تاثیر شوری بر میزان تجزیه‌زیستی فنانترن توسط کنسرسیوم باکتری‌های شوردوست جدا شده از خاکهای آلوده به پسماند نفت خام

ملک حسین شهریاری [۱]، احمدعلی پوربابایی [۲]، علی اشرف سلطانی طولارود [۳]، اسماعیل شهریاری [۴]
[۱]استادیار گروه علوم باغبانی دانشگاه خلیج فارس بوشهر، [۲] استادیار گروه علوم خاك دانشگاه تهران، [۳] استادیار گروه علوم خاك دانشگاه محقق اردبیلی، [۴] دانش آموخته کارشناسی ارشد علوم خاك دانشگاه شهید چمران اهواز

چکیده
تجزیه زیستی هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای در خاک‌های آلوده یک فرآیند قابل قبول جهت پالایش این نوع خاک‌ها می‌باشد و موفقیت این فرآیند بستگی به توانایی باکتری‌های تجزیه کننده هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای، زیست‌فراهمی آلاینده‌ها و شرایط مناسب برای رشد و فعالیت ریزجانداران تجزیه‌کننده دارد. چهار کنسرسیوم باکتریایی دارای توانایی تجزیه فنانترن از خاک‌های شور و سدیمی آلوده به پسماندهای نفت خام منطقه سراجه قم جداسازی گردید. کنسرسیوم باکتریایی، غنی‌سازی شده از خاک شماره سه (جدایه‌های غالب آن، Q-SH۳،Q-SH۱۲ و Q-SH۱۴ می‌باشد)، بیشترین توانایی تجزیه فنانترن را داشت. تاثیر شوری بر تجزیه‌زیستی فنانترن توسط کنسرسیوم برتر با استفاده از غلظت‌های ۰/۵، ۱، ۵، ۱۰، ۱۵،۲۰، ۲۵، ۲۷ و ۳۰ درصد نمک در محیط کشت حاوی فنانترن بررسی شد. نتایج نشان داد که بیشترین تجزیه فنانترن توسط کنسرسیوم باکتری‌های شوردوست در محیط کشت با شوری ۱۰% حاوی فنانترن با غلظت ۴۰ mg L^{-1} فنانترن به میزان ۶۶/۸۷ درصد بود و با افزایش و کاهش درصد شوری محیط کشت، درصد تجزیه فنانترن کاهش یافت.

