تاثیر هیدروکربن‌های نفتی بر میزان بقاء و رنگیزه‌های سیانوباکتری‌های جدا شده از مناطق آلوده به نفت آبادان

ندا سلطانی[1]*، لادن بافته‌چی[1]، شادمان شکروی[2]

۱. گروه میکروبیولوژی نفت، پژوهشکده نفت جهاد دانشگاهی، تهران
۲. گروه زیست‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد گرگان

چکیده

پاکسازی محیط‌های آبی و خاکی از پساب‌های هیدروکربنی ناشی از آلودگی‌های نفتی از توجه و اهمیت بسیاری برخوردار است. یکی از راه‌های رفع آلودگی، استفاده از ریزجلبک‌ها و از جمله سیانوباکتری‌ها می‌باشد. در این تحقیق اثر یک نوع پسماند کارخانه گل روغنی (شامل ۷۰٪ گازوئیل) بر روی بقاء و رنگیزه‌های سه سیانوباکتری (*Oscillatoria* + *Calothrix*، *Nostoc* و *Calothrix*) به شکل خالص و مخلوط بررسی گردید. این سیانوباکتری‌ها از خاک ساحل اروندرود در شهر آبادان جدا گشتند. نتایج حاکی از آن است که میزان بیومس در نمونه اول حدود سه برابر نمونه‌های دیگر است. روند رشد در این نمونه افزایشی و در دو نمونه دیگر ابتدا روند کاهشی داشته و سپس بعد از حدود یک هفته به فاز ساکن رسیده است. هر سه نمونه بقای خود را در تیمارهای اعمال شده حفظ نموده و ترکیب نفتی برای هیچکدام از نمونه‌ها سمیت مرگ‌آوری تولید نکرده است. میزان کلروفیل در نمونه‌ها با میزان بیومس تطابق داشته و در نمونه اول حدود سه برابر نمونه‌های دوم و سوم می‌باشد. بطورکلی نتایج حاصل از این آزمایش حاکی از مقاومت این سه نمونه در مقابل اعمال تیمار ترکیب نفتی بوده و پتانسیل این سیانوباکتری‌ها را برای استفاده از آن‌ها برای تجزیه آلودگی ناشی از ترکیبات نفتی را نشان می‌دهد. ضمن اینکه نتایج برای اولین بار برای ریزجلبک‌های بومی ایران گزارش می‌گردند.

کلمات کلیدی: آلودگی، بقاء، ترکیبات نفتی، رشد، رنگیزه، سیانوباکتری

مقدمه

آلودگی‌های نفتی یکی از معضلات زیست‌محیطی است که می‌تواند در اثر تصادفات نفتکش‌ها، فعالیت‌های اکتشاف و حفاری، پساب‌های صنایع نفتی و نشت لوله‌های انتقال نفت در محیط‌های آبی و خاکی پراکنده شوند.از آنجا که مهم‌ترین اجزای سازنده نفت را هیدروکربن‌ها تشکیل می‌دهند، پاکسازی محیط (آب و خاک) آلوده به پساب‌های هیدروکربنی از بیشترین توجه و اهمیت برخوردار است. یکی از راه‌های رفع آلودگی، استفاده از ریزجلبک‌ها و از جمله سیانوباکتری‌ها می‌باشد. مطالعات اولیه نشان می‌دهد که این موجودات قادرند، اجزای آروماتیک و آلیفاتیک نفت را اکسید کنند (Garcia de Oteyza et al., 2004; Al-Hasan et al.,

*e.mail:soltani6@yahoo.com

2001; Raghukumar et al., 2001). علاوه بر این در پشته‌هایی که سیانوباکتری‌ها در آن‌ها غالب هستند، قارچها و باکتری‌های تخمیر کننده نفت در لایه‌های پلی‌ساکاریدی این سیانوباکتری‌ها به طور طبیعی زندگی می‌کنند. فعالیت توام سیانوباکتری‌ها و ارگانوتروف‌های وابسته به آن در اصلاح و بهبودی این چنین محیط‌های آلوده موثر هستند.

سیانوباکتری‌ها اساساً موجودات فتوسنتز کننده اکسیژنی هستند، ولی تعدادی از آن‌ها قادرند از ترکیبات آلی اضافی از طریق هتروتروفی یا فتوهتروتروفی استفاده کنند. گزارش‌ها در این خصوص متعددند. در اغلب موارد هتروتروفی فقط با استفاده از تعداد محدودی گهرمایه‌های[1] آلی مانند گلوکز، فروکتوز، ریبوز، سوکروز و نیز گلیسرول، قند نامیده می‌شوند، آزمایش شده است.

