

## بررسی روند تغییرات آلودگی‌های هیدروکربورهای نفتی در آب و رسوبات حوزه جنوبی دریای خزر

مزگان میرزایی<sup>۱\*</sup>، محمدرضا معتمدی<sup>۲</sup>، آمنه نیکبختی<sup>۳</sup>

۱. کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲. کارشناس ارشد مهندسی نفت (گرایش حفاری و بهره‌برداری)، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد امیدیه

۳. کارشناس ارشد مهندسی محیط زیست دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۹/۲۰ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۲/۴/۱۸)

### چکیده

دریای خزر به دلیل داشتن خط ساحلی طویل و وجود مناطق شهری، صنعتی و کشاورزی بسیار در مجاورت خود، همواره از منظر محیط زیستی تحت فشارها و تهدیدات شدیدی قرار داشته است. توسعه فعالیت‌های استخراج و بهره‌برداری نفت در این دریاچه سبب ورود مقادیر متنابهی از انواع آلاینده‌های نفتی به این پیکره آبی مهم شده است. با توجه به اثرات نامطلوب آلاینده‌های هیدروکربنی بر کیفیت زندگی گونه‌های ساکن دریاها و حاشیه، بررسی وضعیت آلودگی‌های هیدروکربنی در آب و رسوبات دریای خزر همواره مورد توجه بوده است. این مقاله با هدف تعیین غلظت کل هیدروکربورهای نفتی آب و رسوبات و مقایسه آن با مناطق دیگر در نوار ساحلی حوزه جنوبی دریای خزر در استان‌های گیلان، مازندران و گلستان از بهار سال ۱۳۸۹ تا بهار ۱۳۹۰ انجام شده است. ۲۲۵ نمونه آب و ۷۵ نمونه رسوب در ۱۵ ایستگاه طی ۵ فصل جمع‌آوری و غلظت کل هیدروکربورهای نفتی به وسیله دستگاه FT-IR<sup>۱</sup> تعیین شد. براساس نتایج به دست آمده، غلظت کل مواد نفتی آب در پاییز سال ۱۳۸۹ بیشترین مقدار را به نسبت فصول دیگر نشان داده است، همچنین بیشترین و کمترین غلظت کل مواد نفتی آب به ترتیب در ایستگاه شماره ۷ (منطقه دستک) و ۱ (آستارا) مشاهده شده است. بیشترین و کمترین غلظت مواد نفتی رسوبات نیز به ترتیب در ایستگاه شماره ۱۳ (نیروگاه نکا) و ۸ (قاسم‌آباد) مشاهده شد. نتایج حاصل از آنالیز واریانس نشان می‌دهد که غلظت کل هیدروکربورهای نفتی آب و رسوب بین فصول مختلف معنادار بوده، اما بین ایستگاه‌های مختلف اختلافی معنادار نبوده است.

**کلیدواژگان:** آلودگی‌های نفتی، دریای خزر، دستگاه FT-IR، غلظت کل هیدروکربورهای نفتی، محیط زیست.

## ۱. مقدمه

از آنجا که آب نقش اساسی در بقای انسان ایفا می‌کند، در صورت آلوده‌بودن توانایی زیادی برای انتقال انواع گوناگونی از بیماری‌ها و امراض را نیز دارد. آلودگی آب‌ها انواع مختلفی دارد که هر یک اهمیت خاص خود را دارد و هیچ‌یک را نمی‌توان نادیده گرفت (Bazrafshan, 1995).

دریای خزر با تنوع زیستی منحصربه‌فرد، تالاب‌های بی‌نظیر، جنگل‌های استثنایی در حاشیه آن، رودخانه‌ها و گونه‌های گیاهی و جانوری کم‌نظیر، منابع نفت و گاز و در کنار آن ذخایر غنی ماهی‌گیری صنایع مهمی را از اواخر قرن نوزدهم بنیان گذاشته است. مسائل مربوط به دریای خزر به‌عنوان بزرگ‌ترین دریاچه جهان، در دهه اخیر به یکی از چالش‌های مهم صحنه بین‌المللی تبدیل شده است که درحقیقت یکی از مهم‌ترین نقاط راهبردی جهان و کانون توجه کشورهای منطقه و قدرت‌های جهانی است (Kolaee and Goudarzi, 2009). سواحل دریای خزر از جمله اکوسیستم‌های باارزشی است که به‌لحاظ تنوع زیستی، اکوتوریسم و حضور آبزیان به‌ویژه ماهیان خاویاری حائز اهمیت‌اند (Khodaparast, 2007). با پیشرفت صنایع مختلف همه‌روزه مقدار زیادی پسماند که اکثراً سمی است وارد آب‌های سطحی می‌شود و سلامتی انسان و محیط‌زیست را به‌شدت تهدید می‌کند. یکی از مهم‌ترین صنایعی که نقش زیادی در این آلودگی‌ها دارد صنعت نفت است که از مراحل حفاری و استخراج گرفته تا تولید و بهره‌برداری با تولید پسماندهای گوناگون به آلودگی محیط‌زیست دامن می‌زند (Amiri, 1994). دریای خزر با داشتن پالایشگاه‌های نفت و گاز و صنایع پتروشیمی در پیرامون خود و همچنین غنی‌بودن ذخایر نفتی در حوزه‌های نفتی و توسعه روزافزون فعالیت‌های اکتشاف و حفاری توسط پنج کشور مشاع، خصوصاً آذربایجان و قزاقستان امکان بروز حوادث ناشی از نشت نفت، پراکنش مواد نفتی و همین‌طور آلوده‌سازی دریا بر اثر تخلیه فاضلاب‌ها و پساب‌های صنعتی که در حاشیه این دریا و رودهای مهم آن قرار دارند، دور از انتظار نیست (Jahani and Ghodrattnama, 1994). حفاری‌ها و فعالیت‌های استخراجی نفت، انتقال و پالایش نفت