واژه های کلیدي: خاک، تجزیه زیستی، شوری،فنانترن، باکتریهای شوردوست

مقدمه
آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از فعالیت‌های بشر، بخشی از شیوه زندگی انسان‌ها در جهان صنعتی می‌باشد. انقلاب صنعتی قرن نوزدهم همراه با رفاه مادی که برای انسان‌ها به ارمغان آورد، باعث انتشار مواد مضر به محیط‌زیست گردید. تجمع این مواد زیان‌آور در اجزاء محیط زیست، آلودگی آن را به دنبال داشت. تجمع آلاینده‌ها در هوا، آب، رسوبات، خاک‌ها و موجودات‌زنده بخصوص انسان‌ها می‌تواند خسارات قابل توجهی در مقیاس منطقه‌ای و جهانی به سلامت انسان‌ها و محیط زیست وارد سازد. آلاینده‌های هیدروکربنی بخصوص هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای[۵۱](PAHs) از جمله آلاینده‌های اصلی در محیط هستند که به دلیل پایداری و در بسیاری موارد سرطان‌زا بودن برخی از آن‌ها، بسیار نگران‌کننده می‌باشند، البته نگرانی جدی راجع به وجود آن‌ها در محیط‌زیست بدلیل پتانسیل زیاد تجمع‌زیستی در زنجیره غذایی است (Jian et al,۲۰۰۴) . بنابراین ضرورت اصلاح محیط های آلوده به هیدروکربن‌های نفتی به خوبی احساس می‌شود. توجه به بعضی از روش‌های زیستی که هزینه‌های نسبتاً پایینی در مقایسه با دیگر روش‌های فیزیکی و شیمیایی دارند و نیز مطابق با اصول زیست محیطی هستند ضروري است. بر اساس تحقیقات اخیر تمام ترکیبات آلی طبیعی تحت شرایط مناسب ممکن است در نهایت توسط ریزسازواره‌ها تجزیه شوند (Leung et al. ۲۰۰۷). تجزیه‌زیستي یکي از فرآیندهایي است که توسط ریزسازواره‌های تجزیه‌کننده انجام مي‌گیرد و طي آن ترکیبات تجزیه‌پذیر توسط ریزسازواره‌ها به ترکیبات ساده‌تر تجزیه مي‌شوند.
اصلاح‌زیستی موثر خاک‌های شوری که به هیدروکربن‌های نفتی آلوده می‌باشند بستگی به توانایی میکروفلور طبیعی برای تحمل سطوح شوری محیط دارد. شوري به عنوان یکي از فاکتورهای بسیار تأثیرگذار بر تجزیه‌زیستي هیدروکربن‌های آروماتیك چندحلقه‌اي توسط محققین متعددی گزارش شده است.(Chen et al., ۲۰۰۸) به طور کلی توانایی ریزجانداران خاک در شوری زیاد، کاهش می‌یابد (Ward and Brock,۱۹۷۸). علاوه بر این افزایش شوری، تعداد و نوع سوبسترایی که توسط ریزجانداران مورد استفاده قرار می‌گیرد را کاهش می‌دهد(Riis et al., ۲۰۰۳) . تجزیه‌زیستی طیفی از هیدروکربن‌ها توسط باکتری‌های مخلوط جداسازی شده از باتلاق‌های نمکی (نمک‌زارها) گزارش شده است (Riis et al., ۲۰۰۳) . اکثر ریزسازواره‌های جداسازی شده که به طور معنی‌داری هیدروکربن‌ها را در شوری زیاد تجزیه می‌کنند عضو باکتری‌ها و آرکئاها هستند.

[۵۱]. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons

مینایی تهرانی و همکاران (۲۰۰۸)، با اعمال تیمارهای صفر تا پنج درصد کلرید سدیم، نشان دادند که با افزایش شوری، تجزیه‌زیستی برخی از هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای مانند فنانترن، آنتراسن، فلورانتن، پایرن و کروسن کاهش یافت. با توجه به اینکه غلظت یک درصد کلرید سدیم تاثیر چندانی بر تجزیه‌زیستی هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای نداشت آن‌ها پیشنهاد کردند که غلظت کمتر از یک درصد کلرید سدیم بر تجزیه‌زیستی هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای تاثیر قابل توجهی ندارد. کوک[۵۲] و همکاران (۲۰۰۲)، نشان داده‌اند که وجود نمك‌ها باعث جلوگيري از رشد باكتري‌هاي تجزيه‌كننده هيدروكربن‌ها مي‌شوند. چن و همکاران (۲۰۰۸)، با بررسي عوامل موثر بر تجزيه‌زيستي فنانترن در رسوبات در شرايط دوغابی گزارش كردند كه شوري و مقدار مايه ميكروبي بيشترين تاثير بر تجزيه‌زيستي فنانترن داشتند، در حالي‌كه تاثير فاكتورهايي مانند غلظت فنانترن، اضافه نمودن عناصر غذايي و دما بر تجزيه‌زيستي فنانترن معني‌دار نبودند. بنابراين اطلاعات مربوط به تجزیه‌زیستی فنانترن در شرایط شور برای درک رفتار هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای در چنین شرایطی و ارزیابی چشم انداز اصلاح زیستی ضروری می‌باشد. با توجه به این ضرورت بررسی تجزیه‌زیستی فنانترن توسط باکتری‌های شوردوست در غلظت های متفاوت نمک به عنوان هدف اصلی این تحقیق تبیین گردید.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از چهار خاک شور و سدیمی آلوده به نفت خام در منطقه بهره‌برداری نفت و گاز سراجه قم در ایران از عمق ۰ تا ۳۰ سانتیمتری انجام شد. نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و تا زمان انجام آزمایش در دمای ۴°C نگهداری شدند. به منظور غنی‌سازی باکتری‌های تجزیه کننده فنانترن، ۱۰ گرم از هر نمونه خاک آلوده به پسماند نفت خام به فلاسک ۵۰۰ میلی لیتری حاوی ۱۰۰ میلی‌لیتر از محیط کشت تغییر یافته مک گینتی[۵۳] (۲۰۱۰) حاوی ۸۰ mg L-۱ فنانترن اضافه گردید. نمونه‌ها به مدت هفت روز روی شیکر با دور ۱۵۰rpm و دمای ۳۷°C گرماگذاری شدند. جهت تکمیل فرآیند غنی‌سازی، ۱۰ میلی‌لیتر از محیط کشت غنی شده به ۹۰ میلی لیتر از محیط کشت نمکی تازه دارای تمام شرایط قبل انتقال داده شد و این عمل ۸ بار تکرار گردید. پس از اتمام آخرین مرحله غنی‌سازی، محصول نهایی به ۹۰۰ میلی‌لیتر محیط کشت تازه حاوی ۱۰ mg L-۱ فنانترن اضافه گردید و گرماگذاری به مدت ۷ روز در شرایط ذکر شده انجام شد. محصول نهایی به عنوان کنسرسیوم باکتریایی، جهت ارزیابی تجزیه زیستی فنانترن و دیگر آزمایش‌های مربوطه مورد استفاده قرار گرفت.

