مقاله پژوهشی

اثرات دگرآسیبی بقایای کینوا (*Chenopodium quinoa* willd) بر نشت الکترولیت‌ها، محتوای بیوشیمیایی، آنتی‌اکسیدانی و رنگیزه‌های فتوسنتزی گندم (*Triticum aestivum* L.)

علی منصوری، نسیم امرایی و حشمت امیدی*

گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۱/۲۷، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۹/۰٤/۰۳)

چکیده

گونه‌های مختلف خانواده اسفناجیان (Chenopodium) به‌واسطه دارابودن ترکیبات فعال ترپنی و فنولی اثرات دگرآسیبی دارند. کینوا یکی از گیاهان متعلق به این خانواده است که محتوای مواد فنولی در قسمت‌های مختلف آن بسیار بالاست و می‌تواند دارای این ویژگی باشد. به همین منظور اثر دگرآسیبی عصاره آبی بقایای این گیاه بر نشت الکترولیت‌ها، محتوای بیوشیمیایی، آنتی‌اکسیدانی و رنگیزه‌های فتوسنتزی گیاهچه گندم نان مورد ارزیابی قرار گرفت. این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه کاملاً تصادفی در چهار تکرار به اجرا در آمد. عصاره آبی اندام‌های گل‌آذین، برگ، ساقه و ریشه گیاه کینوا در غلظت‌های صفر (شاهد)، ۵، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد عوامل آزمایشی بودند. صفات مورد مطالعه شامل میزان نشت الکترولیت‌ها، غلظت مالون دی‌آلدئید، محتوای کلروفیل a، b و کل، کاروتنوئید، پروتئین، آنتوسیانین، سوپراکسید دسموتاز، پراکسیداز و کاتالاز کل گیاه‌چه گندم بود. نتایج این پژوهش نشان داد که اثر نوع اندام بر تمامی صفات مورد مطالعه بجز پروتئین کل معنی‌دار بود. همچنین غلظت عصاره و برهم‌کنش نوع اندام و غلظت عصاره بر تمامی صفات اثر معنی‌داری داشت. غلظت‌های بالای عصاره اندام‌های مختلف باعث افزایش نشت الکترولیت و مالون دی‌آلدئید شد. همچنین محتوای آنتوسیانین، سوپراکسید دسموتاز، پراکسیداز و کاتالاز افزایش یافت. در این آزمایش محتوای کلروفیل a (۵۸ درصد)، کلروفیل b (٦٨ درصد)، کلروفیل کل (٦٧ درصد)، کاروتنوئید (٦٢ درصد) و پروتئین (۱۰ درصد) تحت تأثیر عصاره اندام‌های کینوا کاهش یافتند. لازم به ذکر است که اثر غلظت‌های پایین عصاره بر میزان نشت الکترولیت‌ها و کلروفیل a مثبت ارزیابی شد اما اثر غلظت‌های بالا منفی بود.

کلمات کلیدی: آللوپاتی، آنتوسیانین، پراکسیداز، پروتئین، سوپراکسید دسموتاز، کاتالاز، کلروفیل

مقدمه

کینوا با نام علمی (*Chenopodium quinoa* willd) گیاهی شبه غله از خانواده اسفناج (Chenopodiaceae) و بومی منطقه آند در آمریکای جنوبی است (FAO, 2011). این گیاه دولپه‌ای، نشاسته‌ای، سه کربنه و دارای ریشه بسیار قدرتمند است که باعث شده نسبت به طیف وسیعی از شرایط محیطی مقاوم باشد (Gangopadhyay *et al.*, 2009). کینوا از نظر تغذیه‌ایی بسیار غنی است و دانه این گیاه تنها ماده غذایی است که می‌تواند تمامی آمینواسیدهای مورد نیاز بدن را تأمین نماید (Bhargava *et al.*, 2006). بذر این گیاه ١٦ تا ٢٢ درصد پروتئین، بیشتر از نوع آلبومین و گلوبولین، دارد و سرشار از لیزین و آمینواسیدهای سولفوردار است که در غلات بسیار

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: Omidi@shahed.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.14.3]

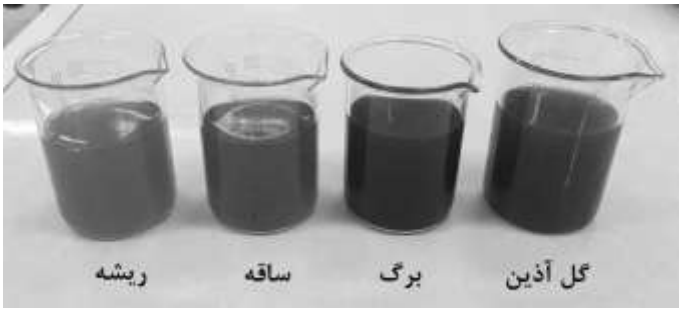
کمیاب است. کینوا دارای اسیدهای چرب غیراشباع است که اثرات مثبت تغذیه‌ایی داشته و از بروز ناراحتی‌های قلبی و عروقی جلوگیری می‌کنند و در تقویت سیستم ایمنی بدن نقش مؤثر دارند (Abugoch and James, 2009). اهمیت این گیاه تا بدان جاست که سازمان خاروبار جهانی، سال ۲۰۱۳ را به نام کینوا نام‌گذاری کرده است.

همواره بعد از ورود یک گیاه جدید به محیط نگرانی‌ها در مورد طغیان گیاه مذبور یا اثرات رقابتی و شیمیایی آن بر روی سایر موجودات محیط مورد توجه قرار می‌گیرد. در طبیعت بین گیاهان مختلف عمدتاً روابط رقابتی وجود دارد. این رقابت بر سر جذب منابع یا واردکردن مواد شیمیایی به محیط که آللوپاتی نام دارد، رخ می‌دهد (Kabir *et al.*, 2010). آللوپاتی نتیجه‌ی تولید مولکول‌های فعال بیولوژیکی توسط گیاهان در حال رشد یا بقایای آن‌ها است که ممکن است پس از تغییر شکل و ورود به محیط بر رشد و توسعه‌ی افراد همان‌گونه یا گونه‌های دیگر تأثیر مستقیم یا غیرمستقیم مثبت یا منفی بگذارد (Machdo, 2007). ترکیبات بازدارنده مستقیماً از اندام‌های مختلف گیاهان مانند ریشه، ریزوم، ساقه، برگ، گل، گرده، بذر ترشح شده و یا در طی فرایند تجزیه بقایای گیاهی به محیط اطراف افزوده می‌گردد (RashedMohasel *et al.*, 2009; Costea *et al.*, 2003). روش‌های فراوانی برای ورود مواد آللوپاتیک به محیط وجود دارد که می‌توان به ترشح از ریشه‌ی زنده، آبشویی از روی برگ‌ها ،ساقه‌ها و میوه‌ها یا آزادشدن گازهای سمی به اتمسفر اشاره کرد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۱). اثرات منفی یا مثبت مواد شیمیایی می‌تواند بر جوانه‌زنی، رشد، میزان رنگیزه‌ها، کربوهیدرات‌ها، ماده خشک و غیره اثرگذار باشد (مکی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱). عصاره آبی اندام‌های خردل وحشی (*Sinapis arvensis*) درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، طول ریشه‌چه، ساقه‌چه، وزن خشک ریشه‌چه، ساقه‌چه و گیاهچه ارقام گندم را به‌طور معنی‌داری کاهش داد (رضوانی و همکاران، ۱۳۹۳). نتایج مطالعه کاظمی و همکاران (۱۳۹۶) اثرات منفی شش گیاه دارویی سنبل‌الطیب، رزماری، افسنطین، بادرنجبویه، گردو و زرین‌گیاه بر صفات مورفوفیزیولوژیک چغندرقند و دو علف هرز پیچک صحرایی و یولاف را نشان داد. همچنین تاکنون اثرات منفی گیاهان گاوپنبه، سلمه تره، تاج‌خروس، داتوره، ترشک و لباشیر بر گندم مشخص شده است (Beres and Kazinczi, 2000). اثرات آللوپاتیک برخی اعضای خانواده اسفناج در پژوهش‌های قبلی به اثبات رسیده است. عصاره اندام‌های گیاه تاج‌خروس (*Amaranthus retroflexus*) می‌تواند تنفس، سرعت رشد نسبی (RGR)، سرعت جذب خالص (NAR)، وزن تر ریشه، تثبیت نیتروژن در گره‌ها، محتوای کلروفیل و تولید زیست‌توده در سویا را به میزان قابل توجهی کاهش دهد (Chaniago *et al.*, 2006). همچنین گزارش شده که عصاره این گیاه تأثیر منفی بر جوانه‌زنی گندم، جو، ذرت، سویا، آفتابگردان، چغندرقند، کلزا، کاهو و سورگوم دارد (Costea *et al.*, 2003). مشاهده شده که وجود باقیمانده‌های تاج‌خروس، عملکرد گلرنگ را از ۱۶ تا ۲۰ درصد در سال‌های بعد کاهش داد (Williams *et al.*, 2005). عصاره اندام‌های گیاه سلمک (*Chenopodium album*) نیز باعث کاهش جوانه‌زنی چغندرقند، ذرت، سویا و گندم می‌شود (Szarnyas *et al.*, 2000). از ترکیبات شیمیایی با خاصیت آللوپاتیک خانواده اسفناج می‌توان فنول‌ها را نام برد که از گسترش دیواره سلولی، نفوذپذیری غشا، جذب مواد غذایی، سنتز کلروفیل، فتوسنتز و فعالیت‌های آنزیمی جلوگیری می‌کند (انصوری و همکاران، ۱۳۹۱). تحقیقات نشان می‌دهد که محتوای مواد فنولی در قسمت‌های مختلف کینوا بسیار بالاست (۷۱ میلی‌گرم در هر ۱۰۰ گرم) که می‌تواند اثرات آللوپاتیک داشته باشد (Alvarez-Jubete *et al.*, 2010).