خام، انفجار خطوط لوله و چاه‌های نفت، سرریز از چاه‌ها، تصادفات محتمل نفتک‌ها، تخلیه آب‌خن و آب تعادل کشت‌ها، پسماندهای تأسیسات ساحلی و فراساحلی در کنار تخلیه مستقیم فاضلاب‌های شهری و صنعتی به دریا یا رودخانه‌های منتهی به آن عمده‌ترین منابع ورود آلاینده‌های نفتی به دریای خزر هستند (Effimoff, 2000). در نتیجه هیدروکربورهای نفتی یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های دریای خزر است که از منابعی چون حمل‌ونقل دریایی، اکتشافات و انتقال منابع نفتی، فاضلاب‌های صنعتی و شهری وارد دریای خزر می‌شود. همچنین آلاینده‌ها با جریان‌های دریایی و چرخش‌های آبی به سواحل ایران انتقال می‌یابد و تأثیر سوئی بر زنجیره غذایی خواهد گذاشت. از آثار مهم آلودگی آب با منشأ نفت مشکلات زیست‌شناختی است که برای موجودات زنده دریایی به وجود می‌آید. از آنجا که نفت خام یک ماده خالص نیست و در آن انواع هیدروکربورها با تفاوت‌های فیزیکی و شیمیایی مختلف وجود دارد، هنگامی که دریا را آلوده می‌سازد به اشکال گوناگون تبلور پیدا می‌کند که برای آبزیان (ماهیان، موجودات کفزی و سایر موجودات آبزی) مضر است (Maleki, 2004). در مطالعه حاضر می‌توان با بررسی الگوی عمومی پخش هیدروکربن‌های نفتی در منطقه وسیعی از سواحل جنوب دریای خزر، مطالعات عمیق‌تری از نظر وضعیت آلودگی مناطق مختلف انجام داد و امکان ردیابی آلودگی‌ها و کنترل درازمدت آن‌ها در سطح منطقه به نحو مطلوب‌تری ممکن می‌شود. همچنین شناخت عوامل آلاینده مؤثر بر محیط‌زیست دریایی، امری ضروری و نخستین گام در جهت بهبود و بازسازی این اکوسیستم باارزش است.

### ۱.۱. پیشینه پژوهش

مطالعات زیادی توسط پژوهشگران مختلف در منطقه مطالعه‌شده و سواحل جنوبی دریای خزر انجام شده است که به برخی از این مطالعات اشاره می‌شود. Khodaparast در سال ۲۰۰۱ غلظت کل هیدروکربن نفتی در مناطق مختلف تالاب انزلی را بررسی کرد (Khodaparast, 2001). نتایج حاصل نشان داد که حداکثر غلظت کل هیدروکربن نفتی در مسیر رودخانه پیربازار به میزان ۱۳/۹ میلی‌گرم بر لیتر و حداقل غلظت آن در تالاب

## ۲. مواد و روش‌ها

### ۱.۲. منطقه مطالعه شده

از آنجا که آلاینده‌های نفتی در مراحل حفاری، انتقال و غیره از دریا منتشر می‌شوند، لذا ایستگاه‌های نمونه‌برداری در ارتباط با هر یک از مراحل فوق بوده است، از جهتی با توجه به طبقه‌بندی موقعیت ساحلی حوزه جنوبی دریای خزر در منطقه گیلان از آستارا تا رامسر و در منطقه مازندران و گلستان از تنکابن تا بندر ترکمن تعداد ۱۵ ایستگاه مطالعاتی انتخاب شد و نمونه‌برداری از آن ایستگاه‌ها صورت پذیرفت. ۲۲۵ نمونه آب و ۷۵ نمونه رسوب در ۱۵ ایستگاه طی ۵ فصل جمع‌آوری شده و براساس روش‌های استاندارد غلظت کل هیدروکربورهای نفتی به وسیله دستگاه FT-IR مدل Vector تعیین شده است. موقعیت ایستگاه‌های نمونه‌برداری در شکل ۱ و مختصات جغرافیایی آن‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

اندازه‌گیری غلظت هیدروکربن‌های نفتی نمونه‌های جمع‌آوری شده براساس روش استاندارد و مقایسه با مواد نفتی مرجع با استفاده از سیستم طیف‌سنجی مادون قرمز انجام گرفت. غلظت هیدروکربن‌های نفتی هر یک از طیف‌ها براساس سطح محصور طول موج مورد نظر و همچنین استفاده از منحنی کالیبراسیون محاسبه می‌شود.

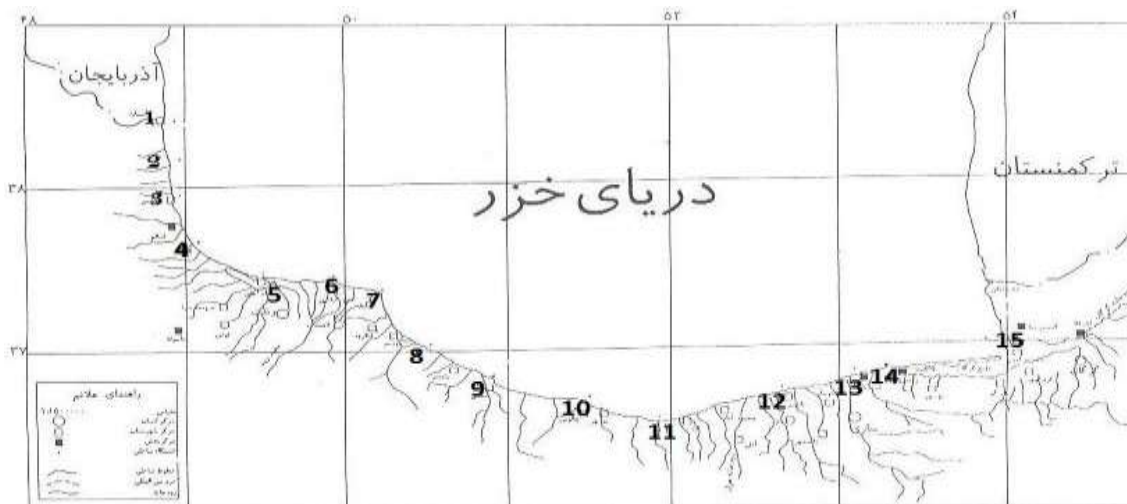
### ۲.۲. کالیبراسیون

کالیبراسیون اسپکتروفتومتر، فرایندی است که در آن مراحل برای تضمین صحت کار دستگاه به کار گرفته می‌شود. این روش تضمین می‌کند که اندازه‌گیری‌های به‌دست‌آمده توسط وسیله مورد نظر دقیق هستند. روش کالیبراسیون برای مدل‌های مختلف متفاوت است. باین‌حال اکثر تولیدکنندگان کتابچه راهنمایی را که شامل جزئیات کالیبراسیون و نحوه کار با دستگاه است، برای استفاده کاربران فراهم می‌کنند. اسپکتروفتومتر قادر است به‌عنوان فرستنده و گیرنده نور عمل کند. این وسیله برای آنالیز نمونه‌هایی از ماده تست، توسط عبور نور از درون نمونه و خواندن شدت طول موجها استفاده می‌شود. نمونه‌های مختلف نور را به روش‌های مختلف فشرده می‌کنند و به پژوهشگر اجازه می‌دهند توسط بررسی رفتار نور هنگام عبور از نمونه مورد نظر، با

