علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره پانزدهم، شماره سه، پاییز ۹۲

بررسی زمین‌زیست‌محیطی توزیع آلودگی های نفتی در رسوبات ساحلی

(مطالعه موردی استان بوشهر)

مجید تاجیک [۱ *]

Tajikm1@gmail.com

ماشااله خامه چیان [۲]

امیر حسین چرخابی [۳]

تاریخ دریافت:۸۸/۴/۲۰ **تاریخ پذیرش:۸۸/۸/۲۷**

چکیده

مطالعه گزارش ها و نقشه‌های موجود نشان می‌دهد که استان بوشهر به علت همجواری با خلیج‌فارس در معرض آلودگی های نفتی قرار گرفته است. در این منطقه به منظور شناسایی مناطق آلوده از چهارده ترانسکت فرضی استفاده شد که این ترانسکت ها در محدوده جزر و مدی و در راستای عمود بر ساحل انتخاب شده و بر حسب ارتفاع سواحل و نوع جزر و مد منطقه‌ای، طول ترانسکت ها متفاوت می‌باشد.

آنالیز نمونه های جمع‌آوری شده با روش HPLC نشان می‌دهد که میزان آلودگی به هیدروکربن کل (TPH) در منطقه بسیار ناچیز است. به گونه‌ای که برای آلوده ترین نقاط میزان TPH کم تر از ۴۰۰ppb است. ارزیابی روند توزیع مواد آلاینده در نوار ساحلی نشان می‌دهد که توزیع آلاینده‌ها در رسوبات ساحلی مناطق مختلف یکسان نمی‌باشد، به طوری که بیشترین آلودگی در پایین‌ترین حد جزر و کم ترین مقدار در بالاترین حد مد می‌باشد. همچنین آنالیز نمونه ها نشان می‌دهد که بالاترین نرخ آلودگی در نمونه‌هایی است که از اعماق بیشتری برداشت شده است. علاوه بر آن در اکثر نمونه‌های برداشت شده از سواحل بوشهر رابطه مستقیمی بین درصد رس و هیدروکربن های آروماتیک وجود دارد.

واژه های کلیدی: بوشهر، خلیج فارس، آلودگی نفتی، رسوبات ساحلی

۱- کارشناس ارشد زمین‌شناسی مهندسی، دانشگاه تربیت مدرس *(مسئول مکاتبات).

۲- عضو هیئت علمی گروه زمین‌شناسی مهندسی دانشگاه تربیت مدرس.

۳- عضو هیئت علمی سازمان تحقیقات و آبخیزداری وزارت جهاد کشاورزی.

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

وجود منابع عظیم نفتی در خلیج‌فارس و کشورهای اطراف آن همواره تهدیدی برای محیط زیست سواحل بوده است. آلودگی های نفتی در این منطقه به علت حجم بالای عملیات اکتشاف، استخراج، بارگیری نفتکش ها و تردد آن ها در منطقه بسیار زیاد است. علاوه بر وجود این مسایل در منطقه دریایی، بروز جنگ های ایران - عراق و جنگ خلیج‌فارس (۱۹۹۱) تخریب بیشتر محیط زیست دریایی و منابع اکولوژیک آن را به علت نشت نفتی ناشی از حملات به سکوها و چاه های نفتی به دنبال داشته است (۱).

با وجود این که از نظر مقایسه سطح محیط زیست دریایی خلیج‌فارس فقط ۰/۶۶٪ از کل جهان است، این منطقه ۳/۱٪ از کل آلودگی را ایجاد می‌کند به عبارت دیگر این منطقه ۴۷ مرتبه بیشتر از محیط‌های دریایی مشابه آلوده است (۲). یکی از دلایل این آلودگی حد پایین جزر و مدی در خلیج‌فارس است. به این معنی که آب بسیار کمی از این خلیج با اقیانوس هند تعویض می‌شود و در نتیجه فرصت کمی برای بیرون راندن آلودگی ها وجود دارد (۳).

استان بوشهر به علت همجواری با خلیج‌فارس در معرض آلودگی شدید نفتی ناشی از منابع نفت خلیج‌فارس و کشورهای همسایه قرار گرفته است، به گونه‌ای که در بعضی از سواحل بکر منطقه، آثار آلودگی های نفتی به صورت لکه‌های بزرگ نفتی مشاهده می‌شود. اهمیت مطالعه در این استان به واسطه چهار عامل اصلی می‌باشد:

- موقعیت جغرافیایی خاص
- ذخایر عظیم نفت وگاز
- رشد صنعتی سال های اخیر
- منابع زیستی منطقه (۴).

این تحقیق در راستای طرح مانیتورینگ زیست محیطی با مدیریت ستاد ارزیابی خسارت زیست محیطی جنگ خلیج‌فارس صورت گرفته است. در این طرح ملی به منظور شناخت فعالیت ها و مطالعات قبلی که در منطقه انجام یافته است و استنباط میزان مواد شیمیایی و آلاینده‌هایی که محیط با آن مواجه شده است گزارش ها، نقشه‌ها و اطلاعات موجود در سازمان ها مورد مطالعه قرار گرفت. با بررسی تصاویر ماهواره‌ای منطقه و گزارش‌های موجود، مشخص گردید که سواحل بوشهر عمدتا در اثر توده‌های نفتی انتقال یافته در اثر جنگ خلیج فارس (۱۹۹۱) آلوده شده است. بنابراین ناحیه جزر و مدی با اهداف تعیین میزان آلودگی انتقال یافته توسط دریا، نوع آلاینده های نفتی، نحوه توزیع آلودگی ها در سواحل و میزان خسارات زیست محیطی مورد ارزیابی قرار گرفت. محدوده مورد مطالعه، ناحیه‌ای بین آخرین پیشروی آب در بالاترین حد مد و حد پایینی جزر است و گستره آن با توجه به شکل سواحل، شرایط اقلیمی و ویژگی‌های جزر و مدی دریاها متفاوت است.

خصوصیات منطقه

خلیج فارس دریایی نیمه بسته، کم عمق با آب گرم و شور به وسعت ۲۳۲۸۵۰ تا ۲۳۹۰۰۰ کیلومترمربع می‌باشد که بیشترین ساحل آن (۱۲۶۰ کیلومتر) متعلق به ایران است. حداکثر عمق در خلیج فارس طبق منابع مختلف از ۱۸۲ متر در سواحل عمان تا حدود ۹۳ متر در ۱۵ کیلومتری جنوب تنب بزرگ بیان شده است (۵ و ۶).

