بررسی وضعیت آلودگی دریای خزر

کد موضوعی: ۲۵۰
شماره مسلسل: ۱۳۸۴۳
مردادماه ۱۳۹۳

معاونت پژوهش‌های زیربنایی و امور تولیدی
دفتر: مطالعات زیربنایی

به‌نام خدا

فهرست مطالب

چکیده ۱
مقدمه ۲
۱. آشنایی با دریای خزر ۳
۱-۱. مشخصات طبیعی و جغرافیایی دریای خزر ٤
۱-۲. منطقه زهکشی و وسعت سابق ٥
۲. آلاینده‌های آب ۷
۲-۱. تعریف آلودگی ۷
۲-۲. آلودگی آب ۸
۲-۳. آلودگی دریا ۱۱
۳. بررسی وضعیت آلودگی دریای خزر ۱٦
۳-۱. آلودگی‌های مواد مغذی ۱۷
۳-۲. آلاینده‌های نفتی و هیدروکربورهای حلقوی ۱۹
۳-۳. آلودگی‌های ناشی از فلزات سنگین و سموم ۲۱
۳-۴. آلودگی‌های میکروبی ۲۳
۳-۵. بررسی آثار آلودگی‌ها بر آبزیان دریای خزر ۲٤
جمع‌بندی و پیشنهادها ۲٥
منابع و مآخذ ۲۸

بررسی وضعیت آلودگی دریای خزر

چکیده

دریای خزر محل تلاقی خاورمیانه، اروپا و آسیا، در منطقه‌ای بسیار پراهمیت و استراتژیک قرار دارد و به‌عنوان بزرگ‌ترین دریاچه جهان، به‌وسیله کشورهای آذربایجان، ایران، قزاقستان، روسیه و ترکمنستان احاطه شده است. وجود انواع منابع آلاینده در اطراف دریای خزر باعث می‌شود تا مقادیر زیادی از مواد زائد وارد این دریا شود. همان‌گونه که فعالیت اقتصادی در حوضه آبریز دریای خزر افزایش می‌یابد این احتمال قوی وجود دارد که سطح آلودگی خزر نیز افزایش یابد و به این ترتیب حیات موجودات زنده را در منطقه با بحرانی جدی مواجه کند. به طوری‌که امروزه این دریاچه تبدیل به محل دفن و تجمع بسیاری از آلاینده‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی جوامع پیرامون و اطراف آن شده است. این مواد مضر تدریجاً و به آهستگی از طرق مختلف، خصوصاً رودخانه‌های منتهی به دریا در آن وارد شده و تجمع می‌یابند. بسته بودن محیط دریای خزر باعث می‌شود تا غلظت مواد آلاینده مختلف به تدریج در آب و رسوب آن افزایش یافته و از آنجا وارد چرخه حیات آبزیان و در نهایت زندگی انسان‌ها شوند. براساس تعریف، آلودگی دریا عبارت است از وارد کردن مستقیم یا غیرمستقیم مواد یا انرژی به محیط زیست دریا توسط انسان که تأثیرات زیانباری بر منابع زیست دریا یا اختلال در فعالیت‌های دریایی از جنبه‌های شیلاتی، کاهش کیفیت آب یا از بین بردن جذابیت و زیبایی دریا و همچنین خطراتی مرتبط با سلامتی و بهداشت انسان را در بر داشته باشد. با توجه به نوع صنایع مستقر در مناطق ساحلی دریای خزر، آلاینده‌های ناشی از آنها را می‌توان به سه گروه کلی مواد مغذی، فلزات سنگین و آلاینده‌های نفتی تقسیم‌بندی کرد. بررسی آلودگی‌های ناشی از فلزات سنگین و سموم کشاورزی در رسوبات ساحلی دریای خزر مجاور استان‌های گیلان، مازندران و گلستان حاکی از آلودگی این رسوبات به فلزات سنگین در اکثر موارد مقادیری بالاتر از استاندارد است و در مواردی هم آلودگی به سموم کشاورزی به میزان بالاتر از استاندارد رسیده است. در مورد آلاینده‌های نفتی مجاور سواحل ایران اگرچه آلودگی شدید به این نوع آلاینده‌ها وجود ندارد، ولی قابل ذکر است که مقادیر این آلاینده‌ها در رسوبات ساحلی دریای خزر فراتر از حالت طبیعی بوده و وجود این آلاینده‌ها را در محیط نشان می‌دهد. همچنین در بعضی از مناطق ساحلی دریای خزر آلودگی‌های میکروبی نیز تشخیص داده شده که این امر عمدتاً تحت تأثیر توسعه نامتوازن شهرها، تراکم بیش از حد جمعیت در اکثر نواحی ساحلی، ضعف مدیریتی در رابطه با جانمایی درست و ساماندهی این مناطق، توسعه روزافزون

گردشگری، عدم مدیریت صحیح در رابطه با دفع فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی و نیز دفع پسماندها و زباله‌ها در شهرهای ساحلی و مناطق گردشگری است. به‌دلیل وجود منابع آلاینده متعدد در حوضه دریای خزر و واضح نبودن نقش هر یک از این منابع آلاینده در آلودگی این زیست‌بوم، باید نقش و سهم هر یک از این عوامل در آلودگی این دریا به‌طور دقیق مشخص شود تا بتوان با اطمینان در مورد سیاست‌های نظارتی و اصلاح قوانین تصمیم‌گیری کرد.

مقدمه

دریای خزر بزرگ‌ترین پیکره بسته آبی در سطح زمین است و نبود هرگونه ارتباط طبیعی با سایر اقیانوس‌ها آن را به یک زیست‌بوم بسیار ویژه تبدیل کرده است. این خصوصیات منحصر به‌فرد دریای خزر سبب آسیب‌پذیری شدید آن در برابر عوامل خارجی ازجمله شرایط آب و هوایی یا تغییرات انسانی شده است. دریای خزر به دلیل بسته بودن در معرض خطر بیشتری نسبت به دریاهای آزاد قرار دارد و فعالیت‌های گسترده نفتی کشورهای حاشیه آن بعد از فروپاشی شوروی سابق، باعث تشدید آن شده است. آلاینده‌های شیمیایی و ورود نفت، بیشترین نقش را در آلودگی این دریا دارد. عوامل گوناگونی محیط زیست حوضه دریای خزر را هدف گرفته‌اند که هر یک از آنها می‌توانند به نحوی باعث ایجاد موانعی شوند که در نهایت امکان بهره‌برداری از منابع دریا را از همگان سلب کنند یا چنین کاری را پرهزینه سازند. آلودگی‌های ناشی از نفت، منابع مستقر در خشکی، حفاری در دریا، تخلیه مواد زائد و سمی، کشتی‌ها، اتمسفر، حفاری و اکتشاف در بستر عمیق دریاها، عمده منابع آلودگی دریایی محسوب می‌شوند. همچنین نوسانات سطح آب دریا، مسائل زیست‌شناختی، مشکلات بوم‌شناختی، فعالیت‌های نفتی و صنعتی از منابع اصلی تهدیدکننده محیط زیست دریای خزر به حساب می‌آیند.

دریای خزر با طول متوسط ۱۲۰۰ کیلومتر و عرض متوسط ۳۱۰ کیلومتر با امتداد شمالی ـ جنوبی بین مدارهای ۳۷ تا ۴۷ درجه شمالی، دارای وسعتی بالغ بر ۳۹۳۰۰۰ کیلومتر مربع است. مجموع خط ساحلی این دریا بالغ بر ۶۵۲۵ کیلومتر است که ۹۹۵ کیلومتر آن به ایران تعلق دارد. حجم آب دریای خزر معادل ۷۷۸۶۰ کیلومتر مکعب است. این دریا را می‌توان از حیث عمق، وضعیت ناهمواری‌ها و برخی صفات آب‌شناختی به سه حوضه شمالی، مرکزی و جنوبی تقسیم کرد. حوضه آبریز این دریا بالغ بر ۳۷۰۰۰۰۰ کیلومتر مربع است که ۲۵۶۰۰۰ کیلومتر مربع آن به ایران تعلق دارد. آب وارد شده به دریای خزر معادل ۲۶۰ تا ۳۴۰ کیلومترمکعب در سال برآورد شده که تنها ۵ درصد آن از رودخانه‌های ایران تأمین می‌شود. عمده آب ورودی آن بین ۸۰ تا ۸۵ درصد به ولگا تعلق دارد. میزان شوری آب دریای خزر ۱۲/۷ گرم در لیتر است؛ ولی در خلیج قره‌بغاز تراکم املاح، گاه به ۱۵۰ گرم در لیتر نیز می‌رسد. حال آنکه در مصب ولگا، شوری تنها ۱۰ گرم در لیتر تعیین شده است.

اقلیم مستقر بر دریای خزر و حواشی آن به‌دلیل گستره مداری و توپوگرافی حاشیه دریا منحصر به این حوضه است به‌طوری که متوسط دمای هوا در ماه‌های تیر و مرداد بین ۲۴ تا ۲۶ درجه سانتیگراد است و حداکثر دمای هوا به ۴۶ درجه سانتیگراد و حداقل آن به ۱۰ درجه سانتیگراد می‌رسد. مقدار متوسط بارندگی سالیانه روی دریا از ۲۰۰ تا ۱۷۰۰ میلیمتر متغیر است که اغلب در زمستان و بهار اتفاق می‌افتد. مقدار تبخیر از سطح دریای خزر زیاد و حدود ۱۰۰۰ میلیمتر در سال برآورد شده است.

دریای خزر در محل تلاقی خاورمیانه، اروپا و آسیا، در منطقه‌ای بسیار پراهمیت و استراتژیک قرار دارد. خزر، بزرگ‌ترین دریاچه جهان، به‌وسیله کشورهای آذربایجان، ایران، قزاقستان، روسیه و ترکمنستان احاطه شده است. فروپاشی شوروی و اکتشاف منابع محسوس نفت و گاز در منطقه مذکور باعث شد تا مسائل زیست‌محیطی مربوط به آن مورد تأکید قرار گیرد. مواد آلوده‌کننده رود ولگا مستقیماً به خزر می‌ریزد، این در حالی است که فاضلاب نصف مردم روسیه و پساب‌های عمده صنایع سنگین آن نیز به این رود می‌ریزد. صنایع نفتی و پالایشگاه باکو در آذربایجان مهمترین عامل آلودگی‌های زمینی‌اند. حوضچه‌های نفتی، پالایشگاه‌ها و صنایع پتروشیمی باعث می‌شوند تا مقادیر زیادی از مواد زاید مسموم وارد دریاچه شوند. همان‌گونه که فعالیت اقتصادی در حوضه دریای خزر افزایش می‌یابد این احتمال قوی وجود دارد که سطح آلودگی خزر نیز افزایش پیدا کند و به این ترتیب حیات موجودات زنده را در منطقه با بحرانی جدی مواجه سازد. بنابراین نیازی جدی برای بررسی و رفع چالش‌های زیست‌محیطی خزر که به‌وسیله تولیدات نفتی، نیروگاه‌ها، صنایع و کشاورزی به‌وجود آمده، حس می‌شود. در این گزارش ابتدا به معرفی مشخصات طبیعی و جغرافیایی دریای خزر پرداخته سپس موارد مربوط به آلودگی آب و دریا مطرح می‌شود و در ادامه وضعیت زیست‌محیطی دریای خزر مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در انتها پس از جمع‌بندی موارد مطرح شده، چالش‌ها و راهکارهای موجود در این زمینه بررسی خواهند شد.

