Research Article

Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research
Vol. 39, No. 4, Page 501-514 (2023)

DOI: 10.22092/ijmapr.2023.360702.3259

Allelopathic effect of aqueous and alcoholic extracts of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. on *Amaranthus retroflexus* L. growth stages compared to 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid herbicide

Hanieh Mohseni Fazel[1], Hamid Dehghanzadeh[2*], Karim Nouzad Namini[1], Hossein Hosseini[3] and Hossein Zeinali[4]

1- Department of Agricultural Science, Naragh Branch, Islamic Azad University, Naragh, Iran
2*- Corresponding author, Isfahan Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research Education and Extension, Organization (AREEO), Isfahan, Iran, E-mail: dehghanzadeh@pnu.ac.ir
3- Barij Essence Medicinal Plants Research Center, Kashan, Iran
4- Research Division of Natural Resources, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Isfahan, Iran

Received: November 2022 Revised: July 2023 Accepted: August 2023

Abstract

Background and Objectives: Pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.) is one of the most widespread weeds in the world, and regarding the amount of damage caused to crops, it is the third dominant dicotyledonous weed in the world. It is recommended to reduce the use of chemical herbicides through the replacement of non-chemical methods in sustainable agricultural management, and the use of plants' allelopathic effects is one of these methods. On the other hand, plants in different growth stages have different allelopathy sensitivity.

Methodology: To evaluate the allelopathic effect of aqueous and alcoholic extracts of eucalyptus (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh) on Pigweed (*Amaranthus retroflexus*) growth stages, an experiment was carried out as a factorial based on a randomized complete block design with three replications in the greenhouse of Kashan Barij Essential Company, Iran. Treatments included aqueous and alcoholic extracts of eucalyptus (50, 75, and 100 %), controlled (0.002 concentration of 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid, Ethanol 70%, distilled water), and three growth stages (five-leaf stage, seven-leaf stage, and stem elongation). The studied traits were measured in all three growth stages one week after treatments. To measure traits, ten plants were randomly selected from each pot. The studied traits included leaf length and width, total leaf wet weight, total leaf dry weight, stem wet weight, stem dry weight, stem length, root length, root wet weight, root dry weight, total plant weight, and shoot/root ratio. A ruler was used to determine the length and width of the leaf, the length of the root, and the length of the stem. Analysis of the variance of the data was done by MSTAC software. If the experimental factor was significant, the LSD test was used to compare the means.

Results: Leaf width, total leaf fresh weight, total leaf dry weight, stem fresh and dry weight, stem length, root length, root fresh and dry weight, total plant weight, and shoot/root ratio were affected by the growth stage where the extracts were used. The effect of the concentration of aqueous and ethanol extracts of eucalyptus on leaf length and width, total leaf fresh weight, total leaf dry weight, stem fresh weight, stem dry weight, stem length, root length, root fresh weight, root dry weight, total dry plant weight, and shoot/root ratio was significant. Spraying at the stem and 5-leaf stages had the highest and lowest leaf width, stem length, and root dry weight, respectively. The extract application at the stem elongation and five-leaf stage had the highest and lowest leaf width, stem length, and root dry weight, respectively. The application of distilled water in the stem elongation phase produced the maximum leaf length (3.06 cm), total

Copyright: © 2023 by the authors. This is an open access, peer-reviewed article published by Research Institute of Forests and Rangelands (http://ijmapr.areeo.ac.ir/) and distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

fresh and dry weight of plant leaf (1.00 and 0.2764 gr), stem fresh and dry weight (1.35 and 0.393 gr), and total fresh and dry plant weight (2.80 and 0.801 gr), respectively. The application of 75% concentration of eucalyptus ethanol extract at the 5-leaf stage produced the lowest total fresh and dry weight of plant leaf (0.188 and 0.0521 gr), stem fresh and dry weight (0.303 and 0.046 gr) and total fresh and dry plant weight (0.633 and 0.1157 gr), respectively.
Conclusion: The aqueous and alcoholic extracts significantly decreased Pigweed growth indices, and its inhibitory effect was not significantly different in most traits with 2-4-D herbicide. The inhibitory effect of alcoholic extract on pigweed growth was greater than aqueous extract. Given that almost all eucalyptus extracts, either alcoholic or aqueous, significantly reduced Pigweed growth, it may be possible to reduce the pressure of this weed on crops by combining and using them as a bio-herbicide.

Keywords: Allelopathy, Pigweed, Eucalyptus, bio-herbicide, weed.

تأثیر آللوپاتی عصاره آبی و اتانولی اندام‌های هوایی اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.) در مقایسه با علف‌کش ۲،٤- دی‌کلروفنوکسی‌استیک‌اسید بر مراحل رشدی علف هرز تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus* L.)

هانیه محسنی فاضل[۱]، حمید دهقان‌زاده[۲*]، کریم نوزاد نمینی[۱]، حسین حسینی[۳] و حسین زینلی[۴]

۱- کارشناس ارشد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد نراق، دانشگاه آزاد اسلامی، نراق، ایران

۲*- نویسنده مسئول، استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

پست الکترونیک: dehghanzadeh@pnu.ac.ir

۳- پژوهشگر گروه کشاورزی، مرکز تحقیقات گیاهان دارویی باریج اسانس، کاشان، ایران

۴- دانشیار، بخش منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

تاریخ دریافت: آذر ۱۴۰۱ تاریخ اصلاح نهایی: مرداد ۱۴۰۲ تاریخ پذیرش: مرداد ۱۴۰۲

چکیده

سابقه و هدف: تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus* L.) یکی از مهمترین علف‌های هرز جهان و از نظر میزان خسارت وارده بر گیاهان زراعی سومین علف هرز غالب دولپه‌ای در سطح جهان است. کاهش مصرف علف‌کش‌های شیمیایی از طریق جایگزینی روش‌های غیر شیمیایی در مدیریت پایدار کشاورزی توصیه می‌شود و استفاده از تأثیر دگرآسیبی گیاهان یکی از این روش‌هاست. از سویی، حساسیت گیاهان در مراحل مختلف رشد به دگرآسیبی متفاوت می‌باشد.