از نظر وضعیت اقلیمی، آب و هوای خلیج فارس بر خلاف واقع شدن در منطقه آب و هوایی دریایی به سه دلیل تبخیر شدید سالانه، میزان ناچیز آب ورودی از طریق رودخانه ها و پایین بودن میزان تبادل آب با اقیانوس هند، خشک گرمسیری است (۷). این خلیج در واقع توده آبی با عمق کم است که برگشت یا جا به جایی جریان های دریایی در آن ۳ تا ۵ سال به طول می‌کشد (۸).

خلیج فارس از نظر زمین‌شناسی و تاریخچه پیدایش شباهتی به دریاهای اطراف خود ندارد چرا که تمامی آن یک فلات قاره، یعنی دنباله و امتداد جلگه های اطراف فلات ایران است. خلیج فارس از شمال توسط کوه های چین‌خورده زاگرس و از جنوب توسط سپر عربستان احاطه گردیده است و از نظر

Archive of SID

www.SID.ir

ساختاری یک حوضه تکتونیکی است که در اثر کوه زایی پلیو-پلئیستوسن تشکیل گردیده است و طی دوره های یخچالی به تدریج سطح آب دریاهای آزاد بالا آمده و به سطح کنونی خود رسیده است (۹).

سواحل بوشهر عمدتا از رسوبات آواری تشکیل شده است که از کوه های واقع در شمال و شرق استان همراه با جریان های آبی به مناطق ساحلی حمل شده است. همچنین آب و هوای گرم و خشک منطقه باعث تبخیر زیاد در آب های خلیج فارس و گاهی رسوب گذاری نمک در این سواحل می‌شود. در این میان مقداری از مواد رسوبی نیز با آب های زیرزمینی به مناطق ساحلی راه می‌یابد. منشأ دیگر رسوبات را می‌توان به دلیل وجود بادهای قوی شمال غرب دانست که مقدار زیادی خاک های نرم را به سواحل حمل می‌کند که عمدتاً شامل ماسه ، سیلت و رس می‌باشد (۴).

همچنین می‌توان به رسوبات با منشاء زیستی و رسوبات بیوژنی اشاره کرد که بقایای پیکره فیتوپلانکتون ها و ژئوپلانکتون ها در تشکیل این رسوبات نقش عمده‌ای دارد. چون آب خلیج فارس معمولاً PH بازی دارد (۱۰)، تخریب پوسته فرامینیفرها و اسکلت دوکفه‌ای ها به وسیله میکروارگانیسم‌ها باعث تشکیل رسوبات کربنات کلسیم می‌گردد (۴).

شناسایی منطقه‌ای

برای ارزیابی اثر آلودگی نفتی بر سواحل بوشهر لازم است که منطقه مورد نظر به طور کامل شناخته شود هدف از این شناسایی منطقه‌ای تعیین نوع آلاینده های نفتی، نحوه توزیع آلودگی در سواحل و میزان خسارات زیست محیطی است.

۱- مطالعات دفتری:

به منظور شناخت فعالیت‌ها و مطالعات قبلی که در منطقه انجام یافته و استنباط مواد شیمیایی و آلاینده‌هایی که محیط با آن مواجه شده، لازم است که مروری بر گزارش ها، نقشه ها و اطلاعات موجود در سازمان ها انجام شود. در این تحقیق با بررسی تصاویر ماهواره‌ای منطقه و گزارش های موجود، مشخص گردید که سواحل بوشهر در اثر نشت مواد نفتی آلوده شده است(۱۱). بنابراین در این مرحله شناسایی با استفاده از نقشه توپوگرافی، محدوده مورد مطالعه به شرح زیر مشخص گردید.

نوار ساحلی بوشهر به طول تقریبی ۳۹۰ کیلومتر که از منطقه چاهک در شمال غربی بندر گناوه ('۴۰و°۲۹ شمالی ـــ '۲۴و°۵۰ شرقی) شروع شده و تا دماغه نای بندر خرابه در جنوب خلیج نای بند ("۳۰ '۲۳ °۲۷ شمالی ـــ '۳۵و°۵۲ شرقی) ادامه می‌یابد.

۲- نمونه‌برداری

به منظور شناسایی مناطق آلوده و تعیین میزان آلودگی ناشی از ورود هیدروکربن ها به سواحل استان بوشهر، می بایست از نقاط مناسب و حتی الامکان دست نخورده و بکر سواحل نمونه‌هایی تهیه شود که تعداد نقاط نمونه‌برداری بستگی دارد به:

- وسعت و توپوگرافی منطقه
- نحوه توزیع آلاینده‌های موجود (که از روی مطالعات دفتری مشخص می‌شود)
- درجه اطمینان مورد نیاز
- بودجه در دسترس برای انجام عملیات شناسایی منطقه (۱۲).

با توجه به موارد فوق برای شناسایی این منطقه سیستم نمونه‌برداری منظم[1] طراحی شده است. زیرا در نمونه‌برداری تصادفی (غیر سیستماتیک)[2] نقاط نمونه‌برداری به طور تصادفی در سطح منطقه پخش می‌شوند و در نتیجه برای نقاط نمونه‌برداری حالت انبوه شدگی[3] رخ می‌دهد و یا ممکن است از نقاط معینی نمونه برداشته نشود (۱۲).

در نمونه‌برداری منظم از یک شبکه فرضی استفاده می‌شود که در این شبکه نقاط نمونه‌برداری به طور صحیح بر کل مساحت محدوده مورد نظر توزیع می‌شود. در هر خانه

1- Regular Sampling System
2- Random Sampling System (Non-Systematic)
3- Clumping

Archive of SID

www.SID.ir

شبکه یک نقطه مورد نمونه‌برداری قرار می‌گیرد. بنابراین هرچه وسعت خانه‌ها کم تر باشد، تعداد نقاط نمونه‌برداری بیشتر است و اطلاعات به دست آمده از تجزیه نمونه‌ها دقیق‌تر است. به لحاظ نظری در این روش نیز مانند روش تصادفی ممکن است که یک نقطه داغ[1] را از دست بدهیم. بنابراین برای به حداقل رساندن خطا طراحی شبکه بر اساس ریسک ارزیابی منطقه و میزان اطلاعات مورد نیاز انجام می‌گیرد.

