مقاله کوتاه

بررسی توانایی گیاه اکالیپتوس در اصلاح زیستی MTBE از منابع آب

محمد کوشافر* مرتضی طالبی** سید مرتضی خواجه‌باشی*

(دریافت ۸۳/۲/۱ پذیرش ۸۳/۹/۲۵)

چکیده

متیل ترسیوبوتیل اتر $C_5H_{12}O$ یک ماده آلی اکسیژن داراست که به عنوان جایگزین سرب در بنزین مصرف شده و امروزه در ایران و برخی کشورهای جهان به بنزین‌های بدون سرب اضافه می شود . این ماده دارای پتانسیل تاثیرات سوء روی بدن انسان و محیط زیست می‌باشد وتوانایی آلودگی آب‌های زیرزمینی را دارد. یکی از مناسب‌ترین راه‌های حذف این ماده از آب‌ها، اصلاح زیستی به وسیله گیاه می‌باشد. در این روش که نسبت به بقیه روش‌ها دارای بازده بیشتر و هزینه کمتر است، گیاه باعث بازیافت و اصلاح منابع آب و خاک از ماده MTBE می‌گردد. هدف از این تحقیق برآورد توانایی گیاه اکالیپتوس در اصلاح زیستی MTBE از منابع آب و خاک می باشد تا با کاشت آن درمکان‌های مناسب امکان پیش‌گیری از آلودگی و همچنین اصلاح منابع آب فراهم شود .

واژه‌های کلیدی : MTBE ، تجزیه زیستی، پاکسازی، آب و خاک، اکالیپتوس

Bioremediation Potential of MTBE in Water Resources by Eucalyptus Globolus

Koushafar, M.,* Talebi, M.,** and Khaje bashy, S.M.*
****Faculty Member of Agricultural Dept., Azad University of Ardestan***
*****Department of Chemistry, University of Isfahan***

Abstract

Methyl Tertia Butyl Ether (MTBE) is an organic compound with widespread use in unleaded gasoline. Although use of MTBE had some environmental advantages, it was soon cleared that this compound has adverse effect on environment and human health. MTBE is highly soluble in water, it binds weakly to soil and doesn't readily biodegrade in the environments. However it is known as a contaminant in environment specially for groundwater resources. Different methods have been introduced for treatment of MTBE from groundwater. These methods are generally expensive and inefficient. Phytoremediation introduce as an effective and inexpensive technology for removal of MTBE from groundwater and soil. In this paper the ability of *Eucaliptus globules* for removal of MTBE from water has been investigated.The Transpiration Stream Concentration Factor (TSCF) was used for evaluation of the ability of this plant. The calculated value for TSCF was 0.79 so it can be concluded that MTBE can be absorbed by this plant.

مقدمه

سال‌ها سرب برای بالابردن عدد اکتان و به‌سوزی سوخت به بنزین اضافه می شد؛ ولی پس از اثبات اثرات مضر سرب روی محیط زیست و انسان، در سال‌های اخیر ماده MTBE[1] به عنوان جایگزین سرب معرفی شد . متیل ترسیوبوتیل

[1] Methyl Tertia Butyl Ether

* اعضای هیأت علمی گروه کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد اردستان

** عضو هیأت علمی گروه شیمی دانشگاه اصفهان

اتر(MTBE) با فرمول $C_5H_{12}O$ یک ماده آلی اتری اکسیژن دار است . جرم مولکولی آن ۸۸/۵ بوده ودارای نقطه ذوب ۱۰۹- درجه سانتی‌گراد و نقطه جوش ۵۵/۲- ۵۳/۶ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. چگالی این ماده ۰/۷۴۴ - ۰/۷۵۸ گزارش شده است. حلالیت MTBE درآب بسیار بالاست و تا mg/L ۵۴۰۰۰ گزارش شده است [۵].

این ماده امروزه درسطح گسترده دراکثر کشورهای جهان از جمله کشور ایران به بنزین‌های بدون سرب افزوده می گردد. در ابتدا به نظر می‌رسید که این ماده مزایای زیست محیطی مناسبی در جهت کنترل آلودگی هوا داشته باشد؛ اما پس از آن که مدتی از مصرف MTBE گذشت، مشخص شد به خاطر خصوصیات خاص خود دارای تاثیرات سوء روی سلامتی انسان و محیط زیست می باشد[۵ و۷] . ازمهم‌ترین این خصوصیات مقاومت بالای MTBE در برابر تجزیه زیستی است [۸]. مقاومت زیاد نسبت به تجزیه زیستی، حلالیت بالا در آب ،جذب ضعیف آن به ذرات خاک، تحرک بالا در آب و خاک و درنتیجه حرکت به سمت آب‌های زیرزمینی به همراه مصرف گسترده MTBE از مهم‌ترین عواملی است که باعث شده این ماده توانایی آلودگی آب‌های زیرزمینی را داشته باشد [۱]. از مهم‌ترین جنبه‌های زیست‌محیطی آن تجمع در آب‌های زیرزمینی و در نتیجه حضور درچاه‌های تامین کننده آب آشامیدنی شهری و چاه‌های کشاورزی می‌باشد[۵] . در حال حاضر USEPA غلظت مجاز MTBE در آب آشامیدنی را ppb ۴۰-۲۰ اعلام کرده است [۷]. این تأثیرات سوء روی بدن انسان به دو دسته سرطانی و غیر سرطانی تقسیم بندی می شود. USEPA این ماده را در گروه دارای پتانسیل سرطان زایی قرار داده است [۵ و ۹].انسان از سه طریق بلعیدن، استنشاق و تماس پوستی می‌تواند در معرض MTBE قرار گیرد که از این بین مهم‌ترین راه ورود MTBE به بدن انسان از طریق آشامیدن آب آلوده است [۵].

