





دانشگاه بیرجند

دانشکده کشاورزی

گروه محیط زیست

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد محیط زیست

(گرایش آلودگی محیط زیست)

**عنوان:**

**بررسی میزان جیوه در موی صیادان منطقه تالاب بین  
المللی هامون**

**پژوهشگر**

ساجده صاحبی

**استاد راهنما**

دکتر محمد رضا رضایی

**استاد مشاور**

مهندس رضا دهمرده بهروز

مهرماه ۱۳۹۱

## تقدیم نامه:

شیفتگان ساحت مقدس امام زمان، به منتظرین ظهور دولت حق و مجری عدالت گسترش دهنده کلمه توحید در سطح جهانی به ستمدیدگان تشنه اجرا قوانین قرآن و دلباختگان تحقق بخش آرمانهای فضیلت جویانه انسانها.

به طرفداران صلح و حکومت جهانی به انسانهایی که معتقدند با حکومت ولی عصر ریشه های فساد و بیدادگری و امتیازات بی مورد و نا برابریها کنده می شود و دنیا یکپارچه مساوات، برابری، برادری، یکتاپرستی و یگانگی می گردد.

## تقدیم بابوسه بردستان پدرم:

به او که نمی دانم از بزرگی اش بگویم یا مردانگی سخاوت، سکوت، مهربانی و .....

## تقدیم به مادر عزیزتر از جانم:

مادرم هستی من ز هستی توست تا هستم و هستی دارم توست.

وبه:

همسرم، اسطوره زندگیم، پناه خستگیم و امید بودنم.

## تقدیرنامه

سپاس خدای را که سخنوران، در ستودن او بمانند و شمارندگان، شمردن نعمت های او ندانند و کوشندگان، حق او را گزاردن نتوانند. و سلام و دورد بر محمد و خاندان پاک او، طاهران معصوم، هم آنان که وجودمان وامدار وجودشان است؛ و نفرین پیوسته بر دشمنان ایشان تا روز رستاخیز...

بدون شک جایگاه و منزلت معلم، اجل از آن است که در مقام قدردانی از زحمات بی شائبه ی او، با زبان قاصر و دست ناتوان، چیزی بنگاریم.

اما از آنجایی که تجلیل از معلم، سپاس از انسانی است که هدف و غایت آفرینش را تامین می کند و سلامت امانت هایی را که به دستش سپرده اند، تضمین؛ بر حسب وظیفه و از باب " من لم یشکر المنعم من المخلوقین لم یشکر الله عزّ و جلّ " :

از استاد با کمالات و شایسته؛ جناب آقای دکتر محمد رضا رضایی که در کمال سعه صدر، با حسن خلق و فروتنی، زحمت راهنمایی این رساله را بر عهده گرفتند؛

از استاد صبور و با تقوا، جناب آقای مهندس رضا دهمرده بهروز، که زحمت مشاوره این رساله را در حالی متقبل شدند که بدون مساعدت ایشان، این پروژه به نتیجه مطلوب نمی رسید؛

از برادر بزرگوار و ارجمند جناب آقای مهندس مصطفی علی محمدی که از

هیچ کمکی در به انجام رساندن این رساله دریغ ننموده اند و همواره پشتیبان ام بودند، تقدیر و تشکر ویژه می نمایم، باشد که این خردترین، بخشی از زحمات آنان را سپاس گوید.

