دانشگاه هرمزگان

دانشکده علوم پایه

پایان نامه برای دریافت درجهٔ کارشناسی ارشد در رشتهٔ زیست شناسی دریا– جانوران دریا

عنوان:

مطالعه اثرات حاد و مزمن فلزات سنگین (کادمیوم و سرب) و هیدروکربن‌های نفتی برشاخص‌های هیستوپاتولوژی کلیه در خامه ماهی

استاد راهنما :

دکتر میر مسعود سجادی

اساتید مشاور :

دکتر پریا پرتو

دکتر نرگس امراللهی بیوکی

نگارش:

ستاره آسوده

فروردین ۱۳۹۰

تقدیم به مادر مهربان و پدر عزیزم

تشکر و قدردانی

با سپاس از استاد ارجمند، جناب آقای دکتر میر مسعود سجادی که راهنمایی این پایان نامه را بر عهده داشتند و از دکتر پریا پرتو و دکتر نرگس امراللهی یوکی که در انجام این تحقیق مرا راهنمایی و مشاوره نمودند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از جناب آقای دکتر مجید عسکری، خانم دکتر زهرا مینوش حقیقی، مهندس محسن رضایی به واسطه همکاری ها و حمایت هایشان صمیمانه سپاسگزارم. از سرکار خانم مهرنوش میرزاده و فوزیه شجاعی، جناب آقای عبدالله صالح سوپروایزر آزمایشگاه بیمارستان خلیج فارس، سرکار خانم دری، آقایان زرگر و بالبان کارشناسان محترم آزمایشگاه پاتولوژی بیمارستان شریعتی، کارشناسان و پرسنل بخش آبزی پروری پژوهشکده اکولوژی خلیج فارس و دریای عمان که در انجام این پروژه نهایت همکاری را داشتند، بی نهایت سپاسگزارم.

چکیده

هدف از این مطالعه، بررسی اثرات حاد و مزمن کلرید کادمیوم، نیترات سرب و هیدروکربن‌های نفتی (TPH) بر بافت کلیه خامه ماهی (*Chanos chanos*) بود. خامه ماهیان جوان با میانگین طولی ۰/۴ ± ۱۶/۷ سانتی متر و وزن ۱/۲ ± ۶۴ گرم برای این تحقیق انتخاب شدند. به این منظور، ابتدا غلظت حد کشنده ($96h\text{-}LC_{50}$) هر یک از این آلاینده‌ها برای این گونه تعیین شد. سپس ماهیان در معرض سه غلظت $\frac{۱}{۲۰}$، $\frac{۱}{۱۰}$ و $\frac{۱}{۵}$ از غلظت کشنده‌ی هر یک از این مواد با ۳ تکرار برای هر یک و همچنین یک گروه منحصراً با آب دریا بعنوان گروه شاهد (با ۳ تکرار) قرار داده شدند. نمونه‌ها به مدت ۲۴ ساعت و ۹۶ ساعت، ۷ روز و ۱۴ روز در این تیمارها نگه داری شدند. نمونه برداری از کلیه‌ی خامه ماهیان تحت آزمایش انجام شد. نمونه‌های کلیه، در فیکساتیو بوئن، قرار داده شدند و پس از انجام مراحل معمول بافت شناسی، رنگ آمیزی به روش هماتوکسیلین- ائوزین انجام گرفت. اسلایدهای تهیه شده توسط میکروسکوپ نوری بررسی شدند. آسیب‌های مشاهده شده در این تحقیق به طور کلی مشابه بوده، اما شدت این عارضه‌ها در گروه‌های مختلف متفاوت بود. عوارض مشاهده شده عبارت بودند از: دژنرسانس اپیتلیوم توبولار، جدا شدن سلول‌ها از غشای پایه، کاهش و در مواردی انسداد لومن توبولار، تغییرات هسته در سلول‌های اپیتلیوم به صورت پیکنوزو هایپرتروفی، تغییراتی در گلومرول و فضای کپسول بومن، نکروز توبولار و خونریزی در بافت. در بررسی‌های حاد شدت‌های متفاوتی از آسیب‌های کلیوی در گروه‌های در معرض کلرید کادمیوم و نیترات سرب مشاهده شد. مقایسه بین گروه‌های در معرض این دو نمک فلزی نشان داد، وقوع عوارضی که قادر به ایجاد اختلال در عملکرد طبیعی بافت هستند، در گروه‌های در معرض نیترات سرب شدیدتر از گروه‌های در معرض کلرید کادمیوم بود. در مرحله‌ی دوم از بررسی‌های حاد (۹۶ ساعت) همان طور که انتظار می‌رفت، عوارض بیشتر و شدیدتری در گروه‌های در معرض آلاینده‌ها مشاهده شد. در این مرحله نیز اثرات شدیدتر در گروه‌های در معرض نیترات سرب مشاهده شد. در بررسی‌های مزمن آسیب‌های مشاهده شده در گروه‌های در معرض آلاینده‌ها شدت یافته بود و تقریبا در همه‌ی گروه‌ها مشابه بود. آسیب‌های هیستوپاتولوژیک مشاهده شده در