برای به وجود آوردن شبکه از یک سری ترانسکت های فرضی استفاده می‌شود که فاصله ترانسکت ها از یکدیگر حداقل ۳ کیلومتر است و با توجه به شکل سواحل تغییر می‌کند. در عمل سعی شده است که ترانسکت ها در جهت عمود بر ساحل انتخاب شوند.

یکی دیگر از پارامترهای موثر در برنامه های نمونه‌برداری از منطقه شاخص آسیب‌پذیری[2] است شاخص آسیب‌پذیری روشی برای گروه‌بندی سواحل است در این شاخص با توجه به اثر آلودگی ها بر سواحل از جمله؛ پوشاندن سنگ ها، گیاهان و جانداران با لایه ای از نفت می‌توان نقاطی را که پتانسیل آلودگی بالاتری دارند برای نمونه‌برداری مشخص کرد (۱۰).

آسیب‌پذیری به عواملی نظیر میزان پایداری نفت و وسعت ضایعات بیولوژیکی که تا حدی متاثر از عوامل فیزیکی می‌باشد، بستگی دارد. انواع خطوط ساحلی بر حسب آسیب‌پذیری از ۱ تا ۱۰ شماره‌گذاری می‌شود که کم ترین شماره حداقل آسیب‌پذیری نسبت به نفت را دارد و نیاز به کم ترین عملیات جهت زدودن آلودگی دارد. مثلاً در پرتگاه های سنگی سواحل شاخص آسیب‌پذیری یک می باشد، زیرا در این مناطق انرژی امواج بسیار بالا می‌باشد و در اثر برخورد امواج آلودگی نفتی از سنگ های ساحلی جدا شده و دور از سواحل نگه داشته می‌شود. در این موارد عملیات پاکسازی چندان ضروری نیست (۱۰).

سواحل مسطح با رسوبات دانه ریز (کوچک تر از ۰/۲۵۰ میلی متر) نفوذپذیری پایینی دارند. بنابراین مواد نفتی به آن ها نفوذ نمی‌کند و در صورت بروز آلودگی به کمک وسایل مکانیکی می توان ساحل را پاک ساخت این سواحل شاخص آسیب‌پذیری ۳ دارند.

در شرایط یکسان هرچه اندازه ذرات و در نتیجه نفوذپذیری رسوبات افزایش یابد، میزان تاثیر نفت نیز بیشتر شده و عمق آلودگی افزایش می‌یابد. در این حالت شاخص آسیب‌پذیری ساحل بالاتر می‌باشد.

مثلاً شاخص آسیب پذیری ۷ مربوط به سواحل ماسه ای است که اندازه ذرات آن ها بزرگتر از ۲ میلی متر می‌باشد. در این سواحل نفت با سرعت تا عمق زیادی نفوذ می‌کند و تجمع سنگین نفت یک نوع سنگفرش آسفالتی را تشکیل می‌دهد.

علاوه بر ویژگی های رسوبات، ضایعات بیولوژیکی نیز در شاخص آسیب‌پذیری موثر است. به طوری که شاخص های آسیب‌پذیری بالاتر از ۷ مربوط به سواحلی با جمعیت های بیولوژیکی وسیع حفاظت شده می‌باشد (۱۰).

معمولاً شاخص آسیب‌پذیری در سواحل کم شیب و مسطح بیشتر است، زیرا مواد نفتی انتقال یافته توسط جزر و مد می‌تواند محدوده بیشتری را تحت تاثیر قرار دهد بنابراین اکثر ترانسکت ها طوری انتخاب شده‌اند که در سواحل کم شیب ماسه‌ای قرار گیرند. علاوه بر آن در چنین سواحلی با افزایش یافتن طول ترانسکت، می‌توان تعداد نقاط نمونه‌برداری را افزایش داد (۱۱).

۳- تعیین روش نمونه‌برداری

این مرحله شامل فعالیت های صحرایی می‌باشد که هدف از آن مشخص کردن آلاینده‌های زیر سطحی رسوبات در خلال نمونه‌گیری است.

بازدیدهای صحرایی از سواحل استان بوشهر نشان می‌دهد که امکان برداشت نمونه از تمامی ترانسکت های از پیش تعیین شده در روی نقشه وجود ندارد. مناطقی که در آن نمونه‌برداری صورت نگرفته است، به شرح زیر می‌باشد.

1- Hot spot
2- Vulnerability Index

Archive of SID

www.SID.ir

- در جنوب بندر عسلویه و دماغه نای بندر (شکل۱)، به علت وجود سواحل سخت مرجانی عملا امکان نمونه‌برداری وجود ندارد.
- سواحل عسلویه تا بردستان و سواحل دیر به علت وجود شیب توپوگرافی زیاد و رواناب شدید، متشکل از رسوبات قلوه سنگی می‌باشد و امکان نمونه برداری از آن ها بسیار مشکل است. علاوه بر آن در این مناطق نوار ساحلی بسیار باریک است و امکان فرض ترانسکت وجود ندارد.
- در برخی از نقاط به علت عدم دسترسی به محدوده جزر و مدی و یا قطع ترانسکت توسط عوارض مصنوعی (پل، جاده، خاکریز و ...) عملا امکان برداشت نمونه وجود ندارد.

شکل ۱- سواحل مرجانی دماغه نای بندر واقع در جنوب شرقی عسلویه

بنابراین بر اساس مطالعات اولیه، شاخص آسیب‌پذیری و بازدیدهای صحرایی چهارده ترانسکت در طول نوار ساحلی در نظر گرفته شد که این ترانسکت ها از بخش جنوبی منطقه شماره‌گذاری شده‌اند (شکل ۲).

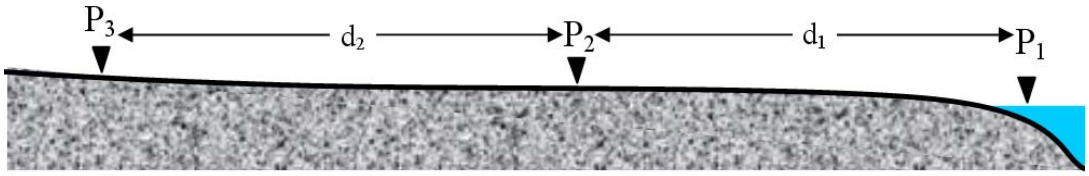
شکل ۲- موقعیت قرارگیری ترانسکت های فرضی در طول نوار ساحلی بوشهر

بر حسب ارتفاع ساحل و نوع جزر و مد منطقه‌ای، طول ترانسکت ها متفاوت می‌باشد که معمولا در سواحل مسطح و گلی و در کنار خورها طول ترانسکت ها بیشتر است.

