پتانسیل گیاه مریم گلی خاردار (*Salvia spinose L.*) در حذف و تبدیل آنتیموان سه ظرفیتی از محیط های آبی

شکیبا رجب پور[1*]، صغری کیانی[2]
۱ استادیار، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران، shakiba@pnu.ac.ir
۲ استادیار، گروه کشاورزی، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

چکیده

آنتیموان به‌عنوان یکی از فلزات سنگین سمی و پایدار، به‌ویژه در فرم سه‌ظرفیتی Sb(III)، تهدیدی جدی برای محیط‌های آبی و سلامت انسان محسوب می‌شود. هدف از این پژوهش، بررسی اثر حضور گیاه *Salvia spinosa L.* بر کاهش Sb(III) در محیط آبی و مقایسه نقش فرآیندهای زیستی و غیرزیستی در حذف این فلز بود. آزمای در قالب طرح کاملاً تصادفی در دو تیمار «با گیاه» و «بدون گیاه» و در دو غلظت ۹ و ۲۷ ppm Sb(III) به‌مدت ۲۱ روز انجام شد. نتایج نشان داد که حضور گیاه موجب افزایش معنی‌دار حذف Sb(III) می شودو پتانسیل بالای این گیاه برای گیاه‌پالایی محیط‌های آبی آلوده به Sb(III) نشان داده می شود

مقدمه

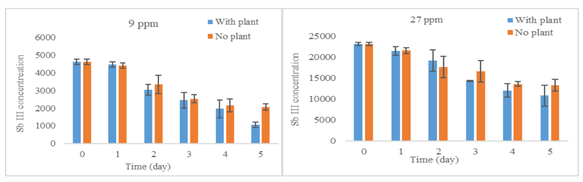
فلزات سنگین به دلیل پایداری، سمیت و قابلیت تجمع در بافت‌های زیستی، یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های محیط‌های آبی محسوب می‌شوند. آنتیموان، به ویژه فرم سه‌ظرفیتی Sb(III)، سمی و محلول است و ورود آن به آب‌های سطحی یا زیرزمینی می‌تواند سلامت انسان و اکوسیستم را تهدید کند. گیاهان تجمع دهنده، توانایی جذب و تجمع فلزات سنگین را دارند و می‌توانند در فرآیند گیاه‌پالایی نقش مؤثری ایفا کنند. مکانیسم‌های حذف فلز شامل جذب فعال توسط ریشه، انتقال یونی وابسته به انرژی، بیان ناقل‌های فلزی، تولید لیگاندهای کلات‌کننده و فعالیت سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی است (Skuza *et al.*, 2022). گیاهان تجمع‌دهنده توانایی جذب، انتقال و ذخیره فلزات سنگین را دارند و می‌توانند در فرآیند پاکسازی نقش مؤثری ایفا کنند. هدف این مطالعه، بررسی اثر حضور گیاه *Salvia spinosa* L. بر کاهش Sb(III) در دو غلظت مختلف و تحلیل تفاوت نقش فرآیندهای زیستی و غیرزیستی در حذف این فلز از محیط آبی است.

مواد و روش‌ها

بذرهای گیاه مریم گلی خاردار (*Salvia spinosa* L.) از خاک‌های به‌طور طبیعی غنی‌شده با فلزات در اطراف معدن آنتیموان–آرسنیک–طلای داشکسن (۱۴′۳۵° شمالی، ۷′۴۸° شرقی) واقع در رشته‌کوه‌های زاگرس، شمال‌غرب ایران (Moritz *et al.*, 2006) جمع‌آوری شدند. ۱۴ روز پس از جوانه زدن بذرها، به محیط کشت هوگلند با نصف قدرت منتقل و به مدت ۲۰ روز در این محیط رشد کردند. سپس آزمایش در دو تیمار «با گیاه» و «بدون گیاه» و در دو غلظت ۹ و ۲۷ ppm Sb(III) با استفاده از نمک آنتیموان پتاسیم تارتارات ($K_2Sb_2(C_4H_2O_6)_2$) به مدت ۲۱ روز انجام شد. برای هر غلظت در طی پنج روز، ۲۰ گلدان و هر گلدان حاوی سه گیاه کشت شد. نمونه‌گیری به صورت روزانه طی پنج روز، انجام و غلظت Sb(III) بوسیله دستگاه طیف سنج جذب اتمی و با استفاده از لامپ EDL و متصل به دستگاه HVG سنجش شد. آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار انجام شد. داده‌ها با نرم افزار SPSS آنالیز شدند.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج مطالعات Jamali Hajiani و همکاران در سال ۲۰۱۷، از آن‌جا که انتظار می‌رود Sb(III) در حضور اکسیژن مولکولی به‌صورت خودبه‌خودی به Sb(V) اکسید شود، و همچنین از آن‌جا که ریشه گیاه ممکن است بتواند Sb(V)را به Sb(III) کاهش دهد، چه پیش از ورود به سلول‌های ریشه و چه پس از آن، روند زمانی اکسید شدن Sb(III) در گلدان‌های بدون گیاه و با گیاه *Salvia spinosa* L. بررسی شد. همان‌طور که انتظار می‌رفت، در گلدان‌های بدون گیاه، غلظت Sb(III) به‌طور پیوسته کاهش یافت. در غلظت ۹ppm در تیمار بدون گیاه، Sb(III) در طی پنج روز نسبت به شاهد حدود ۵۵٪ کاهش یافت که نشان‌دهنده فعالیت محدود فرآیندهای غیرزیستی مانند اکسیداسیون خودبه‌خودی ترکیبات آنتیموان است. این در حالی است که در تیمار با گیاه، بعد از پنج روز حدود ۷۶٪ کاهش Sb(III) یعنی تقریباً ۱/۴ برابر بیشتر از تیمار بدون گیاه مشاهده شد. در غلظت ۲۷ppm Sb(III) نیز در تیمار بدون گیاه، حدود ۴۳٪ کاهش Sb(III) مشاهده شد. در تیمار با گیاه، کاهش Sb(III) از روز اول تا پنجم نسبت به شاهد حدود ۵۳٪ کاهش نشان داد



با توجه به نتایج بدست آمده مشخص شد حضور گیاه باعث افزایش سرعت و شدت کاهش Sb(III) می شود. تحقیقات اخیر نشان می‌دهند که گیاهان دارای مکانیسم‌های فیزیولوژیک و مولکولی پیچیده‌ای برای مقابله با استرس فلزات سنگین هستند. این پاسخ‌ها شامل تنظیم سطح آنتی‌اکسیدان‌ها، بیان پروتئین‌های ناقل فلزات و فسفوریزاسیون مسیرهای سیگنال‌دهی وابسته به استرس است (Feki *et al.*, 2021). با افزایش غلظت اولیه Sb(III) ، ظرفیت فرآیندهای غیرزیستی کاهش می‌یابد، اما گیاه هنوز بخش عمده فلز را حذف می‌کند. شاید بتوان گفت گیاه مورد مطالعه گزینه مناسبی برای پاکسازی محیط‌های آبی آلوده به Sb(III) است و بخشی از Sb(V) حاصل از اکسیداسیون را نیز جذب کند و فرآیند پاکسازی پایدار ایجاد می‌شود.

منابع

Feki, K., Tounsi, S., Mrabet, M., Mhadhbi, H., and Brini, F. (2021). Recent advances in physiological and molecular mechanisms of heavy metal accumulation in plants. Environmental Science and Pollution Research, 28, 27976-27995