یکی از روش‌های زیست‌سنجی تهیه عصاره آبی برگ، ریشه یا سایر قسمت‌های گیاه و مطالعه تأثیر آن‌ها بر جوانه‌زنی بذر، رشد و صفات فیزیولوژیک گیاهچه‌ها است. از آنجایی که کینوا قبل از گندم کاشته می‌شود و در زمان کاشت گندم بقایای آن در زمین وجود دارند، تحقیق حاضر به‌منظور بررسی اثر عصاره آبی بقایای این گیاه بر صفات فیزیولوژیک گیاه‌چه گندم نان به اجرا در آمده است.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.14.3]



شکل ۱- عصاره‌های تهیه‌شده از اندام‌های مختلف گیاه کینوا (غلظت ۱۰۰ درصد)

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهان زراعی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهد تهران به‌صورت فاکتوریل دو عاملی در قالب طرح کاملاً تصادفی و در چهار تکرار اجرا شد. عامل اول شامل عصاره آبی اندام‌های مختلف گیاه کینوا، رقم Giza 1 (گل‌آذین، برگ، ساقه و ریشه) و عامل دوم شامل شش سطح غلظت عصاره آبی اندام‌های مختلف (صفر، ۵، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد) بود. جهت تهیه عصاره آبی، اندام‌های مختلف گیاه کینوا در مرحله رسیدگی برداشت از مزرعه پژوهشی دانشگاه شاهد تهران جمع‌آوری شد. مزرعه کینوا در محل مزارع پژوهشی دانشگاه شاهد تهران قرار دارد. بذر کاشته‌شده در این مزرعه از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج تهیه شده بود. بذور کینوا در مردادماه با فاصله خطوط ۳۰ سانتی‌متر، فاصله روی خط ۱۵ سانتی‌متر کشت شده بود. دور آبیاری هر هشت روز یکبار بود. این گیاه در اواسط آبان‌ماه به مرحله رسیدگی برداشت رسیده بود. اندام‌های مختلف کینوا در سایه، دمای اتاق، به‌مدت ۷۲ ساعت، کاملاً خشک شدند. پس از خشک‌شدن، اندام‌های مختلف توسط آسیاب کاملاً پودر شدند. سپس از پودر هر اندام مقدار ۲۰۰ گرم توزین شده و در یک لیتر آب‌مقطر کاملاً خیسانده شد. مخلوط به‌دست‌آمده به‌مدت ۲٤ ساعت در روشنایی و سپس ۲٤ ساعت در تاریکی روی شیکر قرار گرفت. سپس مخلوط از کاغذ صافی عبور داده شده و به‌عنوان عصاره با غلظت ۱۰۰ درصد در نظر گرفته شد و سایر غلظت‌های مورد نیاز از آن تهیه گردید (شکل ۱). محلول‌های تهیه‌شده تا پایان آزمایش در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد و در شرایط تاریکی نگهداری شدند.

آماده‌سازی گیاهچه: جهت اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیک گیاهچه گندم رقم پیشتاز (تهیه‌شده از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج) تحت اثر عصاره آبی اندام‌های مختلف کینوا، تعداد ۵۰ عدد بذر بر روی محیط‌کشت کاغذ واتمن شماره یک در پتری‌دیش قرار گرفت. به هر پتری‌دیش میزان ۱۰ میلی‌لیتر عصاره اضافه شد. به‌منظور کاهش تبخیر آب، درب پتری‌ها با پارافیلم کاملاً بسته شد. پتری‌ها به ژرمیناتور با دمای ۱±۲۲ درجه سانتی‌گراد (محسن نسب و همکاران، ۱۳۸۹)، رطوبت نسبی ۷۰ درصد، ۱٦ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انتقال داده شدند. جهت تولید بیوماس بیشتر برای اندازه‌گیری صفات فیزیولوژیک، پس از گذشت چهار روز، گیاهچه‌های تشکیل‌شده از پتری‌دیش خارج شده و به مدت هفت روز (تا مرحله ۲ برگی) به ظروف حاوی محلول هوگلند (محیط‌کشت هیدروپونیک) انتقال داده شدند. گیاهچه‌ها به نحوی در محلول قرار گرفتند که ریشه آن‌ها در محلول هوگلند غوطه‌ور باشد و ساقه‌چه بیرون از محلول قرار بگیرد. جهت تأمین اکسیژن برای ریشه، محلول هوگلند با پمپ هوا، هوادهی شد.

سنجش نشت الکترولیت‌ها: جهت سنجش میزان نشت الکترولیت‌ها، ۰/۲ گرم برگ تازه از هر تکرار را به‌دقت شسته و در ظروف شیشه‌ای درپوش‌دار محتوی ۱۰ میلی‌لیتر آب یونیزه قرار داده شد. این ظروف به‌مدت ۲٤ ساعت در دمای اتاق قرار گرفتند و سپس هدایت الکتریکی (EC) آن‌ها با استفاده از EC متر اندازه‌گیری شد. سپس شیشه‌های محتوی نمونه برگی را به‌مدت ۱۵ دقیقه در حمام بن‌ماری، در دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده و برای بار دوم هدایت الکتریکی آن‌ها پس

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-04]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.14.3]

از سردشدن اندازه‌گیری گردید. درصد هدایت الکتریکی بیانگر میزان نشت الکتریکی مواد از غشا است که مطابق رابطه زیر محاسبه می‌گردد. EC1 و EC2 هدایت الکتریکی محلول‌ها به‌ترتیب قبل و بعد از جوشیدن است (Sairam and Srivastava, 2001).

$$EC\% = (EC1/EC2) \times 100$$ رابطه (۱)

سنجش غلظت مالون دی‌آلدئید: مقدار ۰/۵ گرم بافت برگ در محلول ۲۰ درصد تیوکلرو استیک اسید (حاوی ۰/۵ درصد تیوباربیتوریک اسید) کاملاً ساییده شد. سپس به‌مدت ۵ دقیقه با سرعت ٦۰۰۰ دور در دقیقه در درون سانتریفیوژ قرار گرفت و محلول صاف‌شده، جدا شده و به‌مدت ۲۵ دقیقه در حمام بن‌ماری با دمای ۹۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. پس از آن محلول توسط حمام یخ سرد شده و میزان جذب نوری در طول‌موج ۵۳۲ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومتر اندازه‌گیری شد (Valentovic *et al.*, 2006).

محتوای کلروفیل و کاروتنوئید: جهت اندازه‌گیری محتوای کلروفیل a، b، کل و کاروتنوئید گیاهچه، ۰/۲ گرم بافت تازه برگ به همراه ۲۰ میلی‌لیتر متانول ۹۰٪ به‌طور کامل ساییده شد. مخلوط حاصل به‌منظور جداسازی بافت برگ به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. پس از آن محلول بالایی جدا شده و میزان جذب نور در طول‌موج‌های ٦۵۲/٤، ٦٦۵/۲ و ٤۷۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومتر اندازه‌گیری شد. محتوای کلروفیل و کاروتنوئید برگ توسط روابط زیر در واحد میلی‌گرم بر گرم وزن تازه برگ محاسبه شد (Hartmat *et al.*, 2001).

$$Chla = 16.72B - 9.16A$$ رابطه (۲)

$$Chlb = 34.09A - 15.28B$$ رابطه (۳)

$$Chlt = Ca + Cb$$ رابطه (٤)

$$Car = (1000C-1.63Ca -104.96Cb) / 221$$ رابطه (۵)

در این روابط، A میزان جذب نور در ٦۵۲/٤، B میزان جذب نور در ٦٦۵/۲، C میزان جذب نور در ٤۷۰ نانومتر، Chla محتوای کلروفیل a، Chlb محتوای کلروفیل b و Chlt محتوای کلروفیل کل است.