## چکیده

عناصر سنگین با ورود به اکوسیستم های آبی موجب کاهش فعالیت های بیولوژیکی شده و عوارض متعددی را در بدن آبزیان به وجود می آورند، برخی از این عناصر در مقادیر کم برای بدن آبزیان ضروری هستند (مانند آهن، مس و روی) اما عناصری مانند جیوه، سرب و کادمیم در مقادیر کم هم برای آبزیان سمی هستند. در بین منابع مختلف غذا های دریایی، مصرف ماهی، منبع اصلی ورود جیوه به بدن انسان است. مو به عنوان یک بافت بیولوژیک محل تجمع عناصر نادر است. در منطقه سیستان، به دلیل وجود تالاب بین المللی هامون و همچنین ذخایر عظیم آب (چاه نیمه ها)، ماهی نقش مهمی در رژیم غذایی ساکنان منطقه دارد و در صورت وجود جیوه بالاتر از حد استاندارد، یافته های این تحقیق، هشدار جدی برای ساکنان منطقه در مورد مصرف ماهی تلقی می گردد. بررسی حاضر در فاصله فروردین ماه ۸۹ تا فروردین ۹۰ انجام گرفت. برای این مطالعه ابتدا ۳۰ نفر از صیادان و ۱۰ نفر از افراد عادی به طور تصادفی انتخاب شدند. سپس به هر نفر پرسشنامه ای حاوی سؤالاتی از قبیل سن، قد، وزن، مصرف سیگار، مصرف لبنیات، مصرف ماهی و... داده شد. روش بکار گرفته شده برای آماده سازی نمونه ها، روش هضم اسیدی، پیشنهاد شده استاندارد متد (standard Methods، ۲۰۰۵) برای نمونه های بیولوژیک بوده است. در نهایت نمونه ها برای سنجش از دستگاه جذب اتمی مدل (Perkin-Elmer (AA 3030 و تکنیک بخار سرد استفاده شد. بر اساس نتایج این تحقیق میانگین غلظت جیوه در کل افراد  $1/629 \mu\text{g/g}$  بود. همچنین میانگین غلظت جیوه به تفکیک در گروه صیادان (به طور مداوم ماهی مصرف می نمودند)  $1/930 \pm 0/903 \mu\text{g/g}$  و در گروه شاهد  $0/658 \pm 0/967 \mu\text{g/g}$  بود. تفاوت معناداری بین مصرف ماهی و میزان جیوه مو در موی افراد منطقه وجود داشت ( $P= 0/02$ ). همچنین در این مطالعه به بررسی تأثیر متغیرهای مختلف از قبیل سن، قد، وزن، مصرف سیگار، لبنیات و... بر میزان غلظت جیوه موجود در موی سر افراد در منطقه مطالعاتی نیز پرداخته شده است.

## واژگان کلیدی:

عناصر سنگین، تالاب بین المللی هامون، مصرف ماهی، بافت مو، جیوه

## فهرست

۷	۱- مقدمه
۱۰	۱-۱-۱ منابع ورود جیوه به محیط
۱۱	۲-۱-۱ اثرات جیوه
۱۴	۳-۱-۱ مو به عنوان نشانگر زیستی
۱۶	۳-۱ اهداف تحقیق
۱۷	۴-۱ ضرورت انجام تحقیق
۱۷	۵-۱ فرضیه ها
۱۸	۶-۱ کلیات
۱۹	۱-۶-۱ منابع آلودگی جیوه
۲۱	۲-۶-۱ سمیت جیوه
۲۲	۳-۶-۱ راه های تماس انسان با جیوه
۲۲	۱-۳-۶-۱ آب
۲۳	۲-۳-۶-۱ غذا
۲۳	۳-۳-۶-۱ آمالگام
۲۳	۷-۱ تاریخچه منطقه
۲۴	۱-۷-۱ زمین شناسی منطقه
۲۷	۲-۷-۱ اقلیم منطقه
۲۸	۳-۷-۱ هیدرولوژی منطقه
۲۹	۴-۷-۱ گیاهان منطقه
۳۰	۵-۷-۱ پرندگان منطقه
۳۱	۶-۷-۱ ماهیان منطقه
۳۲	۸-۱ اساس کار دستگاه جذب اتمی
۳۲	۱-۸-۱ طیفسنجی (اسپکتروفتومتری) جذب اتمی
۳۳	۲-۸-۱ اصول جذب اتمی
۳۳	۳-۸-۱ طیف های جذب اتمی
۳۴	۴-۸-۱ اندازه گیری جذب اتمی