گروه‌های در معرض هیدروکربن‌های نفتی از همان مراحل حاد، تا حدودی بیش از دو آلاینده‌ی دیگر بود. مقایسه بین سه گروه آلاینده نشان داد، در هر دو مرحله‌ی حاد و مزمن، آسیب‌های مشاهده شده در گروه-های در معرض هیدروکربن‌های نفتی بیش از گروه‌های در معرض دو آلاینده‌ی فلزی دیگر بود. نتایج نشان داد، تغییرات هیستوپاتولوژی و شدت این تغییرات در کلیه‌ی خامه ماهیان در معرض کلرید کادمیوم، نیترات سرب و هیدروکربن‌های نفتی، ارتباط مستقیمی با غلظت آلاینده و مدت زمان قرار گرفتن در معرض آلاینده دارد و این سه آلاینده، توانایی ایجاد عوارض زیان باری را در بافت کلیه‌ی خامه ماهی دارند. بنابراین می توان نتیجه گرفت، کلیه می تواند اندیکاتور مناسبی برای ارزیابی اثرات آلودگی‌های محیطی باشد.

کلمات کلیدی: فلزات سنگین، مواد نفتی، کلیه، هیستوپاتولوژی، خامه ماهی

عنوان	فهرست مطالب	شماره صفحه

فصل اول : کلیات

۱-۱ مقدمه ۱

۱-۲ اهداف تحقیق ۳

۱-۳ فرضیات تحقیق ۳

۱-۴ تعریف آلودگی ۴

۱-۴-۱ فلزات سنگین ۴

۱-۴-۱-۱ آلودگی فلزات سنگین ۵

۱-۴-۱-۲ عوامل موثر بر میزان سمیت فلزات ۷

۱-۴-۱-۳ کادمیوم ۷

۱-۴-۱-۳-۱ منابع و راه‌های ورود کادمیوم به دریا ۸

۱-۴-۱-۳-۲ اثرات سمی کادمیوم بر آبزیان ۹

۱-۴-۱-۴ سرب ۹

۱-۴-۱-۴-۱ منابع و منشا سرب در دریا ۱۰

۱-۴-۱-۴-۲ مسمومیت سرب در ماهیان ۱۰

۱-۴-۲ هیدروکربن‌های نفتی ۱۱

۱-۴-۲-۱ آلودگی هیدروکربن‌های نفتی ۱۱

۱-۴-۲-۲ سرنوشت مواد نفتی در دریا ۱۲

۱-۴-۲-۳ سمیت هیدروکربن‌های نفتی ۱۳

۱-۴-۳ مشکلات زیست محیطی خلیج فارس ۱۴

۱-۵ مشخصات کلی خامه ماهی ۱۵

عنوان	فهرست مطالب	شماره صفحه

۱-۵-۱ طبقه بندی تاکسونومیکی ۱۵

۱-۵-۲ ویژگی‌های مورفولوژیک ۱۵

۱-۵-۳ پراکنش جغرافیایی ۱۶

۱-۵-۴ زیستگاه ۱۷

۱-۵-۵ تغذیه ۱۷

۱-۵-۶ تولیدمثل ۱۷

۱-۶ کلیه ۱۸

۱-۶-۱ کلیه در ماهیان استخوانی ۱۸

۱-۶-۲ عملکرد کلیه ۲۱

۱-۷ پیشینه مطالعاتی ۲۲

۱-۷-۱ مطالعات و پژوهش‌های انجام شده در جهان ۲۲

۱-۷-۲ مطالعات و پژوهش‌های انجام شده در ایران ۲۳

فصل دوم : مواد و روش ها

۲-۱ صید ماهی از طبیعت و انتقال به آزمایشگاه ۲۵

۲-۲ سازگاری با شرایط آزمایشگاهی و نحوه نگه‌داری از ماهیان ۲۵

۲-۳ بخش اول پژوهش ۲۶

۲-۳-۱ نحوه‌ی تعیین غلظت هر یک از آلاینده های مورد آزمایش ۲۶

