وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور – مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان آبهای داخلی

عنوان:

بررسی و مقایسه سطح فلزات سنگین در رسوب، آب و ماهیان پُرمصرف حاشیه جنوبی دریای خزر استان گلستان

مجری:
غلامعلی بندانی

شماره ثبت
٤١٣٨٨

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور- مرکز تحقیقات ذخایرآبزیان آبهای داخلی

عنوان پروژه : بررسی و مقایسه سطح فلزات سنگین در رسوب، آب و ماهیان پُرمصرف حاشیه جنوبی دریای خزر استان گلستان

شماره مصوب : ۸۹۰۱۸-۱۲-۷۷-۴

نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان : غلامعلی بندانی

نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد) : -

نام و نام خانوادگی مجری / مجریان : غلامعلی بندانی

نام و نام خانوادگی همکاران : حسینعلی خوشباور رستمی - سعید یلقی – سید سهیل سعیدی ساروی معصومه بابایی - احمد باقری

نام و نام خانوادگی مشاوران : محمد شکرزاده

نام و نام خانوادگی ناظر : حسین نگارستان

محل اجرا : استان گلستان

تاریخ شروع : ۸۹/۵/۱

مدت اجرا : ۱ سال و ۳ ماه

ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

شمارگان (تیتراژ) : ۲۰ نسخه

تاریخ انتشار : سال۱۳۹۲

حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است .

«سوابق طرح یا پروژه و مجری»

پروژه : بررسی و مقایسه سطح فلزات سنگین در رسوب، آب و ماهیان پُرمصرف حاشیه جنوبی دریای خزر استان گلستان

کد مصوب : ۸۹۰۱۷-۱۲-۷۷-۴

شماره ثبت (فروست) : ۴۱۳۸۸ تاریخ : ۹۱/۶/۸

با مسئولیت اجرایی جناب آقای غلامعلی بندانی **دارای مدرک تحصیلی کارشناسی ارشد در رشته شیلات می‌باشد.**

پروژه توسط داوران منتخب بخش اکولوژی منابع آبی در تاریخ ۹۱/۲/۱۶ مورد ارزیابی و با نمره ۱۸/۸ و رتبه عالی تأیید گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در :

ستاد ☐ پژوهشکده ☐ مرکز■ ایستگاه ☐

با سمت مدیر بخش بیولوژی و ارزیابی ذخایر مرکز تحقیقات ذخایرآبزیان آبهای داخلی **مشغول بوده است.**

به نام خدا

عنوان	« فهرست مندرجات »	صفحه

چکیده ۱
پیش گفتار ۳
۱- مقدمه ۸
۱-۱- کلیات ۹
۱-۲- پیشینه تحقیق ۱۳
۱-۳- خصوصیات مناطق مورد مطالعه ۱۵
۱-۴- بیولوژی و صید ماهیان مورد مطالعه در سواحل استان گلستان ۱۹
۲- مواد و روشها ۲۳
۲-۱- انتخاب ایستگاه ۲۳
۲-۲- عملیات نمونه برداری ۲۵
۲-۳- روش بررسی نمونه ها در آزمایشگاه ۲۸
۲-۴- روش آماری مورد استفاده ۳۲
۳- نتایج ۳۳
۳-۱- مقایسه فلزات سنگین در نمونه آب در فصول مختلف سال ۳۳
۳-۲- مقایسه فلزات سنگین در نمونه رسوب در فصول مختلف سال ۳۶
۳-۳- نمودارهای آنالیز میزان فلزات سنگین در آب مناطق مختلف به تفکیک فصل ۳۸
۳-۴- نمودارهای آنالیز میزان فلزات سنگین در رسوب مناطق مختلف به تفکیک فصل ۴۱
۳-۵- اطلاعات مربوط بیومتری ماهیان ۴۳
۳-۶- نمودارهای آنالیز فلزات سنگین در بافت ماهیان به تفکیک جنسیت ۴۴
۳-۷- تغییرات فلزات سنگین در کبد ماهیان ۴۸
۳-۸- رابطه سن و سطح فلزات در عضله ماهیان ۴۹
۳-۹- نمودارهای آنالیز فلزات سنگین در بافت ماهیان در مناطق مختلف ۵۲
۴- بحث و نتیجه گیری ۵۶
۴-۱- نمونه های آب ۵۶
۴-۲- نمونه های رسوب ۵۸
۴-۳ نمونه های ماهی ۶۰
۵- نتیجه گیری کلی ۶۶
پیشنهادها ۶۹
پیوست ۷۱
منابع ۱۰۲
چکیده انگلیسی ۱۰۶