مواد و روش‌ها: به منظور بررسی اثرهای دگرآسیبی عصاره آبی و اتانولی اندام‌های هوایی اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.) بر مراحل رشدی گیاه هرز تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus*)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه شرکت باریج اسانس کاشان انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل عصاره آبی و اتانولی اکالیپتوس در سه غلظت ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد و سه تیمار شاهد شامل ۴،۲- دی‌کلروفنوکسی‌استیک‌اسید (توفوردی) با غلظت ۲ در هزار، آب مقطر و الکل ۷۰٪ بود. تیمارها در سه مرحله پنج برگی، هفت برگی و ساقه‌دهی بر روی گیاهان اعمال شدند. اندازه‌گیری صفات مورد مطالعه در هر سه مرحله رشد یک هفته بعد از اعمال تیمار انجام شد. برای اندازه‌گیری صفات، ۱۰ بوته از گلدان به‌صورت تصادفی انتخاب شد. صفات مورد بررسی شامل طول و عرض برگ، وزن تر و خشک برگ‌های بوته، وزن تر و خشک ساقه، طول ساقه، طول ریشه، وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک کل بوته و نسبت اندام‌های هوایی به ریشه بود. برای اندازه‌گیری طول و عرض برگ، طول ریشه و ساقه از خط‌کش استفاده شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارMstatc انجام گردید. در صورت معنی‌دار بودن اثر عامل آزمایشی، از آزمون LSD برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج: عرض برگ، وزن تر و خشک برگ، طول ساقه، وزن تر و خشک ساقه، طول ریشه، وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک کل بوته و نسبت اندام هوایی به ریشه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر مرحله کاربرد عصاره‌ها قرار گرفت. تأثیر غلظت عصاره‌های مختلف آبی و اتانولی اکالیپتوس بر طول و عرض برگ، وزن تر و خشک برگ کل بوته، طول ساقه، وزن تر و خشک ساقه، طول ریشه، وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک کل بوته و نسبت اندام هوایی به ریشه معنی‌دار بود. پاشش در مرحله ساقه‌دهی و ۵ برگی به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین عرض برگ، طول ساقه و وزن خشک ریشه بودند. کاربرد آب مقطر در مرحله ساقه‌دهی بیشترین طول برگ (۳/۰۶ سانتی‌متر)، وزن تر و خشک برگ کل بوته (به‌ترتیب ۱/۰۰ و ۰/۲۷۶۴ گرم)، وزن تر و خشک ساقه (به‌ترتیب ۱/۳۵ و ۰/۳۹۳ گرم) و وزن تر و خشک کل بوته (به‌ترتیب ۲/۸۰ و ۰/۸۰۱ گرم) را تولید کرد. کاربرد غلظت ۷۵ درصدی عصاره اتانولی اکالیپتوس در مرحله ۵ برگی منجر به کمترین وزن تر و خشک برگ کل بوته (به‌ترتیب ۰/۱۸۸ و ۰/۰۵۲۱ گرم)،

وزن تر و خشک ساقه (به‌ترتیب ۰/۳۰۳ و ۰/۰۴۶ گرم) و وزن تر و خشک کل بوته (به‌ترتیب ۰/۶۳۳ و ۰/۱۱۵۷ گرم) گردید.
نتیجه‌گیری: عصاره‌های آبی و اتانولی اکالیپتوس باعث کاهش معنی‌دار شاخص‌های رشدی در علف هرز تاج‌خروس شد و تأثیر بازدارندگی آن در بیشتر صفات با کاربرد علف‌کش توفوردی اختلاف معنی‌داری نداشت. تأثیر عصاره اتانولی اکالیپتوس بر کاهش رشد تاج‌خروس بیشتر از عصاره آبی آن بود. با توجه به اینکه تقریباً همه عصاره گیاه یا به صورت الکلی یا آبی باعث کاهش معنی‌دار در رشد تاج‌خروس شده است، شاید بتوان با ترکیب کردن و کاربرد آنها به‌عنوان یک علف‌کش طبیعی یا به صورت خاکی یا برگی از فشار این علف هرز بر گیاهان زراعی کاست.

واژه‌های کلیدی: آللوپاتی، تاج‌خروس، اکالیپتوس، علف‌کش زیستی، علف هرز.

مقدمه

علف‌های هرز مشکلات بسیاری مانند کاهش عملکرد، کاهش کیفیت محصولات زراعی و افزایش هزینه‌های تولید را ایجاد می‌کنند (Rassaeifar *et al*., 2013). مدیریت و کنترل علف‌های هرز یکی از مهمترین جنبه‌های تولید در نظام‌های کشاورزی است. برای کنترل علف‌های هرز و حذف پوشش‌های گیاهی از ابزارها و روش‌های متعددی شامل روش‌های مکانیکی، شیمیایی و زراعی استفاده می‌شود (Zand *et al*., 2004). استفاده گسترده و وابستگی شدید به علف‌کش‌های شیمیایی باعث بروز مشکلاتی مانند مقاومت علف‌های هرز به علف‌کش‌ها و اثرهای سوء این علف‌کش‌ها بر سلامتی انسان‌ها و محیط زیست شده است (Dejam *et al*., 2017). کاهش مصرف علف‌کش‌های شیمیایی از طریق جایگزینی روش‌های غیر شیمیایی در مدیریت پایدار کشاورزی توصیه می‌شود و استفاده از تأثیر دگر آسیبی گیاهان یکی از این روش‌ها ست (Singh *et al*. 2003). تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus*) یکی از مهمترین و اصلی‌ترین علف‌های هرز جهان است و در بیشتر مناطق معتدله و گرمسیری دنیا وجود دارد (Zeinali & Ehteshami, 2003). مقاومت آرایه‌های این جنس به شرایط مختلف، تولید دانه بسیار زیاد و توانایی دورگه‌زایی در بین گونه‌های شناخته شده، موجب پراکندگی زیاد این آرایه‌ها در نقاط مختلف دنیا به‌ویژه به‌عنوان علف هرز در اطراف مزارع کشاورزی شده است (Nejad Falatoury *et al*., 2020). تاج‌خروس از نظر میزان خسارت وارده بر گیاهان زراعی سومین علف هرز غالب دولپه‌ای در سطح جهان است (Zeinali & Ehteshami, 2003).

اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.) حاوی آلکالوئیدهای سمی با تأثیرات آللوپاتی است (Najafi Ashtiani *et al*., 2008). در مطالعه‌ای مشخص شد که آبشویه‌های اکالیپتوس محتوی ترکیبات فنولی از قبیل کوماریک، گالیک، جنتسیک، کاتکول، هیدروکسی بنزوئیک سیرینجیک و اسید وانیلیک هستند که این ترکیبات آلفا آمیلاز را در دانه‌های چمن خرچنگی کاهش داده و باعث مهار جوانه‌زنی می‌شوند (Padhy *et al*., 2000). تأثیر بازدارندگی عصاره اکالیپتوس بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه علف هرز سلمک (*Chenopodium album* L.) (Najafi Ashtiani *et al*., 2008)، کاهش خصوصیات رشدی مانند جوانه‌زنی، طول بخش هوایی و ریشه، وزن خشک بخش هوایی و ریشه گیاهچه‌های خاکشیر (Saraei *et al*., 2012)، بازدارندگی از جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه علف هرز عروسک پشت پرده (*Physalis alkekengi*) (Dejam *et al*., 2017)، کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه پنجه‌مرغی (Rassaeifar *et al*., 2013)، کاهش درصد جوانه‌زنی سیب زمینی (Goodarzi, 2019)، کاهش سرعت جوانه‌زنی، شاخص بنیه بذر، طول ریشه‌چه و ساقه‌چه گیاهچه خرفه (*Portulace oleracea* L.) (Mohammadi *et al*., 2013)، کاهش درصد جوانه‌زنی، وزن گیاهچه، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت و آلفا آمیلاز در بذر قیاق (*Sorghum halapense*)

(Farhoudi & Por hassan, 2017) گزارش شده است. در آزمایشی اثرهای بازدارندگی اکالیپتوس بر علف هرز پنجه‌مرغی مطالعه و نشان داده شد که عصاره برگ اکالیپتوس سبب کاهش درصد و سرعت جوانه‌زنی و کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه این علف هرز گردید و با افزایش غلظت عصاره شدت این بازدارندگی افزایش یافت (Rassaeifar *et al*., 2013). در پژوهش دیگری، گزارش شد که عصاره برگ بهاره و زمستانه اکالیپتوس بر طول گیاهچه، درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، بنیه بذر، نسبت ریشه به ساقه و زمان زنده‌مانی علف هرز سلمک معنی‌دار و تیمارهای ۶ و ۹ گرم بر لیتر عصاره برگ بهاره و زمستانه حداکثر اثر بازدارندگی را بر صفات مورد بررسی داشتند (Najafi Ashtiani *et al*., 2008). کاهش رشد می‌تواند به دلیل غلظت بالای پلی‌فنل‌ها و فلاونوئیدها در برگ‌های خیلی جوان و میانسال باشد که ازجمله آللوکمیکال‌های شناخته شده مهم در گیاه اکالیپتوس هستند (Mohammadi *et al*., 2013). طبق بررسی‌های انجام شده، اسانس و عصاره‌های اکالیپتوس از مخلوطی از چندین مونوترپن مانند سینئول، لینالول و سیترونلول که به‌عنوان مواد آللوشیمیایی شناخته شده‌اند، تشکیل شده است. این منوترپن‌ها با توقف فرایند میتوز و دخالت در فرایندهای تنفسی می‌توانند باعث کاهش فتوسنتز و اخلال در جوانه‌زنی و رشد گیاه شوند (Batish *et al*., 2004). کاهش رشد گیاهچه به دلیل کاهش تقسیم میتوز در مریستم، کاهش فعالیت آنزیم‌های کاتالیز کننده فرایندهای حیاتی گیاه و اختلال در جذب مواد معدنی در حضور آللوکیمیکال‌ها بیان شد (Majd *et al*., 2013).