Ellis (۱۹۷۷) اولین مطالعات را بر روی توان میکروارگانیسم‌های فتوسنتزی (شامل سیانوباکتری‌ها) در اکسیداسیون هیدروکربن آروماتیک انجام داد. این محقق توان تجزیه فنل و کتکول را در ریزجلبک‌های *Chlamydomonas ulvaensis*، *Chlorella pyenoidosa*، *Scenedesmus brasiliensis*، فیتوفلاژلای *Euglena gracilis* و سیانوباکتری‌های *Anabaena cylindrica* و *Phormidium foveolarum* بررسی کرده است. از این میان ٤ عدد از فتوتروف‌ها فنل را تجزیه کرده درحالی که تمام ٦ میکروارگانیسم کتکول را تجزیه می‌کنند. همچنین بر روی تجزیه زیستی نفتالن توسط باکتری‌ها، قارچها و جانوران عالی مطالعات زیادی صورت گرفته است (مانند Cerniglia & Gibson, 1977). مطالعات بر روی اکسیداسیون نفتالن توسط سیانوباکتری‌ها با مطالعات *Oscillatoria* sp. و *Agmenellum quadruplicatum* آغاز گردید. همچنین تاثیر نفت خام و آلکان‌های منفرد بر سوش‌های غیرخالص *Microcoleus chthonoplastes* و *Phormidium corium* که از رسوبات غنی از نفت جدا شده اند، بررسی شده است (Al-Hasan et al., 1994). مطالعات حاکی از آن است که میکروارگانیسم‌هایی که آلکان‌ها را مورد استفاده قرار می‌دهند، ابتدا آن‌ها را به اسیدهای چرب اکسید می‌کنند. بنابراین طرح اسید چرب لیپیدهای سلولی بازتابی از آلکان مورد استفاده آن‌ها است.

هدف از این تحقیق مطالعه بررسی اثر ترکیبات نفتی بر روی رشد و ترکیبات رنگیزه‌ای سیانوباکتری‌های جدا شده از خاک‌های آلوده به نفت بوده است. نظر به اهمیت و جایگاه استراتژیک استان خوزستان از نظر دارا بودن چاه‌ها و لوله‌های انتقالی نفت در ایران، این سیانوباکتری‌ها از منطقه آبادان جدا شده‌اند.

مواد و روش‌ها

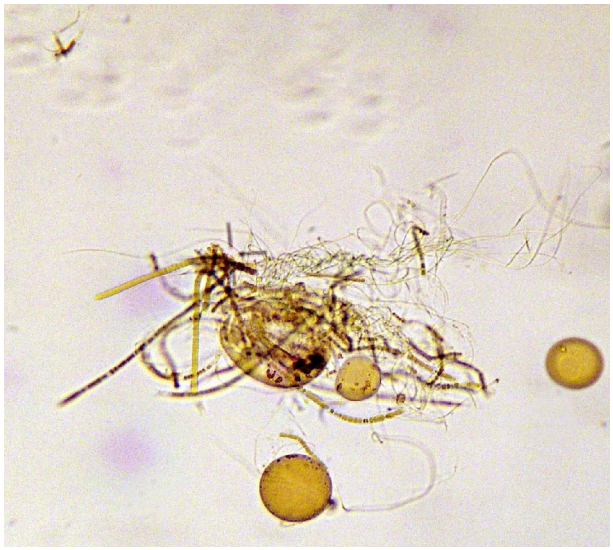
نمونه‌های خاک از کنار اروندرود از سواحل شهر آبادان جمع‌آوری گشتند. این نمونه‌ها به منظور جدا سازی سیانوباکتری‌های موجود در پلیت کشت گردیدند. کشت خاک مطابق روشی که سلطانی و همکاران (١٣٨٤) قبلاً انجام داده بودند، صورت گرفت. پس حصول کلنی‌های سیانوباکتری‌ها بر روی خاک، این کلنی‌ها به پلیت آگار منتقل گردیدند. کشت‌های متوالی از سیانوباکتری‌های رشد یافته بر روی پلیت آگار صورت گرفت تا این که سیانوباکتری‌های خالص حاصل شد. برای انجام مرحله بعد دو سوش سیانوباکتری به صورت منفرد (نمونه دوم و سوم) و دو سوش سیانوباکتری به شکل مخلوط (نمونه اول) برای تیماردهی انتخاب گردیدند. شناسایی مقدماتی و شناسایی در حد گونه با استفاده از John و همکاران (۲۰۰۳) و Desikachary (۱۹۵۹) انجام شد. به منظور اعمال تیمار نفتی ابتدا جلبک‌ها وارد کشت مایع گردیدند. کشت در محیط $BG11_0$ صورت پذیرفت. نوردهی با نور سفید (۳۰۰۰ لوکس) و با استفاده از دو لامپ