چکیده

سواحل استان گلستان در حوزه جنوبی دریای خزر به لحاظ ارتباطی کـه بـا تـالاب، خلـیج و رودخانـه هـای آب شیرین دارند و نقش مهم هر یک از اکوسیستمهای مذکور در چرخه زیست ماهیان اسـتخوانی از اهمیـت خاصـی برخوردار بوده، لذا جهت بررسی فلزات سنگین به عنوان آلاینده های غیر قابل تجزیـه کـه در محـیط تجمـع مـی یابند و بر روی زنجیره غذایی و بیولوژی موجودات در آب اثر می گذارند، تعداد ۱۱ ایستگاه در فصول زمسـتان، بهار و تابستان در چهار منطقه ساحل غربی، ساحل شرقی، تالاب گمیشان و خلیج گرگان بـه عنـوان ایسـتگاههای مطالعاتی در نظر گرفته شدند. در هر یک از چهار منطقه فوق ماهیان استخوانی پر مصـرف شـامل کپـور، کفـال و سفید نمونه برداری شدند که پس از زیست سنجی، بافت عضله آن بصورت فریز شده به آزمایشگاه اندازه گیـری فلزات سنگین جهت اندازه گیری سطح چهار فلـز کـروم، کـادمیوم، روی و سـرب منتقـل شـد. جهـت اسـتخراج فلزات از بافت عضله ماهیان مورد مطالعه، آب و رسوبات از روش هضمی با استفاده از مخلوط اسید اسـتفاده شـد و سپس غلظت فلز به وسیله دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی صورت پـذیرفت. میـانگین نتـایج حاصـل نشـان داد که بیشترین مقدار فلزات سنگین موجود در آب معادل ppb ۲۱۴/۸۳ مربوط به فلـز سـرب در تـالاب گمیشـان (فصل زمستان) و کمترین مقدار آن معادل ppb ۲۸/۸۳ مربوط به فلز کروم در ساحل شرقی (فصـل زمسـتان) بـود. همچنین بیشترین مقـدار فلـزات سـنگین موجـود در رسـوب معـادل ppb ۳۰۰۰/۷ مربـوط بـه فلـز روی در تـالاب گمیشان (فصل تابستان) و کمترین مقدار آن معادل ppb ۱۲۱/۷ مربوط به فلـز کـادمیوم در خلـیج گرگـان (فصـل بهار) بود.

سطح فلزات سنگین در آب و رسوب برای مناطق مختلف با استفاده از آنالیز واریانس (ANOVA) و آمـاره Tukey اختلاف معنی داری را نشان نداد (P>۰/۰۵). میزان غلظت فلزات سنگین در بافت کبد بیشـتر از بافـت عضـله بـود. غلظت سطح فلز کروم موجود در بافت عضله ماهی کپور برای دو جنس نر و ماده اخـتلاف معنـی داری را نشـان داد (P<۰/۰۵) ولی در بقیه ماهیان اختلاف معنی داری وجود نداشت (P>۰/۰۵). نتایج حاصل از آنالیز رگرسـیون خطی حاکی از وجود رابطه خطی بین میزان تجمع فلزات مورد بررسی و سن ماهیان بود که برای ماهی کپور ایـن رابطه معنی داری نبـود (P>۰/۰۵). در مـاهی کفـال نیـز بـرای فلـز کـادمیوم و کـروم ایـن رابطـه معنـی داری بـود (P<۰/۰۵) اما برای فلز سرب و روی رابطه معنی داری وجود نداشت (P>۰/۰۵). در مـورد مـاهی سـفید بـرای فلـز

سرب رابطه معنی داری با ضریب تبین ۹۶ =r وجود داشت، بطوریکه با افزایش سن متوسط غلظت فلز سرب در بافت عضله افزایش پیدا می کرد. مقایسه غلظت فلزات سنگین مورد مطالعه با استانداردهای جهانی نشان داد که غلظت فلزات سنگین در بافت عضله و کبد ماهیان پر مصرف کمتر از حد مجاز بوده که این موضوع اطمینان مصرف از این ماهیان را تعیین می کند.