۳۴	۵-۸-۱	موارد کاربرد
۳۴	۶-۸-۱	محدودیت‌های روش طیفسنجی جذب اتمی
۳۵	۷-۸-۱	دستگاه جذب اتمی با سیستم شعله
۳۵	۸-۸-۱	دستگاه جذب اتمی با سیستم کوره گرافیتی
۳۶	۱-۸-۸-۱	برنامه حرارتی
۳۹	۱-۲	پیشینه تحقیق در ایران و جهان
۳۹	۱-۱-۲	مطالعات انجام شده در ایران
۴۱	۲-۱-۲	مطالعات انجام شده در جهان
۴۷	۱-۳	خصوصیات منطقه مورد مطالعه
۴۷	۱-۱-۳	معرفی سیستان
۴۹	۲-۱-۳	تالاب هامون
۵۰	۱-۲-۱-۳	هامون هیرمند
۵۱	۲-۲-۱-۳	هامون صابری
۵۱	۳-۲-۱-۳	هامون پوزک
۵۳	۲-۳	محل نمونه برداری
۵۴	۳-۳	نمونه گیری مو
۵۵	۴-۳	وسایل و تجهیزات
۵۵	۱-۴-۳	وسایل و مواد غیر مصرفی
۵۶	۲-۴-۳	وسایل و مواد مصرفی
۵۶	۵-۳	روش کار در آزمایشگاه
۵۶	۱-۵-۳	آماده سازی نمونه ها
۵۸	۲-۵-۳	تهیه محلولهای استاندارد و قرائت نمونه ها
۵۹	۶-۳	آنالیز جیوه با سیستم مرکوری هیدراید
۶۲	۷-۳	تجزیه و تحلیل آماری داده ها
۶۴	۱-۴	نتایج و بحث
	۱-۱-۴	بررسی میانگین غلظت متغیرهای مؤثر بر میزان جیوه
۶۴		
۶۵	۲-۱-۴	رابطه بین مصرف ماهی و میزان جیوه
۶۷	۳-۱-۴	رابطه بین سطح جیوه با سن افراد در موی صیادان
۶۹	۴-۱-۴	رابطه بین قد افراد و میزان جیوه در مو

۵-۱-۴	رابطه بین وزن افراد و میزان جیوه در موی صیادان	۶۹
۶-۱-۴	رابطه بین مصرف لبنیات و میزان جیوه در موی صیادان	۷۰
۷-۱-۴	رابطه میان مصرف سیگار و میزان غلظت جیوه	۷۱
۸-۱-۴	رابطه بین مصرف میوه و غلظت جیوه	۷۲
۲-۴	بررسی غلظت جیوه در موی صیادان تالاب بین المللی هامون	۷۴
۱-۲-۴	مقادیر، انباشتگی و ارزیابی خطرات وضعیت آلودگی	۷۴
۳-۴	مقایسه جهانی میزان جیوه مو	۷۵
۱-۳-۴	مقایسه میزان جیوه موی صیادان ایرانی با صیادان سایر نقاط جهان	۷۵
۴-۴	نتیجه گیری	۷۶
۴-۴	پیشنهادها	۷۷
	مراجع	۷۹

### فهرست جداول

جدول ۱-۳	آنالیز جیوه با سیستم مرکوری هیدراید	۵۳
جدول ۲-۳	مشخصات دستگاه مرکوری هیدراید و مواد مورد استفاده	۵۴
جدول ۱-۴	بررسی میانگین غلظت متغیرهای مؤثر بر میزان جیوه	۵۷
جدول ۲-۴	مقایسه میزان جیوه موی صیادان ایرانی با صیادان سایر نقاط جهان	۶۹



## فهرست نمودار

نمودار ۱-۳ مراحل آماده سازی نمونه های مو جهت آنالیز	
جیوه	۵۱
نمودار ۱-۴ رابطه بین مصرف ماهی و میزان جیوه با	
استفاده از تعیین میزان جیوه	۶۰
نمودار ۲-۴ رابطه بین سطح جیوه با سن افراد در موی	
انسان	۶۱
نمودار ۳-۴ رابطه بین وزن افراد و میزان جیوه در مو	۶۱
نمودار ۴-۴ میزان مصرف ماهی در گروه صیادان	۶۲
نمودار ۵-۴ رابطه بین مصرف لبنیات و میزان جیوه	۶۳
نمودار ۶-۴ رابطه میان استعمال سیگار و میزان غلظت جیوه	
	۶۴
نمودار ۷-۴ رابطه بین مصرف میوه و غلظت جیوه	۶۶

## فهرست اشکال

شکل ۱-۳ منطقه مورد مطالعه	۴۳
شکل ۲-۳ موقعیت هامون پوزک و چاه نیمه ها	۴۶
شکل ۳-۳ دستگاه جذب اتمی مدل Perkin-Elmer (AA 3030) به	
همراه سیستم تولید بخار سرد	۵۵