جهت تعیین تاثیر غلظت‌های مختلف شوری در تجزیه فنانترن، به میزان ۵ درصد حجمی از کنسرسیوم انتخاب شده رشد یافته در محیط حداقل با مکمل فنانترن با کدورت معادل ۵/۰ مک‌فارلند، به محیط کشت تغییر یافته مک گینتی (۲۰۱۰) در غلظت‌های ۵/۰، ۱، ۵، ۱۰، ۱۵،۲۰، ۲۵، ۲۷ و ۳۰ درصد نمک حاوی ۴۰ mg L-۱ فنانترن تلقیح گردید. پس از گذشت ده روز گرماگذاری در دمای ۳۷ °C و استخراج فنانترن باقی‌مانده در نمونه‌ها، توانایی باکتری‌های تجزیه کننده فنانترن برای تجزیه فنانترن در غلظت‌های مختلف نمک آزمایش شد. رشد باکتری‌ها نیز در محیط کشت نوترینت براث حاوی شوری‌های مختلف ذکر شده در طول موج ۶۲۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر می‌باشد که منظور از درصدهای نمک مخلوطی از ۴ نمک، $MgCl_2.6H_2O$,KCl ,Na_2SO_4 ,NaCl، با نسبت‌های ارائه شده در محیط کشت مک گینتی (۲۰۱۰) می‌باشد.

به منظور آماده سازی نمونه‌ها برای آنالیز با دستگاه‌های اسپکتروفتومتری و کروماتوگرافی مایع با قابلیت بالا[۵۴] (HPLC)، ابتدا محتویات لوله‌های آزمایش با دور ۹۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند. جهت استخراج فنانترن، محلول رویی جدا گردید. ۱۰ میلی‌لیتر n- هگزان به آن اضافه و به مدت ۵ دقیقه ورتکس شد. در نهایت فاز آلی آبگیری شده با سولفات سدیم بدون آب جهت تعیین غلظت فنانترن باقی‌مانده با دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۲۹۳ نانومتر اندازه‌گیری گردید. به منظور تایید نتایج حاصل از دستگاه اسپکتروفتومتر، غلظت فنانترن، در برخی از نمونه‌ها، با دستگاه HPLC مدل Agilent ۱۱۰۰ به صورت زیر اندازه گیری شد.

