

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛ شبکه های توجه گرافی (Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین مقاله نویسی IEEE و ISI ویژه فنی و مهندسی



گیاه‌پالایی آب با بهره‌گیری از گیاهان دارویی در کشاورزی پایدار

رضا نوروزی^۱، قاسم میرزائی^۲

عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی مشگین شهر، دانشگاه محقق اردبیلی reza.norouzi@uma.ac.ir

عضو هیئت علمی دانشکده کشاورزی مشگین شهر، دانشگاه محقق اردبیلی ghasem.mirzaie@uma.ac.ir

چکیده

امروزه آلودگی خاک و آب توسط فلزات سنگین سمی دامن‌گیر بسیاری از کشورهای جهان است. راهکارهای متداول جهت زدودن آب و خاک از این آلاینده‌ها نیازمند صرف هزینه‌های سنگین است. در چند دهه‌ی اخیر استفاده از گیاهان برای حذف فلزات سنگین (گیاه‌پالایی) به دلایل مختلف از جمله هزینه کمتر، مسائل زیباشناختی و محیط زیستی مورد توجه واقع گردیده است. در این میان گیاهان دارویی جایگاه منحصر به فردی دارند. تنش‌های محیطی، گیاهان دارویی را در جهت سازگاری به عکس‌العمل وامی‌دارند و سبب تولید مواد موثره دارویی در آن‌ها می‌گردند. در صورت کشت این گیاهان در مناطق آلوده به فلزات سنگین (به عنوان عامل تنش‌زا و در نتیجه تحریک کننده و افزایش دهنده مواد موثره)، علاوه بر استفاده از مزایای گیاه‌پالایی، گیاهی با مواد موثره بیشتر و با اثرات مضاعف دارویی خواهیم داشت. از آنجا که دغدغه اصلی در کشاورزی پایدار نحوه استفاده بهینه از واقعیت‌ها و امکانات موجود در مسیر تولید است، گیاهان دارویی می‌توانند گزینه‌های مناسبی جهت استفاده در برنامه‌های گیاه‌پالایی باشند.

واژه های کلیدی: گیاه‌پالایی، گیاهان دارویی، فلزات سنگین، کشاورزی پایدار

مقدمه

امروزه مشکل آلودگی خاک‌ها، منابع آب زیرزمینی و آب‌های زهکشی به یکی از معضلات جهانی تبدیل شده است. این ترکیب‌ها اغلب در قالب آلاینده‌های محیطی از جمله آلودگی‌های جوی مراکز صنعتی، استفاده افراطی از کودهای کشاورزی و فاضلاب‌های شهری و صنعتی تولید می‌شود (رحیمی و همکاران، ۲۰۱۳). به طورمثال حد طبیعی مس در خاکها ۲۰ میلی‌گرم به ازای هر کیلوگرم خاک می‌باشد، در حالی که هم‌اکنون میزان مس موجود در خاک‌های اطراف مناطق صنعتی هند به 298 mg.Kg^{-1} می‌رسد (حسین و همکاران^۱، ۲۰۰۹). مقادیر بالای فلزات سنگین (مثل کادمیوم، کروم، نیکل، جیوه و غیره)، که در آب‌های زیرزمینی وجود دارد سبب ایجاد تنش اکسیداتیو در گیاهان رشد یافته می‌گردد که موجب افزایش رادیکال‌های آزاد اکسیژن فعال در سلول‌های گیاهی می‌شود. رادیکال‌های آزاد اکسیژن فعال شامل رادیکال سوپراکسید، هیدروژن-پراکسیداز و رادیکال هیدروکسیل است که موجب وارد شدن آسیب‌های اکسیداتیو و در نتیجه تخریب بافت‌ها می‌گردد (ریکو و همکاران^۲، ۲۰۰۹).

یکی از روش‌های رایج و آسان برای رفع انواع آلودگی از آب‌ها و خاک‌های آلوده استفاده از روش‌های فیزیکی و شیمیایی است.

