

تأثیر عصاره برگ مورینگا (*Moringa oleifera*) بر شاخص‌های رشدی دانه‌های پسته (*Pistacia vera*) در شرایط تنش کادمیوم



مینا کارشناس^۱، مهدیه غلامی^{۱*} و بهرام بانی نسب^۱
^۱ گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) نشان داد که کادمیوم؛ کاربرد عصاره گیاه مورینگا و هم چنین اثرات متقابل کادمیوم و مورینگا، اثر معنی داری بر شاخص خسارت ظاهری دانه‌های پسته داشت (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان-دهنده وجود اختلاف در شاخص خسارت ظاهری برگ در غلظت‌های مختلف کادمیوم بود، به طوری که با افزایش غلظت کادمیوم در خاک، میزان شاخص خسارت ظاهری به طور معنی داری افزایش یافت. بیشترین میزان خسارت ظاهری برگ، مربوط به کادمیوم در غلظت ۲۰۰ میلی گرم در کیلوگرم خاک بود، که سبب افزایش بیش از دو برابری شاخص خسارت ظاهری برگ نسبت به تیمار شاهد شد. کاربرد هر دو غلظت عصاره مورینگا اثر معنی داری بر کاهش خسارت ظاهری برگ دانه‌های پسته داشتند، به گونه‌ای که کمترین میزان شاخص خسارت ظاهری برگ، مربوط به کاربرد ۲۰ برابر رقیق شده عصاره مورینگا بود که منجر به کاهش ۳۳ درصدی خسارت ظاهری نسبت به تیمار شاهد شد. طبق نتایج تجزیه واریانس، اثر تیمار کادمیوم و عصاره مورینگا به تنهایی بر ارتفاع گیاه، تعداد برگ، طول و وزن خشک ریشه و سطح ویژه برگ معنی دار بود ولی برهمکنش آنها اثر معنی داری بر این شاخص‌ها نداشت (جدول ۱).

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مریات					
		خسارت ظاهری	ارتفاع اندام هوایی	تعداد برگ	وزن خشک ریشه	سطح ویژه برگ	طول ریشه
کادمیوم	۳	۲/۸۳**	۳۱۲/۶۳**	۳۱۲/۶۱**	۲۵۰/۷**	۲۶۳/۱۶**	۲۸۶/۹۰**
مورینگا	۲	۲/۳۸**	۲۱/۹۵*	۲۱/۳۳*	۱/۶۳*	۳۱۹۶/۲۱**	۹۰/۴۸**
کادمیوم×مورینگا	۶	۰/۵۴۰*	۳/۲۹**	۹/۲۲**	۰/۱۵۲**	۸۵۵/۰۹**	۱۱/۰۷**
خطا	۲۳	۰/۰۵۷	۶/۴۶	۵/۵۸	۰/۴۸۲	۵۱۷/۷۳	۶/۶۴

با افزایش غلظت کادمیوم خسارت ظاهری دانه‌ها به طور معنی داری نسبت به شاهد افزایش یافت که نشان دهنده کاهش مقاومت گیاه و افزایش تنش وارده در غلظت بالای کادمیوم است. تنش کادمیوم با آسیب اکسیداتیو و پراکسیداسیون چربی در کلروپلاست‌ها ارتباط دارد (Sun et al., 2025). گیاهان آفتابگردان نیز تحت سمیت کادمیوم علائم نکروزه در برگ را نشان دادند (Groppa et al., 2012). در مجموع گرچه با افزایش غلظت کادمیوم خسارت ظاهری دانه‌ها افزایش یافت، به طور معنی داری کاربرد عصاره برگ مورینگا توانست در شرایط تنش کادمیوم با ممانعت از عوامل فیزیولوژیک موثر بر رشد، همچون مقدار کلروفیل و سلامت غشا، وضعیت رشد گیاه را در این شرایط نامساعد به طور نسبی بهبود بخشد.