پسیخان به میزان ۰/۰۱ میلی‌گرم بر لیتر گزارش شده است. Afraz در سال ۱۹۹۷ میزان کل هیدروکربن نفتی و فلزات سنگین را در سواحل جنوبی دریای خزر (منطقه گیلان) تعیین و مطالعه کرد (Afrac, 1997). Tolosa و همکاران در سال ۲۰۰۴ طی مطالعات گسترده خود از طریق انجام نمونه‌برداری‌های متعدد از رسوبات سطحی دریای خزر علاوه بر بررسی وضعیت آلودگی رسوبات به هیدروکربن‌های نفتی، منشأ متفاوت هیدروکربن‌های مشاهده‌ای در نقاط مختلف این دریا را نیز بررسی کرده‌اند (Tolosa et al., 2004). ایشان در نتیجه مطالعات خود میزان غلظت کل هیدروکربن یا مجموع هیدروکربن‌های آلیفاتیک و آروماتیک در رسوبات نواحی مختلف دریای خزر را در محدوده ۲۹-۱۸۲۰  $\mu\text{g/g}$  گزارش کرده‌اند. غلظت‌های بالا از این مشخصه در قسمت‌های جنوبی و غربی در مجاورت و پایین دست سواحل آذربایجان و غلظت‌های کمتر آن در نواحی شمالی و شرقی آن گزارش شده است. Nemirovskaya و Brekhovskik نیز در سال ۲۰۰۸ میزان غلظت هیدروکربن‌های آلیفاتیک در قسمت‌های شمالی دریاچه خزر را در محدوده ۷۰-۴۵۵۷  $\mu\text{g/g}$  و غلظت هیدروکربن‌های آروماتیک را در محدوده بسیار وسیع ۳/۸-۴۸۰۰  $\mu\text{g/g}$  گزارش کرده‌اند (Brekhovskik and Nemirovskaya, 2008). Hajizadehzaker و همکاران در سال ۲۰۱۱ به بررسی غلظت کل هیدروکربن‌های نفتی در رسوبات سطحی بندر انزلی پرداختند که غلظت آن بین ۷/۶ تا ۲۹ میلی‌گرم در کیلوگرم مشاهده شد که مبین آلودگی کم تا متوسط این رسوبات به هیدروکربن‌های نفتی است (Hajizadehzaker et al., 2011). Saeedi و Abessi در سال ۲۰۱۰ به بررسی منشأ هیدروکربن‌ها در رسوبات سواحل جنوبی دریای خزر در محدوده استان‌های گلستان و مازندران پرداختند (Abessi and Saeedi, 2010). بررسی غلظت کل این ترکیبات در رسوبات ساحلی منطقه مطالعه شده گویای پراکندگی آن‌ها با تمرکز بیشتر در قسمت‌های مرکزی استان مازندران است. این مقاله با هدف تعیین غلظت کل هیدروکربورهای نفتی آب و رسوبات و مقایسه آن با مناطق دیگر در نوار ساحلی حوزه جنوبی دریای خزر در استان‌های گیلان، مازندران و گلستان (از آستارا تا بندر ترکمن) از بهار سال ۱۳۸۹ تا بهار سال ۱۳۹۰ انجام شده است.

مرجع استفاده شد. در این پژوهش یک منحنی استاندارد کالیبراسیون) از محدوده‌ای از ترکیبات با غلظت مشخص از اتانول در آب به دست آمد.

ساختار آن بیشتر آشنا شود. در کالیبراسیون این وسیله، از یک محلول مرجع جهت تنظیم صفر دستگاه استفاده می‌شود. برای آنالیز ابتدا یک نمونه اتانول به دستگاه دادیم و سطح زیر پیک را به دست آوردیم و این نمونه به‌عنوان



