

ارزیابی توان دگرآسیبی عصاره آبی و مالچ‌برگی گیاه اکالیپتوس بر شاخص‌های مورفوفیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهچه‌های خیار (*Cucumis sativus* var. *beith alpha*) و

علف هرز

تاجرزی سیاه (*Solanum nigrum* L.)

رضا یغمایی، وجیهه گنجعلی، مهرداد لاهوتی و منیره چنیانی*

گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۴/۱۲، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۴۰۱/۱۰/۲۰)

چکیده

تحقیق حاضر، به بررسی و مقایسه اثرات دگرآسیبی عصاره آبی و مالچ‌برگ اکالیپتوس (*Eucalyptus globulus* Labill.) بر گیاهچه‌های خیار (*Cucumis sativus* var. *beith alpha*) و علف هرز تاجرزی سیاه (*Solanum nigrum* L.)، در قالب طرح کاملاً تصادفی پرداخت. ۲۱ روز پس از تیمار گیاهچه‌ها با عصاره‌های آبی (۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ گرم در لیتر) و مالچ‌برگی اکالیپتوس (سه و پنج درصد وزنی/حجمی)، برخی صفات مورفولوژیکی، ضریب پایداری غشا، محتوا پرولین و مالون دی‌آلدئید، همچنین محتوای پروتئین محلول و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان پلی‌فنل اکسیداز و گایاکول پراکسیداز در گیاهان مورد نظر بررسی شدند. براساس نتایج، هر چند هر دو تیمار عصاره آبی و مالچ‌برگی موجب کاهش ارتفاع و وزن خشک بخش هوایی و وزن خشک ریشه خیار و علف هرز تاجرزی سیاه (نسبت به شاهد) شد ولیکن مجموع طول ریشه‌های خیار در زمان تیمار با تمام غلظت‌های عصاره آبی و مالچ سه درصد افزایش یافت. ارزیابی شاخص پایداری غشا، محتوا پرولین و مالون دی‌آلدئید نشان داد که تأثیر منفی مالچ‌برگی (۳ و ۵ درصد) بر تاجرزی سیاه مه‌رز است. تیمار با عصاره آبی توانست فعالیت آنزیم‌های مذکور در خیار را افزایش دهد به‌طوری‌که بیشترین فعالیت آنزیم‌ها در غلظت ۲۰ گرم در لیتر عصاره آبی مشاهده شد. این در حالی بود که تیمار با عصاره‌های آبی بر تاجرزی سیاه موجب کاهش محتوای پروتئین محلول و آنزیم‌های مورد بررسی شد. در مجموع و با تلفیق نتایج مورفوفیزیولوژیکی و بیوشیمیایی پژوهش حاضر می‌توان بیان داشت که عصاره‌های آبی در مقایسه با مالچ‌برگی، توانایی بهتری در مقابله با علف هرز تاجرزی سیاه نشان دادند و شاید بتوان استفاده از این نوع تیمار را برای علف‌کشی در مزارع سبزی و صیفی پیشنهاد نمود.

کلمات کلیدی: پتانسیل عصاره آبی، خیار، دگرآسیبی، علف هرز، مالچ‌برگی

مقدمه

دگرآسیبی به عنوان یک اثر متقابل بیوشیمیایی در بین موجودات زنده می‌تواند جایگزین مناسبی برای کنترل شیمیایی

محسوب می‌گردد. کنترل و مدیریت این دسته از گیاهان نامطلوب می‌تواند از طریق زیستی و یا شیمیایی صورت پذیرد (Asiaee et al., 2020). با توجه به تکامل مقاومت علف‌های هرز در برابر علف‌کش‌های شیمیایی، کشاورزان مجبور به اتخاذ روش‌های مختلف جدید برای کنترل علف‌های هرز هستند (Stefan et al., 2021). گیاه اکالیپتوس (*Eucalyptus globulus*) در مقایسه با بسیاری از گیاهان، از پتانسیل دگرآسیبی مؤثری برخوردار است (Islam and Rahman et al., 2019). این گیاه محتوی ۳/۵ درصد اسانس و منبع غنی از سایر ترکیبات شیمیایی شامل آلکالوئیدها، فلاونوئیدها، تانن‌ها و پروپانوئیدها است که در برگ، ساقه و ریشه این گیاه وجود دارد (Dejam et al., 2016). قسمت عمده‌ای از ترکیب‌های موجود در عصاره برگ این گیاهان ترکیبات فنلی هستند که خاصیت دگرآسیبی قوی دارند (Islam and Rahman et al., 2019). نتایج پژوهش‌های متعدد نشان داده است که عصاره آبی اکالیپتوس باعث کاهش ارتفاع بخش هوایی ذرت (*Zea mays L.*) و لوبیا (*Phaseolus vulgaris L.*) (El-Khawas and Shehata, 2005)، کاهش ضریب پایداری غشا در خردل وحشی (*Sinapis arvensis L.*) (Oracz et al., 2007)، افزایش محتوای پرولین در گندم (*Triticum aestivum L.*) (Sakhaee et al., 2010)، افزایش فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و پلی‌فنل اکسیداز در سویا (*Glycine max (L.) Merr.*) و گاوپنبه (*Abutilon abutiloides*) (Siadaty far et al., 2017) می‌شود. همچنین اضافه‌شدن ترکیبات دگرآسیب این گیاه به محیط‌کشت هیدروپونیک خیار سبب تخریب غشاهای سلولی، افزایش محتوای مالون دی‌آلدئید و کاهش رشد گیاهچه‌های خیار شد (Yu et al., 2003). پژوهش حاضر به بررسی تأثیر عصاره آبی و مالچ‌برگی اکالیپتوس بر برخی ویژگی‌های مورفو فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاه خیار و یکی از علف‌های هرز رایج آن، تاجریزی سیاه می‌پردازد. با این هدف که شاید بتوان، عصاره آبی و یا مالچ‌برگی اکالیپتوس را به‌عنوان یک علف‌کش زیستی و جایگزین علف‌کش‌های شیمیایی، برای کنترل علف هرز مزارع و گلخانه‌های خیار پیشنهاد نمود. این امر می‌تواند

علف‌های هرز باشد (Farooq et al., 2020). این ویژگی، پدیده‌ای اکوفیزیولوژیکی است که به موجب آن گیاه از طریق انتشار ترکیبات شیمیایی بر رشد، فیزیولوژی و نمو گیاه دیگری که در مجاورت خود قرار دارد، تأثیر می‌گذارد (Mushtaq et al., 2020). از دگرآسیبی می‌توان برای مدیریت علف‌های هرز در مزارع محصولات زراعی و از طریق کشت مخلوط، پوشش گیاهی، تناوب گیاهان، ترکیب مالچ و یا عصاره برگ استفاده نمود (Khamare et al., 2022). این پدیده فرایندهای فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان نظیر تقسیم سلولی، فعالیت آنزیمی، فتوسنتز و تنفس، جوانه‌زنی، رشد القاشده با جیبرلین یا اکسین را تحت تأثیر قرار می‌دهند. ترکیبات دگرآسیب در گیاه تولیدکننده به شکل غیرسمی ذخیره می‌شوند و یا قبل از رسیدن به سطح سمی بودن رها می‌شوند تا به گیاه تولیدکننده صدمه نزنند (Daneshmandi and Azizi, 2009). این فرایند یا به طور مستقیم از طریق تداخل با گیاهان و یا به صورت غیرمستقیم از طریق تأثیر بر فرایندهای زیستی و غیرزیستی خاک، بر روی گیاهان از جمله علف‌های هرز عمل می‌کند (Saber et al., 2015). علف‌های هرز مسئله مهمی در سیستم‌های کشاورزی، با بیشترین پتانسیل از بین بردن عملکرد محصول در مقایسه با سایر آفات است (Stefan et al., 2021). گیاه تاجریزی سیاه گیاهی علفی، یکساله، با برگ‌هایی تخم مرغی- بیضوی و شاخه‌ها تقریباً بدون کرک و یا دارای کرک‌های تنک غده‌دار، خوابیده یا پراکنده هستند. مشخص شده است که خسارت‌های ناشی از علف هرز تاجریزی سیاه به دو بخش تقسیم می‌شود: مستقیم که شامل کاهش عملکرد رشد و برداشت شده و زیان فروش ناشی از آلودگی محصول تولیدی را به همراه دارد (کاهش درآمد نقدی کشاورز) و یا غیرمستقیم که شامل مواردی مانند پناهگاه حشرات، میزبان عوامل بیماری‌زا و آفات سایر محصولات و گیاهان مطلوب می‌شود (Khatam saz, 1999). خسارت ناشی از این‌گونه علف‌های هرز گاهی به ۷۰ الی ۸۰ درصد می‌رسد و از این‌رو، مبارزه و کنترل علف‌های هرز از مهمترین مراحل داشت در کشاورزی

