Gonbad Kavous University
Volume 2, Issue 2
Journal of New Approaches in Water Engineering and Environment
Online ISSN: 2981-0280
Homepage: https://nawee.gonbad.ac.ir

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

Ebrahim Gholamalipour Alamdari[1,*], Masoumeh Farasati[2,*], Sedigheh Shokohi[3], Alireza Asteraie[4]

[1]Associate Professor, Plant Production Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad kavous, Iran.
[2]Associate Professor, Watershed Management Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad kavous, Iran.
[3]MSc. student in Irrigation and drainage, Watershed management Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University, Gonbad kavous, Iran.
[4]Associate Professor, Soil Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi Mashhad University, Mashhad, Iran

Received: 03.11.2023; Accepted:04.02.2024

Abstract

An experiment was conducted in order to evaluate the allelopathic effect of water extract from different parts of *Eucalyptus* on the germination characteristics and seedling growth of the benchmark plant and sensitive to allelochemicals of chickpea in both laboratory and greenhouse conditions in a completely randomized design with three replications, separately. At first, the dried samples were powdered by a mill. For bioassay experiment, a 2% suspension of *Eucalyptus* leaves and bark along mixture of them was prepared, and then different dilutions of the suspension such as 0 (control), 5, 15 and 20% of the resulting suspension were applied. In greenhouse condition, different amounts of plant residues including 0.5, 1, 2, and 5% by weight of each leaf organ, bark, and their mixture were prepared separately in three kg of loam soil in pots. The pots were kept for 60 days in order to rot and the activity of microorganisms in these conditions. Finally, for bioassay experiment, some characteristics of germination percentage, radicle and shoot length, allometric coefficient, seed vigor index, and in the case of greenhouse experiment, germination percentage, plant length, seedling fresh and dry weight were measured. According to the results, the effect of *Eucalyptus* organs, different concentrations or amounts of plant residues, and their interaction effect on the characteristics of germination and seedling growth of chickpeas were significant ($p<0.05$). The intensity of inhibitory and stimulatory effect in chickpea seeds depended on the type of organ and the concentration of aqueous extract or the amount of decayed *Eucalyptus* residues. In most cases, the leaf organ had the greatest inhibitory effect on the characteristics of chickpea germination and seedling growth. Therefore, the use of *Eucalyptus* organs, especially leaves, in the production of biological herbicides, while reducing the spread of weeds, provides further development of organic farming system.

Key words: Allelopathic potential, Aqueous extract, Different dilution, Leaf, Plant residues, Vigor index.

[*] Corresponding author, E-mail: E. Gholamalipour Alamdari (eg.alamdari@gonbad.ac.ir), M.Farasati (farasati2760@gmail.com)
Cite this article: Ebrahim Gholamalipour Alamdari, Masoumeh Farasati, Sedigheh Shokohi, Alireza Asteraie. (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*, 3(1), 203-216. https://doi.org/10.22034/nawee.2024.437504.1063

© The Author(s). Publisher: Gonbad Kavous University.
DOI: https://doi.org/10.22034/nawee.2024.437504.1063

رویکردهای نوین در مهندسی آب و محیط زیست
شاپا الکترونیکی: ۰۲۸۰-۲۹۸۱
Homepage: https://nawee.gonbad.ac.ir
دانشگاه گنبد کاووس
دوره دوم، شماره دوم

ارزیابی پتانسیل آللوپاتیک اندام‌های مختلف گیاه دارویی اکالیپتوس بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای گیاه حساس به آللوکمیکال نخود در جهت کاهش آلودگی آب و محیط زیست

ابراهیم غلامعلی پور علمداری*[1]، معصومه فراستی*[2]، صدیقه شکوهی[3]، علیرضا آستارایی[4]

[1]دانشیار گروه تولیدات گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران
[2]دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران
[3]دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه گنبدکاووس، گنبدکاووس، ایران
[4]دانشیار گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۱۲ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۵

چکیده

آزمایشی با هدف ارزیابی پتانسیل آللوپاتیک عصاره آبی اندام‌های مختلف اکالیپتوس بر خصوصیات جوانه‌زنی رشد گیاهچه‌ای گیاه محک و حساس به آللوکمیکال نخود در دو شرایط آزمایشگاه و گلخانه بصورت طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار بطور جداگانه انجام شد. در ابتدا نمونه‌های خشک شده توسط آسیاب پودر گردیدند. برای آزمایش زیست‌سنجی، سوسپانسیون ۲ درصد از اندام‌های برگ و پوسته اکالیپتوس بهمراه مخلوطی از برگ و پوسته تهیه و سپس رقت‌های مختلف از سوسپانسیون نظیر ۰ (شاهد)، ۵، ۱۵ و ۲۰ درصد از سوسپانسیون حاصل اعمال شد. در شرایط گلخانه‌ای، مقادیر مختلف بقایای گیاهی شامل ۰/۵، ۱، ۲ و ۵ درصد وزنی از هر یک از اندام‌های برگ، پوسته و مخلوطی از آن‌ها در سه کیلوگرم خاک لوم در گلدان‌ها بطور جداگانه تهیه شد. گلدان‌ها به مدت ۶۰ روز به منظور پوسیده شدن و فعالیت میکروارگانیسم‌ها در این شرایط نگهداری شد. در انتها برای آزمایش زیست‌سنجی، برخی از صفات درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، ضریب آلومتریک و شاخص بنیه بذر و در مورد آزمایش گلخانه‌ای نیز درصد جوانه‌زنی، طول بوته و وزن تر و وزن خشک گیاهچه‌ای نخود مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. مطابق نتایج، اثر اندام‌های اکالیپتوس، غلظت‌ها و یا مقادیر مختلف از بقایای گیاهی و اثر متقابل آن‌ها بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای نخود معنی‌دار بود ($p<0.05$). شدت اثر بازدارندگی و تحریک کنندگی در بذور نخود وابسته به نوع اندام و غلظت عصاره آبی و یا مقادیر بقایای پوسیده اکالیپتوس بود. در بیشتر موارد، اندام برگ در غلظت و مقادیر بالا از ماکزیمم اثر بازدارندگی بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای نخود برخوردار بود. بنابراین بکارگیری اندام‌های اکالیپتوس به‌ویژه برگ در تولیـد علفکش‌ها با منشاء زیستی، ضمن کاهش گسترش علف‌های هرز، توسعه بیشتر نظام‌های کشاورزی ارگانیک را فراهم می‌سازد.

کلمات کلیدی: برگ، بنیه بذر، پتانسیل آللوپاتیک، رقت‌های مختلف، عصاره آبی، مقادیر بقایا

* نویسنده مسئول: ابراهیم غلامعلی‌پور علمداری (eg.alamdari@gonbad.ac.ir)، معصومه فراستی (farasati2760@gmail.com)

استناد: غلامعلی پور علمداری، ابراهیم؛ فراستی، معصومه؛ شکوهی، صدیقه؛ آستارایی، علیرضا (۱۴۰۳). ارزیابی پتانسیل آللوپاتیک اندام‌های مخلف گیاه دارویی اکالیپتوس بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای گیاه حساس به آللوکمیکال نخود در جهت کاهش آلودگی آب و محیط زیست. *رویکردهای نوین در مهندسی آب و محیط زیست*، ۳ (۱)، ۲۱۶-۲۰۳. https://doi.org/10.22034/nawee.2024.437504.1063