پروتئین کل: جهت اندازه‌گیری میزان پروتئین مقدار کافی از بافت برگی گیاهچه گندم با بافر استخراج (بافر فسفات پتاسیم ۰/۵ مولار با اسیدیته ۷/۸) در داخل یخ کاملاً ساییده شد. مخلوط حاصل در دمای ٤- درجه سانتی‌گراد با سرعت ۱۳۰۰۰ دور در دقیقه به‌مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. سپس محلول رویی جدا شده و میزان جذب نوری با استفاده از سرم آلبومین گاوی در طول‌موج ۵۹۵ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومتر اندازه‌گیری شد (Bradford, 1976).

آنتوسیانین: جهت اندازه‌گیری مقدار آنتوسیانین برگ، ۰/۱ گرم بافت برگ تازه در هاون چینی با ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی (۹۹ میلی‌لیتر متانول خالص به‌علاوه یک میلی‌لیتر اسید کلریدریک خالص) کاملاً ساییده و عصاره در لوله آزمایش سر پیچ‌دار ریخته شده و به‌مدت ۲٤ ساعت در تاریکی، در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفت. سپس به‌مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ٤۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شده و جذب محلول رویی در طول‌موج ۵۵۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومتر اندازه‌گیری شد. غلظت آنتوسیانین با استفاده از رابطه زیر و با درنظرگرفتن ضریب خاموشی (ε) ۳۳۰۰ سانتی‌متر بر مول محاسبه شد (Tasgin *et al.*, 2003).

$$A = \varepsilon bc$$ رابطه (٦)

در این رابطه A عدد جذب، b عرض کووت و C غلظت محلول مورد نظر است.

سوپراکسید دسموتاز: میزان جذب مخلوط EDTA ۱ میلی‌مولار، بافر فسفات ۵۰ میلی‌مولار (pH=۷/۸)، ال متیونین ۱۲ میلی‌مولار، NBT ۷۵٪، کربنات سدیم ۵۰ میلی‌مولار، ریبوفلاوین ۱ میکرومولار و ۳۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی، به‌طوری‌که حجم نهایی محلول ۳ میلی‌لیتر باشد، در طول‌موج ۵٦۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتوفتومتر اندازه‌گیری شد و فعالیت سوپراکسید دسموتاز به‌صورت میزان آنزیم مورد نیاز برای مهار ۵۰ درصد فعالیت NBT محاسبه شد (Giannopolitis and Reis, 1977).

پراکسیداز: مقدار ۱۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی، ۵۰۰ میکرولیتر گایاکول ۲۸ میلی‌مولار و ۲ میلی‌لیتر بافر فسفات

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.14.3]

پتاسیم با هم مخلوط شدند. در مرحله ۵۰۰ میکرولیتر هیدروژن پراکسید ۵ میلی‌مولار به محلول اضافه و میزان جذب نور در طول‌موج ٤٧٠ نانومتر، در مدت ۳ دقیقه هر ۱۰ ثانیه یک‌بار با دستگاه الایزا اندازه‌گیری شد (Ghanati *et al.*, 2002).

کاتالاز: مقادیر ۱/۵ سی‌سی بافر فسفات ۱۰۰ میلی‌مولار (pH=۷)، ۲۰۰ میکرولیتر عصاره آنزیمی و ۵۰۰ میکرولیتر هیدروژن پراکسید ۷۵ میلی‌مولار و با هم مخلوط شده و میزان جذب نوری در طول‌موج ٢٤٠ نانومتر توسط دستگاه الایزا خوانده شد (Aebi, 1984).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ٩/٤ و مقایسه میانگین صفات مورد ارزیابی با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج

نشت الکترولیت‌ها: اثر غلظت عصاره آبی، نوع اندام و برهم‌کنش آن‌ها بر درصد نشت الکترولیت‌ها از غشا سلولی گیاهچه‌های گندم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). با افزایش غلظت تا سطح ۲۵ درصد، درصد نشت الکترولیت‌ها در گیاهچه‌های گندم کاهش یافت. اما با افزایش غلظت عصاره آبی میزان نشت افزایش یافت (شکل ۲a). بیشترین میزان نشت الکترولیت‌ها نسبت به شاهد با اعمال عصاره آبی اندام ریشه (۳۲ درصد افزایش) و گل‌آذین (۳۰ درصد افزایش) به‌دست آمد. این نتیجه با نتایج پژوهش Ebrahimi و همکاران (۲۰۱۷) با موضوع بررسی اثر آللوپاتیک شبدر بر گیاه دارویی اسپند (*Peganum harmala*) همخوانی دارد. کاهش میزان نشت الکترولیت غشای سلولی می‌تواند به علت تقویت غشای سلولی در حضور مواد معدنی مفید موجود در عصاره آبی باشد. این در حالی است که عصاره‌های با غلظت بالا باعث افزایش میزان نشت الکترولیت‌ها شدند. فرهودی (١٣٨٤) گزارش کرد که مواد آللوپاتیک موجود در عصاره اکالیپتوس باعث افزایش میزان تخریب غشای سلولی در گیاهچه‌های توق شد. اثر مواد آللوپاتیک انتخابی بوده و به غلظت و نوع ماده آن بستگی دارد و ممکن است منجر به اثرات منفی یا مثبت در گیاهان شود (Ebrahimi *et al.*, 2017). یکی از مهم‌ترین اثرات مواد آللوپاتیک تولید گونه‌های فعال اکسیژن و بروز تنش اکسیداتیو در گیاهان است (Bohm *et al.*, 2006). از اثرات بارز گونه‌های فعال اکسیژن می‌توان به کاهش سلامت سلول و تخریب غشای سلولی اشاره کرد (Farhoudi and Lee, 2013). تخریب غشای سلولی توسط گونه‌های فعال اکسیژن باعث نشت الکترولیت‌ها به خارج از سلول می‌گردد.

مالون دی‌آلدئید: اثر نوع اندام، غلظت و اثر متقابل آن‌ها بر محتوای مالون دی‌آلدئید گیاهچه گندم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (شکل ۲b). وجود عصاره‌های اندام‌های مختلف کینوا در محیط رشد گیاهچه‌های گندم موجب افزایش غلظت مالون دی‌آلدئید شد. اعمال عصاره‌های ۱۰۰ درصد گل‌آذین و برگ به‌ترتیب باعث افزایش ۳/۹ و ٤/٤ برابری و اعمال عصاره‌های ساقه و ریشه به‌ترتیب باعث افزایش ۲/۱ و ۱/۷ برابری محتوای مالون دی‌آلدئید شد. بیشترین افزایش مالون دی‌آلدئید با اعمال عصاره برگ به‌دست آمد. فرهودی (١٣٩٤) گزارش کرده که اثرات آللوپاتی عصاره اکالیپتوس باعث افزایش محتوای مالون دی‌آلدئید در گیاهچه توق شد که با نتایج این پژوهش همخوانی دارد. مواد آللوپاتیک با ایجاد گونه‌های فعال اکسیژن باعث تخریب غشای سلولی می‌شوند که منجر به افزایش محتوای مالون دی‌آلدئید می‌گردد؛ زیرا این ترکیب بر اثر تخریب و پراکسیداسیون چربی‌های غشای سلولی آزاد می‌شود (Valentovic *et al.*, 2006).

کلروفیل و کاروتنوئید: اثر غلظت عصاره آبی، نوع اندام و برهم‌کنش آن‌ها بر کلروفیل‌های a و b و کل گیاهچه‌های گندم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). اعمال غلظت‌های پایین عصاره ریشه و ساقه اثر مثبتی بر محتوای کلروفیل گیاهچه گندم داشت. اعمال غلظت‌های ۵ و ۲۵ درصد عصاره ریشه باعث افزایش کلروفیل a (٦٥ درصد)، کلروفیل b (٦ درصد) و کلروفیل کل (۷ درصد) شد. اعمال غلظت‌های ۵ و ۲۵ درصد ساقه نیز باعث افزایش کلروفیل a (٤٩ درصد)، کلروفیل b (٦ درصد) و کلروفیل کل (۷ درصد) شد. افزایش غلظت عصاره ساقه و ریشه از ۲۵ درصد باعث به‌وجودآمدن

