علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره یازدهم، شماره سه، پاییز۸۸

بررسی اثرات کاربری زمین و توسعه شهری بر حمل و نقل سریع همگانی

محسن اقدس وطنخواه [۱]
MOHS_VATANKHAH@YAHOO.COM
فریدون قریب [۲]

تاریخ دریافت:۸۶/۴/۲۰ **تاریخ پذیرش:۸۶/۷/۵**

چکیده

سامانه های حمل و نقل سریع همگانی به عنوان یکی از روش های جا به جایی سریع و انبوه مسافر به مجموعه ای از وسایل حمل و نقل در کریدورهای ویژه اطلاق می گردد که مسافران را از مبادی مشخص به مقاصد معینی در حداقل زمان و با امنیت کافی جا به جا می نماید و غالباً ازفن آوری های سطح بالا و عموماً از ریل استفاده می کند. نقش و اثراین سامانه ها در شهرسازی و جهت دهی به توسعه سکونتگاه ها به این دلیل با اهمیت است که این سامانه ها غالباً محدودیت های سایر روش های جا به جایی مسافر را نداشته و فاصله زمانی مکان های اصلی شهر همچون مراکز تجاری یا اداری مرکزی را با نواحی مسکونی عمده به حداقل می رسانند و این عامل تاثیرات متقابلی را بر تقاضای حمل و نقل از یک سو و جهت دهی به توسعه شهری از سوی دیگر می گذارد. تاثیرات کاربری زمین بر افزایش تقاضای حمل و نقل به عنوان هدف این مطالعه در پی یافتن اصول پایداری در طراحی شهری است.

در این مقاله که به عنوان بخشی از تحقیقی تحت عنوان بررسی اثرات متقابل حمل و نقل سریع همگانی بر ساختار کالبدی شهرانجام گرفته است، صرفاً به بررسی اثرات کاربری های مختلف و نقش طراحی شهری در کاهش یا افزایش تقاضای حمل و نقل پرداخته شده و سه عامل مهم و تاثیر گذار بر تقاضای حمل و نقل، شامل سازمان فضایی، منطقه بندی تراکمی و طراحی شهری و اثرات آن بر تقاضای حمل و نقل مورد بررسی قرارگرفته است.

واژه های کلیدی: تقاضای سفر، حمل و نقل سریع همگانی، توسعه حمل ونقل مدار، اثرات کاربری زمین و حمل و نقل عمومی بر یکدیگر

۱- دکتری شهرسازی، واحد علوم و تحقیقات ، دانشگاه آزاد اسلامی.
۲- استاد گروه شهرسازی پردیس هنرهای زیبای دانشگاه تهران.

مقدمه

« سامانه های حمل و نقل سریع همگانی » [1] طیف وسیعی از وسایل نقلیه جمعی هستند که به امر جابه جایی انبوه مسافران می پردازند. این سامانه ها از اتوبوس در مسیرهای ویژه(BRT)شروع وهمچنین شامل طیف وسیعی از سامانه های حمل و نقل ریلی می شوند . همه این سامانه ها در چند ویژگی مشترک هستند :

الف ـ حجم زیادی از مردم را در یک زمان و یک جهت دریک ساعت جابه جا می نمایند .

ب ـ سرعت حرکت این سامانه ها به دلیل برخورداری از سطح فن آوری بالا و نیز اولویت های در نظرگرفته شده بالا است .

پ ـ در مسیرهای مشخص و از پیش تعیین شده و غالباً مجزا از سایر وسایل نقلیه حرکت می نمایند .

مهم ترین سامانه های حمل و نقل سریع همگانی که مورد نظر این مقاله نیز هستند قطارهای سبک شهری (LRT)[2] و مترو (RRT)[3] هستند .

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نوع تحقیقات کاربردی است که با استفاده از تحقیقات بنیادی صورت می پذیرد. همچنین این تحقیق براساس ماهیت و روش آن از نوع تحقیقات همبستگی و همخوانی است، بدین معنا که در پی یافتن اطلاع از وجود رابطه بین متغیرهاست ولی الزاماً کشف رابطه علت و معلولی را مدنظر ندارد و صرفاً بر کشف وجود رابطه بین دو گروه از اطلاعات تأکید می نماید. در این نوع تحقیقات محقق می خواهد بداند که آیا بین دو چیز یا دو گروه اطلاعات رابطه و همبستگی وجود دارد یا خیر و تغییر در یکی با تغییر در دیگری همراه است یا خیر و میزان آن چقدر می باشد ولی الزاماً به ارتباطات علّی نمی انجامد .

این تحقیق از سوی دیگر تحقیقی توصیفی است که بااستفاده از روش تحلیل محتوا پس از جمع آوری اطلاعات مورد نظر به تحلیل اطلاعات جمع آوری شده می پردازد . دراین روش و این تحقیق به طور منظم از شناخت مسئله و تعریف آن، تدوین فرضیه، نمونه گیری، گردآوری اطلاعات، تنظیم و طبقه بندی به تحلیل و نتیجه گیری می پردازد .

پیشینه تحقیق

سابقه اولین تحقیقات مرتبط با اثرات عمومی حمل و نقل (البته به صورتی غیرمستقیم) در تعیین الگوهای توسعه مجتمع های زیستی را می توان درنظریه های مکان یابی یافت که از اولین طراحان آن J.H VON Thunen اقتصاددان آلمانی (۱۸۵۰-۱۷۸۳) است که نظریه خود را در سال ۱۸۲۶ در زمینه نحوه استقرار انواع فعالیت های اقتصادی و کشاورزی بر روی اراضی اطراف شهر ارایه کرد. در این نظریه (البته با فروض پایه خاص) انواع فعالیت ها براساس هزینه حمل و نقل در حلقه هائی از شهر قرار می گرفت؛ به عنوان مثال در اولین حلقه (و نزدیک ترین محل به مرکزشهر) محصولات پرمصرفی که می بایست هر روز به بازار مصرف برسند قرار می گیرند همچون سبزیجاتِ، شیر و سایر محصولات لبنی و در آخرین حلقه نیز چراگاه ها قرار دارند چرا که حیوانات اهلی برای چِرا هزینه حمل و نقل ندارند (۱) پس از آن Viliam Alensobeh در سال ۱۹۶۴ مدل خود را برای یک شهر تک مرکزی و قرارگیری کاربری ها براساس ارزش محصولات ارایه نمود و محققان دیگری همچون موث و سگال نیز برغنای این مطالعات افزودند .

جغرافی دانان نیز در زمینه های مرتبط نظریات نسبتاً مشابهی را ارایه نمودند Valter Cristaler به سال ۱۹۳۳ با ارایه نظریه مکان های مرکزی، به گونه ای نقش حمل و نقل را در شکل دهی به مجتمع های سکونت گاهی تبیین نمود وی با ارایه الگوی مذکور شکل گیری سکونت گاه ها را در فواصل منظم در جنوب کشور آلمان بررسی نمود (۲).

1-Mass Rapid Transit Systems
2-Light Rail Transit
3-Rapid Rail Transit

در کلیه مطالعات مرتبط اثر حمل و نقل در توسعه سکونت گاه ها به روش های مختلفی بررسی شده ولی براساس زمینه تخصصی محقق از همان منظر به موضوع نگاه شده است.

با گسترش شهرها و پیچیدگی روابط و فعالیت های شهری لزوم برنامه ریزی حمل و نقل در شهرها برای اولین بار در ایالات متحده آمریکا به سال ۱۹۶۲و براساس قانون کمک های دولت به ساختن جاده ها و تهیه برنامه جامع حمل و نقل (با هدف تصمیم گیری درباره سیاست ها و برنامه های حمل و نقلی که منجر به ایجاد اصلاحات در شبکه شده و به ایجادهماهنگی میان سفر شهروندان و الگوهای توسعه زمین هماهنگ با اهداف جامعه کمک نماید)، برای کلیه شهرهای بالای ۵۰/۰۰۰ نفر آمریکا اجباری شد و شهرها می بایست تا سال ۱۹۶۵ به تهیه طرح اقدام می نمودند (۳).

با توسعه خطوط حمل و نقل سریع همگانی (غالباً ریلی) از اواسط قرن بیستم در اکثر شهرهای اروپایی و آمریکایی تاثیرات متقابل این سامانه ها بر توسعه شهری و بالعکس جدی تر شد و برهمین اساس مطالعات زیادی در این زمینه صورت گرفت. این مطالعات غالباً به سفارش موسسات برنامه ریزی حمل و نقل آمریکا همچون (Transportation TRB Research Board) یا ITP (Union International Public Transportation) صورت گرفته و غالباً از سال ۱۹۷۵ تا سال های اخیر ادامه یافته است و تمرکز اکثر مطالعات بر بررسی اثرات کاربری ها درکالبد شهرها بر تقاضای حمل ونقل سریع همگانی می باشد به همین دلیل در این مقاله به بررسی این اثرات می پردازیم.

در بررسی اثرات متقابل حمل و نقل سریع همگانی و کاربری زمین و توسعه شهری در پی یافتن پاسخ برای پرسش های ذیل هستیم :

الف - آیا نحوه طراحی و ساخت محیط شهری می تواند برتعداد دفعات سفر شهروندان اثر بگذارد

ب - این طراحی در نوع استفاده از شیوه های حمل و نقل از جمله اتوبوس، قطار و غیره چگونه تاثیردارد.