برای هر ترانسکت سه نقطه نمونه‌برداری در نظر گرفته شده است که این نقاط بر اساس فاصله از ساحل به ترتیب شماره‌گذاری می‌شود. در شکل ۳ طرح شماتیکی از یک ترانسکت نشان داده شده است.

Archive of SID

www.SID.ir



راهنما

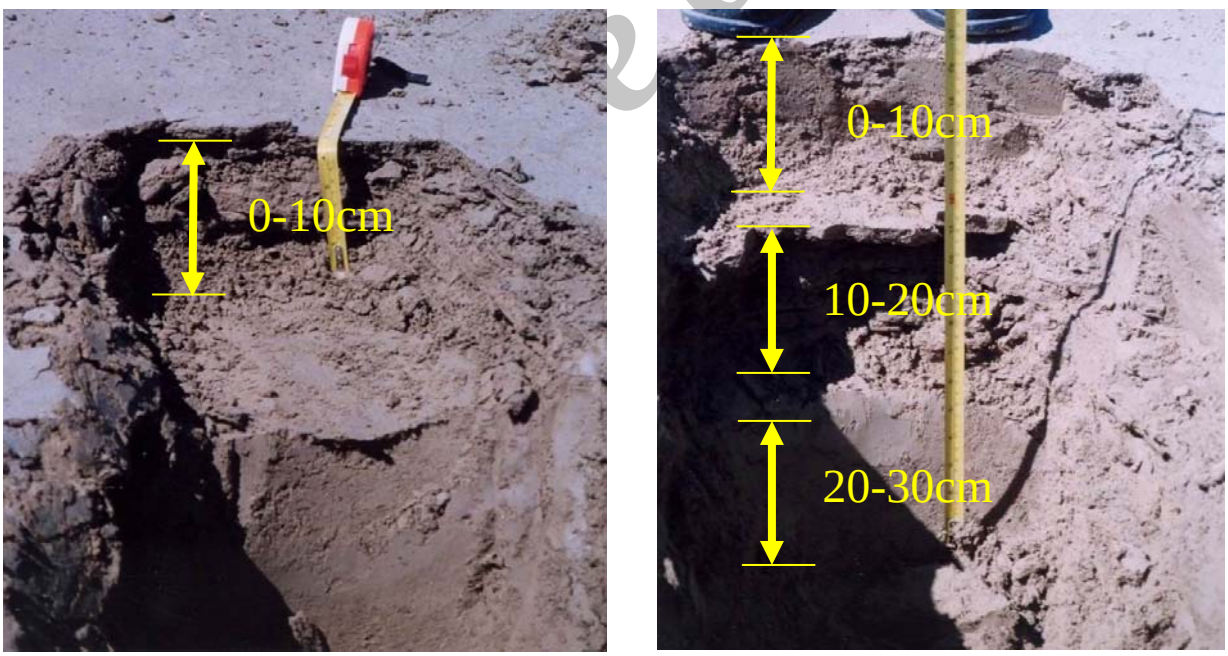
P_1 پایین ترین حد جزر — رسوبات ساحلی

P_2 حد جزر و مد میانه — سطح آب دریا

P_3 بالاترین حد مد — $d1$ و $d2$ فاصله بین نقاط نمونه برداری بر روی یک ترانسکت

شکل ۳- مقطع یک ترانسکت فرضی عمود بر خط ساحلی

هر نقطه نمونه‌برداری شامل ۳ چاهک می‌باشد که فاصله این چاهک ها از یکدیگر ۱۰ متر بوده و در امتداد ترانسکت قرار دارند، بنابرین تعداد کل چاهک‌ها ۱۲۶ مورد است که در هر چاهک از سه عمق ۱۰-۰، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی متری و از هر عمق یک نمونه جهت آنالیز شیمیایی برداشت شد (شکل ۴). سپس نمونه های به دست آمده از هر عمق با یکدیگر مخلوط شد تا یک نمونه میانگین بدست آید.



شکل ۴- اعماق نمونه‌برداری در یکی از نقاط برداشت

Sarsby برای نمونه‌گیری از رسوبات آلوده شده رعایت موارد زیر را لازم می‌داند:

- غلظت آلاینده‌ها ممکن است در جهت افقی یا عمودی متغیر باشد که می‌تواند به واسطه فعالیت های پیشین انجام یافته در منطقه باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

- آلاینده‌های ته‌نشین شده در سطح زمین ممکن است که به سطح پایین حرکت کرده و در اعماق جمع شود. اما وجود یک لایه نفوذناپذیر رسی می‌تواند به عنوان سدی در برابر انتقال آلودگی ها عمل کند. اگر این لایه رسی خیلی به سطح زمین نزدیک باشد آنگاه عمق لایه رسی نشان دهنده حداکثر عمق نمونه‌برداری است.
- عمق نمونه‌برداری بستگی به نوع آلاینده‌ها دارد اگر آلاینده‌ها تحرک بالایی داشته باشند، به اعماق بیشتری نفوذ می‌کنند پس عمق نمونه برداری افزایش می‌یابد.
- برای زمین های سفت و متراکم و یا برای آلاینده‌هایی که نسبتاً تحرک ندارند[1] (مانند فلزات) تهیه نمونه از سطح یا نزدیک سطح زمین مانعی ندارد.
- اگر در یک منطقه پوشش گیاهی متراکم باشد، آنگاه نمونه‌گیری باید تا عمقی که ریشه گیاه وجود دارد انجام گیرد.
- حداقل ۳ نمونه برای هر نقطه نمونه‌برداری پیشنهاد می‌شود که نمونه اول از رسوبات سطحی زمین است (حداکثر عمق ۲۰۰ میلی متر). نمونه سوم از بیشترین عمق نفوذ آلودگی گرفته می‌شود و نمونه دوم از یک عمقی در وسط بین نمونه های ۱ و ۳ انتخاب گردد (۱۲).