[1] Substrates

فلورسانت به شکل مداوم انجام گرفت. دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد و pH ۷/۲ انتقال داده شد (Soltani et al., 2005). بررسی‌ها در ارلن‌های با حجم ۲۵۰ میلی‌لیتر محتوی ۱۰۰ میلی‌لیتر سوسپانسیون انجام شد. کشت‌ها به مدت ۱ ساعت هم زده شده و سپس به اتاق کشت منتقل گردیدند. پیش از تلقیح، نمونه به مدت ٤٨ ساعت جهت ایجاد سازگاری به محیط مایع وارد گردید. نمونه‌های ۱ و ۲ و ۳ تحت تیمار یک ترکیب نفتی (پسماند کارخانه گل روغنی شامل ۷۰٪ گازوئیل و مقادیر جزئی ورساکوت و ورساوت، باریت، کربنات سدیم، آهک) قرار گرفتند. این تیمارها عبارت بودند از ۰، ۱، ۲، ۳ و ٤٪ از ترکیب نفتی که به طور جداگانه بر روی نمونه‌ها اعمال گردید. سنجش‌های فیزیولوژیک شامل بقا، رشد و رنگیزه‌ها در هنگامی که نمونه‌ها وارد فاز لگاریتمی شدند، صورت پذیرفت (روز هفتم پس از رشد). رشد بر اساس کدورت سنجی، با استفاده از اسپکتروفتومتر (OD_{750}) انجام شد. سنجش کلروفیل پس از استخراج با متانول با روش Jensen (۱۹۷۸) اندازه‌گیری گردیدند. آنالیزهای آماری بوسیله نرم‌افزار های SPSS Ver 11 و Excel 2003 انجام شد.

نتایج

سوش‌های جدا شده تحت عنوان نمونه‌های ۱، ۲ و ۳ عبارت بودند از؛ نمونه ۱: *Oscillatoria + Calothrix*، نمونه ۲: *Nostoc* و نمونه ۳: *Calothrix*. نمونه‌ها پس از تلقیح در فاز مایع ابتدا در محیط کشت غوطه‌ور بودند، ولی پس وارد شدن در فاز لگاریتمی ریسه‌های سیانوباکتریایی به سطح محیط کشت (محل قرارگیری ترکیب نفتی) کشیده شدند. این حالت حکایت از تمایل سوش‌ها به استفاده از هیدروکربن‌های نفتی دارد. شکل ۱ نمونه *Oscillatoria* را در اطراف قطرات ترکیبات نفتی نشان می‌دهد.



شکل ۱: سیانوباکتری‌ها در اطراف قطره نفت

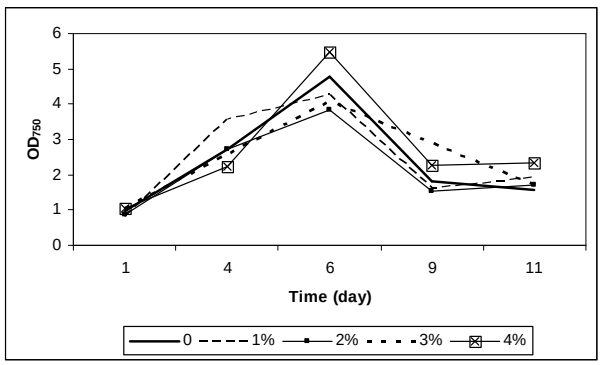
جدول ۱ نرخ رشد را در سه نمونه تیمار شده در آزمایش نشان می‌دهد. همانطور که ملاحظه می‌گردد، نرخ رشد بر خلاف نمونه‌های دوم و سوم، فقط در نمونه اول مثبت می‌باشد. در نمونه اول که مخلوطی از دو سیانوباکتری *Oscillatoria* و *Calothrix* افزودن ترکیب نفت مانع از رشد نشده است.