حساسیت گیاهان در مراحل مختلف رشد به دگرآسیبی متفاوت بوده و بسیاری از گیاهان بیشترین حساسیت و پاسخ‌گویی را به ترکیبات آللوکمیکالی در مرحله دانهالی داشته و با بزرگ شدن علف هرز، ترکیبات آللوکمیکالی آزاد شده در ناحیه ریزوسفر تأثیر کمتری بر رشد علف هرز دارند (Kruse *et al*., 2000). در مطالعه‌ای گزارش شد که بهترین زمان کنترل علف هرز تاج‌خروس در ذرت، در مرحله دو تا سه برگی است (Ahari Mostafavi *et al*., 2008). بخش مهمی از عوارض ناشی از مواد دگرآسیب در مراحل اولیه جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای ظاهر می‌شوند که اختلال در تقسیم‌سلولی و متابولیسم گیاهی ازجمله این عوارض و مواد دگرآسیب می‌توانند از طریق جلوگیری از انتقال اکسیژن و نیز ممانعت از انتقال الکترون باعث اختلال در فرایندهای فتوسنتزی شوند (Ismail & Chong, 2002).

هدف از انجام این پژوهش، بررسی خاصیت دگرآسیبی عصاره‌های برگ اکالیپتوس بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه علف هرز تاج‌خروس بود، با این پیش زمینه که بتوان از این گونه گیاهی در راستای تولید علف‌کش طبیعی برای کنترل علف هرز تاج‌خروس استفاده کرد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرهای دگرآسیبی عصاره آبی و اتانولی اندام‌های هوایی اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.) بر مراحل رشدی گیاه هرز تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus*)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در گلخانه شرکت باریج اسانس کاشان انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل عصاره آبی و اتانولی اکالیپتوس در سه غلظت ۵۰ ، ۷۵ و ۱۰۰ درصد و سه تیمار شاهد (توفوردی با غلظت ۲ در هزار، آب مقطر و الکل ۷۰٪) بود. تیمارها در سه مرحله پنج برگی، هفت برگی و ساقه‌دهی بر روی گیاهان اعمال شدند. اندام‌های هوایی اکالیپتوس از شرکت پاکان بذر اصفهان تهیه شد. بذر تاج‌خروس از مرکز کنترل و گواهی بذر مؤسسه تحقیقات اصلاح بذر و نهال کرج تهیه شد. بذرها قبل از کاشت ضد عفونی شدند و در گلدان‌هایی به ارتفاع ۲۳ و قطر ۲۰ سانتی‌متر در گلخانه کاشته شدند. خاک گلدان دارای بافت لوم رسی با اسیدیته ۷/۵ و هدایت الکتریکی یک بود. تعداد زیادی بذر در عمق ۰/۵ تا ۱ سانتی متر خاک کشت شده و پس از ظهور گیاهچه، تعداد نهایی گیاهچه در هر گلدان با تنک کردن به ۲۵ عدد کاهش یافت. به‌منظور تأمین شرایط مطلوب جوانه‌زنی، دمای محیط کاشت روی ۲۵ درجه سانتی‌گراد

تنظیم شد. پس از جوانه‌زنی، دمای شب و روز به‌ترتیب در حد ۲۵ و ۱۸ درجه سلسیوس تنظیم و دوره نوری نیز به صورت ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بود. میزان آب استفاده شده از زمان کاشت بذر تا سبز شدن بذرها روزانه در دو نوبت با ۵۰٪ میزان آب مورد نیاز انجام شد. پس از استقرار گیاهچه با توجه به شرایط رشدی گیاه، آبیاری به‌صورت هر پنج روز یک‌بار انجام گردید. مبارزه با علف‌های هرز احتمالی به‌صورت دستی انجام شد. برای تهیه عصاره اتانولی اکالیپتوس، مواد گیاهی آسیاب و پودر شد. سپس ۶۰ گرم پودر از گیاه با ۱۷۵ میلی‌لیتر اتانول درون بشر مخلوط و روی آنها با فویل آلومینیومی برای عدم نفوذ نور پوشانده شد و به‌مدت ۷۲ ساعت در دمای ۲۵ درجه سلسیوس با استفاده از شیکر تکان داده شد. آنگاه با عبور دادن محلول‌ها از کاغذ صافی واتمن شماره یک و سانتریفوژ کردن، در نهایت ۶۰ گرم عصاره پایه (Stock) بدست آمد. سپس غلظت‌های مورد نظر از این عصاره تهیه شد (Ebrahimi *et al.*, 2012). برای تهیه عصاره آبی، از همان روش قبلی استفاده شد و بجای الکل از آب مقطر استفاده شد. برای این منظور، ۱/۶ کیلوگرم از اکالیپتوس با ۶ لیتر آب مقطر مخلوط شد و در نهایت ۱۶۰۰ گرم عصاره پایه (Stock) بدست آمد. سپس غلظت‌های مورد نظر از این عصاره تهیه شد. اعمال تیمارها با استفاده از سمپاش دستی و با دقت انجام گردید. اندازه‌گیری صفات مورد مطالعه در هر سه مرحله رشد یک هفته بعد از اعمال تیمار انجام شد. برای اندازه‌گیری صفات، ۱۰ بوته از گلدان به‌صورت تصادفی انتخاب شد. سپس بوته‌ها در بشر محتوی آب قرار گرفت تا گل و لای آن شسته شده و بعد روی پلاستیک و دستمال کاغذی گذاشته شد تا آب آن گرفته شود. صفات مورد بررسی شامل طول و عرض برگ، وزن تر و خشک برگ‌های بوته، وزن تر و خشک ساقه، طول ساقه، طول ریشه، وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک کل بوته و نسبت اندام‌های هوایی به ریشه بود. برای اندازه‌گیری طول و عرض برگ، طول ریشه و ساقه از خط‌کش استفاده شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک، ابتدا نمونه‌ها در داخل آون و دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به‌مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند و بعد با ترازوی دیجیتال ۰/۰۰۱ توزین گردیدند. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Mstatc انجام شد. در صورت معنی‌دار بودن اثر عامل آزمایشی از آزمون LSD برای مقایسه میانگین‌ها استفاده شد.