پاسخ به سوال های فوق تأثیر کاربری زمین در طراحی شهری را برتقاضای حمل و نقل عمومی بررسی می نماید که ذیلاً به ترتیب به شرح هریک پرداخته می شود :

تأثیر کاربری های زمین بر تقاضای حمل و نقل[1] از سه دیدگاه قابل بررسی است .

- سازمان فضایی
- تراکم کاربری ها (منطقه بندی های تراکمی)
- طراحی شهری (در مقیاس محلات)

سازمان فضایی شهر و تأثیر آن بر تقاضای حمل و نقل

سازمان فضایی شهر از دو دیدگاه بر استفاده از حمل و نقل عمومی تأثیر می گذارد؛اولاً نحوه طراحی کالبدی شهر در مقیاس های خرد و کلان باعث حمایت ازشیوه های خاص حمل و نقل همچون استفاده بیشتر از پیاده روی درسفرهای شهری گردیده، ثانیاً محل و نحوه قرارگیری مراکز عمده فعالیت همچون نواحی تجاری مرکزی یا اداری براحتمال افزایش استفاده ازحمل و نقل عمومی توسط مردم تأثیر می گذارد. تحقیقات مختلفی که عموماً در کشورهای اروپایی و آمریکا انجام شده حکایت از حمایت شدید نواحی تجاری و مرکزی (شهر با ساختار متمرکز) از خدمات حمل و نقل عمومی داشته و شکل های چندمرکزی و شکل های شهری پراکنده منجر به استفاده کمتر از خدمات حمل و نقل عمومی می گردد. در تحقیقی که Daniels به سال ۱۹۷۲در مورد اثر تغییرمکان ۶۳ اداره در لندن (با هدف تمرکز زدایی از مرکز شهر) انجام و آن را در سال ۱۹۸۱ بازنگری نمود، نشان دادکه تمرکززدایی ادارات از مرکز شهر لندن (جابه جایی ادارات) در شیوه سفرکارکنان تأثیرگذاشته و باعث افزایش ۱۰۷٪ سفرها به وسیله اتومبیل و کاهش ۲۵٪ سفر با اتوبوس شده ودر بازنگری این مطالعه نقش اتومبیل باز هم۱۰٪ بیشتر شده بود (۴).

همچنین در تحقیقی که گروه JHK وهمکاران در سال ۱۹۸۷ درمورد سامانه متروی شهر واشنگتن انجام دادند به این نتیجه رسیدند که به ازای هریک صد فوت (۳۰ متر) افزایش فاصله مجموعه های مسکونی از ایستگاه خطوط حمل و نقل

1-Transportation Demand

ریلی سهم سفر با این وسیله ۰/۶۵٪ کاهش می یابدو در مطالعات بسیار صحت وجود این ارتباط در نمونه های خارجی به تأیید رسیده است(۵) در بررسی نقش سازمان فضایی شهر و چگونگی تأثیر برحمل و نقل عمومی یکی ازعوامل مهم، چگونگی مکان گزینی سکونت گاه ها در ارتباط باکریدورهای حمل و نقل عمومی (ریلی) می باشد. در صورتی که کاربری های شهری (حوزه های مسکونی) هماهنگ با کریدورهای ریلی قرارداشته باشد و مردم بتوانند با پای پیاده به ایستگاه برسند و در خروج از آن نیز با پای پیاده به مقصد برسند کاهش بسیار زیادی در افزایش استفاده از حمل و نقل عمومی دیده می شود. در تحقیقی که توسط Stringham & Untermann به سال ۱۹۸۲ انجام گرفت، به این نتیجه رسیدندکه اکثر مردم تمایل دارند ۱۵۰ متر پیاده روی کنند،۴۰٪ علاقه دارند ۳۰۰ متر و فقط ۱۰٪ تمایل دارند حدود ۸۰۰ متر پیاده روی نمایند و نتیجه گیری نهایی این که می توان باایجاد فضاهای شهری متنوع و کریدورهای پیاده روی مفرح، فواصل پیاده روی را گسترش داد (۶) در سانفرانسیسکو چنین نتیجه گیری کرد که تراکم ناحیه مجاور و نزدیکی به ایستگاه بیشتر از بقیه متغیرها حایز اهمیت است و مجاور بودن به ایستگاه مهم ترین عامل تعیین کننده در احتمال استفاده ساکنین از حمل و نقل ریلی می باشد .

تراکم کاربری ها (منطقه بندی های تراکمی)

درک رابطه بین تراکم (جمعیتی و ساختمانی) و تعیین شیوه سفرهای شهری چه به صورت پیاده و یا با وسیله نقلیه چندان مشکل نیست. زمانی که انبوهی از فعالیت ها در یک محدوده کوچک قابل دسترسی باشند ،متوسط فاصله سفر بین این فعالیت ها و مبدا سفرکاهش می یابد و احتمال طی مسافت با پای پیاده یا دوچرخه افزایش می یابد .

فشردگی و تراکم های کاربری ها هزینه کلیه خدمات ارایه شده توسط سازمان های سرویس دهنده را نیز کاهش می دهد. به عنوان مثال در شهرهای متراکم هزینه خدمات شهری و حمل و نقل عمومی بسیار کمتر از جوامع با ساختار پراکنده و کم تراکم است. این موضوع خصوصاً در خدمات حمل و نقل ریلی یکی از الزامات ایجاد این سامانه هاست (در کشور ما براساس مصوبه شورای عالی هماهنگی ترافیک شهرهای کشور، در شهرهای متقاضی حمل و نقل ریلی صرفاً کریدورهایی حایز شرایط استقرار و احداث خطوط ریلی هستند که حداقل ده هزار مسافر در ساعت اوج در یک جهت رادریک مسیر داشته باشند) این امر به این دلیل است که حمل و نقل انبوه نیاز به انبوهی یا تراکم مناسب مسافررا دارد.

در تحقیق بر روی تنوع تقاضا در ایالت اُرگان که توسط Nelson و همکاران درسال۱۹۹۵ انجام یافت محققان ازبین ۴۰ متغیر مرتبط با جمعیت و کاربری زمین که مورد مطالعه قرار گرفت مهم ترین عامل تعیین کننده تقاضای ترانزیت را *تراکم خانواروتراکم اشتغال* در هر هکتار اعلام نمودند، به شکلی که این دو متغیر به تنهایی ۹۳٪ تغییرات تقاضای ترانزیت در بخش های مختلف را توجیه می کرد. در تحقیق مهم و بزرگ دیگری که موسسه مطالعات حمل و نقل امریکا برای یافتن ارتباط نقش تراکم با نحوه و میزان حمایت و تأثیر در افزایش ترانزیت در سطح یک نمونه گیری ملی در آمریکا (درمورد۱۹ خط ریلی سبک شهری LRT و ۴۷ خط ریلی منطقه ای CRT) انجام داد، نشان داده شد که دو برابر شدن تراکم مسکونی در محدوده ای به قطر نیم مایل (حدوداً ۸۰۰ متر) در محدوده ایستگاه (به جز محدوده تجاری مرکزی) میزان استفاده از سامانه ریل سبک شهری را حدود ۶۰٪ و استفاده از سامانه ریل منطقه ای را حدود ۲۵٪ افزایش می دهد (لازم به توضیح است براساس اعلام همین مطالعه علت وجود تغییر در درصد ریل شهری و منطقه ای به دلیل قیمت بالای بلیط ریل منطقه ای است) ضمناً رابطه تراکم محدوده تجاری مرکزی[1] با ریل منطقه ای قوی تر از رابطه آن با ریل سبک شهری است (IBID, 1999.p22-24) .

مطالعات توضیح داده شده معمولاً در دو بخش قبل و بعد از احداث سامانه های حمل و نقل ریلی به مطالعه اثرات این سامانه ها پرداخته اند ولی در سال های اخیر با استفاده از

1- Central Business District

نـرم افـزارهای کامپیوتری یا بـرنامـه هـای خـاص طراحی شده برای این منظور به تعیین سهم سامانه های حمل و نقل ریلی در شهرها می پردازند[1] و سعی می نمایند اثرات احتمالی احداث سامانه های حمل و نقل ریلی را بر تغییرات شیوه سفر شهروندان بررسی یا اثرات نوع کاربری زمین موجود را در صورت احداث این سامانه ها سنجش نمایند .