۱. آشنایی با دریای خزر

دریای خزر از اهمیت تاریخی، جغرافیایی، آب و هوایی، زیست‌محیطی و به‌ویژه اقتصادی برای کشورهای حاشیه برخوردار است. با توجه به روند رو به رشد استفاده از دریای خزر در امر بازرگانی و نیز منابع سرشار زیستی، گردشگری و کانی‌های موجود در آن، توجه به محیط زیست این دریا در راستای استفاده پایدار از منابع عظیم آن نیز باید توسط کشورهای ساحلی مدنظر قرار گیرد. به‌منظور تحلیل وضعیت زیست‌محیطی دریای خزر ابتدا لازم است مشخصات طبیعی و جغرافیایی آن مورد بررسی قرار گیرد.

۱-۱. مشخصات طبیعی و جغرافیایی دریای خزر

دریای خزر از شمال به اراضی کشور روسیه و از شرق به کشورهای قزاقستان و ترکمنستان محدود است. بخشی از شمال و غرب دریای خزر به جمهوری داغستان و بخش دیگر سواحل غربی آن به جمهوری آذربایجان محدود است. کرانه‌های جنوبی دریای خزر به کشور ایران در استان‌های گیلان، مازندران و گلستان محدود می‌شود (شکل ذیل).

شکل دریای خزر و موقعیت کشورهای ساحلی

دریای خزر بزرگ‌ترین دریاچه جهان است. اما این دریاچه از نظر مساحت و نیز جریان‌ها و دگرگونی‌های درون آن بیشتر به دریا شباهت دارد. به‌ویژه آن که بنابر نتایج تحقیقات صورت گرفته، زمانی دریای خزر به دریای سیاه و دریاهای آزاد متصل بوده است، اما بعدها در نتیجه دگرگونی‌های زمین‌شناسی رابطه آن با دریای آزاد قطع شده و به صورت دریای بسته درآمده است.

خلیج‌های عمده دریای خزر عبارتند از: خلیج‌های قزلر و کوموملتس در شمال، مانقشلاق،

کندرلی، قزاق، قرابغاز و کراسنا و دسک در شرق، آگراخان، باکو و بوخت در غرب، عمده‌ترین خلیج در نواحی جنوبی دریای خزر خلیج حسینقلی بوده که اکنون تنها فرورفتگی‌های کوچکی در درون آب از آن برجا مانده است. اما در سواحل ایرانی دریای خزر، خلیج گرگان عمده‌ترین خلیج در شرق و تالاب انزلی در غرب قرار دارد.

دمای سطحی آب دریای خزر در تابستان به‌طور متوسط حدود ۲۴ تا ۲۶ درجه سانتیگراد است. ولی در بخش‌های کم‌عمق کرانه‌های شرقی این دریا دما بیشتر نیز می‌شود. در زمستان دمای آب نواحی جنوبی دریای خزر به ۱۰ تا ۱۲ درجه سانتیگراد می‌رسد. حال آنکه در کرانه‌های شمالی، در زمستان آب دریا یخ می‌بندد. بدین روال تفاوت دمای آب میان بخش‌های شمالی و جنوبی و همچنین شرقی و غربی دریای خزر بسیار زیاد است.

میزان نمک آب دریای خزر به‌طور متوسط ۱۲/۷ گرم در لیتر است. به سبب جریان رودهای عظیم نواحی شمالی، به‌ویژه ولگا میزان نمک آب‌های شمالی دریای خزر به‌مراتب کمتر از نواحی جنوبی آن است. دریای خزر دارای بیش از پنجاه جزیره نسبتاً کوچک است که مساحت کلی آنها از ۳۵۰ کیلومتر مربع تجاوز نمی‌کند. مهمترین جزایر دریای خزر عبارتند از: کلاله، تولن، چچن، آرتیوم، ژپلوی وآگور چینسکی. مهمترین رودهایی که به دریای خزر می‌ریزند در شمال این دریا جریان دارند. رودهایی که از شمال به دریای خزر می‌ریزند عبارتند از: ولگا، امبا، اورال و ترک. ۸۰ درصد آبی که به دریای خزر می‌ریزد از رود ولگا جریان دارد. مهمترین رودهایی که از غرب به دریای خزر می‌ریزند عبارتند از: رودهای سامور، سولاک، کر و چند رودخانه کوچک دیگر. همچنین مهمترین رودهایی که آب‌های آنها از کرانه‌های ایران به دریای خزر می‌ریزند، عبارتند از: سفیدرود، هراز، رود گرگان و چند رودخانه کوچک چون گرگان‌رود در تالش و غیره. در شرق به سبب وجود صحاری خشک، رودی که به صورت مداوم جریان داشته باشد وجود ندارد. در کرانه‌های شمالی دریای خزر، به‌ویژه مصب رودهای ولگا، اورال و ترک، اراضی ساحلی به سرعت گسترش می‌یابند. زیرا عقب‌نشینی آب دریا در این نواحی محسوس‌تر است. در سواحل داغستان و شبه‌جزیره آب‌شور نیز این وضع مشهود است. اما در شرق دریای خزر با عقب‌نشینی آب، صحاری خشک آسیای میانه گسترده‌تر می‌شوند، عقب‌نشینی آب سبب شده که خلیج قرابغاز به دریاچه جداگانه در دریای خزر بدل شود.

۲-۱. منطقه زهکشی و وسعت سابق

وسعت منطقه‌ای که دریای خزر از آن تغذیه می‌شود حدود ۳۷۰۰۰۰۰ کیلومتر مربع است که عمدتاً از شمال به جنوب کشیده شده است. از جهت شمال، این دریا توسط رود ولگا که حدود ۸۰ درصد از آب آن را تأمین می‌کند، تغذیه می‌شود. مابقی آن توسط رودهای اورال، ترک، سولاک و سامور در شمال و شمال غربی و کورا، ارس، سفیدرود و اترک در جنوب غربی و جنوب تأمین می‌شوند.

سابقاً سطح آب دریای خزر به اندازه سطح آب دریای سیاه بوده که می‌توان با مشاهده فرسایش در تخته‌سنگ‌های ساحلی به این امر پی برد. بخش‌های عمده‌ای از این منطقه وسیع که شامل مناطق بین ولگای سفلی و منطقه تقسیم آب آرال ـ ایرتیش، آلاتائو و برجستگی‌های تیان‌شان می‌شود پوشیده از رسوبات آرالو ـ کاسپین است که تقریباً خاکستری مایل به زرد است و غالباً حاوی ماسه سنگ‌هایی به همان رنگ‌اند. ضخامت این رسوبات در شرق کاسپین حداکثر به ۳۰ متر می‌رسد که در برخی نقاط توسط رودخانه یا باد فرسایش یافته است.

فسیل کلیدی که نشانگر وسعت سابق آب‌های کاسپین می‌شود «کاردیوم ادیول» نام دارد که نام گونه‌ای حلزون است که در دوران چهارم زمین‌شناسی از دریای سیاه به دریای خزر راه یافته است. حدود دقیق دریای آرالو ـ کاسپین باستانی مشخص نیست، جز در شمال غربی که دماغه یرگنی در جنوب استالین‌گراد مانعی پدید می‌آورد. رسوبات دریای کاسپین در ۱۰۰ کیلومتری شمال و ۱۲۰ کیلومتری شرق دریای آرال یافت شده‌اند. تصور می‌شود دریای آرالو ـ کاسپین عرصه وسیعی را در اواخر دوران سوم و پس از آن در بر می‌گرفت که شامل جزایر بزرگی چون آست ـ آرت بوده که در دو بخش شرقی و غربی تقسیم می‌شد. در عصر یخبندان از دوران چهارم زمین‌شناسی، دریای خزر بار دیگر با فرو رفتن شمال قزاقستان به دریای سیاه متصل شد. پس از این که توده‌های یخ آب شدند و دوره خشکسالی عمومی به وقوع پیوست دریای خزر مجدداً به عقب کشیده شده و همزمان اتصالات آن با دریای آرال و دریای سیاه قطع شدند.

جدول ۱. مشخصات عمومی دریای خزر

مساحت کل حوضه آبریز خزر		۳۷۰۰۰۰۰ کیلومتر مربع
مساحت حوضه آبریز واقع در ایران		۲۵۶۰۰۰ کیلومتر مربع
حجم آب		۷۷۸۶۰ کیلومتر مکعب
طول محیط		۶۵۲۵ کیلومتر
طول ساحل ایران		۹۹۵ کیلومتر
مساحت	حداکثر	۴۱۲۰۰۰ کیلومتر مربع
	حداقل	۳۷۴۰۰۰ کیلومتر مربع
	میانگین	۳۹۳۰۰۰ کیلومتر مربع
طول (شمالی- جنوبی)		۱۲۰۰ کیلومتر
عرض (شرقی ـ غربی)	حداکثر	۵۵۴ کیلومتر
	حداقل	۲۰۲ کیلومتر
	میانگین	۳۱۰ کیلومتر
عمق	حداکثر	۱۱۰۰ متر
	متوسط	۱۸۰ متر

مأخذ: مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی، طرح مدیریت نوار ساحلی، سازمان بنادر و دریانوردی، زمستان ۱۳۸۷.

دریای خزر به سه بخش تقسیم می‌شود؛ خزر شمالی، خزر مرکزی و خزر جنوبی، که از لحاظ مساحت، تفاوتی اندک اما از لحاظ عمق و حجم تفاوت زیادی دارند. خزر جنوبی عمیق‌ترین بخش است. دوسوم کل آب دریا در این بخش متمرکز شده است. بخش مرکزی دریای خزر یک‌سوم آب دریا را در بر می‌گیرد، بخش کم‌عمق خزر شمالی شامل حدوداً یک درصد کل آب دریای خزر است. جدول ۱ مشخصات عمومی دریای خزر را نشان می‌دهد.

۲. آلاینده‌های آب

آلودگی آب، یکی از مشکلات و چالش‌های مهم دنیا ازجمله کشور ایران است. آب‌های سطحی، زیرزمینی و آب دریاها در معرض آلاینده‌های مختلف قرار دارند و آلودگی آب، یکی از علل اصلی بیماری‌ها و مرگ‌ومیر در جهان است. با توجه به ماهیت، منشأ ورود آلاینده‌ها، طبیعی یا انسان‌ساز بودن، تقسیم‌بندی‌های مختلفی برای آلاینده‌ها در نظر گرفته شده است. آلاینده‌های آب از نظر ماهیت به سه گروه مواد آلی، مواد معدنی و عوامل فیزیکی تقسیم می‌شوند. عمده آلاینده‌های آلی آب عبارتند از: مواد شوینده، پساب صنایع غذایی، حشره‌کش‌ها و علف‌کش‌ها، مواد نفتی، شاخ و برگ گیاهان و درختان و مواد آلی فرار. آلاینده‌های معدنی اصلی آب شامل اسیدیته ناشی از پساب صنایع، آمونیاک، کودهای شیمیایی، فلزات سنگین و نمک می‌شوند. آلاینده‌های معدنی موجب کدورت آب شده و در برخی موارد نیز به صورت ذرات معلق در آب قابل مشاهده‌اند. تغییرات ناگهانی اسیدیته و دمای منابع آب تحت تأثیر فعالیت‌های انسانی نیز به‌عنوان آلودگی منابع آب از نوع فیزیکی در نظر گرفته می‌شود. همچنین برخی آلاینده‌ها مانند ویروس‌ها، باکتری‌ها و انگل‌ها منشأ بیولوژیکی دارند. در این بخش پس از بیان تعریف آلودگی، به انواع آلاینده‌های آب اشاره شده و سپس به آلودگی دریا پرداخته می‌شود.