نتایج

عرض برگ، وزن تر و خشک برگ کل بوته، طول ساقه، وزن تر و خشک ساقه، طول ریشه، وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک کل بوته و نسبت اندام هوایی به ریشه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر مرحله کاربرد عصاره‌ها قرار گرفت (جدول ۱). همچنین نتایج نشان داد اثر غلظت عصاره‌های مختلف آبی و اتانولی اکالیپتوس بر طول و عرض برگ، وزن تر و خشک برگ کل بوته، طول ساقه، وزن تر و خشک ساقه، طول ریشه، وزن تر و خشک ریشه، وزن تر و خشک کل بوته و نسبت اندام هوایی به ریشه معنی‌دار بود (جدول ۱).

اثر متقابل مرحله رشدی و غلظت عصاره بر طول برگ تاج‌خروس معنی‌دار بود (جدول ۱). کاربرد آب مقطر در مرحله ساقه‌دهی بیشترین طول برگ و کاربرد غلظت ۱۰۰٪ عصاره آبی اکالیپتوس در مرحله ۷ برگی دارای کمترین طول برگ بود (جدول ۳). با این حال، بین غلظت‌های مختلف عصاره و شاهد 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (که به اختصار 2,4-D گفته می شود) اختلاف معنی‌داری در طول برگ مشاهده نشد (جدول ۲).

تأثیر غلظت عصاره و مرحله رشدی بر عرض برگ معنی‌دار بود (جدول ۱). پاشش در مرحله ساقه‌دهی و ۵ برگی به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین عرض برگ بود (جدول ۲). کاهش عرض برگ در مرحله ساقه دادن در مقایسه با مرحله ۵ برگی ۲۶/۱۷٪ بود (جدول ۲). همچنین آب مقطر منجر به بیشترین عرض برگ شد. البته، بین غلظت‌های مختلف عصاره تفاوت معنی‌داری در عرض برگ مشاهده نشد (جدول ۲). کاهش عرض برگ نسبت به شاهد آب مقطر ۱۸/۴۷٪ بود (جدول ۲). همچنین بین غلظت‌های

مختلف عصاره و شاهد 2,4-D اختلاف معنی‌داری در عرض برگ مشاهده نشد (جدول ۲).

اثر متقابل مرحله رشد و غلظت عصاره بر وزن تر و خشک برگ‌های بوته تاج‌خروس معنی‌دار بود (جدول ۱). کاربرد آب مقطر در مرحله ساقه‌دهی منجر به بیشترین وزن تر و خشک برگ کل بوته شد (جدول ۳). همچنین کاربرد غلظت ۷۵ درصدی عصاره اتانولی اکالیپتوس در مرحله ۵ برگی منجر به کمترین وزن تر و خشک برگ کل بوته شد (جدول ۳).

تأثیر غلظت عصاره و مرحله رشدی بر طول ساقه تاج‌خروس معنی‌دار بود (جدول ۱). پاشش در مرحله ساقه‌دهی و ۵ برگی به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین طول ساقه بودند (جدول ۲). کاهش طول ساقه در مرحله ساقه دادن در مقایسه با مرحله ۵ برگی ۲۷/۲٪ بود (جدول ۲). با افزایش غلظت عصاره، طول ساقه کاهش یافت (جدول ۲). کاهش طول ساقه در تیمار ۱۰۰٪ عصاره اتانولی اکالیپتوس در مقایسه با کاربرد آب مقطر ۲۵/۱۸٪ بود (جدول ۲). همچنین بین غلظت‌های مختلف عصاره و شاهد 2,4-D اختلاف معنی‌داری در طول ساقه مشاهده نشد (جدول ۲).

اثر متقابل مرحله رشد و غلظت عصاره بر وزن تر و خشک ساقه معنی‌دار بود (جدول ۱). کاربرد آب مقطر در مرحله ساقه‌دهی با میانگین ۱/۳۵ گرم بیشترین وزن تر ساقه و کاربرد غلظت ۷۵ درصدی عصاره اتانولی اکالیپتوس در مرحله ۵ برگی با میانگین ۰/۳۰۳ گرم کمترین میزان وزن تر ساقه علف هرز تاج‌خروس را تولید کرد (جدول ۳). همچنین کاربرد آب مقطر در مرحله ساقه‌دهی با میانگین ۰/۳۹۳ گرم بیشترین وزن خشک ساقه و کاربرد غلظت ۷۵ درصدی عصاره اتانولی اکالیپتوس در مرحله ۵ برگی با میانگین ۰/۰۴۶گرم کمترین میزان وزن خشک ساقه علف هرز تاج‌خروس را تولید کرد (جدول ۳).

اثر متقابل مرحله رشد و غلظت عصاره بر طول ریشه و وزن تر ریشه معنی‌دار بود (جدول ۱). کاربرد آب مقطر در مرحله ساقه‌دهی بیشترین طول و وزن تر ریشه را به میزان ۲۴/۱۸ سانتی‌متر و ۰/۴۴۹ گرم تولید کرد (جدول ۳). کاربرد 2,4-D در مرحله ۵ برگی کمترین طول ریشه با میانگین ۱۲/۲۷ سانتی‌متر و کمترین وزن تر ریشه را به میزان ۰/۰۶۳۹ گرم تولید نمود (جدول ۳). بین کاربرد علف‌کش 2,4-D و غلظت‌های مختلف آبی و اتانولی عصاره اکالیپتوس در مرحله ۵ برگی اختلاف معنی‌داری در طول ریشه و وزن تر ریشه تاج‌خروس مشاهده نشد (جدول ۳).

تأثیر غلظت عصاره و مرحله رشدی بر وزن خشک ریشه تاج‌خروس معنی‌دار بود (جدول ۱). پاشش در مرحله ساقه‌دهی و ۵ برگی به‌ترتیب دارای بیشترین و کمترین وزن خشک ریشه بودند (جدول ۲). کاهش وزن خشک ریشه در مرحله ساقه دادن در مقایسه با مرحله ۵ برگی ۶۸/۳٪ بود (جدول ۲). همچنین آب مقطر و غلظت ۱۰۰٪ عصاره اتانولی اکالیپتوس به‌ترتیب منجر به بیشترین و کمترین وزن خشک ریشه شدند (جدول ۲). کاهش وزن خشک ریشه در تیمار ۱۰۰٪ عصاره اتانولی در مقایسه با کاربرد آب مقطر ۴۸/۹٪ بود (جدول ۲). همچنین بین غلظت‌های مختلف عصاره و شاهد 2,4-D اختلاف معنی‌داری در وزن خشک ریشه مشاهده نشد (جدول ۲).

اثر متقابل غلظت و مراحل رشدی بر وزن تر و خشک کل بوته معنی‌دار بود (جدول ۱). کاربرد آب مقطر در مرحله ساقه‌دهی بیشترین وزن تر و خشک کل بوته به‌ترتیب به میزان ۲/۸۰ و ۰/۸۰۱ گرم و تیمار غلظت ۷۵ درصدی عصاره اتانولی در مرحله ۵ برگی کمترین میزان وزن تر و خشک کل بوته را به‌ترتیب به میزان ۰/۶۳۳ و ۰/۱۲۴۴ گرم داشتند (جدول ۳) .

اثر متقابل غلظت و مراحل رشدی بر نسبت اندام‌های هوایی به ریشه معنی‌دار بود (جدول ۱). تیمار شاهد الکل در مرحله ساقه دادن با میانگین ۷/۹ بیشترین نسبت اندام هوایی به ریشه و تیمار عصاره ۵۰ درصدی الکلی در مرحله ساقه دادن با میانگین ۱/۰۶ کمترین نسبت اندام هوایی به ریشه را داشتند (جدول ۳).