خطرات ناشی از سموم شیمیایی برای سلامتی انسان و تخریب محیط‌زیست را به حداقل برساند.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در دانشکده علوم دانشگاه فردوسی مشهد، به منظور تعیین و مقایسه اثرات دگرآسیبی عصاره آبی و مالچ برگی گیاه اکالیپتوس (*E. globulus*) بر خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی و بیوشیمیایی خیار (*Cucumis sativus* var. *beith alpha*) و علف هرز تاجریزی سیاه (*Solanum nigrum*)، در قالب طرح کاملاً تصادفی، به اجرا درآمد. بذر خیار از شرکت فروش بذر و بذر تاجریزی سیاه از بانک بذر دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه شدند. برگ‌های همراه با دم‌برگ گیاه اکالیپتوس نیز، از درختانی بالغ در منطقه‌ای در استان گلستان با مختصات جغرافیایی $55^{\circ}15'9''E$ و $37^{\circ}24'07''N$ جمع‌آوری و در شرایط سایه خشک شدند. در بخش اول بررسی تیمار با عصاره آبی حاصل از برگ، عصاره‌های آبی ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ گرم در لیتر از برگ‌های کاملاً پودر شده اکالیپتوس تهیه شدند. بذر گیاه خیار به مدت سه دقیقه با هیپوکلرید سدیم ۵ درصد (حجمی/حجمی) ضدعفونی شد و به دنبال آبلشویه با آب مقطر استریل، در عمق دو سانتی‌متری خاک استریل گلدان‌های یک کیلوگرمی با قطر دهانه ۱۴ سانتی‌متر کاشته شد. برای ضدعفونی بذر گیاه تاجریزی سیاه نیز از همان شیوه ذکر شده برای بذر خیار استفاده گردید و سپس بذور در عمق یک سانتی‌متری خاک استریل گلدان‌های مشابه کاشته شدند. خاک هر گلدان، خاک باغچه‌ای با نسبت سه به دو رس و ماسه نرم انتخاب شد و تعداد ۱۰ عدد بذر در هر گلدان به عنوان یک واحد آزمایشی در نظر گرفته شد. گلدان‌ها تا پیش از سر از خاک درآوردن جوانه‌ها، با آب معمولی اسپری شدند. سپس گیاهچه‌های خیار و تاجریزی سیاه، بعد از جوانه‌زدن بذور و سر از خاک درآوردن، با ۱۰ میلی‌لیتر از عصاره‌های آبی تهیه شده و با فواصل زمانی سه روز (پنج بار) تیماردهی (محلول‌دهی) شدند و در

دفعات بعدی با استفاده از آب معمولی (تا ۲۱ روز) آبیاری شدند. در نمونه شاهد، فقط از آبیاری با آب مقطر استفاده شد. به منظور بررسی تأثیر مالچ‌برگی در بخش دوم بررسی، گلدان‌های تیره رنگ یک کیلوگرمی (با قطر دهانه ۱۴ سانتی‌متر) با نسبت سه به دو از رس و ماسه نرم استریل پر شدند. پس از اضافه‌نمودن پودر برگ گیاه اکالیپتوس [۳] درصد و ۵ درصد (وزنی / وزنی) به خاک و جهت پوسیدگی مناسب پودر برگ‌های اکالیپتوس، گلدان‌ها به مدت ۱۰ روز به صورت روزانه، آبیاری معمولی شدند. در این بخش آزمایش، نمونه‌های شاهد گلدان‌های حاوی خاک بدون پودر برگ بودند. تعداد ۱۰ عدد بذر جوانه‌زده خیار و تاجریزی سیاه، از پلیت به گلدان‌های مشابه آزمایش دوم (عمق یک سانتی‌متری خاک) منتقل شدند. آبیاری گلدان‌ها با آب معمولی و با فواصل زمانی سه روز (هفت بار)، تا ۲۱ روز صورت گرفت. تمامی گلدان‌ها در اتاق فیتوترون با دمای 25 ± 2 درجه سانتی‌گراد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی و رطوبت تقریبی ۶۰ درصد قرار گرفتند. بخش هوایی و ریشه گیاهچه‌های ۲۱ روزه هر دو آزمایش، جهت بررسی خصوصیات مورفولوژیکی از جمله ارتفاع بخش هوایی و ریشه، وزن خشک بخش هوایی و طول ریشه، از یکدیگر جدا شدند. برای ارزیابی سایر صفات از برگ گیاهان استفاده شد. بررسی ضریب پایداری غشا (MSI) بر پایه معادله $MSI = 1 - EC_{40} / EC_{100}$ و با دستورالعمل Azizpour و همکاران (۲۰۱۰) صورت گرفت. در این معادله، EC_{40} هدایت الکتریکی نمونه در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد و EC_{100} هدایت الکتریکی نمونه در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد است. استخراج و اندازه‌گیری محتوای پروتئین بر پایه روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) انجام شد و محتوای این ترکیب بر اساس میکرومول در گرم وزن تر نمونه گیاهی محاسبه شد. اندازه‌گیری کربوهیدرات محلول بر پایه روش Dubois و همکاران (۱۹۵۶) انجام شد. غلظت مالون دی‌آلدئید بر مبنای معادله $A = \epsilon bc$ و از روش Heath و Packer (۱۹۶۸) بررسی شد. (در این معادله، A جذب نمونه مورد نظر، ϵ ضریب خاموشی مالون دی‌آلدئید

پودر بر علف هرز تاجریزی سیاه بود (شکل ۱a). ادامه نتایج نشان داد که مجموع طول ریشه‌های خیار، در زمان تیمار با همه غلظت‌های عصاره آبی برگ و مالچ سه درصد افزایش یافت درحالی‌که شاهد کاهش مجموع طول ریشه‌های علف هرز مورد بررسی در برابر همه تیمارهای اعمال‌شده نسبت به شاهد بودیم (شکل ۱b) که می‌تواند بیانگر حساسیت زیاد ریشه‌های علف هرز تاجریزی سیاه در برابر تیمارهای عصاره آبی و مالچ‌برگی اکالیپتوس باشد.

بازدارندگی و کاهش رشد بخش هوایی توسط ترکیبات دگرآسیب، در بسیاری گونه‌ها از جمله سورگوم (*Sorghum abyssinicum*), گندم، آفتابگردان (*Helianthus annuus L.*) و چاودار (*Secale cereale L.*) گزارش شده است (Wu et al., 2003; Bais et al., 2000; Malik, 2004). در پژوهش خود مشخص نمود که رشد رویشی گیاهان گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum L.*)، ذرت و لوبیا در نتیجه تیمار با عصاره اکالیپتوس کاهش می‌یابد. این اثر منفی عصاره اکالیپتوس بر جوانه‌زنی و رشد رویشی گیاهان ذرت و لوبیا نیز همسو با نتایج پژوهش حاضر است (El-Khawas and Shehata, 2005). ارزیابی تأثیر دگرآسیب عصاره برگ اکالیپتوس بر علف هرز عروسک پشت پرده (*Physalis alkekengi L.*) نشان داد که با افزایش غلظت عصاره، شدت بازدارندگی بر جوانه‌زنی بذر و رشد گیاهچه علف هرز تشدید شد و از میان عصاره‌ها، عصاره‌های متانولی و بنزنی برگ اکالیپتوس بیشترین اثر دگرآسیبی و عصاره‌های آبی و استونی آن کمترین اثر را داشتند (Dejam et al., 2016). اثر کاهشی بر ارتفاع بخش هوایی به حضور مقادیر بالای مواد دگرآسیب فرار مانند آلفا-پینن (Pinene)، بتا-پینن، آلفا-فلاندرن (Alpha-phellandrene)، سینئول (Cineol) و یا فنل‌هایی از قبیل الازیک اسید، کلروژنیک اسید، p-کوماریک اسید، کوئینیک اسید، جنتسیک اسید و گالیک اسید در عصاره اکالیپتوس نسبت داده شده است (DelMoral and Watson, 1978; Inderjit, 2003; Weir et al., 2004). این مسأله با تأثیر و حضور ترکیب عمده اسپاتولنول (Spathulenol) در عصاره گیاه اکالیپتوس بر دو