با توجه به توانایی این ماده در آلودگی آب و مخاطرات آن برای انسان و محیط زیست، روش‌هایی برای اصلاح این ماده از منابع آب مورد نیاز است. به این منظور و هم‌چنین پاک‌سازی این ماده از منابع آب و خاک، روش‌های مختلفی مانند هوادهی و استفاده از تیمارهای شیمیایی معرفی شده است؛ ولی عموماً این روش‌ها کم بازده و پرهزینه است . یکی از راه‌های مناسب حذف این ماده ازآب‌های آلوده، اصلاح گیاهی[1] آن می‌باشد[۴ و ۷].

دراین شیوه با توجه به این که حلالیت MTBE درآب بسیار بالاست، بنا به نوع گیاه، این ماده به همراه آب و با استفاده ازمکانیسم‌های جذب گیاهی آب، وارد گیاه شده و محیط اصلی اعم از آب‌های زیرزمینی و یا خاک ازآن تخلیه می‌گردد [۶ و ۷]. مهم‌ترین عامل در مکش آب توسط گیاه تعرق است. عمل تعرق مانند یک پمپ هیدرولیکی، MTBE را از زیرزمین پمپ کرده و به هوا وارد می نماید. خروج MTBE توسط عمل تعرق گیاه، ازآنجایی مهم است که براساس مطالعات موجود، MTBE درمحیط زیرسطحی در برابر تجزیه به شدت مقاومت می‌کند؛ اما در هوا به دلیل وجود نورخورشید و تلاطم، تجزیه زیستی راحت‌تر انجام شده و نیمه عمر کوتاه تری دارد، ضمن آن که با این عمل می‌توان ازحرکت این ماده به سمت آب‌های زیرزمینی جلوگیری نمود . شرایط محیطی و خصوصیات گیاهی ازقبیل فیزیولوژی و آناتومی، دربازدهی این شیوه تاثیر زیادی دارد [۳]. هم‌چنین گیاه باید ازنظر شرایط اکولوژیک در دراز مدت با منطقه سازگار باشد.

روش تحقیق

برای انجام این تحقیق از گیاه اکالیپتوس دو ساله ترجیحاً همسان استفاده شد. ریشه گیاه اوکالیپتوس توانایی تحمل محیط‌های نیمه اشباع و اشباع را دارد . برای هر پایه، ظروف مجزای ۱/۵ لیتری به عنوان محیط کشت اختصاص داده شد. در زمان شروع آزمایش، ریشه این گیاهان درمحیط کشت هیدروپونیک درمحلول خالص برابر ppb۲۰۰۰ قرار داده شد وطی مدت آزمایش ظروف دربرابر تبادل هوا و عبور نور کاملا ایزوله شدند. مدت آزمایش هفت روز بود و از تیمارهای شاهد به صورت محلول‌های کشت ایزوله بدون گیاه به منظور محاسبه عوامل احتمالی تجزیه MTBE مربوط به عوامل غیر گیاهی استفاده شد. برای اندازه گیری میزان تعرق روش وزنی مورد استفاده قرار گرفت.پس از اتمام مرحله گلخانه، نمونه ها در دمای پایین به آزمایشگاه منتقل شدند و در آزمایشگاه به وسیله دستگاه GC[2] ساخت شرکت Varian مدل CP-3800 مجهز به آشکار ساز FID و ستون کاپیلاری میکروبور، مقدار