۱-۲. تعریف آلودگی

در مراجع مختلف، تعاریف گوناگونی از آلودگی ارائه شده، که عبارتند از:

۱. ترکیبات ناخواسته‌ای که وارد محیط طبیعی می‌شوند و سلامت انسان را به مخاطره می‌اندازند.

۲. تغییرات ناخواسته‌ای در خصوصیات فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، آب، خاک و هوا که می‌تواند آثار مخربی بر سلامت، بقا یا فعالیت‌های انسان و سایر ارگانیسم‌های زنده داشته باشد را آلودگی می‌نامند.

۳. مشاهده ترکیبات شیمیایی یا سایر ترکیبات ناخواسته در هوا، آب، خاک که بر خصوصیات محیط اثر منفی بگذارد آلودگی قلمداد می‌شود.

۴. ورود هر نوع ماده یا انرژی به زیست‌بوم که مستقیم یا غیرمستقیم توسط انسان انجام شده

باشد و منجر به تخریب محیط شود آلودگی نامیده می‌شود.

هر یک از تعاریف ارائه شده، به آلودگی از منظری متفاوت نگریسته است. مثلاً در تعریف اول تنها سلامت انسان ملاک قرار گرفته است. این در حالی است که انسان جزئی از اکوسیستم است. بنابراین تعریف فوق، جامع و کامل نیست. در تعریف چهارم ورود مواد آلاینده به انسان ربط داده شده است. این در حالی است که برخی از منابع آلاینده منشأ انسانی ندارند و عمدتاً ناشی از فعالیت‌های طبیعی‌اند. با توجه به موارد مذکور تعاریف دوم و سوم می‌توانند مورد توجه قرار گیرند. بنابراین ورود هر نوع ماده یا انرژی به طبیعت که موجب تغییراتی در خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب، خاک و هوا شده که می‌تواند آثار مخربی در سلامت، بقا یا فعالیت‌های انسان و سایر ارگانیسم‌ها داشته باشد، به‌عنوان تعریف آلودگی در این گزارش مدنظر قرار گرفته است.

۲-۲. آلودگی آب

براساس ماده (۱) آیین‌نامه جلوگیری از آلودگی آب (مصوبه شماره ۱۸۲۴/ت ۰۷۱ مورخ ۱۳۷۳/۳/۱۶ هیئت وزیران)، آلودگی آب عبارت است از: تغییر مواد محلول یا معلق یا تغییر درجه حرارت و دیگر خواص فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی آب در حدی که آن را برای مصرفی که برای آن مقرر است، مضر یا غیرمفید سازد.

در ماده (۱) قانون حفاظت دریا و رودخانه‌های مرزی از آلودگی با مواد نفتی (مصوب ۱۳۵۴/۱۱/۴ مجلس) آلوده کردن عبارت است از: تخلیه یا نشت نفت یا هرگونه مخلوط نفتی در آب‌های مشمول این قانون. در ماده (۵) آیین‌نامه اجرایی بند «ج» ماده (۱۰۴) قانون برنامه سوم توسعه اقتصادی اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، جدول ۲ که در برگیرنده برخی عوامل آلاینده و حد مجاز تخلیه آنها است، آورده شده است.

جدول ۲. عوامل آلاینده آب و حد مجاز آنها

ردیف	عوامل آلاینده	حد مجاز تخلیه		واحد
		به آب‌های سطحی	به آب‌های زیرزمینی	
۱	اکسیژن‌خواهی بیولوژیکی	۵۰	۵۰	میلیگرم در لیتر
۲	اکسیژن‌خواهی شیمیایی	۱۰۰	۱۰۰	میلیگرم در لیتر
۳	فسفات	۱	۱	میلیگرم در لیتر
۴	نیترات	۵۰	۱۰	میلیگرم در لیتر
۵	سیانور	۰/۵	۰/۱	میلیگرم در لیتر
۶	کادمیوم	۰/۲	۰/۲	میلیگرم در لیتر
۷	کروم کل	۰/۵	۱	میلیگرم در لیتر
۸	کبالت	۱	۱	میلیگرم در لیتر
۹	مولیبدن	۰/۰۱	۰/۰۱	میلیگرم در لیتر
۱۰	نیکل	۲	۲	میلیگرم در لیتر
۱۱	سرب	۱	۱	میلیگرم در لیتر
۱۲	سلنیوم	۱	۰/۱	میلیگرم در لیتر
۱۳	نقره	۱	۰/۱	میلیگرم در لیتر
۱۴	وانادیوم	۰/۱	۰/۱	میلیگرم در لیتر
۱۵	آرسنیک	۰/۱	۰/۱	میلیگرم در لیتر
۱۶	مواد چربی و نفتی	۱۰	۱۰	میلیگرم در لیتر
۱۷	شوینده‌ها	۱/۵	۰/۵	میلیگرم در لیتر
۱۸	اسیدیته	۶/۵-۸/۵	۵-۹	-
۱۹	کدورت	۵۰	—	واحد کدورت
۲۰	رنگ	۷۵	۷۵	واحد رنگ
۲۱	کلیفرم	۲۰۰۰	۴۰۰۰	تعداد در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر
۲۲	تخم انگل	۱	۱	تعداد در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر
۲۳	مجموع مواد جامد محلول	*	**	

مأخذ: همان.

* تبصره «۱» ـ تخلیه با غلظت بیش از میزان مشخص شده در جدول در صورتی مجاز خواهد بود که پساب خروجی غلظت کلراید سولفات و مواد محلول منبع پذیرنده را در شعاع ۲۰۰ متری بیش از ده درصد افزایش ندهد.

** تبصره «۲» ـ تخلیه با غلظت بیش از میزان مشخص شده در جدول در صورتی مجاز خواهد بود که افزایش کلراید سولفات و مواد محلول پساب خروجی نسبت به آب مصرفی، بیش از ده درصد نباشد.

براساس تبصره‌های ۱ و ۲ بیان شده در زیرنویس جدول، حد مجاز آلاینده‌ها در پساب خروجی تعریف شده است. پساب را می‌توان هرگونه ماده زائد که به شکل مایع از محیط فرآیند تولیدی خارج می‌شود، دانست. پساب‌ها بسته به شکل پیدایش و خواص آنها به سه گروه خانگی، صنعتی و سطحی

تقسیم می‌شوند که در زیر به آنها اشاره می‌شود.

پساب‌های خانگی: از پساب‌های توالت، دستشویی، حمام، ماشین لباسشویی و ظرفشویی، آشپزخانه‌ها و همچنین پساب مغازه‌ها، فروشگاه‌ها، کارگاه‌ها، رستوران‌ها و امثال آنچه به‌طور پراکنده وارد مجراهای جمع‌آوری پساب شهری می‌شوند.

پساب‌های صنعتی: خواص پساب کارخانه‌ها کاملاً بستگی به نوع مواد اولیه، فرآیند تولید فرآورده‌های کارخانه دارد، با توجه به این موضوع مهمترین تفاوتی که پساب کارخانه‌ها با پساب خانگی دارند عبارتند از:

- امکان وجود مواد و ترکیبات شیمیایی سمی در پساب صنعتی بیشتر است.
- خاصیت خورندگی بیشتری دارد.
- تغییرات قلیایی و اسیدی زیادی دارد.
- امکان وجود موجودات زنده در آنها کمتر است.
- درجه آلودگی این پساب‌ها می‌تواند گاهی چندین و حتی ده‌ها برابر آلودگی پساب‌های خانگی باشد.

پساب‌های سطحی: پساب‌های سطحی ناشی از بارندگی و ذوب یخ‌ها و برف‌های نقاط بلندند که با توجه به جاری شدن و جریان یافتن در سطح زمین، با مواد زائد تماس پیدا می‌کنند و با شستن سطح خیابان‌ها و بام‌ها آلوده می‌شوند. در این پساب‌ها مقداری مواد معدنی و مواد آلی وجود دارند. جریان آب ناشی از بارندگی‌ها، تمامی پساب‌های فوق را از مجاری شهرها به رودخانه‌ها و در نهایت به دریا منتقل می‌کند. مشخصه‌های پساب شامل فیزیکی، شیمیایی و زیستی بودن و همچنین انواع آلاینده‌های مهم موجود در آنهاست که در جدول ۳ آورده شده است. همچنین لازم به ذکر است که معیار تصفیه‌های ثانویه، به جداسازی مواد آلی تجزیه‌پذیر زیستی، مواد جامد معلق و عوامل بیماری‌زا مربوط می‌شود.

ـ مهمترین آلاینده‌های موجود در پساب

مهمترین آلاینده‌های موجود در پساب از نظر اهمیت زیست‌محیطی و آثار آنها، در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳. مهمترین آلاینده‌های موجود در پساب از نظر اهمیت زیست‌محیطی و آثار آنها

نوع آلاینده‌ها	اهمیت
جامدات معلق	وقتی پساب بدون تصفیه به محیط آبی تخلیه شود، جامدات معلق می‌توانند سبب افزایش ذخیره لجن و ایجاد شرایط بی‌هوازی شوند.
مواد آلی قابل تجزیه زیستی	به‌طور اساسی ترکیب‌هایی مثل پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و چربی‌ها، مواد آلی قابل تجزیه زیستی‌اند و عمدتاً توسط اکسیژن‌خواهی بیولوژیکی اندازه‌گیری می‌شوند و اگر بدون تصفیه به محیط زیست تخلیه شوند پایداری زیستی آنها می‌تواند سبب کاهش اکسیژن یا ایجاد شرایط بی‌هوازی شود.
عوامل بیماری‌زا	بیماری‌های مسری می‌توانند به‌وسیله موجودات بیماری‌زای موجود در پساب انتقال یابند.
مواد غذایی	نیتروژن و فسفر همراه با کربن، مواد غذایی ضروری برای رشدند وقتی که به محیط آبی تخلیه شوند، این مواد غذایی می‌توانند سبب رشد نامطلوب موجودات آبزی شوند و وقتی که به مقدار زیاد در زمین تخلیه شوند می‌توانند سبب آلودگی آب‌های زیرزمینی شوند.
مواد آلی مقاوم	این مواد در برابر روش‌های مرسوم تصفیه پساب مقاومند. برخی از این مواد عبارتند از: سورفاکتان‌ها، فنل‌ها و آفت‌کش‌ها.
فلزات سنگین	فلزات سنگین معمولاً به پساب فعالیت‌های صنعتی اضافه می‌شوند و اگر پساب مجدداً مورد استفاده قرار گیرد، می‌توان آن را حذف کرد.
مواد غیرآلی محلول	اجزای غیرآلی مانند کلسیم، سدیم و گوگرد در نتیجه مصرف آب به منابع مصرف شهری افزوده می‌شوند و در صورتی که نیاز باشد پساب دوباره مصرف شود باید این مواد جدا شوند.

مأخذ: همان.