کلمات کلیدی:

فلزات سنگین، کپور، کفال، سفید، سواحل استان گلستان

پیش گفتار

هدف اصلی از مطالعه و بررسی تاثیر برخی عوامل آلاینده زیست محیطی از جمله سموم، فلزات سنگین و هیدروکربن های نفتی در آبزیان در ابتدا از نظر سلامتی و بهداشت عمومی انسانها می باشد. استفاده انسان از آبزیان آلوده به مواد آلاینده می تواند ضایعات و عوارض زیادی را در پی داشته باشد. از این رو، مطالعه شرایط محیط زیست آبزیان اهمیت زیادی دارد. علاوه بر این استرس های محیطی به ویژه آلودگی ها با شیوع و انتشار بیماریهای عفونی در آبزیان همراه است.

آلودگی یکی از مهمترین مسائل در حفاظت دریاها و حفظ تعادل اکولوژیک آبهاست. لازمه بررسی میزان آلودگی در یک منطقه شناخت کیفیت شیمیایی آب و همچنین منابع آلاینده میباشد. حضور فلزات سنگین بیش از استانداردهای تعریف شده در محیط باعث بروز مشکلات و عوارض زیست محیطی برای ساکنان آن محل و اکوسیستم می گردد. اثرات فلزات سنگین روی انسان مختلف بوده و عمده ترین آن مربوط به بروز اختلالات عصبی است (امیدی، ۱۳۷۶).

فلزات سنگین عموماً به گروهی از عناصر شیمیایی با وزن اتمی زیاد و دانسیته بیش از $6\ mg/cm^3$ گفته می شود (ماناهان،۱۳۷۱). از بین ۱۰۵ عنصر جدول تناوبی حدود ۸۰ عنصر به دلایل خصوصیات ویژه از جمله چگالی بالا در گروه فلزات واقع شده اند. در این میان چگالی سطحی همه فلزات یکسان نبوده و این امر عاملی برای جداسازی فلزات سنگین به عنوان دسته ای از فلزات هستند که چگالی سطحی آنها بیش از $5\ mg/cm^3$ باشد که از جمله آنها می توان به سرب، روی کادمیوم، کروم، جیوه و نیکل اشاره کرد.

مهم ترین فلزات در سم شناسی ماهی شامل آلومینیوم، کروم، آهن، نیکل، مس، روی، آرسنیک، کادمیوم، جیوه و سرب می باشند (رضوانی گیل کلائی، ۱۳۸۶). فلزات سنگین در مقابل تجزیه مقاوم بوده و مدت زیادی در محیط باقی می مانند (اسماعیلی ساری،۱۳۸۱).

مکانیسم عمل فلزات روی ماهی متفاوت است. بیشتر فلزات تمایل شدیدی به آمینواسیدها و گروه های سولفیدریل (SH) و پروتئین ها دارند و به این دلیل به عنوان سموم آنزیمی عمل می کنند (Mormede and Davies, 2001).

وقتی آبزیان در معرض آب های آلوده به سطوح مختلف فلزات قرار می گیرند؛ عواملی مانند شوری، مـواد آلـی محلول، pH، سختی و مقدار بار رسوب، همه وجود اشکال شیمیایی فلزات را در سیستم های آبی تحت تاثیر قـرار می دهند. اینطور به نظر می آید که بیشتر فلزات به شکل یونی جذب می شـوند و جـذب آن تحـت تـاثیر عوامـل محیطی متنوعی مانند pH و دما می باشند. فلزات از طریق پوست، آبشش و همچنین از طریق مـواد غـذایی یـا آب آلوده وارد بدن ماهیان می شوند. انتقال فلزات در ماهیان به وسیله خون به محل هایی که یونها اغلب با پروتئین ها پیوند می یابند، انجام می شوند. بنابراین، فلزات به اندام ها و بافت های ماهیان انتقال می یابند و در نتیجـه در یـک دامنه متفاوتی در اندام ها و بافت های مختلف تجمع می یابند. چون ماهیان توانائی تنظیم غلظت فلز در بـدن را تـا یک حد مشخص دارند تمامی فلز جذب شده از محیط در بدن ماهی تجمع پیدا نمی کند. دفع فلزات می توانـد از طریق آبششها، صفرا (از طریق فضولات)، کلیه و پوست انجام شود (Heath, 1987; Romaneko *et al.,* 1986).