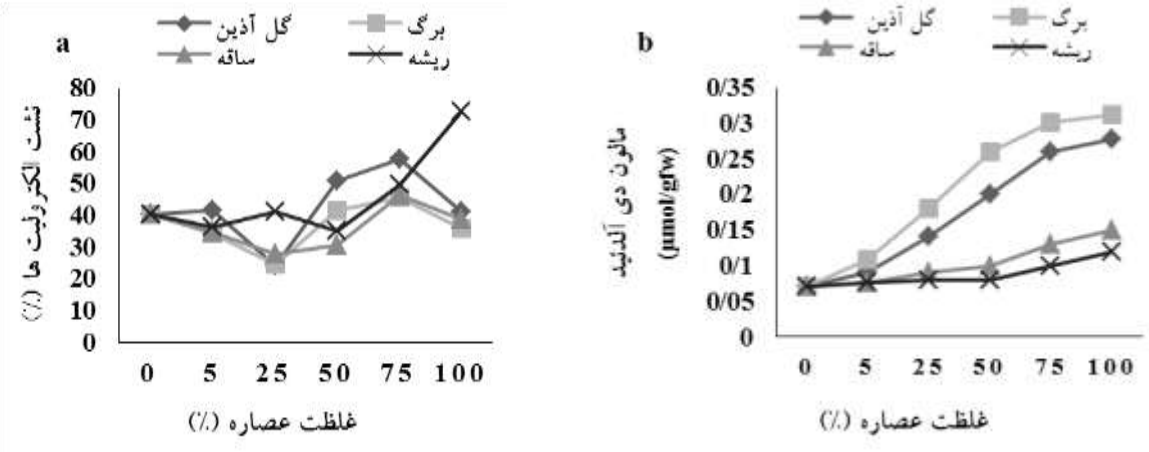
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.14.3]

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر نوع اندام و غلظت مختلف عصاره آبی کینوا بر صفات فیزیولوژیک گیاهچه گندم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		نشت الکترولیت	مالون دی‌آلدئید	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	کاروتنوئید	پروتئین
اندام (A)	۳	۴۸۰/۵۰۲**	۰/۰۷۳**	۰/۳۰۹**	۲۹۶/۶۱۱**	۳۱۳/۹۶۱**	۵۶/۸۰۶**	۴۵۹/۹۰۱^{ns}
غلظت (B)	۵	۸۶۹/۸۶۲**	۰/۰۵۴**	۰/۲۳۲**	۶۶۹/۱۳۱**	۶۹۰/۸۵۲**	۱۲۹/۸۹۴**	۳۵۲/۷۰۲**
A × B	۱۵	۲۸۷/۴۹۷**	۰/۰۰۶**	۰/۰۷۷**	۰/۰۷۳**	۱۶/۶۹۹**	۲/۸۸۲**	۲۵۲/۱۰۲**
خطا	۷۲	۲۴۸۶/۲۶۱	۰/۰۰۱	۰/۱۴۲	۳۱۳/۰۰۹	۳۲۶/۶۲۴	۵۲/۰۰۱	۲۱۳۴/۳۰۱
ضریب تغییرات (%)		۱۴/۵۲۱	۱۷/۴۲۱	۱۶/۲۸۷	۱۱/۲۳۸	۱۱/۳۰۱	۹/۳۲۸	۲۲/۴۱۱

^{ns}، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

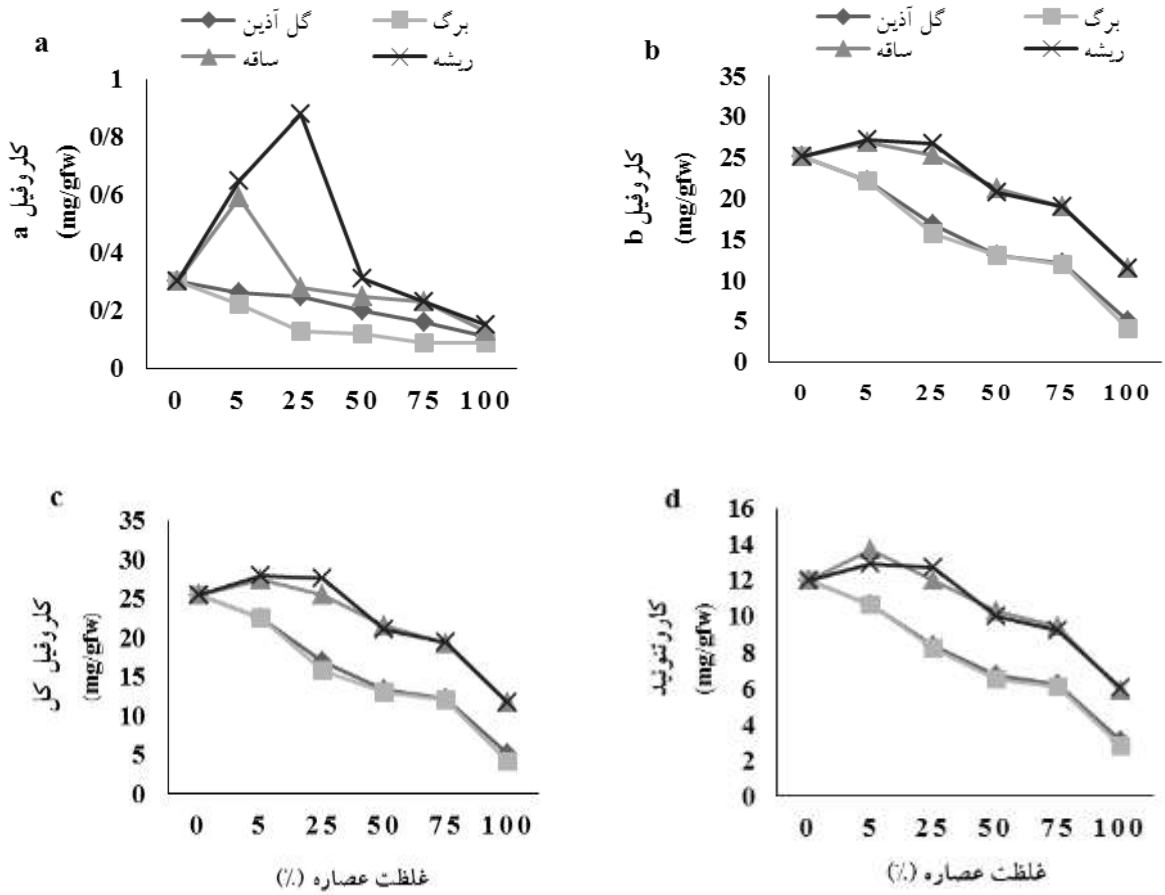


شکل ۲- اثر نوع اندام و غلظت عصاره آبی کینوا بر میزان نشت الکترولیت (a) و محتوای مالون دی‌آلدئید (b) گیاهچه گندم

روند نزولی در محتوای کلروفیل گیاهچه گندم شد. اعمال عصاره گل‌آذین و برگ باعث کاهش محتوای کلروفیل شد. افزودن عصاره ۱۰۰ درصد گل‌آذین به محیط رشد گیاهچه گندم باعث کاهش ۶۳ درصدی کلروفیل a و کاهش ۸۰ درصدی کلروفیل b و کلروفیل کل نسبت به تیمار شاهد شد. اثرات عصاره برگ تا حدودی شدیدتر از عصاره گل‌آذین بود. اعمال عصاره ۱۰۰ درصد برگ باعث کاهش ۷۰ درصدی کلروفیل a، کاهش ۸۴ درصدی کلروفیل b و کاهش ۸۳ درصدی کلروفیل کل شد (شکل ۳).

اثر نوع اندام و غلظت عصاره و برهم‌کنش آن‌ها بر محتوای کاروتنوئید گیاهچه گندم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۱). غلظت‌های ۵ و ۲۵ درصد عصاره ریشه به‌ترتیب باعث افزایش ۸ و ۶ درصدی محتوای کاروتنوئید شدند. همچنین غلظت‌های ۵ و ۲۵ درصد عصاره ساقه به‌ترتیب باعث افزایش ۱۴ و ۶ درصدی محتوای کاروتنوئید شدند. افزایش غلظت عصاره ریشه و ساقه از ۲۵ درصد باعث کاهش محتوای کاروتنوئید نسبت به شاهد شد. اعمال عصاره‌های گل‌آذین و برگ اثرات منفی بر محتوای کاروتنوئید گیاهچه داشتند به‌طوری‌که اعمال غلظت‌های ۱۰۰ درصد عصاره برگ و گل‌آذین، محتوای کاروتنوئید را به‌ترتیب ۷۷ و ۷۴ درصد کاهش دادند. غلظت‌های پایین عصاره کینوا باعث افزایش میزان رنگیزه‌های گیاهچه‌های گندم شد اما غلظت‌های بالای عصاره اثراتی منفی را نشان داد. گیاهچه‌های گندم تیمار شده با عصاره بقایای زردینه (*Xanthium italicum*) کاهش معنی‌داری در محتوای کلروفیل برگ نشان دادند (Shao *et al.*, 2013). افزایش غلظت عصاره آکاسیا باعث کاهش رنگیزه‌های