شکل ۱. موقعیت محل‌های نمونه‌برداری از رسوبات ساحلی دریای خزر

جدول ۱. مختصات جغرافیایی ایستگاه‌های نمونه‌برداری

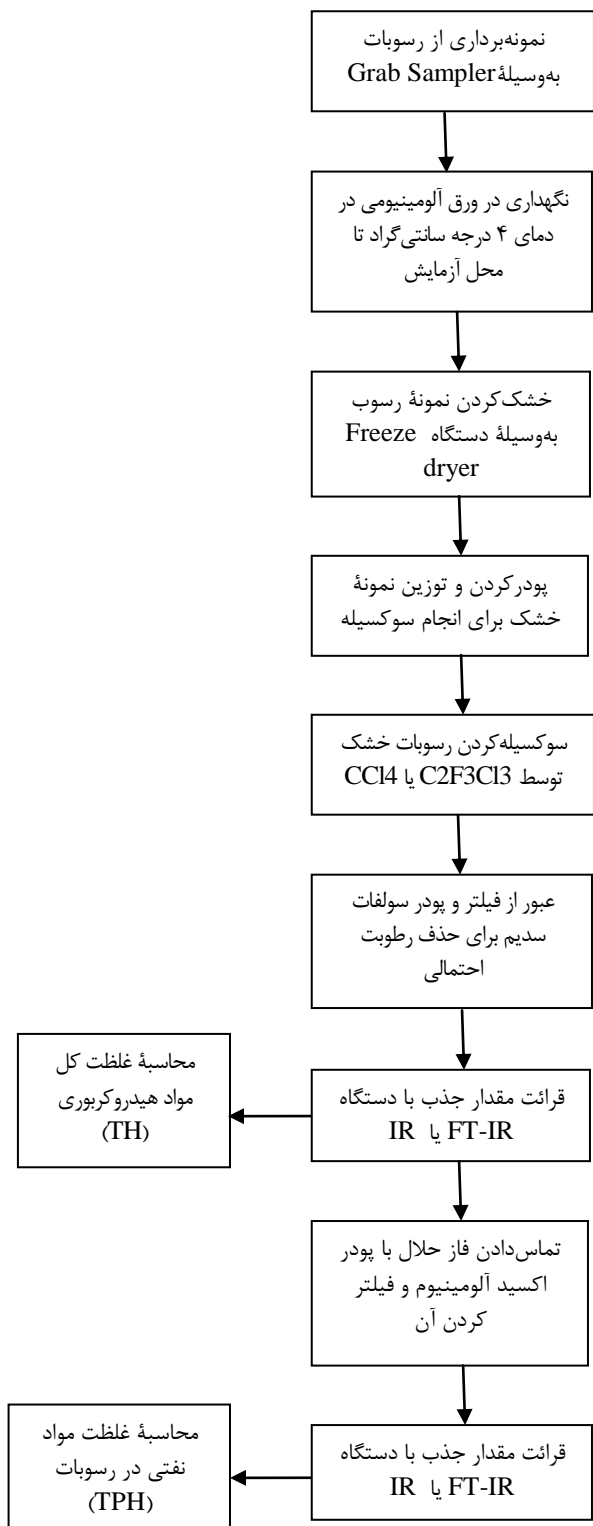
ایستگاه	نام ایستگاه	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
۱	آستارا	۴۸° ۵۲' ۵۰"	۳۸° ۲۵' ۳۸"
۲	حریق	۴۸° ۵۲' ۵۴"	۳۸° ۲۴' ۵۲"
۳	لیسار	۴۸° ۵۲' ۴۷"	۳۸° ۲۴' ۴۴"
۴	دیناچال	۴۹° ۱۷' ۲۲"	۳۷° ۳۱' ۵۱"
۵	بندر انزلی	۴۹° ۲۸' ۱۷"	۳۷° ۲۸' ۴۶"
۶	سفیدرود	۵۰° ۰۲' ۳۵"	۳۷° ۲۴' ۲۷"
۷	دستک	۵۰° ۰۸' ۳۹"	۳۷° ۲۳' ۳۸"
۸	قاسم‌آباد	۵۰° ۱۷' ۰۷"	۳۷° ۱۰' ۵۳"
۹	تنکابن	۵۰° ۵۲' ۳۹"	۳۶° ۴۹' ۲۰"
۱۰	نوشهر	۵۱° ۲۹' ۴۸"	۳۶° ۳۹' ۳۸"
۱۱	ایزده	۵۲° ۰۴' ۳۶"	۳۶° ۳۵' ۴۸"
۱۲	بابلسر	۵۲° ۳۹' ۳۲"	۳۶° ۴۲' ۴۷"
۱۳	نیروگاه نکا	۵۳° ۱۷' ۰۹"	۳۶° ۵۰' ۱۹"
۱۴	گرگان‌رود	۵۳° ۳۳' ۱۶"	۳۶° ۵۲' ۲۳"
۱۵	بندر ترکمن	۵۴° ۰۲' ۴۲"	۳۶° ۵۳' ۵۲"

۱۳۸۹-۱۳۹۰ برداشته شده است. شرح کامل روش انجام کار و مواد به‌کاررفته در شکل ۲ و ۳ آورده شده است و پس از پالایش نمونه‌ها به‌وسیله دستگاه FT-IR مدل Vector، غلظت کل هیدروکربورهای نفتی

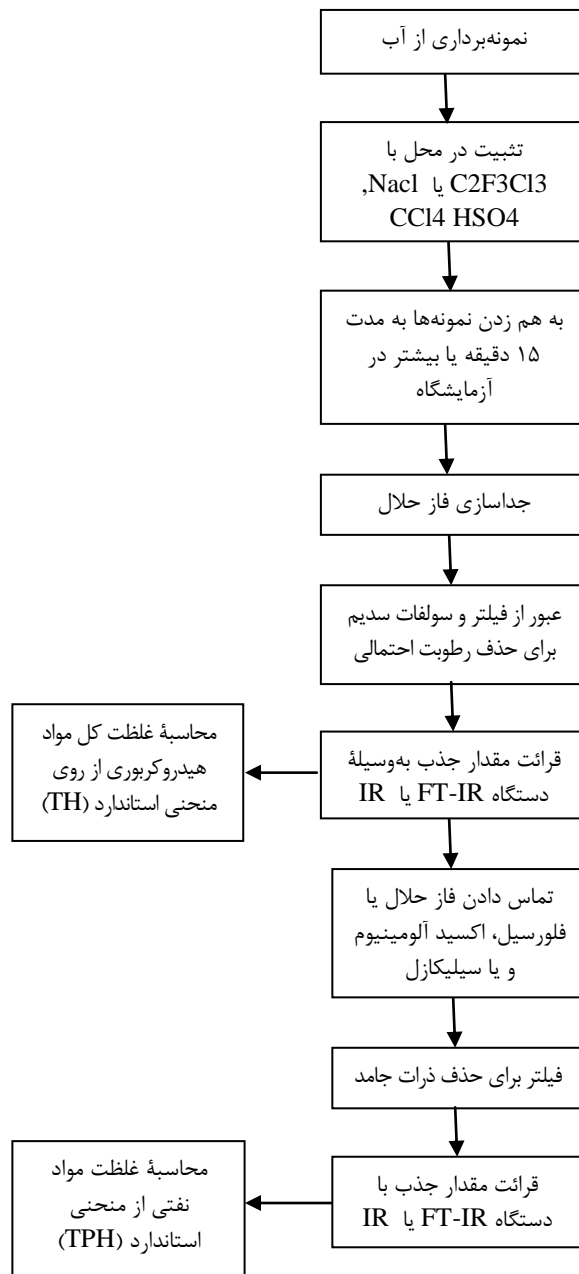
### ۳.۲. برداشتن نمونه از ایستگاه‌های مطالعاتی

نمونه‌برداری آب و رسوب از ایستگاه‌های تعیین‌شده به‌وسیله نمونه‌بردارهای کالسیکو و اکمن انجام شده و از هر ایستگاه سه نمونه طی پنج فصل در سال‌های

(TPH)<sup>۱</sup> در آن‌ها آنالیز شده است. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شده و مقایسه میانگین‌های TPH در فصول و ایستگاه‌های مختلف با استفاده از ANOVA<sup>۲</sup> و آزمون توکی انجام شده است (Bazigos, 1983).