ناشر: دانشگاه گنبد کاووس. © نویسندگان

مقدمه

آللوپاتی یکی از روابط متقابل بیوشیمیایی دارای اثرات بازدارندگی و یا تحریک کنندگی است که اثرات معنی‌داری در تحقیقات کشاورزی پایدار دارد. این پدیده یکی از انواع مداخله‌های منفی است که اثرات زیانبار آن بر علف‌های هرز از طریق آزادسازی مواد شیمیایی توسط گیاه دهنده مواد صورت می‌گیرد. خاصیت دگرآسیبی گیاهان می‌تواند به‌طور موفقی به عنوان ابزاری جهت کاهش جمعیت علف‌های هرز مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به این که نگرانی‌های اکولوژیک و زیست محیطی که با مصرف علفکش‌های شیمیایی به وجود آمده است، منجر به افزایش توجه به کشاورزی ارگانیک شده است. همچنین به‌دلیل عدم استفاده از علفکش‌های شیمیایی در نظام‌های ارگانیک، معرفی علفکش‌های زیستی جهت کنترل علف‌های هرز می‌تواند توسعه بیشتر نظام‌های ارگانیک را امکانپذیر سازد (سیدی و همکاران، ۱۳۹۴). گیاهان دارای خاصیت آللوپاتی از طریق تولید و ترشح متابولیت‌هایی که به محیط اطراف خود انتشار می‌دهند، تأثیر منفی بر جوانه‌زنی و رشد علف‌های هرز مجاور داشته و از این طریق رشد و تراکم آن‌ها را محدود می‌کنند (عسگرپور و همکاران، ۱۳۹۴). ترکیبات شیمیایی دخیل در مکانیسم آللوپاتی می‌توانند به گروه وسیعی از ترکیبات بیوشیمیایی مانند آلکالوئیدها، ترپنوئیدها، ترکیبات فنولی، گلیکوزیدها و غیره تعلق داشته باشند (Yoneyama and Natsume, 2010). اصولاً توانایی گیاهان برای تولید متابولیت های ثانویه (آللوپاتی) مختلف می‌تواند به‌طور قابل توجهی پویایی جمعیت آفات را از طریق آفتکش‌های جدید و کارآمد گیاهی کاهش دهد (Sergeeva, 2015). ترکیبات دارای قابلیت آللوپاتی می‌توانند در همهٔ بافت‌های گیاهی از جمله برگ ها، ساقه‌ها، ریشه‌ها، ریزوم‌ها، گل‌ها، میوه‌ها و دانه های گیاهان وجود داشته باشند (پیرزاد و همکاران، ۱۳۹۱). ترکیبات زیست فعال و یا متابولیت‌های ثانویه از گیاهان معمولا به شکل آبی، با استفاده از اتانول یا حلال های آلی دیگر استخراج می‌شود (Khoddami et al., 2013). گزارش شده است که اثرات آللوپاتیک گیاهان بر یکدیگر یکی از عوامل مهم محدود کننده رشد و عملکرد گیاهان می‌باشد. تأثیرات شناخته شده آللوکمیکال‌ها شامل ناهنجاری‌های آناتومیکی، کاهش جذب، کاهش جوانه‌زنی، کاهش رشد گیاهچه و کلروزه شدن می‌باشد. میزان بازدارندگی این مواد به غلظت عصاره آبی گیاه مورد آزمایش بستگی دارد (Mishra, 2015). نتایج آزمایش‌های هیوه‌چی و همکاران (Heivachi et al., 2023) نشان داد که قرار گرفتن سلول‌های مریستم انتهایی ریشه زعفران تحت غلظت‌های مختلف عصاره آبی کاهوی وحشی (*Lactuca serriola*)، اثر بازدارندگی بر فرآیندهای تقسیم میتوزی داشت و باعث القاء ناهنجاری‌های کروموزومی در مراحل مختلف رشد شد. هم‌چنین اثر دگرآسیبی عصاره آبی غلظت‌های مختلف کاهوی وحشی بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای گیاه محک و حساس به آللوکمیکال شاهی (*Lipidium sativum*) نیز گزارش گردید بود. در مطالعه‌ای با بررسی اثر دگرآسیبی عصاره آبی جو بر رشد گیاهچه و پایداری غشای سلولی علف‌هرز یولاف وحشی و چچم، گزارش شد که افزایش غلظت عصاره آبی جو سبب کاهش طول و وزن خشک گیاهچهای دو گیاه مورد بررسی شد (Makizadeh Tafti, and Farhoudi, 2017). نتایج در رابطه با اثر آللوپاتی خربزه وحشی واریته Agrestis بر روی گندم نشان داد که عصاره آبی اندام‌های مختلف (میوه، برگ، ساقه، ریشه و بذر) این گیاه در غلظت‌های پایین دارای خاصیت تحریک کنندگی و در غلظت‌های بالا دارای خاصیت بازدارندگی بر روی شاخص‌های رشد نظیر طول ساقه و ریشه، وزن تر و خشک و وزن هزار دانه گندم بودند. از میان عصاره اندام‌ها، ریشه و ساقه از خاصیت بازدارندگی بیشتری برخوردار بودند (Hadi et al., 2016). همچنین El-Shora و Abd El-Gawad (۲۰۱۵) گزارش نمودند که مقدار بازدارندگی عصاره آبی ریشه و برگ خرفه (*Portuleca oleraceae*) بر کدوی تخمه کاغذی (*Cucurbita pepo*) وابسته به غلظت بود. Ramadan و همکاران (2018) گزارش نمودند که میزان بازدارندگی و یا تحریک کنندگی مواد آللوپاتیک بسته به گونه دهنده متابولیت‌های ثانویه و و مقدار آن در درجه اول و حساسیت گونه هدف در درجه دوم، متفاوت می‌باشد. Majeed و همکاران (۲۰۱۲) و Siyar و همکاران (2019) گزارش نمودند که سنتز و غلظت آللوکمیکال‌ها در گیاهان بستگی به عوامل مختلفی

نظیر نوع گونه گیاهی، اندام‌ها، تنش‌های زنده و غیر زنده دارد. عطایی و همکاران (۱۴۰۰) گزارش نمودند که یکی از عوامل تاثیرگذار بر اثرات دگرآسیبی شاتره بر علف‌هرز چچم، اندام‌ها می‌باشند، به‌طوری‌که در اکثر موارد اندام‌های برگ و گل از بیشترین تأثیر دگرآسیبی بر مشخصه‌های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی چچم برخوردار بودند. اصولاً گیاه اکالیپتوس (*Eucalyptus globulus* Labill.) به دلیل داشتن ترکیبات ثانویه ممکن است دارای اثرات دگرآسیبی باشد. بیش از ۱۰۰ سال پیش این گیاه اولین بار به ایران وارد شد و در جنوب کشور که محیط مناسبی برای رشد آن بود، کاشته شد. هم اکنون این گیاه در بخش‌های مختلفی از کشور کشت و کار می‌شود (عصاره و سردابی، ۱۳۹۶). اکالیپتوس علاوه بر این که یک گیاه دارویی و اقتصادی است، سرشار از ترکیبات اسانس به‌ویژه مونوترپن‌ها، فنول و آنتی‌اکسیدان‌ها است. بنابراین بکارگیری این دسته از گیاهان می‌تواند گزینه مناسبی برای تولید علفکش‌ها، شبه هورمون‌ها و یا حتی داروها با منشاء زیستی باشد. بنابراین به منظور بررسی و قابلیت اثر عصاره آبی و یا بقایای اکالیپتوس به عنوان علفکش زیستی برای کنترل علف‌های هرز، تحقیقی با هدف ارزیابی اثر آللوپاتیک عصاره آبی و بقایای حاصل از اندام‌های مختلف آن بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای گیاه محک و حساس به آللوکمیکال نخود (Mendoza and Salazar, 2022) انجام شد.

مواد و روش‌ها

شناسایی و آماده‌سازی نمونه‌های گیاهی

در این آزمایش، نمونه‌های برگی و پوسته درخت اکالیپتوس در فصل بهار با رعایت شرایط رویشگاهی یکسان جمع‌آوری شد. در ابتدا گونه درختی اکالیپتوس با کمک فلور ایرانیکا مورد شناسایی دقیق گونه‌ای قرار گرفت. سپس برای برداشتن گرد و غبار و عدم اختلاط نمونه‌ها با آن‌ها برای مدت یک دقیقه با آب مقطر مورد شستشو قرار گرفت. در ادامه نمونه‌های برگی و پوسته درخت اکالیپتوس در ابتدا نیمه پژمرده و سپس با کمک آون در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت خشک شد. نمونه‌ها ابتدا توسط آسیاب به قطعات ریز تبدیل و از الک‌هایی با مش ۵۰ (تعداد مربع و یا ذرات الک در یک اینچ) عبور داده شد. سپس نمونه‌ها تا زمان شروع آزمایش‌های آللوپاتیکی در کیسه‌های پلاستیکی زیب‌دار نگهداری شد. آزمایش‌های زیست‌سنجی در دو شرایط آزمایشگاه و گلخانه بصورت طرح کامل تصادفی در سه تکرار در سال ۱۴۰۰ به اجرا درآمد.