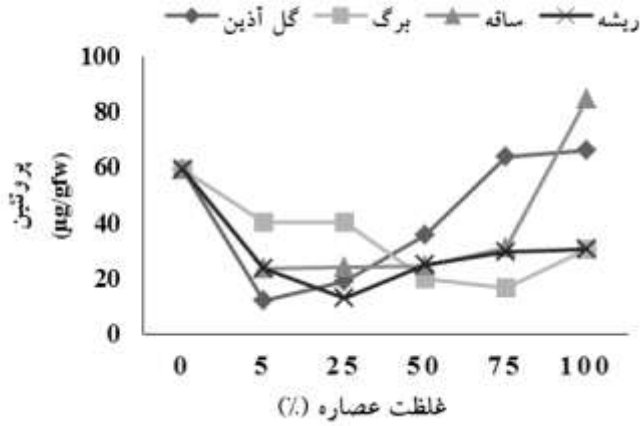
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-04]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.14.3]



شکل ۳- اثر نوع اندام و غلظت عصاره آبی کینوا بر میزان کلروفیل a (a)، b (b)، کل (c) و کاروتنوئید (d) گیاهچه گندم

فتوسنتزی در ۱۱ گونه مورد مطالعه شد (Lorenzo *et al.*, 2011). عصاره آبی اکالیپتوس موجب کاهش میزان کلروفیل در دو گیاه سورگوم و لوبیا شد (محمدی و همکاران، ۱۳۹۱). استفاده از مواد آللوپاتیک موجب کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی مانند کاروتنوئید در برگ خیار شد (Yu *et al.*, 2003). در پژوهش حاضر مشاهده شد که شیب کاهش کلروفیل b بسیار بیشتر از کلروفیل a است. بهداد و همکاران (۱۳۹٤) نتایج مشابهی را ارائه دادند و معتقدند این پدیده می‌تواند به‌دلیل تبدیل کلروفیل b به a تحت اثر مواد آللوپاتیک باشد. در مطالعه حاضر مشاهده شد که اثرات کاهش‌دهنده عصاره آبی برگ نسبت به سایر اندام‌ها شدیدتر بود. در پدیده فتوسنتز که در برگ‌ها اتفاق می‌افتد پیش‌ماده‌های لازم برای ساخت بسیاری از ترکیبات گیاهی فراهم می‌گردد. بنابراین برگ‌ها جایگاه سنتز ترکیبات متنوع به‌خصوص متابولیت‌های ثانویه هستند. درنتیجه اثرات آللوپاتیک بیشتری نسبت به سایر اندام‌ها دارند (Ntombizanele, 2006). بررسی‌ها نشان داده که کاهش رشد گیاه در حضور مواد آللوپاتیک مرتبط با کاهش کلروفیل است و کاهش کلروفیل ممکن است یک اثر ثانویه باشد که در اثر پدیده آللوپاتی ایجاد می‌شود (محمدی و همکاران، ۱۳۹۱). سازوکار دقیق کاهش کلروفیل در گیاهان تحت اثر آللوپاتی مشخص نیست اما دلیل این کاهش در غلظت‌های بالا ممکن است تجزیه کلروفیل توسط آنزیم کلروفیلاز یا کاهش سنتز آن‌ها باشد (Shalinder and Batish, 2010). از دلایل کاهش سنتز کلروفیل می‌توان به تغییر متابولیسم نیتروژن اشاره کرد. گلوتامات پیش‌ساز مشترک کلروفیل و پرولین است. تنش‌های زیستی و غیرزیستی می‌توانند باعث کاهش تمایل گلوتامات برای حضور در مسیر سنتز کلروفیل شوند (Singh *et al.*, 2009). نوع واکنش کلروفیل a به عصاره آبی اندام‌های مختلف

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-04]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.14.3]



شکل ٤- اثر نوع اندام و غلظت عصاره آبی کینوا بر محتوای پروتئین کل گیاهچه گندم

نسبت به سایر رنگیزه‌ها متفاوت بود و در واکنش به حضور عصاره‌های آبی ساقه و ریشه کینوا با غلظت پایین در محیط رشد، به میزان بالایی افزایش پیدا کرد. این مسأله می‌تواند به‌علت وجود ترکیبات خاص در ساقه و ریشه و تفاوت در حساسیت فتوسیستم‌های یک و دو و مسیرهای سنتز رنگیزه‌های مختلف به شرایط تنش‌های محیطی باشد. برای توجیح این نتیجه باید مطالعات دقیق‌تری بر روی ترکیبات موجود در اندام‌های مختلف کینوا صورت گیرد.

پروتئین: با توجه به نتایج جدول ۱، اثر نوع اندام بر محتوای پروتئین گیاهچه گندم معنی‌دار نبود اما اثر غلظت عصاره و برهم‌کنش آن با نوع اندام بر محتوای پروتئین گیاهچه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. تیمارهای اعمال‌شده به‌جز عصاره ۱۰۰ درصد ساقه و گل‌آذین، باعث کاهش میزان پروتئین نسبت به شاهد شدند (شکل ٤). ذکر این نکته لازم که غلظت‌های پایین عصاره اندام‌های مختلف، محتوای پروتئین را به میزان بیشتری کاهش دادند. عصاره آبی جو خودرو باعث کاهش محتوای پروتئین گندم شد (حسین‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸). همچنین گزارش شده عصاره گل‌محمدی باعث کاهش پروتئین گیاهچه گندم می‌شود که با نتایج پژوهش حاضر منطبق است (محمدخانی و زاده‌مبارک، ۱۳۹۸). همان‌طور که گفته شد یکی از اثرات سو مواد آللوپاتیک تولید گونه‌های فعال اکسیژن در سلول‌ها است. افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن باعث تخریب ساختار پروتئین‌ها و نوکلئیک اسیدها می‌شود (Blokhina *et al.*, 2003). ثابت شده که مواد فنولی موجود در ترکیبات آللوپاتیک از طریق جلوگیری از اتصال آمینواسیدها، مانع تولید پروتئین‌های جدید می‌شوند (Zhao-Hui *et al.*, 2010). در پژوهش حاضر مشاهده شد که در غلظت‌های پایین عصاره، میزان پروتئین کاهش می‌یابد. اما این کاهش محتوا در غلظت‌های بالا به‌مراتب کمتر بود. این اتفاق می‌تواند به‌علت تولید پروتئین‌های جدید، مانند آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی برای کاهش اثرات تنش به‌وجود آمده باشد (Yang *et al.*, 2011).

آنتوسیانین: اثر غلظت عصاره آبی، نوع اندام و برهم‌کنش آن‌ها بر محتوای آنتوسیانین گیاهچه‌های گندم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). عصاره‌های اندام‌های مختلف کینوا باعث افزایش میزان آنتوسیانین در گیاهچه گندم شدند (شکل ۵a). عصاره برگ تا غلظت ۷۵ درصد باعث افزایش میزان آنتوسیانین نسبت به شاهد شد (۳/۱ برابر بیشتر) اما با افزایش غلظت روند نزولی پیدا کرد. عصاره‌های ریشه و ساقه در غلظت ۵ و ۲۵ درصد باعث کاهش محتوای آنتوسیانین در گیاهچه گندم شدند. اما با افزایش غلظت عصاره ساقه و ریشه میزان محتوای آنتوسیانین افزایش یافت. اثر افزایشی عصاره ساقه به نسبت عصاره ریشه بیشتر بود. آنتوسیانین یکی از مهم‌ترین متابولیت‌های آنتی‌اکسیدانی تولیدشده در گیاه است. پژوهش‌ها نشان می‌دهند که در شرایط نامساعد محیطی مانند بروز تنش‌ها میزان آنتوسیانین در گیاه افزایش می‌یابد (لطیفی و امیدی، ۱۳۹۸؛ مهدویان، ۱۳۹٦).

