بررسی گیاه پالایی برخی از خاک‌های آلوده به کریزن در تالاب شادگان، خوزستان

محسن سلیمانی، محمدعلی حاج عباسی و امیرحسین چرخابی
به ترتیب دانشجوی دکتری و دانشیار گروه خاکشناسی دانشگاه صنعتی اصفهان و استادیار پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور

مقدمه

مساحتی حدود دو میلیون مترمربع از کل مساحت کشور را به خود اختصاص داده اند. هم اکنون در کشور بیش از یک هزار تالاب وجود دارد که ۸۴ مورد از مجموع این تالابها اهمیت‌بین‌المللی داشته و تا کنون ۳۳ تالاب با ۲۲ عنوان از جمله تالاب شادگان در عهدنامه رامسر ثبت شده است[۷]. تالاب شادگان به‌عنوان یکی از مهمترین تالاب‌های بین المللی چند سالی است که علاوه بر خشکسالی، در آستانه یک بحران بزرگ که بسا منجر به نابودی آن می‌شود، قرار گرفته است. ورود فاضلابها، کاهش سطح آب، افزایش میزان فلزات سنگین و تجمع مقادیر زیادی از زباله های غیر قابل تجزیه باعث ایجاد مشکلاتی در روند طبیعی اکوسیستم تالاب شده است. اما عمده ترین عامل تهدید کننده این تالاب، حضور فزآینده آلودگی‌های نفتی می باشد که این اکوسیستم را در معرض یک تهدید جدی قرار داده است. نکته قابل توجه اینکه خطرناکترین آلاینده های محیط زیست، ترکیبات هیدروکربنهای آروماتیک چند حلقه ای (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons) می باشند که به علت شدت سمیت و سرطانزائی در لیست اولویت پاکسازی سازمان محیط زیست جهانی نیز قرار دارند. برخی از هیدروکربنهای آروماتیک چند حلقه ای بسیار پایدار بوده و با گذشت زمان و وارد شدن در چرخه غذایی انسان و سایر حیوانات، عامل بروز سرطان خواهند بود[۴]. یکی از این مواد، کریزن می باشد. کریزن هیدروکربنی دارای ۴ حلقه بنزن است که پایداری بالایی در محیط زیست دارد و به راحتی در محیط خاک تجزیه نمی گردد. بنابراین استفاده از روش‌های بیولوژیک برای کاهش و یا حذف این ترکیب در اکوسیستم‌هایی نظیر تالاب شادگان از اهمیت بالائی برخوردار است. یکی از این روشها گیاه پالایی (Phytoremediation) است که به عنوان یک تکنولوژی سازگار با محیط زیست در سالهای اخیر به آن توجه زیادی شده است. گیاه پالایی یک تکنولوژی سبز است که با استفاده از توانایی گیاهان، آلودگی‌های آلی و معدنی آب، خاک و رسوبات را کاهش داده و یا حذف می نماید[۵]. یکی از جنبه های گیاه پالایی، استفاده از توانایی ریشه گیاه در تجزیه آلاینده های‌آلی‌درمحیط‌خاک‌می باشد که در تجزیه هیدروکربنهای نفتی مطرح است[۲]. این تحقیق نیز در این راستا و با هدف حذف آلودگی کریزن در خاکهای دو نقطه از تالاب با استفاده از گیاهان بومی و غیر بومی منطقه در قالب یک آزمایش گلخانه ای طراحی و اجرا شد.