نقش طراحی شهری (در مقیاس محلات) و کاربری مختلط اراضی شهر بر تقاضای حمل و نقل سریع همگانی

طراحی شهری ازطریق روش های زیبایی شناسانه و طراحی مطلوب ایستـگاه و محوطه های اطراف، پیاده روها و اتصال آن به خیابان ها،نوع طراحی واحدهای همسایگی و هدایت کنندگی آن به سوی ایستگاه و عموماً ایجاد محیطی مطبوع و خوشایند در تشویق و افزایش تأثیر ترانزیت مـؤثـر می باشد. همچنین کاربری مختلط اراضی شهری خصوصاً اراضی اطراف ایستگاه ها ضمن کاهش نقش سفرهای با اتومبیل، سفرهای پیاده از طریق ایجاد مقاصدسفر درناحیه و محوطه ایستگاه، مسافران بیشتری را به خود جلب می نماید. ترکیب کاربری های مختلف خصوصاً کاربری های اداری و شغلی و کاربری مسکونی تأثیر زیادی در کاهش سفرهای کاری با اتومبیل دارد در تحقیقی مقایسه ای که سرورو(cervero) در سال ۱۹۸۹ درمورد ۵۷ مرکز فعالیت کاری حومه ای که منازل بخشی از کارکنان آن ها در نزدیکی محل کارشان بود (و این مراکز در سراسر امریکا پراکنده بودند) در مقابل مراکز کاری فاقد منازل مسکونی در نزدیکی محل کار، چنین نتیجه گرفت که سفرهای روزانه گروه اول ۳ الی ۵ درصد بیشتر توسط پیاده روی، دوچرخه سواری و حمل و نقل عمـومی صـورت می گیرد. وی همچنین خاطرنشان می کند که به ازای هر ۱۰٪ افزایش در اختصاص فضاهای طبقات همکف مجموعه های ادارای به تجاری و خرده فروشی، ترانزیت و استفاده از آن را حدود ۳٪ افزایش می دهد (۷) .

تحقیقات دیگری نیز در این زمینه در اروپا و آمریکا انجام گرفته و همگی برتأثیر نزدیکی محل زندگی به محل های کار و نقش آن در کاهش VMT [2](مسافت پیموده شده به مایل) صحه می گذارند واین عامل منجر به ترویج راهبردهایی برای تعادل بخشی به ارتباط فضایی مشاغل/منازل به عنوان ابزاری مدیریتی برای افزایش استفاده از حمل و نقل ریلی گردیده است.

در تحلیلی که درموردرفتار سفر دریازده منطقه کلان شهری در امریکا تحت نام بررسی اسکان در امریکا درسال ۱۹۸۵ انجام یافت، ارتباط اختلاط کاربری اراضی و تراکم مسکونی در تصمیم گیری برای انتخاب شیوه حمل و نقل تأییدشد، ولی نقش تراکم مسکونی بسیار بیشتر از کاربری مختلط بوده است.

جدول ۱ نشان می دهد که تغییر در کاربری های مختلف اراضی همجوار (که معمولاً در مطالعات حمل و نقلی به اراضیی اطلاق می شود که به صورت بلافصل تا حدود هشت صدمتر از ایستگاه فاصله دارند) به میزان ده درصدی سهم زمین یا مشاغل در هر متغیر تأثیرات مندرج درجدول را برتعداد سوار شدگان به دو سامانه ریلی سریع CTA و ریل منطقه ای METRA در شیکاگو می گذارد .

1- که در کشور ما نیز در رساله های مختلفی از جمله رساله دکتر محموداحمدی نژاد تحت عنوان روش تعیین سهم حمل و نقل ریلی در شهر تهران به این موضوع پرداخته است

2 - Vehicle Mile Travel

جدول ۱- تغییرات تعداد مسافران در ایستگاه های METRA و CTA در شیکاگو براساس تغییر در نوع تلفیق کاربری ها و اراضی شهری

متغیر	METRA	CTA
نسبت زمین محدوده ایستگاه در :		
مسکونی (ویلایی)		٪ ۱۰ / ۶
مسکونی (آپارتمانی)		٪ ۲۰ / ۳
مراکز خرید / پارکینگ های ادارات		٪ ۳۰ / ۷
کاربری های اداری		٪ ۳۳ / ۸
حمل و نقل و ارتباطات		٪ ۵۰ / ۲
کشاورزی	٪ ۲۴ / ۴	
فضاهای باز	٪ ۰۱۷ /۱	
زمین های خالی	٪ ـ ۲۷ / ۴	
نسبت مشاغل محدوده ایستگاه در :		
ساخت و ساز بناها	٪ ـ ۶۸ / ۳	
تولید محصولات مصرفی کارخانه ای	٪ ـ ۱۵	
تجارت کالاهای خرده فروش	٪ ۳۰ / ۶	
سایرخدمات (شامل خدمات اجتماعی ـ حقوقی و خدمات متنوع دیگر)	٪ ۱۷۵	٪ ـ ۳۹ / ۵

Source:Cervero 1989

در تحقیق دیگری که درموردچند صد مرکز اشتغال در کالیفرنیا انجام یافت، داده های مرتبط با متغیرهای مرتبط با طراحی شهری و ویژگی های کاربری اراضی جمع آوری شد تا میزان اثربخشی هریک از متغیرها اندازه گیری شود. نتایج حاصل از این تحقیق که در جدول ۲ آورده شده نشان می دهد که وجود ویژگی های کاربری مختلط و طراحی شهری در مجموعه های شغلی باعث افزایش ۳ تا ۴ درصد سفرهای کاری ایجاد شده توسط ترانزیت می باشد. محققـان بررســی می نمایند که در بین همه عوامل تشکیل شده درانتخاب شیوه سفر، متغیرهای طراحی شهری (بامضامین زیبائی شناسانه) بیشترین تاثیر را داشته اند. این مطالعه نشان داد که وجود درختان سایه دار و پیاده روهای مناسب و جذاب با تصمیم گیری برای انتخاب شیوه سفر مرتبط است (۸)

جدول ۲- سهم حمل و نقل ریلی در سایت های اداری و شغلی دارای ویژگی های مختلف کاربری اراضی و برنامه های مدیریت تقاضای سفر(TDM)

ویژگی های کاربری اراضی	درصد حمل و نقل ریلی در حالی که ویژگی های کابری اراضی وجود نداشته باشد	درصد حمل و نقل ریلی در حالی که ویژگی های کاربری اراضی وجود داشته باشد	درصد تغییر
اختلاط کابری اراضی	٪ ۲ / ۶	٪ ۶ / ۴	٪ ۳ / ۵
قابلیت دسترسی به خدمات	٪ ۳ / ۴	٪ ۶ / ۳	٪ ۳ / ۳
فراوانی خدمات روزمره	٪ ۳ / ۴	٪۷ / ۱	٪ ۳ / ۷
احساس امنیت	٪ ۳ / ۶	٪ ۵ / ۴	٪ ۱ / ۸
فضای زیبای شهری	٪ ۴ / ۲	٪ ۸ / ۳	٪ ۴ / ۱
Source:Cambridge Systematics,1994			

به طور خلاصه تفکیک اثرات کاربری مختلط اراضی و طراحی شهری از اثرات تراکم، کار دشواری است و علت آن بر می گردد به کیفی بودن و غیرقابل اندازه گیری بودن متغیرهای کاربری های مختلط و طراحی شهری. و تعیین شاخص های آن به دلیل کیفی بودن می بایست یا با متغیرهای مجازی صفر و یک یا با شاخص های کیفی زیاد، متوسط و کم درجه بندی شوند که تحلیل و کمی نمودن آن بسیار دشوار است ولی در مقابل نقش تراکم با شاخص های اندازه گیری دقیق اثرات آن قابل اندازه گیری است .

نتیجه گیری

از آن جا که تکامل شکل شهری در محدوده زمانی چند دهه صورت می پذیرد، اثرات کوتاه مدت مطالعات یا بررسی ها می تواند مشابهت زیادی با یکدیگر نداشته باشد و پاسخ های کوتاه مدت لزوماً بیانگر اثرات بلندمدت نیستند. باوجوداین در مطالعات بررسی شده مشکلات عملی وجود دارد از جمله:

- در اختیار داشتن امکان مشاهده یک سامانه در یک دوره زمانی بسیار بلند مدت وظیفه و کار بسیار دشواری برای محققان است.
- در بلند مدت بسیاری از عوامل تغییر می کنند و همین امر تعیین دقیق و مشخص اثر سامانه ترانزیت را هرچند غیر ممکن نمی کند اما تبدیل به کاری مشکل می نماید.

تنها راه تشخیص اثرات واقعی سامانه های تراتزیت ریلی در درازمدت و براساس بررسی با وجود سامانه و یا بدون آن قطعاً استفاده از مدل های تلفیقی کاربری اراضی- حمل و نقل است و فقط بعد از به اجرا گذاشتن چنین مدلی است که می توان تاثیر بلند مدت یک سامانه شهری را در یک فضای کنترل شده و مجازی تعقیب نمود و کلیه ورودی ها و خروجی ها را بررسی و وجود یافقدان سیستم ریلی را با سایر عوامل سیستم حمل و نقل و کاربری زمین بررسی کرد و می توان میزان حساسیت اثرات تراتزیت به تغییرات این ورودی های و خروجی ها را آزمایش نمود.

در نهایت اثرات شایع و غالباً مشاهده شده کاربری های زمین و توسعه شهری بر افزایش تقاضای حمل و نقل ذیلاً آورده می شود:

۱. سامانه های ثابت و دائمی ترانزیتی (همچون مترو) اثر بسیار بیشتری از سایرسامانه های انعطاف-پذیر(همچون اتوبوس) را دارند.