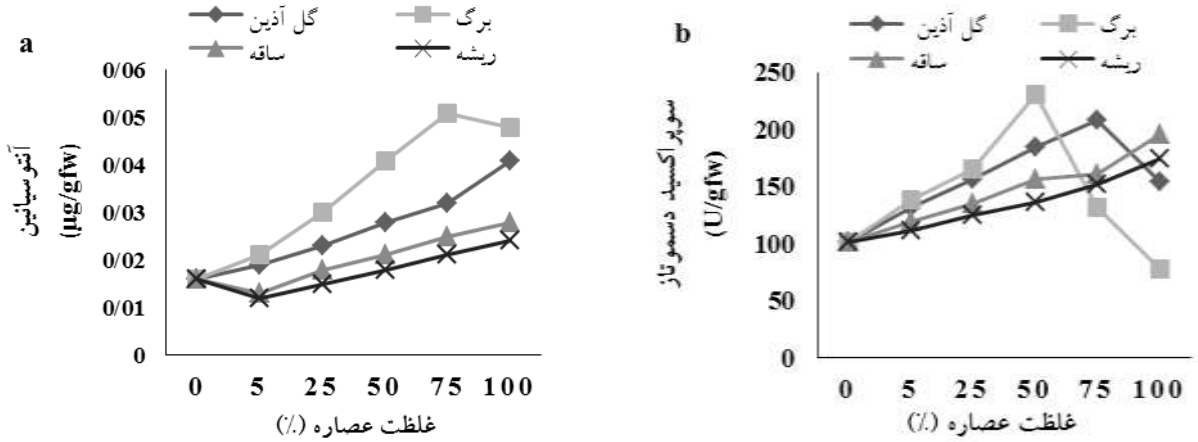
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.14.3]

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر نوع اندام و سطوح مختلف غلظت عصاره آبی کینوا بر محتوای آنتی‌اکسیدانی گیاهچه گندم

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		آنتوسیانین	سوپراکسید دسموتاز	پراکسیداز	کاتالاز
اندام (A)	۳	۰/۰۰۱۳**	۲۰۳۲/٤۷**	۱۰۳۹۳۷/۵۳**	۰/۵۳٤**
غلظت (B)	۵	۰/۰۰۱**	۱۱۲۲۱/٤٦**	۳۱۹۸۱۸/۸٤**	۱/۰٤۱**
A × B	۱۵	۰/۰۰۰۱**	٤۲۹۲/۳۵**	۱۷۳۸۲/۰۳**	۰/۰۷٤**
خطا	۷۲	۰/۰۰۰۰۱	۳٦۲/۰۱	۱۳۱۸/۲۸	۰/۰۰٤
ضریب تغییرات (%)		۱٦/۷۷٤	۱۳/۱۹	۱٤/۳۷	۱۱/۸۸۵

^{ns}، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد

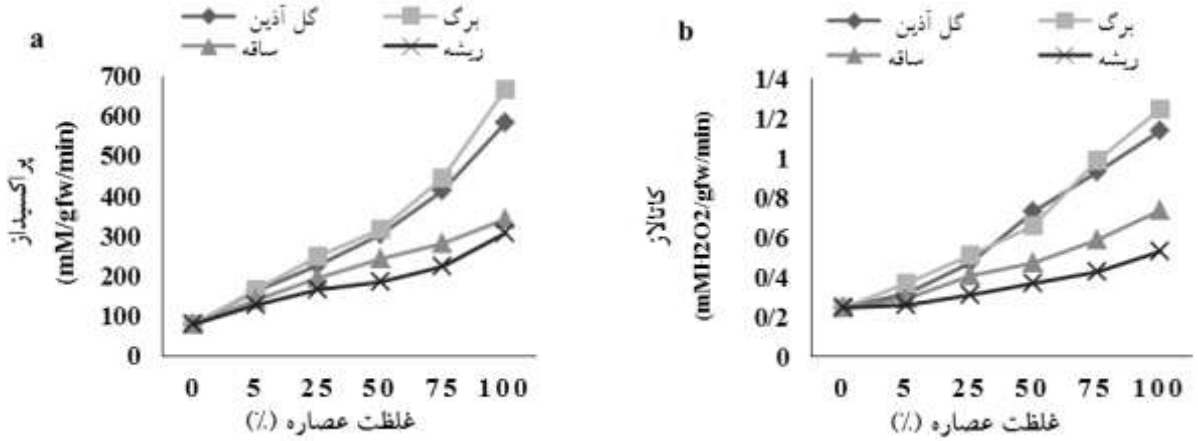


شکل ۵- اثر نوع اندام و غلظت عصاره آبی کینوا بر آنتوسیانین (a) و آنزیم سوپراکسید دسموتاز (b) گیاهچه گندم

تحقیقات پیشین نشان می‌دهند که میزان آنتوسیانین در آویشن (*Thymus pannonicus*)، همیشه‌بهار (*Calendula officinalis*) و مریم‌گلی (*Salvia officinalis*) تحت اثر مواد آللوپاتیک افزایش یافته است (Balah and Latif, 2013) که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

سوپراکسید دسموتاز: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر نوع اندام و غلظت عصاره بر تغییرات فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). اضافه‌کردن عصاره اندام‌های مختلف کینوا باعث افزایش فعالیت این آنزیم شد. لازم به ذکر است که افزایش غلظت عصاره برگ کینوا از غلظت ۵۰ درصد و افزایش غلظت عصاره گل‌آذین کینوا از ۷۵ درصد باعث کاهش میزان فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز شد (شکل 5b). بیشترین فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز با اعمال عصاره ۵۰ درصد برگ کینوا (۲/۲ برابر نسبت به شاهد) به‌دست آمد که می‌تواند به‌علت بالابودن میزان مواد آللوپاتیک در برگ کینوا باشد (Ntombizanele, 2006). با افزایش غلظت عصاره برگ میزان سوپراکسید دسموتاز کاهش یافت که می‌تواند به‌علت تخریب ساختار پروتئینی آنزیم بر اثر حضور مقدار بسیار بالای گونه‌های اکسیژن فعال حاصل از فعالیت مواد آللوپاتیک باشد (Blokhina *et al.*, 2003). طاهری (۱۳۹٤) گزارش کرد که اعمال عصاره آبی کمای بینالودی باعث افزایش فعالیت آنزیم سوپراکسید دسموتاز در گیاهچه‌های قدومه شد. همچنین گزارش شده که میزان این آنزیم در خیار در پاسخ به اثرات آللوپاتیک افزایش یافته است (Yu *et al.*, 2003) که با نتایج مطالعه حاضر همخوانی دارد. تنش‌های مختلف باعث ایجاد

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-04]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.14.3]



شکل ٦- اثر نوع اندام و غلظت عصاره آبی کینوا بر آنزیم‌های پراکسیداز (a) و کاتالاز (b) گیاهچه گندم

گونه‌های فعال اکسیژن در سلول‌های گیاهی می‌شوند. در پیکره گیاهان مختلف، آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی نقش حفاظتی در گیاهان دارند و باعث افزایش مقاومت در آن‌ها می‌شوند (Mittler *et al.*, 2004). آنزیم سوپراکسید دسموتاز مهم‌ترین عامل در حذف رادیکال‌های سوپراکسید در گیاهان است که سوپراکسید را به آب و اکسیژن تبدیل می‌کند و با این کار از آسیب به سلول‌ها جلوگیری می‌کند (singh *et al.*, 2006).

پراکسیداز: اثر عصاره‌های تهیه شده بر فعالیت آنزیم پراکسیداز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲) افزایش غلظت عصاره باعث افزایش آنزیم پراکسیداز در گیاه‌چه گندم شد. بیشترین میزان آنزیم پراکسیداز (۸/۳ برابر شاهد) با اعمال عصاره ۱۰۰ درصد برگ به‌دست آمد (شکل ٦a). گزارش شده که عصاره جو باعث افزایش میزان آنزیم پراکسیداز در گیاهان چچم و یولاف وحشی شد (مکی‌زاده و فرهودی، ۱۳۹٦). فعالیت‌های آللوپاتیک باعث افزایش گونه‌های فعال اکسیژن در گیاه‌چه می‌گردد. به‌دنبال آن گیاه برای حفاظت از خود میزان آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را افزایش می‌دهد. پراکسیداز یکی از مهم‌ترین آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی است که H_2O_2 تولیدشده در گیاه را به آب و اکسیژن تبدیل می‌کند (Dixit *et al.*, 2001).

کاتالاز: اثر عصاره‌های تهیه‌شده بر فعالیت آنزیم پراکسیداز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲) افزایش غلظت عصاره آبی کینوا باعث افزایش آنزیم کاتالاز در گیاه‌چه گندم شد(شکل ٦b). عصاره برگ و گل‌آذین اثرات شدیدتری بر محتوای کاتالاز گیاهچه داشتند و به‌ترتیب باعث افزایش ۵ و ٤/٥٦ برابری کاتالاز نسبت به شاهد شدند. گزارش شده که عصاره آبی سورگوم و تلخه فعالیت آنزیم کاتالاز را در گندم، چغندر قند، سلمه تره و تاج‌خروس افزایش داد (حاتمی همپا و همکاران، ۱۳۹۷). تحقیقات Yu و همکاران (۲۰۰۳) بر روی خیار نیز نتایج مشابهی با پژوهش حاضر را نشان می‌دهند. افزایش میزان آنزیم کاتالاز در گیاهان به سبب به‌وجودآمدن گونه‌های فعال اکسیژن بر اثر بروز تنش‌های مختلف، اتفاق می‌افتد (Mahdavikia *et al.*, 2017). عدم فعالیت یا کمبود فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مانند کاتالاز سبب آسیب به رشته‌های DNA و لیپیدهای غشا توسط گونه‌های فعال اکسیژن شده و ازهم‌پاشیدگی سلول را در پی خواهد داشت (Bais *et al.*, 2003). هیدروژن پراکسید از مهم‌ترین گونه‌های فعال اکسیژن بوده و به‌عنوان علامت بروز تنش در گیاه تلقی می‌شود (Oracz *et al.*, 2007). این ماده در پراکسی‌زوم سلول توسط آنزیم کاتالاز و در سیتوزول و کلروپلاست با آسکوربات پراکسیداز به آب تبدیل می‌شود (Anjum *et al.*, 2010).