دستگاه HPLC مجهز شده به ستون C۱۸ ، با تغییرات شیب حلال از نسبت ۶۰% استونیتریل و ۴۰% آب مقطر دیونیزه در آغاز به کار دستگاه به ۱۰۰% استونیتریل با جریان ۱ میلی‌لیتر در دقیقه در بازه زمانی ۲۰ دقیقه تنظیم شد. دستگاه ۲۰ دقیقه در ۱۰۰ درصد استونیتریل نگه‌داری گردید. پس از تبخیر حلال n-هگزان، یک میلی‌لیتر استونیتریل به نمونه‌ها اضافه شد. ۲۰ میکرولیتر از هر نمونه به دستگاه تزریق و غلظت فنانترن توسط دتکتور UV در طول موج ۲۵۴ نانومتر با حد تشخیص ۵ ppb اندازه‌گیری گردید.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که کنسرسیوم باکتری‌های شوردوست(جدایه‌های غالب آن، Q-SH۳,Q-SH۱۲ و Q-SH۱۴ می‌باشد)، توانایی تجزیه فنانترن در گستره وسیعی از غلظت نمک را داشت (شکل ۱). بیشترین درصد تجزیه فنانترن در غلظت ۱۰ درصد نمک صورت گرفت (۶۶/۸۷ درصد) و با افزایش و کاهش شوری نسبت به ۱۰ درصد، تجزیه فنانترن کاهش یافت اما با این حال کنسرسیوم باکتری‌های شوردوست توانایی تجزیه بیش از ۷۰ درصد فنانترن در مدت ۱۰ روز در غلظت‌های ۵ و ۱۵ درصد نمک را نشان داد. شوری بیشتر از ۲۰ درصد تاثیر زیادی بر تجزیه زیستی گذاشت به صورتی‌که در غلظت ۲۵ درصد نمک، کمتر از ۱۰ درصد فنانترن تجزیه شد. میزان تجزیه فنانترن در غلظت‌های ۵/۰ و ۳۰ درصد نمک، ناچیز بود. به طور کلی توانایی رشد ریزسازواره‌ها و تجزیه هیدروکربن‌ها توسط

---

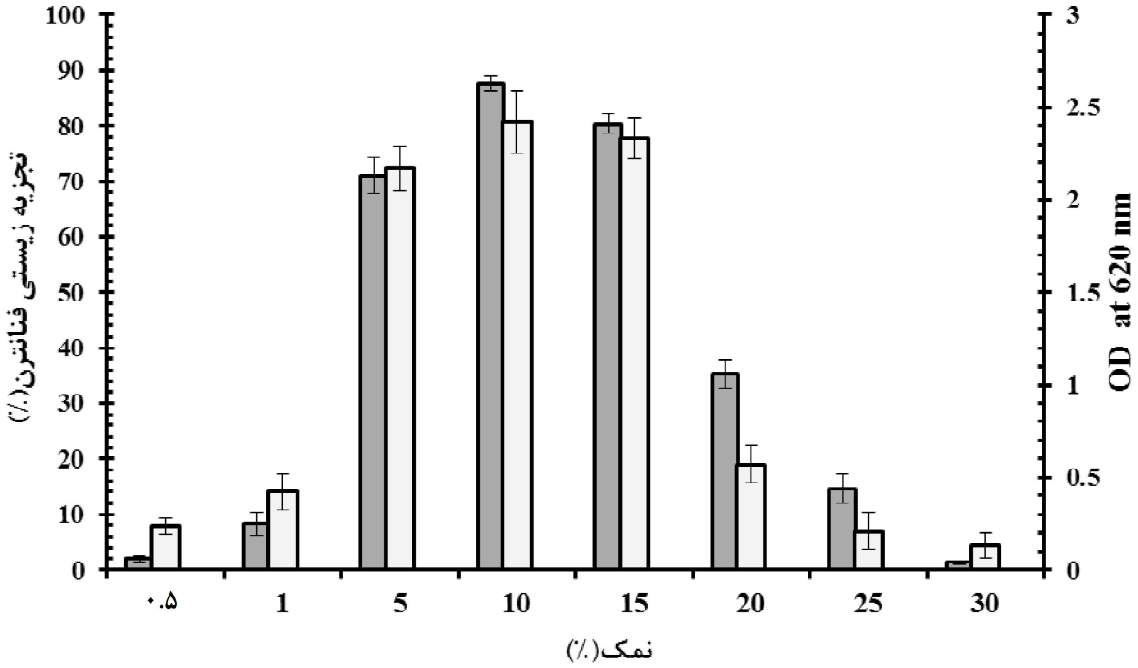
۵۲ . Cook

۵۳ . McGenity

۵۴ . High-performance liquid chromatography

آن‌ها در شوری بالا کاهش می‌یابد (Ward and Brock,۱۹۷۸). اگر چه در بسیاری از مطالعات غلظت NaCl به عنوان درصد نمک در نظر گرفته شده است (Ventosa el al., ۱۹۹۸). اما در این مطالعه مخلوطی از نمک‌ها که معمولا در خاک‌های شور یافت می‌شوند مورد استفاده قرار گرفت، چرا که استفاده از چندین نمک در محیط کشت، به شرایط طبیعی خاک‌ها نزدیک‌تر است.