بیشتر اندامهای ماهی در برابر مسمومیت با فلزات سنگین حساس اند و در این میـان آبشـش بـه دلیـل نقـش آن در تنفس و تعادل اسمزی، کبد به دلیل عضو اصلی در سوخت و ساز بدن است و کلیه بدلیل اینکـه عضـو اصـلی در دفع مواد مضر است صدمات اصلی را تحمل می کنند (جلالی و آقازاده مشکی، ۱۳۸۵).

جدول ۱- اندامهای حساس ماهیان در برابر مسمومیت با فلزات سنگین (Stoskopf, 1993)

فلزات	بافت ها و اندام ها
سرب	کلیه، آبششها، کبد و ماهیچه ها
جیوه	کبد، آبششها، کلیه و ماهیچه ها
نیکل	کبد، آبششها، کلیه و ماهیچه ها
کادمیوم	کبد، آبششها، کلیه
کروم	کبد، آبششها، کلیه و ماهیچه ها
قلع	کبد، قلب و ماهیچه ها
مس	کبد و آبششها
روی	کبد، آبششها و کلیه
آلومینیوم	آبششها و کبد

با توجه به اینکه تغییرات غلظت فلزات سنگین در محیط های آبی اثرات زیستی قابل توجهی را بر روی موجودات آبزی به ویژه انواع ماهی ها پدید می آورد. با عنایت به تسلسل زنجیره های غذایی در عالم موجودات زنده و ثبات و پایداری فلزات سنگین در بدن موجودات زنده و انتقال آن به حلقه های بعدی زنجیره های غذایی تاثیر فلزات سنگین در حیات موجودات آبزی بسیار حائز اهمیت است (امینی رنجبر و حسین زاده صحافی، ۱۳۷۳).

مشخص شده است که فلزات سنگین می توانند باعث تغییراتی مانند تغییر در وظایف قلب، تغییر در پارامترهای خون، جلوگیری از سنتز DNA، اختلال در تولید اسپرم و مرگ شود. تغییرات Organochlorines در کوسه ها، می تواند باعث تاثیر بر ترشح غدد داخلی، تغییرات سیستم ایمنی بدن و نازک شدن پوسته تخم گردد.

صنایع عمده ترین منابع آلاینده مربوط به فلزات سنگین هستند. کارخانجاتی از قبیل آبکاری، باطری سازی و تولید قطعات الکترونیک از مهمترین آنها می باشند. آلودگی ناشی از سرب عمدتاً مربوط به سوختهای فسیلی می باشد که به دنبال آلودگی هوا، آلودگی خاک و آب ایجاد می شود.

اکثر قریب به اتفاق واحدهای تولیدکننده فاضلاب صنعتی حاوی فلزات سنگین فاقد سیستم تصفیه هستند و روزانه مقادیر فراوانی فاضلاب صنعتی را وارد محیط زیست یا شبکه فاضلاب شهری می کنند که باعث آلودگی منابع آبی می شوند.

افزایش غلظت مواد مضر در آب و رسوب در محیط های دریایی، افزایش حجم این مواد را در بافت بدن موجودات دریایی در پی دارد. این روند در صورت تداوم، سبب بروز تغییرات زیستی در آبزیان و ماهیان شده و از طریق زنجیره غذایی، باعث تشدید عوامل بیماریزا در انسان می شود.

عناصر فلزات سنگین مثل سرب، روی و مس در صورت ورود به رودخانه یا دریا به تدریج در عمق آب رسوب می کنند. از آنجا که این رسوبات برای همیشه در محیط باقی می ماند و امکان تصفیه رسوبات از آب دریا غیر ممکن است، طبیعی است که با افزایش غلظت این مواد، تغییرات تدریجی در محیط زیست دریایی نیز رخ خواهد داد.

فلزات سنگین در یک مقیاس وسیع، از منابع طبیعی و تولیدات انسان ساخت وارد محیط زیست می شوند. میزان ورود این فلزات سنگین به داخل محیط زیست بیشتر از میزانی است که به وسیله فرایندهای

طبیعی برداشت می شوند. بنابراین تجمع فلزات سنگین در محیط زیست مورد توجه است. سیستم های آبی به طور طبیعی دریافت کننده نهایی این فلزات هستند.

فلزات سنگین در رسوبات کف اکوسیستم هایی مثل بنادر یا مناطق ساحلی صنعتی که با ورود مزمنی از فلزات روبرو هستند، دارای بیشترین مقدار می باشند. این ویژگی ها در محیط های واجد رسوبات، به علت اثرات سمی و قابلیت تجمع زیستی فلزات در نمونه های بیولوژیکی موجود در رسوبات، منجر به اثرات اکولوژیکی زیادی می شوند.