۲. اثرات ترانزیت فقط در بلندمدت قابل سنجش است.

۳. در اطراف ایستگاه های تراتزیت کاربری های تجاری علاقه دارند در طی زمان جایگزین کاربری های مسکونی و صنعتی شوند اما در کریدورهای ترانزیت رشد مسکونی چشمگیرتر است.

۴. اثر سامانه های ترانزیت برروی کاربری زمین بیشتر محدود می شود به مناطقی که رشد سریعی داشته و مکان های مناسبی برای زمین های دایر و قابل توسعه در آن ها وجود دارد.

۵. بهبودترافیک از طریق ترانزیت فقط پیش‌زمینه‌ای برای تمام اصلاحات لازم در حمل و نقل را فراهم می‌آورند (مدیریت ترافیک به عنوان مهم ترین عامل به فرهنگ سازی و سرمایه‌گذاریهای زیرساختی در سایر زمینه‌های حمل و نقل از دیگر عوامل اصلاح سیستم حمل و نقل شهری است)

۶. در نواحیی که افراد دارای درآمد بالاتری ساکن هستند اثرات بر روی افزایش تقاضا جزئی تر است.

۷. تاثیرات عمده کاربری زمین را می‌توان در انتهای ایستگاه های خط و گاهی اوقات در مناطقی که صرفاً برای این منظور سرمایه‌گذاری شده دید، به این دلیل که نواحی حاشیه‌ای در ابتدا حداقل توسعه و حداقل دسترسی را دارند، بنابراین بیشترین امکان را برای توسعه در اختیار دارند.

۸. طراحی‌های شهری (شامل ایجاد واحدهمسایگی ، توسعه ترانزیت مدار، رشد هوشمندانه و...) واحداث سامانه های ترانزیتی حدوداً به یک اندازه بر نوع تقاضای حمل ونقل مسافران اثر می‌گذارد.

منابع

1. Voigt, Brian. (2003),” Spatial Economics and Location Theory – Implications for Modeling Environment impacts of future development patterns”, NR385, Ecological economics, P2-3

۲. عظیمی، ناصر، (۱۳۸۱)، "پویش شهرنشینی ومبانی نظام شهری" نشر نیکا، صفحه۴۳-۴۵

۳. بهبهانی، حمید، (۱۳۷۴)، "مهندسی ترافیک، تئوری و کاربرد"، سازمان حمل‌ونقل و ترافیک شهرداری تهران صفحه۱۶

4. Daniels, P. (1981). "Transport Changes Generated by Decentralized Offices: A Second Survey ". Regional Studies. Vole. I S, No.6 pp. 507-520.
5. JHK & Associates. (1987). “Development-Related Rider ship Survey” Washington, DC, Washington Metropolitan Area Transit Authority
6. Transportation Research Board, (1999).” Transportation, Urban Form and the Environment”. Special Report 231. Crane, Randall. "The Impacts of Urban Form on Travel: A Critical Review," Lincoln Institute of Land Policy Working Paper, Cambridge, MA,
7. Cervero, Robert. (1989). “Land use Mixing and suburban mobility”, transportation quarterly 42 ,P 429-431.
8. Cambridgs Systematics. (1994). “The Effects of Land Use and Travel Demand Strategies on Commuting Behavior”. Washington, DC: Federal Highway Administration.

علوم و تکنولوژی محیط زیست ، دوره یازدهم، شماره سه، پاییز۸۸

اصلاح زیستی آنتراسن در حوزه آبی جزیره سیری خلیج فارس با رویکرد ایمنی زیستی

مژگان امتیازجو [۱] *
moz_emtyazjoo@yahoo.com
سیما صدیقی [۲]
مرجان امتیازجو [۳]

تاریخ دریافت:۸۵/۱۲/۱۴ **تاریخ پذیرش:۸۶/۲/۲۶**

چکیده

حوزه نفتی سیری واقع در خلیج فارس یکی از مناطق چهارگانه عملیات استخراج ، پالایش و انتقال نفت است .این حوزه به لحاظ انجام عملیات یاد شده در معرض بار آلودگی نفتی و هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای PAHs می باشد. در این تحقیق میزان PAHs توسط GCMS در ۸ ایستگاه انتخابی واقع در دو ترانسکت اندازه گیری شد. با توجه به وجود آنتراسن در بیشتر ایستگاه های تحقیقاتی میکروارگانیسم های تجزیه کننده آنتراسن از رسوبات جداسازی شد. توان تجزیه کنندگی آن ها با استفاده از روش های تعبیه چاهک ، اندازه گیری ذی توده با محیط کشت اختصاصی و همچنین آنالیز نمونه ها با GC انجام گرفت .

میکروارگانیسم هایی که توان تجزیه زیستی آنتراسن را داشتند، توسط روش های معمول میکروبیولوژیک شناسایی گردیدند، این میکروارگانیسم ها عبارتند از:

Bacillus sp.PGI, Bacillus sp. PGII, Pseudomonas sp PGIII, Staphylococcus sp PGIIII

واژه های کلیدی: تجزیه زیستی ، آنتراسن ، هیدرو کربن های آروماتیک چند حلقه ای (PAHs) ، میکروارگانیسم ، خلیج فارس.

۱- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال- دانشکده علوم و فنون دریایی *(مسئول مکاتبات)
۲- کارشناس ارشد آلودگی و حفاظت محیط زیست دریا دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
۳- دکتری بیوتکنولوژی دانشگاه USMمالزی

مقدمه

اصلاح زیستی، بخشی از یک فن آوری به شمار می رود که از فرایندهای میکروبی جهت تبدیل آلوده کنندگان محیط زیست به محصولاتی با سمیت کمتر نظیر دی اکسید کربن، آب و نمک های آلی ساده بهره می برد.این روش برای پاک سازی مواد دفعی مایع وجامد غیرسمی، آب های آلوده، مواد دفعی سمی زیان آور و آلودگی نفتی به کار می رود(۱). آنچه که این فرایند را به یک فرایند بسیار مهم در عرصه حفاظت از محیط زیست بدل می نماید، استفاده از میکروارگانیسم های بومی منطقه ای جهت حفظ ایمنی زیستی می باشد. ایمنی زیستی مبحثی نوین در علم را برای محققان و سازمان های ذی ربط می گشاید و در عین حال نوعی نگرانی عمیق و جدی را در دید عموم ایجاد می نماید .

ایمنی زیستی(Biosafety cleanhnhng house) ، دستورالعمل های ضروری برای حفظ محیط زیست وتنوع زیستی، از اثرات زیانبار و احتمالی موجودات زنده دست ورزی شده ژنتیکی(LMO:Living modified organisms) و (GMO: Gene modified organisms) را که در محیط به صورت خواسته یا ناخواسته رها سازی می گردد، شامل می شود. دستورالعمل های ایمنی زیستی بسیار متنوع بوده و طیف گسترده آن عرصه های مختلف علمی و فنی را در برمی گیرد. لذا بهره برداری از میکروارگانیسم های تجزیه کننده منطقه ای که در ردیف LMO و GMO مطرح نگردد، در پاکسازی محیط زیست از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد(۲،۳،۴).

هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای (PAHs) دسته ای از ترکیبات نفتی هستند که باعث ایجاد برخی تاثیرات بیولوژیک می شوند. این تاثیرات شامل سمیت شدید، جهش زایی، نقص جنین، اختلال در فعالیت غدد درون ریز هستند (۵،۶).

این گروه از ترکیبات پس از ورود به محیط های آبی، معمولا از ستون آب خارج و جذب رسوبات اعماق دریا می شوند. هر نمونه نفتی از نظر ترکیبات متفاوت بوده و حاوی گروه های مختلفی از PAHs می باشد، بنابراین سویه های مختلف میکروبی برای تجزیه آن ها مورد نیاز می باشد.

میکروارگانیسم ها توسط واکنش های تنفسی هوازی و بی هوازی، تخمیر، کومتابولیسم و دهالوژنه کردن، PAHs ها را به ترکیبات کم ضررتر تبدیل و از آن ها به عنوان منبع کربن و انرژی استفاده می نمایند(۷، ۸، ۹).

در اکوسیستم های دریایی اکسید اسیون نوری، اکسیداسیون شیمیایی، متابیولیزه شدن بیولوژیک از جمله فرآیندهای مهم ترانسفورماسیونPAHs می باشد. باکتری ها و قارچ ها، PAHs را به مشتقات دی هیدرو دی ال ها و کاتکول اکسید می نمایند.

اکسید اسیون های بعدی این مواد باعث تبدیل شدن آن ها به دی اکسیدکربن و آب می شود (۱۰).