جدول ۱: مقدار نرخ رشد (μ) و زمان مضاعف شدن (G) نمونه‌های سیانوباکتری ۱، ۲ و ۳، تحت تیمارهای مختلف ترکیب نفتی

نمونه		نوع تیمار				
		فاقدترکیب‌نفتی	٪۱	٪۲	٪۳	٪٤
Oscollatoria+ Calothrix	G	۱/٥٦	٥/۰٦	۲/٥٦	۱/۸۹	۰/۹۷
	μ	۰/٤۱	۰/۱۲	۰/۲۷	۰/۳۳	۰/٦٥
Nostoc	G	-۱/۲۱	-۰/۹٦	-٥/۸۲	-۱/۷۹	-٤/۰۰
	μ	-۰/٥۲	-۰/٦٥	-۰/۱۱	-۰/۳٥	-۰/۱٦
Calothrix	G	-۰/٦۸	-۰/٥۷	-۰/۸٥	-۰/۹۱	-۲/۲۳
	μ	-۰/۹۳	-۱/۱۰	-۰/۷٥	-۰/۷۰	-۰/۲۸

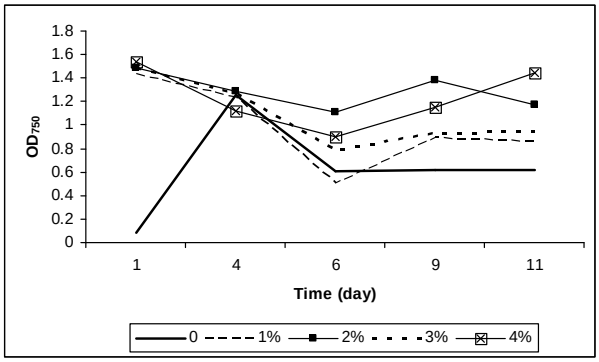
این نتایج در خصوص زمان دو برابر شدن نیز مشابه می‌باشد. نمونه‌های دوم و سوم مقادیر منفی را در مورد نرخ رشد و زمان دو برابر شدن نشان می‌دهند که حاکی از کاهش بیومس و رشد منفی این نمونه‌ها است. در نمونه اول بیشترین نرخ رشد مربوط به تیمار ۱٪ است (۵/۰٦). در تیمارهای دیگر با افزایش غلظت ترکیب نفتی میزان نرخ رشد کاهش یافته است. بر خلاف این، صرف نظر از تیمار ٤٪، میزان زمان دو برابر شدن در شاهد بیشتر است.

اشکال ۲-٤ حکایت از منحنی رشد سه نمونه تحت تیمار دارد. همانطور که در این اشکال قابل ملاحظه می‌باشد، فاز لگاریتمی نمونه اول روند افزایشی را نشان می‌دهند. این روند در کلیه تیمارها در این نمونه ملاحظه می‌گردد. بعد از روز ششم نمونه‌ها تا روز نهم کاهشی در رشد نشان داده و وارد فاز ساکن می‌گردند. ضمن اینکه میزان جذب در این منحنی بطور قابل ملاحظه‌ای از دو نمونه دیگر بیشتر می‌باشد. بیشترین میزان جذب در روز ششم مشاهده گردیده است. بنابراین نتایج حاکی از بقای این نمونه در کلیه تیمارهای نفتی است.

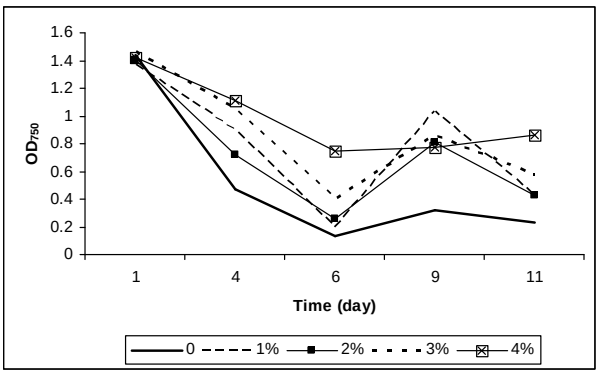


شکل ۲: منحنی رشد نمونه ا در تیمارهای مختلف ترکیب نفتی

شکل ۳ نیز بقای نمونه دوم را در تیمارهای نفتی حکایت می‌کند. با این تفاوت که این نمونه قادر به افزایش بیومس در تیمارها نبوده و فقط خود را از مرگ حفظ می‌کند. همانطور که نشان داده شده است، در نمونه شاهد ابتدا رشد روند افزایشی داشته و بعد از یک افت دو روزه میزان بیومس به مقدار ثابتی رسیده و در همین میزان باقی می‌ماند. در تیمارهای نفتی نمونه دوم اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای ۱٪-٤٪ ملاحظه نمی‌گردد. کلیه تیمارها ابتدا با یک افت رشد مواجه بوده و سپس به فاز ساکن می‌رسند. بطور کلی این نمونه نیز در هنگامی که با ترکیب نفتی روبرو می‌شود، قدرت بهره‌وری زیادی از این منبع هیدروکربوری نداشته، ولی با سمیتی نیز از طرف آن مواجه نمی‌شود. ولی این افت در تیمار ۲٪ بسیار کمتر نمایان شده است.