¹ Hussian *et al.*

² Rico *et al.*

متاسفانه این روش‌ها، مستلزم هزینه بسیار بالایی هستند و حتی خود مجدداً سبب تولید برخی آلودگی‌ها می‌شوند. به همین جهت در دهه‌های اخیر بسیاری از تحقیقات جهت حذف آلودگی‌ها به سمت یافتن روشی زیستی سوق پیدا کرده‌اند. یکی از روش‌ها استفاده از گیاهان برای از بین بردن آلودگی‌ها می‌باشد که اصطلاحاً گیاه‌پالایی^۳ نامیده می‌شود. در واقع گیاه-پالایی استفاده از گیاهان سبز برای انتقال، تجمع و حذف آلودگی از محیط‌زیست و یا دست‌کم برای کاهش انتشار آلودگی‌ها در طبیعت است (پاندی و همکاران^۴، ۲۰۰۹).

از سوی دیگر حضور تنش، اگرچه از یک طرف حیات گیاه را در معرض خطر قرار می‌دهد و در نظر اول گیاه را ضعیف می‌کند و ماده خشک آن را می‌کاهد، اما از سوی دیگر همین تنش سبب تولید مواد موثره دارویی به عنوان عکس‌عملی جهت سازگاری گیاه است. کشاورزی پایدار دیدگاه نوینی در عرصه سیاست‌گذاری‌های کشاورزی است که به استفاده بهینه از واقعیت‌ها و امکانات موجود در مسیر تولید تکیه دارد. در این دیدگاه اگر وجود آب سالم سبب تولید گیاهی شاداب و باطراوت می‌شود، شرایط تنش‌زا نیز می‌تواند از یک تهدید به یک فرصت تولیدی تبدیل گردد. در صورت آبیاری با آب آلوده به فلزات سنگین (به عنوان عامل تنش‌زا و در نتیجه تحریک کننده و افزایش دهنده مواد موثره) گیاهی با مواد موثره بیشتر و با اثرات مضاعف دارویی خواهیم داشت (فخرطباطبائی، ۱۳۷۶).

نتایج و بحث

اقتصاد بشری از هر جهت احتیاج به آب دارد. مصارف خانگی، بهداشت شهرها، کشاورزی و دامپروری، صنایع، پارک‌ها و تفریح‌گاه‌ها تماماً نیازمند به آب هستند. مشابه عوارض آلودگی‌های آب در مورد آلودگی‌های خاک و هوا نیز وجود دارد. ولی به علت جاری و پویا بودن آب، مشکل مهم انتقال گسترده آلودگی‌ها نیز مطرح است. روش گیاه‌پالایی می‌تواند جهت حذف آلاینده‌های آلی و غیر آلی از خاک، آب و هوا استفاده گردد. سود حاصل از به خدمت گرفتن فن‌آوری گیاه‌پالایی در سال ۲۰۰۰ در جهان، ۳۵ میلیون دلار آمریکا برآورد گردیده بود، که در همان سال اعلام گردید ظرف ۵ سال این میزان به ۱۰ برابر افزایش خواهد یافت (مورنو-جیمenez^۵، ۲۰۰۹). تکنیک‌های متفاوتی در راستای گیاه‌پالایی به کار گرفته می‌شود، به‌طور مثال ممکن است ترکیبات سمی و فلزات سنگین توسط گیاهان از خاک یا آب به قسمت بالایی گیاه جذب و منتقل شود، در این روش قسمت بالایی گیاه پس از چیدن به محل دیگر منتقل می‌شوند و از طرق مختلف حجم گیاه برداشت شده تقلیل می‌یابد. این کار ممکن است از طریق سوزاندن و تبدیل کردن به خاکستر، کمپوست نمودن و یا ذخیره در مکانی ویژه جهت استخراج مجدد فلزات ارزشمند سنگین انجام پذیرد (فیتواکسترکشن^۶). در روش دیگر ممکن است گیاه صرفاً به خاطر اثرات تحریک کنندگی^۷ که بر روی میکروبیوم‌های تجزیه‌کننده آلودگی دارد، کشت گردد. روش دیگر عبارت از استفاده گیاهان برای تجزیه و تبدیل آلودگی‌های آلی^۸ است.

