Science*. 67: 421- 427.

Qavami, N, Labbafi M, Dehghani- Meshkani M., Mehrafarin A. 2012. Determination of seed and oil yield and yield components in two variety of milk thistle (*Silybum marianum* Gaetrn.) based on path analysis and regression. *Journal of Medecinal Plants*. 11(44): 78- 85. (In Persian with English Abstract)

Rezvani, R., Dadkhah, A. 2023. 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. *Journal of Seed Science and Technology*. 12(1): 1- 14.

Roumani, A., Biabani A., Rahemi Karizaki A., Gholamalipour Alamdari E., Gholizadeh A. 2020. The response of quantitative and qualitative characteristics of Isabgol (*Plantago ovata* Forssk.) to foliar application of salicylic acid and spermine under drought stress conditions. *Environmental Stresses in Crop Sciences*. 13(2): 503- 517. (In Persian with English Abstract)

Saberi, M., Shahriari, A., Jafari M., Tarnian F.A. Safari H. 2012. Allelopathic effect of *Thymus kotschyanus* on seed germination and initial growth of *Bromus inermis* and *Agropyron elongatum*. *Journal of Watershed Management Researches*. 24(93): 18- 25. (In Persian with English Abstract)

Safahani, Langroudi A.R. Ghoshchi F. 2014. Allelopathic effects of aqueous and residue of different weeds on germination and seedling growth of wheat. *Journal of. Plant Research. (Iranian Journal of Biology).* 27(1): 100- 109. (In Persian with English Abstract)

Soltani, A. Torabi B. 2014. Design and analysis of agricultural experiments (with SAS programs), 431p. (In Persian)

Soltanipour, M.A., Rezaei M.B., Moradshahi A. 2004. Study of allelopathic effects of essential oils of *Zhumeria majdae* on *Lepidium sativum* and *Echinochloa crus-galli*. Pajouhesh and Sazandegi (in Agronomy and Horticulture). 65: 8- 14. (In Persisn with English Abstract)

Sumara, A., Stachniuk A., Montowska M., Kotecka- Majchrzak K., Grywalska E., Mitura P. Fornal E. 2022. Comprehensive review of seven plant seed oils: *chemical composition, nutritional properties, and biomedical functions. Food Reviews International*, pp. 1- 21.

Tatari, M., Gholamalipour Alamdari E., Avarseji Z. and Zarei M. 2020. Aqueous extract effect of different organs of *Malva sylvestris* weed on germination characteristics and photosynthetic pigments of *Echinochloa crus-galli*. *Iranian Journal of Seed Research*. 6(2): 151- 161. (In Persian with English Abstract)

Temraz, A. and El- tantawy W.H. 2008. Characterization of antioxidant activity of extract from *Artemisia vulgaris*. *Pakistan Journal of Pharmacognosy Science*. 21(43): 321- 326.

Tutenocakli, T., Coskun Y., Tas, I., Oral A. Turker G. 2022. Allelopathic effects of some essential oil components on germination and seedling growth of wheat. *Current Trends in Natural Sciences*. 11(21): 513- 520.

Weston, L.A. 1996. Utilization of allelopathy for weed management in agro-ecosystems. *Agronomy Journal*. 88: 860- 866.

Yang, C.M., Lee C.N. Chou C.H. 2002. Effects of three allelopathic phenolics on chlorophyll accumulation of rice (*Oryza sativa*) seedlings: I. Inhibition of supply- orientation. Botanical Bulletin of Academia Sinica. 43: 299- 304.

Yarnia, M., Farajzadeh Memari Tabrizi E., Ahmadzadeh V. Nobari N. 2010. Allelopathic effect of desert ivy (*Convolvulus arvensis* L.) on wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*. 20(1): 153- 167. (In Persian with English Abstract)

Yazdani, Biuki R., Khazaei H.R., Rezvani Moghaddam P. Astaraei A. 2010. Effects of animal manures and chemical fertilizer on quantitative and qualitative characteristics of milk thistle plant (*Silybum marianum*). *Iranian Journal of Field Crops Research*. 8: 738- 746. (In Persian with English Abstract)

Zaji, B., Shirkhani A. Alaei Sh. 2009. Allelopathic effects of three cultivars of rapeseed (*Brassica napus* L.) aqueous extracts at different concentrations on germination and seedling growth of some weeds. *Journal of Plant and Ecosystem*. 5(19): 27- 40. (In Persian with English Abstract)

Zeng, R.S., Mallik A.U. and Luo Sh.M. 2008. Allelopathy in sustainable agriculture and forestry. *Springer-Verlag, New York.*