نهمین کنفرانس ملی و اولین کنفرانس بین‌المللی فیزیولوژی گیاهی
9th National and 1st International Conference of Plant Physiology
۱۳-۱۱ بهمن ۱۴۰۴، دانشگاه گیلان

بررسی پتانسیل گیاه‌پالایی بیش‌انباشت‌گر بومی ایران *Odontarrhena inflata* در غلظت‌های مختلف کادمیوم

بهروز صالحی اسکندری[1*]، شیرین رحیمی کازرونی[2]

[*1] گروه زیست‌شناسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران
۲ گروه زبان انگلیسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

چکیده

کادمیوم (Cd) فلز سنگین غیرضروری است که آلودگی ناشی از فعالیت‌های طبیعی چون آتشفشان‌ها و فعالیت‌های انسانی چون ذوب فلزات، تولید باطری و استفاده از کودهای شیمیایی است. این مطالعه اثر تیمارهای مختلف کادمیوم بر میزان رشد و انباشت آن در گیاه بیش‌انباشت‌گر نیکل و بومی ایران *Odontarrhena inflata* مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد، با افزایش غلظت کادمیوم در محیط، رشد گیاه کاهش و تجمع آن در ریشه و اندام‌های هوایی افزایش یافت اما همواره میزان انباشت در ریشه بیشتر از اندام‌های هوایی بود.کاهش رشد گیاه در حضور کادمیوم ناشی از اختلال در جذب کاتیون‌های ضروری است و همچنین مختل شدن فرایندهای متداول متابولیسمی است. با توجه حساسیت این گیاه به کادمیوم و انباشت بیشتر کادمیوم در ریشه، این گیاه برای این فلز سنگین محدود کننده محسوب شده و بیش‌انباشت‌گر بودن آن برای نیکل، نمی‌تواند ملاکی برای مقاومت به دیگر عناصر سنگین باشد و از آن برای گیاه پالایی دیگر عناصر بهره برد.

مقدمه

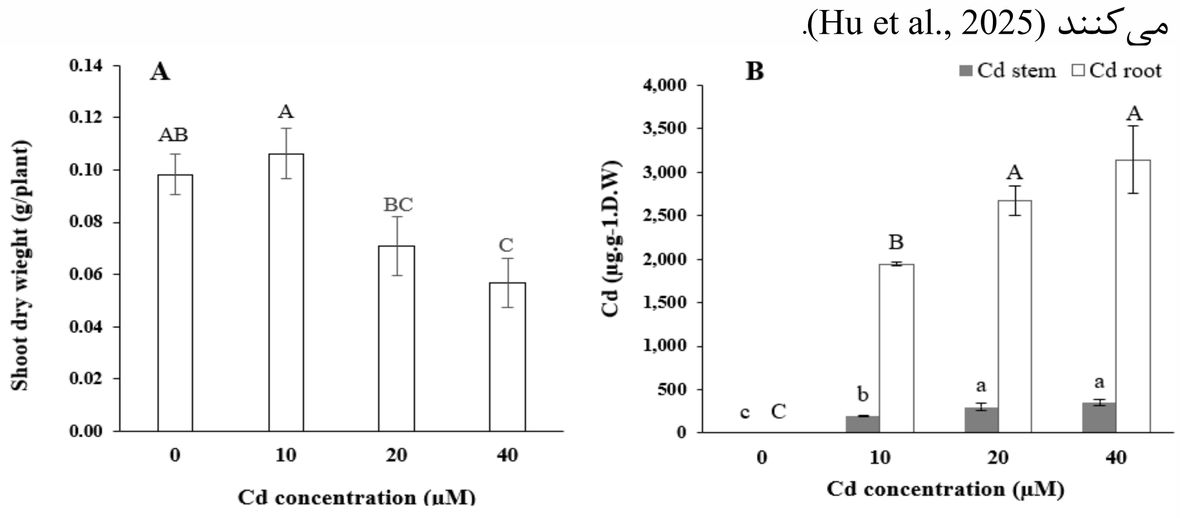
خاک در چرخه‌ی تولید و بازیافت دارای نقش کلیدی است. آلودگی‌ها، این چرخه‌ها را از طریق اختلال در فرایندهای زیستی موجودات خاکزی و گیاهان مختل می‌نماید. عناصری که چگالی آن‌ها بیش از ۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب باشد را عناصر سنگین می‌نامند. برخی از آن‌ها همانند سرب، جیوه و کادمیوم فاقد نقش و عملکرد در گیاهان بوده و در غلظت‌های کم نیز سمی هستند (Salehi-Eskandari et al., 2025). فلزات سنگین برخلاف آلاینده‌های آلی، توسط موجودات زنده تجزیه‌پذیر نیستند بنابرین در طبیعت انباشت شده و به‌علت شباهت‌شان با برخی از عناصر ضروری جایگزین آن‌ها شده و رشد و متابولسیم موجودات زنده را مختل می‌نمایند.کادمیوم از طریق فعالیت‌های صنعتی انسانی مثل ذوب فلزات، تولید باطری‌های کادمیوم و نیکل عمدتاً از طریق زمین وارد محیط زیست می‌شود و در کود و آفت‌کش‌ها یافت می‌شود .این عنصر، محصول جانبی اجتناب‌ناپذیر تولید روی، سرب و مس است و از طرق کارخانه‌های تولید سیمان نیز وارد محیط می‌شود.کادمیوم در غلظت‌های سمی از طریق آسیب اکسیداتیو به کلروفیل‌ها و برهم زدن یکپارچگی غشا، باعث کلروزه شدن برگ‌ها، مهار رشد و تغییرات در شکل و ساختار ریشه می‌شود البته سمیت کادمیوم در گیاهان به مقدار و حساسیت گیاه وابسته است (Hu et al., 2025).