³ Phytoremediation

⁴ Pandey *et al.*

⁵ Moreno-Jiménez *et al.*

⁶ Phytoextraction

⁷ Phytostimulation

⁸ Phytotransformation

همچنین ممکن است گیاهان سبز جهت تقلیل تحرک و انتشار آلودگی‌ها^۹ کشت شوند. ریشه‌پالایی^{۱۰} اندام‌های زیرزمینی گیاه (ریشه‌ها) برای جذب آلودگی‌ها از آب (به‌خصوص فلزات) کاربرد دارد. جذب و سپس تبدیل برخی از آلودگی‌ها به حالت گاز^{۱۱} توسط گیاهان نیز یکی از روش‌های گیاه‌پالایی است. یکی از وظایف اصلی در پژوهش‌های پایه در زمینه گیاه‌پالایی یافتن گونه‌های گیاهی کارا و خاص است. مسلماً همه گیاهان جهت متابولیسم کردن و یا تجمع آلاینده‌ها حائز ویژگی نیستند (ماسک و همکاران^{۱۲}، ۲۰۰۶).

امروزه تقاضا برای گیاهانی که توانایی تحمل و رشد سریع در محیط‌های آلوده را دارند و علاوه بر آن قادرند فلزات سنگین را در خود تجمع دهند و کاتیون‌ها و آنیون‌ها را به بخش‌های قابل برداشت خود (بخش‌های رشدی بالای سطح خاک) انتقال دهند به وجود آمده است. از آزمایش‌های مختلف که بر روی انواع گیاهان انجام گرفته است گیاه آفتابگردان (پروش یافته به روش هیدروپونیک) تاثیر بسیار خیره‌کننده‌ای در از بین بردن عناصر رادیواکتیو از آب‌های زهکشی اطراف نیروگاه اتمی چرنوبیل داشت. در کاربرد گیاهان جهت گیاه‌پالایی، سودمندترین حالت وقتی است که گیاهی قادر به حذف و تجزیه بیش از یک آلودگی باشد، زیرا در واقع این آلودگی‌ها معمولاً توسط مخلوطی از چندین ترکیب سمی و آلاینده به وجود می‌آید. همچنین اگر در حین فرایند تجمع آلودگی‌ها گیاهان به تنهایی یا با مشارکت میکروب‌های خاکزی بتوانند آلاینده‌ها را به ترکیبات غیر سمی تبدیل نمایند، شرایط بهینه‌ای فراهم آمده است (استریت^{۱۳}، ۲۰۱۲).

بسیاری از گیاهان جهت استفاده از گیاه‌پالایی تاکنون مورد آزمایش قرار گرفته‌اند. مطابق آمار ارائه شده توسط پایگاه جستجوی منابع اطلاعاتی اسکوپوس^{۱۴} تحقیقات انجام گرفته در این زمینه بر روی گیاهی از خانواده کلم^{۱۵} ۱۴۸ مورد، بر روی آفتابگردان^{۱۶} ۵۷ مورد و بر روی *Brasica napus* و ذرت^{۱۷} هر کدام ۳۵ مورد می‌رسد.

در این میان گیاهان دارویی موقعیت ویژه‌ای دارند. دلیل دارویی بودن برخی گیاهان به‌واسطه مواد موثره‌ای است که در آن‌ها تجمع می‌یابد. تولید این مواد موثره که متابولیت‌های ثانویه نیز نامیده می‌شوند برای محافظت گیاه در برابر تنش‌ها و در یک کلام عوامل مهاجم است. هنگامی که گیاه در شرایط تنش (این شرایط می‌تواند تهدید به خورده شدن توسط یک جاندار علف‌خوار باشد و یا در خطر قرار گرفتن حیات گیاه توسط خسارات وارده ناشی از جذب فلزات سنگین باشد) قرار می‌گیرد، برای مقابله با آن مواد موثره‌ای را به عنوان یک مکانیزم دفاعی تولید می‌نماید. این مواد موثره اغلب جهت استفاده به‌عنوان یک مواد اولیه دارویی و بهداشتی مورد بهره‌برداری انسان قرار می‌گیرد (امید بیگی، ۱۳۸۴). امروزه به‌طور کلی تاکید دانشمندان و اقتصاددانان کشاورزی پایدار بر این است که توان تولیدی هر منطقه باید به صورت بهینه مد نظر قرار گیرد. در چنین دیدگاه نوین، برای پرورش گیاهان دارویی مراعات روش‌های معمول به‌زراعی مورد نظر نمی‌باشد، بلکه تاکید جدی بر استفاده جامع و بهینه از واقعیت‌های موجود است. در این دیدگاه همان مقدار که بودن آب یکی از امکانات اکوسیستمی تلقی می‌شود، نبودن آب یا وجود آب آلوده به فلزات سنگین هم یک واقعیت است. به عبارت دیگر از آن‌جا که مواد موثره گیاهان