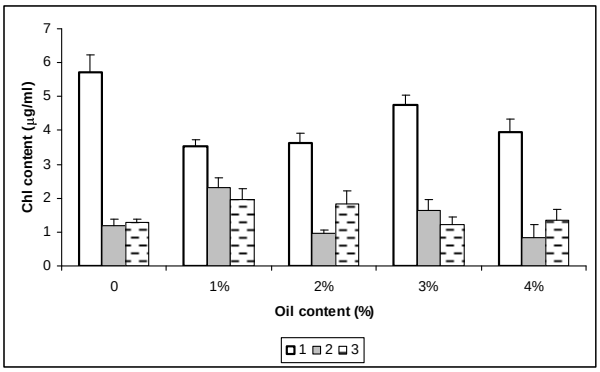


شکل ۳: منحنی رشد نمونه۲ در تیمارهای مختلف ترکیب نفتی



شکل ٤: منحنی رشد نمونه۳ در تیمارهای مختلف ترکیب نفتی

نمونه سه که سوشی از *Calothrix* است، افت شدیدی را در رشد در کلیه تیمارها و همچنین شاهد از خود نشان می‌دهد. از آنجا که این افت در شاهد نیز مشاهده شده است، می‌تواند حکایت از عدم تطابق نمونه با محیط جمع‌آوری شده و شرایط آزمایشگاهی داشته باشد. حساس بودن خود نمونه *Calothrix* نیز دلیلی دیگر برای این کاهش بیومس است. ولی باید اشاره کرد که این حساسیت به میزانی نیست، که کلاً موجب نابودی نمونه گردد، بلکه این سوش حتی در تیمار ٤٪ توانسته است بقای خود را حفظ کند.



شکل ۵: مقایسه میزان کلروفیل در سه نمونه سیانوباکتریایی در غلظت‌های مختلف ترکیب نفتی

میزان کلروفیل سه نمونه در تیمارهای مختلف در شکل ۵ آمده است. همانطور که ملاحظه می‌گردد، این میزان در نمونه اول تفاوت معنی‌داری با نمونه‌های دوم و سوم دارد. بیشینه میزان کلروفیل در نمونه اول در شاهد به مقدار ۵/۷۲ میکروگرم بر میلی‌لیتر است. این میزان در تیمار ٤٪ به ۳/۹ میکروگرم بر میلی‌لیتر افت کرده است. در مابقی تیمارها تفاوت معنی‌داری ملاحظه نمی‌گردد (ANOVA, $P<0.05$). در نمونه‌های دوم و سوم، بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. ولی میانگین میزان کلروفیل در این نمونه‌ها به طور محسوسی نسبت به نمونه اول کاهش یافته است. به طوری که میانگین میزان کلروفیل در نمونه دوم و سوم (شاهد) به ترتیب ۱/۳۹ و ۱/٥٤ میکروگرم بر میلی‌لیتر است که در نمونه اول به میزان ٤/۳۲ میکروگرم بر میلی‌لیتر افزایش یافته است. این افزایش حدود سه برابری در نمونه اول با میزان بیومس نشان داده شده در منحنی رشد نیز تطابق دارد.