۲-۳-۲ تعیین $96h\text{-}LC_{50}$ هر یک از آلاینده‌ها ۲۷

۲-۳-۴ ارزیابی $96h\text{-}LC_{50}$ ۲۸

۲-۴ بخش دوم پژوهش ۲۸

عنوان	فهرست مطالب	شماره صفحه

۲-۴-۱ بافت شناسی کلیه و مطالعه در سطح میکروسکوپ نوری ۲۸

۲-۴-۱-۱ نمونه برداری و آماده سازی نمونه ها..... ۳۰

۲-۴-۱-۲ رنگ آمیزی هماتوکسیلین- ائوزین..... ۳۴

۲-۴-۱-۲-۱ مواد مورد استفاده در رنگ‌آمیزی، ترتیب و مدت استفاده از هر یک ۳۵

فصل سوم: نتایج

۳-۱ نتایج حاصل از بررسی‌های LC_{50} در ۹۶ ساعت..... ۳۷

۳-۲ نتایج حاصل از بررسی‌های بافت شناسی ۳۹

۳-۲-۱ کلیه در گروه شاهد..... ۳۹

۳-۲-۲ اثرات کلرید کادمیوم بر بافت کلیه ۴۰

۳-۲-۲-۱ نتایج حاصل از بررسی‌های حاد ۴۰

۳-۲-۲-۱-۱ اثرات مشاهده شده در ۲۴ ساعت..... ۴۰

۳-۲-۲-۱-۲ اثرات مشاهده شده در ۹۶ ساعت ۴۲

۳-۲-۲-۲ نتایج حاصل از بررسی‌های مزمن ۴۴

۳-۲-۲-۲-۱ اثرات مشاهده شده پس از ۷ روز ۴۴

۳-۲-۲-۲-۲ اثرات مشاهده شده پس از ۱۴ روز ۴۶

۳-۲-۳ اثرات نیترات سرب بر بافت کلیه ۴۹

۳-۲-۳-۱ نتایج حاصل از بررسی‌های حاد ۴۹

۳-۲-۳-۱-۱ اثرات مشاهده شده در ۲۴ ساعت..... ۴۹

۳-۲-۳-۱-۲ اثرات مشاهده شده پس از ۹۶ ساعت..... ۵۱

۳-۲-۳-۲ نتایج حاصل از بررسی‌های مزمن ۵۳

عنوان	فهرست مطالب	شماره صفحه

۳-۲-۳-۲-۱ اثرات مشاهده شده پس از ۷ روز ۵۳

۳-۲-۳-۲-۲ اثرات مشاهده شده پس از ۱۴ روز ۵۵

۳-۲-۴ اثرات هیدروکربن‌های نفتی بر بافت کلیه ۵۸

۳-۲-۴-۱ نتایج حاصل از بررسی‌های حاد ۵۸

۳-۲-۴-۱-۱ اثرات مشاهده شده در ۲۴ ساعت ۵۸

۳-۲-۴-۱-۲ اثرات هیدرو کربن‌های نفتی در ۹۶ ساعت ۶۰

۳-۲-۴-۲ نتایج حاصل از بررسی‌های مزمن ۶۲

۳-۲-۴-۲-۱ اثرات هیدروکربن‌های نفتی پس از ۷ روز ۶۲

۳-۲-۴-۲-۲ اثرات هیدروکربن‌های نفتی در ۱۴ روز ۶۵

فصل چهارم: بحث

۴-۱ بحث..... ۶۷

پیشنهادات ۷۸

منابع و مآخذ ۷۹

چکیده انگلیسی ۹۰

عنوان	فهرست جداول	شماره صفحه

جدول ۳ -۱- میزان تلفات خامه ماهیان در معرض کلرید کادمیوم در آزمایش $96H\text{-}LC_{50}$ ۴۶

جدول ۳-۲ – میزان تلفات خامه ماهیان در معرض نیترات سرب در آزمایش $96H\text{-}LC_{50}$..... ۴۷

جدول ۳-۳ – میزان تلفات خامه ماهیان در معرض هیدروکربن‌های نفتی در آزمایش $96H\text{-}LC_{50}$ ۴۷