منابع

- Ravani, A., Prasad, R. V., Gajera, R. R. and Joshi, D. C. 2017. Potentiality of *Moringa oleifera* for food and nutritional security. *Agr. Rev.* 38: 3-15. <https://doi.org/10.18805/ag.v38i03>.
- Sun, Z., Qu, Z., He, Y., Han, Y., Xing, Y., Liu, S., ... and Yang, L. 2025. Extracellular vesicle GABA responds to cadmium stress, and GAD overexpression alleviates cadmium damage in duckweed. *Front. Plant Sci.* 16: 1536786. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1536786>

چکیده

به منظور بررسی اثر عصاره برگ گیاه مورینگا بر خصوصیات مورفولوژیکی دانه‌های پسته، آزمایشی به صورت فاکتوریل شامل چهار سطح کادمیوم (۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم کادمیوم در کیلوگرم خاک از منبع کلرید کادمیوم) و عصاره برگ مورینگا در سه سطح (۰: آب مقطر)، ۲۰ و ۳۰ برابر رقیق شده، در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار انجام شد. در این آزمایش تغییر در میزان کلروفیل و شاخص تنش نشت یونی و همچنین برخی خصوصیات مورفولوژیکی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد افزایش غلظت کادمیوم، سبب کاهش پارامترهای رشد رویشی مانند طول ساقه، تعداد برگ، سطح ویژه برگ، وزن خشک ریشه و طول ریشه دانه‌های پسته شد. در مقابل، کاربرد عصاره برگ مورینگا باعث کاهش صدمات منفی ناشی از سمیت کادمیوم و بهبود ۱۱ درصدی سطح ویژه برگ نسبت به تیمار شاهد شد. استفاده از عصاره برگ مورینگا به طور معنی داری تنش نشت یونی را نسبت به شاهد کاهش داد (۱۵ درصد). در مجموع عصاره مورینگا با جلوگیری از کاهش محتوای رنگدانه‌های فتوسنتزی سبب کاهش صدمات ناشی از سمیت کادمیوم و ادامه رشد گیاه شد.

مقدمه

فلزات سنگین همچون کادمیوم در سطوح مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و مولکولی بر گیاهان تأثیر می‌گذارد. کادمیوم طول ساقه و ریشه، وزن تر و خشک، تعداد و سطح برگ گیاه را کاهش می‌دهد (Perveen et al., 2015). همچنین سبب تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی زیادی همچون بسته شدن روزنه، اثر بر روابط آب بر ویژگی‌های تبادل گاز گیاهی می‌شود (Perez-Romero et al., 2015). درخت مورینگا (*Moringa oleifera*) عمدتاً در مناطق نیمه خشک، گرمسیری و نیمه گرمسیری، در خاک‌های شنی و خشک رشد دارد و یکی از مفیدترین درختان در جهان است، چرا که تقریباً هر بخش درخت مورینگا می‌تواند برای اهداف مختلف استفاده شود (Ravani et al., 2017). برگ‌های مورینگا به عنوان منبع خوبی از آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی عمل می‌کنند و می‌توانند از پراکسیداسیون غشاء در شرایط تنش‌زا جلوگیری کنند (Nouman et al., 2012). با توجه به اهمیت درخت پسته و استفاده بسیاری از کشاورزان از پساب‌ها یا کودهای شیمیایی حاوی مقادیر بالای کادمیوم هدف از این تحقیق بررسی اثر عصاره مورینگا به شکل محلول پاشی در کاهش اثرات سمیت کادمیوم در گیاه پسته بود.

مواد و روش‌ها

غلظت‌های ۰، ۵، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم از کلرید کادمیوم به صورت محلول به محیط کشت دانه‌های پسته اضافه شد. دو هفته بعد از اعمال کادمیوم، محلول پاشی با عصاره برگ مورینگا در سه سطح (۰ (آب مقطر)، ۲۰ و ۳۰ برابر رقیق شده با آب مقطر، در دو نوبت و با فاصله زمانی ۷ روز انجام شد. به منظور تهیه عصاره برگ، به ۱۰۰ گرم پودر برگ مورینگا، حدود ۱ لیتر اتانول ۷۰ درصد اضافه شد، مخلوط روی شیکر در در دمای 4 درجه سلسیوس قرار گرفت. عصاره جهت تخمیر الکلی در دمای ۳۸ درجه سلسیوس در دستگاه روتاری اواپراتور قرار گرفت. عصاره غلیظ شده سانتریفیوژ و محلول روپی به عنوان عصاره برگ مورینگا استفاده شد.