بحث

محل قرارگیری ریسه‌های جلبکی در کنار قطرات نفت می باشد. احتمالاً این حالت به منظور استفاده از این قطرات نفتی به عنوان منابع هیدروکربنی برای انجام متابولیسم سلولی است. زیرا همانطور که محققان نشان داده‌اند، برخی از سیانوباکتری‌ها قادرند از ترکیبات آلی اضافی از طریق هتروتروفی یا فتوهتروتروفی استفاده کنند (Pearce & Carr, 1966). اگرچه می‌دانیم که چنین ترکیباتی به شکل مولکول‌های کامل به سلول‌ها می‌روند، مکانیسم(های) جذب هیدروکربن‌ها بوسیله میکروارگانیسم‌ها هنوز به درستی روشن نشده است. اولین تماس بین سلول‌ها و چنین ترکیبات غیرمحلول در آب بوسیله ماهیت هیدروفوبیک غشاهای سلولی گسترش می‌یابد (Ramsay et al., 1988). فرض بر آن است که میکروارگانیسم‌ها بخش محلول هیدروکربن را جذب می‌کنند. این حالت فقط برای ترکیباتی با وزن مولکولی پایین صدق می‌کند. حلالیت درون آب، با افزایش وزن مولکولی هیدروکربن بشدت کاهش می‌یابد. بسیاری از باکتری‌ها و مخمرها با غشاهای هیدروفوبیک تمایلی نسبت به قطرات هیدروکربن در محیط‌های کشت آبی دارند. این امر یک فرآیند فیزیکی است و به شناخت ویژه مواد توسط سلول مربوط نمی‌شود. همچنین هیدروکربن‌ها ممکن است توسط امولسیفیکاسیون در دسترس میکروارگانیسم‌ها قرار گیرند (Singer & Finnerty, 1984). بقای سه نمونه تیمار شده در این تحقیق حاکی از پتانسیل استفاده از این ترکیبات هیدروکربوری توسط نمونه‌های سیانوباکتریایی دارد. همانطور که نتایج نشان می‌دهند هیچکدام از نمونه‌های این آزمایش به طور کلی از بین نرفته‌اند. بلکه در نمونه اول رشد حالت افزایشی داشته و در نمونه‌ها دوم و سوم با وجود اینکه نمونه‌ها در ابتدا روند کاهشی در رشد را نشان داده‌اند، ولی پس از حدود ۷ روز به فاز ساکن از منحنی رشد رسیده‌اند. احتمالاً این کاهش در رشد به دلیل زمان مورد نیاز برای سازش با شرایط جدید و تیمار اعمال شده دارد. بنابراین تاثیر ترکیب نفتی مرگ‌آور نبوده است. در صورتی که می‌دانیم نفت خام دارای اجزایی است که حتی در غلظت‌های پایین خاصیت بازدارندگی ویژه بر موجودات فتوسنتزی دارد. اساس بیوشیمیایی این سمیت هنوز ناشناخته است. البته این تاثیر هم با توجه به ساختار نفت و هم با توجه به نوع سوش مورد مطالعه متفاوت می‌باشد. در همین رابطه محققان از نمونه‌های محیطی، شامل جمعیت‌های مخلوط و کشت‌های خالص،

استفاده کرده‌اند. در مطالعه‌ای که بر روی موجودات فتوسنتزی شامل سیانوباکتری *Agmenellum quadruplicatum* صورت گرفته، نشان داده شده است که نفت سوخت بشدت رشد را باز می‌دارد، ولی نفت خام خاصیت سمی بسیار کمتری دارد. احتمالاً سمیت نفت سوخت، عمدتاً به دلیل میزان بیشتر ترکیبات آروماتیک آن است. Winters و همکارانش (۱۹۷٦) نشان دادند که بخش‌های محلول در آب ٤ ترکیب نفت سوختی مورد آزمایش، اثرات سمی متفاوتی را بر روی دو سیانوباکتری و ٤ ریزجلبک گذاشته است. بخش‌های محلول در آب دو نفت سوخت هر دوی سیانوباکتری‌های *Coccochloris elabens* و *A.quadruplicatum* را از بین می‌برد. از آنجا که تیمارهای اعمال شده در این آزمایش در شرایط وجود نور بوده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که احتمالاً بقای نمونه‌های دوم و سوم بدلیل انجام فتوسنتز و با استفاده از منابع کربن معدنی بوده است. همچنین ترکیب نفتی اضافه شده تاثیر سمیتی مرگ‌آوری بر روی این دو نمونه نداشته است، ولی نمونه اول احتمالاً قادر بوده است از این ترکیب نفتی به عنوان منبع کربنی استفاده کند. صحت این فرضیه با انجام آزمایش‌های بعدی و بررسی میزان تغییرات ترکیب نفتی قابل اثبات خواهد بود. زیرا این مورد بستگی بسیاری به نوع سوش یا سوش‌های مورد بررسی داشته و در موارد مختلف متفاوت می‌باشد. نتایج به دست آمده در این آزمایش با نتایج سایر محققین قابل مقایسه می‌باشد. Morales–Loo & Goutx (۱۹۹۰) دو سوش فیتوپلانکتونی را در معرض بخش قابل حل نفت خام مکزیک قرار داده و رشد آن‌ها را اندازه‌گیری کردند. رشد *Nitzschia closterium* (دیاتمه)، *Asterionella glacialis* (دیاتمه)، *Rhodomonas lens* (کریپتوفیسه) و *Dunaliella tertiolecta* (جلبک سبز) بازداشته شده، در حالی که *Skeletonema costatum* (دیاتمه) و *Agmenellum quadruplicatum* (سیانوباکتری) تحت تاثیر قرار نگرفته است. جالب است که رشد *Prorocentrum minimum* (دینوفیسه) افزایش یافته است.