نحوه تهیه عصاره‌های گیاهی و آزمایش زیست‌سنجی در شرایط آزمایشگاه

برای آزمایش‌های زیست‌سنجی، ابتدا سوسپانسیون ۲ درصد (۲ گرم ماده خشک:۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر) از اندام‌های مختلف برگ، پوسته و مخلوطی از آن‌ها بطور جداگانه تهیه شد. در ادامه هر یک از عصاره‌ها بعد از ۷۲ ساعت به‌وسیله کاغذ صافی، صاف شد. سپس رقت‌های مختلف نظیر ۰ (شاهد)، ۵، ۱۵ و ۲۰ درصد از عصاره بدست آمده، تهیه شد. جهت شروع آزمایش‌های زیست‌سنجی، ابتدا بذرهای گواهی شده حساس به آللوکمیکال نخود رقم ۳۲۷۹ از شرکت پاکان بذر تهیه شد. سپس بذور توسط هیپوکلریت سدیم ۱۰٪ و قارچ کش بنومیل ۲ در هزار (هر کدام به مدت ۳۰ ثانیه) ضد عفونی شد و در ادامه چندین مرتبه با آب مقطر شستشو داده شد. ۱۰ میلی‌لیتر از غلظت‌های مختلف عصاره هر یک اندام‌های اکالیپتوس به پتری‌دیش‌های استریل شده در آون (۱۱۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت) حاوی ۱۰ عدد بذر اعمال شد. پتری‌ها در اتاقک رشد با تناوب نوری ۱۶ ساعت روشنایی، ۸ ساعت تاریکی و در دمای ۳±۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. بعد از مدت ۳ روز، شمارش بذور جوانه‌زده بطور روزانه تا روز دهم انجام شد. ملاک جوانه‌زنی بذور دارا بودن طول ریشه‌چه با حداقل ۳ میلی‌متر طول بوده است. در انتهای روز دهم، صفاتی نظیر درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، طول ساقه‌چه، بنیه بذر و ضریب آلومتریک مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

آزمایش‌های زیست‌سنجی در شرایط گلخانه

مطابق تجزیه نمونه خاک و لومی بودن آن، خاک محل اجرای آزمایش از عمق ۵ تا ۷۵ سانتی‌متری زمین تهیه شد. سپس خاک مورد بررسی از الک‌هایی با مش ۹ عبور داده شد. مقادیر مختلف بقایای گیاهی شامل ۰/۵، ۱، ۲ و ۵ درصد وزنی از هر یک از اندام‌های برگ، پوسته و مخلوطی از آن‌ها در سه کیلوگرم خاک لوم در گلدان‌هایی به پهنای

۱۷/۳۰ و ارتفاع ۲۱ سانتی‌متر بطور جداگانه قرار داده شد. گلدان‌ها به مدت ۶۰ روز به منظور پوسیده شدن و فعالیت میکروارگانیسم‌ها در این شرایط نگهداری و روزانه ۳۰ میلی‌لیتر آب مقطر به هر یک از آن‌ها اضافه گردید. در پایان روز شصتم، خاک گلدان‌ها برای خروج آللوکمیکال‌های گازی به مدت یک هفته در معرض هوای آزاد جهت خروج آن‌ها پهن گردید. در ادامه، بذور نخود با هیپوکلریت سدیم ۱۰ درصد و قارچکش بنومیل ۲ در هزار (هر کدام به مدت ۳۰ ثانیه) ضد عفونی شد. سپس ۱۰ عدد بذر در هر گلدان کاشته و بلافاصله، گلدان‌ها تا ظرفیت زراعی مورد آبیاری قرار گرفتند. این آزمایش‌ها در شرایط محیطی کنترل شده گلخانه انجام شد. این آزمایش در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه فردوسی مشهد به اجرا درآمد. در انتها برخی از صفات درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، ارتفاع بوته و وزن خشک گیاهچه به شرح ذیل مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

درصدجوانه‌زنی با استفاده از رابطه ذیل از روز دوم تا روز دهم محاسبه شد (Hardgree and Van Vactor, 2000).

$$GP=ni/N \times 100 \quad \text{رابطه (۱)}$$

که در آن، GP: درصد جوانه‌زنی، ni: تعداد بذر جوانه‌زده در روز، N: تعداد کل بذرها می‌باشد.

طول ریشه‌چه و ساقه‌چه نیز با استفاده از خطکش میلی‌متری مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

شاخص بنیه بذر با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شد.

$$VI=(RL+SL)\times GP \quad \text{رابطه (۲)}$$

که در آن VI بنیه بذر، RL طول ریشه‌چه (بر حسب میلی‌متر)، SL طول ساقه‌چه (بر حسب میلی‌متر) و GP درصد جوانه‌زنی می‌باشد.

محاسبه درصد تحریک‌کنندگی و یا بازدارندگی با استفاده از رابطه ذیل برآورد شد (Amoo et al., 2008).

$$PLI = [(R_2 - R_1)/ R_1] \times 100 \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در آن، R_1 شاهد و R_2 تیمار می‌باشد.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

تجزیه داده‌های حاصل از زیست‌سنجی بذور در دو شرایط آزمایشگاه و گلخانه با استفاده از نرم افزار Minitab با نسخه ۱۴ انجام شد. مقایسه میانگین دادها توسط آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج زیست‌سنجی در شرایط آزمایشگاه

نتایج نشان داد که اثر ساده اندام‌های مختلف اکالیپتوس و غلظت‌های مختلف عصاره آبی اندام‌های برگ، پوسته و مخلوطی از برگ و پوسته اکالیپتوس بر درصد جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه و نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه نخود در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل اندام‌ها و غلظت‌های مختلف عصاره آبی اکالیپتوس بر این مشخصه نیز معنی‌دار بود (داده‌ها نشان داده نشده است).

اثر ساده اندام‌های برگ، پوسته و مخلوطی از برگ و پوسته اکالیپتوس بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای نخود

بررسی روند تغییرات درصد جوانه‌زنی نخود در واکنش به غلظت‌های مختلف اندام‌های اکالیپتوس و مخلوطی از آن‌ها نشان داد که عصاره اندام‌ها و مخلوطی از آن‌ها اثر کاهشی معنی‌دار متفاوتی بر این مشخصه داشتند. بیشترین اثر کاهشی بر درصد جوانه‌زنی مربوط به عصاره اندام برگ معادل ۳۱ درصد بود (جدول ۱). در این مطالعه، طول ریشه‌چه نخود تنها تحت مخلوطی از اندام برگ و پوسته اکالیپتوس بطور معنی‌داری معادل ۱۸/۷۷ درصد کاهش نشان داد. طول ساقه‌چه نخود نیز تحت تمام تیمارهای اندام برگ، پوسته و مخلوطی از آن‌ها بطور معنی‌داری معادل ۳۴، ۲۰ و ۲۱ درصد کاهش نشان داد، اما نظیر طول ریشه‌چه تنها تحت تیمار برگ بطور معنی‌داری کاهش نشان داد (جدول ۱). مطابق یافته‌ها، ضریب آلومتریک نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه تحت تیمار اندام‌های اکالیپتوس و مخلوطی از آن‌ها از روند افزایشی برخوردار بود. بیشترین این ضریب به عصاره اندام برگ اختصاص داشت (جدول ۱). در این مطالعه، درصد جوانه‌زنی و طول ساقه‌چه نخود تحت عصاره آبی اندام برگ کاهش بیشتری در مقایسه با پوسته و مخلوطی از برگ و پوسته نشان داد. با توجه به این‌که

برگ اولین محل جهت سنتز ترکیبات آلی می‌باشد، سنتز فرآورده‌های فرعی آللوکمیکال‌ها دور از انتظار نیست. صفت شاخص بنیه بذر در تیمار شاهد از بیشترین مقدار (۱۲۶۵) برخوردار بود. اما در تیمارهای عصاره آبی برگ، پوسته و مخلوطی از برگ و پوسته بطور معنی‌داری کاهش نشان داد. بیشترین اثر منفی مربوط به تیمار عصاره آبی پوسته به مقدار ۶۰/۸۷ درصد بود. اندام برگ در رتبه بعدی قرار گرفت (جدول ۱).