قدمت بررسی باکتری های تجزیه کننده نفت به مشاهدات Lehman & Neumand در سال ۱۸۹۶ بر می گردد. وی طی تحقیقات خود باکتری *Bacterium fluorescence*را که از توان خوبی برای تجزیه برخوردار بود به عنوان باکتری تجزیه کننده معرفی نمود. در این راستا Sohengenو Kaserer *به باکتری Methanomonats* , *methanica Bacillus hexacarbarborarum* , Stormer که از خاک، جدا کردند، دست یافتند. همگام با پیشرفت تکنولوژی و ارایه ابزار و روش جدید، محققان با انجام مطالعات ژرف و گسترده، دامنه تحقیقات خود را گسترش داده، و به یافته های جدید دست یافتند، نظیر نتایج تحقیقات محققینی که برای تجزیه میکروبیPAH ها، نقش دو گروه آنزیمی مونو و دی اکسیژناز را که بسیار مهم می باشند، نشان دادند . بسیاری از ارگانیسم ها توانایی تخریب PAH ها را در حد متوسط دارا می باشند. شکاف آنزیماتیک حلقه های آروماتیک هم چنین کاتالیزور آن ها توسط دی اکسیژناز می باشد (۱۱) .

هدف از این تحقیق بررسی میکروارگانیسم های تجزیه کننده آنتراسن که یکی از PAHهای موجود در حوزه نفتی جزیره سیری واقع در خلیج فارس می باشد، است. عملیات

اکتشاف و استخراج نفت در پیرامون جزیره سیری صورت گرفته و نفت خام پالایش شده اولیه به جزیره جهت انتقال هدایت می گردد. طی این عملیات و همچنین نقل و انتقال و بار گیری مقدار زیادی نفت به اکوسیستم راه یافته که عامل آلودگی منطقه ای نیز می باشد.

مواد و روش ها

از آن جا که هدف اصلی این پروژه جداســـازی باکتری های تجزیه کننده هیدروکربن های چند حلقه ای آروماتیک غالب در منطقه می باشد، نمونه برداری از رسوب توسط دستگاه ون وینگراب انجام شد. بدین لحاظ ۸ ایستگاه پیرامون جزیره سیری که ۵ تای آن ها در راستای یک ترانسکت و۳ ایستگاه در ترانسکت دیگر بود، تعیین و نمونه برداری انجام شد که مختصات ایستگاه ها در جدول ۱و موقعیت منطقه نمونه برداری در شکل ۱ ارایه گردیده است. انتخاب ایستگاه ها بر اساس عملیات استخراج نفت در اطراف جزیره سیری وهم چنین تردد کشتی های نفت کش در این منطقه می باشد . نمونه های رسوب در دو سری از ظروف جمع آوری گردید. بخشی از آن در ظروف از قبل تمیز شده با نرمال هگزان و حرارت دیده جمع و فریز گردید و بخش دیگر در ظروف استریل جمع آوری و در دمای ۴ درجه سانتی گراد به آزمایشگاه انتقال یافت (۱۲).

نمونه های سری اول پس از خشک شدن در سرما (Freeze dry) به وسیله سوکسله استخراج و به کمک نیتروژن تغلیظ شد و در نهایت پس از برش بر روی رسوبات با هگزان و دی کلرومتان عصاره حاصله با دستگاه GC-MS با ستون :DB-۵ ، نوع یونیزاسیون :EL ، طـول ستون mm ۰/۲۵ با گاز حامل هلیوم مورد بررسی قرار گرفتند (۱۲) .

برای جدا سازی میکروارگانیسم های تجزیه کننده، آنتراسن از نمونه های سری دوم و از محیط کشت فاقد منبع کربن استفاده شد.

با توجه به میزان حلالیت محدود آنتراسن به میزان ۵۹ppb ابتدا محلول اشباع از آنتراسن تهیه گردید. برای رفع این مشکل ۵ گرم آنتراسن در ۱۰۰۰میلی لیتر آب دی ایونایز به مدت ۲ ساعت با همزن مخلوط شد . تشکیل کریستال های آنتراسن گویای ایجاد یک محلول اشباع می باشد .

برای جداسازی میکروارگانیسم های تجزیه کننده آنتراسن ازمحیط کشت فاقد منبع کربنONR7α با فرمول زیر استفاده شد :

محلول A :

NaHCO3 ، Na2SO4 ۲/۹۸ g ، NaCl ۲/۷۹ g
, NaBr ۸۳ mg , H3BO3 ۲۷ mg , ۳۱ mg
، NaF ۲ /۶ , KCl mg ۰/۷۲ g
۰ NH4Cl mg ./۲۷ ، Na2HPO4 ۸۹ g

محول B :

MgCl2,H2O ۱۱ /۱ g CaCl2,2H2O ۱ /۴ mg
SrCl2,6H2O ۲ ۴ g

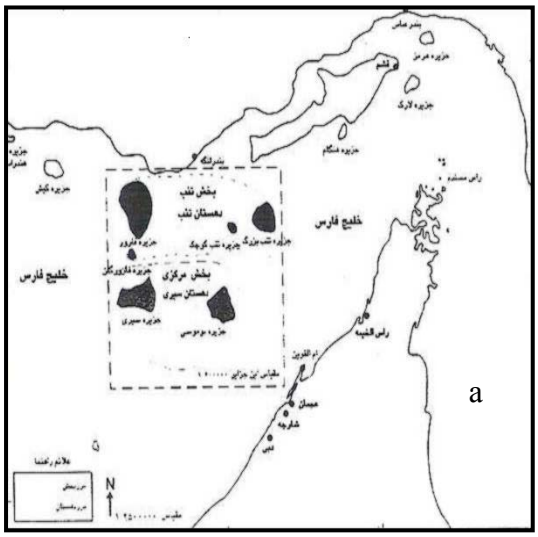
محلول C :

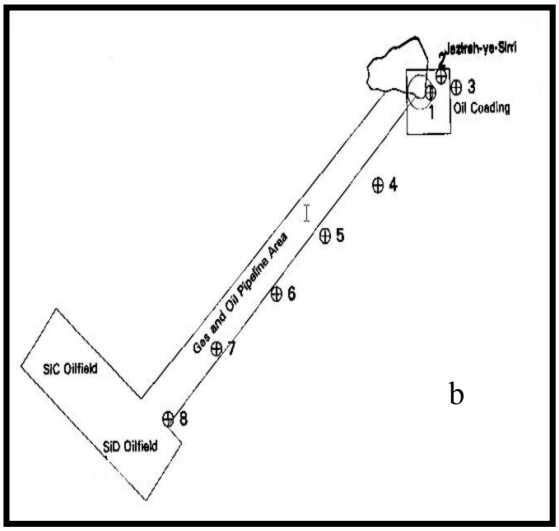
FeCl2,4H2O ۲ g

در حجم ۱ لیتر تهیه و پس از اتوکلاو در ۵۰ درجه سانتی گراد با هم مخلوط می شوند. درصورت نیاز به نوع جامد ااین محیط کشت از ۱۲ گرم آگار در لیتر استفاده گردید(۱۳) آنتراسن در مرحله قبل از جامد شدن محیط کشت پس از اختلاط محلول ها به هم اضافه می گردد. هم زمان ۵ گرم از رسوب در محیط کشت Marine brothو سابرودکستروزآگار کشت داده شد.

پس از رشد، باکتری ها و قارچ ها کاملا خالص سازی گردید. سپس بذر پاشی میکروبی با سویه های جدا شده که در محیط کشت تازه شبانه رشد یافته بودند، انجام شد. پتانسیل تجزیه پذیری کلنی های رشد یافته با روش چاهک گذاری و رشد بر سطح محیط کشت ONR7α مورد سنجش قرار گرفت. هم چنین با استفاده از روش سنجش ذی توده، میزان جذب توسط ااسپکتروفتومتر در طول موج ۴۸۰ نانومتر اندازه گیری و نتایج با GC مورد بررسی قرارگرفت (۱۳). میکروارگانیسم هایی که بیشترین توان تجزیه آنتراسن را داشتند، مشخص شد. این میکروارگانیسم های برسطح نوترینت آگار انتقال یافته و مجموعه بررسی های مورفولوژیک بر روی

میکروارگانیسم ها وکلنی آن ها صورت گرفت . این بررسی ها شامل شکل، اندازه، رنگ، واکنش در مقابل رنگ آمیزی و آرایش میکرو ارگانیسم ها و در مورد کلنی شامل شکل، اندازه، رنگ، بلندی، ارتفاع، لبه و شفافیت بود. پس از بررسی های این مرحله ، واکنش های فیزیولوژیک و بیوشیمیایی شامل واکنش در مقابل نمک های مختلف با غلظت های مختلف، نیترات، نیتریت، سیانید، کاتالاز ، اکسیداز ، کواگولاز، ژلاتیناز استفاده از قندهای مختلف نظیر گلوکز ، مالتوز، لاکتوز، ساکارز ، سوکروز، ترهالوز جهت شناسایی کامل تر به کار گرفته شد .





شکل۱- نمای کلی منطقه نمونه برداری (a) موقعیت ایستگاه های نمونه برداری درپیرامون جزیره سیری - خلیج فارس(b)

نتایج

در بررسی کیفی PAHs به کمک GC-MS هیدروکربن های پلی آروماتیک مختلف دررسوبات ۸ ایستگاه نمونه برداری شناسایی شد.(جدول۲ و شکل۲). نتایج حاصل از مجاورت آنتراسن و میکروارگانیسم های جداشده از رسوبات پیرامون جزیره سیری در روش سنجش ذی توده با استفاده از سنجش جذب ۲۴ و ۴۸ ساعته با اسپکتروفتومتر مشخص گردید که ۱۷ جنس از میکروارگانیسم ها از توان جذب بالایی برخوردارند (جدول۳) .از بین این میکروارگانیسم ها ۴ جنس از آن ها شاخص تربودند و در روش چاهک گذاری نیز بیشترین رشد پیرامون چاهک های آنتراسن را ایجاد نموده و در سطح محیط کشتONRTα پس از ۲۰ روز دردمای ۲۵ درجه سانتی گراد ایجاد کلنی با هاله شفاف نموده بود. این گروه از میکروارگانیسم ها در آنالیز با GC از غلظت آنتراسن در محیط کاسته بودند (شکل ۳) .