$155 \text{ Mm}^{-1}\text{cm}^{-1}$ ، b عرض کووت = اسانتی‌متر، c غلظت مالون دی‌آلدئید برحسب میکرومول در گرم وزن تر نمونه هستند). از بافر فسفات پتاسیم (۰/۱ مولار و pH=۷) جهت عصاره‌گیری پروتئینی کل استفاده شد. محتوای پروتئین محلول در هر نمونه برحسب میلی‌گرم در گرم وزن تر نمونه و بر مبنای روش Bradford (۱۹۷۶) محاسبه گردید. جهت اندازه‌گیری میزان فعالیت آنزیم پلی‌فنل اکسیداز، بافر فسفات ۰/۲ مولار (pH=۶/۸) و پیروگالول ۰/۰۲ مولار هم دما شده به ۴۰ درجه سانتی‌گراد، با عصاره پروتئینی مخلوط و تغییرات جذب در طول موج ۴۳۰ نانومتر با فواصل زمانی ۳۰ ثانیه و به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتر خوانده شد (Raymond et al., 1993). همچنین برای اندازه‌گیری میزان فعالیت گایاکول پراکسیداز، بافر فسفات ۲۵ میلی‌مولار (pH=۷) با ۱۰۰ میکرولیتر آب اکسیژنه و ۱۰۰ میکرولیتر گایاکول هم دما شده به ۲۵ درجه سانتی‌گراد به عصاره پروتئینی مخلوط و تغییرات جذب در طول موج ۴۷۰ نانومتر در مدت زمان ۷۵ ثانیه خوانده شد و محاسبات با توجه به خوانش‌های زمانی محاسبه گردید (Plewa et al., 1991). میزان فعالیت آنزیم‌ها برحسب واحد آنزیمی ($\Delta\text{OA min}^{-1}$) بر میلی‌گرم پروتئین محاسبه شد. تحلیل آماری داده‌ها، با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۶) و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون دانکن ($P \leq 0.05$) و ترسیم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2013 انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج آزمایشات بیانگر تأثیر معنی‌دار گونه گیاهی، نوع تیمار اعمال‌شده و برهمکنش گونه گیاهی و نوع تیمار بر تمامی صفات مطالعه‌شده (در سطح آماری $P \leq 0.05$) است (جداول ۱، ۲، ۳ و ۴). بر پایه نتایج مقایسه میانگین داده‌ها، بیشترین درصد کاهش ارتفاع بخش هوایی (نسبت به شاهد) در تاجریزی سیاه تیمار شده با غلظت ۲۰ گرم در لیتر عصاره آبی اکالیپتوس حاصل شد، هر چند اختلاف آماری معنی‌دار با تیمارهای ۲۰ و ۱۵ گرم در لیتر اعمال‌شده بر خیار نداشت. در زمان تیمار با مالچ‌برگی نیز، بیشترین درصد کاهش، ناشی از تیمار سه درصد

جدول ۱- آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اثر تیمار عصاره آبی بر برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی گیاهچه‌های خیار (*Cucumis sativus* var. *beith alpha*) و علف هرز تاجریزی سیاه (*Solanum nigrum*)

میانگین مربعات			طول ساقه	طول ریشه	وزن خشک بخش هوایی	وزن خشک ریشه	منبع تغییرات	درجه آزادی
وزن خشک	وزن خشک	وزن خشک						
۱۰۹/۵۳۵ ^{ns}	۵۹۲۹/۸۸۹*	۱۸۰۹۷/۱۴۸*	۱۳۰/۸۷۸ ^{ns}	۱	گونه گیاهی			
۱۳۳۵/۳۰۶*	۳۲۸۵/۴۶۸*	۹۱۸/۹۶۶*	۱۵۳۹/۱۱۳*	۳	تیمار عصاره آبی			
۱۰۲۵/۱۶۱*	۱۹۵۷/۰۸۷*	۷۱۷/۶۹۱*	۸۴/۰۱۲*	۳	گونه گیاهی × تیمار			
۵۸/۸۰۶	۵۷۸/۵۸۱	۰/۰۰۸	۵۴/۲۸۱	۱۶	خطا			
۷/۰۳	۶/۲۸	۵/۱۴	۴/۳۶		C.V. (درصد)			

ns و * به ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵ درصد است.

جدول ۲- آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اثر تیمار مالچ برگی بر برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی گیاهچه‌های خیار (*Cucumis sativus* var. *beith alpha*) و علف هرز تاجریزی سیاه (*Solanum nigrum*).

میانگین مربعات			طول ساقه	طول ریشه	وزن خشک بخش هوایی	وزن خشک ریشه	منبع تغییرات	درجه آزادی
وزن خشک	وزن خشک	وزن خشک						
۷۶۸/۰۰۰ ^{ns}	۱۳۲/۲۷۲ ^{ns}	۳۳۰۹/۸۸۹*	۵۰/۶۳۸*	۱	گونه گیاهی			
۳۱۱/۰۹۶*	۳۲۸۰/۹۴۵*	۴۰۸/۲۷۷*	۵۴۱/۷۸۵*	۱	تیمار مالچ برگی			
۲۱۱/۹۵۶*	۷۳/۸۹۶*	۳۴۷۵/۵۱۵*	۲۶۸/۸۲۷*	۱	گونه گیاهی × تیمار			
۲۳۳/۱۳۱	۱۶۶/۷۳۴	۸/۴۵۱	۷/۵۷۰	۸	خطا			
۴/۲۱	۶/۴۷	۷/۶۲	۴/۹۹		C.V. (درصد)			

جدول ۳- آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اثر تیمار عصاره آبی بر برخی خصوصیات بیوشیمیایی گیاهچه‌های خیار (*Cucumis sativus* var. *beith alpha*) و علف هرز تاجریزی سیاه (*Solanum nigrum*).

میانگین مربعات				پرویلین	شاخص پایداری غشا	درجه آزادی	منبع تغییرات
گیاکول اکسیداز	پلی فنل اکسیداز	پروتئین محلول	مالون دی‌آلدئید				
۱۱۵۱۲۷/۶۵۷*	۱۰۹۹۷۹/۱۳۵*	۲۳۳۳۰۸/۶۵۰*	۷۹۰۰۳/۶۰۹*	۱۲۳۸۶/۰۵۶*	۷۹۷۸/۸۹۳*	۱	گونه گیاهی
۸۶۳۱/۰۹۳*	۱۵۰۸/۰۱۱*	۹۸۹/۴۲۹*	۲۱۵۴/۲۵۳*	۱۶۴۸/۵۵۷*	۱۰۰۸۷/۲۵۷*	۳	تیمار عصاره آبی
۸۰۳۸/۴۹*	۲۱۸۲/۱۹۳*	۱۲۱۷/۴۰۰*	۱۱۰۹/۶۵۴*	۵۵۰/۰۵۳*	۶۵۶۹/۱۹۴*	۳	گونه گیاهی × تیمار
۲۲۰/۶۰۷	۱۸۲/۲۶۹	۷۶۹/۱۸۴	۱۱۱/۷۵۲	۳۰۰/۲۳۲	۱۷۸/۵۶۵	۱۶	خطا
۸/۷۴	۵/۵۵	۳/۲۱	۷/۰۹	۵/۱۱	۹/۴۴		C.V. (درصد)

ns و * به ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵ درصد است.

جدول ۴- آنالیز واریانس (میانگین مربعات) اثر تیمار مالچ‌برگی بر برخی خصوصیات مورفوفیزیولوژیکی گیاهچه‌های خیار (*Cucumis sativus* var. *beith alpha*) و علف هرز تاجریزی سیاه (*Solanum nigrum*).

میانگین مربعات						درجه آزادی	منبع تغییرات
گاپاکول اکسیداز	پلی فنل اکسیداز	پروتئین محلول	مالون دی‌آلدئید	پرولین	شاخص پایداری غشا		
۱۰۸۵۴۳/۱۰۷*	۸۴۴۸/۶۰۲*	۱۹۹/۱۷۲*	۴۹۰۴۵۶/۸۰۰*	۱۹۰/۵۶۵*	۵۲۷/۴۵۵*	۱	گونه گیاهی
۲۷۷۴۷/۹۸۵*	۲۱/۸۰۵*	۳۲۷/۱۰۷*	۴۲۵۶/۳۳۶*	۱/۹۴۰*	۳۵۲۴/۲۰۸*	۳	تیمار مالچ‌برگی
۱۵۶۶۸۷/۰۸۱*	۲۲۴/۴۱۸*	۵۳/۱۷۲*	۲۷۴۵۶/۳۴۳*	۱۴۰۲/۵۱۷*	۸۰/۲۹۰*	۳	گونه گیاهی × تیمار
۱۷۴۹/۱۳۷	۴۶۱/۲۷۹	۸۸/۹۵۶	۴۲۱۸/۸۴۰	۴۱/۲۸۹	۴۲/۴۷۷	۱۶	خطا
۸/۳۷	۵/۲۱	۳/۲	۷/۱۴	۵/۵۲	۶/۳۳		C.V. (درصد)

ns و * به ترتیب بیانگر عدم معنی‌داری و معنی‌داری در سطح احتمال خطای ۵ درصد است.