جدول ۱. اثر عصاره آبی اندام‌های مختلف اکالیپتوس بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای نخود

اندام‌ها	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	ضریب آلومتریک	شاخص بنیه بذر
شاهد	۱۰۰^{a}	۹/۰۰^{a}	۳/۶۵a	۲/۴۷^{d}	۱۲۶۵^{a}
برگ	۶۹/۲۰^{c} (۳۱٪)	۷/۹۸^{a} (۱۱٪)	۲/۴۰^{b} (۳۴٪)	۵/۵۸^{a} (+۱۲۵٪/۹۱)	۷۱۸^{c} (۴۳٪/۲۴)
پوسته	۸۹/۲۰^{a} (۱۱٪)	۷/۷۲^{ab} (۱۴٪)	۲/۹۳^{a} (۲۰٪)	۲/۶۳^{c} (+۶٪/۴۸)	۴۹۵^{d} (۶۰٪/۸۷)
برگ + پوسته	۷۸/۳۰^{b} (۲۲٪)	۷/۳۱^{b} (۱۸٪/۷۷)	۲/۹۰^{a} (۲۱٪)	۳/۰۵^{b} (+۲۳٪/۴۸)	۷۹۹^{b} (۳۶٪/۸۴)

حروف متفاوت نشاندهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن

اثر ساده غلظت‌های مختلف حاصل از اندام‌های برگ، پوسته و مخلوطی از برگ و پوسته اکالیپتوس بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای نخود

دامنه تغییرات درصد جوانه‌زنی نخود در واکنش به ترکیبات آللوپاتیک عصاره آبی هریک از اندام‌های برگ، پوسته و مخلوطی از برگ و پوسته اکالیپتوس بین ۱۰۰ و ۵۴/۴ درصد بود. بیشترین بازدارندگی مربوط به غلظت ۲۰ درصد عصاره آبی حاصل از اندام‌ها معادل ۴۶ درصد بود. در مقابل کمترین بازدارندگی تحت اعمال تیمار ۵ درصد عصاره آبی معادل ۱۰ درصد بود، اگرچه از لحاظ آماری با غلظت ۱۰ درصد و شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان نداد (جدول ۲). در این مطالعه، غلظت ۵ و ۱۰ درصد عصاره آبی اندام‌های اکالیپتوس و مخلوطی از آن‌ها اثر افزایش بر طول ریشه‌چه به‌ترتیب معادل ۴۲/۲۲ و ۶/۶۷ درصد نشان دادند، اگرچه اختلاف تیمار ۱۰ درصد با شاهد معنی‌دار نبود. در مقابل طول ریشه‌چه تحت غلظت ۱۵ و ۲۰ درصد اندام‌ها بطور معنی‌داری کاهش نشان داد (جدول ۲). نتایج در مورد طول ساقه‌چه نشان داد که این صفت تحت غلظت‌های مختلف عصاره آبی حاصل از اندام‌های اکالیپتوس معادل ۱/۳۷، ۲۰/۵۵، ۵۶/۱۶ و ۷۸/۰۸ درصد در مقایسه با شاهد کاهش نشان داد (جدول ۲). نسبت ریشه‌چه به ساقه‌چه نخود تحت غلظت‌های مختلف اندام‌های اکالیپتوس نشان داد که این مشخصه در تمامی غلظت‌ها افزایش نشان داد. بطوری که بیشترین افزایش مربوط به تیمار ۵ درصد عصاره آبی اندام‌های اکالیپتوس بوده است (جدول ۲). مطابق نتایج، شاخص بنیه بذر نخود در غلظت ۵ درصد عصاره (۱۸/۱۱ درصد) در مقایسه با شاهد بطور معنی‌داری افزایش نشان داد. اما در غلظت‌های ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصد به‌ترتیب معادل ۱۳/۲۰، ۴۶/۷۲ و ۸۷/۷۷ درصد در مقایسه با شاهد کاهش نشان داد (جدول ۲).

جدول ۲. اثر عصاره آبی غلظت‌های مختلف اندام‌های اکالیپتوس بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای نخود

غلظت (درصد)	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه (سانتی‌متر)	طول ساقه‌چه (سانتی‌متر)	ضریب آلومتریک	شاخص بنیه بدر
شاهد	۱۰۰^{a}	۹/۰۰^{b}	۳/۶۵^{a}	۲/۴۷^{d}	۱۲۶۵^{b}
۵	۹۱/۱۰^{a} (۱۰٪)	۱۲/۸۰^{a} (+۴۲٪/۲۲)	۳/۶۰^{a} (۱٪/۳۷)	۳/۵۶^{a} (۴۴/۱۳)	۱۴۹۴^{a} (۱۸٪/۱۱)
۱۰	۸۷/۸۰^{ab} (۱۲٪)	۹/۶۰^{b} (+۶٪/۶۷)	۲/۹۰^{b} (۲۰٪/۵۵)	۳/۳۱^{c} (۳۴٪/۰۱)	۱۰۹۸^{c} (۱۳٪/۲۰)
۱۵	۸۲/۲۰^{b} (۱۸٪)	۶/۶۰^{c} (۲۶٪/۶۷)	۱/۶۰^{c} (۵۶٪/۱۶)	۴/۱۳^{b} (٪ ۶۷/۲۱)	۶۷۴^{d} (۴۶٪/۷۲)
۲۰	۵۴/۴۰^{c} (۴۶٪)	۱/۸۰^{d} (۸۰٪/۰۰)	۰/۸۰^{d} (۷۸٪/۰۸)	۴/۷۵^{b} (۹۲٪/۳۱)	۱۴۲^{e} (۸۷٪/۷۷)

حروف متفاوت نشاندهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن

برش دهی اثر متقابل عصاره آبی اندام‌های مختلف اکالیپتوس در غلظت‌های مختلف بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای نخود

مطابق نتایج، درصد جوانه‌زنی نخود با افزایش غلظت‌های مختلف عصاره آبی اندام‌های برگ و پوسته، تنها در غلظت ۲۰ درصد در مقایسه با شاهد کاهش معنی‌داری به‌ترتیب ۷۳/۳ و ۳۳/۳ درصد نشان داد. همچنین این مطالعه نشان داد که درصد جوانه‌زنی نخود تحت غلظت‌های ۱۵ و ۲۰ درصد مخلوطی از برگ و پوسته بطور معنی‌داری به‌ترتیب معادل ۲۶/۷ و ۳۰ درصد کاهش نشان داد (جدول ۳). بر اساس یافته‌ها، طول ریشه‌چه نخود در واکنش به ترکیبات آللوپاتیک حاصل از غلظت‌های ۵ و ۱۰ درصد پوسته، روند افزایشی در مقایسه با شاهد نشان داد. همچنین غلظت ۵ درصد برگ و مخلوطی از برگ و پوسته نیز اثر افزایشی بر طول ریشه‌چه نخود نشان داشتند. در مجموع طول ریشه‌چه نخود در غلظت‌های ۱۵ و ۲۰ درصد اندام‌ها و مخلوطی از آن‌ها بشدت کاهش نشان داد (جدول ۳). روند تغییرات طول ساقه‌چه نخود تحت غلظت‌های مختلف برگ، پوسته و مخلوطی از پوسته و برگ اکالیپتوس نشان داد که این صفت با افزایش غلظت بجزء ۵ درصد در مورد اندام پوسته در مقایسه با شاهد کاهش نشان داد. بیشترین کاهش مربوط به اندام برگ در غلظت ۲۰ درصد بود (جدول ۳). ضریب آلومتریک گیاهچه‌های نخود نشان داد که این مولفه تحت غلظت‌های ۵ و ۱۰ درصد عصاره آبی اندام برگ، پوسته و مخلوطی از برگ و پوسته از روند افزایشی معنی‌دار برخوردار بود. اما در سایر غلظت‌ها از روند کاهشی برخوردار بود. بیشترین کاهش مربوط به تیمار ۲۰ درصد اندام برگ معادل ۱۴۰ درصد بود (جدول ۳). در این مطالعه، شاخص بنیه بذرنخود تحت غلظت ۵ درصد اندام برگ و ۵ و ۱۰ درصد پوسته از افزایش معنی‌داری برخوردار بود، اما در سایر غلظت‌ها بشدت کاهش نشان دادند. در مقابل شاخص بنیه بذر تحت همه غلظت‌های عصاره آبی مخلوطی از اندام‌های برگ و پوسته کاهش نشان داد (جدول ۳). افزایش طول ریشه‌چه نخود و بدنبال آن شاخص بنیه بذر تحت غلظت پایین عصاره آبی اکالیپتوس نشاندهنده وابستگی طول ریشه‌چه به غلظت آللوکمیکال‌ها است. یازرلو و همکاران (۱۳۹۸) گزارش نمودند اثر مقادیر مختلف بافت شمعدانی برگ بریده اضافه شده به خاک بر صفات مورفولوژیکی و رنگیزه‌های فتوسنتزی کلزا متفاوت بود. به‌طوریکه حد آستانه تاثیر آن‌ها متفاوت بود. غلظت ۰/۲، ۰/۸،۴، ۰و ۱/۶ درصد وزنی، اثر افزایشی بر سطح برگ، وزن تر و خشک ریشه و برگ به علاوه رنگیزه‌های فتوسنتزی نشان دادند. اما در فراتر از این غلظت این صفات به شدت کاهش نشان دادند. در این مطالعه، وزن تر و خشک برگ بیشتر از ریشه تحت تاثیر بقایای علف‌هرز شمعدانی برگ بریده قرار گرفت. در پژوهشی مشخص شده است که صفات مورفولوژیک گیاه گندم با افزایش عصاره آفتابگردان روند کاهشی معنی‌داری از خود نشان می‌دهد (حاتمی همپا و همکاران، ۱۳۹۷).