## ۱- ۱ مقدمه

برخی آلودگی ها پس از ورود به منابع آبی به تدریج قابل بازگشت به حالت اولیه و خارج شدن از چرخه آلودگی می باشند و اگر چه اکوسیستم را به مخاطره می اندازند ولی حیات انسانهای بهره بردار و مصرف کننده این منابع آبی را مورد تهدید جدی قرار نمی دهند (صادقی راد، ۱۳۷۵). اما در این میان آلودگی هایی وجود دارند که نه تنها از چرخه آلودگی خارج نمی گردند، بلکه به تدریج افزایش یافته و می توانند حیات انسانها را نیز با خطر جدی روبرو سازند. فلزات سنگین جزء این آلودگی ها می باشند. فلزات سنگین جزء آلاینده های بسیار پایداری بوده و تجزیه ی آنها معمولاً مدت زمان زیادی طول می کشد (بابایی و همکاران، ۱۳۸۴). فلزات سنگین جزء اصلی مواد کوچک جامدی می باشند که به همراه دود از سوخت های فسیلی و سایر منابع انسانی آزاد می گردند و می توانند مانند سایر آلاینده های خطرناک تا مسافت های دور انتقال یابند (سازمان ملی انرژی اتمی، ۲۰۰۰). از این جمله می توان به جیوه، سرب، کادمیوم، روی و کبالت اشاره کرد که از این میان جیوه و ترکیباتش سمی ترین مواد یافت شده در محیط زیست هستند (Houserova, et al., 2007). مونومتیل جیوه ( $CH_3Hg^+$ ) سمی ترین شکل جیوه به حساب می آید (اسماعیلی ساری، ۱۳۷۸). غلظت فلزات سنگین در اکوسیستم های آبی با اندازه گیری غلظت آنها در آب، رسوبات و موجودات زنده مورد بررسی قرار می گیرد (Houserova, et al., 2007).

این فلزات آلاینده های پایداری هستند که باعث بزرگنمایی زیستی در زنجیره غذایی می شوند که در نتیجه این فرایند، مقدار آنها در زنجیره غذایی تا چندین برابر مقدار آنها در آب یا هوا، افزایش می یابد (پروانه، ۱۳۷۱). عناصر سنگین پس از ورود به اکوسیستم آبی در بافت ها و اندامهای آبزیان تجمع یافته و نهایتاً وارد زنجیره غذایی

می شوند (Jaffar et al., 1998). ماهیان به طور مداوم در معرض فلزات سنگین موجود در آب های آلوده قرار دارند، پذیرش فلزات سنگین توسط ماهی در اکوسیستم های آبی آلوده متفاوت است. به احتیاجات اکولوژیکی، سوخت و ساز و عوامل دیگری از قبیل شوری، سطح آلودگی آب، غذا و رسوب بستگی دارد. ماهی در زمان جذب فلزات، آنها را در بافت های خود جمع آوری می کند، در صورتی که انسان می تواند از طریق بافت های غذایی فلزات را جذب کند که این مکانیسم منجر به اثرات حاد و مزمن در انسان می گردد (Fidan et al., 2007; Dogan and Yilmaz, 2007).

عناصر سنگین با ورود به اکوسیستم های آبی موجب کاهش فعالیت های زیستی در آبزیان می شوند و عوارض متعددی را در بدن آنها به وجود می آورند (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱). برخی از این عناصر در مقادیر کم برای بدن آبزیان ضروری هستند (مانند آهن، مس و روی) اما عناصری مانند جیوه، سرب و کادمیم در مقادیر کم هم برای آبزیان سمی هستند و مشکلاتی را ایجاد می کنند. جیوه در ردیف عناصری است که در بدن آبزیان بویژه ماهیان سبب تجمع زیستی می گردد. همچنین به دلیل سمیت بالا و دفع بسیار کند در ماهیان از خطرناکترین آلاینده های زیست محیطی می باشد (Agah et al., 2007). با توجه به افزایش سطوح آلودگی در زیست بوم های آبی<sup>۱</sup>، سطوح آلاینده ها به خصوص جیوه در ماهی به خاطر اثرات بالقوه در انسان قابل توجه است. مصرف ماهی فاکتور مهمی است که سطوح جیوه به آن وابسته است (Harakeh et al., 2003) در بین غذا های دریایی منبع اصلی ورود جیوه به بدن<sup>۲</sup> انسان ماهی است (Vural et al., 1996). تعدادی از محققین اهمیت ماهی به عنوان منبع مواجهه با جیوه را در مناطق مختلف

---

<sup>1</sup> Aquatic Ecosystems

<sup>2</sup> Intake

دریایی بررسی کرده اند. به عنوان مثال در یک پروژه وسیع آژانس انرژی اتمی بین المللی در طول سالهای ۱۹۸۴ تا ۱۹۸۵ (ROPME, 1988) مقادیر جیوه Crenidenscrenidens مقدار mg/kg ۰/۵۴ برآورد شد.