۳-۲. آلودگی دریا

آلودگی دریا عبارت است از: وارد کردن مستقیم یا غیرمستقیم مواد یا انرژی به محیط زیست دریا (مشتمل بر مصب‌ها) توسط انسان که تأثیرات زیانباری بر منابع زیست دریا یا اختلال در فعالیت‌های دریایی از جنبه‌های شیلاتی، کاهش کیفیت آب یا از بین بردن جذابیت و زیبایی دریا و همچنین خطراتی مرتبط با سلامتی و بهداشت انسان را در بر داشته باشد. با توجه به نوع صنایع مستقر در مناطق ساحلی، آلاینده‌های ناشی از آنها را می‌توان به سه گروه ذیل تقسیم کرد:

دسته اول ـ مواد مغذی

دسته دوم ـ مواد شیمیایی سمی با تأکید بر آلاینده‌های نفتی

دسته سوم ـ فلزات سنگین و سمی

۱-۳-۲. مواد مغذی

نیتروژن، ۸۵ درصد از ترکیبات اتمسفر را تشکیل می‌دهد. تنها پاره‌ای از جانداران می‌توانند از مولکول نیتروژن در طی فرآیند بیوسنتز استفاده کنند. نیتروژن در منابع آبی، به فرم‌های دیگری مانند آمونیاک، نیتریت و نیترات و نیتروژن آلی یافت می‌شود. نیترات از مواد مغذی مهم موجود در آب و خاک زیست‌بوم‌ها است که رشد تولیدکنندگان اولیه را تسهیل می‌سازد. غلظت آن در زیست‌بوم‌های آبی سالم باید کمتر از ۵۰ میلیگرم در لیتر باشد، اما ممکن است در پهنه‌های آبی مقادیر بالاتر نیز مشاهده شود که در این حالت سمی بودن ناشی از افزایش غلظت نیترات، از طریق تأثیرگذاری بر رشد بیش از حد جلبک‌ها و سایر گیاهان بروز می‌کند. درواقع باید گفت غلظت نیترات در حد مورد نیاز لازم و مفید و غلظت آن در مقادیر بالاتر از استاندارد زیانبار است. پایش غلظت نیترات در منابع آبی نشان می‌دهد که میزان این آلاینده در اثر ورود آلودگی‌های ناشی از کودهای کشاورزی قابل توجه است.

فسفر موجود در صخره‌ها اغلب در آب نامحلول بوده و لذا غلظت فسفر در منابع آبی کم است. فاضلاب‌های خانگی، صنعتی و کشاورزی مهمترین منابع فسفر در آبند، لذا غلظت بالای فسفر در منابع آبی دلیل بر وجود آلودگی است. فسفر در آب به دو شکل آلی و معدنی وجود دارد. حدود ۸۵ درصد از فسفر کل به شکل آلی است. فسفر معدنی، به‌صورت ارتوفسفات، نقش دینامیکی مهمی را در زیست‌بوم‌های آبی ایفا می‌کند.

فاضلاب خانگی عمومی‌ترین منبع ورود مواد مغذی و مواد آلی است و تخمین زده می‌شود که به‌طور میانگین روزانه حدود ۲ گرم از فسفات از طریق ادرار و مدفوع هر فرد رها می‌شود. فاضلاب شهری و روستایی مقادیر قابل توجهی از مواد مغذی و مواد آلی دارند و فاضلاب صنعتی خصوصاً صنایع غذایی شیمیایی، از فسفر و نیتروژن غنی‌اند. غنی شدن مواد مغذی و پدیده تغذیه‌گرایی ناشی از افزایش مواد مغذی معدنی شامل نیتروژن و فسفر است که باعث رشد و افزایش گونه‌های سمی فیتوپلانکتونی می‌شود و به دنبال آن عوامل بیماری‌زا برای انسان از طریق جلبک‌های سمی، عروس‌های دریایی و مصرف ماهی‌های سمی به‌وجود می‌آید. در نهایت پدیده تغذیه‌گرایی باعث ایجاد گونه‌های غیربومی و تغییر در تنوع ژنتیکی و تغییر در ترکیب گونه‌های گیاهی و جانوری می‌شود. فسفر، بیش از سایر عناصر در بروز تغذیه‌گرایی سهم دارد. پاک‌کننده‌های معمولی، یک منبع عمده فسفات موجود در فاضلاب‌های شهری‌اند و عمده تلاش برای جلوگیری از تغذیه‌گرایی در خودداری از مصرف فسفات برای ساخت مواد پاک‌کننده، جدا کردن فسفات در سیستم‌های تصفیه فاضلاب و جلوگیری از ورود فاضلاب‌های فسفات‌دار به منابع آب است. تغذیه‌گرایی پدیده‌ای پیچیده است و به‌دلیل خصوصیت تخریب‌کنندگی ترکیب شیمیایی آب و جوامع آبزی یک مشکل زیست‌محیطی مهم محسوب می‌شود.

۲-۳-۲. آلاینده‌های نفتی

در سال‌های اخیر، آلودگی‌های زیست‌محیطی به‌عنوان یکی از موضوعات تهدیدکننده حیات گیاهی و جانوری مطرح شده‌اند. در بین انواع آلودگی‌ها، آلودگی‌های نفتی محیط، پیامدهای معمول در صنعت نفت و صنایع وابسته به آن در کشورهای نفت‌خیز است. گرچه هیدروکربن‌ها نسبت به بسیاری دیگر از مواد شیمیایی سمیت کمتری دارند، ولی خصوصیات شیمیایی و سمی آنها به گونه‌ای است که تأثیرات نامطلوبی بر سلامت انسان و دیگر جانداران دارد.

بنزین که از اجزای تشکیل‌دهنده نفت خام است، ترکیبی سرطان‌زاست. بنزین نسبت به بسیاری دیگر از هیدروکربن‌ها قابلیت حلالیت بیشتری دارد. بنابراین ورود محصولات حاوی بنزین (مثل نفت خام، بنزین و غیره) به محیط زیست راحت‌تر می‌تواند سبب آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی شود. هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای و نفت خام در برخوردهای شدید و طولانی‌مدت، سرطان‌زا محسوب می‌شوند. به‌علاوه، تقریباً همه هیدروکربن‌ها، پس از ورود به اتمسفر، تحت تأثیر اشعه ماوراء بنفش، با اکسیژن ترکیب شده و در اتمسفر پایین‌تر، ازن تولید می‌کنند که یک ماده شناخته شده و خطرناک برای سلامت انسان است. با توجه به گستردگی عملیات اکتشاف، استخراج و تصفیه نفت خام در کشورهای نفت‌خیز، توجه به مسائل و مشکلات زیست‌محیطی مرتبط با این عملیات بسیار حائز اهمیت است، به‌طوری که عدم توجه به آثار مخرب ناشی از فعالیت صنعت نفت که حاصل آن تخلیه آلاینده‌ها در خاک، آب و هوا است، می‌تواند صدمات جبران‌ناپذیری را بر محیط زیست گیاهی، جانوری و نیز سلامت انسان وارد سازد.

نفت خام ماده‌ای با منشأ بیولوژیکی است که طی میلیون‌ها سال در ترکیبی از دما و فشار ایجاد شده است. ترکیب نفت خام به نوع مواد بیولوژیکی و نیروهای ژئوشیمی که این مواد تحت تأثیر آن بوده‌اند بستگی دارد. آلودگی نفتی در خورها و محیط‌های ساحلی که به مراکز شهری نزدیکند، بیشترند و مهمترین منابع آن رواناب‌های شهری، فاضلاب‌های صنعتی، جذب اتمسفری و پخش و نشتی است که طی انتقال سوخت‌های فسیلی رخ می‌دهد. به عقیده برخی کارشناسان، پخش مواد نفتی و جذب اتمسفری، مهمترین منبع آلودگی نفتی در محیط‌های آبی محسوب می‌شوند. اگرچه تخمین‌های اخیر نشان می‌دهند که نشت‌های طبیعی در آب‌های عمیق اقیانوسی نیز قابل توجهند.

بررسی آلودگی‌های نفتی به‌منظور تهیه اطلاعات پایه، شناخت منابع آلوده‌کننده و تعیین میزان آلودگی در مناطق صیادی، با توجه با تأثیرپذیری زندگی دریایی از این نوع آلودگی از اهمیت بالایی برخوردار است. هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک و هیدروکربن‌های آلیفاتیک، مهمترین اجزای نفت خام‌اند که باعث آلودگی محیط زیست دریایی شده و آثار نابهنجاری در زندگی دریایی دارند.

فرآیندهای متفاوتی بر نفت و نحوه توزیع آن به اجزای متنوع در محیط زیست دریایی اثر دارند. در ابتدا عموماً فرآیندهای فیزیکی موجب پخش نفت و پراکنده شدن آن به‌صورت قطرات نفتی در

ستون بالایی آب می‌شوند و در این هنگام ترکیبات محلول نفت، خصوصاً ترکیبات آروماتیک در آب دریا حل می‌شود. غلظت هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک در لایه نازک سطح دریا بیشترین است و فرم توزیع آن به صورت محلول و معلق در آب دریا بستگی به میزان وجود ذرات معلق دارد. توزیع این هیدروکربن‌ها براساس حلالیت و قطبیت آنها به‌گونه‌ای است که رسوبات، اولین انباشتگاه آنها است. غالب آنها بعد از ورود به آب دریا با توجه به حلالیت کم، سریعاً جذب ذرات رسوب معلق شده و بر سطح آنها می‌نشیند. هیدروکربن‌های نفتی نیز تمایل به تجمع در رسوبات عمقی دارند و پس از در هم آمیختگی با رسوب، پایدار باقی می‌مانند.

فعال بودن بیولوژیکی هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک، سرطان‌زایی و پایداری آنها در هنگام جابه‌جایی و همچنین گستردگی حضور آنها موجب توجه خاصی به منابع، توزیع، مکانیسم انتقال و آثار زیست‌محیطی آنها شده است. دسته‌ای از این هیدروکربن‌ها که می‌توانند سرطان‌زا باشند یا باعث ایجاد جهش‌های ژنتیکی شوند از اهمیت خاص زیست‌محیطی برخوردارند. آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا، تعداد شانزده نوع از این ترکیبات را که برای پستانداران و ارگانیسم‌های آبی سمی‌اند مشخص کرده است. مشاهدات مهمی در مورد وجود تومورها و سایر ناهنجاری‌ها در ماهی‌های محیط‌های آلوده گزارش شده است که به احتمال زیاد مربوط به این دسته از هیدروکربن‌ها است. آثار بیوشیمیایی، پاتولوژی، ژنتیکی، ایمنولوژی، تولید مثلی و رفتاری در برخی از ماهیان نقاط مختلف مشاهده شده است که براساس مطالعات میدانی و آزمایشگاهی مربوط به این هیدروکربن‌ها است. نتایج حاصل از تجربیات آزمایشگاهی و میدانی به خوبی نشان داده است که هیدروکربن‌های چند حلقه‌ای آروماتیک برای ماهی‌هایی که طی مدت زمان طولانی در معرض این مواد بوده‌اند آثار پاتولوژی مهمی را دربر داشته است.

۳-۳-۲. فلزات سنگین

فلزات سنگین در تمام فازهای محیط زیست شامل هوا، آب و خشکی وجود دارند. هنگامی که این مواد در آب آزاد شوند، با جریان آب جابه‌جا شده و به اتمسفر و بستر نیز انتقال داده می‌شوند و تحت واکنش‌های متعدد فیزیکوشیمیایی و بیوشیمیایی قرار می‌گیرند. فلزات سنگین می‌توانند تمامی رده‌های زنجیره غذایی دریایی و نهایتاً انسان را تحت تأثیر خود قرار دهند. فلزات نمی‌توانند مانند آلوده‌کننده‌های آلی از طریق شیمیایی یا فرآیندهای زیستی در طبیعت تجزیه شوند. ترکیبات فلزی می‌توانند تغییر یابند، اما فلزات سنگین معمولاً در محیط، به‌صورت پایدار همچنان باقی می‌مانند. فلزات سنگین از دیگر اجزای تشکیل‌دهنده نفت خام به حساب می‌آیند. علاوه‌بر نفت خام و فرآیندهای وابسته به آن‌که می‌توانند منبع انتشار برخی از فلزات سنگین باشند، این فلزات به شکل گسترده‌ای در صنایع دیگر نیز به‌کار می‌روند و از طریق فعالیت این صنایع می‌توانند وارد محیط شوند.