نتیجه‌گیری

اثر عصاره‌های آبی تهیه‌شده از بقایای برگ و گل‌آذین کینوا، اثرات منفی بر صفات مورد مطالعه در پژوهش حاضر داشت. بروز این نتایج می‌تواند به‌علت وجود مواد آللوپاتیک

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-04]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.14.3]

به‌خصوص فنول‌ها در ترکیب عصاره آبی کینوا باشد ذکر این مطلب لازم است که اثرات غلظت‌های پایین عصاره آبی اندام‌های مختلف، اثرات مثبتی داشتند که می‌تواند به‌علت وجود مواد غذایی و هورمون‌های رشد در عصاره آبی باشد. برای روشن‌تر شدن علت بروز این آثار لازم است با اجرای آزمایش‌های بیشتر، ترکیب مواد موجود در عصاره آبی اندام‌های مختلف کینوا مشخص و بررسی شود.

منابع

انصوری، ع.، شهقلی، ح.، اصغری، ح. ر. و آذرنیا، م. (۱۳۹۱) مطالعه اثرات آللوپاتیک ۷ گیاه، بر جوانه‌زنی و رشد اولیه گیاه دارویی- صنعتی وسمه (*Indigofera tinctoria*). فناوری تولیدات گیاهی ۱۲: ۷۴-۶۵.

بهداد، آ.، ابریشم‌چی، پ. و جنگجو، م. (۱۳۹٤) ارتباط فنولوژی، محتوای ترکیبات فنولی و خاصیت آللوپاتی گیاه درمنه خراسانی (*Artemisia khorassanica* Karshfha.) و اثر آن بر رشد و فیزیولوژی گیاهچه بروموس کپه داغی (*Bromus kopetdaghensis* Drobov.). مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران) ۲۸: ۲۵٦-۲٤۳.

حاتمی همپا، ا.، جوانمرد، ع.، آل‌ابراهیم، م. و سفالیان، ا. (۱۳۹۷) اثرات آللوپاتیک عصاره آبی سورگوم و تلخ بر رشد گیاهچه و فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانت در گندم، چغندرقند، سلمه‌تره و تاج‌خروس. نشریه حفاظت گیاهان ۳۲: ۱۱۹-۱۰۱.

حسین‌زاده، م.، کیارستمی، خ.، ایلخانی‌زاده، م. و صبورا، ع. (۱۳۸۸) بررسی اثر ترکیبات آللوپاتیک جو خودرو (*Hordeum spontaneum*) بر میزان پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و فعالیت برخی از آنزیم‌های گندم (*Triticum aestivum* L.). مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران) ۲۲: ٤۰٦-۳۹۲.

رضوانی، ح.، اصغری، ج. و احتشامی، س. م. ر. (۱۳۹۳) ارزیابی توان دگرآسیبی علف هرز خردل وحشی بر مؤلفه‌های جوانه‌زنی چهار رقم گندم با استفاده از روش کروماتوگرافی گازی (GC-MS). علوم و تحقیقات بذر ایران ۱: ۵۵-۳۸.

طاهری، ق. (۱۳۹٤) بررسی مکانیزم آللوپاتیک عصاره آبی کمای بینالودی (*Ferula flabelliloba*) در بذور در حال جوانه‌زنی قدومه (*Alyssum szowitsianum*). نشریه حفاظت گیاهان ۲۹: ۱٤۳-۱۳٤.

فرهودی، ر. (۱۳۹٤) بررسی اثر عصاره الکلی اکالیپتوس (*Eucalyptus camaldulesis*) بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان، فعالیت آنزیم ساکارز سنتتاز و تخریب غشاهای سلولی گیاهچه توق (*Xantium strumarium*). مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست شناسی ایران) ۲۸: ۱۰۸۷-۱۰۷۷.

کاظمی، م.، روشندل، پ. و رفیعی الحسینی، م. (۱۳۹٦) ارزیابی تأثیر دگرآسیبی شش گیاه دارویی بر ویژگی‌های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی چغندرقند و دو علف هرز مهم آن. مجله فرآیند و کارکرد گیاهی ٦: ۸۰-٦۵.

لطیفی، س. ع. و امیدی، ح. (۱۳۹۸) اثر پرایمینگ بر خصوصیات جوانه‌زنی بذر و گیاهچه برنج رقم عنبر بو، تحت تنش کم آبی. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی ۱۱: ۲۱-۵.

محسن نسب، ف.، شرفی‌زاده، م. و سیادت، ع. (۱۳۸۹) بررسی اثر فرسودگی بذر (پیری تسریع‌شده) بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه ارقام گندم در شرایط آزمایشگاه. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی ۲: ۷۱-۵۹.

محمدی، ف.، علیرضانژاد، ع. ر.، محمدی، س. ع.، الیاسی، ت. و آفریگان، آ. (۱۳۹۱) اثر آللوپاتیک عصاره برگ اکالیپتوس (*Eucalyptus globules* Labill) بر جوانه‌زنی و رشد گیاهچه علف هرز خرفه (*Portulace oleracea* L.). مجله علوم و تکنولوژی بذر ۲: ٦۳-۵۷.

محمدخانی، ن. و زاده‌مبارک، م. (۱۳۹۷) بررسی اثر دگرآسیبی عصاره گل‌محمدی (*Rosa damascena* Mill) نمونه بوکان و خوانسار بر جوانه‌زنی بذر گندم رقم زرین. نشریه علوم و تحقیقات بذر ایران ۵: ۹۷-۸۷.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.14.3]

محمدی، ن.، رجایی، پ. و فهیمی، ح. (۱۳۹۱) بررسی اثر آللوپاتی عصاره برگ اکالیپتوس بر پارامترهای مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاهان تک‌لپه و دولپه. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران) ۲۵: ٤٦٦-٤٥٤.

مکی‌زاده، م.، فرهودی، ر.، ربیعی، م. و راستی فر، م. (۱۳۹۱) تأثیر عصاره هیدروالکلی گیاه دارویی علف طلا (*Solidago canadensis* L.) بر جوانه‌زنی و رشد چهار گونه علف هرز. فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی ٤: ٤١-٢٩.

مکی‌زاده، م. و فرهودی، ر. (۱۳۹٦) بررسی اثر دگرآسیبی عصاره آبی جو بر رشد گیاهچه و پایداری غشا سلولی گیاهچه علف‌های هرز یولاف وحشی و چچم. فصلنامه علوم به زراعی گیاهی ۷: ۷۲-٦٦.

مهدویان، ک. (۱۳۹٦) اثر غلظت‌های متفاوت سالیسیلیک‌اسید بر تحمل شوری گیاهچه جو (*Hordeum vulgare* L.). فصلنامه علمی پژوهشی فیزیولوژی گیاهان زراعی ۹: ۱۳٦-۱۲۱.

Abugoch, L. and James, L. E. (2009) Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd): Composition, chemistry, nutritional and functional properties. Advances in Food and Nutrition Research 58: 1-31.

Aebi, H. (1984)Catalase in vitro. Journal of Methods in enzymology 105: 121-126.

Alvarez-Jubete, L., Wijngaard, H., Arendt, E. K. and Gallagher, E. (2010) Polyphenol composition and in vitro antioxidant activity of amaranth, quinoa, buckwheat and wheat as affected by sprouting and baking. Food Chemistry 119: 770-778.

Anjum, N. A., Umar, S. and Chan, M. T. (2010) Ascorbate-Glutathione Pathway and Stress Tolerance in Plants. Springer Dordrecht Heidelberg London, New York.

Balah, M. A. and Latif, H. H. A. (2013) Biochemical alterations in wheat seedlings and some weeds related to allelopathic potential of some medicinal plants. Bulgarian Journal of Agricuitural Science 19: 1236-1246.

Bais, H. P., Epechedu, R. V., Gilroy, S., Callaway, R. M. and Vivanco, J. M. (2003) Allelopathy and exatrac palnt invasion: From molecules and genes to species interactions. Science 301: 1377-1380.

Beres, I. and Kazinczi, G. (2000) Allelopathic effects of shoot extracts and residues of weeds on field crops. Allelopathy Journal 7: 93-98.

Bhargava, A., Shukla, S. and Ohri, D. (2006) *Chenopodium quinoa* – An Indian perspective. Industrial Crops and Products 23: 73-87.