مواد و روش‌ها

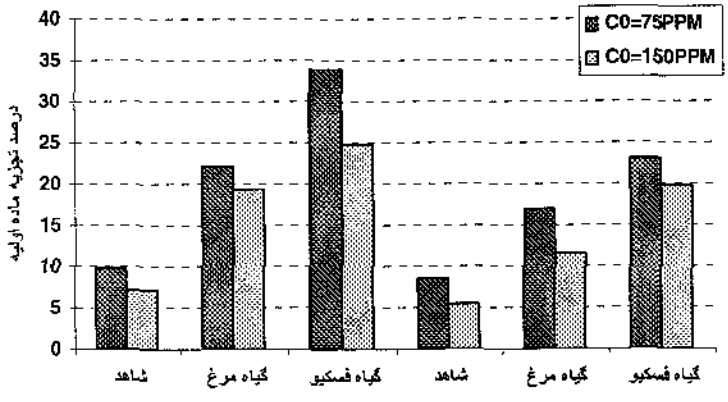
تالاب های ایران از تالابهای با اهمیت بین المللی هستند که بر اساس منشاء آلودگی‌های نفتی و فلزات سنگین دو نقطه از خاک های منطقه شادگان برای نمونه برداری انتخاب شد. نمونه اول تحت عنوان خاک با آلودگی موضعی یا نقطه ای(Point Source) از محلی برداشت شد که در حوالی لوله های نفت قرار داشت و تحت تاثیر تراوش های نفتی آلوده شده بود. این نقطه در کنار جاده شادگان- آبادان قرار داشت. نمونه دوم تحت عنوان خاک با آلودگی غیر موضعی (Nonpoint Source) مربوط به محلی بود که احتمال داده می شد که آلودگی آن در اثر بارانهای سیاه ناشی از انفجار چاه‌های نفت باشد. نمونه های خاک در دو نقطه از عمق ۰ تا ۳۰ سانتی متری برداشت شد. نمونه های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه کمک پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان و هوا خشک شدن، کوبیده شده و از الک ۲ میلی متر عبور داده شد. سپس خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آنها به شرح ذیل تعیین گشت. هدایت الکتریکی عصاره اشباع به وسیله دستگاه هدایت سنج متر اهم مدل ۶۴۴ و اسیدیته خاک در گل اشباع به وسیله دستگاه pH متر مدل ۶۲۰ اندازه‌گیری شد. برای اندازه گیری نیتروژن کل از روش کلدال و دستگاه کلدال مدل ۲۳۰۰ استفاده گردید[۳]. فسفر خاک با استفاده از روش اولسن تعیین شد[۳]. پتاسیم قابل جذب (محلول و تبادلی) پس از عصاره کشی از محلول خاک با محلول استات آمونیوم یک نرمال به روش شعله سنجی اندازه‌گیری شد[۳]. برای اندازه گیری سدیم و پتاسیم از دستگاه فلیم فتومتر کرنیک مدل ۹۰ و برای اندازه‌گیری فسفر از دستگاه اسپکتروفتومتر مدل ۲۰ در طول موج ۶۶۰ نانومتر استفاده گردید[۳]. بافت خاک به روش پی پت تعیین شد[۳]. برای عصاره گیری کریزن در خاک از روش سوکسله (روش شماره ۸۱۰۰ سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا) استفاده شد[۱]. برای قرائت غلظت نمونه های عصاره گیری شده از دستگاه HPLC مدل کنوئر RF-10XL و از روش شماره EPA ۸۳۱ استفاده شد[۸]. به دلیل شوری بالای خاک‌های مورد مطالعه، قبل از شروع آزمایش‌های گلخانه ای، عملیات آبشویی صورت پذیرفت. آزمایش‌های گلخانه‌ای به صورت طرح بلوک کامل تصادفی در قالب آزمایش فاکتوریل ۳×۲×۲ (۲ تیمار خاک، ۲ تیمار غلظت و ۳ تیمار گیاه) و با ۳ تکرار اجرا گردید. برای درک بهتر تاثیر گیاه در تجزیه کریزن در خاک، ۷۵ و ۱۵۰ میلی گرم از این ماده به هر کیلوگرم خاک اضافه شد. بدین منظور این ماده با درجه خلوص بیش از ۹۹٪ در استون حل شده و طی ۳ مرحله بر روی خاک اسپری گردید. در فاصله هر مرحله خاک به خوبی زیرورو شد تا این ماده به‌صورت یکنواخت در خاک توزیع

گردد. سپس ۲۴ ساعت به خاک اجازه داده شد تا استون از خاک تبخیر شود. دو کیلوگرم از هر نمونه خاک به هر گلدان پلاستیکی اضافه و گیاه Cynodon dactylon به عنوان گیاه بومی و گیاه Festuca arundinaceae به عنوان گیاه غیر بومی منطقه به مدت ۸ هفته در آنها کشت گردید. تجزیه کریزن در تیمار شاهد (بدون گیاه) نیز بررسی شد. در پایان زمان مذکور غلظت کریزن در خاک و گیاه تعیین و با توجه به غلظت اولیه این ترکیب در خاک، درصد تجزیه محاسبه شد.