جدول ۳-۴ – اثرات کلرید کادمیوم بر بافت کلیه‌ی خامه ماهی پس از ۲۴ ساعت..... ۵۰

جدول ۳-۵– اثرات کلرید کادمیوم بر بافت کلیه‌ی خامه ماهی پس از ۹۶ ساعت ۵۲

جدول ۳-۶ – اثرات کلرید کادمیوم بر کلیه‌ی خامه ماهی پس از ۷ روز ۵۳

جدول ۳-۷ – اثرات کلرید کادمیوم بر کلیه‌ی خامه ماهی پس از ۱۴ روز ۵۶

جدول ۳-۸ – اثرات نیترات سرب بر کلیه‌ی خامه ماهی پس از ۲۴ ساعت ۵۹

جدول ۳-۹ – اثرات نیترات سرب بر کلیه‌ی خامه ماهی پس از ۹۶ ساعت ۶۰

جدول ۳-۱۰- اثرات نیترات سرب بر کلیه‌ی خامه ماهی پس از ۷ روز ۶۲

جدول ۳-۱۱- اثرات نیترات سرب بر کلیه‌ی خامه ماهی پس از ۱۴ روز ۶۴

جدول ۳-۱۲- اثرات هیدروکربن‌های نفتی در کلیه‌ی خامه ماهی پس از ۲۴ ساعت ۶۷

جدول ۳-۱۳- اثرات هیدروکربن‌های نفتی در کلیه‌ی خامه ماهی پس از ۹۶ ساعت ۷۰

جدول ۳-۱۴- اثرات هیدروکربن نفتی پس از ۷ روز ۷۲

جدول ۳-۱۵– اثرات هیدروکربن‌های نفتی در کلیه‌ی خامه ماهی پس از ۱۴ روز ۷۴

عنوان	فهرست شکل‌ها	شماره صفحه

شکل ۱-۱- تصویری از خامه ماهی (*Chanos chanos*) ۲۰

شکل ۱-۲- شستشو و ضد عفونی ماهیان با محلول $KMnO_4$..... ۳۵

شکل ۲-۲- سازگاری نمونه ها جهت انجام آزمایشات تعیین LC_{50}..... ۳۷

شکل ۲-۳- نمونه های تحت آزمایش در تانک های حاوی ۲۶۰ لیتر آب ۳۹

شکل ۲-۴- تصویر کلیه در بدن خامه ماهی و کلیه جدا شده ۴۰

شکل ۲-۵- نمونه ی کلیه جدا شده از بدن ماهی درون پایدار کننده بوئن ۴۰

شکل ۲-۶- دستگاه اتوماتیک آماده سازی بافت ۴۱

شکل ۲-۷- برش قطعات بلوکه شده توسط میکروتوم دستی ۴۲

شکل ۲-۸- قرار گرفتن برش های بافتی بر روی حمام آب گرم ۴۳

شکل ۲-۹- ست رنگ آمیزی هماتوکسیلین- ائوزین ۴۳

شکل ۲-۱۰- رنگ آمیزی لام های چیده شده در راک ها ۴۴

شکل ۳-۱- برش کلیه از گروه شاهد ۴۹

شکل ۳-۲- نمونه کلیه از گروه ۱ کادمیوم ۵۰

شکل ۳-۳- نمونه کلیه از گروه ۲ کادمیوم پس از۲۴ ساعت ۵۱

شکل ۳-۴- نمونه کلیه از گروه ۳ کادمیوم پس از ۲۴ ساعت ۵۱

شکل ۳-۵- برش کلیه از گروه ۳ کادمیوم پس از ۹۶ ساعت ۵۲

شکل ۳-۶- نمونه ی کلیه از گروه ۳ کادمیوم پس از ۷ روز ۵۴

شکل ۳-۷- برش کلیه از گروه ۱ کادمیوم پس از ۷ روز ۵۴

شکل ۳-۸- برش کلیه از گروه ۲ کادمیوم پس از ۷ روز ۵۵

عنوان	فهرست شکل‌ها	شماره صفحه

شکل ۳-۹- برش کلیه از گروه ۱ کادمیوم پس از ۱۴ روز ۵۶

شکل ۳-۱۰- برش کلیه از گروه۳ کادمیوم پس از ۱۴ روز ۵۷

شکل ۳-۱۱- برش کلیه گروه ۲ کادمیوم پس از ۱۴ روز ۵۷

شکل ۳-۱۲- برش کلیه گروه ۳ کادمیوم پس از ۱۴ روز ۵۸

شکل۳-۱۳- نمونه کلیه گروه ۳ سرب پس از ۲۴ ساعت ۵۹

شکل ۳-۱۴- برشی از کلیه گروه ۲ سرب پس از ۹۶ ساعت ۶۱

شکل ۳-۱۵- برشی از کلیه گروه۳ سرب پس از ۹۶ ساعت ۶۱

شکل ۳-۱۶- نمونه کلیه از گروه ۳ سرب پس از ۷ روز ۶۳

شکل ۳-۱۷- برش کلیه از گروه ۳ سرب پس از ۷ روز ۶۳

شکل ۳-۱۸- نمونه کلیه از گروه ۱ سرب پس ۱۴ روز ۶۵

شکل ۳-۱۹- برشی از کلیه گروه ۲ سرب پس از ۱۴ روز ۶۵

شکل ۳-۲۰- نمونه‌ی کلیه از گروه ۲ سرب پس از ۱۴ روز ۶۶