Al-Majed و Rajab (۱۹۸۸) غلظت جیوه ۲۳ گونه مختلف را بین ۰/۱۲ تا ۴/۵۰ mg/kg گزارش کردند. داده ها از مناطق مختلف جهان حکایت می کند که مقادیر نسبتاً بالایی از جیوه می تواند در جمعیت هایی از انسان که در معرض جیوه هستند، مشاهده شود. بر اساس داده های حاصل از غلظت جیوه ماهی و متوسط مصرف ماهی می توان میزان ورود جیوه از طریق مصرف ماهی را تخمین زد. مصرف ماهی فاکتور اصلی جذب جیوه توسط انسان از غذا است (Agusa et al., 2005).

آلودگی جیوه از اکوسیستم های آبی رو به گسترش است و پیش بینی می شود که این افزایش باز هم ادامه یابد (et al., 1998). با افزایش سطوح آلودگی در زیست بوم های آبی، مقادیر آلاینده ها بویژه در ماهیان، به خاطر اثرات بالقوه بر انسان مورد توجه است (Harakeh et al., 2003). غلظت جیوه در گوشت ماهی ۱۰ برابر جیوه موجود در ارگانیزم های غذایی می باشد (Svobodova, 1991). میزان جذب و تجمع فلزات سنگین توسط آبزیان به نوع عنصر و آبزی، فیزیولوژی بدن جاندار، شرایط اکولوژیک، رفتار تغذیه ای، آلودگی های محیطی، سطح غذا، سن، اندازه، زمان ماندگاری فلزات و فعالیت های تنظیمی هموستازی بدن بستگی دارد (تاتینا و همکاران، ۱۳۸۸، Sankar et al., 2006; Marijic and Raspor, 2007; Tuzen and Soylok, 2006 Demirezen and Urac, 2006; Burger et al., 2002; Jaffar et al., 1998; Wicker and Gantt, 1994; Forstner and Wittman, 1979; Plaskett and Potter, 1979).

جیوه ماده ایست فرار و پایدار که از عناصر سمی در محیط زیست و یک عنصر کاملاً غیر ضروری در بدن می باشد و به سه

شکل عنصری<sup>۳</sup>، نمک های یک و دو ظرفیتی (معدنی)<sup>۴</sup> و آلی<sup>۵</sup> وجود دارد. اثرات گیوه در انسان عمدتاً شامل اثر بر روی سیستم عصبی، سیستم کلیوی و اختلالات شنوایی، بویایی می باشد. اثرات شیمیایی گیوه به شکل آن بستگی دارد و هر سه شکل آن سمی هستند، ضمن آنکه متیل گیوه سمی ترین آنهاست (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱).

### ۱-۱-۱ منابع ورود گیوه به محیط

گیوه به طور طبیعی از طریق سنگ و خاک وارد آبهای سطحی می گردد، فرآیند تصفیه فاضلاب نیز ممکن است گیوه را در آب منتشر نماید. یک منبع مستقیم ورود گیوه به آب های سطحی، گیوه موجود در هوا می باشد که از طریق باران به آب های سطحی و خاک وارد می گردد. آتش فشانها نیز سهم قابل توجهی در انتشار گیوه در محیط زیست دارند. سوخت نفت، گاز و زغالسنگ از دیگر منابع انتشار گیوه هستند (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱). همچنین منابع آلوده صنعتی گیوه معادن، تجهیزات الکتریکی، رنگ سازی، کاغذ و صنایع سلولوزی، کاتالیزور ها، صنایع آلکالی و داروسازی می باشد (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱). ماهی گیوه را به طور مستقیم از منابع غذایی جذب می کند (Cunningham et al., 1994). گیوه رها شده در محیط زیست، حاصل از منابع طبیعی و انسانی است. به لحاظ جهانی سالانه ۲۰ تا ۳۰ هزار تن گیوه در نتیجه فعالیت انسانها وارد محیط زیست می شود (Svare, 1981).