این میکرو ارگانیسم ها عبارتند از:

Bacillus sp.PGI , Bacillus sp. PGII , Pseudomonas sp PGIII, Staphylococcus sp PGIIII

بحث

اصلاح زیستی (bioremediation) یکی از فرایندهای بسیار مهم در حذف یا کاهش آلاینده های زیست محیطی می باشد. در فرایند استخراج و انتقال نفت، به طورعموم بخش عمده ای از نفت به محیط وارد می شود که آلکان ها جزء تجزیه پذیر ترین مواد موجود در نفت به روش های بیولوژیک و رزین و آسفالتین از جمله ترکیبات بسیار مقاوم در آن می باشد.

اما ترکیبات آروماتیک به ویژه هیدروکربن های چند حلقه ای آروماتیک درحد میانه این دو مجموعه از لحاظ تجزیه زیستی قرار دارند. اهمیت این گروه از ترکیبات به لحاظ سمیت بالا و تمایل به تجمع زیستی می باشد، به همین دلیل است که بررسی تجزیه پذیری این گروه از ترکیبات از اهمیت زیادی برخوردار است. از میان میکروارگانیسم های گوناگونی که قادر به تجزیه آنتراسن باشند می توان به جنس های :

Pseudomonas , Alkaligenese , Mycobacterium , Sphingomonas , Cycloclasticus , Desulfobacterium اشاره نمود که توسط محققان مختلف نظیر Schoeng و همکاران در سال ۱۹۸۵ ، Walkerو Wiltshire در سال ۱۹۵۳،Awata و همکاران ۱۹۹۸ به دنیای علم معرفی شدند (۱۴،۱۵،۱۶). همچنین از باکتری Vibrio می توان به گونه های متعددی اشاره نمود که توان تجزیه این گروه از ترکیبات را دارا ند.. البته در بین اعضای خانواده انتروباکتریاسه نیز توانایی تجزیه ترکیبات آروماتیک مشاهده شده است. *Moraxella sp , Mycobacterium sp* جدا شده از رسوبات دریایی نیز این توانمنـــدی را به ویژه در مورد نفتالـــن و پیـــرن دارند (۱۷،۱۸،۱۹) .

Pseudomonas از مهم ترین باکتری های تجزیه کننده ترکیبات آروماتیک است. این باکتری قادر به استفاده از ترکیبات مذکور و تبدیل آن ها به دی اکسید کربـن و انرژی می باشد (۱۳). در بررسی مقایسه ای نتایج تحقیق حاضر با نتایج سایر محققان ملاحظه می گردد که Pseudomonas به عنـــوان سویه تجزیه کننده ترکیبات آروماتیک در اکوسیستم ها و شرایط مختلف، معرفی شده است که این منطبق بر تحقیق حاضر است. علاوه بر موارد فوق در نتایج نیز توان نجزیه کنندگی Pseudomonas به ویژه سویه های *, P.paucimobilis- P. Saccharophila – G3, p15 VT1, P. cepacia –C5 ,P.putida , P.fluorescencs , P.stutzeri , P. vesicularis , P. testosterone* محرز گردیده است (۲۲ ،۲۱ ،۲۰،۱۸).

خانواده Bacillaceae به دلیل داشتن آنزیم های متعدد توان بالقوه ای در حذف آلاینده های نفتی به ویژه PAHs دارا می باشند (۶). توان تجزیه کنندگی Bacillus sp به ویژه , B. *cereus* و *B.thermolevorans* در نتایج تحقیقات محققانی نظیر ذوالفقاری در سال۱۳۸۴، Aitken و همکاران در سال ۱۹۹۸ ، Abou seoud وMaachi در سال ۲۰۰۳، اشاره فراوان گردیده است که با نتایج تحقیق حاضر هم خوانی دارد(۲۱،۲۳،۲۴) .

با توجه به ورود PAHs از طریق صنایع مختلف نظیر داروسازی ، پلاستیک سازی ،حشره کش ها، رنگ ها و غیره و هم چنین با توجه به سرطان زایی این ترکیبات تبدیل آن ها به ریز مجموعه های ساده تر از اهمیت بالایی برخوردار می باشد(۲۵) .

به لحاظ این که حذف زیستی آلاینده ها رویکرد در جهت حفظ محیط زیست می باشد، بنابر این باید توجه نمود که از میکروارگانسیم هایی که در کلیه ایستگاه ها بصورت مشترک توانمندی خود را جهت حذف آنتراسن نشان داده است جهت فرمولاسیون و کاربری نهایی می توان استفاده کرد.

جدول ۱-مختصات جغرافیایی ایستگاه های نمونه برداری در خلیج فارس

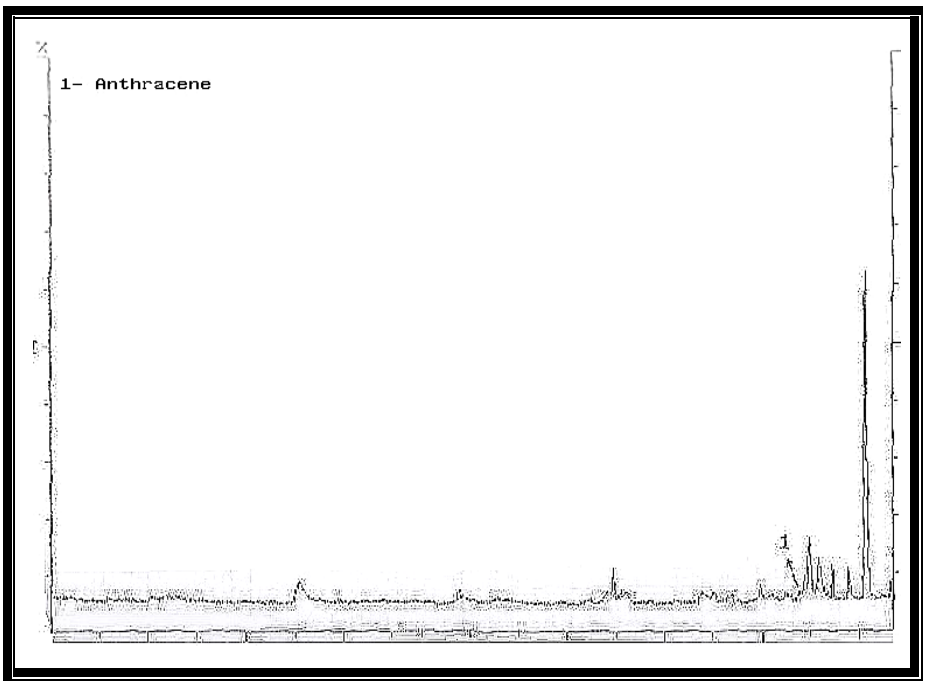
شماره ایستگاه	طول جغرافیایی °	عرض جغرافیایی°
۱	۵۴° ۳۳ ′ ۴۱۰ ″	۲۵° ۵۴ ′ ۷۵۰ ″
۲	۵۴° ۳۴ ′ ۰۲۷ ″	۲۵° ۵۴ ′ ۹۲۱ ″
۳	۵۴° ۳۴′ ۴۶۶ ″	۲۵° ۵۵ ′ ۱۴۱ ″
۴	۵۴° ۳۰ ′ ۱۳۳ ″	۲۵° ۵۰ ′ ۵۴۵ ″
۵	۵۴° ۲۷ ′ ۳۴۴ ″	۲۵° ۴۸ ′ ۷۳۷ ″
۶	۵۴° ۲۴ ′ ۵۶۹ ″	۲۵° ۴۶ ′ ۴۱۴ ″
۷	۵۴° ۲۱ ′ ۱۰۰ ″	۲۵° ۴۴ ′ ۵۴۴ ″
۸	۵۴° ۱۸ ′ ۰۰۵ ″	۲۵° ۴۲ ′ ۱۵۶ ″