شکل ۳-۲۱- گروه۳ سرب پس از ۱۴ روز ۶۶

شکل ۳-۲۲- نمونه کلیه از گروه ۱ هیدرو کربن‌های نفتی پس از ۲۴ ساعت ۶۸

شکل ۳-۲۳- برش کلیه از گروه ۱ هیدرو کربن نفتی پس از ۲۴ ساعت ۶۸

شکل ۳-۲۴- برش کلیه از گروه ۳ هیدروکربن‌های نفتی پس از ۲۴ ساعت ۶۹

شکل ۳-۲۵- برشی از کلیه گروه ۳ هیدروکربن‌های نفتی پس از ۹۶ ساعت ۷۰

شکل ۳-۲۶- برشی از کلیه‌ی گروه ۳ در معرض هیدرو کربن‌های نفتی پس از ۹۶ ساعت ۷۱

شکل ۳-۲۷- نمونه ی کلیه از گروه ۱ هیدروکربن‌های نفتی پس از ۷ روز ۷۲

شکل ۳-۲۸- برش کلیه از گروه ۲ هیدروکربن‌های نفتی پس از ۷ روز ۷۳

شکل ۳-۲۹- برش کلیه از گروه ۳ هیدروکربن نفتی ۷۳

شکل ۳-۳۰- برش کلیه از گروه ۲ هیدروکربن های نفتی پس از ۱۴روز ۷۵

۱-۱) مقدمه

پیشرفت تکنولوژی و توسعه صنایع مختلف در حاشیه اکوسیستم‌های آبی و ورود آلاینده‌ها به اکوسیستم-های دریایی سبب بروز آسیب‌های شدیدی بر جوامع آبزیان شده است. این مسئله علاوه بر، بر هم زدن اکوسیستم‌های دریایی، بطور غیر مستقیم در سلامت انسان‌ها نیز تاثیر گذار خواهد بود. خلیج فارس اکوسیستمی نیمه بسته است و با توجه به منابع آلاینده مختلف در این منطقه به ویژه آلودگی نفتی، احتمال بالا بودن میزان فلزات سنگین (به ویژه کادمیوم، سرب و جیوه) جذب و تجمع این فلزات در قسمت‌های مختلف بدن ماهیان بالا می باشد. آب‌های استان هرمزگان نیز بدلیل تردد نفتکشهای سنگین به این منطقه، بارگیری و تخلیه کشتیها، نشت مواد نفتی، تخلیه آب توازن کشتی‌ها با مشکلات جدی در زمینه آلودگی نفتی روبرو است. علاوه بر این، وجود صنایعی چون مجتمع کشتی سازی خلیج فارس، نیروگاه برق، پالایشگاه نفت وگاز، مجتمع فولاد، کارگاه‌ها و کارخانه‌های واقع در سواحل بندرعباس در تولید و ورود آلاینده‌هایی چون فلزات سنگین و مواد نفتی TPH (Total Petroleum Hydrocarbon) به آب‌های هرمزگان نقش دارند (مریدی و همکاران،۱۳۸۷). این امر، ذخایر آبزیان این منطقه را با مخاطراتی روبرو کرده است و علاوه بر این، آلاینده‌ها نهایتاً وارد زنجیره غذایی و بدن انسان گشته و آسیب‌های ایمنی زیادی را در پی خواهند داشت.

آلاینده‌های محیطی نظیر فاضلاب‌های صنعتی، مواد نفتی، مواد شیمیایی، سموم کشاورزی با ایجاد استرس-های اکسیداتیو، کلیه مکانیسم‌های بیولوژیکی و طبیعی بدن آبزیان را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Livingstone, 2001). مطالعات هیستوپاتولوژی روش ارزشمندی برای ارزیابی آثار محیطی آلاینده‌ها بر روی ماهی‌ها می‌باشند چرا که اثرات وارده از جانب آلاینده‌ها را براساس تغییرات در سطح ارگانیسم بیان می‌کنند (Stentiford *et al*, 2003). آلاینده‌های مختلف باعث ایجاد آسیب‌های بافتی مشخصی در اندام‌های ماهی‌ها می شوند. تعیین این نوع آسیب‌ها می تواند به عنوان نشانگر زیستی، به منظور بررسی و ارزیابی وجود آلاینده‌ها در اکوسیستم‌های آبی، و مانیتورینگ آلودگی به کار گرفته شوند (Oliveira *et*