شکل ۳. نمودار جعبه‌ای (Flow Chart) آزمایش‌های اندازه‌گیری مواد نفتی در رسوبات



شکل ۲. نمودار جعبه‌ای (Flow Chart) آزمایش‌های اندازه‌گیری مواد نفتی در آب

1. Total Petroleum Hydrocarbon  
2. Analysis of Variance

## ۳. نتایج

جدول ۲. غلظت کل مواد نفتی آب بر حسب mg/lit در فصول مختلف حوزه جنوبی دریای خزر

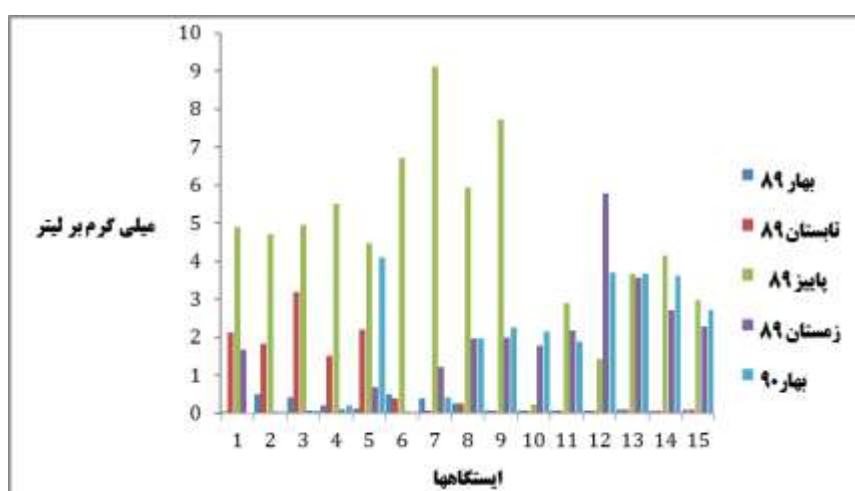
فصول	حداقل	حداکثر
بهار ۱۳۸۹	۰/۰۶۶	۰/۵۱۱
تابستان ۱۳۸۹	۰/۰۷۹	۳/۶۸۴
پاییز ۱۳۸۹	۱/۴۲۳	۹/۱۰۵
زمستان ۱۳۸۹	۰/۰۳	۵/۷۷۹
بهار ۱۳۹۰	۰/۰۴۷	۴/۱۰۵

جدول ۳. غلظت کل مواد نفتی آب بر حسب mg/lit در ایستگاه‌های مختلف حوزه جنوبی دریای خزر

ایستگاه	منطقه	حداقل	حداکثر
۱	آستارا	۰/۰۳	۴/۹۰۰
۲	حریق	۰/۰۴۷	۴/۷۱۰
۳	لیسار	۰/۰۷۶	۴/۹۴۸
۴	دیناچال	۰/۱۱۱	۵/۵۰۷
۵	بندر انزلی	۰/۱۲۳	۴/۴۷۲
۶	سفیدرود	۰/۰۴۷	۶/۷۲۰
۷	دستک	۰/۰۷۹	۹/۱۰۵
۸	قاسم‌آباد	۰/۲۴۷	۵/۹۴۴
۹	تنکابن	۰/۰۶۶	۷/۷۴۰
۱۰	نوشهر	۰/۰۷۴	۳/۲۴۰
۱۱	ایزده	۰/۰۷۵	۲/۹۱۰
۱۲	بابلسر	۰/۰۷۴	۵/۷۷۹
۱۳	نیروگاه نکا	۰/۱۱۲	۳/۶۸۴
۱۴	گرگان‌رود	۰/۰۸۰	۴/۱۶۰
۱۵	بندر ترکمن	۰/۱۰۳	۲/۹۹۰

## ۱.۳. بررسی غلظت TPH آب در ایستگاه‌ها و فصول مختلف

نتایج غلظت کل مواد نفتی (TPH) آب در فصول مختلف و ۱۵ ایستگاه در جدول‌های ۲ و ۳ و شکل ۴ نشان داده شده است. براساس داده‌های به‌دست‌آمده میانگین غلظت کل مواد نفتی در فصل پاییز سال ۱۳۸۹ بیشترین مقدار را به نسبت فصول دیگر نشان داده است، همچنین بیشترین غلظت کل مواد نفتی آب در ایستگاه شماره ۷ (منطقه دستک) و کمترین آن در ایستگاه شماره ۱ (آستارا) مشاهده شده است. مقایسه بین میانگین‌های TPH در فصول مختلف با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه نشان می‌دهد که بین آن‌ها اختلاف معناداری وجود دارد ( $p < 0.001$ ). مقایسه دو به میانگین‌ها با استفاده از آزمون‌های توکی نشان می‌دهد که مقدار TPH در فصل پاییز در بیشترین سطح خود قرار داشته و با بقیه فصول اختلاف معنادار داشته است. همچنین مقایسه بین میانگین‌های TPH در ایستگاه‌های مختلف با استفاده از تست واریانس یک‌طرفه (ANOVA) نشان می‌دهد که بین ایستگاه‌های پانزده‌گانه اختلاف معناداری ندارد ( $P < 0.092$ ).