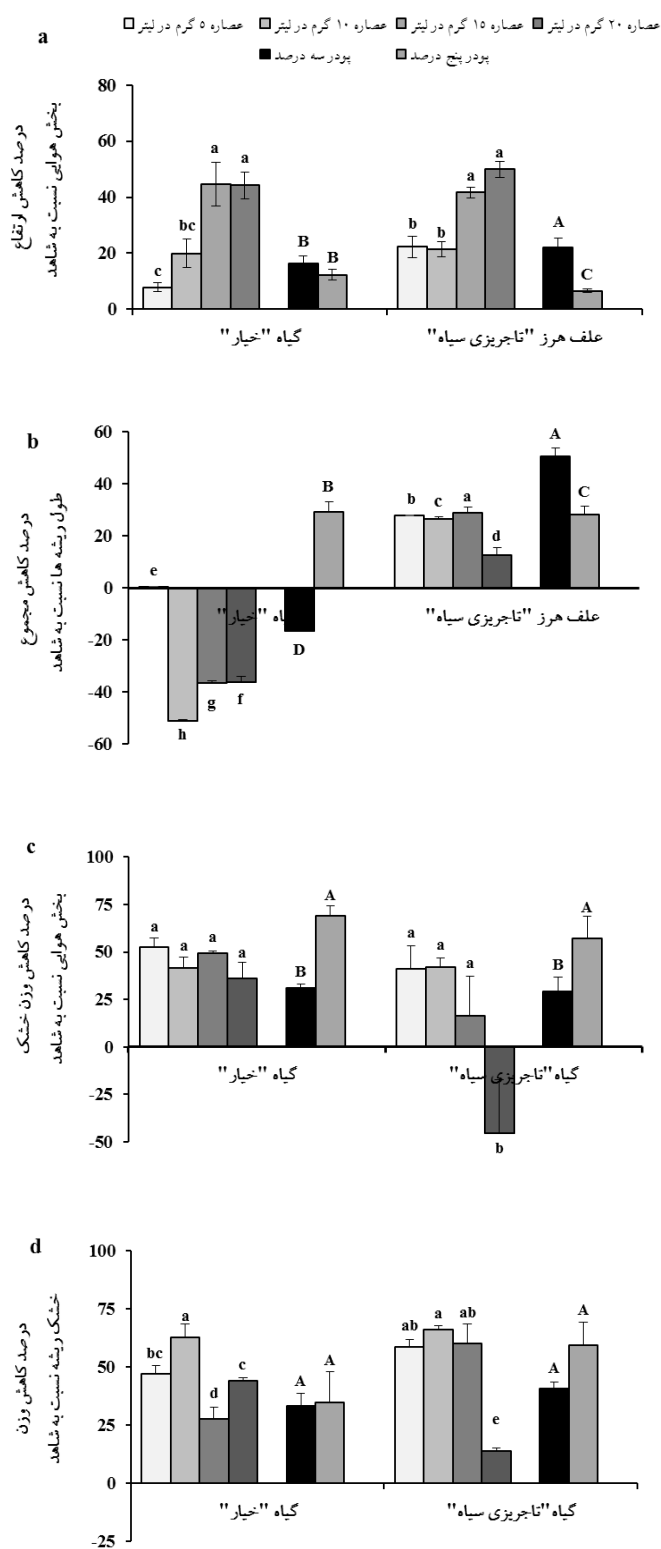
شرایط مزرعه نیز نشان داد که رشد رویشی گیاهان فوق از جمله صفات مربوط به ریشه به شدت کاهش یافتند. به‌طوریکه مدت قرارگیری و غلظت مواد دگرآسیب بر شدت بازدارندگی ترکیبات مذکور بر گیاهان هدف، تأثیرگذار بودند (Al-Juboory and Ahmad, 1994). مسلم شده است که ترکیبات دگرآسیب، رشد ریشه اولیه و هیپوکوتیل را از طریق تداخل در فرآیندهای مهم فیزیولوژیکی مثل تغییر ساختار دیواره سلولی، تغییر در نفوذپذیری و عمل غشای سلولی، جلوگیری از تقسیم سلولی و فعالیت برخی از آنزیم‌ها و در نهایت برهم‌زدن تعادل هورمون‌های گیاهی مختل می‌سازند (Arnon, 1956).

با توجه به مقایسه میانگین داده‌ها مشخص شد که تغییرات ضریب پایداری غشاء در خیار، در زمان تیمار با عصاره‌های آبی برگ اکالیپتوس کاهشی بود اما در علف هرز تاجریزی سیاه، دارای نوسانات افزایشی-کاهشی بود (شکل ۲a) به‌طوریکه کمترین ضریب پایداری غشاء مربوط به تیمار ۱۰ گرم در لیتر عصاره آبی بر تاجریزی سیاه بود. بیشترین درصد کاهش ضریب پایداری غشاء (نسبت به شاهد) در زمان اعمال تیمار مالچ‌برگی نیز، در علف هرز تاجریزی سیاه و در نتیجه تیمار با مالچ‌برگی پنج درصد اندازه‌گیری شد. نتایج پژوهش محققان نشان داد که عصاره آبی آفتابگردان موجب کاهش ضریب پایداری غشاء و تخریب غشای سلولی گیاهچه‌های خردل وحشی تیمار شده می‌گردد (Oracz et al., 2007).

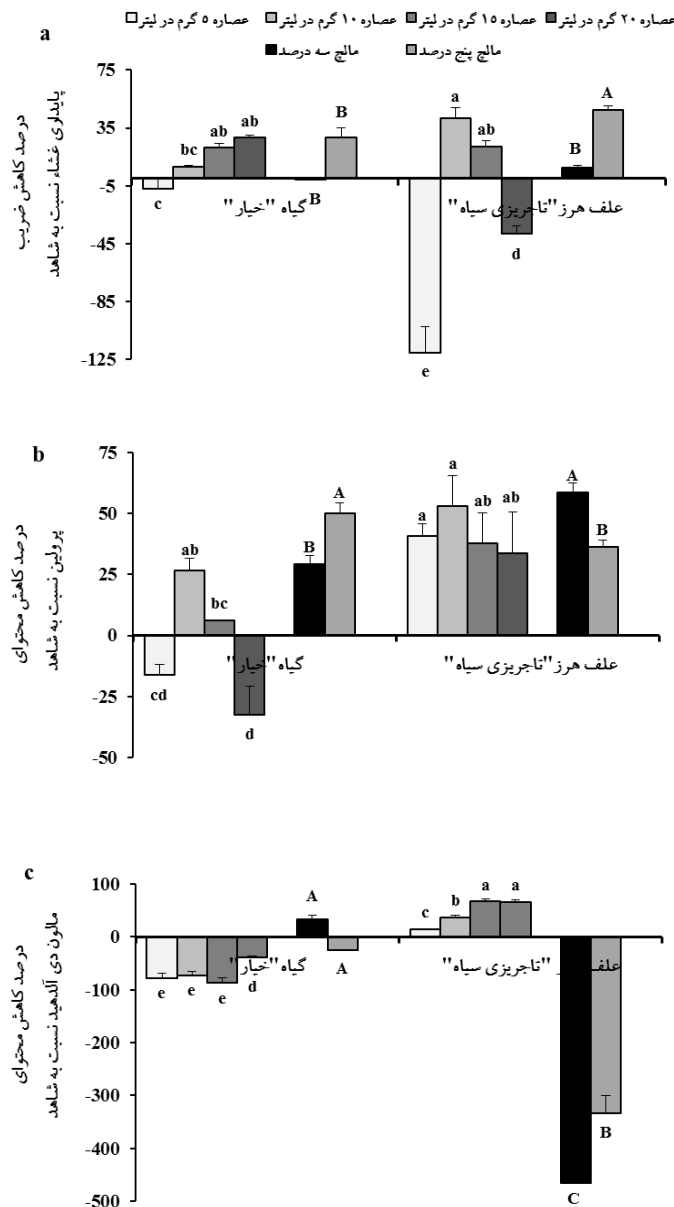
علف هرز تاج‌خروس (*Amaranthus abyssinicus* L.H.Bailey) و خرفه (*Portulaca amboensis* J.F. Macbr.) نیز تأیید گردید (Verdeguer et al., 2009).