al., 2006). کلیه در ماهیان دریایی نقش مهمی در تنظیم اسمزی دارد. علاوه بر این، بافت کلیه حجم زیادی از جریان خون را دریافت می‌کند و مسیر اصلی دفع متابولیت‌های مختلف و مواد زائد سمی است. از اینرو بافت کلیه پیوسته در معرض مواد سمی شیمیایی قرار دارد (Au, 2004). آلاینده‌ها می‌توانند سبب بروز ضایعات آسیب شناسی در اندام کلیه در ماهیان شوند.

پژوهش حاضر بر آن است، که اثرات مواد نفتی و فلزات سنگین (Cd, Pb) را در غلظت‌های تحت کشنده از این آلاینده‌ها، بر تغییرات هیستوپاتولوژی در کلیه‌ی خامه ماهی بررسی کند. خامه ماهی *Chanos chanos* یکی از این آبزیان ارزشمند و اقتصادی است که در بسیاری از کشورهای آسیای شرقی بعنوان یک گونه موفق پرورشی مورد توجه بوده و در حال حاضر دارای تولیدی در حدود ۶۰۰ هزار تن در سال است (FAO, 2009). خامه ماهی گونه‌ای تروپیکال، بنتوپلاژیک و آمفیدروموس بوده و در عمق ۳۰-۱ متری دریا بسر می‌برد (Bagarinao, 1991). این مطالعه از نظر کاربردی حائز اهمیت بوده و زمینه ساز مطالعات تکمیلی آینده جهت شناسایی و معرفی شاخص‌های هیستوپاتولوژی به منظور مانیتورینگ و پایش آلودگی در محیط زیست خواهد بود.

۱-۲) اهداف

به طورکلی اهداف این طرح به شرح زیر می‌باشد:

- مطالعه سمیت حاد و مزمن فلزات سنگین (کلرید کادمیوم، نیترات سرب) و اثرات آن‌ها بر کلیه خامه ماهی
- مطالعه سمیت حاد و مزمن مواد نفتی (TPH) و اثرات آن بر کلیه خامه ماهی
- مقایسه اثرات هیستوپاتولوژیک مواد نفتی و فلزات سنگین (کلرید کادمیوم، نیترات سرب) بر کلیه خامه ماهی

۱-۳) پیش فرض ها

فرضیات این طرح عبارتند از :

- آلودگی ناشی از فلزات سنگین (کلرید کادمیوم، نیترات سرب) بر روی کلیه خامه ماهی تاثیر دارد.
- آلودگی ناشی از مواد نفتی بر روی کلیه خامه ماهی تاثیر دارد.
- فلزات سنگین و مواد نفتی اثرات هیستوپاتولوژیکی متفاوتی بر کلیه خامه ماهی دارند.

۱-۴) تعریف آلودگی

گروه متخصصین سازمان ملل در زمینه ی دیدگاه‌های علمی آلودگی دریایی[1] (GESAMP)، آلودگی دریا را این گونه تعریف می‌کند : "آلودگی دریایی" ورود انرژی یا مواد به طور مستقیم یا غیر مستقسم توسط انسان، به محیط زیست دریا است که اثرات نامطلوبی را در بر خواهد داشت، از آن جمله خطراتی برای سلامت انسان، بروز موانعی در برابر فعالیت‌های دریایی نظیر ماهی گیری، کاهش کیفیت در مورد استفاده از آب دریا و کاهش سازگاری‌ها، می‌باشند. در آلودگی تاکید بیشتر بر عوامل انسانی به نسبت طبیعی و همین طور بر اثرات تخریبی این مواد زائد است. بدون شک هر ماده‌ای که به دریا وارد می شود، تغییراتی در محیط زیست آن منطقه ایجاد می‌کند که ممکن است این تغییرات بزرگ یا کوچک، طولانی مدت یا موقتی، دارای گستردگی جهانی یا منطقه‌ای باشد. در صورتی که این تغییر قابل ردیابی و مخرب باشد، آلودگی محسوب می شود (کلارک، ۱۳۷۹).