نتایج و بحث

غلظت کل ترکیبات PAH, s در هر دو خاک بالاتر از ۱ میلی گرم بر کیلوگرم بود که نشان می دهد آلودگی این مواد در هر دو خاک بالاتر از مقدار مجاز پیشنهادی EPA است. بنابراین هر دو خاک از این نظر آلوده محسوب می شوند. کشت گیاه در خاک‌های آلوده منجر به افزایش سه تا چهار برابری تجزیه کریزن نسبت به تیمار شاهد گردید. بیشترین درصد تجزیه کریزن در خاک NPS و در حضور گیاه فستوکا به میزان ۳۳/۶۶٪ و کمترین درصد تجزیه در تیمار شاهد خاک PS به میزان ۵/۳۳٪ به دست آمد. درصد تجزیه کریزن در خاک NPS نسبت به خاک PS در تیمارهای گیاهی یکسان بالاتر بود (شکل ۱). لذا خصوصیات خاک بر تجزیه این ماده تاثیر داشته است. یکی از این ویژگیها pH خاک می باشد که بر فعالیت میکروارگانیسم‌های محیط ریشه که در تجزیه کریزن و یا سایر آلاینده های آلی نقش دارند، تاثیرگذار خواهد بود. سیمز و همکاران(۱۹۹۰) نشان دادند که مناسب‌ترین pH برای تجزیه ترکیبات PAH بین ۷/۵ تا ۷/۸ است[۶]. با توجه به این نکته که pH خاکهای NPS و PS به ترتیب ۷/۸ و ۷/۴ بدست آمده است، این احتمال وجود دارد که اختلاف درصد تجزیه در دو خاک به این موضوع برگردد، هرچند که تاثیر نوع و مقدار مواد آلی، میزان و نوع رس و شوری خاک قبل از آبشویی نیز در این مورد تاثیرگذار است. شوری بالاتر خاک PS نسبت به خاک NPS قبل از آبشویی ممکن است بر توان اکولوژیکی خاک در تجزیه کریزن اثر منفی گذاشته باشد. ظرفیت تبادل کاتیونی بالاتر این خاک نیز ممکن است باعث کاهش قابلیت دسترسی زیستی کریزن و درنتیجه کاهش تجزیه آن شده باشد.

با افزایش غلظت کریزن در هر دو خاک، تجزیه آن در همه تیمارها کاهش یافته است. دلیل این امر تاثیر سمیت کریزن بر رشد گیاه و همچنین فعالیت میکروبهای تجزیه کننده آن در محیط خاک قلمداد می گردد. نتایج این تحقیق دلیل اول را تایید می کند. گیاه فستوکا در مقایسه با گیاه مرغ توانایی بالاتری در پالایش خاکهای آلوده به کریزن نشان داد. امکان تاثیر ساختار متراکم و بیومس بالاتر ریشه های این گیاه در مقایسه با گیاه مرغ طی ۸ هفته رشد وجود دارد. میزان کریزن جذب شده بوسیله هر دو گیاه کمتر از یک میلی گرم در کیلوگرم ماده خشک بود که نشان می دهد تجزیه این ماده در خارج از گیاه صورت گرفته است. در این مورد نظریه های مختلفی بیان شده است. یکی این که ترشحات ریشه از جمله آنزیم ها به طور مستقیم باعث تجزیه آلاینده می شوند و یا این مواد به طور غیر مستقیم و از طریق افزایش فعالیت میکروبی تجزیه آلاینده را افزایش می دهند و یا اینکه ترشحات ریشه با کلات کردن آلاینده، قابلیت دسترسی زیستی و تجزیه آن را بالا می برند[۲]. شناخت دقیقتر این مکانیسمها تحقیقات جامعتری را پیشنهاد می کند.



شکل(۱) درصد تجزیه کریزن در دو خاک PS و NPS در حضور گیاهان فستوکا و مرغ در غلظتهای صفر(شاهد)،۷۵ و ۱۵۰ میلی گرم به کیلوگرم

منابع مورد استفاده

1- Christophpher S. Hein, Paul J. Marsden, Arthure and S. Shurleff. 1988. Evaluation of methods *3540(Soxhlet) and 3550(Sonication) for evaluation* of appendix IX analytes from solid samples. S-CUBED, Report for EPA contract 68-03-33-75, Work Assignment No.03, Document No.SSS-R-88-9436.

2-Fiorenza, S., L. Oubre Carroll and C. Herb ward (Ed.). 2000. Phytoremediation of Hydrocarbon – Contaminated Soil . LEWIS Publishers. Boca Raton London, New York, Washington,D.C.

3- International Soil Reference and Information Center (ISRIC). 1986. Procedure for soil analysis, Wageningen Agriculture University.

4-Rittmann, B.E. 2000. Environmental Biotechnology: principles and applications, McGraw-Hill, pp. 695-725.

5- Schnoor, J. L. 1997. phytoremediation. The University of Iowa, Department of Civil and Environmental Engineering and Center for Global and Regional Environmental Research. http://www.gwrtac.org.

6- Sims, R. C. and M. R Overcash. 1983. Fate of polynuclear aromatic compounds (PNAs) in soil – plant systems. Residue. Reviews 88:1-68.

7- Taylor, R. T. 1999. Directory of wetlands of international importance. 2:.165-179.

8- U.S.EPA. 1984. Interalaboratory Comparision Study: Methods for Volatile and Semi-Volatile Compounds, Environmental Monitoring Systems Laboratory, Office of Research and Development, Las Vegas, NV, EPA 600/4-84-027.