مواد و روش‌ها

بذر گیاه *Odontarrhena inflata* در سال ۱۴۰۰، از منطقه سرپنتینی بانه جمع‌آوری شد . گیاهچه‌های ۲۵ روزه یکدست حاصل از کشت بذرها به گلدان‌های پلاستیکی حاوی محیط هوگلند یک‌دوم قدرت منتقل شده و محلول‌های غذایی هر چهار روز یک‌بار با محلول جدید تعویض شدند و آن‌ها در اتاق کشت با شرایط مناسب برای ۱۶ روز نگه‌داری و هوادهی شدند. در این مدت تحت‌تأثیر غلظت‌های ۰، ۱۰، ۲۰ و ۴۰ میلی‌مولار از کادمیوم (نیترات کادمیوم) قرار گرفتند. اندازه‌گیری رشد با محاسبه وزن خشک ریشه و اندام‌های هوایی انجام شد. جهت تعیین غلظت کادمیوم اندام‌های هوایی و ریشه‌ها از هضم اسیدی بوسیله دستگاه طیف سنج اتمی صورت پذیرفت. میزان انتقال کادمیوم اندام‌های هوایی (TF) از تقسیم میزان این عناصر در یک گرم بافت خشک اندام‌های هوایی بر میزان آنها در یک گرم بافت خشک ریشه محاسبه شد (Salehi Eskandari et al., 2025). آزمایش‌ها بر طبق، الگوی کاملاً تصادفی با حداقل سه تکرار برای هر تیمار صورت گرفت