[1] phytoremediation
[2] Gas Chromatography

MTBE نمونه ها اندازه‌گیری شدند. در این تحقیق، برای پیش بینی توانایی گیاه در بازیافت و جذب MTBE از آب‌های زیرزمینی از فاکتور TSCF[1] استفاده گردید. TSCF نسبت غلظت MTBE درجریان آب تعرق یافته به غلظت آن در محیط اصلی آب یا محلول خاک می‌باشد [۲]. TSCF برابر یک نشان می دهد ماده مورد نظر به همراه آب و به صورت توده‌ای بدون مقاومت درخاک و گیاه به راحتی وارد گیاه می‌شود . اگر TSCFبزرگ‌تر ازیک باشد، یعنی علاوه بر جذب توده‌ای ماده به همرا ه آب، مکانیسم‌های جذب دیگری نیز وجود دارد که در نتیجه جذبMTBE ازحد معمول افزایش می‌یابد. اگر TSCF ازیک کوچک‌تر باشد، دراین صورت جذب این ماده به طور کامل همراه آب انجام نشده و ماده برای جذب با مقاومت‌هایی در خاک و یا ریشه گیاه مواجه است و در نتیجه جذب آن نسبت به حالت اول کاهش می‌یابد. در صورتی که برای گیاهی TSCFدرحدود یک و یا بزرگ‌تر از یک به دست آید، با توجه به خصوصیات گیاه‌شناسی، می‌تواند گیاهی مناسب برای اصلاح محسوب گردد . اطلاعات مورد نیاز TSCF ازنتایج حاصل از آزمایش و با استفاده ازروش میانگین ازکل نمونه‌ها به دست آمد [۳و۸].

[1]- Transpiration Stream Concentration Factor

نتایج و بحث

در این تحقیق با اندازه‌گیری و محاسبه میانگین میزان تعرق نمونه‌ها و میانگین وزنی MTBE درمحیط‌های کشت پس از آزمایش در مقایسه با شاهد، TSCF به روش میانگین نمونه‌ها محاسبه شد. براساس نتایج به دست آمده میزان تعرق ۴۶/۴میلی‌لیتر و مقدار ۰/۷۹ =TSCFمحاسبه گردید [جدول ۱].

نتایج به دست آمده نشان می‌دهد چونTSCF عددی نزدیک به یک است، اکالیپتوس توانایی نسبتاً مناسبی درکاهش MTBE ازمنابع آب دارد . از آن جا که عدد حاصل کوچک‌تر از یک است، استنباط می‌شود محدودیت‌هایی در جذب MTBE توسط ریشه گیاه وجود دارد؛ ولی چون طی مدت کوتاه یک هفته‌ای ۳/۵ درصد وزنی ماده MTBE توسط نمونه‌های دوساله اکالیپتوس کاهش یافته است، توانایی گیاه تایید می‌گردد. لذا با توجه به خصوصیات اکالیپتوس، در پاکسازی آب ا ز MTBE، کاشت آن در مسیرهای حرکت MTBE به سمت محیط زیرسطحی و نقاط اشباع و نیمه اشباع آلوده ، با در نظر داشتن شرایط اکولوژیک توصیه می‌گردد . این روش کم هزینه بوده و بازده مطلوبی دارد .

جدول ۱- نتایج حاصل از آزمایش

وزنMTBE درمحیط کشت پس ازآزمایش (میکروگرم)	وزنMTBE درمحیط شاهد پس از آزمایش (میکروگرم)	کاهش وزن MTBE (میکروگرم)	میزان تعرق (میلی‌لیتر)	TSCF
۹۲۹	۹۶۴	۳۵	۴۶/۴	۰/۷۹

منابع

1- Borden , R. , D. Black, and K., V.M, Blief, (2002)." *MTBE and Aromatic Hydrocabonds in North Carolina Storm water , Environmental pollution* ", 118 , pp. 141-124.
2- Burken , J.G. and J. I. Schnoor, (1998). " *Predicitive Relationship for Uptake of Organic Contaminants by Hybrid Poplar* ",. Environ . Sci. Tech. 32 : 3379-3385
3- Erickson, L.E,L.C. Davic., Q.Zhang, and M. Narayanan, (1998)."*Transport of Contaminants in Plant and Soil System* ", Available : http // www . epa . government .
4- Hong M., W.F. Fatmayan , I. J. Dortch, and CY. Chiang, (2001). *"phytoremediation of MTBE from a groundwater plume",* Environ. Sci, Tech . 35: 1231-1239
5- Jacobs, J., J. Guertin, and CH., Lterron, (2001). " *MTBE: Effects on Soil and Ground Water* "Lewis Publishers. 245 pp.
6- Newman, L.A., M.P. Gordon, P. Heilman, D.L. Cannon, E. Lory , K. Miller, J. Osgood, and S.E.Strand, (1999). *"Phytoremediation of MTBE at a California Naval Site "*. Soil and Ground Water Cleanup . Feb / Mar : 4245 .
7- Rubin, E., and A.ramaswami, (2001). " *The potential for phytoremediation of MTBE* ," Water . Reseaerch, vol. 35, no 5: 1348-1353.
8- Squillace, P.J., (1997). " *Review of the Environmental Behavior and of Methyle Tert– butyl Ether,* "Environmental Toxicologe and Chemistry, 16, pp. 1836-1844 .
9- Zhang Q., L.C. Davis, and L.E. Erickson, (2001). *"Plant Uptake of Methyl Tert- butyl ether (MTBE) From Groundwater ",* Practice Periodical of Hazardous ,Toxic , and Radioctive Waste Management. July 2001 136- 140.