میزان کلروفیل در سه نمونه نیز با روند رشد کاملاً تطابق داشته و در نمونه اول حدود سه برابر نمونه دوم و سوم می‌باشد.

با نگاهی به ترکیب سیانوباکتریایی نمونه‌های مختلف، می‌توان به تاثیر نوع سوش در مقاومت در برابر ترکیبات مختلف برد. حدود ۱۰۰۰ جلبک به عنوان اشکال مقاوم گزارش شده‌اند. یکی از این جلبک‌ها گونه‌های *Oscillatoria* می‌باشد (Leupold, 1978). بدون شک یکی از عوامل روند افزایشی رشد در نمونه اول و مقاومت این نمونه در مقابل افزودن ترکیب نفتی، حضور این سیانوباکتری در این نمونه می‌باشد.

نتیجه‌گیری نهایی

به طور کلی این تحقیق برای اولین بار به گزارش سوش‌های سیانوباکتریایی از مناطق آلوده به نفت در ایران می‌پردازد. ضمن اینکه در همین راستا نشان‌ویژه‌سازی اولیه بر روی سیانوباکتری‌های جدا شده از این مناطق انجام شده است. بررسی میزان بقاء، رشد و نیز رنگیزه‌های سیانوباکتریای در این آزمایش حاکی از مقاومت این گونه‌ها در مقابل آلودگی‌های نفتی دارد. بقای کلیه نمونه‌های مورد آزمایش و نیز روند افزایشی رشد در نمونه اول، پتانسیل این نمونه‌ها را برای مقابله با آلودگی‌های نفتی در محیط‌ها نفت‌خیز، مناطق مسیر حرکت لوله‌های انتقال نفت و یا حرکت نفت‌کش‌ها، نشان می‌دهد. نتایج این آزمایش نشان می‌دهد که *Nostoc*، *Calothrix* و خصوصاً سوش *Oscillatoria* قادر به استفاده از ترکیبات هیدروکربنی نفت برای متابولیسم خود هستند. میزان رنگیزه‌های فتوسنتزی در این سیانوباکتری‌ها و سه برابر بودن میزان آن در نمونه اول نسبت به سایر نمونه‌های مورد آزمایش، حکایت از فتوهتروتروفی در این نمونه‌ها است. بدیهی است میزان تغییرات هیدروکربنی نفت در محیط کشت، گام بعدی در اثبات توانایی این سیانوباکتری‌ها در تجزیه این ترکیبات در محیط می‌باشد که قدم بعدی در سلسله این آزمایشات می‌باشد.

سپاسگزاری

این پروژه با حمایت مالی پژوهشکده علوم پایه جهاد دانشگاهی صورت پذیرفته است. بدینوسیله از همکاری ریاست و معاونت محترم پژوهشی آن پژوهشکده کمال تشکر را می‌نماید.

منابع

سلطانی، ن.، خاوری‌نژاد، ر.، طباطبایی یزدی، م.، شکروی، ش.، و فرناندز والینته، ا. (۱۳۸٤) بررسی خواص آنتی‌میکروبیال و فیزیولوژی سیانوباکتری‌ها در محیط‌های افراطی، پایان نامه دکترای تخصصی، گروه زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه تربیت معلم تهران.

شکروی، ش.، سلطانی، ن.، و بافته‌چی، ل. (۱۳۸۱) تدوین تکنولوژی استفاده از سیانوباکتری‌ها به عنوان کود بیولوژیک در شالیزارها، شورای عالی تحقیقات نهاد ریاست جمهوری.

Al-Hasan, R.H., Khanafer, M., Eliyas, M., Radwan, S.S. (2001) Hydrocarbon accumulation by picocyanobacteria from the Arabian Gulf. Journal of Applied Microbiology 91, 533-540.

Al-Hassan, R.H., Sorkhoh, N.A., Al-Bader, D., Radwan, S.S. (1994) Utilization of hydrocarbons by cyanobacteria from microbioal mats on oily coasts of the Gulf. Applied Microbiology and Biotechnology 41, 615-619.