اندازه‌گیری رشد باکتری‌ها در محیط نوترینت براث حاوی درصدهای مختلف نمک نشان داد که بیشترین رشد باکتری‌ها در شوری ۱۰ درصد بود و در شوری ۳۰ درصد کمترین رشد مشاهده گردید. در غلظت‌های ۵ و ۱۵ درصد نمک، رشد باکتری‌ها تفاوت معنی‌داری با غلظت ۱۰ درصد نمک نداشت.



شکل۱- تجزیه فنانترن در محیط حاوی درصدهای مختلف نمک توسط کنسرسیوم باکتری‌های شوردوست (ستون‌های تیره). رشد باکتری در محیط نوترینت براث ، (ستون‌های روشن).

جداسازی و انتخاب سویه‌های توانمند در تجزیه ترکیبات هیدروکربنی برای موفقیت آمیز بودن زیست پالایی محیط‌های آلوده به آلاینده‌های آلی بسیار مهم می‌باشد. بسیاری از گونه‌های باکتریایی دارای توانایی تجزیه هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای از محیط‌های مختلف جداسازی شده است، همچنین شوري نیز به عنوان یکي از فاکتورهای بسیار تأثیرگذار بر تجزیه‌زیستي هیدروکربن‌های آروماتیك چندحلقه‌اي توسط محققین متعددی گزارش شده است.(Chen et al., ۲۰۰۸) تاکنون اطلاعاتی که برای تجزیه زیستی هیدروکربن‌ها در محیط‌های خیلی شور گزارش شده محدود و در بعضی مواقع ضد و نقیض می‌باشد. کنسرسیوم میکروبی تجزیه‌کننده هیدروکربن‌ها توانایی سازگاری و تطابق با شوری‌های زیاد را دارند (Riis et al., ۲۰۰۳) .گزارش‌های دیگر نشان می‌دهند که شوری بر تجزیه‌زیستی تاثیرگذار نیست(Kerr and Capone, ۱۹۸۸) .

وارد و بروک (۱۹۷۸)، تاکید کردند که سرعت تجزیه در محیط‌های خیلی شور کاهش می‌یابند و اظهار داشتند که تجزیه زیستی آلاینده‌ها، در محیط‌های خیلی شور تردید جدي وجود دارد. در یک بررسی با افزایش شوري از ۳/۳ به ۴/ ۲۸ قسمت در هزار سرعت متابولیسم نفتالین و فنانترن به دلیل کاهش سرعت تجزیه میکروبي کاهش پیدا کرد(Ward and Brock,۱۹۷۸). آن‌ها گزارش کردند که بهینه شوري براي تجزیه‌زیستي فنانترن حدود ۱۰ تا ۱۵ قسمت در هزار مي‌باشد. دیاز[۵۵] و همکاران (۲۰۰۲)، گزارش کردند که تجزیه‌میکروبی فنانترن در شوری چهار درصد حداکثر می‌باشد.

زائو[۵۶] و همکاران (۲۰۰۹)، نیز بیان کردند بیشترین تجزیه فنانترن توسط مجموعه‌ای از ریزسازواره‌های شوردوست در شوری پنج درصد انجام می‌گیرد و با افزایش و کاهش شوری تجزیه زیستی فنانترن توسط کنسرسیوم میکروبی شوردوست کاهش می‌یابد. در حالی‌که کنسرسیوم باکتری‌های شور دوست در این تحقیق بیشترین تجزیه فنانترن را در غلظت بیشتری از نمک (۱۰ درصد نمک) نشان داد. دلیل این امر می‌تواند به دلیل شرایط محیطی باشد که باکتری‌ها از آن جداسازی شده‌اند چون باکتری‌ها به مدت طولانی در معرض شوری زیاد خاک بوده‌اند، با آن شرایط سازگار شده‌اند، در نتیجه توانایی فعالیت در چنین شرایط سختی را دارا می‌باشند.