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات رشدی تاج خروس تحت تأثیر غلظت‌ها و مراحل مختلف کاربرد عصاره‌های آبی و اتانولی اکالیپتوس

Table 1. ANOVA of *Amaranthus retroflexus* growth traits affected by different concentrations and application phases of *Eucalyptus camaldulensis* aqueous and ethanol extracts

S.O.V.	d.f.	Leaf lenght	Leaf width	Leaf fresh weight	Leaf dry weight	Stem lenght	Stem fresh weight	Stem dry weight	Root lenght	Root fresh weight	Root dry weight	Total plant fresh weight	Total plant dry weight	Shoot / Root ratio
Replication	2	0.04	0.01	0.02	0.00	32.21	0.15	0.01	0.21	0.00	0.00	0.24	0.00	2.46
Growght stage (A)	2	0.03^{ns}	1.96^{**}	0.93^{**}	0.09^{**}	160.90^{**}	4.18^{**}	0.421^{**}	386.45^{**}	0.30^{**}	0.04^{**}	12.62^{**}	1.52^{**}	43.17^{**}
Extract concentration (B)	8	0.18^{**}	0.08^{**}	0.10^{**}	0.01^{**}	10.75^{**}	0.18^{**}	0.02^{**}	10.01^{*}	0.02^{ns}	0.00^{**}	0.60^{**}	0.05^{**}	5.50^{**}
A×B	16	0.10^{**}	0.03^{ns}	0.04^{*}	0.00^{**}	3.32^{ns}	0.09^{**}	0.01^{**}	7.84^{*}	0.01^{*}	0.00^{ns}	0.20^{*}	0.02^{**}	2.81^{**}
Experimental error	52	0.02	0.02	0.00	0.00	4.46	0.04	0.00	2.96	0.00	0.00	0.19	0.01	2.01
C.V. (%)	-	8.60	10.90	9.40	16.80	13.60	22.80	18.13	11.11	13.90	5.27	14.9	15.26	21.70

ns, *, and **: non-significant, significant at 5%, and 1% probability levels, respectively

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات رشدی تاج خروس تحت تأثیر اثر ساده غلظت‌ها و مراحل مختلف کاربرد عصاره‌های آبی و اتانولی اکالیپتوس

Table 2. Means comparison of different concentrations and application phases of *Eucalyptus camaldulensis* aqueous and alcoholic extracts simple effects on *Amaranthus retroflexus* growth traits

Treatment	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf fresh weight (g)	Leaf dry weight (g)	Stem length (cm)	Stem fresh weight (g)	Stem dry weight (g)	Root length (cm)	Root dry weight (g)	Total plant fresh weight (g)	Total plant dry weight (g)	Shoot / Root ratio
Distilld water	2.97^{a}	1.84^{a}	0.74^{a}	0.20^{a}	16.34^{a}	1.00^{a}	0.27^{a}	20.02^{a}	0.10^{a}	2.01^{a}	0.47^{a}	4.97^{b}
2,4-D (0.2%)	2.50^{bc}	1.58^{b}	0.40^{bc}	0.12^{bc}	13.13^{bc}	0.74^{bc}	0.17^{bc}	16.9^{b}	0.06^{ab}	1.33^{b}	0.28^{b}	4.74^{b}
Ethanol (70%)	2.52^{bc}	1.64^{ab}	0.40^{bc}	0.12^{bc}	15.53^{ab}	0.80^{b}	0.23^{ab}	16.7^{b}	0.06^{ab}	1.37^{b}	0.35^{b}	6.21^{a}
A	2.69^{b}	1.60^{ab}	0.40^{bc}	0.11^{bc}	13.29^{bc}	0.56^{cd}	0.15^{c}	17.8^{b}	0.05^{b}	1.18^{b}	0.28^{b}	4.06^{b}
B	2.52^{bc}	1.49^{b}	0.32^{c}	0.08^{c}	13.43^{bc}	0.61^{cd}	0.15^{c}	17.2^{b}	0.06^{ab}	1.05^{b}	0.27^{b}	4.42^{b}
C	2.43^{bc}	1.47^{b}	0.31^{c}	0.08^{c}	12.15^{c}	0.51^{d}	0.14^{c}	16.7^{b}	0.05^{b}	1.01^{b}	0.24^{b}	4.19^{b}
D	2.57^{bc}	1.62^{b}	0.51^{b}	0.13^{b}	13.61^{bc}	0.61^{cd}	0.17^{bc}	18.5^{ab}	0.07^{ab}	1.35^{b}	0.28^{b}	5.00^{b}
E	2.37^{cd}	1.52^{b}	0.46^{bc}	0.12^{bc}	12.79^{c}	0.59^{cd}	0.15^{c}	18.6^{ab}	0.06^{ab}	1.23^{b}	0.23^{b}	5.10^{b}
F	2.31^{cd}	1.50^{b}	0.39^{bc}	0.10^{bc}	12.59^{c}	0.55^{cd}	0.14^{c}	18.6^{ab}	0.06^{ab}	1.09^{b}	0.22^{b}	4.41^{b}
Growth stage												
G	2.50^{a}	1.45^{b}	0.28^{b}	0.07^{c}	11.47^{c}	0.34^{c}	0.07^{c}	14.0^{b}	0.02^{b}	0.68^{c}	0.14^{c}	5.60^{b}
H	2.52^{a}	1.51^{b}	0.49^{a}	0.13^{b}	13.04^{b}	0.69^{b}	0.19^{b}	19.9^{a}	0.08^{a}	1.40^{b}	0.32^{b}	4.20^{b}
I	2.59^{a}	1.91^{a}	0.53^{a}	0.15^{a}	15.77^{a}	0.96^{a}	0.25^{a}	19.8^{a}	0.08^{a}	1.80^{a}	0.40 ^{a}	5.07^{b}

In each column, means with common letters are in the same statistical group at 5% probability level (LSD test).
A, B, and C: 50, 75, and 100% ethanol extracts; D, E, and F: 50, 75, and 100% aqueous extracts; G, H, and I: Five-leaf, Seven-leaf, and Stem elongation growght stages, respectively

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات رشدی تاج خروس تحت تأثیر اثر متقابل غلظت‌ها و مراحل مختلف کاربرد عصاره‌های آبی و اتانولی اکالیپتوس

Table 3. Means comparison of different concentrations and application phases of *Eucalyptus camaldulensis* aqueous and ethanol extracts interactions on *Amaranthus retroflexus* growth traits

