

بررسی نقش میکروارگانیزمها در کاهش آلودگی خاک و آب

بنفشه لطف الهی*

دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی

واحد خوراسگان (اصفهان)

چکیده

آلودگی با فلزات سنگین امروزه یک مشکل جدی برای سلامت محیط زیست و جانداران شناخته شده است. افزایش عناصر سنگین در نتیجه فعالیتهای متعددی مانند فعالیتهای صنعتی و هسته ای، استخراج معادن، استخراج فلزات، رنگرزی و هربزابه‌های کارخانجات تولید مواد شیمیایی می باشد که سبب رها شدن عناصر سمی Pb و $Cr, Ni, Cu, Zn, Co, Cd, Hg$ در محیط و آبهای آشامیدنی شده و سلامت آبزیان و خاکزیان را به خطر انداخته است. رفع فلزات سمی اغلب توسط فرآیندهای اکسید و احیا، فیلتراسیون، فرایندهای الکتروشیمیایی، تبادل یونی، جذب حلال و... صورت می گیرد که البته این روشها نسبتا گران و بی اثر هستند، بنابراین یافتن روشی ساده، ارزان و موثر بسیار توصیه شده است. در این زمینه جذب بیولوژیکی¹ یک تکنولوژی جدید است که در آن مواد بیولوژیکال در حذف فلزات سنگین از محلول از طریق مواد جاذب، همچنین در انباشته کردن فلزات سنگین از هربزابه‌ها از طریق واسطه های متابولیکی یا مسیرهای فیزیکی شیمیایی جذب مورد استفاده قرار می گیرند (5). مکانیسم جذب بیولوژیکی معمولا بر اساس ایجاد پیوند شیمیایی بین گروههای عاملی مواد جاذب و یونهای فلزی یا واکنش تبادل یونی به علت ظرفیت تبادل یونی بالای مواد جاذب می باشد (3). بسیاری از انواع میکروارگانیزمها مثل باکتریها، جلبکها، قارچها و مخمرها بعنوان جاذب بالای فلزات سنگین شناخته شده اند. هدف از این مطالعه بررسی نقش میکروارگانیزمها در جذب بیولوژیکی برخی عناصر سنگین و نقش آن در رفع آلودگی محیط می باشد.

نقش باکتریها در جذب بیولوژیکی فلزات سنگین

باکتریها گروهی از موجودات تک یاخته ذره بینی هستند که پوشش بیرونی نسبتا ضخیمی آنها را احاطه کرده است. این موجودات ساختار ساده ای دارند و به گروه پروکاریوتها تعلق دارند. باکتری حاوی یک نسبت سطح به حجم بالا است در نتیجه یک سطح تماس بزرگ برای آن ایجاد شده و واکنش با فلزات محیط اطراف را فراهم میکند. باکتریها در تهیه ماکرومولکولهایی که مواد پلی مری خارج سلولی (ESP)² نامیده میشود به کار می روند. ESP در واقع فراورده متابولیکی باکتری است که از تجزیه یا هیدرولیز آنها حاصل می شود. ESP تشکیل شده از پلی ساکاریدها، پروتئینها، مواد آلی و اسید اورئیک که حاوی گروههای عاملی مثل کربوکسیل، فسفریک و گروههای آمین و هیدروکسیل می باشد که در جذب یونهای غیر آلی از محیط اطراف نقش دارند (3).

* b.lotfolahi@khuif.ac.ir

¹ biosorption

² extracellular polymeric substances

بر طبق بررسی های انجام شده بر روی باکتری *Escherichia coli* مشاهده شد که این باکتری قادر به جذب Cd, Cr, Ni از محلولهای آبی می باشد و فرایند جذب بصورت $Cd > Ni > Cr$ انجام گرفت. همچنین اثر pH بر جذب بیولوژیکی یونهای فلزی آزمایش شد و نتیجه گرفته شد که pH بر جذب بیولوژیکی یونهای فلزی موثر است بطوریکه افزایش pH باعث افزایش جذب این فلزات می شود (3).