در تمام غلظت‌های اعمال‌شده هر دو نوع تیمار بر خیار و علف هرز، شاهد کاهش وزن خشک بخش هوایی نسبت به شاهد بودیم اما نکته قابل‌توجه، افزایش وزن خشک بخش هوایی تاجریزی سیاه (نسبت به شاهد) در زمان تیمار با عصاره آبی ۲۰ گرم در لیتر بود. هر چند گیاه زراعی در مقایسه با علف هرز بررسی‌شده از حساسیت بیشتری از جهت کاهش صفت مذکور و در زمان تیمار با عصاره‌های آبی و مالچ‌برگی برخوردار بود اما بررسی تأثیر عصاره آبی و مالچ‌برگی بر وزن خشک ریشه نشان داد که درصد کاهش وزن خشک ریشه علف هرز تاجریزی سیاه (به ویژه در زمان تیماردهی با غلظت‌های پایین‌تر عصاره آبی و نیز تیمار با مالچ‌برگی) بیشتر از خیار بود (شکل ۱c و ۱d).

ترکیبات دگرآسیب موجود در عصاره با کاهش رشد سلولی و در نتیجه تقلیل تارهای کشنده ریشه می‌تواند باعث کاهش جذب آب و مواد غذایی و در نتیجه کاهش طول ریشه و بخش هوایی سایر گیاهان شوند (Asiaee et al., 2020). ارزیابی تأثیر پسماندهای برگ اکالیپتوس بر اویارسلام (*Cyperus rotundus* L.) و پیچک (*Convolvulus arvensis* L.) در



شکل ۱- تأثیر دو نوع تیمار عصاره آبی و مالچ برگی اکالیپتوس (*E. globulus*) بر ارتفاع بخش هوایی (a)، مجموع طول ریشه‌ها (b)، وزن خشک بخش هوایی (c)، وزن خشک ریشه‌ها (d) در گیاهچه‌های خیار (*Cucumis sativus* var. *beith alpha*) و علف هرز تاجریزی سیاه (*Solanum nigrum*). داده‌ها میانگین سه تکرار ± خطای معیار هستند (براساس آزمون دانکن تفاوت معنی‌داری (P≤0.05) بین میانگین‌های واجد حرف یا حروف یکسان وجود ندارد). واحد ارائه‌شده در شکل، سانتی‌متر (cm) است.



شکل ۲- تأثیر دو نوع تیمار عصاره آبی و مالچ برگی اکالیپتوس (*E. globulus*) بر درصد کاهش ضریب پایداری غشا (a)، محتوا پروتئین (b)، محتوا مالون دی آلدئید (c) گیاهچه‌های خیار (*Cucumis sativus var. beith alpha*) و علف هرز تاجریزی سیاه (*Solanum nigrum*) داده-ها میانگین سه تکرار ± خطای معیار هستند (براساس آزمون دانکن، تفاوت معنی‌داری ($P \leq 0.05$) بین میانگین‌های واجد حرف یا حروف یکسان وجود ندارد). واحد اندازه‌گیری میکرومول بر گرم وزن تر نمونه است.

تنشی، بعضی از فسفولیپیدهای غشایی حالت شش‌وجهی به خود گرفته و به این ترتیب، ساختار غشاء به وضعیت منفذدار تبدیل می‌گردد و نشت مواد سلولی به خارج از آن رخ می‌دهد (Bhatt and Srinivasa, 2005).

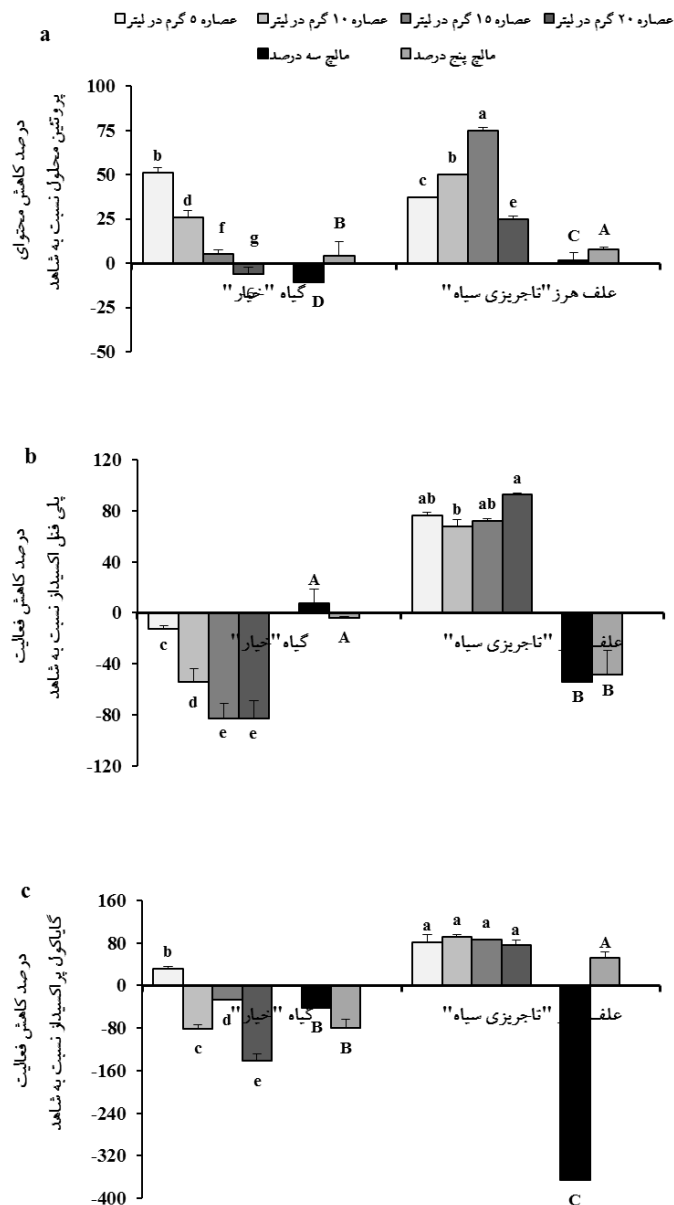
مشخص شده است که تنش دگرآسیب به مانند سایر تنش‌های محیطی از جمله تنش شوری، خشکی و سرما موجب یکسری تغییرات در فسفولیپیدهای غشاء می‌گردد به گونه‌ای که دنباله‌های اسیدهای چرب غشایی تغییر نموده و میزان اسیدهای چرب غیراشباع غشاء افزایش می‌یابند. در شرایط

به عنوان نوعی سازوکار دفاعی گیاهان در زمان تنش موجب تنظیم اسمزی، جلوگیری از تخریب آنزیم‌ها و بالابردن سنتز پروتئین‌های مقاومت گیاه در برابر تنش می‌گردد (Khosravi et al., 2011).

هر چند افزایش غلظت عصاره آبی برگ گیاه اکالیپتوس، موجب کاهش محتوای مالون دی‌آلدئید تاجریزی سیاه شد اما تأثیر تیمار با عصاره‌های آبی اکالیپتوس بر محتوای مالون دی‌آلدئید خیار افزایشی بود. نکته مهم در نتایج، تأثیر افزایشی و قابل توجه ناشی از تیمار با مالچ برگی بر محتوای مالون دی‌آلدئید علف هرز تاجریزی سیاه بود (شکل ۲c). تخریب غشاهای سلولی تحت تأثیر ترکیبات دگرآسیب می‌تواند یکی از دلایل عمده کاهش رشد گیاهچه‌های هدف متأثر از حضور ترکیبات دگرآسیب باشد (Wu et al., 2000). نتایج پژوهش‌های متعدد بیانگر صدمه به غشاهای سلولی و به دنبال آن، افزایش محتوای مالون دی‌آلدئید در شرایط تنش دگرآسیب است (Becana et al., 2000; Romero-Romero et al., 2005; Weir et al., 2004). نتایج تحقیقی نشان داد که عصاره آبی بومادران (*Achillea millefolium* L.) میزان تخریب غشای سلول و به دنبال آن محتوای مالون دی‌آلدئید برگ‌های گیاهان جو (*Hordeum spontaneum* K.Koch) و باقلا (*Vicia faba* L.) را به طور قابل توجهی افزایش داد. این افزایش بیانگر پراکسیداسیون غشایی حاصل از تنش اکسیداتیو عصاره بومادران است (Darier and Tammam, 2012). در مطالعه دیگر مشخص گردید که عصاره آبی برگ آفتابگردان (۱۰ الی ۳۰ درصد وزنی- حجمی) سبب افزایش محتوای مالون دی‌آلدئید گیاهچه‌های جودره (*Hordeum spontaneum* L.) و سوروف (*Echinochloa crusgalli* (L.) P.Beauv.) شد به طوری که رابطه مستقیم بین افزایش محتوای مالون دی‌آلدئید و افزایش غلظت عصاره‌های تیماری گزارش گردید (Faramarzy and Ahmady, 2014).