ممتازی (۱۳۹۷) با بررسی اثر آللوپاتیک عصاره آبی سورگوم و تلخه بر رشد گیاهچه‌های گندم و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان گندم گزارش نمودند که با فزایش غلظت عصاره‌ها، رشد گیاهچه‌های گندم کاهش و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان افزایش می‌یابد (، ۱۳۹۷). Jiang و همکاران (۲۰۲۱) گزارش نمودند که ترکیبات ترپنوئیدی موجود در اسانس از طریق ممانعت از تکثیر سلولی مریستم‌های ریشه، جلوگیری از تشکیل ریشه‌های مویی و توسعه متازایلم، اثر ممانعت کنندگی بر رشد گیاهچه‌ها دارند. سعیدی‌پور و همکاران (۱۴۰۰) با ارزیابی تنش آللوپاتیک بقایای اویارسلام (*Cyperus esculentus*) بر برخی از علف‌های هرز مهاجم گزارش نمودند که اثرات بازدارندگی و یا تحریک‌کنندگی آللوکمیکال‌های ناشی از بقایا وابسته به غلظت آن‌ها می‌باشد. در مجموع نتایج آزمایش‌ها نشان داد که خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای نخود تحت غلظت‌های مختلف عصاره آبی اندام برگ، پوسته و مخلوطی از برگ و پوسته بجزء در پاره‌ای از موارد کاهش نشان داد. این می‌تواند بواسطه حضور ترپن‌ها بهمراه ترکیبات فنولی در گیاه دارویی اکالیپتوس باشد. اگرچه نحوه عملکرد اسانس‌ها به‌طور کامل بررسی نشده است، با این وجود اثرات فیتوتوکسیک آن‌ها به حضور ترکیباتی مانند سزکوئی ترپن‌ها و مونوترپنوئیدها نسبت داده می‌شود که تنوع ساختاری زیادی از خود نشان می‌دهند (Stephane and Jules, 2020). مداینی و توحیدی‌نژاد (۱۳۹۹) در رابطه با بررسی اثر آللوپاتیک عصاره آبی سه رقم جو زراعی (*Hordeum vulgare*) بر جوانه‌زنی و محتوای رنگیزه‌های علف‌های هرز ازمک، چاودار و خاکشیر گزارش نمودند که یشترین و کمترین درصد جوانه‌زنی بذر چاودار وحشی و ازمک تحت تیمار عصاره برگ‌های رقم‌های جو به‌ترتیب نصرت و ماکویی معادل ۹۸ و ۳۵ درصد تعلق داشت. اگرچه عصاره برگ و ساقه رقم نصرت، تأثیر چندانی بر وزن خشک ساقه و ریشه چاودار وحشی و ازمک نداشت، اما منجر به کاهش شدید ۹۰ و ۷۵ درصدی وزن خشک ساقه و ریشه خاکشیر در مقایسه با شاهد شد. با وجود این‌که چاودار بیشترین حساسیت از لحاظ کلروفیل a و b داشت که به ترتیب توسط ارقام ماکویی و نصرت ایجاد شد، اما بازدارندگی برگ ماکویی بر میزان کاروتنوئیدهای ازمک بیشتر بود. بطورکلی، بیشترین اثرات منفی آللوپاتیک عصاره‌های سه رقم جو، بر رشد علف‌هرز خاکشیر بود.

جدول ۳. اثر متقابل عصاره آبی اندام‌های مختلف اکالیپتوس در غلظت‌های مختلف بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای نخود

اندام‌ها	غلظت‌ها (درصد)	درصد جوانه‌زنی	طول ریشه‌چه	طول ساقه‌چه	ضریب آلومتریک	شاخص بنیه بذر
برگ	شاهد	۱۰۰^{a}	۹^{b}	۳/۶۵^{a}	۲/۴۷^{bc}	۱۲۶۵^{b}
	۵	۹۰^{a} (۱۰٪)	۱۵/۴۵^{a} (+۷۱٪/۶۷)	۳/۵۰^{a} (٪ ۴/۱۱)	۴/۴۱^{a} (+۷۸٪/۵۴)	۱۷۰۶^{a} (+۳۴٪/۸۶)
	۱۰	۸۰^{a} (۰٪/۲۰)	۸/۷^{b} (۳٪/۳۳)	۳/۱۵^{ab} (۱۳٪/۷)	۲/۷۶^{b} (۱۱٪/۷۴)	۹۴۸^{c} (۲۵٪/۰۶)
	۱۵	۸۰^{a} (۰٪/۲۰)	۶/۴^{c} (۲۸٪/۸۹)	۲/۹۰^{c} (۲۰٪/۵۵)	۲/۲۱ ^{c} (۱۰٪/۵۲)	۷۴۴^{d} (۴۱٪/۱۹)
	۲۰	۲۶/۷^{b} (۷۳٪/۳)	۱/۴^{d} (۸۴٪/۴۴)	۰/۰۰^{d} (۱۰۰٪)	۰/۱۴^{d} (۱۴۰٪)	۳۷^{e} (۱۲۶٪/۵۰)
پوسته	شاهد	۱۰۰^{a}	۹^{b}	۳/۶۵^{a}	۲/۴۷^{b}	۱۲۶۵^{a}
	۵	۹۶/۷^{a} (۳٪/۳)	۱۱/۲^{a} (۲۴٪/۴۴)	۳/۶۷^{a} (+۰٪/۵۴)	۳/۰۵^{a} (+۲۳٪/۴۸)	۱۴۳۸^{c} (+۱۳٪/۶۸)
	۱۰	۱۰۰^{a} (۰٪/۰۰)	۱۱/۳^{a} (۲۵٪/۵۶)	۳/۴۷^{b} (۳۲٪/۳۳)	۳/۲۵^{a} (+۸۵٪/۰۲)	۱۴۷۷^{bc} (+۱۶٪/۷۶)
	۱۵	۹۳/۳^{a} (۶٪/۷)	۶/۴^{c} (۲۸٪/۸۹)	۲/۸۰^{c} (۲۳٪/۲۹)	۲/۲۹^{bc} (۷٪/۲۹)	۸۵۸^{d} (۳۲٪/۱۷)