گیوه همچنین به طور طبیعی از طریق سنگ و خاک، فعالیت های آتش فشانی، آتش سوزی جنگل ها و مراتع و همچنین

<sup>3</sup> Elemental

<sup>4</sup> Inorganic

<sup>5</sup> Organic

صنایع کاغذ سازی، دباغی چرم، آبکاری، کود های شیمیایی، نشت جیوه از دیگ های بخار صنعتی و کوره های سوزاندن زباله های بیمارستانی وارد آب های سطحی می گردد. سوخت زغال سنگ، نفت و گاز از دیگر منابع انتشار جیوه می باشد. جیوه پس از پایین آمدن از اتمسفر توسط نزولات، در آب های سطحی (نهر ها، رودخانه ها و دریاچه ها) جاری شده و یا در خاک تجمع می نماید. پس از ورود جیوه به آبهای سطحی، برخی میکروارگانیسم های احیا کننده سولفات نظیر باکتری ها و قارچ ها می توانند آن را در ستون آبها و رسوبات کف به شکل آلی (مثل متیل جیوه) احیا نمایند. ترکیب متیل جیوه که شکل بسیار سمی جیوه آلی است در آب تجمع یافته و بر اساس پدیده تغلیظ زیستی از آب به پلانکتون های گیاهی (اولین سطح غذایی) منتقل می شود. متیل جیوه سپس به بی مهرگان آبی که از اولین حلقه زنجیره غذایی تغذیه می نمایند، منتقل شده و در نهایت این ماهیان کوچک نیز توسط ماهیان شکارچی و پستانداران (انسان) در سطوح بالای شبکه غذایی (سطوح چهارم و پنجم) خورده شده و به این ترتیب متیل جیوه در زنجیره های غذایی یک اکوسیستم آبی به حرکت در آمده و در حلقه های بالاتر تجمع یافته و بزرگنمایی زیستی (Biomagnification) ایجاد می نماید (USEPA, 2001).

### ۱-۱-۲ اثرات جیوه

با توجه به افزایش سطوح آلودگی در زیست بوم های آبی، سطوح آلاینده ها به خصوص جیوه در ماهی به خاطر اثرات بالقوه در انسان قابل توجه است. مصرف ماهی فاکتور مهمی است که سطوح جیوه به آن وابسته است (Harakeh et al., 2003). در بین غذا های دریایی منبع اصلی ورود جیوه به بدن انسان

ماهی است (Vural et al., 1996). جیوه معدنی رها شده به محیط زیست از منابع طبیعی و منابع انسانی تبدیل به شکل آلی جیوه (بیشتر متیل جیوه) می شود. متیل جیوه از طریق زنجیره غذایی در غذای انسان تجمع پیدا می کند (Boudouand and Riberg. 1997).

اثرات جیوه در انسان شامل اثر بر روی اعصاب مرکزی، اعصاب محیطی، سیستم کلیوی، مرده زایی، تولد ناقص در زنان باردار و اثر بر روی کودک تازه متولد شده از طریق تغذیه با شیر مادر می باشد (Herakeh et al., 2002). از دیگر عوارض مشخص جیوه می توان به سمی شدن گنادها، جهش زایی، اختلالات متابولیسمی، شنوایی و بویایی اشاره کرد (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱).

اثر بر روی فعالیت آنزیم های ضروری بدن از قبیل آنتی اکسیدانها، اثر روی مغز، شش، کبد، روده، ایجاد اثرات روحی، روان پریشی و عاطفی، اثر روی سیستم ایمنی و تولید مثلی، کاهش لقاح پذیری در مردان، تجمع لیزوزوم و بافت های بیضه و در نتیجه کاهش تحرک اسپرماتوژن از طریق کاهش انرژی میتوکندری نیز توسط جیوه ایجاد می شود (Dickman et al., 1998; Pizzichini et al., 2001; Echeverria et al., 2002).

از میان تأثیرات مونومتیل جیوه، خطر پیشرفت عقب ماندگی ذهنی، فلج مغزی، نابینایی، نا شنوایی در بسیاری از کودکان یافت شده است (Chevrier et al., 2009).