۱-۴-۱) فلزات سنگین

فلزات سنگین از طریق فرایندهای طبیعی نظیر تغییرات شیمیایی پوسته زمین[2] و یا فعالیت انسان‌ها[3] به محیط زیست (آب، خاک و هوا) وارد می شوند (Roesijadi and Robinson, 1994; Dallariva *et al.*, 2003). آبزیان به طور طبیعی در معرض تماس با مقدار زیادی از این فلزات قرار دارند. عوامل طبیعی که اغلب در مقادیر کم فلزات را آزاد می‌کنند، عبارتند از: فرسایش سنگ‌ها، ذرات گرد و غبار و باد، دودهای ناشی از آتش سوزی جنگل‌ها و عوامل انسانی نظیر پساب‌های صنعتی و فاضلاب‌های شهری است. مهم‌ترین عامل انتشار فلزات سنگین، عوامل انسانی و به خصوص فعالیت معادن است. که حتی مدت‌های مدیدی پس از فعالیت بر روی معادن، فلزات در محیط آزاد شده و پایداری خود را حفظ می‌کنند (غفار حدادی، ۱۳۸۷).

[1] The United Nations Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Polution
[2] Natrual Geochemical Process
[3] Anthropogenic activity

فلزات بر اساس چگالی‌شان به دو دسته سبک و سنگین تقسیم می‌شوند. فلزات سنگین عبارتی است که برای فلزاتی با چگالی ۵ یا بیش تر بکار برده می‌شود (Ansari *et al*., 2004) و (دبیری، ۱۳۸۷). البته بعضی از منابع فلزاتی با چگالی بیش از ۶ میکرو گرم بر سانتی متر مکعب (علی محمدی چوشلی، ۱۳۸۷) و برخی دیگر فلزات با چگالی بیش از ۴ میکرو گرم بر سانتی متر مکعب (غفار حدادی، ۱۳۸۷) را به عنوان فلزات سنگین در نظر می‌گیرند. وزن اتمی این فلزات بین ۶۳ تا ۲۰۰ است، این عناصر در جدول تناوبی در سری عناصر انتقالی جای دارند. ویژگی‌هایی نظیر نقاط ذوب و جوش بالا، ظرفیت اکسیداسیون متغیر و تشکیل کمپلکس بر عملکردشان تاثیرگذار است. سمیت فلزات سنگین را بر اساس الکترونگاتیوی آنها می‌توان طبقه بندی کرد که این طبقه بندی با پایداری ترکیبات کمپلکس‌های حاصل از این فلزات هماهنگی دارد و به صورت زیر گزارش شده است:

$$Hg > Cu > Sn > Pb > Ni > Cd > Fe > Zn > Mn > Mg > Sr$$

علاوه بر این، میزان سمیت این فلزات تحت تاثیر عوامل متعددی نظیر دما، شوری آب، نوع لیگاند یا غیرفلز متصل به این فلزات قرار دارد (علی محمدی چوشلی، ۱۳۸۷).

فلزات سنگین موجود در سیستم‌های آبی که در سم شناسی آبزیان مورد بحث قرار می‌گیرند شامل دو دسته عناصر ضروری (نظیر مس، منگنز و روی) و عناصر غیر ضروری (مانندکادمیوم، سرب و جیوه) می‌باشند. این عناصر در مقادیر بیش از غلظت آستانه برای موجودات سمی می‌باشد. مقادیر کم برخی از این فلزات مانند مس و روی برای سیستم‌های بیولوژیکی و متابولیسم ضروری هستند در حالی که برای عناصری مثل کادمیوم و سرب عمل بیولوژیکی شناخته نشده است (Van Dyk *et al*., 2007).

۱-۴-۱-۱) آلودگی فلزات سنگین

فلزات سنگین از معمول ترین آلاینده‌هایی هستند که به طور طبیعی در محیط زیست و در مقادیر متفاوت در تمام زمین و آب‌های سطحی یافت می‌شوند. آلودگی این نوع فلزات، یکی از پنج نوع اصلی آلاینده‌های

سمی در اکوسیستم‌های آبی محسوب می‌شود (Van Dyk *et al*., 2007; Wu and Chen, 2004). این آلاینده‌های فلزی، امروزه از بحرانی ترین مسائل زیست محیطی، در این اکوسیستم‌ها به شمار می‌روند.