بیشترین فلزات سنگین موجود در سیستم های آبی مس (Cu)، روی (Zn)، کادمیوم (Cd)، جیوه (Hg)، سرب (Pb) و نیکل (Ni) می باشند. این عناصر در غلظتهای بیش از حد آستانه، برای ارگانیسمها سمی می باشند. اما تعدادی از آنها (Zn و Cu) در غلظتهای پائین تر برای متابولیسم ضروری هستند. یکسری عناصر، شامل آرسنیک (As)، نقره (Ag)، سلنیم (Se)، کروم (Cr)، آلومینیوم (Al) و آنتیموان در ایجاد مشکلات جدی در اکوسیستم های ساحلی (آب شیرین و مصب ها) شرکت می کنند (جلالی و آقازاده مشکی، ۱۳۸۵).

در ستون آب، فلزات سنگین ابتدا توسط فیتوپلانکتونها، باکتریها، قارچها و ارگانیسمهای کوچکتر دیگر جذب می شوند. سپس به ترتیب، آنها توسط موجودات بزرگتر خورده شده و در نهایت وارد بدن انسان می شوند (بابایی سیاهگل، ۱۳۸۰).

با افزایش تدریجی غلظت مواد شیمیایی، این ترکیبات از طریق پوست یا تنفس یا از طریق بلعیدن آبزیان دیگر در بافت بدن ماهیان و آبزیان رسوب می کند. به تدریج با افزایش غلظت این مواد در رسوبات دریایی، تراکم آنها در بافت بدن موجودات دریایی نیز افزایش می یابد. این روند را در اصطلاح بیولوژی، تجمع زیستی (Bioaccumulation) می گویند که با افزایش حجم مواد در محیط زیست و مواد غذایی، تراکم آنها در بافت بدن موجودات نیز به مرور زمان افزایش می یابد.

فلزات سنگین کمتر از یک درصد وزن بدن موجودات زنده را تشکیل می دهند. مقدار این عناصر آنقدر ناچیز است که با وجود اینکه در گذشته محققان قادر به اثبات وجود آنها در بدن بوده اند، لذا روشهای تجزیه ای دقیقی برای تعیین کمّی چنین عناصری وجود نداشته است. بنابراین عناصر مذکور را به علت کمیابی در بدن عناصر کمیاب (Trace element) نامیده اند.

وجود غلظت پائین این عناصر در بدن، در ساختمان مولکولهای حیاتی شامل هموگلوبین، هموسیانین و عیره و همچنین به عنوان کوآنزیم اکثر واکنشهای حیاتی بدن ضروری است. با این وجود در صورتی که در یک محیط به هر دلیل، میزان فلزات سنگین از حد معینی بالاتر برود ایجاد آلودگی کرده و سبب صدمه زدن به موجودات زنده از جمله آبزیان می گردد (جلالی و آقازاده مشکی، ۱۳۸۵).

۱- مقدمه

افزایش جمعیت شهرها و روستاها، گسترش رو به رشد کارخانه های صنعتی، توسعه مناطق کشاورزی و باغداری، استفاده از انواع کودهای شیمیایی و سموم دفع آفات موجب می گردد تا مقادیر زیادی فاضلاب های صنعتی و شهری وارد اکوسیستمهای آبی مناطق ساحلی شوند که طبیعتاً سواحل استان گلستان نیز از این موضوع مستثنی نیست. آبهای جاری غالباً دارای مقادیر قابل توجهی از فلزات سنگین محلول مانند روی، مس، جیوه و سرب هستند. فلزات سنگین جزء عوامل طبیعی تشکیل دهنده آب دریا نیز هستند و مقداری از فراوانی آنها بصورت طبیعی از راه های متفاوت از قبیل فرسایش سنگهای معادن، باد، ذرات غبار فعالیتهای آتشفشانی، رودخانه ها و آب های زیرزمینی وارد دریاها می گردند. بدنبال انتقال آلاینده های مذکور به محیطهای دریایی این احتمال بوجود می آید که ماهی مقادیری از برخی از فلزات سنگین را از طریق زنجیره غذایی و یا از طریق آب از محیط جذب می نمایند (Chale, 2002).