[۵۵] . Diaz
[۵۶] . Zhao

اگر چه آرولاژگان و واسودوان[۵۷] (۲۰۱۱)، گزارش کردند که سویه *Ochrobactrum* sp. VA۱، توانایی تجزیه ۹۲ درصد فنانترن با غلظت اولیه ۳ mg L^{-1} فنانترن در شوری سه درصد کلرید سدیم در مدت چهار روز را داشت، اما با افزایش شوری به شش درصد، تجزیه فنانترن توسط همان سویه کاهش یافت.

اگرچه کنسرسیوم باکتری‌هایی شوردوست توانایی تجزیه فنانترن در طیف وسیعی از شوری را دارند اما این توانایی آن‌ها در محدوده از شوری است که تاکنون توسط محققین دیگر گزارش شده است. تجزیه زیستی طیفی از هیدروکربن‌ها در شوری ۳۱ درصد، توسط باکتری‌های مخلوط جداسازی شده از باتلاق‌های نمکی (نمک‌زارها) نیز گزارش شده است (Riis et al., ۲۰۰۳) . استرپتومایسس آلباکسیالیس[۵۸] تحمل کننده شوری و دما استخراج شده از میدان نفتی روسیه، قادر بود نفت خام و مشتقات آن را در غلظت ۳۰ درصد NaCl تجزیه نماید(Kuznetsov et al., ۱۹۹۲) . کنسرسیوم باکتریایی جداشده توسط برترند[۵۹] و همکاران (۱۹۹۰)، قادر به رشد و استفاده از هیدروکربن‌ها در شوری کمتر از ۱۰ درصد (w/v) نبودند، در حالی‌که دیگر کنسرسیوم‌های جداشده توسط همین گروه در شرایط عدم وجود NaCl و غلظت‌های بیشتر از ۶/۱۱ درصد NaCl غیرموثر بودند. این تفاوت‌ها، پیچیدگی کنسرسیوم باکتری‌های موجود در محیط‌های شور را منعکس می‌کنند.

اگرچه برخی از مطالعات گذشته نشان داده است که توانایی باکتری‌ها در محیط شور کاهش می‌یابد اما اخیرا محققین بیان کردند که باکتری‌هایی که در محیط‌های خیلی شور زندگی می‌کنند، ممکن است پتانسیل بیشتری از آنچه قبلا تصور می شده است در تجزیه آلاینده‌ها داشته باشند(Nicholson and Fathepure, ۲۰۰۵). برای مثال کنسرسیوم باکتریایی شوردوستی که توانایی تجزیه هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای را داشتند نیز قبلا توسط آرولاژگان و واسودوان (۲۰۰۹)، شناسایی شدند. لذا باکتری‌های شور دوست تجزیه کننده که می‌توانند در محیط دارای غلظت زیاد نمک زندگی نمایند به دلیل دارا بودن دو ویژگی شوردوست بودن و توانایی تجزیه آلاینده‌ها، ارزش کاربردی زیادی در پالایش آب‌ها و خاک‌های شور دارد.

منابع

Arulazhagan P., Vasudevan N. ۲۰۰۹. Role of a moderately halophilic bacterial consortium in the biodegradation of polyaromatic hydrocarbons. Marine Pollution Bulletin. ۵۸: ۲۵۶-۲۶۲.

Bertrand JC., Almallah M., Acqaviva M., Mille G. ۱۹۹۰. Biodegradation of hydrocarbons by an extremely halophilic archae bacterium. Lett. Appl. Microbiol. ۱۱: ۲۶۰-۲۶۳.

Chen J., Wong MH., Wong YS., Tam NFY. ۲۰۰۸. Multi-factors on biodegradation kinetics of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) by Sphingomonas sp. A bacterial strain isolated from mangrove sediment, Mar. Pollut. Bull. ۵۷: ۶۹۵-۷۰۲.

Cook SV., Chu A., Goodman RH. ۲۰۰۲. Leachability and toxicity of hydrocarbons, metals and salt contamination from flare pit soil. Water, Air, and Soil Pollution. ۱۳۳: ۲۹۷-۳۱۴.

Diaz MP., Boyd KG., Grigson SJ., Burgess JG.۲۰۰۲. Biodegradation of crude oil across a wide range of salinities by an extremely halotolerant bacterial consortium MPD-M, immobilized onto polypropylene fibers. Biotechnology and Bioengineering, . ۷۹,۱۴۵-۱۵۳.

