



# گیاه پالایی یون‌های فلزی سنگین

معصومه محسن زاده

کارشناس ارشد شیمی کاربردی، آذربایجان غربی

## اشاره

استفاده از گیاهان برای پاکسازی فلزات سنگین سمی از خاک (گیاه پالایی)<sup>۱</sup> رویکردی جدید است که با شاخص‌های زیست‌محیطی انطباق کامل دارد. خردل فقط برای چاشنی غذا استفاده نمی‌شود. دانشمندان از گیاه خردل هندی و کلم برای تمیز کردن غلظت‌های پایین سزیم ۱۳۷ و استرانسیوم ۹۰ از خاک استفاده می‌کنند. به تازگی یک مؤسسه تجاری با حمایت مرکز پژوهشی حوزه آلاینده‌های زیرزمینی، تعدادی مطالعات آزمایشی با استفاده از گیاهان خانواده خردل انجام داده است تا این آلودگی‌های رادیواکتیو را از خاک بیرون بکشد. نتایج این مطالعات بسیار امیدوارکننده بوده و روزه‌ای برای حذف فلزات سنگین از آب و خاک ایجاد کرده است.

کلیدواژه‌ها: گیاه پالایی، بذر خردل هندی، فلزات سنگین

در معرض سرب، حین رشد در آب، ۵۵ میلی‌مول بر کیلوگرم سرب در بافت ساقه خود جذب کردند (گیاه خشک شد تا آب موجود در آن حذف شود). با توجه به وزن بیان شده، بیش از یک درصد از جرم گیاه را سرب تشکیل می‌داد! یعنی غلظت سرب در بافت گیاهی ۷۵ برابر نسبت به محلول است. علاوه بر سرب، خردل در طول رشد سلنیوم، گوگرد، کروم، کادمیم، نیکل، روی و مس را هم جذب می‌کند. همچنین گزارش شده است خردل هندی حین رشد فلزات سنگین را نیز جذب می‌کند.

## فعالیت آزمایشگاهی

گیاه پالایی مس در آب با استفاده از بذر خردل هندی برای انجام این آزمایش یک محفظه جوانه‌زنی طراحی کردیم که اجازه می‌داد بذر جوانه‌زده در آب حاوی یون مس غوطه‌ور شود. ما کف یک آکواریوم کوچک، یک ظرف پلاستیکی یک‌بار

ایالت نیوجرسی یکی از قطب‌های تولید انواع باتری در جهان محسوب می‌شود. استفاده بی‌رویه از انواع فلزات سنگین در ساخت باتری، آب و خاک برخی شهرهای این ایالت را آلوده کرده است. اخیراً در این ایالت، برای پاکسازی خاک و رفع آلودگی ناشی از فلز سرب (باتری‌های تجاری سربی-اسیدی)، مرکز ملی باتری گولد ترنتون<sup>۲</sup> تأسیس شده است. اداره حفاظت از محیط زیست شهر ترنتون دویست هزار دلار جایزه برای ارائه روش عملی تمیز کردن خاک از سرب و دیگر فلزات سنگین با استفاده از گیاهان در نظر گرفته است. مرکز ملی باتری گولد از گیاه خردل هندی برای حذف سرب از خاک استفاده می‌کند. نتیجه‌های به دست آمده بسیار امیدوارکننده بود. خاک‌های آلوده به غلظت‌های بالای سرب تعدادی از شهرهای خالی از سکنه با کاشتن گیاه خردل پاکسازی شدند. در تابستان ۲۰۲۰، سرب موجود در خاک از سطح اضافی ۱۰۰۰ ppm به سطح مجاز کمتر از ۵۰۰ ppm کاهش یافت. گیاهان خردل آبی کاشته شده

مصرف چسباندیم که تکیه‌گاه محفظهٔ جوانه‌زنی بود (شکل ۱).



شکل ۱. ظرف طراحی شده برای انجام آزمایش

محفظةٔ جوانه‌زنی را از ظرف پلاستیکی یک‌بارمصرف ساختیم و سوراخ‌های ریزی برای زهکشی در یک انتهای آن و دو قطعه لولهٔ ۳/۴ اینچی پی‌وی‌سی به انتهای دیگر چسباندیم. سپس محفظهٔ جوانه‌زنی را روی تکیه‌گاه قرار دادیم و به سمت سوراخ‌های زهکشی متمایل کردیم. لوله‌های پی‌وی‌سی به اندازهٔ کافی طویل بودند که با فاصلهٔ ۲ اینچی از کف آبی‌دان (آکواریوم) روی تکیه‌گاه قرار گیرند. قسمت بالایی لوله‌های پی‌وی‌سی را یک اینچ بالاتر از کف داخلی محفظهٔ جوانه‌زنی قرار دادیم.