فلزات همانند هیدروکربن‌های کلر دار، آلاینده‌هایی پایدار هستند (کلارک، ۱۳۷۹). در حقیقت فلزات سنگین به علت تجمع یافتن در بدن موجودات، قابلیت تجزیه‌ی زیستی[1] بسیار ناچیز و سهولت انحلال‌شان، در محیط بسیار پایدار بوده و قابلیت تحرک و جابه جایی در اکوسیستم را دارا هستند (Van Dyk *et al*., 2007). از آنجا که این عناصر از اجزای سازنده پوسته زمین هستند قابل تغییر و نابودی نبوده و جزء مواد پایدار در محیط زیست بشمار می‌روند. این پایداری در محیط، مشکلات به خصوصی را ایجاد می کند. به این علت که نمی‌توانند مانند آلاینده‌های آلی از طریق شیمیایی و یا فرآیندهای زیستی در طبیعت تجزیه شوند. بلکه ترکیبات فلزی طی واکنش‌هایی تغییر یافته و همچنان باقی می مانند. پایداری فلزات این امکان را داده که در فواصل قابل توجه توسط آب یا هوا منتقل شوند و در نهایت موجب به مخاطره افتادن سلامت گیاهان و جانورانی که از این مواد تغذیه کرده اند، می‌شوند (دبیری،۱۳۸۷).

جذب فلزات در ماهی از طریق، تغذیه، بلعیدن مواد ذره‌ای نامحلول، تبادلات یونی فلزات محلول توسط غشاهای چربی دوست نظیر آبشش، جذب از طریق عضله و پوست صورت می‌گیرد. این آلاینده‌ها در زنجیره غذایی انباشته شده و موجب ایجاد امراض و مرگ و میر هایی در موجودات آبزی شده (Osman *et al*., 2009; Olojo *et al*., 2005) ، در نهایت به سطوح بالاتر در زنجیره غذایی انتقال می‌یابند (Dallariva *et al*., 2003) و تهدیدی جدی برای سلامت انسان‌ها که در راس این زنجیره قرار دارند، به شمار می‌روند.

تجمع فلزات سنگین در بافت‌های جانوران موجب بیماری‌های حاد و مزمن و آسیب به جمعیت‌ها می‌شود، زیرا با گروه‌های سولفیدریل پروتئین‌ها و آمینو اسیدها پیوند ایجاد کرده و به عنوان بازدارنده‌های آنزیمی عمل می‌کنند (علی محمدی چوشلی، ۱۳۸۷).

[1] Biodegradable

پژوهش‌هایی که در زمینه آلودگی فلزات سنگین در اکوسیستم‌های آبی انجام می‌شوند، از دو دیدگاه قابل بررسی می‌باشند (Pourang, 1994) :

۱- سلامت و بهداشت عمومی، هدف اصلی این قبیل بررسی‌ها پیشگیری از ابتلای انسان به امراض و عوارض گوناگون ناشی از مصرف آبزیان آلوده به فلزات سنگین می‌باشد.

۲- حفظ حالت توازن اکوسیستم آبی و جلوگیری از زوال زیستی آنها به واسطه‌ی تاثیرات سوء این آلاینده‌ها.

۱-۴-۱-۲) عوامل موثر بر میزان سمیت فلزات

حلالیت فلزات سنگین در آب دریا بوسیله‌ی چند فاکتور نظیر سختی، دما، شوری و pH کنترل می‌شود. علاوه بر این، غلظت و نوع ترکیب فلزی موجود در آب، ویژگی‌های جاندار (گونه، سن، جنس، وضعیت تولیدمثلی و نوع بافت) و همچنین وضعیت تغذیه‌ای و شرایط زندگی موجود، از عوامل موثر در تجمع آلاینده‌ها در اندام‌های آبزیان است و موجب ایجاد پاسخ‌های متفاوتی در برابر آلاینده‌ها می‌شود (Brunelli *et al*., 2009; Ansari *et al*., 2004).

۱-۴-۱-۳) کادمیوم

کادمیوم فلزی نرم به رنگ سفید نقره‌ای براق با عدد اتمی ۴۸ و جرم اتمی ۱۱۲/۴۱ گرم، نقطه جوش ۷۶۷ درجه سانتیگراد و نقطه ذوب ۳۲۰/۹ درجه سانتیگراد است. این عنصر به طور یکنواخت در پوسته زمین یافت می‌شود اما ترکیبات معدنی آن تنها در مناطق ویژه ای از جهان یافت می‌شوند. میانگین مقدار این فلز در پوسته زمین ۰/۱۱ میلی گرم در کیلوگرم است. تولید این فلز در اواخر قرن نوزدهم به صورت محصول جانبی در استخراج روی آغاز گردید. استفاده از این فلز در قرن اخیر، افزایش یافته است (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱). کادمیوم یکی از سموم مهم در اکوسیستم‌های آبی بوده و به عنوان آلاینده‌ی متراکم و غیر قابل تجزیه که توانایی تجمع و انباشته شدن در موجودات زنده را دارد مطرح است (Thophon *et al*., 2003).