Jian Y., Wang L., Peter PF., Yu HT. ۲۰۰۴. Photomutagenicity of ۱۶ polycyclic aromatic hydrocarbons from the US EPA priority pollutant list. Mutat Res. ۵۵۷:۹۹-۱۰۸.

Kelley I., Cerniglia CE. ۱۹۹۱. The metabolism of fluoranthene by a species of mycobacterium. Journal of Industrial microbiology. ۷:۱۹-۲۶.

Kerr RP., Capone DG. ۱۹۸۸. The effect of salinity on the microbial mineralization of two polycyclic aromatic hydrocarbons in estuarine sediments. Mar Environ Res. ۲۶: ۱۸۱-۱۹۸.

Kuznetsov VD., Zaitseva TA.,Vakulenko LV., Filippova SN.۱۹۹۲. *Streptomyces albiaxalis* sp nov.; a new petroleum hydrocarbon degrading species of thermo- and halotolerant Streptomyces. Microbiology. ۶۱:۶۲-۶۷.

Leung KT., Nandakumar K., Sreekumari K., Lee H., Trevors J. ۲۰۰۷. Biodegradation and bioremediation of organic pollutants in soil. In: Van Elsas, J.D., Jansson, J.K. and Trevors J.T (eds) Modern Soil Microbiology, CRC press. Boca Raton. Florida. USA. ۲nd ed. pp. ۵۲۱ -۵۵۲.

McGenity T J . ۲۰۱۰. Halophilic hydrocarbon degraders. In: Timmis KN (ed) Handbook of hydrocarbon and lipid microbiology. Springer, Berlin. DOI:۱۰.۱۰۰۷/۹۷۸-۳-۵۴۰-۷۷۵۸۷-۴-۱۲۳.

[۵۷]. Arulazhagan and Vasudevan
[۵۸]. *Streptomyces albaxialis*
[۵۹] . Bertrand

Minai-Tehrani D., Minoui S., Herfatmanesh A. ۲۰۰۸. Effect of Salinity on Biodegradation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) of Heavy Crude Oil in Soil. Bull Environ Contam Toxicol. DOI ۱۰.۱۰۰۷/s۰۰۱۲۸-۰۰۸-۹۵۴۸-۹.

Nicholson CA., Fathepure BZ. ۲۰۰۵. Aerobic biodegradation of benzene and toluene under hypersaline conditions at the Great Salt Plains, Oklahoma. FEMS Microbiology Letters. ۲۴۵, ۲۵۷-۲۶۲.

Riis V., Kleinsteuber S., Babel W. ۲۰۰۳. Influence of high salinities on the degradation of diesel fuel by bacterial consortia. Canadian Journal of Microbiology. ۴۹ : ۷۱۳-۷۲۱.

Ventosa A., Nieto JJ., Oren A. ۱۹۹۸. Biology of moderately halophilic aerobic bacteria. Microbiology Molecular Biology Reviews, ۶۲ :۵۰۴-۵۴۴.

Zhao B., Wang H., Mao X., Li R. ۲۰۰۹. Biodegradation of phenanthrene by a halophilic bacterial consortium under aerobic conditions. Current Microbiology. ۵۸(۳) : ۲۰۵-۲۱۰.

Abstract

Biodegradation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in contaminated soil is an attractive remediation technique and its success depends on the ability of PAH-degrading bacteria, bioavailability of contaminant and the optimal condition for PAH-degrading bacteria. the effects of salinity on biodegradation of phenanthrene, a ۳-ring model PAH, in saline conditions by halophilic consortium (the main dominant strains were Q-SH۳,Q-SH۱۲ isolated from sodic and saline crude oil contaminated soil, were investigated using the different salt concentrations including ۰.۵, ۱,۵,۱۰,۱۵,۲۰,۲۷,۳۰ percent of salt. The effect of salinity on biodegradation of phenanthrene showed that The highest biodegradation of phenanthrene was ۸۷.۶۶% of initial amount (۴۰ mg/ l) of phenanthrene in ۱۰ percent of salinity after ۱۰ days of experiment.

Keywords: Soil, Biodegradation, Salinity, Phenanthrene , Halophilic Bacteria