جدول ۲- نتایج اندازه گیری کیفی PAHsبه کمک GC-MS

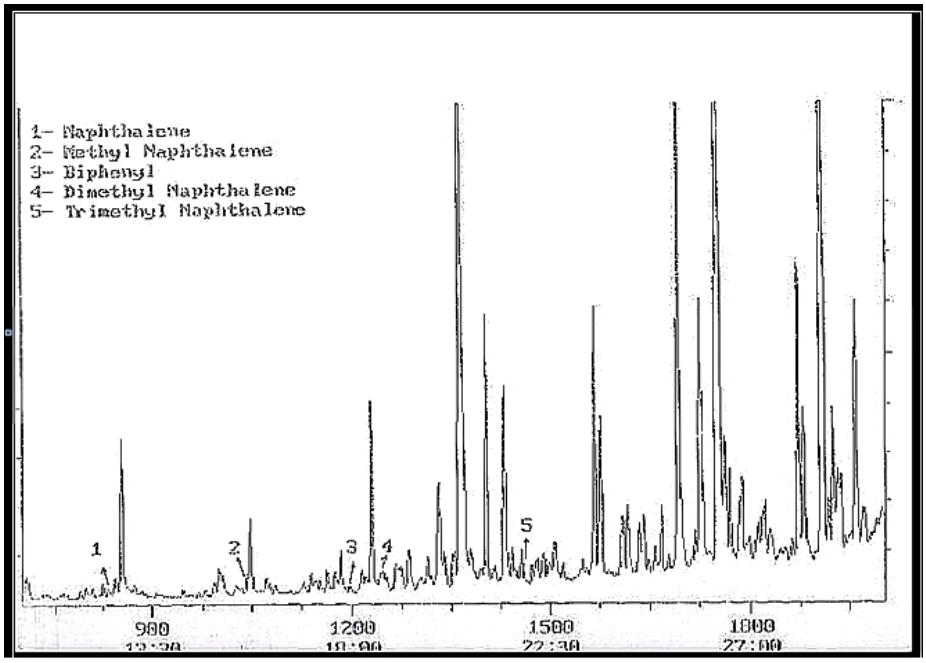
شماره ایستگاه	نام ترکیب
۱	آنتراسن ، فلورانتن ، بنزو (آ) آنتراسن ، بنزو آلفاپیرن ، بنزو جی اچ ای پریلین
۲	بنزو آلفاپیرن ، بنزو جی اچ ای پریلین
۳	آنتراسن، بنزو آلفاپیرن ، بنزو جی اچ ای پریلین فلورانتن، تری متیل نفتالین ، دی متیل نفتالین
۴	نفتالین، تری متیل نفتالین، دی متیل نفتالین، آنتراسن، بنزو آلفاپیرن، بنزو جی اچ ای پریلین، فلورانتن
۵	نفتالین، تری متیل نفتالین، دی متیل نفتالین، آنتراسن، بنزو آلفاپیرن، بنزو جی اچ ای پریلین، فلورانتن، بی فنیل، متیل نفتاین
۷	تری متیل نفتالین، دی متیل نفتالین، بنزو آلفاپیرن ،بنزو جی اچ ای پریلین، فلورانتن، متیل نفتالین
۸	آنتراسن ، فلورانتن ، بنزو (آ) آنتراسن، بنزو آلفاپیرن ، بنزو جی اچ ای پریلین

جدول ۳- میزان جذب سوسپانسیون باکتریایی در اصلاح زیستی آنتراسن

کد باکتری	جذب۲۴ ساعته	جذب۴۸ ساعته	کد باکتری	جذب۲۴ ساعته	جذب۴۸ ساعته
۱	۰/۶۹۱۷	۰/۶۶۵۰	۱۰	۰/۵۲۴۴	۰/۶۴۶۴
۲	۰/۲۴۱۸	۰/۲۵۵۱	۱۱	۰/۳۵۲۴	۱/۱۹۰۳
۳	۰/۳۴۱۲	۰/۴۰۰۶	۱۲	۱/۲۵	۰/۲۳
۴	۰/۲۵۷۱	۰/۲۲۱۹	۱۳	۱/۹۳۲۱	۰/۳۱۱۹۶
۵	۰/۴۶۰۴	۰/۳۸۱۸	۱۴	۱/۹۶۱۷	۰/۴۱۹۶۰
۶	۰/۳۱۴۴	۰/۲۵۲۵	۱۵	۱/۷۲۲۲	۰/۲۸۱۲
۷	۰/۳۵۹۵	۰/۲۰۲۱	۱۶	۱/۰۰۸۲	۰/۲۸۸۸
۸	۰/۴۴۰۱	۰/۴۴۳۳	۱۷	۱/۳۹۴۳	۰/۵۹۵۰
۹	۰/۲۷۴۱	۰/۴۷۰۷			



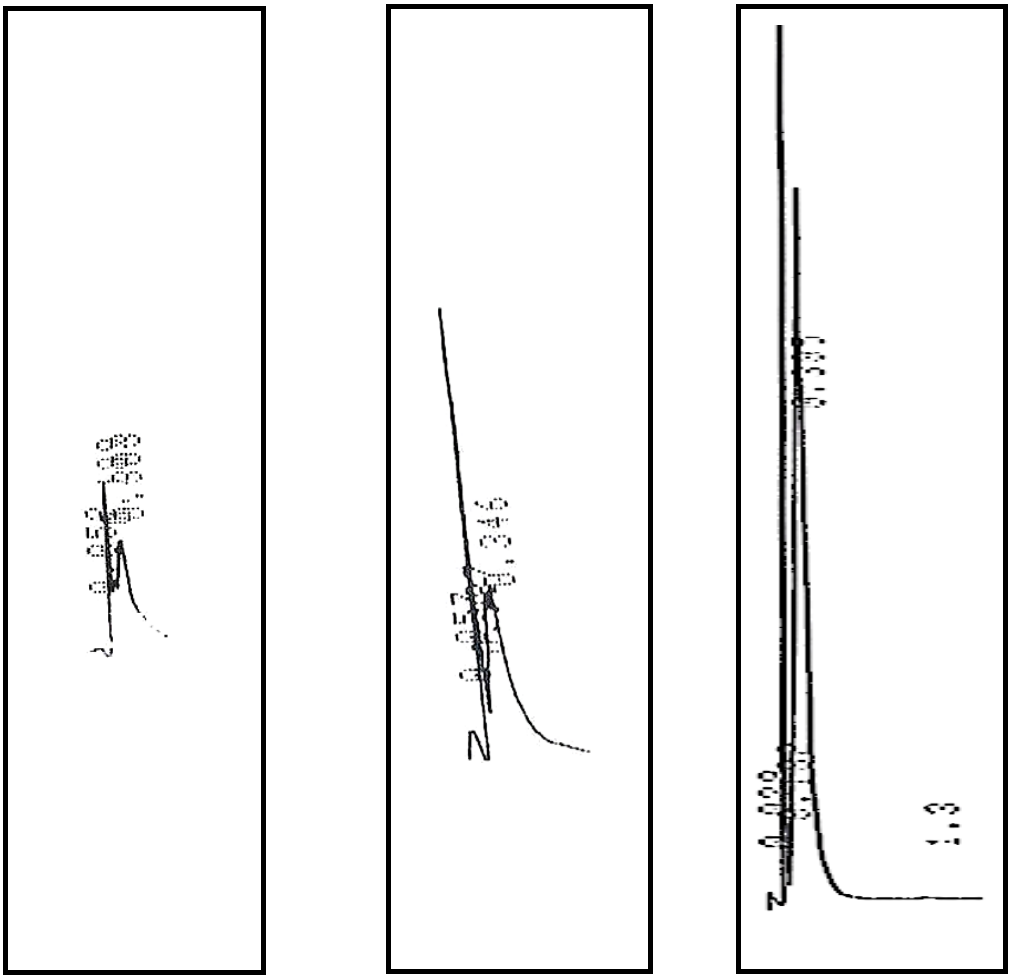
A



B

شکل ۲- کروماتوگرام آنالیز دستگاهی GCMS هیدروکربن های چند حلقه ای آروماتیک در رسوبات جزیره سیری – خلیج فارس

A: کروماتو گرام ایستگاه ۵ B : کروماتوگرام ایستگاه ۱



C B A

شکل ۳- کروماتوگراف آنالیز دستگاهی GC تجزیه بیولوژیک آنتراسن از هیدروکربن های چند حلقه ای آروماتیک در رسوبات خلیج فارس – جزیره سیری

A: کروماتوگرام نمونه شاهد

B: کروماتوگرام باکتری Staphylococcus sp PGIIII

C: کروماتوگرام باکتری *Pseudomonas sp PGIII*

بین مجموعه های مورد نظر چهار سویه این توان را نشان دادند که عبارتند از :

Bacillus sp.PGI, Bacillus sp. PGII, Pseudomonas sp PGIII, Staphylococcus sp PGIIII

البته Ratledge , wrightدر سال ۱۹۹۱ ، گزارش دادند(۲۱،۲۶،۲۷) میکروارگانیسم هایی که راه های تجزیه ای مشابه و اکسیژناژهای مشابه دارند قادر به تجزیه PAH s می باشند و تصور می شود که بیشتر PAHs در حالی که از نظر ساختمان مشابه هستند مانند فنانترن، آنتراسن، بنزن ، نفتالین، پایرن . احتمالا اکسیژنازهای آن ها نیز مشابه است. لذا مجموعه میکروارگانیسم های خالص سازی شده طیف وسیعی از آلایند های محیطی را حذف می نمایند که از این نظر بسیار سودمند می باشند .با توجه به این که اکسیداسیون آنتراسن و فنانترن و بسیاری از PAH ها توسط