Blokhina, O., Virolainen, E. and Fagerstedt, K. V. (2003) Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: A review. Annals of Botany 91: 179-194.

Bohm, P. A. F., Zanardo, F. M. L. and Ferrarese, O. (2006) Peroxidase activity and lignification in soybean root growth-inhibition by juglone. Biology Plantarum 50: 315-317.

Bradford, M. (1976) A rapid and sensitive method for the quantitative estimation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding. Annals of Clinical Biochemistry 72: 248-54.

Chaniago, I., Taji, A. and Jessop, R. (2006) Weed interference in soybean (*Glycine max*). In: Proceedings of the Australian Agronomy Conference, Australia

Costea, M., Weaver, S. E. and Tardif, F. J. (2003) The biology of Canadian weeds. Canadian Journal Plant Science. 84: 631-668.

Dixit, V., Pandey, V. and Shyam, R. (2001) Differential antioxidative responses to cadmium in roots and leaves of pea (*Pisum sativum*). Journal of Experimental Botany 52: 1101-1109.

Ebrahimi, M., Ricki Maryshany, A. and Shirmohammadi, E. (2017) Allelopathy effects of *Trifolium alexandrium* L. on germination and nutrient uptake in medicinal plant *Peganum harmala* L. Journal of Medicinal Plants and By-products 1: 71-79.

FAO. (2011) Quinoa; an acient crop to contribute to world food security. Regional Office for Latin America and the Caribbean.

Farhoudi, R. and Lee, D. (2013) Allelopatic effects of barley extract (*Hordeum vulgare*) on sucrose synthase activity, lipid peroxidation and antioxidant enzymatic activities of *Hordeum spontoneum* and *Avena ludoviciana*. Proceedings of the National Academy of Science 80: 213-220.

Gangopadhyay, G., Das, S. and Mukherjee, K. K. (2009) Speciation in chenopodium in west Bengal, India. Genetic Resources and Crop Evolution 49: 503-510.

Ghanati, F., Morita, A. and Yokota, H. (2002) Induction of suberin and increase of lignin content by excess boron in tabacco cell. Soil Science and Plant Nutrition 48: 357-364.

Giannopolitis, C. and Ries, S. K. (1977) Superoxide dismutases: I. Occurrence in higher plant. Journal of Plant Physiology 59: 309-314.

Hartmut, K., Lichtenthaler, L. and Buschmann, C. (2001) Chlorophylls and carotenoids: Measurement and characterization by UV-VIS spectroscopy. Current Protocols in Food Analytical Chemistry Journal 1: 31-38.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.14.3]

Kabir, A. K. M. S., Karim, S. M. R., Begum, M. and Juraimi, A. S. (2010) Allelopathic potential of rice varieties against spinach (*Spinacia oleracea*). International Journal of Agriculture and Biology 12: 809-815.

Lorenzo, P., Palomera-Pe´rez, A., Reigosa, M. J. and Gonzalez, L. (2011) Allelopathic interference of invasive *Acacia dealbata* Link on the physiological parameters of native understory species. Plant Ecology Journal 212: 403-411.

Machado, S. (2007) Allelopathic potential of various plant species on Downy Brome: Implications for weed control in wheat production. Agronomy Journal 99: 127-132.

Mittler, R., Vanderauwera, S., Gollery, M. and Van Breusegem, F. (2004) Reactive oxygen gene network of plants. Trends in Plant Science 9: 490-498.

Mahdavikia, F., Saharkhiz, M. J. and Karami, A. (2017) Defensive response phenolic compounds of radish seedlings to the oxidative stress arising from in the extract of peppermint (*Mentha piperita* L.). Scientia Horticulturae 214: 133-140.

Ntombizanele, P. M. (2006) Allelopathic interference of silver nightshade (*Solanum elaeagnifolium* Cav.) with the early growth of cotton (*Gossypium hirsutum* L.), MSc Thesis, University of Pretoria, South Africa.

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

RashedMohasel, M. H., Qarakhloo, J. and Rastgoo, M. (2009) Allelopathic effect of saffron (*Crocus sativus*) leaf extract on redroot pigweed and common goosefoot. Iranian Journal of Crop Research 7: 53-61.

Sairam, R. K. and Srivastava, G. C. (2001) Water stress tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.): Variation in hydrogen peroxide accumulation and antioxidant activity in tolerant and susceptible genotype. Journal Agronomy and Crop Science 186: 63-70.

Shalinder, K. and Batish, D. (2010) Assessment of allelopathic potential of *Artemisia scoparia* against some plants. The Bioscan Journal 5: 411-414.

Shao, H., Huang, X., Wang, R., Eminniyaz, A., Wang, J. and Shuo, W. (2013) Potential allelopathic effects of *Xanthium italicum* Moretti on wheat. Journal of Medicinal Plants Research 7: 587-592.

Singh, H. P., Batish, D. R., Kaur, S., Arora, K. and Kohli, R. K. (2006) A-pinene inhibits growth and induces oxidative stress in roots. Annals of Botany 98: 1261-1269.

Singh, A., Singh, D. and Singh, N. B. (2009) Allelochemical stress produced by aqueous leachate of *Nicotiana plumbaginifolia* Viv. Plant Growth Regulation 58: 163-171.

Szarnyas, I. (2000) Biology, damage and possibilities of protection of some summer annual weeds - annual mercury (*Mercurialis annua* L.), redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus* L.), common lambs - quarters (*Chenopodium album* L.) - occurring in sugar beet. PhD thesis, University of Veszprem.

Tasgin, E., Atici, O. and Nalbantoglu, B. (2003) Effects of salicylic acid and cold on freezing tolerance in winter wheat leaves. Plant Growth Regulation 41: 231-236.

Valentovic, P., Luxova, M., Kolarovi, L. and Gasparikora, O. (2006) Effect of osmotic stress on compatible solutes content, memberane stability and water relation in two maize cultivars. Plant, Soil and Enviroment 52: 186-191.

Williams, R., Peal, L. and Bartholomew, P. (2005) Seed hydration dehydration in an allelochemical (coumarin) alters germination and seedling growth. Allelopathy Journal 15: 183-196.

Yang, C. Y., Liu, S. J., Zhou, S. W., Wu, H. F., Yu, J. B. and Xia, C. H. (2011) Allelochemical ethyl 2-methyl acetoacetate (EMA) induces oxidative damage and antioxidant response in *Phaeodactylum tricornutum*. Pesticide Biochemistry and Physiology 100: 93-103.

Yu, J. Q., Ye, S. F., Zhang, M. F. and 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: 129-139.

Zhao-Hui, L., Qiang, W., Xiao, R., Cun, P. and De-An, J. (2010) Phenolics and plant allelopathy. Molecules 15: 8933-8952.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.14.3]

Allopathic effects of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd) residues on electrolyte leakage, biochemical content, antioxidants and photosynthetic pigments of wheat (*Triticum aestivum* L.)

Ali Mansouri, Nasim Amraie and Heshmat Omidi*

Department of Agriculture, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran
(Received: 15/04/2020, Accepted: 23/06/2020)

Abstract

Different species of the Chenopodiaceae family have allopathic effects because they contain active terpene and phenolic compounds. Quinoa is one of the plants in this family that has a very high content of phenolic substances and it may have this feature. In order to investigate the allopathic effects of aqueous extract of this plant residue on electrolyte leakage, biochemical content, antioxidants and photosynthetic pigments of wheat seedlings, an experiment was carried out in a factorial arrangement based on a completely randomized design with 4 replications. The studied factors included the aqueous extract of the flowers, leaves, stems, and roots of quinoa at six concentrations 0 (control), 5, 25, 50, 75, and 100%. The measured traits were electrolyte leakage, malondialdehyde concentration, chlorophyll content a, b and total, carotenoids, anthocyanin protein, superoxide dismutase, peroxidase and catalase. The results showed that the type of organ had a significant effect on all the studied traits except the total protein. Also, the concentration of the extract and the interaction of the type of organ and the concentration of the extract had a significant effect on all of the traits of wheat seedlings. High concentrations of various organs extract increased electrolyte leakage and malondialdehyde concentration. Also, it increased the content of antioxidants such as anthocyanins, superoxide dismutase, peroxidase and catalase. In this experiment, the content of chlorophyll a (58%), chlorophyll b (68%), total chlorophyll (67%), carotenoids (62%) and protein (10%) decreased under the influence of quinoa organ extract. It should be noted that the effect of low concentrations of extracts prepared on the leakage rate of electrolytes and chlorophyll a was positive, but the effect of high concentrations was negative.

key words: Allopathy, Anthocyanins, Catalase, Chlorophyll, Peroxidase, Protein, Superoxide dismutase

Corresponding author, Email: omidi@shahed.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2025-04-04]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.39.14.3]