	۲۰	۶۶/۷^{b} (۳۳٪/۳)	۱/۹^{d} (۷۸٪/۸۹)	۲/۷۷^{d} (٪ ۲/۱۱)	۰/۶۹^{c} (۷۲٪/۰۶)	۱۸۷^{e} (۸۵٪/۲۲)
مخلوطی از برگ و پوسته	شاهد	۱۰۰^{a}	۹^{b}	۳/۶۵^{a}	۲/۴۷ ^{c}	۱۲۶۵^{a}
	۵	۸۶/۷^{a} (۱۳٪/۳)	۱۱/۶^{a} (۲۸٪/۸۹)	۳/۵۰^{a} (۴٪/۱۱)	۳/۶۸a (۴۸٪/۹۹)	۳۱۵^{c} (۷۵٪/۱۰)
	۱۰	۸۳/۳^{a} (۱۶٪/۷)	۸/۷^{b} (۳٪/۳۳)	۳/۲۰^{a} (۱۲٪/۳۳)	۲/۷۲^{bc} (۱۰٪/۱۲)	۹۹۱^{b} (۲۱٪/۶۶)
	۱۵	۷۳/۳^{b} (۲۶٪/۷)	۶/۹۲^{c} (۲۳٪/۱۱)	۲/۲۰^{b} (۳۹٪/۷۳)	۳/۱۵^{b} (۲۷٪/۵۳)	۱۶۸^{d} (۸۶٪/۷۲)
	۲۰	۷۰^{c} (۳۰٪)	۱/۹۸^{d} (۷۸٪)	۲/۰۲^{c} (۴۴٪/۶۶)	۰/۹۸^{d} (۶۰٪/۳۲)	۲۸۰^{c} (۷۷٪/۸۷)

حروف متفاوت نشاندهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن

نتایج زیست‌سنجی در شرایط گلدان

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر ساده اندام‌های برگ، پوسته و مخلوطی از اندام‌های برگ و پوسته اکالیپتوس، مقادیر بقایا و اثر متقابل اندام‌ها در مقادیر مختلف بقایا بر درصد جوانه‌زنی، وزن تر و خشک گیاهچه‌ها و طول بوته در شرایط گلدان در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (داده‌ها نشان داده نشده است).

اثر ساده بقایای اندام‌های برگ و پوسته و مخلوطی از برگ و پوسته اکالیپتوس بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای نخود

مطابق نتایج دامنه تغییرات درصد جوانه‌زنی نخود از ۹۷ و ۲۹/۲۵ درصد متغیر بود. بیشترین درصد جوانه‌زنی مربوط به تیمار شاهد بود. در مقابل کمترین درصد جوانه‌زنی مربوط به بقایای برگ بود (جدول ۴). هم‌چنین این مطالعه نشان داد که طول بوته نخود تحت تاثیر بقایای اندام برگ بطور معنی‌داری (۶۰ درصد) کاهش نشان داد. اما اثر دگرآسیبی بقایای پوسته و مخلوطی از برگ و پوسته معنی‌دار نبود (جدول ۴). وزن تر نخود تنها تحت تاثیر بقایای اندام برگ بطور معنی‌داری در مقایسه با شاهد کاهش نشان داد (جدول ۴). نتایج در مورد وزن خشک نخود تحت اندام‌های برگ و پوسته و مخلوطی از برگ و پوسته اکالیپتوس مشابه نتایج وزن تر بوده است (جدول ۴).

جدول ۴. اثر بقایای اندام‌های مختلف اکالیپتوس بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای نخود

اندام‌ها	درصد جوانه‌زنی	طول گیاهچه (سانتی‌متر)	وزن تر گیاهچه (میلی‌گرم در بوته)	وزن خشک گیاهچه میلی‌گرم در بوته
شاهد	۹۷^{a}	۱۰/۲۰^{a}	۵۱۰/۰۰^{a}	۵۵/۲۰^{a}
برگ	۲۹/۲۵^{c} (۶۹٪/۸۴)	۷/۸۰^{b} (۲۳٪/۵۳)	۲۴۴/۰۰^{b} (۵۲٪/۱۶)	۲۲/۲۰^{b} (۵۹٪/۷۸)
پوسته	۴۶/۲۵^{b} (۵۲٪/۳۲)	۹/۷۰^{a} (۴٪/۹)	۴۸۷/۷۰^{a} (۴٪/۵۱)	۵۱/۰۳^{a} (۷٪/۵۵)
برگ + پوسته	۴۳/۷۵^{b} (۵۴٪/۹۰)	۹/۳۰^{a} (۸٪/۸۲)	۵۰۲/۹۰^{a} (۱٪/۵۷)	۵۴/۷^{a} (۰٪/۹۱)

حروف متفاوت نشاندهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن

اثر ساده درصد وزنی بقایای حاصل از اندام‌های برگ، پوسته و مخلوطی از برگ و پوسته اکالیپتوس بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای نخود

بر اساس جدول ۵، درصد جوانه‌زنی نخود با افزایش درصد وزنی بقایای حاصل از اندام‌های مختلف اکالیپتوس و مخلوطی از آن‌ها کاهش نشان داد. بیشترین کاهش مربوط به تیمار ۵ درصد وزنی بقایای اضافه شده اکالیپتوس در سه کیلوگرم خاک معادل ۶۹/۰۷ درصد بود. این مشخصه در کمترین مقدار بقایا اضافه شده به خاک در مقایسه با شاهد معادل ۴۰/۸۹ درصد کاهش نشان داد. نتایج بدست آمده در مورد طول گیاهچه نخود نشان داد که این مشخصه تحت تیمار ۰/۵ و ۱ درصد بقایا در مقایسه با شاهد به‌ترتیب معادل ۳/۳۳ و ۱۰ درصد افزایش نشان داد، اما این افزایش معنی‌دار نبود. در مقابل مقادیر بقایای ۲ و ۵ درصد وزنی اثر بازدارندگی معنی‌داری به‌ترتیب معادل ۱۴/۷۱ و ۳۰/۳۹ درصد بر طول گیاهچه نخود داشتند (جدول ۵). وزن تر نخود نیز تحت مقادیر مختلف اندام‌ها و مخلوطی از آن‌ها نیز تنها در مقدار ۲ و ۵ درصد بقایای اضافه شده به خاک برخوردار بود (جدول ۵). اما وزن خشک نخود تحت مقادیر مختلف بقایا اضافه شده در سه کیلوگرم خاک لومی کاهش نشان داد (جدول ۵).

جدول ۵. اثر درصد وزنی بقایای حاصل از اندام‌های مختلف اکالیپتوس بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای نخود

درصد وزنی بقایا در سه کیلوگرم خاک	درصد جوانه‌زنی	طول گیاهچه سانتی‌متر)	وزن تر گیاهچه (میلی‌گرم در بوته)	وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم در بوته)
شاهد	۹۷/۰۰^{a}	۱۰/۲۰^{a}	۵۱۰/۰۰^{a}	۵۵/۲^{a}
۰/۵	۵۷/۳۳^{b} (۴۰٪/۸۹)	۹/۸۶^{a} (۳٪/۳۳)	۵۱۲/۲۰^{a} (۰٪/۴۳)	۵۳/۳^{a} (۳٪/۴۴)
۱	۳۷/۲۲^{c} (۶۱٪/۶۳)	۱۰/۰۰^{a} (۱٪/۹۶)	۴۱۸/۳۰^{a} (۱۷٪/۹۸)	۴۳/۶^{b} (۲۱٪/۰۱)
۲	۳۴/۴۴^{c} (۶۴٪/۴۹)	۸/۷۰^{b} (۱۴٪/۷۱)	۳۸۷/۸۰^{b} (۲۵٪/۷۲)	۳۵/۰۰^{c} (۳۶٪/۳۶)
۵	۳۰/۰۰^{d} (۶۹٪/۰۷)	۷/۱۰^{c} (۳۰٪/۳۹)	۳۲۷/۸۰^{c} (۳۵٪/۷۲)	۳۱/۱۰^{d} (۴۳٪/۶۶)

حروف متفاوت نشاندهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن

نتایج برش دهی اثر متقابل اندام‌ها برگ و پوسته اکالیپتوس و مخلوطی از آن‌ها در مقادیر مختلف بقایا بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای نخود