بعضی از مطالعات نشان می دهد که جیوه اثراتی بر قلب نیز دارد. جیوه با افزایش پراکسید هیدروژن باعث از بین رفتن گلوتاتئین می شود (Lund et al., 1993) و با اثر بر روی پراکسیداسیون لیپید باعث عوارض قلبی می شود (Salonen et al., 1995).



همچنین بخار جیوه فلزی ممکن است باعث افزایش میزان سقط خودبخودی جنین در زنان باردار شود. سیستم حساس تناسلی ممکن است در اثر مواد سمی آنچنان آسیب ببیند که تولید مثل غیر ممکن شود (Cordier et al., 1991).

تأثیر نهایی جیوه در بدن با جلوگیری از عمل آنزیم ها و زیان های سلولی نمایان می شود که به دلیل توانایی جیوه در تشکیل پیوند بر گروه های شامل سولفور در مولکول هایی که آنزیم ها و دیواره های سلولی حضور دارند، می باشد. خواص پوسته و دیواره های سلولی توسط اتصال جیوه از بین رفته و از فعالیت های عادی سلولی ممانعت می کند (Wang and Tang, 1998).

سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا در بررسی اثرات جیوه و ایجاد جهش، جیوه را به عنوان یک ماده موتاسیون زا در سلول های انسان طبقه بندی کرده است. جیوه می تواند بر روی DNA، RNA و سنتز پروتئین تأثیر گذارد (Mackay, 1993). تحقیقات اخیر بر روی بیماران آلزایمری نشان می دهد که جیوه ممکن است در ایجاد این بیماری نقش داشته باشد. نتایج این تحقیق، حاکی از آن است که بیماران آلزایمری میزان جیوه بیشتری در بافت مغزی دارند (Wenstrup, 1990). کالبد شکافی انسان نشان می دهد که جیوه بیشترین تأثیر خود را بر روی اعصاب می گذارد (Nylander et al, 1987; Weinder and Nylander, 1993).

از نقطه نظر شغلی در معرض قرار گیری با بخار جیوه خطرات بالقوه ای برای سلامتی انسان دارد. دو آزمایش برای تشخیص مسمومیت با جیوه لازم است. اولی آزمایشات کلینیکی برای پی بردن به علائم اصلی مسمومیت با جیوه از قبیل دگرگونی سیستم عصبی، اختلال در تخم چشم، اختلال در کلیه ها و در

غشاء مخاطی دهان و دیگری آزمایش لابراتوری است که کمیت یا مقدار جیوه را در بافت ها مشخص می کند (Tezel et al., 1993).

به طور معمول مردم، از دو طریق وجود آمالگام در دندان و مصرف ماهی در معرض جیوه قرار میگیرند، در کسانی که کمتر ماهی استفاده می کنند، آمالگام موجود در دندان تنها راه قرار گرفتن در معرض جیوه می باشد (Drasch et al., 1998).

انسان نیز جیوه را در بدنش ذخیره می کند. این ذخیره سازی از طریق مصرف فراورده های دریایی بخصوص ماهی صورت می گیرد. در بیشتر کشورهای آسیایی که رشد اقتصادی و افزایش جمعیت از نشانه های آن است، آلودگی محیط زیست یک مشکل جدی محسوب می شود. در ایران اگرچه قوانین زیست محیطی تصویب شده اند، اما اجرای آنها به طور کامل صورت نمی پذیرد و لذا این امر باعث آلودگی زیست بوم های آبی می شود. بیماری می نی ماتا در نتیجه فاضلاب آلوده به جیوه حاصل از کارخانجات صنعتی در اطراف می نی ماتای ژاپن بوده است (Harada, 1995). فلزات سنگین که به صورت ترکیب با آنزیم وارد بدن انسان می شوند و یا توسط پروتئین ها حمل می شوند و در چربی های بدن حل می شوند، تأثیرات نامطلوب بیشتری دارند (آقا زاده مشگی، ۱۳۸۲).