باکتری ها و قارچ ها شبیه نفتالن است (۱۸،۱۹،۲۸) به نظـر می ر سد ساز و کار عمل میکروارگانیسم های مذکور در تجزیه آنتراسن نیز همانند نفتالین باشد. در این مسیر نفتالن توسط آنزیم نفتالن دی هیدرودی ال دهیدروژناز ، تبدیل به سیس دی هیدروکسی او ۲ – دی هیدرونفتالین و ۱ و ۲ – دی هیدروکسی نفتالن می شود . این ماده تحت تاثیر آنزیمی ۱ و ۲ – دی هیدروکسی نفتالن اکسیژناز مانند کاتکول از خارج پیوند دی هیدرودیول شکسته می شود و سپس اورتوهیدروکسی بنزال پیرویک اسید تولید می کند در مرحله بعد سیس – ارتو – هیدروکسی بنزال پیرویک اسید حاصل با اخذ یک مولکول آب و از دست دادن یک اسید به سالیسیلات تبدیل می شود و دکربوکسیلاسیون اکسیداتیو سالیسلات توسط آنزیم دکربوکسیلاز منجر به کاتکول می شود. سپس کاتکول های حاصل از طریق شکست داخل دیول یا راه اورتو (B - کتوآدیپات) و یا از طریق شکست خارج دیول یا راه متا (α – کتوآدیپات) فراتر متابولیزه شده و مواد حد واسط کربن تولید می شود و سپس در چرخه کربن وارد شده و منجر به تولید CO_2 و H2O از آن ها می شود .

حال با توجه به شباهت اکسیداسیون نفتالن و آنتراسن به نظر می رسد که شکست اولین حلقه از آنتراسن از طریق سیس دی هیدرو دیول ها انجام می شود که منجر به تولید نفتوپیک اسید می گردد و در نهایت وارد چـــرخه کـــربن می شود(۲۷،۲۹،۳۰).

ورود به چرخه کربن با تولید نهایی آب و دی اکسیدکربن همراه است که این خود حاکی از حذف آلودگی توسط میکروارگانیسم های بومی خلیج فارس منطقه حوزه نفتی سیری می باشد . در صورت استفاده از میکروارگانیسم های بومی این حوزه جهت حذف آلودگی PAHs بدون هر گونه دستکاری ژنتیک و انواع غیر بومی، می توان اظهار داشت اصول پایه ای ایمنی زیستی برطبق پروتکل کارتاهینا رعایت گردیده است .

تشکر و قدرانی

این طرح با حمایت مالی و اجرایی شرکت نفت فلات قاره امکان پذیر شد. در این راستا از مساعدت های ریاست محترم پژوهش و توسعه شرکت نفت فلات قاره، کارکنان محترم و زحمت کش جزیره سیری تشکر و قدرانی می گردد.

منابع

1. Pala,D.;Freier,D.,2002,Bioremediation of clay soil impacted by petroleum , Engenharia temica ,No:10 ,PP:29-32
۲. مظاهری اسدی، م . و وفا ، م ، ۱۳۸۳، ایمنی زیستی برای همه، انتشارات موج سبز ، ۲۸ صفحه
۳. امتیازجو، م. و قربانی نژاد، ا .، ۱۳۸۳، ایمنی زیستی در دریا و پروتکل کارتاهینا، اولین همایش ملی ایمنی زیستی ، کرج ، ایران ، صفحه ۳۲۳-۳۱۸
۴. خوانساری، ن، ۱۳۸۰، کنوانسیون تنوع زیستی و پروتکل ایمنی زیستی کارتاهینا، سازمان حفاظت محیط زیست ، ۱۲۵ صفحه
۵. امتیازجو ، م .، صدیقی، س، ماشینچیان مرادی، ع و رعایی، ع،۱۳۸۲، بررسی کمی وکیفی هیدروکربن های چند حلقه ای آروماتیک PAH s در رسوبات جزیره سیری، خلیج فارس مجله علوم و فنون دریایی، دوره دوم، شماره سوم، صفحات ۹-۱
6. Cocchieri ,R .A .; Arnese A., Minicucci, A., M .,1990,Polycyclic aromatic hydrocarbons in marine organisms from Italian central Mediterranean Coast , Mar. Pollut .Bull.,No:32 ,PP:21-15
7. Mihoko Y., Hideshige T.,2003,Study on the fate of petroleum –derived polycyclic aromatic hydrocarbons and the effect of chemical dispersant using anenclosed ecosystem ,mesocosm marine ,pollution bulletin,No:47, pp:105-113

8. Plotnikova ,E.G .;Altyntenseva ,O.V.,2001,Bacteria degraders of polycyclic aromatic hydrocarbons isolated from salt contaminated soil and bottom sediment in salt mining areas, Microbiology, No: 70 , PP :51-58
9. Bauer, J. , Douglas G.,1988,Effects of co-occuring aromatic hydrocarbon on individual polycyclic aromatic hydrocarbons in marine sediment, slurries ,No: 54, PP:1649-1654
10. Atlas ,R.,Bortha ,R. ,1972 ,Degradation and Mineralization of petroleum by two bacteria isolated from coastal water ,biotechnol Bioeng.No:14, PP:297-308
11. Cerniglia, C.E., 1984, Aromatic hydrocarbons: metabolism by bacteria, fungi and algae, in biochemical technology, Vol.3, P P: 116-125.
12. MOPAM, 1989, Manual of oceanographic observation and pollutant analysis Method, ROPME. kuwvait
13. Pandey , G.; Gain , R.K., 2002, Marine views bacterial chemotaxis toward environmental pollution trans: role in bioremediation , Applid and environmental microbiology , Dec.2002, pp: 5789-5795
14. Wright ,J .D ., Ratledge ,C.,1991,Isolation of Rhodotorula rubra strains showing difference in degradation of aromatic compounds ,APP.,Microbial Biotechnol,Vol:35, PP:94-99
15. Walker, N., Wiltshire, G. H. , 1953 , The breakdown of naphthalene by a soil bacterium , gen microb , No : 8 , PP : 273- 279
16. Awata ,H.;Bates ,S. ;knaub ,D.; Popelka .,R. ,1998, Polynuclear aromatic hydrocarbons, properties and environmental fate ,spring.1-10
17. Diaz , M ., Grigson , S ., 2000 , Isolation and characterization of novel hydrocarbon degrading euryhaline consortia from crude oil and mangrove sediments , Mar. Biotechnol , No: 2 , PP : 522-532
18. Hediund , B.P.; James , T.S., 2001, Vibrio cyclotrophicus sp . nov., Polycyclic aromatic hydrocarbons-(PAH) - degrading marine bacterium., J. Sys Evol. Microbial, No: 51, PP: 61-66
19. MacGillirray , A.R; Shiaris , M. P., 1999, Microbial ecology of polycyclic aromatic hydrocarbons degradation in coastal sediment
20. Grimm, A. C.; Harwood, C.S., 1997, Chemotoxics of Pseudomonas sp. to polycyclic aromatic hydrocarbon , naphthalene , Applid and environmental microbiology , pp: 4111-4115
21. Abou seoud , M.; Maachi , R, 2003, Biodegradation of naphthalene by free and alginate entrapped Pseudomonas sp , Naturoforsch, Vol:58, P: 726-731
22. Samanta , S.K.; Singh , O.V. ; Jain , P.K., 2002 , polycyclic aromatic hydrocarbons : environmental pollution and bioremediation . Trends in biotechnology, Vol: 20, No: 6

۲۳. ذوالفقاری ، آ.،۱۳۸۴، بررسی پتانسیل تجزیه میکروبی نفت و پراکنده ساز های نفتی مورد استفاده در جزیره سیری و شناسایی طرح پلاسمیدی میکروب های تجزیه کننده آن ها، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال

24. Aitken, M.D .; Stringfellow , W.T.; Nagel R. D.; Kazunga , C.; Chen , S. H

, 1998, Characteristics of phenanthrene - degrading bacteria isolated from soils contaminated with Polycyclic aromatic hydrocarbon , J., Microbial , Vol: 44, PP: 743-752

25. Biegert, .,Fuchs,G.,1996,Polycyclic aromatic hydrocarbons ,Eur .,J .Biochem, No: 238 , PP : 661-668
26. Wright ,J .D ., Ratledge , C., 1991, Isolation of Rhodotorula rubra strains showing difference in degradation of aromatic compounds ,APP.,Microbial Biotechnol,Vol:35, PP:94-99
27. AshokT,B.,Saxena,S.,1995,Isolation and characterization of four Polycyclic aromatic hydrocarbon degrading bacteria from soil near and oil refinery APPI , Microbiol , NO:21,PP :246-253

۲۸. مظاهریون، ف ، ۱۳۸۲ تجزیه بیولوژیکی هیدروکربن های آروماتیک چند حلقه ای توسط قارچ ها، مجموعه مقالات دومین همایش ملی بیوتکنولوژی

29. Corl ,E, Cerninglia ,C . , Eshenk .,1995 ,Stereoselective metabolism of anthracene and phenantherene by the fungus cunninghmella elegans APPI., Environ microbhal.,PP:119- 124
30. Sisler , F., Zobell , Z ., 1987, Microbial utilization of carcinogenic hydrocarbon , Science No: 106 , pp: 521-523