ویژگی های فیزیکی و شیمیایی رسوبات

ترکیب کانی‌شناسی رسوبات می‌تواند مهم ترین اثر را بر واکنش بین سیالات آلی و فازهای جامد داشته باشد. زیرا تفاوت در سطح ویژه کانی ها، باعث اختلاف در انتقال توده‌های آلاینده بین سیالات منفذی و زمینه ذرات می‌شود. بارهای نامتعادل منفی در کانی های رسی باعث تفاوت در EC می‌شود که زمینه را برای واکنش با کاتیون های موجود در سیالات منفذی پدید می‌آورد (۱۳). با توجه به موارد بالا لازم است که برخی از ویژگی های رسوبات از جمله بافت (درصد رس، سیلت و ماسه)، وزن واحد حجم، PH و ظرفیت تبادل کاتیونی (EC) تعیین شود.

وزن واحد حجم رسوبات توسط نمونه‌گیر استوانه‌ای و در حین نمونه‌برداری از سواحل اندازه‌گیری گردید. وزن واحد حجم برای هر عمقی اندازه‌گیری شد. پس برای هر نقطه نمونه‌برداری، سه مورد اندازه‌گیری وزن واحد حجم وجود دارد.

در این روش نمونه‌گیر فلزی در عمق مورد نظر قرار گرفته و سپس با ضربه در رسوبات فرو می‌رود. در بعضی از نقاط به علت وجود ذرات شن و عدم چسبندگی ذرات و یا اشباع بودن رسوبات، تعیین وزن مخصوص میسر نشد (شکل۵).

شکل ۵- اشباع بودن ماسه‌های ساحلی و ریزش رسوبات مانع از برداشت نمونه جهت تعیین وزن مخصوص می‌گردد.

نمونه های جمع آوری شده بعد از ارسال به آزمایشگاه از نظر بافت طبقه بندی شد. برای نشان دادن بافت خاک از سیستم طبقه بندی اداره کشاورزی ایالات متحده آمریکا[2] استفاده شده است. همان طور که در شکل ۶ نشان داده شده است، در این طبقه بندی، تمامی رسوبات در گروه لوم[3] نام گذاری می شوند که با تغییر درصد سیلت و ماسه در محدوده لوم سیلتی[4] تا لوم ماسه ای[5] پراکنده شده است.

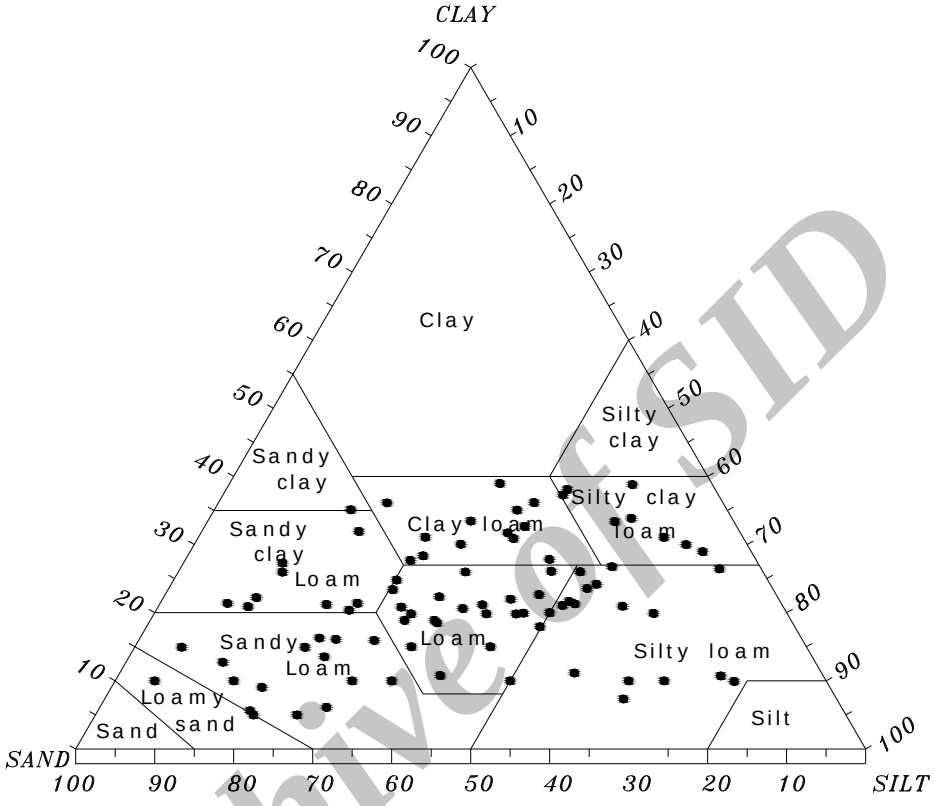
1- Immobile

2- U.S.Department of Agricultured (USDA)
3- Loam
4- Silty Loam
5- Sandy Loam

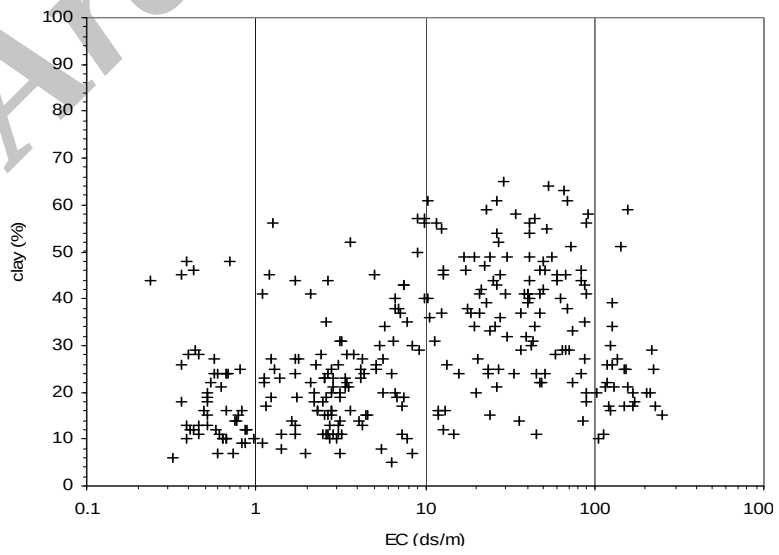
Archive of SID

www.SID.ir

بررسی بافت رسوبات ساحلی نشان می‌دهد که با افزایش درصد ذرات رسی ظرفیت تبادل یونی نیز افزایش می‌یابد که این پدیده به ساختار ویژه کانی های ورقه‌ای مربوط می‌گردد (شکل۷). بارهای نامتعادل منفی در کانی های رسی باعث تفاوت در EC می شود که زمینه را برای واکنش با کاتیونهای موجود در سیالات منفذی پدید می‌آورد (۱۴).



