

اثر گاما آمینوبوتیریک اسید بر برخی شاخص‌های رشد نهال انجیر سیاه (*Ficus carica* L. cv. Siah) تحت تنش کادمیم



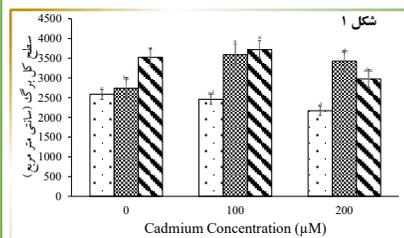
تنش کادمیم



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

نتایج و بحث

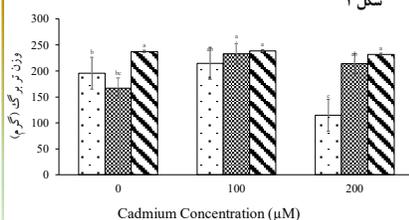
اثر غلظت‌های مختلف گابا و کادمیم به تنهایی و برهمکنش گابا و کادمیم بر سطح کل برگ‌ها در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد در غلظت ۲۰۰ میکرومولار کادمیم کاربرد گابا در غلظت ۲/۵ و ۵ میلی‌مولار به ترتیب باعث افزایش ۳/۵۱ و ۳۹/۳۷ درصدی سطح کل برگ‌ها نسبت



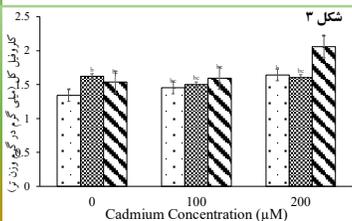
به شاهد شدند (شکل ۱). در غلظت ۲۰۰ میکرومولار کادمیم کادمیم تیمارهای ۵/۲ و ۵ میلی‌مولار گابا به ترتیب باعث افزایش ۱۰/۲ و ۵/۸۶ درصدی وزن تر برگ‌ها شدند (شکل ۲). در غلظت ۲۰۰ میکرومولار کادمیم، گابا در غلظت ۵

میلی‌مولار باعث ۲/۲۵٪ افزایش کلروفیل کل شد ولی در غلظت ۱۰۰ میکرومولار کادمیم اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف گابا مشاهده نشد (شکل ۳).

در مطالعه حاضر سطح برگ و وزن تر برگ گیاه انجیر تحت تنش ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار کادمیم به طور معنی‌داری کاهش یافت. در گزارش مشابهی وزن تر اندام هوایی و



ریشه در دو وارسته کاهو تحت تنش کادمیم کاهش یافت (Waris et al., 2023)، همانطور در جعفری (Ulusu et al., 2017) نیز نتایج مشابهی مشاهده شد. وزن تر برگ و سطح برگ گیاهان انجیر تیمار شده با گابا به درجات متفاوتی در مقایسه با موارد اندازه‌گیری شده تحت تیمار تنش کادمیم به تنهایی افزایش یافت که نشان می‌دهد گابا خارجی می‌تواند اثر بازدارندگی تنش کادمیم را بر رشد گیاه انجیر تا حد معینی کاهش دهد.



در مجموع تیمار کادمیم (بویژه غلظت ۲۰۰ میکرومولار) باعث کاهش رشد و نمو گیاه انجیر شد. از سوی دیگر، تیمار گابا رشد رویشی گیاهانی که در شرایط بدون تنش و تنش کادمیم رشد کرده بودند را بهبود بخشید.

چکیده

هدف از پژوهش حاضر بررسی اثر تیمار گاما آمینوبوتیریک اسید (گابا) در بهبود تحمل به تنش سمیت کادمیم در گیاه انجیر (*Ficus carica* L.) بود. این پژوهش به صورت فاکتوریل با دو فاکتور سطوح مختلف گابا در سه سطح (۰، ۵/۲ و ۵ میلی‌مولار) و سطوح مختلف غلظت کادمیم در سه سطح (۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار) در چهار تکرار بر روی قلمه‌های یکساله ریشه‌دار انجیر سیاه انجام و پس از بروز نشانه‌های سمیت کادمیم در گیاهان شاهد، برخی شاخص‌های رشد بررسی شد. نتایج نشان داد که بیشترین سطح کل برگ‌ها در تیمار ۵ میلی‌مولار گابا مشاهده شد که نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری نشان داد و باعث افزایش ۴۶/۳۶ درصدی سطح کل برگ‌ها شد. تیمار ۲۰۰ میکرومولار کادمیم باعث کاهش ۳/۴۱ درصدی وزن تر برگ‌های انجیر نسبت به شاهد شد؛ در حالی که در همین غلظت تیمارهای ۲/۵ و ۵ میلی‌مولار گابا به ترتیب باعث افزایش ۵/۸۶ و ۱۰/۲ درصدی وزن تر برگ‌ها شدند. نتایج نشان داد که کاربرد گابا در گیاهان تحت تنش کادمیم باعث افزایش میزان کلروفیل کل (۲/۲۵ درصد) شد. در مجموع تیمار گابا رشد رویشی گیاهانی که در شرایط بدون تنش و تنش کادمیم رشد کرده بودند را بهبود بخشید.

مقدمه

فلزات سنگین همچون کادمیم در سطوح مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و مولکولی بر گیاهان تأثیر می‌گذارند. کادمیم 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). گابا یک اسید آمینه با ساختار چهار کربنه است که معمولاً در فرایند سنتز پروتئین شرکت نمی‌کند (Sun et al., 2025). در حیوانات، گابا به عنوان یک انتقال‌دهنده عصبی بازدارنده قوی و یک مولکول سیگنال‌دهنده و در گیاهان به عنوان یک مولکول سیگنال‌دهنده عمل می‌کند. گابا در فرایندهای فیزیولوژیکی متنوعی از جمله بیان ژن در گیاهان نقش دارد (Seifikalhor et al., 2020). با توجه به اهمیت درخت انجیر در ایران و استفاده بسیاری از کشاورزان از فاضلاب خانگی یا پساب‌های صنعتی یا کودهای شیمیایی حاوی مقادیر بالای کادمیم هدف از این تحقیق بررسی اثر گابا در ساده‌ترین و کم هزینه‌ترین شکل یعنی به شکل محلول پاشی در کاهش اثرات سمیت کادمیم در گیاه انجیر بود.

مواد و روش‌ها

قلمه‌های یکساله ریشه‌دار انجیر سیاه به بستر هیدروپونیک در شرایط گلخانه منتقل شدند. بعد از شروع رشد جدید گیاه و ظهور چهارمین برگ، تیمار کادمیم با غلظت‌های ۰ و ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومولار در محلول غذایی اعمال شد. گابا با غلظت‌های ۰ و ۲/۵ و ۵ میلی‌مولار (۲۴ ساعت قبل از اعمال تیمار و همزمان با تیمار کادمیم) به صورت محلول پاشی استفاده شد. نمونه‌برداری‌ها بعد از بروز علائم سمیت کادمیم در گیاه انجام و شاخص‌های رشدی اندازه‌گیری شدند. آزمایش بصورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۴ تکرار انجام شد.

منابع

Seifikalhor, M., Aliniaefard, S., Bernard, F., Seif, M., Latifi, M., Hassani, B., Didaran, F., Bosacchi, M., Rezadoost, H. and Li, T., 2020. γ -Aminobutyric acid confers cadmium tolerance in maize plants by concerted regulation of polyamine metabolism and antioxidant defense systems. *Sci. Rep.* 10: 3356.
 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.