بر طبق نتایج، تمام تیمارهای عصاره آبی و مالچ اعمال شده بر گیاهان این پژوهش، موجب کاهش محتوای پروتئین محلول گردید. تنها مورد استثنا، در افزایش پروتئین محلول در زمان

نتایج پژوهش حاضر در زمان اعمال عصاره آبی، بیانگر نوسانات کاهشی و افزایشی محتوای پرولین گیاه خیار (نسبت به شاهد) بود در حالی که محتوای پرولین علف هرز تاجریزی سیاه، تیمار شده با تمام تیمارهای عصاره‌های آبی کاهش یافت (شکل ۲b). هر چند مالچ‌برگی نیز موجب کاهش محتوای پرولین در هر دو گیاه مورد بررسی شد اما تأثیر مالچ سه درصد بر کاهش محتوای پرولین علف هرز تاجریزی سیاه قابل توجه بود. در پژوهشی مشخص شد که عصاره آبی برگ اکالیپتوس سبب افزایش محتوای پرولین گندم گردید (Sakhaee et al., 2010). نتایج محققین نشان داد که در نخود (*Cicer arietinum* L.) تحت تیمار با عصاره افاقیا (*Acacia moniliformis* Griseb.)، بادام هندی (*Anacardium occidentale* L.) و گل ابریشم (*Albizia lebbek* (L.) Benth.)، محتوای پرولین، هم‌راستا با افزایش غلظت عصاره‌ها افزایش یافت (Das et al., 2012). پژوهشگران تجمع پرولین در گیاه تربچه (*Raphanus sativus* L.) تحت تیمار با عصاره آبی نعنای فلفلی (*Mentha piperita* L.) را نشانگر سیستم دفاعی القاشده در برابر خسارت سلولی ایجاد شده توسط ROS می‌دانند. به این نحو که ترکیبات دگرآسیب موجود در عصاره آبی نعنای فلفلی، تنش اکسیداتیو را از طریق القای تولید ROS و افزایش فعالیت سیستم‌های آنتی‌اکسیدان به وجود می‌آورد (Mahdavi et al., 2017). همچنین ترکیبات دگرآسیب موجود در عصاره برگ گیاه آفتاب‌پرست، سبب افزایش معنی‌دار محتوای پرولین گیاه تربچه تیمار شده گردید (Kalantar et al., 2008). در آزمایشی مشابه، تأثیر ترکیبات دگرآسیب اکالیپتوس بر افزایش محتوای پرولین ذرت و علف هرز ارزن وحشی تأیید شد (Asiaee et al., 2020). افزایش پرولین در گیاهان تحت تنش می‌تواند پیامد تنظیم دوجانبه مسیر افزایش بیان و فعالیت آنزیم‌های سنتز پرولین و مسیر جلوگیری از فعالیت آنزیم‌های تخریبی، وابسته به موقعیت فیزیولوژیکی بافت‌های گیاهی باشد. در نتیجه توازن ایده‌آل بین مسیرهای سنتز و تجزیه است که سطح مناسب محتوای پرولین، بسته به میزان حساسیت و کنش گونه گیاهی، در شرایط تنش خلق می‌گردد (Hong et al., 2000) و این افزایش پرولین



شکل ۳- تأثیر دو نوع تیمار عصاره آبی و مالچ‌برگی اکالیپتوس (*E. globulus*) بر محتوا پروتئین محلول (a)، میزان فعالیت آنزیم پلی فنل اکسیداز (b) و فعالیت گایاکول پراکسیداز (c) گیاهچه‌های خیار (*Cucumis sativus* var. *beith alpha*) و علف هرز تاجریزی سیاه (*Solanum nigrum*). داده‌ها میانگین سه تکرار \pm خطای معیار هستند (براساس آزمون دانکن، تفاوت معنی‌داری ($P \leq 0.05$) بین میانگین‌های واجد حرف یا حروف یکسان وجود ندارد). واحد اندازه‌گیری به ترتیب، میلی‌گرم بر گرم نمونه تر و واحد آنزیمی بر میلی‌گرم پروتئین است.

(غلظت‌های ۵، ۱۰ و ۲۰ درصد وزنی-حجمی)، اثر منفی بر محتوای پروتئین کل دو گیاه سورگوم و لوبیا داشت (Mohammadi, 2010). کاهش محتوای پروتئین در حضور مواد شسته‌شده از برگ شاهدانه (*Cannabis sativa* L.) (Singh and Thapar, 2003) و عصاره الکی اسپند

تیمار با مالچ‌برگی سه درصد خیار بود. براساس شکل ۳a، کاهش محتوای پروتئین محلول تاجریزی سیاه تیمار شده با عصاره آبی بیشتر از خیار بود به‌طوری‌که کمترین کاهش محتوای پروتئین، در تیمار با غلظت ۱۵ گرم در لیتر عصاره آبی مشاهده شد. نتایج پژوهشی نشان داد که عصاره آبی برگ گیاه اکالیپتوس

ترکیبات دگرآسیب می‌توانند فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مانند پراکسیداز، کاتالاز و سوپراکسید دیسموتاز را افزایش دهند. هر چند که ممکن است برخی دیگر از این ترکیبات از فعالیت این آنزیم‌ها بکاهند (Mahdavia et al., 2017).

کاهش فعالیت آنزیم‌ها ممکن است باعث افزایش تجمع ROSها در گیاه شود که این عمل موجب پراکسیداسیون لیپید و در انتها منجر به تخریب سیستم‌های غشایی و از هم پاشیده شدن رشته‌های DNA گردد (Pearson and Yee, 1993; Bais et al., 2003). نتایج این تحقیق بیانگر بروز تنش اکسایشی متأثر از تیمار با عصاره و مالچ‌برگی در سلول‌های گیاهی بود که به دنبال خود، افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان پراکسیداز و پلی‌فنل اکسیداز در خیار را موجب گردید که با افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در شرایط تنش دگرآسیبی گزارش شده توسط سایر محققان مطابقت دارد (Angelini et al., 2003; Foyer and Halliwell, 1976; Harrewijn et al., 2000; Lara-Nunez et al., 2006; Noctor and Foyer, 1998). سمیت‌زدایی مواد دگرآسیب جذب‌شده توسط سلول‌های گیاهی نیز می‌تواند دلیل دیگری بر افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان باشد (Mahdavia et al., 2017; Ziaebrahimi et al., 2007).

نتیجه‌گیری

براساس پژوهش حاضر مشخص گردید که نوع استفاده از برگ گیاه اکالیپتوس به صورت مالچ و یا عصاره برگی، می‌تواند اثرات متفاوتی در رهاسازی ترکیبات دگرآسیب و به طبع آن، کنش با سایر گیاهان داشته باشد. با توجه به تأثیر مطلوب عصاره آبی بر سیستم دفاعی گیاه خیار و اثر منفی آن بر علف هرز تاجریزی سیاه، کاربرد به صورت عصاره بر کاربرد مالچ گونه آن توصیه می‌گردد.

سپاسگزاری

نگارندگان از معاونت پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد بابت تأمین هزینه‌های پژوهش حاضر از محل اعتبارات متمرکز این معاونت (کد طرح به شماره ۳/۴۰۸۵۳) سپاسگزاری می‌نمایند.

(*Peganum multisectum* M.) نیز گزارش شده است (Lio and Zhao, 2007). مسلم شده است که تنش‌های محیطی از جمله تنش دگرآسیبی سبب ایجاد تنش ثانوی اکسایشی می‌شود و رادیکال‌های آزاد تولیدشده طی این تنش، به دلیل میل ترکیبی بالا با پروتئین‌ها، سبب تخریب پروتئین‌های سلول و به دنبال آن تخریب سلولی می‌شوند (Peltzer et al., 2002). از سوی دیگر مشخص شده است که ترکیبات دگرآسیب، متابولیسم نیتروژن و به طبع آن محتوای پروتئین را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در پژوهشی ترکیبات دگرآسیب، موجب افزایش فعالیت آنزیم پروتئاز در گیاه ذرت شده و محتوای پروتئین کل کاهش می‌یابد (Nie et al., 2004).

این پژوهش به بررسی فعالیت دو آنزیم مهم سیستم دفاعی گیاه یعنی آنزیم‌های پراکسیداز و پلی‌فنل اکسیداز در برابر تنش دگرآسیب پرداخته است. هر چند فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و پلی‌فنل اکسیداز خیار در تیمار با غلظت‌های عصاره آبی برگ گیاه اکالیپتوس افزایش یافت اما در علف هرز تاجریزی سیاه شاهد کاهش فعالیت آنزیم‌های مذکور در تیمارهای پیش‌رونده عصاره‌های آبی بودیم (شکل ۳b و ۳c). اثری که تیمار با مالچ‌برگی بر فعالیت آنزیم‌های مذکور بر خیار و علف هرز تاجریزی سیاه داشت، متغییر بود. به گونه‌ای که فعالیت آنزیم پراکسیداز علف هرز تاجریزی سیاه، افزایشی - کاهش‌ی اما در خیار، فقط افزایشی بود. برای آنزیم پلی‌فنل اکسیداز هم، شاهد افزایش فعالیت آنزیم در علف هرز تاجریزی سیاه و خیار بودیم.