شکل ۶- طبقه بندی رسوبات جمع آوری شده بر طبق سیستم USDA



شکل ۷- تغییرات درصد رس در مقابل ظرفیت تبادل کاتیونی

Archive of SID

www.SID.ir

آنالیز رسوبات آلوده و درون‌یابی[1] نتایج

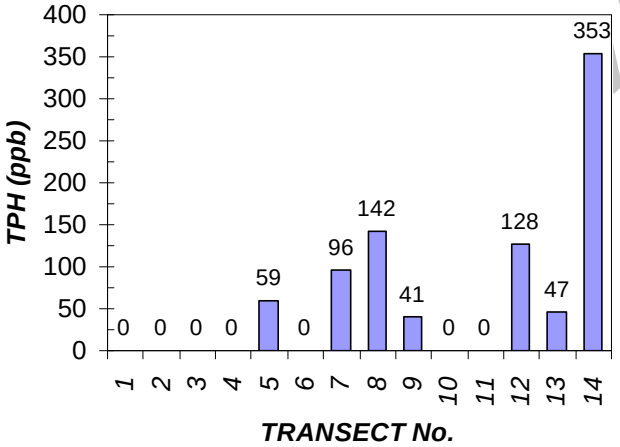
جهت تعیین آلاینده‌های نفتی در رسوبات از روش ها و ابزارهای مختلفی استفاده می‌شود که انتخاب روش تجزیه بستگی به نوع و مقدار آلاینده‌ها، اطلاعات مورد نیاز، اهمیت پروژه و نحوه کاربری نتایج دارد. کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا[2] (HPLC) یکی از روش های تجزیه با دو فاز ساکن و متحرک می‌باشد که فاز ساکن ستون جداکننده‌ای است که از ذرات بسیار ریز پر می‌شود و فاز متحرک مایعی است که از بین فاز ثابت عبور می‌کند (۱۵).

مطابق جدول ۱، *Moen* و همکاران برای ارزیابی بحران آلودگی در رسوبات از ۳ پارامتر C,B,A استفاده کرده‌اند. در این جدول ارزش A نشان‌دهنده میزان آلودگی در سطح زمینه[3] خاک است که این ارزش نشانگر استاندارد بهسازی[4] خاک نیز می‌باشد. ارزش B نشان می‌دهد که آلودگی در خاک رخ داده است و شناسایی وسعت آلودگی در منطقه ضرورت دارد. پارامتر C که بیشترین ارزش را نشان می‌دهد، بیانگر آلودگی شدید در خاک می‌باشد به گونه‌ای که عمل تصحیح اجباری است (۱۶).

جدول ۱- حدود اصلی هلندی برای نمونه‌های آلودگی نفتی در خاک

ماده آلاینده	غلظت در خاک (ppm)		
	A	*B*	*C*
Benzene	۰.۰۱	۰.۵	۵
Toluene	۰.۰۵	۳	۳۰
Phenols	۰.۰۲	۱	۱۰
Total aromatics	۰.۱	۷	۷۰
Total chlorobenzenes	۰.۰۵	۲	۲۰
Total chlorophenols	۰.۰۱	۱	۱۰
Total PCBs	۰.۰۵	۱	۱۰
Fuel	۲۰	۱۰۰	۸۰۰
Mineral oil	۱۰۰	۱۰۰۰	۵۰۰۰

در این تحقیق ۱۶ مورد از هیدروکربن های حلقوی معطر[5] (PAH_S) تجزیه و شناسایی گردید که مقایسه مقادیر به دست آمده از نتایج آنالیز با حدود اصلی آلودگی نشان می‌دهد که میزان آلودگی در منطقه بسیار ناچیز است، به گونه‌ای که برای آلوده ترین نقاط نیز نیاز به مطالعات بیشتر ضرورتی ندارد. همچنین ارزیابی آلودگی های نفتی نشان می‌دهد که توزیع آلاینده ها در رسوبات ساحلی مناطق مختلف یکسان نمی‌باشد (شکل ۸). مثلاً در مناطق نای‌بند و عباسک (ترانسکت های ۱ و ۱۰) هیچ گونه اثری از آلودگی های نفتی دیده نمی‌شود، در حالی که در مناطق گناوه، احشام‌احمدی و هلیله (ترانسکت های ۱۴ ، ۱۲و ۸) میزان آلودگی نفتی نسبت به مناطق دیگر قابل توجه است. بنابراین اگرچه از شرق به غرب میزان آلودگی نفتی افزایش یافته است ولیکن این روند صعودی به طور منظم در تمام ترانسکت ها دیده نمی‌شود.



شکل ۸- توزیع آلودگی های نفتی در امتداد ترانسکت های فرضی

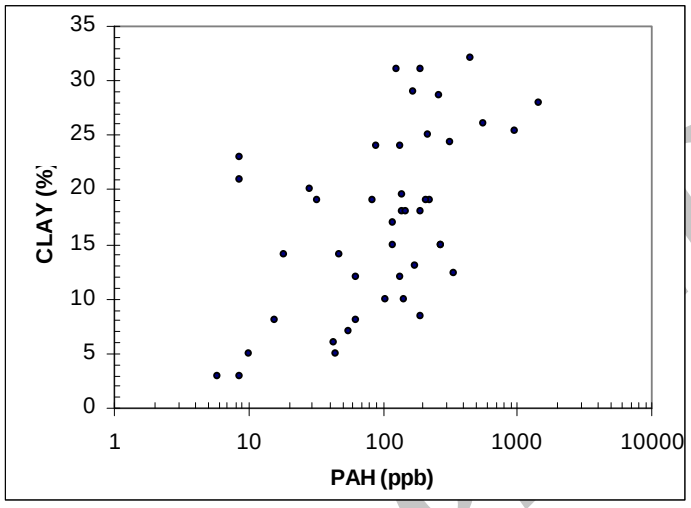
1- Interpretation
2- High Performance Liquid Chromatography
3- Back ground level
4- Remediation Standard

5 -Polycyclic Aromatic Hydrocarbons

Archive of SID

www.SID.ir

جنس رسوبات ساحلی در حفظ و پایداری آلودگی های نفتی موثر است چنان که در اکثر نمونه‌های برداشت شده از سواحل بوشهر رابطه مستقیمی بین درصد رس و هیدروکربن های آروماتیک وجود دارد (شکل ۹). شاید این پدیده مربوط به سطح ویژه بالا در کانی های رسی باشد. کانی های ورقه‌ای رسی در سطح خود بارهای منفی را حمل می‌کنند و این ناپایداری در بارهای الکترونی باعث افزایش تبادلات کاتیونی می‌شود. در نتیجه رس ها می‌توانند آلاینده ها را بهتر از ماسه‌ها جذب و نگه داری کنند (۱۱).