شکل ۲. خردل جوانه‌زده

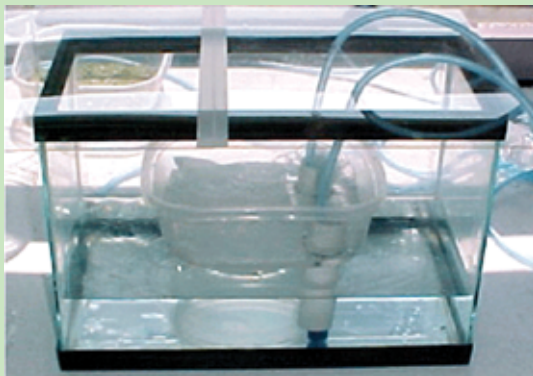


شکل ۳. محفظهٔ جوانه‌زنی

سپس دو سنگ هوا در لوله‌ها قرار دادیم و به پمپ هوا متصل کردیم. سنگ‌های هوا در لوله‌های پی‌وی‌سی، حباب‌های هوا آزاد می‌کنند تا آب را به بالای لوله‌ها و داخل محفظهٔ جوانه‌زنی انتقال دهند. (سنگ‌های هوا را از فروشگاه‌های آبی‌دان (آکواریوم) موجود در بازار می‌توان تهیه کرد).

ده گرم خردل هندی را از سه چهار روز قبل در یک فنجان قهوه با آب مقطر خیس کردیم تا جوانه بزنند. این کار برای رفع هرگونه فشار و ضربه به فلز سنگین در آغاز روند جوانه‌زنی انجام گرفت. پس از آنکه خردل در فنجان سبز شد (شکل ۲)، داخل محفظهٔ جوانه‌زنی (شکل ۳) انتقال دادیم. سوراخ‌های ریز زهکشی را با یک پین تکان دادیم تا اطمینان حاصل کنیم که آب در صافی به دام نیفتاده باشد و جوانه‌های سبز شده را غرق نکنند. یک پوشش پلاستیکی به آبی‌دان (آکواریوم) اضافه کردیم تا از تبخیر آب و همچنین هرگونه پراکندگی فلز سنگین جلوگیری شود (شکل ۴).

با دانستن مقدار اولیهٔ آب موجود در آکواریوم، مقدار کافی مس سولفات اضافه کردیم تا غلظت اولیه ۲۰ ppm شود. غلظت مس آب آکواریوم را پنج روز متوالی اندازه گرفتیم. برای اندازه‌گیری غلظت مس موجود در آب، می‌توان از یک اسپکتروفتومتر نورمرئی یا یک کیت آزمایش استفاده کرد. کیت آزمایش مس کمتریکس<sup>۳</sup> سریع و معتبر است. نمونه‌ها با معرف مخلوط می‌شود و رنگ حاصل از آن با استانداردهای رنگی ارائه‌شده برای تعیین میزان مس در نمونه‌ها مقایسه می‌شود.



شکل ۴. پایلوت آزمایشگاهی آماده‌شده برای انجام آزمایش

مقدار مس باقی‌مانده پس از دورهٔ آزمایش ۴/۶ ppm بود. این مقدار را از غلظت اولیه ۲۰ ppm کم کردیم و متوجه شدیم که دانه‌های خردل ۱۵/۴ ppm از مس را جذب کرده‌اند. حاصل ضرب ۱۵/۴ در ۳ لیتر آب آبی‌دان (آکواریوم) نشان می‌دهد که ۴۶/۲ میلی‌گرم از مس حذف شده است؛ یعنی با تقسیم بر ۱۰ گرم بذر خشک اولیه، معلوم شد هر گرم بذر جوانه‌زده حدود ۴/۶ میلی‌گرم مس حذف کرده است.

#### پی‌نوشت‌ها

1. Phytoremediation
2. Trenton's Gould National Battery site
3. Chemetrics

#### منابع

1. <http://www.chemetrics.com/visual.html>
2. <http://www.chemetrics.com/visprods/Copper.htm>