اندازه‌گیری فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و پلی‌فنل اکسیداز گیاهان سویا و گاوپنه تحت اثر عصاره اکالیپتوس حاصل پژوهشی بود که بیان داشت فعالیت آنزیم‌های مذکور با افزایش عصاره اکالیپتوس افزایش می‌یابد (Siadaty far et al., 2017). در پژوهشی دیگر، کاربرد ۲۰ درصد عصاره‌های آبی تلخه (*Rhaponticum repens* (L.) Hidalgo) و سورگوم فعالیت آنزیم‌های کاتالاز، پراکسیداز و پلی‌فنل اکسیداز گیاهان را به ترتیب ۱۰۰/۸۵، ۶۲/۰۲ و ۲۴/۹۴ درصد نسبت به شاهد (عدم تیمار با عصاره) افزایش داد. گزارش شده است که برخی از

- Al-Juboory, B. A., & Ahmad, M. M. (1994). The allopathic effects of plant residues on some weed plants. *Arab Journal of Plant Protection*, 12(1), 3-10.
- Angelini, L. G., Carpanese, G., Cioni, P. L., Morelli, I., Macchia, M., & Flamini, G. (2003). Essential oils from Mediterranean Lamiaceae as weed germination inhibitors. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(21), 6158-6164. <https://doi.org/10.1021/jf0210728>.
- Arnon, D. I. (1956). Photosynthesis by isolated chloroplast, IV. Central concept and comparison of three phytochemical reactions. *Biochimica et Biophysica Acta*, 20, 440-446. [https://doi.org/10.1016/0006-3002\(56\)90339-0](https://doi.org/10.1016/0006-3002(56)90339-0).
- Asiaee, F., Cheniany, M., & Lahouti, M. (2020). Comparison of the detrimental effect of eucalyptus leaf extract and powder on some morphological and biochemical characteristics of corn (*Zea mays* L.) and wild millet (*Panicum miliaceum* L.) weeds. *Iranian Society of Plant Physiology*, 9(35), 377-394. (In Farsi).
- Azizpour, K., Shakiba, M. R., Khosh Kholgh Sima, N., Alyari, H., Moghaddam, M., Esfandiari, E., & Pessarakli, M. (2010). Physiological response of spring durum wheat genotypes to salinity. *Journal of Plant Nutrition*, 33(6), 859-873. <https://doi.org/10.1080/01904161003654097>.
- 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, 1377-1380. <https://doi.org/10.1126/science.1083245>.
- Bates, L. S., Waldren, R. P., & Teare, I. D. (1973). Rapid determination of free proline for water-stress studies. *Plant and Soil*, 39(1), 205-207. <https://doi.org/10.1007/BF00018060>.
- Becana, M., Dalton, D. A., Moran, J. F., Iturbe-Ormaetxe, I., Matamoros, M. A., & Rubio, M. C. (2000). Reactive oxygen species and antioxidants in legume nodules. *Physiologia Plantarum*, 109(4), 372-381. <https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.2000.100402.x>.
- Bhatt, R. M., & Srinivasa Rao, N. K. (2005). Influence of pod load on response of okra to water stress. *Indian Journal of Plant Physiology*, 10(1), 54-59.
- Bradford, M. M. (1976). A rapid sensitive method for the quantitation of microprogram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72, 248-254.
- Daneshmandi, M. S., & 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*, 25(3), 333-346. (In Farsi)
- Darier, S. M., & Tammam, A. A. (2012). Potentially phytotoxic effect of *Achillea santolina* induced oxidative stress on *Vicia faba* and *Hordeum vulgare*. *Romanian Journal of Biology plant Biology*, 57(1), 1-78.
- Das, C. R., Mondal, N. K., Aditya, P., Datta, J. K., Banerjee, A., & Das, K. (2012). Allelopathic potentialities of leachates of leaf litter of some selected tree species on gram seeds under laboratory conditions. *Journal of Botany*, 3(1), 59-65.
- Dejam, M., Khaleghi, S. S., & Ataollahi, R. (2016). A study of seed germination and seedling growth of eggplant (*Solanum melongena* L.) affected by various solvents extract of leaves of Eucalyptus (*Eucalyptus globulus* Labill). *Iranian Journal of Molecular and Cellular Research*, 29(2), 170-180. <https://doi.org/10.1001.1.23832738.1395.29.2.4.8>.
- Del Moral, R., & Watson, A. F. (1978). Gradient structure of forest vegetation in the central Washington Cascades. *Vegetatio*, 38(1), 29-48. <https://doi.org/10.1007/BF00141297>.
- Dubois, M. K., Gilles, A., Hamilton, J. K., Roberts, P. A., & Smith, F. (1956). Colorimetric method for determination of sugars and related. *Analytical Chemistry*, 28(1), 350-356. <https://doi.org/10.1021/ac60111a017>.
- El-Khawas, S. A., & Shehata, M. M. (2005). The allelopathic potentialities of *Acacia nilotica* and *Eucalyptus rostrata* on monocot (*Zea mays* L.) and dicot (*Phaseolus vulgaris* L.). *Biotechnology*, 4(1), 23-34. <https://doi.org/10.3923/biotech.2005.23.34>.
- Faramarzy, R., & Ahmady, N. (2014). Effect of Sanflower aqueous extracts foliar application on peroxidase enzyme activity and cell membrane leakage of hairy vetch. *Pajouhesh and Sazandegi*. 102, 45-53. <https://doi.org/10.22092/AJ.2014.100928>.
- Farooq, N., Abbas, T., Tanveer, A., & Jabran, K. (2020). Allelopathy for Weed Management, Co-evolution of Secondary Metabolites. Springer Science. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96397-6_16.
- Foyer, C. H., & Halliwell, B. (1976). The presence of glutathione and glutathione reductase in chloroplasts: A proposed role in ascorbic acid metabolism. *Planta*, 133(1), 21-25. <https://doi.org/10.1007/BF00386001>.
- Harrewijn, P., Van Oosten, A. M., & Piron, P. G. (2000). Natural Terpenoids as Messengers: A Multidisciplinary Study of Their Production, Biological Functions, and Practical Applications. Springer Science and Business Media. Springer Science. <https://doi.org/10.1007/978-94-010-0767-2>.