شکل ۹- تغییرات آلودگی هیدروکربن های آروماتیک نسبت به درصد رس

در شکل ۱۰ نتایج تجزیه هیدروکربن های کل نفتی[1] (TPH) برای نمونه‌ها بر حسب فاصله از ساحل در طول هر ترانسکت و همچنین عمق نمونه‌برداری مرتب شده است همان طور که در این شکل ملاحظه می‌شود، برای برخی ترانسکت ها هیچ گونه آلودگی نفتی مشاهده نشده است.

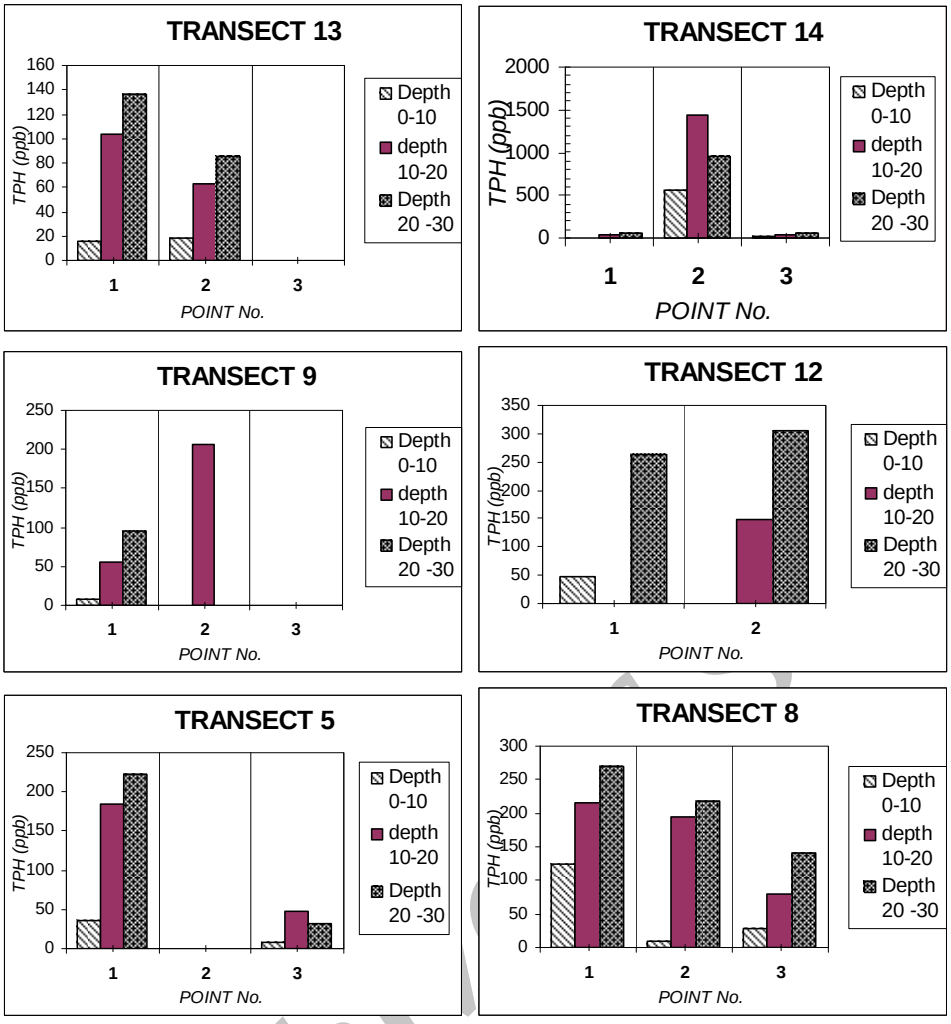
از بررسی نمودارهای شکل ۱۰ می‌توان به این نتیجه رسید که در طول یک ترانسکت هرچه از ساحل فاصله گرفته شود، میزان آلودگی کم تر می‌شود. یعنی بیشترین آلودگی در پایین‌ترین حد جزر و کم ترین مقدار در بالاترین حد مد وجود دارد. در این مورد می‌توان چنین فرض کرد که در محدوده جزر و مدی با نزدیک شدن به دریا، اثر آلاینده‌ها بر رسوبات بیشتر می‌شود، یعنی تعداد دفعات بیشتری آب دریا سطح رسوبات را می‌پوشاند بنابراین انتقال آلودگی به رسوبات در دفعات بیشتری تکرار می‌گردد.

در برخی از ترانسکت ها بیشترین آلودگی در نقطه نمونه‌برداری میانی دیده شده است که می‌توان آن را به ریخت شناسی سواحل مربوط دانست. به این معنی که ناهمواری سواحل و موانع طبیعی و مصنوعی در محدوده جزر و مدی مواد نفتی را به دام انداخته و منجر به تمرکز آلاینده‌ها در یک محدوده خاص شده است.

1- Total Petroleum Hydrocarbons

Archive of SID

www.SID.ir



شکل۱۰- تغییرات هیدروکربن کل نسبت به عمق نمونه‌برداری و فاصله از ساحل

(برای ترانسکت های ذکر نشده آلودگی هیدروکربن کل وجود ندارد)

علاوه بر آن نمودارهای ستونی بالا نشانگر رابطه‌ای مستقیم بین هیدروکربن های کل و عمق نمونه‌برداری است. به طوری که بیشترین مقدار آلودگی در نمونه‌هایی است که از اعماق ۳۰-۲۰ سانتی متری برداشت شده است و در این مورد دلایل زیر محتمل می‌باشد.

الف- آلودگی در تمام اعماق به طور یکنواخت توزیع شده است اما با گذشت زمان به علت تابش نور خورشید و گرمای محیط فرایندهای شیمیایی در رسوبات سطحی تسریع یافته و درصد بیشتری از هیدروکربن ها در اثر تبخیر و تجزیه از محیط خارج شده، در حالی که در اعماق بیشتر اثر نور و گرما بر آلاینده‌های نفتی کم تر است.