فلزات سنگین آلاینده های پایداری (stable pollution) هستند که برخلاف ترکیبات آلی از طریق فرآیندهای شیمیایی یا زیستی در طبیعت تجزیه نمی شوند، از نتایج مهم پایداری فلزات سنگین وسعت زیاد و زنجیره غذایی می باشد، بطوریکه در نتیجه این فرآیند، تعداد آنها در زنجیره غذایی می توانند تا چندین برابر مقدار آنها در آب و یا در هوا یافت می شوند، افزایش یابد (خدابنده، ۱۳۷۹).

فلزات در شرایط متفاوت محیطی بطرق مختلف جذب بدن ماهی می شوند. سطوح مختلف بدن ماهی در تماس با محیط قرار دارند، ممکن است محلی برای انتقال، رسوب و تجمع فلزات و مکانیسم انتقال آنها به بدن ماهی به عوامل مختلفی وابسته باشد که شکل شیمیایی فلز (یونی و نمکهای آنها) در تعیین این سم بسیار مهم است (جلالی، ۱۳۷۸).

در بدن ماهیان سه روش متفاوت برای مقابله با اثرات سمی فلزات وجود دارد:

۱- کاهش سرعت جذب فلزات ۲- اتصال فلزات به لیگاندها ۳- دفع توسط بدن

دفع تنها راهی است که فلزات را از بدن خارج می کند. فلزات ممکن است از طریق آبششها، روده، کبد و کیسه صفرا و یا کلیه ها دفع شوند و به این طریق دوباره در محیط طبیعی وارد شوند و شاید دوباره چرخه جدیدی را آغاز کنند (Olsson, 1998).

در مطالعات نیدلمن (۱۹۷۹، ۱۹۸۸، ۱۹۹۰) اثرات طولانی مدت مواجهه با مقادیر کمتر سرب روی بچه ها به خوبی شناخته شده که این حالت سبب اثر نامطلوب سرب روی عملکرد ذهنی و نیز مشکلات رفتاری در بچه ها می شود.

اثرات سوء ناشی از مصرف ماهیان آلوده به فلزات سنگین در انسان اولین بار در سال ۱۹۵۳ در خلیج میناتای ژاپن اتفاق افتاد که در طی آن بیش از ۴۳ هزار نفر از ساکنان محلی در اثر مصرف ماهی های آلوده به فاضلاب یک کارخانه صنعتی جان خود را از دست دادند و بیش از ۷۰۰ نفر دیگر هم معلولیت های دائمی پیدا کردند (Cleark, 2001).

مهمترین اثرات سوء ناشی از مصرف مواد غذایی آلوده به فلزات سنگین از جمله کادمیوم، ایجاد بیماری ایتا ایتا و تخریب بافت بیضه می باشد. کروم نیز موجب بیماری درمادیت های پوستی و تحریک غشای مخاطی و سرب باعث ایجاد اختلالات سیستم عصبی محیطی می گردد (شهریاری، ۱۳۸۴).

با توجه به نقش سه گونه ماهی کپور (*Cyprinus carpio*)، کفال (*Liza auratus*) و سفید (*Rutilus frisii kutum*) در اقتصاد شیلاتی مردم ساحل نشین استان گلستان و عدم مطالعات کافی در ایران در خصوص اطمینان از سلامت این ماهیان از جنبه میزان آلاینده های مختلف به ویژه فلزات سنگین در بافتهای مختلف ماهی، آب و رسوب مناطق صید آنها، در تحقیق حاضر نسبت به اندازه گیری غلظت فلزات Zn, Cr, Cd و Pb مبادرت گردیده است.

۱-۱-کلیات

مسمومیت ناشی از فلزات سنگین می تواند بر اثر ایجاد اختلال در اعمال سلولی به وجود آید یا نتیجه تداخل متقابل فلزات همراه با غیر طبیعی شدن ساختمانهای سلولی باشد (رستمی بشمن و همکاران، ۱۳۷۹).

- **سرب**

سرب بدون شک بیشترین کمیت و مقدار را در میان عناصر سنگین محیط زیست به خود اختصاص داده است. زیرا سابقه مصرف سرب به هزاران سال قبل باز می گردد. گستردگی منابع سرب و فراوانی شاخه های مختلف صنعت در استفاده از این عنصر در صنعت رنگ سازی، مهمات سازی، صنایع رادیولوژی، پزشکی و افزون بر

همه اینها استفاده گسترده آن در بنزین سبب گردیده تا این عنصر از پراکنش بسیار بالایی در تمام اکوسیستمها برخوردار باشد. در میان عناصر سنگین از نظر کمّی بیش از همه سرب در محیط های آبی پراکنده است. طبق گزارش سازمان خوار و بار کشاورزی (FAO) سالانه حدود ۲ هزار تن سرب به دریا ریخته می شود که به پلانکتونها به ویژه فیتوپلانکتونها که حدود ۷۰ درصد اکسیژن آب را تامین می کنند، صدمه می زند و سبب مرگ و میر آنها می شود (جلالی و آقازاد مشکی، ۱۳۸۵).