شکل ۴. تغییرات کل مواد نفتی آب در منطقه ساحلی دریای خزر (از آستارا تا بندر ترکمن)

منبع: بررسی داده‌ها توسط پژوهشگر در نرم‌افزار Excel

جدول ۵. غلظت کل مواد نفتی رسوبات برحسب  $\mu\text{g/g}$  در ایستگاه‌های مختلف حوزه جنوبی دریای خزر

ایستگاه	منطقه	حداقل	حداکثر
۱	آستارا	۱۱/۱۲	۲۱۷/۸۱
۲	حریق	۷/۲۱	۱۶۶/۲۲
۳	لیسار	۱۰/۵۸	۱۴۷/۳۲
۴	دیناچال	۱۲	۲۴۶/۳۲
۵	بندر انزلی	۸/۵۵	۱۴۷/۳۰
۶	سفیدرود	۸/۹۸	۱۹۸/۳۵
۷	دستک	۱۱/۳۳	۱۷۰/۲۰
۸	قاسم‌آباد	۷/۰۳	۱۸۶/۷۸
۹	تنکابن	۱۳/۳۱	۴۳۵/۳۰
۱۰	نوشهر	۷/۲۲۲	۳۵۸/۲۲
۱۱	ایزده	۸/۲۷۵	۴۵۲/۸۸
۱۲	بابلسر	۸/۷۹	۷۴۳/۲۷
۱۳	نیروگاه نکا	۱۴/۱	۹۲۱/۶۶
۱۴	گرگان‌رود	۱۲/۸۱	۴۳۰/۱۵
۱۵	بندر ترکمن	۱۱/۸۸	۴۴۴/۱۲

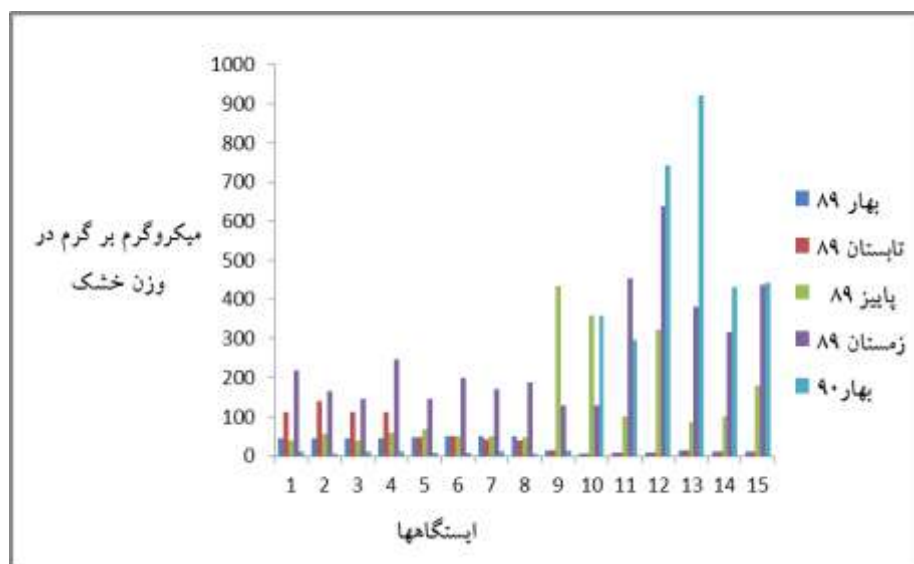
## ۲.۳. بررسی غلظت TPH رسوبات در ایستگاه‌ها و

### فصول مختلف

نتایج غلظت کل مواد نفتی (TPH) رسوبات در فصول مختلف و ۱۵ ایستگاه در جدول‌های ۴ و ۵ و شکل ۵ نشان داده شده است. همچنین جدول ۵ نشان می‌دهد که حداقل و حداکثر TPH رسوبات به ترتیب ۷/۰۳ و ۹۲۱/۶۶ میکروگرم بر گرم وزن خشک مربوط به ایستگاه‌های قاسم‌آباد و نیروگاه نکا در فصل بهار ۱۳۹۰ بوده است. تغییرات TPH رسوبات در شکل ۵ نشان داده شده است. نتایج آنالیز آماری مربوط به TPH رسوبات نشان می‌دهد که در فصول مختلف اختلاف معنادار اما بین ایستگاه‌های مختلف اختلاف معنادار نبوده است.

جدول ۴. غلظت کل مواد نفتی رسوبات برحسب  $\mu\text{g/g}$  در فصول مختلف حوزه جنوبی دریای خزر

فصول	حداقل	حداکثر
بهار ۱۳۸۹	۸/۲۷۵	۵۱/۱۴۰
تابستان ۱۳۸۹	۷/۲۲۲	۱۴۷/۳۲
پاییز ۱۳۸۹	۴۰/۲۲	۴۳۵/۳۰
زمستان ۱۳۸۹	۱۲۸/۵	۶۳۷/۲۲
بهار ۱۳۹۰	۷/۰۳	۹۲۱/۶۶



شکل ۵. تغییرات کل مواد نفتی رسوبات در منطقه ساحلی دریای خزر (از آستارا تا بندر ترکمن)

منبع: بررسی داده‌ها توسط پژوهشگر در نرم‌افزار Excel

هیدروکربورهای نفتی را نشان داده است که در این فصل براساس پژوهش‌های انجام‌شده در برخی نواحی تاربال‌هایی به اندازه  $70 \text{ g/cm}^2$  مشاهده شده است.

نتایج به‌دست‌آمده از ایستگاه‌ها و فصول مختلف در حوزه جنوبی خزر نشان می‌دهد که در میان فصول مختلف، فصل پاییز در سال ۱۳۸۹ بالاترین غلظت

نتایج آزمون آماری TPH آب و رسوبات نشان داده است که بین فصول اختلاف معنادار بوده و بین ایستگاه‌ها اختلاف معنادار نبوده است.

نتایج به دست آمده از کشورهای مختلف در زمینه غلظت هیدروکربورهای نفتی در آب و رسوبات به صورت جدول‌های ۶ و ۷ ذکر شده است:

جدول ۶. مقایسه هیدروکربورهای نفتی (TPH) در آب نواحی مختلف

منابع	غلظت بر حسب mg/lit	منطقه مطالعاتی
(Bazrafshan, 1995)	۰/۰۷-۱/۵۶	استان‌های مازندران و گلستان
(Bazrafshan, 1996)	۰/۹-۲/۶	استان‌های مازندران و گلستان
(Nasrolah zadeh, 2001) (Maleki, 2000)	۰/۰۱-۲/۹۰	استان‌های مازندران، گلستان و گیلان
(Kassemof, 1994)	۰/۰۳-۵۶۲	جزایر باکوی آذربایجان
WHO (1995)	۰/۰۰۰۳-۰/۱۰۵۰	دریای مدیترانه