Treatment		Leaf length (cm)	Leaf fresh weight (g)	Leaf dry weight (g)	Stem fresh weight (g)	Stem dry weight (g)	Root length (cm)	Root fresh weight (g)	Total plant fresh weight (g)	Total plant dry weight (g)	Shoot / Root ratio
Five-leaf stage	A	2.25^{a-h}	0.26^{j-n}	0.07^{g-j}	0.04^{i-p}	0.07^{i-k}	13.50^{l-o}	0.09^{i-l}	0.73^{i-n}	0.17^{i-n}	7.21^{b-e}
	B	2.27^{e-h}	0.19^{n}	0.05^{ij}	0.25^{op}	0.05^{k}	13.16^{mo}	0.06^{k}	0.50^{mn}	0.12^{n}	7.17^{b-e}
	C	2.42^{b-h}	0.21^{mn}	0.06^{h-j}	0.26^{op}	0.050^{k}	13.48^{l-o}	0.08^{jk}	0.56^{mn}	0.13^{l-m}	3.94^{e}
	D	2.45^{b-h}	0.24^{k-n}	0.06^{h-j}	0.32^{l-p}	0.07^{i-k}	14.69^{j-o}	0.10^{g-k}	0.67^{j-n}	0.16^{j-n}	5.55^{de}
	E	2.46^{b-h}	0.23^{mn}	0.06^{h-j}	0.33^{k-p}	0.07^{i-k}	14.17^{k-o}	0.08^{jk}	0.64^{k-n}	0.15^{k-m}	7.91^{a-c}
	F	2.64^{a-g}	0.27^{j-n}	0.07^{g-j}	0.37^{j-p}	0.08^{g-k}	13.27^{m-o}	0.92^{h-k}	0.73^{i-n}	0.18^{i-n}	7.06^{b-e}
	2,4-D (0.2%)	2.69^{a-g}	0.31^{g-n}	0.06^{h-j}	0.39^{g-p}	0.05^{k}	12.27^{no}	0.06^{k}	0.77^{h-n}	0.12^{mn}	5.38^{de}
	Distilld water	2.97^{ab}	0.42^{d-m}	0.10^{d-j}	0.63^{e-p}	0.13^{e-k}	16.79^{f-m}	0.15^{e-k}	1.05^{b-g}	0.26^{g-n}	7.07^{b-e}
	Ethanol (70%)	2.53^{a-h}	0.30^{g-m}	0.05^{ij}	0.39^{i-p}	0.09^{f-k}	14.28^{k-o}	0.99^{h-k}	0.78^{h-n}	0.19^{h-n}	7.16^{b-e}
Seven-leaf stage	A	2.76^{a-e}	0.63^{b-e}	0.16^{b-f}	0.69^{c-m}	0.19^{d-h}	22.09^{ab}	0.28^{b-e}	1.61^{b-g}	0.44^{b-g}	4.75^{c-e}
	B	2.59^{a-h}	0.51^{c-i}	0.14^{c-h}	0.64^{d-o}	0.17^{d-i}	21.45^{a-d}	0.27^{b-f}	1.44^{c-g}	0.40^{c-i}	4.45^{de}
	C	2.41^{b-h}	0.42^{d-n}	0.11^{c-j}	0.53^{e-p}	0.15^{e-k}	21.97^{abc}	0.25^{b-f}	1.21^{e-l}	0.34^{e-n}	5.98^{b}
	D	2.75^{a-e}	0.51^{c-j}	0.13^{c-i}	0.76^{c-j}	0.22^{b-e}	19.26^{b-g}	0.23^{b-i}	1.50^{c-g}	0.43^{b-g}	5.71^{bc}
	E	2.37^{c-h}	0.40^{e-n}	0.10^{d-j}	0.69^{c-m}	0.19^{c-h}	19.23^{b-g}	0.20^{c-k}	1.30^{d-g}	0.365^{el}	5.42^{b-d}
	F	2.12^{gh}	0.28^{i-n}	0.08^{f-j}	0.49^{f-p}	0.13^{e-k}	19.08^{b-g}	0.22^{c-j}	0.99^{g-n}	0.28^{f-n}	4.87^{c-e}

ادامه جدول ۳- ...

Continued Table 3. …

Treatment		Leaf length (cm)	Leaf fresh weight (g)	Leaf dry weight (g)	Stem fresh weight (g)	Stem dry weight (g)	Root length (cm)	Root fresh weight (g)	Total plant fresh weight (g)	Total plant dry weight (g)	Shoot / Root ratio
Seven-leaf stage	2,4-D (0.2%)	2.37^{c-h}	0.41^{d-n}	0.10^{d-j}	0.66^{c-n}	0.15^{e-k}	18.64^{b-i}	0.20^{c-k}	1.28^{d-k}	0.31^{f-n}	5.38^{c-e}
	Distilld water	2.88^{ab}	0.81^{ab}	0.22^{ab}	1.03^{a-d}	0.31^{a-c}	19.8^{b-f}	0.36^{ab}	2.21^{b}	0.65^{ab}	5.10^{c-e}
	Ethanol (70%)	2.45^{c-h}	0.40^{e-n}	0.12^{c-j}	0.76^{c-j}	0.22^{b-e}	17.27^{e-l}	0.16^{c-k}	1.32^{d-i}	0.39^{c-j}	7.27^{bc}
Stem elongation stage	A	2.74^{a-f}	0.66^{bcd}	0.17^{b-e}	0.77^{c-i}	0.21^{b-e}	19.99^{b-f}	0.29^{b-d}	1.73^{b-e}	0.43^{b-g}	4.99^{cde}
	B	2.70^{a-g}	0.68^{bc}	0.17^{b-e}	0.81^{c-f}	0.23^{b-e}	21.36^{a-d}	0.37^{b-f}	1.76^{b-e}	0.48^{b-g}	5.52^{c-e}
	C	2.47^{b-h}	0.56^{c-h}	0.15^{b-g}	0.73^{c-j}	0.22^{b-e}	20.46^{a-f}	0.23^{b-h}	1.52^{c-g}	0.44^{b-g}	5.91^{c-e}
	D	2.55^{a-h}	0.45^{c-n}	0.14^{c-i}	0.76^{c-j}	0.22^{b-e}	19.60^{b-f}	0.19^{c-k}	1.39^{c-h}	0.43^{b-h}	6.37^{c-e}
	E	2.29^{d-h}	0.35^{f-n}	0.09^{e-j}	0.74^{c-j}	0.21^{b-e}	18.34^{b-j}	0.14^{f-k}	1.23^{d-k}	0.36^{e-l}	8.43^{b}
	F	2.18^{e-h}	0.37^{e-n}	0.11^{d-j}	0.79^{c-g}	0.23^{b-e}	17.77^{d-k}	0.14^{j-p}	1.30^{d-j}	0.39^{d-j}	8.92^{b}
	2,4-D (0.2%)	2.36^{c-h}	0.50^{c-l}	0.19^{bc}	0.87^{c-f}	0.31^{ab}	19.79^{b-f}	0.307^{bc}	1.97^{bc}	0.61^{a-d}	11.09^{a}
	Distilld water	3.06^{a}	1.00^{a}	0.284^{a}	1.35^{a}	0.394^{a}	24.18^{a}	0.454^{a}	2.80^{a}	0.806^{a}	5.26^{b-e}
	Ethanol (70%)	2.22^{gh}	0.50^{c-k}	0.16^{b-f}	1.27^{ab}	0.38^{a}	18.74^{b-i}	0.248^{b-g}	2.01^{bc}	0.62^{a-c}	7.99^{bc}

In each column, means with common letters are in the same statistical group at 5% probability level (LSD test).
A, B, and C: 50, 75, and 100% ethanol extracts; D, E, and F: 50, 75, and 100% aqueous extracts; G, H, and I: Five-leaf, Seven-leaf, and Stem elongation growght stages, respectively

بحث

نتایج این پژوهش درباره تأثیر عصاره اکالیپتوس بر طول و عرض برگ با نتایج سایر محققان مطابقت دارد (Dejam *et al*., 2017؛ Saraei *et al*., 2012؛ Najafi Ashtiani *et al*., 2008)، به‌طوری که نشان دادند عصاره اکالیپتوس به‌ویژه در غلظت‌های بالا سبب کاهش تعداد و سطح برگ می‌شود. ترکیبات آللوپاتیک با اختلال در فرایند تقسیم میتوز، آسیب به جوانه انتهایی و کاهش فعالیت آنزیم‌های حیاتی گیاهان سبب کاهش رشد گیاهچه گیاهان هدف می‌شود (Sasikumar *et al*., 2002).