تقریبا ۱۰ درصد تولید جهانی سرب به شکل افزودنی های بنزین همانند تترا اتیل سرب مورد استفاده قرار گرفته و به طور وسیعی به داخل اتمسفر راه می یابد. در سطح جهان، ورود این فلز به اتمسفر در نتیجه فعالیتهای انسانی ۴۵۰۰۰۰ تن در سال و ورود از راههای ورود طبیعی ۲۵۰۰۰ تن در سال است(Clark, 2001).

منشا اصلی آلودگی سرب در محیط گازوئیل و فضولات صنعتی می باشند. آئروسل های سرب توسط باران و برف و در سطح گسترده ای به زمین راه می یابند. زمین های دفن لجن و فاضلاب، دارای غلظت های بالای سرب هستند (جلالی و آقازاده مشکی، ۱۳۸۵).

- **کادمیوم**

کادمیوم به گروه II B جدول تناوبی تعلق دارد و با روی و جیوه هم گروه است. این عنصر در طبیعت نادر است و از نظر فراوانی در کره زمین در رده شصت و هفتم قرار دارد (آقا نجفی زاده، ۱۳۷۶).

کادمیوم یک فلز بسیار سمی است که عامل یکسری مرگ و میرها می باشد. بیماری جدی ناشی از آن در انسان بیماری به نام ایتای- ایتای (بیماری روماتیسم یا تغییر شکل دردناک اسکلتی) می باشد. اثرات اصلی سمیت کادمیوم بر روی ریه ها، کلیه ها و استخوانها می باشد. اثرات حاد ناشی از استنشاق آن شامل برونشیت، ذات الریه و مسمومیت در کبد است. استنشاق مزمن ترکیبات کادمیوم به شکل بخارات یا گرد و خاک ایجاد ورم ریوی می کند که در این حالت کیسه های کوچک هوایی بزرگ شده و عاقبت در اثر حجم کم ریه تخریب می شوند. هر دو استنشاق مزمن و جذب کادمیوم از طریق دهان، ترشحات کلیه را تحت تاثیر قرار می دهد که در اولین مرحله دفع پروتئین توسط لوله های پروکسیمال کلیه می باشد (سبزعلیزاده، ۱۳۷۷).

کادمیوم به فراوانی در پوسته زمین یافت می شود، اما معمولاً با روی (Zn) بوده و به صورت تجاری تنها به عنوان یک محصول فرعی از ذوب روی، بدست می آید. کادمیوم در مقادیر زیاد، از سال ۱۹۵۰ به عنوان ثابت کننده و

رنگدانه در پلاستیک ها، آبکاری، لحیم کاری و سایر آلیاژها مورد استفاده قرار می گرفته است. نگرانی در مورد خطر کادمیوم برای سلامت بشری موجب کاهش کاربرد آن در موارد مذکور شد (آقا نجفی زاده، ۱۳۷۶).

کادمیوم در آبها بطور همراه با روی وجود دارد ولی غلظت آن خیلی کمتر از روی است. کادمیوم موجود در آب های سطحی ممکن است محلول یا نامحلول باشد. اشکال محلول، یونهای ساده و ترکیبات آلی و غیر آلی مختلف با درجات متفاوت برای ماهی سمی اند (روحانی، ۱۳۷۴).

این عنصر فلزی سنگین و غیر ضروری برای ماهی است که در صورت ورود به بدن ماهی به طور عمده در آبشش، کلیه و به میزان کمتری در کبد تجمع می یابد. تجمع کادمیوم در آبشش باعث افزایش تعداد سلولهای کلراید در اپی تلیوم آبششی می شود. همچنین تولید موکوس در سطوح بدن آن گروه از ماهیانی که در معرض کادمیوم هستند، افزایش می یابد و به تعداد سلولهای تولید کننده موکوس در روده افزوده می شود (Gardner & Yevich, 1970).