- Heath, R. L., & Packer, L. (1968) Photoperoxidation in isolated chloroplast: I. kinetics and stoichiometry of fatty acid peroxidation. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 125(1), 189-198. [https://doi.org/10.1016/0003-9861\(68\)90654-1](https://doi.org/10.1016/0003-9861(68)90654-1).
- Hong, Z., Lakkineni, K., Zhang, Z., & Verma, D. P. (2000). Removal of feedback inhibition of delta(1)-pyrroline-5-carboxylate synthetase results in increased proline accumulation and protection of plants from osmotic stress. *Plant Physiology*, 122(4), 1129-1136. <https://doi.org/10.1104/pp.122.4.1129>.
- Inderjit, S. G. D. (2003). Ecophysiological aspect of allelopathy. *Planta*, 217(4), 529-539. <https://doi.org/10.1007/s00425-003-1054-z>.
- Islam, S., & Rahman, M. (2019). Allelopathic effects of *Eucalyptus camaldulensis* on germination and seedling growth of mungbean. *Journal of Bioscience and Agriculture Research*, 23(1), 1894-1900. <https://doi.org/10.18801/jbar.230120.233>.
- Kalantar, A., Nojavan, M., & Naghshbandi, N. (2008). Chemical stress induced by heliotrope (*Heliotropium Europaeum* L.) allelochemicals and increased activity of antioxidant enzymes. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 11(6), 915-919. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2008.915.919>.
- Khamare, Y., Chen, J., & Marble, S. C. (2022). Allelopathy and its application as a weed management tool: A review. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1034649. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1034649>.
- Khatam saz, M. (1999). Solanaceae, Flora of Iran 24:6-8. Research Institute of Forests and Rangelands. Tehran.
- Khosravi, S., Baghizadeh, A., & Nezami, M. T. (2011). The salicylic acid effect on the *Salvia officianlis* L. sugar, protein and proline contents under salinity (NaCl) stress. *Journal of Stress Physiology and Biochemistry*, 7(4), 80-87.
- Lara-Nunez, A., Romero-Roero, T., Ventura, J. L., Blancas, V., Anaya, A. L., & Cruz-Ortega, R. (2006). Allelochemical stress causes inhibition of growth and oxidative damage in *Lycopersicon esculentum* Mill. *Plant Cell Environment*, 29(11), 2009-2016. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2006.01575.x>.
- Lio, J., & Zhao, G. (2007). Allelopathy of *Paganum multisectum* on edible podded pea. *Chinese Journal of Ecoagriculture*, 15(1), 12-15.
- Mahdaviakia, F., Saharkhiz, M. J., & Karami, A. (2017). Defensive response of radish seedlings to the oxidative stress arising from phenolic compounds in the extract of peppermint (*Mentha × piperita* L.). *Scientia Horticulturae*, 214, 133-140. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.11.029>.
- Malik, M. S. (2004). Effects of aqueous leaf extracts of Eucalyptus globules on germination and seedling growth of potato, maize and bean. *Allelopathy Journal*, 14, 213-220.
- Mohammadi, G. R. (2010). Weed control in irrigated corn by hairy vetch inter seeded at different rates and times. *Weed Biology and Management*, 10(1), 25-32. <https://doi.org/10.1111/j.1445-6664.2010.00363.x>.
- Mushtaq, W., Siddiqui, M. B., & Hakeem, K. R. (2020). Allelopathy: Potential for Green Agriculture. Springer Science and Business Media. Springer Science.
- Nie, C. R., Zeng, R. S., Luo, S. M., Li, H. S., Hong, M. Q., & Cheng, L. Q. (2004). Allelopathic potentials of (*Wedelia trilobata* L.) on rice. *Acta Agronomica Sinica*, 30(9), 942-946.
- Noctor, G., & Foyer, C. H. (1998). Ascorbate and glutathione: Keeping active oxygen under control. *Annual Review of Plant Biology*, 49(1), 249-279. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.49.1.249>.
- Oracz, K., Bailly, C., Gniazdowska, A., Come D., Corbineau, D., & Bogatek, R. (2007). Induction of oxidative stress by sunflower phytotoxins in germination mustard seeds. *Journal of Chemical Ecology*, 33(2), 251-264. <https://doi.org/10.1007/s10886-006-9222-9>.
- Pearson, R. A., & Yee, A. F. (1993). The preparation and morphology of PPO–epoxy blends. *Journal of Applied Polymer Science*, 48(6), 1051-1060. <https://doi.org/10.1002/app.1993.070480612>.
- Peltzer, D., Dreyer, E., & Polle, A. (2002). Differential temperature dependencies of antioxidative enzymes in two contrasting species: *Fagus sylvatica* and *Coleus blumei*. *Plant Physiology and Biochemistry*, 40(2), 141-150.
- Plewa, M. J., Smith, S. R., & Wagner, E. D. (1991). Diethylthiocarbamate suppresses the plant activation of aromatic amines into mutagens by inhibiting tobacco cell peroxidase. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, 247(1), 57-64. [https://doi.org/10.1016/0027-5107\(91\)90033-K](https://doi.org/10.1016/0027-5107(91)90033-K).
- Raymond, J., Rakariyatham, N., & Azanza, J. (1993). Purification and some properties of polyphenol oxidase from Sunflower seeds. *Phytochemistry*, 34(4), 927-931. [https://doi.org/10.1016/S0031-9422\(00\)90689-7](https://doi.org/10.1016/S0031-9422(00)90689-7).
- Romero-Romero, T., Sanchez-Nieto, S., SanJuan-Badillo, A., Anaya, A. L., & Cruz-Ortega, R. (2005). Comparative effects of allelochemical and water stress in roots of *Lycopersicon esculentum* Mill. (Solanaceae). *Plant Science*, 168(4), 1059-1066. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2004.12.002>.
- Saberi, M., Tavili, A., and Miri, M. (2015). Investigation the effect of different levels of gibberellic acid and salicylic acid on improvement of germination indices of *Festuca arundinacea* under stress with allopathic compounds. *Journal of Natural Environment (Iranian Journal of Natural Resources)*, 67(4), 415-424. <https://doi.org/10.30495/IPER.2021.679544>.

- Sakhaee, M., Osare, M., Shariat, A., & Bakshi, G. (2010). Allelopathic effects of *Eucalyptus camaldulensis* leaves on germination and growth of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Plant Sciences*, 16(4), 121-130.
- Siadaty far, M., Lahouti, M., & Cheniany, M. (2017). Allelopathic effect of Eucalyptus extract on antioxidative responses of soybean and velvetleaf. *Plant Researches*, 3(30), 37-52. <https://doi.org/20.1001.1.23832592.1396.30.1.10.9>.
- Singh, N. B., & Thapar, R. (2003). Allelopathic influence of *Cannabis sativa* on growth and metabolism of *Parthenium hysterophorus*. *Allelopathy Journal*, 12(1), 61-70.
- Stefan, L., Engbersen, N., & Schob, C. (2021). Crop–weed relationships are context-dependent and cannot fully explain the positive effects of intercropping on yield. *Ecological Applications*, 25, 114-118. <https://doi.org/10.1002/eap.2311>.
- Verdeguer, M., Blazquez, M. A., & Boira, H. (2009). Phytotoxic effects of *Lantana camara*, *Eucalyptus camaldulensis* and *Eriocephalus africanus* essential oils in weeds of Mediterranean summer crops. *Biochemical Systematics and Ecology*, 37(4), 362-369. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2009.06.003>.
- Weir, T. L., Park, S. W., & Vivanco, J. M. (2004). Biochemical and physiological mechanisms mediated by allelochemicals. *Current Opinion in Plant Biology*, 7(4), 472-479. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2004.05.007>.
- Wu, H., Pratley, J., Lemerle, D., & Haig, T. (2000). Laboratory screening for allelopathic potential of Wheat (*Triticum aestivum*) accessions against annual ryegrass (*Lolium rigidum*). *Journal of Agricultural Research*, 51(2), 259-266. <https://doi.org/10.1071/AR98183>.
- Yu, J. Q., Ye, S. F., Zhang, M. F., & Hu, W. H. (2003). Effects of root exudates and aqueous root extracts of cucumber (*Cucumis sativus*) and allelochemicals, on photosynthesis and antioxidant enzymes in cucumber. *Biochemical Systematics and Ecology*, 31(2), 129-139. [https://doi.org/10.1016/S0305-1978\(02\)00150-3](https://doi.org/10.1016/S0305-1978(02)00150-3).
- Ziaebrahimi, L., Khavari-Nejad, R. A., Fahimi, H., & Nejadstari, T. (2007). Effects of aqueous eucalyptus extracts on seed germination, seedling growth and activities of peroxidase and polyphenol oxidase in three wheat cultivar seedlings (*Triticum aestivum* L.). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(19), 3415-3419. <https://doi.org/10.3923/pjbs.2007.3415.3419>.

Morphophysiological and biochemical traits of cucumber and black nightshade under allelopathic compounds of eucalyptus aqueous extract and mulch

Reza Yaghmai, Vajiheh Ganjeali, Mehrdad Lahouti, Monireh Cheniany*

Department of Biology, Faculty of Science, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
(Received: 03/07/2022, Accepted: 10/01/2023)

Abstract

The present study was performed to evaluate and compare the allelopathic effects of leaf aqueous extract and mulch of Eucalyptus (*Eucalyptus globulus* Labill.) on cucumber (*Cucumis sativus* var. *beith alpha*) and black nightshade (*Solanum nigrum* L.) seedlings in a completely randomized design. 21 days after treatment of seedlings with leaf aqueous extract (concentrations 5, 10, 15, 20 g L⁻¹) and mulch (3% and 5% weight/volume), some morphological traits, membrane stability, proline and malondialdehyde content, total protein content and activity of polyphenol oxidase, and guaiacol peroxidase were analyzed. According to the results, although both aqueous extracts and mulch reduced the height and dry weight of aerial parts and the dry weight of roots in cucumber and black nightshade (compared to the control), the length of cucumber roots increased under the treatment of all the concentrations of aqueous extracts and mulch 3%. Evaluation of membrane stability index, proline and malondialdehyde content showed that the negative effect of mulch (3% and 5%) on black nightshade is significant. The treatment with aqueous extracts increased the activities of polyphenol oxidase and guaiacol peroxidase enzymes in cucumber (compared to the control), with the maximum ones in 20 g L⁻¹ extract, while treatment with these extracts on black nightshade reduced the soluble protein content and enzymes studied. Overall, according to the results of this study, it can be stated that aqueous extracts showed a better ability to control black nightshade compared to leaf mulch, and it may be possible to use this type of treatment for herbicides in vegetable fields.

Keywords: Aqueous extract potential, Cucumber, Allelopathy, Weed, Mulch

Corresponding author, Email: Cheniany@um.ac.ir