مطالعات انجام شده بر گونه ای دیگر از باکتریها به نام *Pseudomonas putida* هم نشان داد که این باکتری قادر به جذب U, Pb, Cd می باشد که فرایند جذب بصورت $U > Pb > Cd$ انجام گرفت. جذب این عناصر هم با افزایش pH و افزایش غلظت فلزات U, Pb و Cd افزایش یافت (1).

نتایج حاصل از بررسی باکتریها پیشنهاد می کند که غشاء سلولی باکتری می تواند تأثیر موفقیت آمیزی در اصلاح هرزابه های آلوده فلزی داشته باشد (3).

نقش جلبکها در جذب بیولوژیکی فلزات سنگین

جلبکها ساده ترین موجودات کلروفیل دار هستند که فاقد ریشه، ساقه و برگ می باشند و در محیطهای گوناگون یافت میشوند. آب محیطی است که بیشترین جلبکها را در خود جای داده است. جلبکها در سطح خاکهای مرطوب هم به تعداد زیاد یافت می شوند، همچنین بخشهای هوایی درختان، سنگها و صخره ها محل های دیگری است که جلبکها بر روی آن رشد می کنند. بررسی های انجام شده بر روی جلبکها نشان می دهد که جلبکها همچنین در جذب بیولوژیکی عناصر سنگین موثر می باشند. البته اغلب تحقیقات در این زمینه مربوط به جلبکهای قهوه ای است و توجه کمتری به جلبکهای نوع سبز و قرمز شده است که شاید علت آن اثر بیشتر جلبکهای قهوه ای در جذب بیولوژیکی عناصر می باشد. در طی تحقیقی جذب سطحی عناصر Zn, Cd, Ni, Pb, Cu بر روی جلبک دریایی *Fucus spiralis* در محلولهای دو فلزی و سه فلزی انجام گرفت و مشاهده شد که در محلولهای دو فلزی وابستگی بیوماس برای مس و سرب افزایش یافت و جذب سطحی این فلزات با افزایش غلظتهای کادمیوم، نیکل یا روی تحت تاثیر قرار نگرفت. همچنین جذب سطحی کادمیوم، نیکل و مس هم در محلولهای سه فلزی بررسی شد که روند جذب بصورت $Cu > Cd > Ni$ بود. آزمایش نشان داد که مس بطور مقدم نسبت به سایر عناصر توسط این جلبک جذب می شود (4).

نقش گیاهان در جذب بیولوژیکی فلزات سنگین

استفاده از گیاهان در رفع عناصر سنگین هم یک روش با صرف هزینه های کم و بازده بالا می باشد که گیاه پالایی¹ نام دارد. در این روش انتخاب گیاه مناسب که به آن گیاه انباشتگر² می گویند مهم است. در رابطه با گیاه فاکتور تجمع و راندمان تولید گیاه مهم می باشد. بسیاری از گیاهان مانند ذرت، جو، جو صحرائی و چاودار بعنوان گیاهانی که بطور نسبی مقادیر زیادی فلزات را در بافت خود جمع می کنند گزارش گردیده اند. مثلاً ذرت و گندم گیاهانی هستند که قادرند مقادیر بالایی Pb را در بافتهای خود انباشته کنند (2).

نقش میکروارگانیزمها در گیاه پالایی فلزات سنگین

از آنجا که اغلب گیاهان انباشتگر موثر در گیاه پالایی سرعت رشد پایین و بیوماس کم دارند و اغلب عناصر خاصی را انباشته می کنند محدودیتهایی در کاربرد آنها ایجاد می شود بنابراین یافتن عواملی که