Cernigilia, C.E. & Gibson, D.T. (1977) Metabolism of naphthalene by Cunninghamella elegans. Applied and Environmental Microbiology 34, 363-370.

Desikachary, T.V. (1959) Cyanophyta. Indian council of agricultural research, monographs on Algae New Delhi, India.

Ellis, B.E. (1977) Degradation of phenolic compounds by freshwater algae. Plant Scientific Lettres 8, 213- 216.

Garcia de Oteyza, T., Grimalt, J.O., Diestra, E., Sole, A. Esteve, I. (2004) Changes in the composition of polar and apolar crude oil fractions under the action of microcoleus consortia. Applied Microbiology and Biotechnology 66, 226-232.

Jensen, A. (1978) Chlorophylls and carotenoides. In: Handbook of Phycological Methods, Physiological and Biochemical Methods, ed. J.A. Hellebust, & Craigie, J.S., Cambridge University Press.

John, D.M., Whitton, B.W., Brook, A.J. (2002) The Freshwater Algal Flora of the British Isles - Cambridge University Press.

Leupold, M.A. (1978) Water quality assessment. In: Handbook of phycological methods, physiological and biochemical methods, ed. J.A. Hellebust, & Craigie, J.S., Cambridge University Press.

Morales-Loo, M.R. Goutx, M. (1996) Effects of water soluble fraction of the Mexican crude oil "Isthmus Cactus" on growth, cellular content of chlorophyll a and lipid composition of planktonic microalgae. Marine Biology 104, 503-509.

Pearce, J. & Carr, N.G. (1967) The metabolism of acetate by the blue-green alga *Anabaena varaibilis* and *Anacystis nidulans*. Journal of General Microbiology 49, 301-313.

Raghukumar, C., Vipparty, V., David, J.J. Chandramohan, D. (2001) Degradation of crude oil by marine cyanobacteria. Applied Microbiology and Biotechnology 57, 433-436.

Ramsay, B., McCarthy, I., Guerra-Santos, L., Kapelli, O. Fiechter, A. (1988) Biosurfactant production and diauxic growth of *Rhodococcus aurantiacus* when using n-alkanes as the carbon source. Canadanian Journal of Microbiology 34, 1209-1212.

Singer, M.E. & Finnerty, W.R. (1984) Microbial metabolism of straight chain and branched alkanes. In: Petroleum Microbiology, ed. R.M. Atlas, pp. 1-60, Macmillan Pub. Co, New York.

Soltani, N., Khavari-Nejad, R., Tabatabaie, M., Shokravi, SH., Valiente, E.F. (2005) Variation of Nitrogenase Activity, photosynthesis and pigmentation of cyanobacterium *Fischerella ambigua* strain FS18 under different irradiance and pH. World Journal of Microbiology and Biotechnology l22 (6), 571-576.

Winters, K., O'Donnel, R., Batterton, J.C. Van Baalen, C. (1976) Water-soluble components of four fuel oil: chemical characterization and effects on growth of microalgae. Marine biology 36, 269-276.

The effect of petroleum hydrocarbons on survival and pigments of cyanobacteria isolated from Abadan

Soltani, N[1]., Baftehchi, L[1]., Shokravi, Sh[2]

1. Dep of Petroleum Microbiology, ACECR, Research Institute of Petroleum, Tehran. Iran
2. Dep of Biology, Islamic Azad Univ., Branch Gorgan, Gorgan, Iran

Abstract

Remediation of petroleum polluted soil and water is very important. One of the pathways of oil remediation is usage of microalgae and cyanobacteria. In this research the effects of oiled based drilling mud waste (including 70% gasoline) on survival, growth and pigments of three cyanobacteria (*Oscillatoria+Calothrix*, *Nostoc*, *Calothrix*) in mix and unialgal forms were investigated. These cyanobacteria were isolated from soil of Arvand-rood in Abadan city. Results indicated that biomass of first sample was three fold of other samples. Growth rate in first sample was increasingly. In second and third samples, growths were decreased and reach to stationary phase after one week. All samples survived in treated experiments and oil compound did not have any toxic effects of them. Chlorophyll contents were similar to biomass and in first sample were three fold of others. Totally, results showed the resistance and potential of these species to degradation of oil pollution. Also these results are the first report from oil polluted fields of Iran.

Keywords: Cyanobacteria, Growth, Oil components, Pigment, Pollution, Survival