از میان فلزات سنگین، جیوه و سرب بیشترین خطرات را دارند. سایر فلزات، بیشترین تأثیر خود را بر رنگ و بوی ماهی‌ها دارند مثلاً یون‌های مس موجب بیرنگی بافت صدف‌ها می‌شوند. سرب یکی از عناصر مهم موجود در اقیانوس‌ها است و از فرآیند سوختن سوخت‌های دارای سرب ایجاد می‌شود. بنابراین اغلب سرب موجود در اقیانوس‌ها و محیط‌های آبی از طریق اتمسفر وارد شده است. در آب دریا، سرب غالباً در ذرات معلق کلوئیدی معدنی وجود دارد.

یکی از منابع انتشار فلزات سنگین در محیط، استخراج نفت خام و انجام فرآیندهای تصفیه و پالایش آن است. این فعالیت‌ها سبب افزایش غلظت فلزات سنگین در آب و خاک شده و از طریق نفوذ در زنجیره غذایی، آثار سمی و نامطلوب بر حیات انسان، گیاهان و جانوران خواهد داشت. نتایج تجزیه نفت‌های استخراج شده از مناطق مختلف خلیج فارس مؤید آن است که دو عنصر وانادیوم و نیکل به ترتیب بیشترین فراوانی را به خود اختصاص می‌دهد. به همین دلیل از آنها به‌عنوان شاخص آلودگی نفتی یاد می‌شود. تحقیقات در زمینه غلظت فلزات در رسوبات سطحی در نواحی نزدیک به ساحل نشان داده است که نشت و ریزش سوخت‌های نفتی در محیط، سبب افزایش غلظت سرب، روی، کروم و نیکل در رسوبات ساحلی می‌شود. همچنین مطابق اطلاعات به‌دست آمده از شرکت نفت فلات قاره ایران، نفت خام تولید شده در میادین نفتی مناطق بهرگان، سیری، لاوان و خارک حاوی فلزات نیکل، وانادیوم، آهن و سرب است. کادمیوم محصول جانبی در پالایش سایر فلزات، مانند روی است. همچنین از نمک‌های این عنصر در صنایع مختلف شیمیایی به‌صورت استات، سولفید، سولفات، کلرایت، استئارات، اکسید و کربنات استفاده می‌شود، که برخی از گونه‌های آن همانند سولفات‌ها و کلریدها محلول در آبند. غلظت کادمیوم در آب‌های دریافت‌کننده پساب کارخانه‌های صنعتی بیشتر است. اما طبق استانداردهای سازمان بهداشت جهانی غلظت کادمیوم در آب نباید بیش از ۵ قسمت در میلیون باشد. منابع مربوط به هشت عنصر از عمومی‌ترین فلزات سنگین در جدول ۴ ارائه شده‌اند.

جدول ۴. منابع مربوط به هشت عنصر از عمومی‌ترین فلزات سنگین

منبع	آرسنیک	کادمیوم	کروم	مس	قلع	جیوه	نیکل	روی
سوخت فسیلی	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
صنایع کود شیمیایی	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
صنایع شیشه	✓				✓	✓		
صنایع چرم	✓		✓			✓		✓
صنایع فلزی	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
فعالیت‌های معدنی	✓	✓			✓	✓		✓
صنایع رنگ		✓	✓		✓			✓
پالایشگاه‌ها	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
صنایع کاغذ			✓	✓	✓	✓	✓	
صنایع نساجی	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓

مأخذ: همان.

با توجه به معضل احتمال آلودگی آب‌های جهان به فلزات سنگین و تجمع این عناصر در بافت بدن موجودات آبزی، سازمان‌های جهانی برای مصرف‌کنندگان آبزیان استانداردهایی را تعریف کرده‌اند که به برخی از آنها در جدول ۵ اشاره شده است.

جدول ۵. پاره‌ای از استانداردهای جهانی در مصرف آبزیان

ردیف	عنصر	میزان مصرف آبزیان	استاندارد
۱	جیوه	میزان حد مجاز روزانه ۴۲/۸ میکروگرم	سازمان‌های بهداشت جهانی و خواروبار جهانی
۲	سرب	حداکثر مصرف روزانه ۳ میلیگرم در هفته	سازمان‌های بهداشت جهانی و خواروبار جهانی
۳	کادمیوم	حداکثر میزان قابل تحمل جذب هفتگی ۷ میلیگرم بر کیلوگرم	سازمان‌های بهداشت جهانی و خواروبار جهانی
۴	نیکل	حداکثر غلظت مجاز ۲۰ نانوگرم در کیلوگرم	آژانس حفاظت محیط زیست آمریکا

مأخذ: همان.

۳. بررسی وضعیت آلودگی دریای خزر

آلاینده‌های موجود در حوضه آبریز دریای خزر نهایتاً به این دریا می‌رسند، لذا دریای خزر، امروزه تبدیل به محل دفن و تجمع بسیاری از آلاینده‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی جوامع پیرامون و اطراف آن شده است. این مواد مضر، به تدریج و به آهستگی از طرق مختلف، خصوصاً رودخانه‌های منتهی به دریا به آن وارد شده و در آنجا تجمع می‌یابند. بسته بودن محیط دریای خزر باعث می‌شود

تا غلظت مواد آلاینده مختلف به تدریج در آب و رسوب آن افزایش یافته و از آنجا وارد چرخه حیات آبزیان یا متأثر کردن زیستگاه‌های آنها شود. این امر در بلندمدت باعث تأثیر منفی بر سلامت و حیات ذخایر آبزیان این دریا، کارکردهای زیستی و فیزیولوژیک آنها، به خصوص در انواع و گونه‌های کمیاب و حفاظت نشده خواهد شد. در این بخش به پراکنش آلاینده‌ها و میزان آنها در دریای خزر، مجاور آب‌های ساحلی ایران، پرداخته می‌شود.

۱-۳. آلودگی‌های مواد مغذی

به‌علت شرایط آب و هوایی مناسب، بیش از چهل شهر بزرگ و کوچک با جمعیت‌های مختلف و تعداد زیادی روستا در حاشیه جنوبی و کنار سواحل دریای خزر و رودخانه‌های منتهی به آن توسعه یافته‌اند که فاضلاب بیشتر آنها از طریق این رودخانه‌ها به دریای خزر انتقال می‌یابد. در مواردی نیز فاضلاب مستقیماً به دریا هدایت می‌شود. اگرچه طبق قوانین و مقررات سازمان حفاظت محیط زیست ایران، شرکت‌های آب و فاضلاب موظفند فاضلاب شهرهای مختلف را در حد استانداردهای این سازمان، تصفیه و سپس آن را به منابع آب‌های سطحی ازجمله دریا هدایت کنند، اما عملاً چنین اقداماتی صورت نمی‌گیرد.

نیترات و فسفات از رایج‌ترین آلاینده‌های منابع آبند که عمدتاً از پساب‌های کشاورزی و فاضلاب‌های شهری منشأ می‌گیرند. جدول ۶ غلظت این آلاینده‌ها را در نقاط مختلف ساحل دریای خزر نشان می‌دهد. همان‌طوری که در این جدول ملاحظه می‌شود دامنه تغییرات فسفات در آب دریا از ۰/۰۳ تا ۰/۱۵ میلیگرم در لیتر (با متوسط ۰/۰۶ میلیگرم در لیتر) است. قابل توجه است که متوسط غلظت فسفر در بخش شرقی دریا به‌طور محسوسی بیش از غلظت آن در بخش غربی اندازه‌گیری شده است. حداکثر غلظت در رودهای قره‌سو و چابکسر و کمترین در جفارود دیده شده است.

جدول ۶. غلظت فسفات و نیترات در کرانه‌های جنوبی دریای خزر

ردیف	محل	مکان نمونه‌برداری	مقدار برحسب (میلیگرم در لیتر)	
			فسفات	نیترات
۱	قره‌سو	دهانه رود	۰/۱۱	۰/۰۲۷
۲	پلنگان	آب‌های ساحلی	۰/۰۸	۰/۲۳
۳	تجن	دهانه رود	۰/۰۹	۰/۳
۴	چابکسر	آب‌های ساحلی	۰/۱۵	۰/۰۳
۵	بابل‌رود	دهانه رود	۰/۰۶	۰/۲۳
۶	سرخ‌رود	دهانه رود	۰/۰۸	۰/۲۶
۷	علمده	آب‌های ساحلی	۰/۰۴	۰/۱
۸	حسینی	آب‌های ساحلی	۰/۰۷	۰/۱۸
۹	چالوس	دهانه رود	۰/۱۱	۰/۳۵
۱۰	سلمانشهر	آب‌های ساحلی	۰/۰۴	۰/۱۴
۱۱	نشتارود	دهانه رود	۰/۰۹	۰/۲۴
۱۲	تنکابن	دهانه رود	۰/۰۹	۰/۳۰
۱۳	رامسر	آب‌های ساحلی	۰/۰۷	۰/۲۱
۱۴	لنگرود	آب‌های ساحلی	۰/۰۴	۰/۳۳
۱۵	سفیدرود	دهانه رود	۰/۰۵	۰/۴۱
۱۶	جفارود	دهانه رود	۰/۰۳	۰/۱
۱۷	انزلی	دهانه رود	۰/۰۴	۰/۰۸
۱۸	کپورچال	آب‌های سطحی	۰/۰۸	۰/۰۹
۱۹	آستارا	دهانه رود	۰/۰۷	۰/۱۷

مأخذ: همان.

دامنه غلظت نیترات در آب‌های سطحی دریای خزر از ۰/۰۳ تا ۰/۴۱ اندازه‌گیری شده است. متوسط این تغییرات ۰/۲۱ میلیگرم در لیتر است. در مورد نیترات نیز غلظت متوسط در بخش شرقی بیش از بخش غربی است. برای تعدادی از رودخانه‌های مهم ازجمله قره‌سو، تجن، بابل‌رود، چالوس، نشتارود، سفیدرود و آستارا مقدار ورودی سالیانه نیترات و فسفات به دریا با استفاده از میزان غلظت این دو پارامتر و دبی آب رودخانه‌های مربوطه محاسبه و در جدول ۷ نشان داده شده است. ملاحظه می‌شود که نیترات و فسفر سالیانه از حدود ۵/۲ میلیارد مترمکعب آب ورودی به دریا به ترتیب برابر حدود ۱۹۸۲ و ۲۷۰ تن برآورد شده است.

جدول ۷. ورود مواد مغذی (نیتروژن و فسفر) از چند رودخانه مهم به بخش جنوبی دریای خزر

ردیف	نام رود	حجم آب (میلیون مترمکعب در سال)	میزان فسفات	میزان نیترات
۱	قره‌سو	۱۰۱	۱۱/۱۱	۲۷/۲۷
۲	تجن	۲۰۷/۴	۱۸/۶۶	۶۲/۲۲
۳	بابل‌رود	۴۲۵	۲۵/۵	۹۷/۷۵
۴	چالوس	۳۷۲	۴/۹۲	۱۳۰/۲
۵	نشتارود	۳۰/۷	۲/۷۶	۷/۳۶
۶	سفیدرود	۴۰۰۰	۲۰۰	۱۶۴۰
۷	آستارا	۱۰۱	۷/۰۷	۱۷/۱۷
جمع		**۵۲۳۷/۱**	**۲۷۰/۰۲**	**۱۹۸۲**

مأخذ: همان.