جدول ۷. مقایسه هیدروکربورهای نفتی (TPH) در رسوبات نواحی مختلف

منابع	غلظت بر حسب µg/g	منطقه مطالعاتی
(Bazrafshan, 1995)	۱۰/۶-۳۸/۶	استان‌های مازندران و گلستان
(Bazrafshan, 1996)	۸۳۰-۱۲۱۷	استان‌های مازندران و گلستان
(Nasrolah zadeh, 2001) (Maleki, 2000)	۰/۹۳-۱۰۶/۱	منطقه مازندران، گلستان و گیلان
(Karimzadeh, 1997)	۴-۱۶۳	ماهشهر
(Winston, 1992)	۲-۱۰۰۰	دریای شمال
(Winston, 1992)	۱۰۰۰۰۰	مجاور پالایشگاه نفتی منطقه Shetlan Basin دریای شمال
(Fowler et al., 1993)	۵-۱۳۰۰	عربستان سعودی
(Fowler et al., 1993)	۲۸-۲۳۸	قطر

#### ۴. بحث و نتیجه گیری

استخراج نفت و گاز همراه با انتقال و تولید صنعتی سبب آلودگی هوا، آب و بستر در دریای مازندران می‌شود. آلودگی مناطق نفت خیز و پالایشگاه‌ها تا حد زیادی ناشی از به کارگیری فناوری قدیمی، بد عمل کردن تجهیزات و یا غفلت انسان است. باین وجود، حتی فرایندهای مناسب برای استخراج نفت و گاز هم تأثیرهای محیطی دارند. علاوه بر تهدید سلامت و محیط زیست ناشی از تولید نفت در دریای مازندران، موقعیت جغرافیایی این دریا نیز به دلیل محصور بودن در خشکی و نیاز به شبکه‌های انتقال انرژی عامل دیگری است که تلاش برای حفاظت از محیط زیست آن را پیچیده می‌کند. انتقال نفت و گاز از طریق خط لوله، با امکان وجود نشت و ریزش، خطرهای ناگزیری به همراه دارد. در این رابطه روند رو به گسترش بی‌رویه

فعالیت‌های لرزه‌نگاری، حفاری و اکتشاف در بستر دریای مازندران و تردد نفتکش‌ها در این منطقه زمینه بروز فاجعه را تشدید کرده است (Caspian Sea (Region: Environment Issue, 2003

براساس آزمایش‌های انجام گرفته دامنه نوسانات آلودگی آب و ترکیبات هیدروکربورهای نفتی نشان داده است که غلظت این آلاینده در مقایسه با سال‌های قبل (۱۳۷۵-۱۳۷۶) افزایش نسبی داشته است که این امر تا حدی به فعالیت‌های دریایی، حمل و نقل دریایی عملیات تدارکاتی و ریخت و پاش مواد و ترکیبات نفتی در حاشیه رودها و سواحل دریا بسته است، لیکن هنوز متوسط غلظت هیدروکربورهای نفتی از آب‌های خلیج باکو (Kassemof, ۵۶۲-۰/۰۳ mg/lit, 1994) که آلوده‌ترین منطقه ساحلی دریای خزر محسوب می‌شود کمتر است. با مقایسه جدول‌های ۵ و ۶ و نتایج حاصل از این پژوهش به این نتیجه رسیدیم



ایستگاه‌های ۱۲ (بابلسر) و ۱۳ (نیروگاه نکا) آلودگی دارند و رسوبات ایستگاه‌های دیگر غیرآلوده محسوب می‌شوند. غلظت مشاهده شده از هیدروکربن‌های نفتی در محدوده مطالعه شده (به جز بابلسر و نیروگاه نکا) ناچیز و از مقادیر گزارش شده در رسوبات سواحل جنوبی خلیج فارس (Readman *et al.*, 1996; 11- 6900  $\mu\text{g/g}$ ، سواحل دبی (Al-Darwish *et al.*, 2005; 48018  $\mu\text{g/g}$ -2، و سواحل امارت متحده عربی در خلیج فارس (Gawad *et al.*, 2008; 46-223  $\mu\text{g/g}$ ) تحت عنوان مناطقی با آلودگی بسیار بالا و مزمن بسیار کمتر است.

با توجه به در نظر گرفتن آلودگی‌های نفتی که معمولاً عامل مؤثر آن جریان‌های دریایی آب از غرب به شرق دریای خزر به مناطق ساحلی ایران است به صورت مقطعی تغییراتی در غلظت TPH سواحل ایران مشاهده شده است. با بررسی کمی داده‌های به دست آمده در این سال و مقایسه آن با پژوهش‌های انجام شده در سال‌های قبل مراکز مختلف نشان می‌دهد که مقدار حداکثر غلظت TPH تقریباً چهار برابر سال‌های قبل شده که علت آن احتمالاً افزایش چشمگیر TPH در فصل پاییز بوده است. بنابراین، لازم است توجه محیط‌زیستی دریای خزر و منابع بیولوژیک آن به وسیله ارگان‌های بین‌المللی ذی‌ربط از روند تخریب رو به افزایش این اکوسیستم حساس آسیب‌پذیر جلوگیری کند.

که به دلیل عدم توسعه صنایع در سواحل ایران و داشتن عملیات اکتشافی و بهره‌برداری فعال از منابع نفتی تا حدی سبب مصون ماندن این سواحل از آلودگی‌های نفتی شده است، به طوری که این حوزه در مقایسه با منطقه باکوی آذربایجان ( $0.3/0.562 \text{ mg/lit}$ ) غلظت هیدروکربورهای نفتی بسیار کمتری داشته است. همچنین غلظت هیدروکربورهای نفتی در رسوبات ساحل ایران کمتر از دامنه غلظت در رسوبات دریای مدیترانه، دریای عمان و خلیج فارس و دریای شمال بوده است و نیز در رسوبات سواحل جنوبی دریای خزر آلودگی هیدروکربورهای نفتی توسعه یافته‌ای همانند مناطق حوزه نفتی باکو و قزاقستان مشاهده نشده است. به طوری که دانشمندان محیط‌زیست می‌گویند که آلودگی نفتی بندر باکو هم‌اکنون ۱۲ بار بیش از حد مجاز است و با بالآمدن سطح آب دریا ممکن است این آلودگی تشدید شود و ادامه حیات آبزیان را به مخاطره اندازد (Kardovani, 1995).