¹ phytoextraction
² hyperaccumulator

بتوان جذب عناصر توسط این گیاهان را افزایش داد مهم است که میکروارگانیزمها می توانند در این مورد نقش موثری داشته باشند. مثلا قارچ آربوسکولار میکروریزا (AM) در گیاه پالایی عناصر سنگین خاکهای آلوده نقش موثری دارد. این قارچ که هم در اکوسیستمهای طبیعی و هم کشاورزی یافت می شود یک اتصال مستقیم بین خاک با ریشه های گیاه برقرار کرده و باعث افزایش جذب عناصر توسط گیاه از خاک و انتقال آن از ریشه به ساقه می شود. ذرت گیاهی است که نقش مهمی در جذب Pb, Cd و Zn دارد ولی نسبت به جذب Cu حساس است که قارچ AM می تواند نقش مهمی در گیاه پالایی Cu توسط ذرت ایفا کند. البته اثرات این میکروریزا وابسته به نوع عنصر، گیاه، نوع و اکوتیپ قارچ می باشد (6).

بحث و نتیجه گیری

گرچه فلزات سنگین و آلودگی آنها و مضرات آن در سلامت محیط زیست و بشر امروزه در دنیا شناخته شده است ولی همچنان آلودگی رو به افزایش است که رفع آن و بازگشت سلامتی به محیط زیست مورد توجه بسیار قرار گرفته است. در این زمینه کاربرد روشهای گوناگونی ارائه شده است که البته یافتن روشی کارآمد با بازده بالا و در عین حال کم هزینه در رفع آلودگی بسیار مهم می باشد. همانطور که مشاهده شد گیاهان و میکروارگانیزمها میتوانند نقش بسیار مهمی در رفع آلودگی ایفا کنند که این روش هم هزینه کمتر و هم راندمان بالاتری نسبت به روشهای دیگر دارد. انواع جلبکها، قارچها، باکتریها، مخمرها و گیاهان می توانند در رفع آلودگی از محیط به کار روند که امروزه این علم رو به توجه و گسترش بیشتر میباشد و توجه بسیاری از محققین را به خود جلب کرده است. در به کار گیری این روش باید به موقعیت مکانی و شرایط محیط و مهم تر از آن جنبه اقتصادی آن توجه گردد. مثلا گیاه پالایی خود روشی کارآمد میباشد که بعد از اتمام کار و رفع آلودگی خاک می توان از بیوماس گیاه آلوده در تولید کمپوست و متراکم کردن استفاده کرد، همچنین از بیوماس آن بعنوان یک منبع انرژی که مصرف تجاری دارد هم استفاده می گردد. سوزاندن و تولید گاز هم روشی دیگر در تولید انرژی و گرما میباشد. پس همیشه روشهای گران و مشکل کارآمدترین راه حل نمی باشند بلکه گاهی روشهای ساده و ارزان موثرترند که باید آنها را شناسایی و کارایی آنها را آزمایش کرد.

منابع

1. Choi J., J.Y. Lee and J.S. Yang. 2008. Biosorption of heavy metals and uranium by starfish and *Pseudomonas putida*. Journal of Hazardous Materials, 161(2009) 157-162
2. Huang J.W and S.D. Cunniigham. 1996. Lead phytoextraction: species variation in lead uptake and translocation. New phytologist, 134: 75-84.
3. Quintelas C., Z. Rocha., B. Silva., B. Fonseca., H. Figueiredo and T. Tavares. 2008. Removal of Cd, Cr, Fe, Ni from aqueous solution by an *E. coli* biofilm supported on kaolin. Chemical Engineering Journal
4. Romera E., F. Gonzalez., A. Ballester., M.L. Blazquez and J.A. Munoz. 2007. Biosorption of heavy metals by *Fucus spiralis*. Bioresource Technology, 99(2008) 4686-4693

5. **Ucun H., Q.Aksakal and Y.Ergun. 2008.** Copper and Zinc biosorption on *Pinus sylvestris*. *Journal of Hazardous Materials*. 161(2009) 1040-1045.
6. **Wang F.Y., G, Lin and R.Yin. 2007.** Inoculation with arbuscular mycorrhizal fungus *Acaulospora mellea* decreases Cu phytoextraction by maize from Cu-contaminated soils. *Pedobiologia* 51(2007) 99-109.