⁹ Phytostabilisation

¹⁰ Rhizofiltration

¹¹ Phytovolatilisation

¹² Macek *et al.*

¹³ Street *et al.*

¹⁴ Scopus (www.scopus.com)

¹⁵ *Brasica juncea*

¹⁶ *Helianthus annuus*

¹⁷ *Zea mays*

دارویی نتیجه تنش‌ها هستند، بنابراین محصولات دارویی برخلاف سایر محصولات کشاورزی که در اوضاع تنشی (استرس) از نظر مقدار تولید لطمه می‌بیند ممکن است در این اوضاع تولید بیشتر و در نتیجه بازدهی اقتصادی برتری پیدا کنند. در این صورت استفاده از گیاهان دارویی در گیاه پالایی علاوه بر حذف آلاینده‌ها از فاضلاب‌ها و آب‌های زهکشی، به علت تولید بیشتر مواد موثره در آن‌ها، ارزش اقتصادی مضاعفی خواهند یافت. اما در این میان شائبه ورود عناصر سنگین به عصاره نهایی تهیه شده از گیاهان دارویی وجود دارد، از همین‌رو گیاهان دارویی استفاده شده در این برنامه‌ها حتی‌المقدور بایستی گیاهان اسانسی باشد (یعنی مواد موثره آن‌ها بایستی از نوع اسانس باشد). زیرا استخراج اسانس به صورت تقطیر با آب می‌باشد و عناصر سنگین و فلزات قادر به وارد شدن به این عصاره دارویی نیستند. امروزه تلاش‌های فراوانی برای یافتن گیاهان دارویی مناسب جهت استفاده در برنامه‌های گیاه‌پالایی انجام می‌شود. امروزه بیش از ۴۰۰ گونه گیاهی به عنوان گیاهان مستعد جهت حذف آلاینده‌ها شناخته شده‌اند. قابلیت پالایندگی این گیاهان دست‌کم ۱۰۰ برابر بیش‌تر از سایر گونه‌هاست، به‌طوری که می‌توانند در هر گرم خاک ۱۰۰۰ میکروگرم آلودگی را حذف نمایند. برخی از گیاهان دارویی مثل نعناع، گل راعی، اسطوخودوس، گل همیشه بهار، ختمی، زیره سیاه، سیر و شاهدانه مقادیر معتدایی از فلزات سنگین را جذب می‌کنند، هر کدام از این گیاهان خواص درمانی و بهداشتی بی‌شماری دارند (ای آپین و همکاران^{۱۸}، ۲۰۰۶).

در پژوهشی کشت نعناع و اسطوخودوس در زمین‌های آلوده مورد آزمایش قرار گرفت. نتایج نشان داد هر چند در فاصله ۴۰۰ متری از منبع آلودگی، محصول تازه نعناع ۱۶-۹٪ کاهش یافت، اما در همین فاصله هیچ تغییری در مقدار محصول اسطوخودوس صورت نگرفت. نکته قابل توجه آن‌که در هر دو مورد اسانس گیاهی افزایش یافت.

کشت گیاه ریحان در مقادیر بالای کروم (۲۰ μM) سبب ۲۴/۶٪ افزایش در تولید اوژنول نسبت به زمانی که کروم در محیط حضور نداشت گردید. اوژنول اصلی‌ترین جزء اسانس ریحان است که اثرات ضدباکتریایی، ضد قارچی و ضد اکسیدانی آن به اثبات رسیده است (رای و همکاران^{۱۹}، ۲۰۰۴). در غلظت بالای فلز روی تولید آنتوسیانین و فنل‌ها در برگ‌های گیاه نعناع به صورت معنی‌داری افزایش یافت. فنل‌ها جزو مواد شیمیایی ارزشمند هستند که در گیاهان تولید می‌شوند (بکیار اوغلی و کاراتغلیس^{۲۰}، ۲۰۰۲).