۲-۳. آلاینده‌های نفتی و هیدروکربورهای حلقوی

وجود مناطق جمعیتی متعدد در سواحل دریای خزر که منبع ورود مقادیر قابل توجهی از انواع فاضلاب‌های خانگی و صنعتی‌اند، در کنار رشد و توسعه فعالیت‌های اکتشافی، استخراجی و انتقال نفت خام در سواحل غربی و مرکزی دریا، همه‌ساله ورود احجام بسیار بالا از انواع هیدروکربن‌های نفتی به این دریاچه را به‌دنبال دارد. حفاری‌ها و فعالیت‌های استخراجی نفت، انتقال و پالایش نفت خام، انفجار خطوط لوله و چاه‌های نفت، سرریز چاه‌ها، تصادفات محتمل نفتکش‌ها، تخلیه آب تعادل کشتی‌ها، 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 محسوب می‌شوند. این منابع که بیشتر در مناطق مرکزی و شمالی این دریاچه تمرکز یافته‌اند آلودگی شدید بسیاری از سواحل مرکزی دریا در مجاورت کشور آذربایجان به آلاینده‌های نفتی را به دنبال داشته‌اند. طی سال‌های ۱۹۸۶ تا ۱۹۹۰ میلادی در حدود ۹۴ تا ۱۴۶ هزار تن مواد نفتی به تنهایی از طریق رودخانه ولگا و طی سال‌های ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۰ میلادی مقدار ۲۲/۱ هزار تن آلاینده نفتی از رودخانه‌های ترک، اورال و کورا وارد دریای خزر شده است. ترکیبات آلی موجود در نفت با توجه به ماهیت سمی و تجمعی خود می‌توانند تأثیرات بسیار مخربی بر حیات و سلامت گونه‌های جانوری و گیاهی دریا به دنبال داشته باشند. ترکیبات نفتی با تجمع در بافت‌های چربی و عضلانی بدن آبزیان، آلودگی گونه‌های آبزی مورد استفاده انسان را نیز سبب خواهند شد. ورود ترکیبات نفتی به شبکه غذایی انسان از طریق این آبزیان، خود، انواع مسمومیت‌ها و بیماری‌ها برای انسان را به دنبال خواهد داشت.

میزان غلظت کل هیدروکربن‌های نفتی در رسوبات، شاخصی کلی از میزان آلودگی رسوبات به

آلاینده‌های نفتی است. نتایج نمونه‌گیری‌های انجام شده در مطالعات صورت گرفته بیانگر تغییرات غلظت هیدروکربن‌های نفتی در محدوده سواحل مرکزی و شرقی دریای خزر در بازه ۱۰ تا ۶۴ قسمت در میلیون است. غلظت بالاتر این هیدروکربن‌ها (بین ۳۰ تا ۶۴ قسمت در میلیون) در قسمت‌های مرکزی در مجاورت شهرهای نور، نوشهر و چالوس مشاهده شده است در حالی که نواحی شرقی با غلظت‌های نسبی کمتر در حدود ۱۰ تا ۲۵ قسمت در میلیون غلظت‌های محدودتری از هیدروکربن‌های نفتی دارند. براساس تحقیقات انجام شده میزان غلظت هیدروکربن‌های کل، بیشتر از ۵۰۰ قسمت در میلیون در رسوبات دریایی به عنوان شاخص آلودگی نفتی در منطقه در نظر گرفته می‌شود. در حالی که غلظت‌های کمتر از ۱۰ قسمت در میلیون بیانگر رسوبات غیرآلوده و تمیز است. همچنین در رسوبات سطحی بستر دریای خزر، غلظت هیدروکربن کل در محدوده بسیار گسترده ۲۹ تا ۱۸۲۰ قسمت در میلیون گزارش شده است. تراکم بیشتر این آلاینده‌ها در مجاورت سواحل جمهوری آذربایجان (۰/۵ تا ۱۸۲۰ قسمت در میلیون) و غلظت کمتر آنها (۰/۵ تا ۳۴ قسمت در میلیون) در سواحل شمالی دریا در مجاورت کشورهای روسیه و قزاقستان گزارش شده است. این موضوع عدم آلودگی رسوبات جنوبی دریای خزر در محدوده سواحل ایران نسبت به مناطق مرکزی آن را تصدیق می‌کند.

همانگونه که ذکر شد هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (PAHs)[1] درواقع به مجموعه هیدروکربن‌های حلقوی موجود در نفت خام اطلاق می‌شود که شامل ترکیباتی بسیار پیچیده از صدها هیدروکربن آروماتیک می‌شوند. ترکیبات این گروه از هیدروکربن‌ها، ۲ درصد حجم نفت خام را تشکیل داده و در میان هیدروکربن‌ها، آلاینده‌های اصلی محیط زیست تلقی می‌شوند. این ترکیبات که از احتراق و اکسیداسیون ناقص مواد آلی به‌ویژه سوخت‌های فسیلی به‌وجود می‌آیند، عواقب زیست‌محیطی شدیدی چون سمی کردن محیط زندگی جانداران، سرطان‌زایی و جهش ژنتیکی را به دنبال دارند. بررسی نتایج نمونه‌برداری‌های انجام شده در مطالعات صورت گرفته (سواحل استان‌های مازندران و گلستان) میزان تغییرات غلظت هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای در رسوبات نمونه‌برداری شده را در بازه ۱۵۰ تا ۱۶۰۰ قسمت در میلیارد نشان می‌دهد. پراکندگی بیشتر این هیدروکربن‌ها در این ناحیه مربوط به سواحل ساری تا چالوس با غلظت ۵۰۰ تا ۱۶۰۰ قسمت در میلیارد است در حالی که غلظت‌های کمتر از آن در منطقه خلیج گرگان و در محدوده ۲۱۹ تا ۳۳۰ قسمت در میلیارد مشاهده شده است. براساس رهنمود کیفیت رسوب اداره ملی اقیانوسی و جوی آمریکا غلظت کل ترکیبات هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای بیش از مقدار ۴۰۰۰ قسمت در میلیارد، بیانگر آلودگی شدید و وضعیت سمی محیط رسوبی است در حالی که مقادیر کمتر از ۱۰۰

1. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)

قسمت در میلیارد بیانگر عدم آلودگی منطقه به ترکیبات آروماتیک چند حلقه‌ای است. در طبقه‌بندی وضعیت آلودگی رسوبات به این ترکیبات، نمونه‌هایی با غلظت ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ قسمت در میلیارد در دسته رسوباتی با آلودگی متوسط دسته‌بندی شده و رسوباتی با غلظت بیشتر از ۵۰۰۰ قسمت در میلیارد در دسته رسوبات بسیار آلوده قرار داده می‌شوند. همچنین در طبقه‌بندی دیگری، به‌طور مشابه محدوده غلظت هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای بین ۲۵۰-۵۰۰ نانوگرم در گرم را شاخص آلودگی کم تا متوسط رسوبات و نمونه‌هایی با غلظت کل این هیدروکربن‌ها بیشتر از ۵۰۰ نانوگرم در گرم نشان‌دهنده رسوبات آلوده است. براساس شاخص‌های ارائه شده، به‌طور کلی مقادیر مشاهده شده از غلظت این هیدروکربن‌ها در منطقه سواحل ایران پایین‌تر از مقادیر مورد اشاره برای رسوبات کاملاً آلوده است. اما غلظت‌های بالاتر این ترکیبات (۶۰۰ تا ۱۶۰۰ قسمت در میلیارد) در بعضی مناطق آلودگی کم تا متوسط رسوبات این مناطق، به این ترکیبات را نشان می‌دهد.

همچنین نتایج به‌دست آمده از مقدار غلظت هیدروکربن‌های نفتی در شش ایستگاه مطالعاتی در خروجی‌های تالاب انزلی (پل غازیان، شنبه‌بازار روگا، دانه موج‌شکن)، ساحل بندرانزلی، ساحل گیسوم و بندر حسن کیاده نشان می‌دهد که بیشترین مقدار هیدروکربن‌های نفتی تحت تأثیر فعالیت‌های شناورهای کوچک در خروجی تالاب انزلی قرار دارند. در این قسمت عمدتاً دو خروجی به نام‌های پل غازیان و شنبه‌بازار روگا قرار دارند که به ترتیب با میانگین فصلی غلظت هیدروکربن‌های نفتی ۳۲۰۰ و ۲۲۰۰ قسمت در میلیارد، بیشترین مقدار را دارا بوده‌اند. ایستگاه دهانه موج‌شکن که آب دو رودخانه خروجی را دریافت می‌کند، متأثر از این دو ایستگاه بوده و میانگین غلظت هیدروکربن‌های نفتی در آن بالاتر از ایستگاه‌های دیگر ساحلی است. پراکنش مکانی غلظت مواد نفتی در نوار ساحلی نشان می‌دهد که در ساحل گیسوم نسبت به بندر حسن کیاده مقدار بیشتری مواد نفتی وجود دارد. میانگین فصلی غلظت هیدروکربن‌های نفتی در ساحل گیسوم ۴۶۲ قسمت در میلیارد و در بندر حسن کیاده ۴۲۴ قسمت در میلیارد است.

۳-۳. آلودگی‌های ناشی از فلزات سنگین و سموم

ازجمله آلاینده‌هایی که تأثیر آنها بر محیط زندگی و سلامت آبزیان بسیار قابل توجه و مضر است، فلزات سنگین است. این عناصر در محیط، پایدار بوده و به راحتی وارد چرخه حیات آبزیان می‌شوند که در انتها نیز امکان انتقال آنها به انسان از طریق مصرف آبزیان وجود دارد. به همین لحاظ شناخت و منشأ ایجاد و ورود آنها به دریا دارای جایگاه ویژه‌ای در تحقیقات آلودگی‌ها در محیط‌های دریایی است. جدول ۸ غلظت عناصر سنگین را در نمونه‌های رسوب در آب‌های ساحلی ایران نشان می‌دهد. مقایسه غلظت اندازه‌گیری شده این عناصر با استاندارد آمریکا و کانادا نشان می‌دهد که در تمامی موارد غلظت این عناصر بالاتر از حد استاندارد بوده است.

جدول ۸. غلظت عناصر سنگین در رسوبات دریای خزر و مقایسه با استانداردهای جهانی

فلز سنگین	غلظت (قسمت در میلیون)	محل نمونه‌برداری	مقایسه با استاندارد آمریکا	مقایسه با استاندارد کانادا
نیکل	۲۱	آب‌های ساحلی گیلان و مازندران	بالاتر	بالاتر
کرم	۸۱	آب‌های ساحلی گیلان و مازندران	بالاتر	بالاتر
آرسنیک	۸/۲	آب‌های ساحلی گیلان، مازندران و گلستان	بالاتر	بالاتر
جیوه	۰/۱۵	آب‌های ساحلی گیلان، مازندران و گلستان	بالاتر	بالاتر
مس	۳۴	آب‌های ساحلی گیلان، مازندران و گلستان	بالاتر	بالاتر

همچنین در جداول ۹ و ۱۰ غلظت سموم، اندازه‌گیری شده در رسوبات و بافت بدن ماهی‌ها ارائه و با استانداردهای رایج موجود در این زمینه مقایسه شده است.