کاهش وزن تر و خشک گیاهچه با عصاره اکالیپتوس با نتایج محققان مبنی بر تأثیر بازدارندگی عصاره‌های گیاهان بر وزن گیاه همسو است (Farhoudi & Por Hassan, 2017؛ Daneshmandi & Azizi, 2009). کاهش وزن تر بوته علف هرز قیاق با کاربرد عصاره آبی اکالیپتوس به دلیل کاهش رشد برگ‌ها و ساقه گیاه گزارش شد که با نتایج این تحقیق همسو است (Farhoudi & Por Hassan, 2017). همچنین، گزارش شد که غلظت‌های مختلف عصاره آبی اکالیپتوس باعث کاهش رشد ریشه‌چه و وزن تر دانه‌رست سلمه تره شد (Najafi Ashtiani *et al*., 2008). طبق بررسی‌های انجام شده اسانس و عصاره‌های اکالیپتوس از مخلوطی از چندین مونوترپن مانند سینئول، لینالول و سیترونلول که به‌عنوان مواد آللوشیمیایی شناخته شده‌اند، تشکیل شده است. این منوترپن‌ها با توقف فرایند میتوز و دخالت در فرایندهای تنفسی می‌توانند باعث کاهش فتوسنتز و اختلال در جوانه‌زنی و رشد گیاه شوند (Batish *et al*., 2004). ترکیبات فنولیک دارای اثرهای فیزیولوژیکی متعددی بر گیاهان است و این تأثیرات منجر به کاهش رشد گیاه، کاهش جذب آب و املاح، کاهش ظرفیت آب برگ، کاهش ظرفیت اسمزی و تورگر اندام‌های هوایی و در نهایت کاهش رشد گیاه می‌شود (Gerald *et al*., 1992).

کاهش طول ریشه و وزن تر و خشک ریشه گیاهان تیمار شده با عصاره‌های گیاهان دارای ظرفیت اللوپاتیک گزارش شده که با نتایج این بررسی همسو است (Saberi *et al*., 2013؛ Rassaeifar *et al*., 2013). در تحقیقی غلظت‌های مختلف عصاره اکالیپتوس موجب کاهش طول و وزن خشک بخش هوایی و ریشه گیاهچه‌های پنجه‌مرغی شد (Daneshmandi & Azizi, 2009). همچنین گزارش شد که کاهش طول بخش هوایی ماش سیاه (*Phaseolus mungo* L.) به‌وسیله اکالیپتوس ممکن است به علت حضور مقادیر بالای مواد دگرآسیب فرّار مانند آلفا-پینن، بتا-پینن، آلفا-فلاندرون و سینئول یا فنول‌هایی از قبیل الاژیک، کلروژنیک، کوئینیک، اسید جنتسیک و اسید گالیک باشد. ترکیبات فنولی ذکرشده ممکن است در مسیر فسفریلاسیون دخالت کنند یا فعال سازی Mg+2 و فعالیت ATPase را مهار کرده، در کاهش رشد و نمو گیاه دخالت داشته باشند (Sasikumar *et al*., 2002). تأثیر بازدارندگی عصاره اکالیپتوس بر روی ریشه‌چه و گیاهچه تاج‌خروس به غلظت عصاره بستگی داشت که با نتایج سایر محققان مبنی بر افزایش بازدارندگی به دلیل افزایش فیتوتوکسیتی در غلظت‌های بالاتر عصاره همسو می‌باشد (Najafi Ashtiani *et al*., 2008).

در بیشتر صفات، تأثیر بازدارندگی عصاره الکلی اکالیپتوس بیشتر از عصاره آبی بود. تأثیر بیشتر عصاره الکلی زیره سبز و درمنه بر کنترل علف هرز تاج‌خروس وحشی توسط سایر محققان گزارش شد که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد (Ebrahimi *et al*., 2012). همچنین در تحقیقی تأثیر عصاره آبی و الکلی اکالیپتوس بر کاهش طول ریشه‌چه و ساقه‌چه، وزن تر و خشک ریشه‌چه و در نهایت در کنترل علف هرز عروسک پشت پرده گزارش و تأثیر بیشتر عصاره الکلی در مقایسه با عصاره آبی به‌دلیل بیشتر بودن ترکیبات فنلی در عصاره الکلی بیان شد (Dejam *et al*., 2017).

کاهش طول بخش هوایی و ریشه، وزن خشک بخش هوایی و ریشه با کاربرد عصاره اکالیپتوس در این تحقیق با نتایج محققان مبنی بر کاهش طول بخش هوایی و ریشه، وزن خشک بخش هوایی و ریشه گیاهچه‌های جو، خاکشیر و سلمه تره با کاربرد غلظت‌های مختلف عصاره اکالیپتوس

همسو است (Saraei *et al*., 2012؛ Najafi Ashtiani *et al*., 2008). طول ریشه‌چه در مقایسه با طول ساقه‌چه به غلظت‌های عصاره اکالیپتوس حساس‌تر است و این موضوع باعث افزایش نسبت اندام‌های هوایی به ریشه با کاربرد غلظت‌های مختلف می‌شود (Rezaeinodehii *et al*., 2006). آللوکمیکال‌ها با تأثیر بر تقسیم سلولی، رشد سلول‌ها، هورمون‌های رشدی، تأثیر بر نفوذپذیری غشاء، تأثیر بر جذب مواد غذایی، تأثیر بر فتوسنتز، تنفس، سنتز پروتئین‌ها و متابولیسم چربی‌ها و مواد آلی، تأثیر بر روابط آبی و تأثیر بر سنتز اسیدهای نوکلئیک باعث بازدارندگی رشد می‌شوند (Reigosa *et al*., 2006). از دیگر اثرهای بارز ترکیبات دگرآسیب ایجاد تنش اکسیداتیو، تولید انواع رادیکال‌های آزاد اکسیژن و تخریب غشاءهای سلولی در گیاهان دیگر بوده، به‌طوری که حضور رادیکال‌های آزاد اکسیژن در محیط سلولی، سبب تخریب ماکرومولکول‌های عمده سلولی مانند ماده وراثتی سلول و آنزیم‌های حیاتی مانند آلفا آمیلاز و رابیسکو می‌شود (Kato-Noguchi & Macias, 2008). همچنین پیشنهاد شد که بازدارندگی از رشد ممکن است ناشی از حضور مقدار زیاد مواد شیمیایی فرّار مانند آلفا–پینن، بتا–پینن، آلفا–فلاندرن و سینئول یا ترکیب‌های فنولی مانند الاجیک، کلروجنیک، پیکوماریک، کوییئیک، جنتیسیک و گالیک اسید باشد (Sasikumar *et al*., 2002). این ترکیب‌های فنولی با اختلال در مسیر فسفوریلاسیون و جلوگیری از فعالیت منیزیم و آنزیم ATP آز، یا با کاهش سنتز هیدرات‌های کربن، اسیدهای نوکلئیک و پروتئین و اختلال در تقسیم سلولی و جذب مواد غذایی باعث کاهش رشد گیاهچه می‌شوند (Reigosa *et al*., 2006). با تأخیر در کاربرد عصاره‌ها از مرحله ۵ برگی به ساقه دادن، تأثیر عصاره‌های مختلف بر بازدارندگی بیشتر صفات تاج‌خروس کاهش یافت. بخش مهمی از عوارض ناشی از مواد دگرآسیب در مراحل اولیه جوانه‌زنی و رشد گیاهچه‌ای ظاهر می‌شوند که اختلال در تقسیم سلولی و متابولیسم گیاهی ازجمله این عوارض است. مواد دگر آسیب می‌توانند از طریق جلوگیری از انتقال اکسیژن و نیز ممانعت از انتقال الکترون باعث اختلال در فرایندهای فتوسنتزی شوند (Narwal, 2004).