در مطالعه دیگر گل راعی نتایج خیره کننده‌ای در جذب کروم از خود نشان داد، همچنین تولید هایپرسیسین^{۲۱} و پزدو هایپرسیسین^{۲۲} که به عنوان دو ماده ارزشمند در ساخت داروهای ضدافسردگی به‌کار می‌رود، افزایش یافت (تریلینی و همکاران^{۲۳}، ۲۰۰۶).

از همین‌رو استفاده از گیاهان دارویی جهت حذف آلودگی، راهکاری مناسب برای استفاده در کشاورزی پایدار می‌باشد. هر چند ذکر این نکته نیز ضروری است که انجام مطالعات بیشتر بر روی انواع آلاینده‌ها و گیاهانی که قابلیت حذف آن‌ها را دارند، ضروری است.

¹⁸ Street *et al.*

¹⁹ Rai *et al.*

²⁰ Bekiaroglou and Karataglis

²¹ Hypericin

²² Pseudohypericin

²³ Tirillini *et al.*

منابع

- ۱- امیدبگی، ر. ۱۳۸۴. تولید و فرآوری گیاهان دارویی (جلد اول). انتشارات به نشر. ۳۴۷ ص.
- ۲- فخر طباطبایی، س، م. ۱۳۷۶. پیرامون زیست‌شناسی طبیعت. موسسه انتشارات جهاد دانشگاهی، تهران ۳۷۸ ص.
- 3- Bekiaroglou, P., Karataglis, S., 2002. The Effect of Lead and Zinc on *Mentha spicata*. Journal of Agronomy and Crop Science 188: 201-205.
- 4- Eapen, S., Singh, S., Thorat, V., Kaushik, C.P., Raj, K., D'Souza, S.F., 2006. Phytoremediation of radiostrontium (90Sr) and radiocesium (137Cs) using giant milky weed (*Calotropis gigantea* R.Br.) plants. Chemosphere 65: 2071-2073.
- 5- Macek, T., Francova, K., Sura, M., Mackova, M., 2006. Genetically modified plants with improved properties for phytoremediation purposes. In :Morel, J.-L., Echevarria, G., Goncharova, N. (Eds.), Phytoremediation of Metal-Contaminated Soils. Springer Netherlands, pp. 85-108.
- 6- Moreno-Jiménez, E., Peñalosa, J.M., Manzano, R., Carpena-Ruiz, R.O., Gamarra, R., Esteban, E., 2009. Heavy metals distribution in soils surrounding an abandoned mine in NW Madrid (Spain) and their transference to wild flora. Journal of Hazardous Materials 162: 854-859.
- 9- Pandey, V.C., Abhilash, P.C., Singh, N., 2009. The Indian perspective of utilizing fly ash in phytoremediation, phytomanagement and biomass production. Journal of Environmental Management 90: 2943-2958.
- 10- Rai, V., Vajpayee, P., Singh, S.N., Mehrotra, S., 2004. Effect of chromium accumulation on photosynthetic pigments, oxidative stress defense system, nitrate reduction, proline level and eugenol content of *Ocimum tenuiflorum* L. Plant Science 167: 1159-1169.
- 11- Rico, D., Martín-González, A., Díaz, S., de Lucas, P., Gutiérrez, J.-C., 2009. Heavy metals generate reactive oxygen species in terrestrial and aquatic ciliated protozoa. Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology 149: 90-96.
- 12- Street, R.A., 2012. Heavy metals in medicinal plant products — An African perspective. South African Journal of Botany 82: 67-74.
- 13- Tirillini, B., Ricci, A., Pintore, G., Chessa, M., Sighinolfi, S., 2006. Induction of hypericins in *Hypericum perforatum* in response to chromium. Fitoterapia 77: 164-170.

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛ شبکه های توجه گرافی (Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین مقاله نویسی IEEE و ISI ویژه فنی و مهندسی