### ۱-۱-۳ مو به عنوان نشانگر زیستی

مو به عنوان یک بافت بیولوژیک محل تجمع عناصر نادر است. مقادیر عناصر نادر در مو به فاکتورهای مختلف بستگی دارد. جنبه های سم شناسی، کلینیکی، زیست محیطی و شغلی در معرض قرار گیری با جیوه بررسی شده اند. ناخن نیز نشانگر زیستی<sup>۶</sup> جیوه هاست که میزان جیوه ان اکثراً به شکل

---

<sup>6</sup> Biomarker

آلی است. ناخن مانند مو در معرض قرار گیری طولانی مدت جیوه را منعکس می کند (Morton et al., 2004). استفاده از نمونه های ناخن برای بررسی شغلی مواجهه با جیوه، به خاطر سهولت جمع آوری و نگهداری نمونه ها (Garland et al., 1993) مفید بودن آنها در تخمین جذب مواد معدنی در مطالعات تغذیه ای و سهولت جابجایی مورد توجه خاصی قرار گرفته است (Hunter et al., 1996; Mortada2002; Batista et al., 1998; Takagi et al., 1998). در سالهای اخیر چندین مطالعه جهت تخمین میزان جیوه افراد و تعیین ارتباط بین میزان جیوه مو و ناخن انگشتان دست با تعداد دندانهای پر شده در افراد عادی انجام شده است. مو و ناخن دو بافت بیولوژیکی هستند که محل تجمع و دفع جیوه هستند (Valkovic, 1988; Anke, 1971).

موی انسان به عنوان یک نشانگر بیولوژیکی پایدار میزان جیوه را در دراز مدت نشان می دهد (Harakeh et al., 2003) جیوه موجود در مو<sup>۷</sup> به هر فرمی که وارد بدن شده باشد از نوع جیوه آلی است (۷۰ تا ۱۰۰ درصد جیوه مو متیل مرکوری است). اندازه گیری میزان جیوه مو همچنین پروفیل زمانی<sup>۸</sup> در معرض قرار گیری را نشان می دهد (Morton et al., 2004). مشخص گردیده است که جیوه موجود در مو نشانگر جیوه موجود در خون است. به عبارت دیگر غلظت جیوه مو، میزان جیوه خون را در زمان تشکیل مو نشان می دهد (Suzuki et al., 1989).

سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده (EPA) و سازمان بهداشت جهانی (WHO) دوز مرجع (R/D) جیوه در موی انسان (حد آستانه خطر) را  $10 \mu\text{g/g}$  تعیین کرده است (سازمان حفاظت محیط زیست، ۱۹۹۹).

---

<sup>7</sup> Hair

<sup>8</sup> Time-profiling

مقدار جیوه موجود در بدن انسان از طریق نمونه های خونی، ادرار، مدفوع، ناخن و مو قابل تشخیص است. نمونه های خونی و ادرار برای تعیین مقدار جیوه ای که از چند روز قبل وارد بدن شده اند، بسیار مفید است. نمونه های مو کاملاً در ارتباط با قرار گرفتن در معرض متیل جیوه بوده، می تواند برای اندازه گیری متیل جیوه ای که در چندین ماه یا یک سال گذشته وارد بدن گردیده، به کار روند. همچنین مو و ناخن برای مطالعات گسترده وسیله ساده تری هستند، زیرا در سطح وسیع قابل جمع آوری بوده و هزینه جمع آوری و نگهداری کمتری دارند (ATSDR, 1999).

### ۱-۳ اهداف تحقیق

با توجه به مطالب فوق، سمیت جیوه و اثرات سوء آن بر سلامت انسان و محیط زیست و مواجهه صیادان با جیوه آلی از طریق مصرف فراورده های دریایی بویژه ماهی، این پژوهش با اهداف ذیل انجام می گیرد:

۱. ارزیابی میزان جیوه در موی صیادان و مقایسه آن با سطح آستانه تعیین شده توسط WHO، مقایسه با سطح نرمال تعیین شده توسط WHO، مقایسه با حد اثرات زیان آور قابل مشاهده (NOAEL).

۲. بررسی متغیرهایی از قبیل سن، قد، وزن، مصرف سیگار، مصرف لبنیات، مصرف ماهی و استفاده از گوشت قرمز بر میزان جیوه در موی صیادان

۳. بررسی ارتباط میزان تجمع جیوه در موی صیادان با پارامترهای مورد بررسی

۴. مقایسه مقادیر جیوه در موی صیادان با میزان آن در انسانهای معمولی