نتایج و بحث

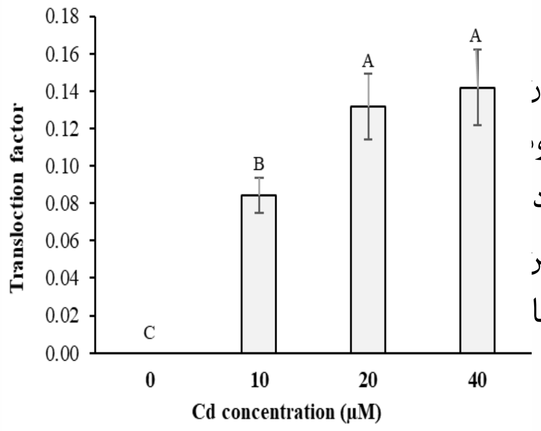
در این پژوهش وزن خشک اندام‌های هوایی، با افزایش غلظت کادمیوم کاهش یافت به‌طوری‌که کمترین رشد در بالاترین غلظت کادمیوم (۴۰ میکرو مولار) رخ داد که باعث کاهش معنی‌دار وزن خشک اندام‌های هوایی همراه شد (شکل A-۱). فلزات سنگین در خاک از دو طریق باعث ممانعت از رشد می‌شوند. فلزات سنگین با مواد مغذی معدنی ضروری برای جذب رقابت می‌کنند و در نتیجه تغذیه معدنی گیاهان را مختل می‌کنند از سوی دیگر، پس از جذب توسط گیاه، در بافت‌ها و بخش‌های سلولی گیاه تجمع می‌یابد و متابولیسم عمومی گیاه را مختل می‌کنند (Hu et al., 2025).



شکل۱- اثر غلظت‌های مختلف کادمیوم بر وزن خشک اندام‌های هوایی (A) و میزان انباشت کادمیوم در ریشه و اندام‌های هوایی *Odontarrhena inflata* (B). هر عدد میانگین سه تکرار، ± انحراف از معیار است. حروف غیرمشابه بزرگ و کوچک، بیان‌گر اختلاف معنی‌دار بین داده‌هاست.

میزان انباشت کادمیوم در ریشه و اندام‌های هوایی با افزایش تدریجی غلظت آن‌ها در محیط افزایش داشت اما همواره میزان انباشت کادمیوم در غلظت ۲۰ و ۴۰ میکرومولار در ریشه و اندام‌های هوایی (شکل B-۱)

از لحاظ آماری در یک سطح قرار داشتند. میزا
انباشت کادمیوم در ریشه (در تمام تیمارها) حدو
۱۰ برابر ساقه بود و انتقال آن به اندام‌های هوایی د
غلظت‌های بالا اختلاف معنی‌داری نداشت بنابراین
نسبت انتقال ریشه به اندام‌های هوایی این گیا
کمتر از یک می‌باشد (شکل ۲).



شکل۲- اثر غلظت‌های مختلف کادمیوم بر میزان انتقال آن به اندام‌های هوایی *Odontarrhena inflata*. هر عدد میانگین سه تکرار ± انحراف از معیار که در شکل نشان داده شده است. حروف غیرمشابه، بیان‌گر اختلاف معنی‌دار بین داده‌هاست.

نتایج این نشان می‌دهد کادمیوم با مواد مغذی رقابت کرده در نتیجه تغذیه معدنی گیاه اختلال ایجاد می‌نماید. از طرفی، تجمع آن در بافت‌ها گیاه متابولیسم عمومی گیاه را مختل می‌کند. میزان انباشت کادمیوم در ریشه بیشتر از ساقه بود بنابراین نسبت انتقال ریشه به اندام‌های هوایی این گیاه کمتر از یک می‌باشد و گیاه بیش‌انباشت‌گر نیکل برای کادمیوم محدودکننده است. بنابراین بیش‌انباشت‌گر بودن گیاه برای یک عنصر سنگین نمی‌تواند برای دیگر عناصر سنگین مقاومت ایجاد کند

منابع

Hu, Y., He, R., Mu, X., Zhou, Y., Li, X., Wang, H., ... and Liu, D. (2025). Cadmium toxicity in plants: from transport to tolerance mechanisms. Plant Signaling and Behavior, 20(1), 2544316.

Salehi-Eskandari, B., Zahra, G., and Mousavi Rizi, S., 2025. Influence of nickel and zinc on growth, metal accumulation, and uptake and transport of iron in basil (Ocimum basilicum L.). Iranian Journal of Soil and Water Research, 56(5), pp.1147-1160.