به‌طور کلی نتایج نشان داد عصاره‌های آبی و اتانولی اکالیپتوس باعث کاهش معنی‌دار شاخص‌های رشدی در علف هرز تاج‌خروس شد و تأثیر بازدارندگی آن در بیشتر صفات با کاربرد علف‌کش 2,4-D اختلاف معنی‌داری نداشت. تأثیر عصاره اتانولی اکالیپتوس بر کاهش رشد تاج‌خروس بیشتر از عصاره آبی آن بود. با توجه به اینکه تقریباً همه عصاره گیاه یا به صورت اتانولی یا آبی باعث کاهش معنی‌دار در رشد تاج‌خروس شده است، شاید بتوان با ترکیب کردن و کاربرد آنها در مراحل اولیه رشد علف هرز، به‌عنوان یک علف‌کش طبیعی یا به صورت خاکی یا برگی از فشار این علف هرز بر گیاهان زراعی کاست. البته به تحقیقات بیشتری در این مورد نیاز است.

References

- Ahari Mostafavi, H., Fatholahi, H., Naserian Khiabani, B., Sayyadi, R. and Babaee, M., 2008. Studding the rate of absorption and translocation of 2-4-D in common pursuance, Common lambs quarters, red root pigweed during different growth stages by using of 14C tracer technique. Journal of Agricultural Sciences, 13(2): 445-452.
- Batish, D.R., Setia, N., Singh, H.P. and Kohli, R.K., 2004. Phytotoxicity of lemon-scented eucalypt oil and its potential use as a bioherbicide. Crop Protection, 23: 1209-1214.
- Daneshmandi, M. and Azizi, M., 2009. Allelopathic effect of Eucalyptus globulus Labill. on bermuda grass (*Cynodon dactylon* L. (Pers.) germination and rhizome growth. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 25(3): 333-346.
- Dejam, M., Ataollahi, R. and Sadat Khaleghi, S., 2017. Allelopathic potential of eucalyptus (*Eucalyptus globulus* Labill.) leaf extracts on *Physalis alkekengi* L. germination and seedling growth. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 33(3): 481-491.
- Ebrahimi, F., Majnoon Hosseini, N. and Hosseini, S., 2012. Effects of herbal extracts on red root pigweed (*Amaranthus retroflexus*) and lambs quarters (*Chenopodium album*) weeds in pinto bean (*Phaseolus vulgaris*). Iranian Journal of Field Crop Science, 42(4): 757-765.

- Padhy, B.B., Patanaik, P.K. and Tripathy, A.K., 2000. Allelopathic potential of *Eucalyptus* leaf litter leachates on germination and seedling growth of fingermillet. Allelopathy Journal, 7: 69-78.
- Rassaeifar, M., Hosseini, N., Haji Hasani Asl, N., Zandi, P. and Moradi Aghdam, A., 2013. Allelopathic effect of *Eucalyptus globulus* essential oil on seed germination and seedling establishment of *Amaranthus blitoides* and *Cynodon dactylon*. Trakia Journal of Sciences, 1: 73-81.
- Reigosa, M.J., Pedrol, N. and Gonzalez, L., 2006. Allelopathy A Physiological Process With Ecological Implications. Published by Springer, Dordrecht, The Netherlands, 637p.
- Rezaeinodehii, A., KHangholi, S., Aminidehaghi, M. and Kazemi, H., 2006. Allelopathic potential of tea *(Camellia sinensis* L. (Kuntze) on germination and growth of *Amaranthus retroflexus* L. and *Setaria glauca* L. (P. Beauv.). Journal of Plant Diseases and Protection, Special Issue / Sonderheft XX, 447-454.
- Saberi, M., Davari, A., Tarnian, F., Shahreki, M. and Shahreki, E., 2013. Allelopathic effects of *Eucalyptus camaldulensis* on seed germination and initial growth of four range species. Annals of Biological Research, 4(1): 152-159.
- Saraei, R., Lahouti, M. and Ganjeali, A., 2012. Evaluation of allelopathic effects of eucalyptus (*Eucalyptus globules* Labill.) on germination, morphological and biochemical criteria of barley (*Hordeum vulgare* L.) and flixweed (*Descurainia Sophia* L.). Journal of Agroecology, 4(3): 215-222.
- Sasikumar, K., Vijayalakshmi, C. and Parthiban, K.T., 2002. Alleopathic effects of Eucalyptus on blackgram (*Phaseolus mungo* L.). Allelopathy Journal, 9: 205-214.
- Singh, H., Daizy, P., Batish, R. and Kohli, R.K., 2003. Allelopathic interactions and allelochemicals: New possibilities for sustainable weed management. Critical Reviews in Plant Sciences, 22(3-4): 239-311.
- Zand, A., Rahimian Mashhadi, H., Koochaki, A., Khalghani, J., Moosavi, K. and Ramezani, K., 2004. Ecology of Weeds (Management Applications). Jahad Daneshgahi Press, Mashhad, 560p. (In Persian).
- Zeinali, E. and Ehteshami, M.R., 2003. Biology and control of important weed species. Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources Press, 324p. (In Persian)
- Farhoudi, R. and Por Hassan, F., 2017. Effects of Eucalyptus camaldulesis aquatic leaf extract on Sorghum halapense seed germination, antioxidants enzyme and α-amylase enzyme activities. Iranian Journal of Seed Science and Technology, 6(1): 69-77.
- Gerald, F., Booker, L., Blum, U. and Fiscus, E.L., 1992. Short term effects of ferulic acid on ion uptake and water relations in cucumber seedlings. Journal of Experimental Botany, 43: 649-655.
- Goodarzi, F., 2019. The inhibitority effect of eucalyptus and lavender extract on potato sprouting. Food Engineering Research, 18(66): 51-64.
- Ismail, B.S. and Chong, T.V., 2002. Effect of aqueous extract and decomposition of *Mikania micrantha* on selected agronomic crops. Weed Biology and Management, 2: 31-38.
- Kato-Noguchi, H. and Macias, F.A., 2008. Inhibition of germination and α-amylase induction by 6-methoxy-2-benzoxazolinone in twelve plant species. Biologia Plantarum, 52(2): 351-354.
- Kruse, M., Strandberg, M. and Strandberg, B., 2000. Ecological Effects of Allelopathic Plants. A Review. Ministry of Environment and Energy National Environmental Research Institute Publication, 315p.
- Majd, A., Dibah, H., Nejad Satari, T. and GHanati, F., 2013. Allelopathic potential of tea plant (*Camellia Sinensis* L.) on seeds germination and plumule growth of barley (*Hordeum vulgar* L.) and mung bean (*Vicia Sp*.). Journal of Iranian Plant Ecophysiological Research, 8(29): 47-55.
- Mohammadi, F., Alirezanejad, A., Mohammadi, S.A.M., Elyasi, T. and Afrigan, A., 2013. Allelopathic Effect Of Aqueous Extract Of *Eucalyptus Globules* L. On Germination and Seedling Growth Of *Portulaca Oleracea* L. Seed Research (Journal Of Seed Science and Technology), 2(4): 57-63.
- Najafi Ashtiani, A., Assareh, M., Baghestani, M. and Angaji, S., 2008. The effects of methanolic extract of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. on growth and germination rates of *Chenopodium album* L. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 24(3): 293-300.
- Nejad Falatoury, A., Hatami, S., Torabi, H., Ghezeli, F. and Sarani, M., 2020. Some notes about the genus Amaranthus in Iran. Rostaniha, 21(1): 109-120.
- Narwal, S., 2004. Allelopathy in Crop Production. Scientific Publishers, Jodhpur, 303p.