جدول ۹. غلظت سموم اندازه‌گیری شده در رسوبات دریای خزر و مقایسه با استانداردهای جهانی

نوع سم	غلظت (قسمت در میلیارد)	محل نمونه‌برداری	مقایسه با استاندارد آمریکا	مقایسه با استاندارد کانادا
د.د.ت	۱۷/۶	رسوبات ساحلی گیلان، مازندران و گلستان	بالاتر	بالاتر
لیندان	۵/۹	رسوبات ساحلی گیلان، مازندران و گلستان	بالاتر	بالاتر
هپتاکلراپوکساید	۴۹۳	رسوبات ساحلی گیلان، مازندران و گلستان	پایین‌تر	پایین‌تر
آلدرین	کمتر از ۱	رسوبات ساحلی گیلان، مازندران و گلستان	پایین‌تر	پایین‌تر
کلردان	کمتر از ۱	رسوبات ساحلی گیلان، مازندران و گلستان	پایین‌تر	پایین‌تر
دیلدرین	۱۱/۸	رسوبات ساحلی گیلان، مازندران و گلستان	بالاتر	بالاتر
آندرین	کمتر از ۱	رسوبات ساحلی گیلان، مازندران و گلستان	پایین‌تر	پایین‌تر

جدول ۱۰. غلظت سموم اندازه‌گیری شده در بافت بدن ماهی‌ها و مقایسه با استانداردهای جهانی

نوع سم	غلظت (قسمت در میلیارد)	محل نمونه‌برداری	مقایسه با استاندارد سازمان خواروبار جهانی (۱۹۸۳)
د.د.ت	۸۴۲/۸۳	سواحل گیلان، مازندران و گلستان	بالاتر
لیندان	۱۰۶/۵	سواحل گیلان، مازندران و گلستان	پایین‌تر
هپتاکلراپوکساید	۵۰۸۰/۶۱	سواحل گیلان، مازندران و گلستان	بالاتر
آلدرین	۳۴/۲۲	سواحل گیلان، مازندران و گلستان	پایین‌تر
دیلدرین	۳۶/۶۶	سواحل گیلان، مازندران و گلستان	پایین‌تر

براساس جدول ۹، غلظت مربوط به سموم د.د.ت، لیندان و دیلدرین در رسوبات ساحلی سه استان گیلان، مازندران و گلستان در مقایسه با استانداردهای کشورهای آمریکا و کانادا، بالاتر از حد مجاز بوده همچنین براساس جدول ۱۰ غلظت سموم د.د.ت و هپتاکلراپوکساید در بافت بدن ماهی‌ها در مقایسه با استانداردهای ارائه شده توسط سازمان خواروبار جهانی بالاتر از حد مجازند.

۴-۳. آلودگی‌های میکروبی

براساس نتایج به‌دست آمده از مطالعات میکروبی آب‌های ساحلی و شناگاه‌های دریای خزر از نظر آلودگی به باکتری‌های شاخص بهداشتی آب‌های شناگاهی (کل کلیفرم‌ها، کلیفرم‌های مدفوعی و آنتروکوکوس فکالیس) در وضعیت مطلوبی قرار ندارد. با وجود این، این وضعیت در همه نقاط مورد بررسی، یکسان نبوده و از نسبتاً مطلوب تا فوق بحرانی متفاوت است. این بررسی نشان می‌دهد که به‌طور کلی آلودگی میکروبی در تمام ایستگاه‌های نمونه‌برداری حداقل در برخی از دفعات نمونه‌برداری و دست‌کم نسبت به یکی از سه شاخص مورد بررسی وجود داشته است. در عین حال می‌توان ایستگاه‌هایی با بار آلودگی در حد مجاز را در برخی مناطق و دست‌کم برای مواقعی از سال معرفی کرد. چنین ایستگاه‌هایی در دو انتهای ساحل جنوبی خزر و به‌ویژه در غرب آن واقع شده‌اند.

به‌طور کلی ایستگاه‌های مازندران آلودگی بالایی را نشان می‌دهند. هم در شرق و هم در غرب مازندران آلودگی میکروبی قابل توجه بوده و بیشتر مواقع بالاتر از حد مجاز است. در تمام ماه‌های نمونه‌برداری، ناحیه غرب خزر همواره بار آلودگی بسیار بالایی را نشان داده است. حتی در فصلی که بار آلودگی کاهش کلی نشان می‌دهد (ماه‌های فروردین و اردیبهشت)، آلودگی میکروبی در ناحیه غرب مازندران چنان بالاست که هر یک از شاخص‌های مورد بررسی ده‌ها بار بیش از حد مجازند. همچنین

بار آلودگی میکروبی در شناگاه‌های مورد بررسی در استان گیلان به‌طور نسبی پایین‌تر از بار آلودگی در استان گلستان می‌باشد. لازم به ذکر است که اکثر شناگاه‌های دریای خزر در اکثر مواقع سال از لحاظ بار میکروبی در محدوده استاندارد نبوده و غالباً در شرایط بحرانی قرار دارند.

در بررسی‌های صورت پذیرفته از دهانه پنج رودخانه (تجن، چشمه‌گیله، تنکابن، بابلرود و چالوس) که اغلب در مجاورت شناگاه‌ها واقع شده یا انتظار می‌رود که آب شناگاه‌ها را تحت تأثیر قرار دهند نیز نمونه‌برداری میکروبی صورت گرفته است. نتایج آزمایش‌ها نشان می‌دهند که آب رودخانه‌ها به فاضلاب انسانی یا فاضلاب ناشی از محل‌های پرورش دام و طیور آلوده بوده و در غالب موارد میزان آلودگی آب ورودی به دریا بسیار بالاتر از آلودگی آب دریا است. این امر مؤید آن است که رودخانه‌ها سهم بزرگی در آلودگی آب شناگاه‌ها دارند.

براساس مطالعات انجام گرفته کیفیت آب‌های ساحلی دریای خزر به‌ویژه در مناطق تفریحی و شنا و گردشگری عمدتاً تحت تأثیر توسعه نامتوازن شهرها، تراکم بیش از حد جمعیت در اکثر نواحی ساحلی، ضعف مدیریتی در رابطه با جانمایی درست و ساماندهی این مناطق، توسعه روزافزون گردشگری و صنعت توریسم، عدم مدیریت صحیح در رابطه با دفع فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی و نیز دفع پسماندها و زباله‌ها در شهرهای ساحلی و مناطق گردشگری است.

۵-۳. بررسی آثار آلودگی‌ها بر آبزیان دریای خزر

آلودگی‌های محیطی آثار نامطلوبی بر ماهیان اعم از اینکه در محیط‌های طبیعی زندگی آزاد داشته یا در استخرهای پرورش به سر می‌برند، دارد. فاضلاب کارخانه‌ها یا فاضلاب‌های شهری از یک طرف منجر به کم شدن اکسیژن آب شده و از طرف دیگر در صورت دارا بودن سموم اثر مستقیمی روی ماهیان داشته و باعث می‌شود غالب ماهیان در معرض آلودگی قرار گیرند. به‌عنوان مثال ماهیان یک رودخانه در مسافت نسبتاً زیادی از محل رها شدن فاضلاب ممکن است از بین بروند. در مسمومیت‌های نسبتاً کم، ناهنجاری‌هایی مانند تغییر شکل باله‌ها و در مسمومیت‌های مزمن به علت غیرمناسب بودن رژیم هیدروشیمیایی به‌ویژه بر اثر آلودگی با مواد پتروشیمی، فنل، فلزات سنگین و آفت‌کش‌ها (به‌خصوص نوع کلره آلی)، مستعد ابتلا به بیماری‌های مختلف می‌شوند زیرا از یک‌سو قدرت دفاعی بدن آنها در اثر تنش یا استرس ناشی از آلاینده‌ها کم شده و از سوی دیگر این مواد مستقیماً به اندام‌های مختلف به‌ویژه آبشش، کبد و غدد تناسلی آسیب رسانده و در بلندمدت باز هم باعث نابودی آنها می‌شوند.

آلاینده‌ها مانند آفت‌کش‌ها، در سطح کلان در اثر تجمع، از طریق زنجیره غذایی در بدن آبزیان (گیاهان، نرم‌تنان و ماهیان) باعث مسمومیت جانوران خشکی‌زی و انسان شده و از همه خطرناک‌تر باعث ایجاد تغییرات ژنتیکی جهش‌زا می‌شوند.

جمع‌بندی و پیشنهادها

تخریب اکوسیستم دریای خزر می‌تواند در کوتاه‌ترین زمان ممکن شکل گیرد، ولی بازسازی و احیای آن بی‌تردید به زمان بسیار طولانی نیاز خواهد داشت. در بعضی از موارد در صورت انقراض و نابودی گونه‌های کمیاب و نادر، راه جایگزینی وجود نخواهد داشت. با توجه به شرایط بسیار حساس و شکننده اکوسیستم دریای خزر و مشترک بودن ذخایر گروهی از آبزیان، هیچ‌یک از کشورهای حاشیه دریای خزر، به تنهایی قادر به حفظ و بهره‌برداری پایدار از ذخایر آن نخواهند بود. راه‌حل اصولی تأمین این هدف، تدوین و تصویب برنامه‌های منطقه‌ای در قالب پروتکل‌های تخصصی، تحت نظر کنوانسیون منابع زنده (سایتس) یا برنامه محیط زیست کاسپین است. از آنجا که دریای خزر یک اکوسیستم بسته است، نمی‌توان مشکلات آن را جدا و منفرد تلقی کرد. تدوین برنامه‌های ملی ـ منطقه‌ای مشترک، تبیین اولویت‌ها و به‌کارگیری و مشارکت تمامی توانمندی‌ها و استعدادها در سطح ملی و مشارکت سازنده سازمان‌های بین‌المللی مربوط است.

اقدام زیست‌محیطی را می‌توان در سه سطح اقدام‌های انفرادی کشورهای ساحلی، اقدام‌های در چارچوب نهادهای بین‌المللی و همکاری با سازمان‌های غیردولتی طبقه‌بندی کرد. دولت‌های ساحلی می‌توانند استفاده از ناوگان‌های تحقیقاتی چندمنظوره برای بررسی و مراقبت برنامه‌ها بر پایه نیازهای ملی و منطقه‌ای، تأسیس یک مرکز پایگاه اطلاعاتی برای گردآوری و طبقه‌بندی داده‌ها، تنظیم و تدوین قوانین و مقررات و چارچوب سازمانی برای توسعه یک سامانه منطقه‌ای مدیریت حوزه ساحلی به‌عنوان ابزاری برای توسعه پایدار منطقه به محیط زیست دریای خزر کمک کنند. استفاده بیشتر از سازمان‌های غیردولتی راه مؤثر دیگری است. اداره مشترک این حوزه آبی راه‌حل مناسب‌تری برای حفظ محیط زیست دریای خزر است. شبکه منطقه‌ای سازمان‌های غیردولتی تبادل مداوم اطلاعات را ممکن می‌سازد. بنابراین توان رقابتی، حرفه‌ای و شناخت این سازمان‌ها را تقویت می‌کند. یک سازمان غیردولتی به تنهایی نمی‌تواند با کارگزاران حکومتی یا حتی شرکت‌های کوچک‌تر به‌طور موفقیت‌آمیز مخالفت کند، اما وقتی چند سازمان غیردولتی به یکدیگر بپیوندند، وضع به‌طور چشمگیری تغییر می‌کند.