ب- رسوبات ساحلی دارای بافت و نفوذپذیری متغیری از سطح تا عمق می باشد، پس رسوبات سطحی به علت نفوذپذیری بالاتر، مواد نفتی کم تری را حفظ می‌کند و در اعماق بیشتر به علت تراکم بالاتر و تغییر بافت رسوبات، نفوذپذیری کاهش یافته و فرصت مناسبی برای جای گیری آلاینده‌ها پدید می‌آید. از طرفی در هر مرحله جزر و مد، آب نفوذی به داخل رسوبات باعث می‌شود که آلاینده‌ها به عمق بیشتری نفوذ کنند.

گذشته از نتایج بالا، تجربه برخی محققان نشان می‌دهد که میزان غلظت آلاینده‌ها در رسوبات بستگی به عوامل بسیاری دارد و معمولا در شرایط یکسان با افزایش عمق میزان

www.SID.ir

غلظت آلاینده‌ها کاهش می‌یابد، زیرا بخشی از آلاینده‌ها در مسیر حرکت توسط ذرات خاک جذب می‌شوند (۱۷).

علاوه بر آن مقدار اولیه آلاینده‌ها و سرعت توزیع آن ها نیز نقش به سزایی در میزان جذب دارد. هرچه غلظت اولیه و سرعت توزیع بیشتر باشد در یک عمق مشخص مقدار بیشتری مواد آلاینده جمع می‌شود. البته سرعت توزیع خود متاثر از دما می‌باشد و با افزایش دما از ۵ به ۲۵ درجه سانتی گراد سرعت توزیع آلاینده به طور چشمگیری افزایش می‌یابد. همچنین آلاینده و ویژگی های رسوبات نقش اصلی را در توزیع و جذب دارند. به عنوان مثال بنتونیت نسبت به کائولینیت مقدار بیشتری از آلاینده ها را جذب می‌کند و یا توزیع رابیدیوم خیلی سریع تر از منیزیم است (۱۸).

ج- در اثر عملکرد فرسایشی امواج، بخشی از رسوبات سطحی از بین رفته‌اند و رسوبات جدید جای گزین آنها شده است. تکرار این عمل در طی چندین سال باعث کاهش میزان آلاینده‌ها در رسوبات سطحی می‌گردد و رسوبات عمیق‌تر از عمل تخریبی امواج محفوظ می‌مانند.

نتیجه‌گیری

- با افزایش کانی های رسی در رسوبات، ظرفیت تبادل یونی EC بالا می‌رود. بنابراین تاثیر آلودگی های نفتی بر این رسوبات بیشتر است.
- در اکثر نمونه‌های برداشت شده رابطه مستقیمی بین درصد رس و هیدروکربن های آروماتیک وجود دارد بنابراین کانی های رسی در حفظ آلودگی های نفتی موثر هستند.
- مواد آلاینده نفتی در طول نوار ساحلی استان بوشهر به طور یکسان توزیع نشده است بلکه در بعضی از ترانسکت ها نرخ آلودگی بیشتر است و به طور کلی میزان آلودگی از شرق به غرب افزایش یافته است.
- در طول یک ترانسکت با دور شدن از ساحل میزان آلودگی کم تر می‌شود و در یک نقطه نمونه‌برداری بیشترین مقدار آلودگی نفتی در نمونه‌هایی است که از اعماق ۳۰-۲۰ سانتی متری برداشت شده است.

منابع

۱. محمدی گلنگشی، محسن، ۱۳۷۶، بررسی روند اثرات فلزات سنگین بر منابع آبی استان خوزستان بعد از آتش سوزی چاه های نفت کویت، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

۲. نادری، سعید، ۱۳۷۶، بررسی آلودگی های ناشی از هفت فلز سنگین V, Ni, Cr, Cd, Pb, Hg, As و هیدروکربن های نفتی (بصورت کل) در آب و رسوبات بندر انزلی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

3. S. L. Coles and Y. H. Fadlallah, 1991, Reef Coral Survival and Mortality at Low Temperatures in the Arabian Gulf: new Species–Specific Lower Temperature Limits, Coral Reefs **9**, pp. 231–237.

۴. نوان مقصودی، محمود، ۱۳۷۶، بررسی مقدار آلودگی ناشی از هفت عنصر سنگین Ag, V, Cd, Cr, Hg, Pb, Ni, و هیدروکربن های کل در بندرهای شهید رجایی و باهنر بندر عباس، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

۵. اطلاعی، فهیمه، ۱۳۷۸، گردش آب های ساحلی در منطقه بوشهر، دانشگاه تربیت مدرس.

۶. برنامه عزم ملی برای حفاظت از محیط زیست، بهار ۱۳۷۸، سازمان حفاظت از محیط زیست.

۷. نوری، جواد، ۱۳۷۷، بررسی تاثیر جریان های دریایی خلیج فارس بر آلودگی سواحل شمالی خلیج فارس، دانشگاه تربیت مدرس.

8. The First International Conference on the State of the Gulf Ecosystem (Future and Threats), 2006, UAE University, Al Ain, United Arab Emirates.

Archive of SID

www.SID.ir

۹. سهرابی بیدار، عبدالله، ۱۳۷۹، ارزیابی موردی زمین شناسی مهندسی نهشته های بستر دریا با استفاده از روش صوتی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

۱۰. عباس پور، مجید، ۱۳۷۷، مهندسی محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، جلد اول.

۱۱. تاجیک، مجید، ۱۳۸۳، ارزیابی تاثیر زمین زیست محیطی آلودگی های نفتی بر رسوبات ساحلی استان بوشهر، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.

12. Sarsby, Robert, 2000, Environmental geotechnics, Thomas Telford
13. Evgin, Das, 1996, geotechnical properties of oil contaminated sand, proceeding of 49th Canadian geotechnical conference.
14. Lakshmi N. Reddi, Hilary I. Inyang, 2000, Geoenvironmental engineering, Marcel Dekker

۱۵. یزدی کریمی، بتول، ۱۳۷۳، کروماتوگرافی مایع با کارایی بالا HPLC ، شرکت قاسم ایران

16. Kostecki Paul T & Calabrese Edward J, 1993, Hydrocarbon Contaminated Soil and Groundwater, LEWIS PUBLISHERS, Vol 3.
17. Raymond N. Yong, 2000, Geoenvironmental engineering: contaminated soil, pollution fate, and mitigation, CRC Press
18. Hsai _ Yang Fang, 1997, Introduction to Environmental Geotechnology, CRC Press,

Archive of SID

www.SID.ir