بررسی روند تغییرات درصد جوانه‌زنی نخود رقم ۳۲۷۹ در واکنش به مقادیر مختلف بقایای اندام‌های برگ و پوسته اکالیپتوس و مخلوطی از آن‌ها نشان داد که عصاره آبی حاصل از آن‌ها اثر بازدارندگی معنی‌دار متفاوتی بر این مشخصه داشتند. مطابق نتایج، بیشترین درصد بازدارندگی مربوط به مقادیر بقایای اضافه شده ۵ درصد وزنی اندام‌های برگ و پوسته اکالیپتوس و مخلوطی از آن‌ها به‌ترتیب معادل ۸۲/۳۷، ۶۰/۵۱ و ۶۳/۹۲ درصد در مقایسه با شاهد بود. در مقابل مقدار ۰/۵ درصد بقایای اضافه شده هر یک از اندام‌های برگ و پوسته و مخلوطی از این اندام‌های اکالیپتوس به خاک لوم، از کمترین اثر بازدارندگی به‌ترتیب معادل ۴۴/۶۴، ۳۸/۱۴ و ۳۹/۸۹ درصد برخوردار بود (جدول ۶). دامنه تغییرات طول بوته گیاهچه‌های نخود تحت مقادیر مختلف اندام برگ، پوسته و مخلوطی از برگ و پوسته اکالیپتوس بین ۱۰/۲۰ و ۶/۲۵ بود. کمترین طول گیاهچه نخود مربوط به تیمار ۵ درصد وزنی بقایای برگ اکالیپتوس بود. مخلوطی از برگ و پوسته و پوسته از لحاظ به‌ترتیب در رتبه دوم و سوم از لحاظ سطح بازدارندگی قرار داشتند. این مطالعه همچنین نشان داد که مقادیر وزنی بقایای اضافه شده مخلوطی از برگ و پوسته اکالیپتوس به خاک لوم، در سطوح ۰/۵، ۱ و ۲ درصد، اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد

در سطح ۵ درصد نشان ندادند. نتایج طول گیاهچه درصد بقایای برگ و پوسته در سطح ۰/۵ درصد وزنی مشابه مخلوطی از اندام‌ها در مقدار مشابه بود (جدول ۶). در این مطالعه، وزن تر گیاهچه‌های نخود با افزایش مقادیر بقایای گیاهی برگ، پوسته اکالیپتوس و مخلوطی از آن‌ها بجزء تیمار ۰/۵ درصد بقایا در مورد پوسته و مخلوطی از برگ و پوسته کاهش نشان داد. در مجموع، مقدار ۵ درصد بقایای پوسیده برگ در مقایسه با پوسته و مخلوطی از برگ و پوسته بیشترین اثر بازدارندگی بر وزن تر گیاهچه نخود معادل ۵۲/۹۴ درصد را دارا بود (جدول ۶). نتایج در مورد وزن خشک گیاهچه نخود در واکنش به مقادیر مختلف بقایای اندام‌های مختلف اکالیپتوس و مخلوطی از آن‌ها مشابه وزن تر بود (جدول ۶). کاهش شدیدتر درصد جوانه‌زنی، وزن تر و خشک گیاهچه و طول گیاهچه نخود تحت تاثیر مقادیر مختلف بقایای برگ اکالیپتوس در مقایسه با پوسته و مخلوطی از برگ و پوسته در شرایط گلخانه نشاندهنده بالاتر بودن کمیت و کیفیت آللوکمیکال‌ها به‌ویژه ترکیب مونوترپن حاضر در اندام برگ اکالیپتوس می‌باشد. صفاهانی و قوش‌چی (۱۳۹۳) گزارش نمودند مکانیسمی که سبب کاهش جوانه‌زنی بذر توسط اسانس‌ها می‌گردد، احتمالاً مربوط به کاهش فعالیت آنزیم‌هایی هم‌چون آلفا آمیلاز است که در جوانه‌زنی بذر نقش دارند. همچنین برآیند عوامل متعددی چون کاهش تقسیمات میتوزی در مریستم ریشه، کاهش فعالیت آنزیم‌های کاتالیز کننده فرآیندهای حیاتی گیاه و اختلال در جذب یون‌های معدنی که در حضور مواد آللوکمیکال رخ می‌دهد، سبب کاهش میزان رشد در گیاهچه‌ها می‌گردد. پوراسمعیل و همکاران (۱۴۰۰) با ارزیابی اثر آللوپاتیک اندام‌های مختلف علف‌هرز پیچک صحرایی بر شاخص‌های رشد و فیزیولوژیک گندم نان گزارش نمودند که مواد آللوکمیکال‌های موجود در عصاره اتانولی اندام‌های مختلف علف‌هرز پیچک صحرایی پتانسیل بالایی در کاهش رشد و همچنین اختلال فرآیندهای فیزیولوژیک دانه رست‌های گندم داشته و موجب تنش اکسیداتیو می‌شود.

جدول ۶. اثر متقابل اندام‌های مختلف اکالیپتوس در مقادیر مختلف بقایا بر خصوصیات جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای نخود

اندام‌ها	درصد وزنی بقایا در سه کیلوگرم خاک	درصد جوانه‌زنی	طول گیاهچه سانتی‌متر)	وزن تر گیاهچه (میلی‌گرم در بوته)	وزن خشک گیاهچه (میلی‌گرم در بوته)
برگ	شاهد	۹۷^{a}	۱۰/۲۰^{ab}	۵۱۰^{a}	۵۵/۲^{a}
	۰/۵	۵۳/۷۰^{b} (۴۴٪/۶۴)	۱۱/۰۰^{b} (۷٪/۸۴)	۲۹۰^{b} (۴۳٪/۱۴)	۲۸/۴^{b} (۴۸٪/۵۵)
	۱	۲۶/۷۰^{c} (۷۲٪/۴۷)	۸/۸۰^{c} (۱۳٪/۷۲)	۲۶۶^{c} (۴۷٪/۸۴)	۲۷/۵^{b} (۵۰٪/۱۸)
	۲	۲۰^{c} (۷۹٪/۳۸)	۷/۰۰^{cd} (۳۱٪/۳۷)	۲۴۰^{d} (۴۰٪/۸۹)	۲۲/۵^{c} (۵۹٪/۲۳)
	۵	۱۶/۷۰^{d} (۸۲٪/۷۳)	۶/۲۵^{d} (۳۸٪/۷۲)	۱۸۰^{e} (۵۲٪/۹۴)	۱۹/۵^{d} (۶۴٪/۶۷)
پوسته	شاهد	۹۷a	۱۰/۲۰^{a}	۵۱۰^{b}	۵۵/۲^{b}
	۰/۵	۶۰/۰۰^{b} (۳۸٪/۱۴)	۱۱/۲۰^{ab} (۹٪/۸)	۶۲۰^{a} (۲۱٪/۵۷)	۵۸/۷^{a} (+ ۶/۳۴)
	۱	۴۵/۰۰^{c} (۵۳٪/۶۱)	۹/۴۲^{b} (۷٪/۶۴)	۴۶۲/۳۰^{c} (۹٪/۳۵)	۴۴/۲^{c} (۱۹٪/۹۳)
	۲	۴۱/۷۰^{cd} (۵۷٪/۰۱)	۸/۸۲^{bc} (۱۳٪/۵۳)	۴۵۶/۷۰^{cd} (۱۰٪/۴۵)	۴۴/۴^{cd} (۱۹٪/۵۷)

	۵	۳۸/۳۰^{d} (۶۰٪/۵۱)	۷/۷۵^{c} (۲۴٪/۰۲)	۴۱۱/۷۰^{d} (۱۹٪/۲۷)	۴۱/۱^{d} (۲۵٪/۵۴)
	شاهد	۹۷^{a}	۱۰/۲۰^{a}	۵۱۰^{b}	۵۵/۲^{b}
	۰/۵	۵۸/۳۰^{b} (۳۹٪/۸۹)	۱۰/۲۰^{a} (۰٪/۰۰)	۶۲۶/۷۰^{a} (۲۲٪/۸۸)	۶۴/۶^{a} (۱۷٪/۰۳)
مخلوطی از برگ و پوسته	۱	۴۰/۰۰^{c} (۴۰٪/۸۹)	۱۰/۰۰^{ab} (۱٪/۹۶)	۵۱۶/۷۰^{b} (۱٪/۳۱)	۵۰/۴^{c} (۸٪/۷۰)
	۲	۴۱/۶۷^{c} (۵۸٪/۷۶)	۱۰/۳۵^{a} (۱٪/۴۷)	۴۶۶/۷۰^{c} (۳٪/۲۷)	۴۸/۴^{c} (۱۲٪/۳۲)
	۵	۳۵/۰۰^{d} (۶۳٪/۹۲)	۷/۳۰^{c} (۲۸٪/۴۳)	۳۹۱/۷۰^{d} (۲۳٪/۲۰)	۳۸/۳^{d} (۳۰٪/۶۲)