امضای کنوانسیون تهران را به علت ضرورت حل مسائل بحرانی زیست‌محیطی دریای خزر که به‌رغم چالش‌های سیاسی ـ امنیتی، اقتصادی و اجتماعی به مرحله شکل‌گیری و لازم‌الاجرا شدن منتهی شده است، می‌توان موفقیت بزرگی برای کشورهای ساحلی تلقی کرد ولی نگرانی‌ها در مرحله اجرای این کنوانسیون و توافق‌های بعدی مرتبط با حفظ محیط زیست دریایی که قالب پروتکل‌های مربوط در حال شکل‌گیری است؛ همچنان به قوت خود باقی است. ولی در طرح و اجرای کنوانسیون، عوامل مختلف سیاسی، اقتصادی و برخی مسائل دیگر دخیل بوده‌اند. عوامل سیاسی مؤثر بر

همکاری‌های زیست‌محیطی در سه مرحله تعریف چارچوب‌های همکاری، تدوین اسناد و اجرای طرح‌های زیست‌محیطی عبارتند از: بی‌ثباتی سیاسی ناشی از دوران گذار و کشمکش‌های سیاسی داخلی در برخی از کشورهای تازه استقلال‌یافته، مسائل ژئوپلیتیک و ژئواستراتژیک منطقه دریای خزر، شرایط سیاسی حاکم بر منطقه و وجود رقابت‌های منطقه‌ای، به‌ویژه در مباحث انرژی و محدودیت‌های احتمالی ناشی از توافق‌های زیست‌محیطی بر فعالیت‌های استخراج و انتقال نفت و گاز دریای خزر و اختلاف‌نظر کشورهای ساحلی دریای خزر درخصوص رژیم حقوقی آن.

یکی از ویژگی‌های دریای خزر به‌عنوان یک دریای بسته این است که اصول و قواعد حقوق دریاها در تقسیم مناطق دریایی نظیر سرزمینی و فلات قاره و غیره در آن صادق نیست. به‌علاوه هیچ رژیم حقوقی خاصی نیز بر آن صادق نیست و نوعی حالت مشاع بودن در این دریا وجود دارد. با توجه به ویژگی یاد شده ضرورت همکاری دولت‌های ساحلی پنج‌گانه در تنظیم و اجرای اصول و قواعد و مقررات ویژه حمایت و حفاظت از محیط زیست دریایی برای آن حائز اهمیت بسیار است. چنین ترتیبات منطقه‌ای که ویژگی‌ها و خصوصیات محلی محیط زیست دریایی را در نظر دارند، می‌تواند با وجود نظام‌های سیاسی و اجتماعی متفاوت دولت‌های عضو آن کارآیی داشته باشد. بدین دلیل حقوق بین‌الملل آلودگی دریایی از همکاری‌های منطقه‌ای حاصل آمده است. همکاری‌های منطقه‌ای نیز مانند همکاری‌های گسترده‌تر بین‌المللی می‌تواند به درک رابطه علت و معلولی میان انسان و محیط زیست و همچنین درک تغییرات زیست‌محیطی در حال وقوع در سطح منطقه‌ای کمک فراوانی کند. ترتیبات منطقه‌ای را می‌توان براساس نحوه نگرش به مسئله آلودگی دریایی برحسب مورد، چارچوبی یا جامع طبقه‌بندی کرد. اما نگرش چارچوبی با موقعیت دریای خزر تناسب دارد.

نبود یک نظام حقوقی حاکم بر محیط زیست دریای خزر نمی‌تواند توجیه‌کننده آن باشد که کشورهای ساحلی این دریا در اجرای قواعد بین‌المللی حاکم بر محیط زیست کوتاهی کرده و از آن غافل باشند. زیرا عوامل زیست‌محیطی دریای خزر از لحاظ تأثیرگذاری و شرایط آب و هوایی مناطق همجوار و به‌طور کلی در دریای خزر به گونه‌ای است که مجالی برای مسامحه دولت‌های ساحلی باقی نمی‌گذارد.

لازم به‌ذکر است که به دلیل وجود منابع آلاینده متعدد در حوضه دریای خزر (کشاورزی، شهری، صنعتی و دریایی) و واضح نبودن نقش هر یک از این منابع آلاینده در آلودگی این زیست‌بوم، باید نقش و سهم هر یک از این عوامل در آلودگی این دریا به‌طور دقیق مشخص شود تا بتوان با اطمینان در مورد سیاست‌های نظارتی و اصلاح قوانین هم در بعد داخلی و هم در بعد بین‌المللی تصمیم‌گیری کرد. از مهمترین راهکارها در زمینه حفاظت از محیط زیست دریای خزر می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

ـ ضرورت کاهش شناورهای ماهیگیری برخی از گونه‌ها، برای جلوگیری از کاهش منابع آبزیان،

ـ وجود دیدگاه بهره‌برداری صرف از دریای خزر و لزوم تغییر این دیدگاه به بهره‌برداری پایدار از آن،

ـ ضرورت ایجاد نگرش سیستمی درون و برون‌سازمانی و برقراری هماهنگی‌های لازم برای بهره‌برداری پایدار از منابع دریای خزر،

ـ افزایش آگاهی جوامع محلی و بهره‌برداری‌کنندگان،

ـ اصلاح قوانین و افزایش توان حفاظتی،

ـ حضور پررنگ‌تر ایران در برنامه محیط زیست کاسپین،

ـ ضرورت اجرای پروژه‌ای برای افزایش آگاهی عمومی به‌ویژه ماهیگیران، در مورد آلودگی دریای خزر که قرار است با همکاری برنامه محیط زیست کاسپین (CEP) در ایران انجام شود که مشارکت جوامع محلی در موفقیت آن تأثیر بسزایی دارد،

ـ توجه به ملاحظات دیگر سازمان‌های دست‌اندرکار در امور دریای خزر،

ـ افزایش حساسیت‌های مربوط به دریای خزر در سطوح مختلف تا بتوان مبنای مناسبی از نظر سیاسی و حقوقی برای حفظ محیط زیست دریای خزر ایجاد کرد،

ـ انتخاب شرکت‌هایی برای همکاری‌های نفتی در مناطق دور از سواحل، که از آلودگی‌ها در مبدأ جلوگیری می‌کنند،

ـ تسریع در شروع فعالیت دستگاه‌هایی که قرار است به‌عنوان مرجع ملی پروتکل‌های الحاقی کنوانسیون معرفی شوند تا بهره‌برداری از دریا با یک روش هماهنگ ازسوی تمامی کشورهای ساحلی دنبال شود،

ـ پایش کنوانسیون از ابتدا برای بالا بردن کارآیی آن،

ـ مطالعه و تحقیق برای یافتن مشوق‌هایی برای بالا بردن سطح پایبندی کشورها،

ـ ایجاد ساختارهای لازم برای ایجاد مفاد کنوانسیون تهران با ظرفیت‌سازی و اختصاص منابع لازم در سطح ملی و به‌کارگیری منابع منطقه‌ای و بین‌المللی،

ـ توسعه ابزار حقوقی همگام با توسعه فعالیت‌های اقتصادی،

ـ ضرورت ادامه همکاری و مشارکت بخش‌های مهم کشورهای ساحلی مانند دولتی، خصوصی، جوامع مدنی، محلی و دانشگاهیان در جهت اجرایی کردن کنوانسیون،

ـ ضرورت توجه کشورهای توسعه‌یافته از مسیر نهادهای بین‌المللی به کشورهای ساحلی در اجرای کنوانسیون،

ـ ایجاد برنامه حفاظتی و بهره‌برداری به صورت مشترک میان کشورهای ساحلی،

ـ همکاری با سازمان‌های بین‌المللی و تشکل‌های مردمی در سراسر دنیا،

ـ اهتمام کشورهای ساحلی برای اجرای ارزیابی مخاطرات زیست‌محیطی،

ـ ترجیح منابع پایدار بر درآمدهای زودگذر،

ـ موظف کردن شرکت‌ها و کنسرسیوم‌های نفتی در قراردادهایی که منعقد می‌کنند به تخصیص مبلغی برای حفظ محیط زیست دریای خزر،

ـ سپردن کمک شرکت‌های نفتی به یک نهاد منطقه‌ای و نه دولت‌های ساحلی، که وظیفه هدایت کنوانسیون را بر عهده دارد تا بتواند از این سرمایه استفاده مؤثر بکند،

ـ هماهنگی مدیریت، حفاظت، استخراج و بهره‌برداری منابع زیستی دریا،

ـ هماهنگی در اجرای حقوق و تکالیف، با در نظر گرفتن حمایت و حفاظت از محیط زیست دریایی،

ـ هماهنگی سیاست‌های پژوهش‌های علمی و در موارد لازم اجرای برنامه‌های مشترک پژوهش‌های علمی در منطقه، با ارتقای ساختارهای سازمانی و مالی مناسب در سطح ملی و منطقه‌ای، همچنین با حمایت و همکاری سازمان‌های بین‌المللی تا بتوان آینده‌ای روشن و پربار با کمترین آلودگی‌ها، بهره‌برداری پایدار از منابع طبیعی و دیگر ظرفیت‌های زیست‌محیطی آن برای دریای خزر ایجاد کرد.

منابع و مآخذ

۱. گزارش مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی، طرح مدیریت نوار ساحلی، سازمان بنادر و دریانوردی، زمستان ۱۳۸۷.

۲. گزارش مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی کشور، طرح مدیریت محیط زیستی، سازمان بنادر و دریانوردی، زمستان ۱۳۸۷.

۳. عابسی، عزیز، محسن، سعیدی. بررسی آلودگی نفتی، تخریب زیستی و سطح هوازدگی هیدروکربن‌ها در رسوبات ساحلی دریای خزر در محدوده استان‌های گلستان و مازندران، فصلنامه علوم محیطی، سال هشتم، شماره اول، ۱۳۸۹.

۴. استعلام از سازمان حفاظت محیط زیست، مورخ ۱۳۸۸/۲/۶ شماره ۶۳۸۵-۱۰۰/۳۴.

5. Sediment quality criteria in use around the world, Burton, G.A. Jr. 2002, The Japanese Society of Limnology, Vol. 3: 65-75.
6. The oil and gas resource base of the Caspian region. Effimoff, I. 2000. Journal of Petroleum Science and Engineering, 28:157–159.
7. Aspects of the Caspian Sea benthic ecosystem. Karpinsky, M.G. 1992. Marine Pollution Bulletin, 24: 384–389.
8. The analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons in marine samples. Law, R.J. and J. Klungsoyr. 2000. International Journal of Environment and Pollution, 13: 262–283.
9. Identification of natural, anthropogenic and petroleum hydrocarbons in aquatic sediments. Volkman, J.K., D.G. Holdsworth, G.P. Neill and Jr. Bavor. 1992. The Science of Total Environment, 112: 203–219.

شناسنامه گزارش	مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی	شماره مسلسل: ۱۳۸۴۳

عنوان گزارش: بررسی وضعیت آلودگی دریای خزر

نام دفتر: مطالعات زیربنایی (گروه آب)

تهیه و تدوین‌کنندگان: مهدی مظاهری، نرجس‌السادات عبدالمنافی

مدیر مطالعه: جمال محمدولی سامانی

ناظران علمی: محمدرضا محمدخانی، محسن صمدی

متقاضی: نوذر شفیعی (رئیس کمیته خزر، کمیسیون امنیت ملی و سیاست خارجی)

ویراستار ادبی: قاسم میرخانی

واژه‌های کلیدی: ـــــ

تاریخ انتشار: ۱۳۹۳/۵/۲۲