غلظت کل هیدروکربن‌های نفتی (TPH) در رسوبات، شاخصی کلی از غلظت آلودگی رسوبات به آلاینده‌های نفتی است. Volkman و همکاران در سال ۱۹۹۲ غلظت هیدروکربن کل بیشتر از  $500 \mu\text{g/g}$  در رسوبات دریایی را شاخص آلودگی نفتی در منطقه عنوان کرده‌اند در حالی که غلظت‌های کمتر از  $10 \mu\text{g/g}$  را بیانگر رسوبات غیرآلوده و تمیز دانسته‌اند (Volkman *et al.*, 1992). براساس این شاخص آلودگی، رسوبات

## REFERENCES

1. Abessi, O., Saeedi, M., 2010. Source of hydrocarbons in sediments of southern zone of Caspian Sea along Gholestan and Mazandran Provinces. *Journal of Environmental Studies* 36, 43-58. (in Persian).
2. Afraz, A., 1997. Study of heavy metals in water of southern zone of Caspian Sea. Bony Fishes Research Center in Caspian Sea, Anzali wetland. (in Persian).
3. Al-Darwish, H.A., Abd El-Gawad, E.A., Mohammadi, F.H., Lotfy, M.M., 2005. Assessment of contaminates in Dubai coastal region. UAE. *Journal of environment* 49, 240-250.
4. Amiri, S., 1994. Overview about environmental pollutions and ways to contrast with it. *Journal of Aquatic* 5, 36-37.
5. Bazigos, G., 1983. Applied Fishery statistic. Rome, FAO, 164 p.
6. Bazrafshan, A., 1995. Study on physicochemical and petroleum pollutions in eastern south of

- Caspian Sea. M. Sc. Thesis. College of Marine Science and Technology. Tehran. 122 p. (in Persian).
7. Bazrafshan, A., 1996. Study of environmental impacts due exploration and drilling in Neka coastal waters. Tehran petroleum and industry researches, 3-5pp. (in Persian).
  8. Caspian Sea Region: Environment Issue., 2003. <http://www.eia.doe.gov/emeu/cabs/caspenv.html>.
  9. Effimoff, I., 2000. The oil and gas resource base of the Caspian region. *Journal of Petroleum Science and Engineering* 28, 157-159.
  10. Fowler, S.W., Readman, J.W., Oregioni, B., Villeneuve, J.P., McKay, K., 1993. Petroleum hydrocarbon and trace metals in near shore Gulf sediments and biota before and after the 1991 war: an assessment of temporal and spatial trends. *Marine Pollutant Bulletin* 27, 171-182.
  11. Gawad, A., Al-Azab, M., Lotfy, M.M., 2008. Assessment of organic pollutants in coastal sediments. UAE. *Journal of Environmental Geology* 54, 1091-1102.
  12. Hajizadehzaker, N., Rahmani, I., Moghadam, M., Shadi, R., Abesi, O., 2011. Density and source of petroleum hydrocarbon in Anzali wetland sediments. *Journal of Environmental Studies* 37, 99-106. (in Persian).
  13. Jahani, A.GH., Ghodrathnama, GH., 1994. Caspian Sea environmental situation in high water condition. *Journal of water and development* 3, 1-19.
  14. Kardovani, P., 1995. Iran marine ecosystem (Caspian sea). Ghomse Publication, Tehran, 171 p. (in Persian).
  15. Karimzadeh, K., 1997. Mollusks bio indicator of petroleum pollution in Moses inlet. M. Sc. Thesis. Islamic azad university Tehran north branch. 120 p. (in Persian).
  16. Kassemof, A., 1994. Ecology of Caspian Sea. Navka Publication, Baku, 263 p.
  17. Khodaparast, S.H., 2001. Study on the total Petroleum Hydrocarbon (TPH) and heavy metals (Zn, Cu, Fe, Pb, Cr, Cd and Hg) concentrations in Anzali Wetland outlets. Iranian fisheries research organization. (in Persian).
  18. Khodaparast, S.H., 2007. Study on petroleum hydrocarbons in vessels in Anzali wetland estuary and Caspian Sea coasts. Guilan Fisheries Research center Publications, 89p. (in Persian).
  19. Koolae, E., Goudarzi, M., 2009. Ecological Threats in the Caspian Sea and the Role of the Tehran Convention. *Journal of environmental sciences* 7, 69 -94. (in Persian).
  20. Maleki, M., 2000. Aral Lake: Environmental Crisis. *Journal of Quarterly of Central Asia and Caucasia Studies* 8, 26- 58.
  21. Maleki, A., 2004. Caspian Sea and Environmental Compulsions: Coordination to Face the Problems, Based on Proceedings of the Tenth International Conference of Central Asia and Caucasia (Ten-Year Developments: Past Experiences, Prospects, Tehran: Institute for Political and International Studies), 57p.
  22. Nasrolah Zadeh, H., 2001. Monitoring of oil pollution in Sothern coast of Caspian Sea from Tonekabon to Anzali, *fishery Journal* 10, 25-29. (in Persian).
  23. Nemirovskaya, I.A., Brekhovskikh, V.F., 2008. Origin of Hydrocarbons in the Particulate Matter and Bottom Sediments of the Northern Shelf of the Caspian Sea. *Oceanology* 48, 43-53.
  24. Readman, J.W., Bartocci, J., Tolosa, I., Fowler, S.W., Oregioni, B., Abdurraheem, M.Y., 1996. Recovery of the coastal marine environment in the Gulf following the 1991 war related oil spills. *Marine Pollution Bulletin* 32, 493-498.
  25. Tolosa, I., Mora, S., Sheikholeslami, M.R., Villeneuve, J.P., Bartocci, J., Cattini, C., 2004. Aliphatic and aromatic hydrocarbons in coastal Caspian Sea sediments. *Marine Pollution Bulletin* 48, 44-60.
  26. Volkman, J.K., Holdsworth, D.G., Neill, G.P., Bavor, J.R., 1992. Identification of natural anthropogenic and petroleum hydrocarbons in aquatic sediments. *The Science of Total Environment* 112, 203-219.
  27. WHO/UNEP., 1995. Health risks from marine pollution in Mediterranean, 164 p.
  28. Winston, J. E., 1992. Systematic and marine conservation. *ICES Journal of Marine Science* 54, 243-266.