حروف متفاوت نشاندهنده معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون دانکن

نتیجه‌گیری

نتایج این آزمایش نشان داد که یکی از عوامل تاثیر گذار بر اثر دگرآسیبی گیاه دارویی اکالیپتوس، اندام‌ها و غلظت عصاره آبی و یا میزان بقایای حاصل از آن‌ها می‌باشد. همچنین عصاره‌های آبی و نیز بقایای پوسیده انـدام‌هـای مختلـف اکالیپتوس به‌ویژه در مقادیر بالا موجب کاهش جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای گیاه محک و حساس به آللوکمیکال نخود شد. بر اساس یافته‌ها، اندام برگ از بیشترین مقدار دگرآسیبی در غلظت‌های بالادر مقادیر بالا برخوردار بود. اثر بازدارندگی مخلوطی از اندام‌های برگ و پوسته در مقایسه با اندام برگ کمتر بوده است. این امر نشاندهنده اثر عدم هم افزایی و یا حتی آنتاگونیستی ترکیبات موجود در هر یک از اندام‌ها می‌باشد. بنابراین، با توجه به زیست توده بالای اکالیپتوس و توانایی مواد دگرآسـیب آن در تولیـد علفکش‌ها با منشاء زیستی ضمن کاهش گسترش علف‌های هرز، توسعه بیشتر نظام‌های کشاورزی ارگانیک را فراهم می‌سازد.

منابع

Pourasmeeil M., Metafker Azad R. and Sabzi Nojoh Deh M. 2021. Identification of chemical compounds and evaluation of allelopathic effects of different organs of desert ivy weed on growth and physiological indicators of bread wheat. Plant Researches (Iranian Journal of Biology). 34(3): 618-632.

Pirzad A., Ghasemian V., Seyed Sharifi M., Sedghi M. and Hadi H. 2013. Investigation of the effect of Salvia officinalis and Artemisia sieberi extracts on germination and growth of Amaranthus retroflex. Plant protection department (agricultural sciences and industries). 26: 151-145.

Sidi S.M., Rizvani Moghadam P., Shahriari R. and Azad M. 2014. The effect of different parts of castor bean (Ricinus communis L.) on reducing the germination of seeds and the growth of seedlings of sauce (Cuscuta campestris Yuncker). Journal of Agricultural Ecology. 7(2): 167-156.

Saidipour A., Gholamalipour Alamdari A., Biabani A. Orsji Z. and Nakh Zari Moghadam A. 1400. Evaluation of allelopathic stress of Oyarsalam (esculentus) (Cyperus) residues on some invasive weeds, Journal of Applied Biology. 30(3)160-141.

Hatami Hampa A., Jawanmard A., Al Ibrahim M. and Sefalian A. 397. Allelopathic effects of aqueous extract of sorghum and bitter gourd on seedling growth and activity of antioxidant enzymes in wheat, sugar beet, leek and cocklebur. Plant protection studies. 3(1): 119-101.

Safahani A.R. and Ghosh Chi F. 2013. The effect of allelopathic potential of different weed extracts and residues on wheat seedling germination and growth.

Plant Research Journal (Iranian Biology). 27(1): 109-100.

Asgarpour R., Khajeh Hosseini M. and Kharmadal S. 2014. The effect of saffron aqueous extract concentrations on the characteristics of germination and initial growth of three weed species. Saffron Research Journal. 3(1): 96-81.

Asareh M.H. and Sardabi H. 2016. Eucalyptus, description, illustration and reproduction with advanced techniques. Publications of the Research Institute of Forests and Ranges of Iran. 672 pages.

Atai A., Gholamalipour Alamdari A., Orsji Z. and Rahmi Karizki A. 1400. Investigating the allelopathic effect of the aqueous extract of various parts of Fumaria parviflora on the morphological, physiological and biochemical components of Lolium rigidum. Journal of Applied Biology. 34(4): 112-94.

Modaini S. and Tohidinejad A. 2019. Allelopathic effect of aqueous extract of three cultivars of barley (Hordeum vulgare) on the germination and pigment content of weeds, rye and khakishir. Knowledge of Iranian weeds. 16(1): 156-147.

Mumtazi F. 2017. Investigating the allelopathic effect of sunflower residues on the germination and growth of wheat and canola seedlings. Journal of plant ecophysiology. 10(34): 264-260.

Yazerlo N., Gholamalipour Alamdari A., Orsji Z. and Nakhzari Moghadam A. 2018. Investigating the allelopathic potential of different amounts of geranium weed residues (Geranium dissectum L.) on morphological traits and photosynthetic pigments of rapeseed. Applied research of plant ecophysiology. 6(1): 113-97.

Amoo S.O., Ojo A.U. and 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.

El-Shora H.M. and 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.

Hadi F., Bibi H., Razzaq A., Iqbal A. and Ali G. 2016. Allelopathic effect of Cucumis melo sub-species agrestis variety Agrestis on wheat. Pakistan Journal of Weed Science Research. 22(3): 471-480.

Hardgree S.P. and Van Vactor S.S. 2000. Germination and emergence of primed grass seeds under field and simulated-field temperature regimes. Annals of Botany. 85(3): 379-390.

Heivachi M., Gholamalipour Alamdari E., Avarseji Z. and Habibi M. 2023. Effect of the Lactuca serriola L. extract on the cytogenetic behaviors of Crocus sativus L. roots and its allelopathic potential. South African Journal of Botany. 160: 525-534.

Jiang C., Zhou S., Liu L., Toshmatov Z., Huang L., Shi K. and Shao H. 2021. Evaluation of the phytotoxic effect of the essential oil from Artemisia absinthium. Ecotoxicology and Environmental Safety. 226: e 112856.

Khoddami A., Wilkes M.A. and Roberts T.H. 2013. Techniques for analysis of plant phenolic compounds. Molecules. 18(2): 2328-2375.

Majeed A., Chaudhry Z. and Muhammad Z. 2012. Allelopathic assessment of fresh aqueous extracts of Chenopodium album L. for growth and yield of wheat (Triticum aestivum L.). Pakistan Journal of Botany. 44(1): 165-167.

Makizadeh Tafti M. and Farhoudi R. 2017. Investigation on the Effect of Alternate barley extract on seedling growth and stability of the cell membrane of seedlings of weeds of wild oat and ryegrass. Journal of Plant Production Science. 7: 1: 65-72.

Mendoza N. and Salazar S. 2022. Cytogenotoxicity of fifth-generation quaternary ammonium using three plant bioindicators. Environ. Toxicol. Pharmacol. 95, e103972.

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

Ramadan T., Amro A. and Alazazi S.M.A. 2018. Comparative allelopathic potential of ten field weeds against seed germination of three economic plants. Biological forum- An International Journal. 10(1): 168-181.

Sergeeva V. 2015. Medicinal plants to control diseases and pests. Medicinal and Aromatic Plants of the World: Scientific, Production, Commercial and Utilization Aspects. pp. 257-271.

Siyar S., Majeed A., Muhammad Z., Ali H. and Inayat N. 2019. Allelopathic effect of aqueous extracts of three weed species on the growth and leaf chlorophyll content of bread wheat. Acta Ecologica Sinica. 39(1): 63-68.

Stephane F.F. Y. and Jules B.K.J. 2020. Terpenoids as important bioactive constituents of

essential oils. In essential oils-bioactive compounds, new perspectives and applications. London, UK: IntechOpen.

Yoneyama K. and Natsume M. 2010. Allelochemicals for plant–plant and plant–microbe interactions. Comprehensive Natural Products II Oxford. Elsevier, pp. 539-561.