تکامل جنینی در برخی ماهیان نیز تحت تأثیر کادمیوم دچار نقص می شود و مجاورت طولانی ماهی با کادمیوم منجر به بروز اثرات اختصاصی خواهد شد که عمدترین آن تأثیر بر اندامهای تناسلی است. بدین ترتیب که این عنصر با غلظت ۲ تا ۲۰ میلی گرم در لیتر تأثیر سویی به بلوغ، تفریخ تخمها و تکامل لاروها در قزل آلای رنگین کمان می گذارد (روحانی، ۱۳۷۴).

کادمیوم معمولاً به طور طبیعی در آبهای سطحی و زیرزمینی وجود دارد. این عنصر ممکن است به صورت یون هیدراته یا ترکیبات پیچیده معدنی مانند کربنات، هیدروکسید، کلرید، سولفات و همچنین ترکیبات آلی همراه با اسید هیومیک یافت شود. کادمیوم از طریق فرسایش خاک و سنگ بستر، رسوبات آلوده اتمسفری ناشی از کارخانجات صنعتی، پساب مناطق آلوده و استفاده از لجن و کود در کشاورزی، وارد اکوسیستم های آبی می شود. ثابت شده است که کادمیوم سوخت و ساز کلسیم را در ماهیان آب شیرین حتی نسبت به ماهیان آب شور به میزان بیشتری تحت تأثیر قرار می دهد (جلالی و آقازاده مشکی، ۱۳۸۵).

بیشتر کادمیوم ورودی به آب های شیرین ممکن است به سرعت جذب مواد معلق شده و در اکوسیستم های آبی منتشر می شوند. رسوبات دریاچه ها و رودخانه ها حاوی ۰/۹-۰/۲ و آبهای شیرین کمتر از ۰/۱ میلی گرم در لیتر کادمیوم دارد. کادمیوم جذب شده در رسوبات و یا محلول در آب می تواند وارد زنجیره غذایی شود.

مسمومیت موجودات آبزی با کادمیوم به عوامل دیگری نیز بستگی دارد، بطور مثال کلسیم موجود در آب اثرات سمی کادمیوم را کاهش می دهد (روحانی، ۱۳۷۴).

به نظر می رسد کادمیوم، مقاومت دفاعی بدن را به خصوص مقاومت میزبان را در برابر باکتری ها و ویروس ها کاهش می دهد. کادمیوم ممکن است باعث حذف مواد معدنی اسکلت و افزایش شکنندگی استخوان و خطر شکستگی شود (Noga, 2000).

- **کروم**

کروم بطور طبیعی در آب دریا وجود دارد و از آلودگی صنعتی حاصل از پساب کارگاههای فلزکاری، رنگ سازی به صورت کرومات و بی کرومات وارد جریان آب می شود (آقا نجفی زاده، ۱۳۷۶).

سمیت کروم به اشکال شیمیایی آن بستگی دارد به طوریکه کروم شش ظرفیتی برای ارگانیزمهای دریایی بسیار سمی تر از کروم سه ظرفیتی می باشد و به راحتی می تواند از غشاهای سلولی عبور کند. فاکتورهای زیستی و غیر زیستی که سبب افزایش کروم شش ظرفیتی می شوند، می تواند باعث افزایش سمیت این عنصر در آب دریا گردند. برای مثال، سمیت کروم با افزایش درجه حرارت افزایش می یابد ولی افزایش شوری سبب تشکیل کمپلکسهای پایدار کروم با یون کلرید گشته و از سمیت آن می کاهد. به دلیل استفاده زیاد از کروم در صنایع، ورودی های انسانی و صنایع به آبها، به عنوان یکی از اصلی ترین منابع آلوده کننده در نظر گرفته می شود (Sadiqe, 1992).

کرم در آبهای سطحی به اشکال اکسید ۳ و ۶ ظرفیتی وجود دارد که یون ۳ ظرفیتی آن برای ماهی سمیت بیشتری دارد. در مسمومیت های حاد با ترکیبات کروم سطح بدن ماهی از موکوس پوشیده می شود. اپی تلیوم تنفسی آبشش ها آسیب می بیند و ماهی با علایم خفگی تلف می شود. در حفره شکمی ماهی تیلاپیا با مسمومیت مزمن به کروم، مایعات زرد پرتقالی دیده می شود (روحانی، ۱۳۷۴).

- **روی**

روی یکی از عناصر اساسی برای انسان و جانوران می باشد که اغلب در محیط های آبی به شکل یون با دو بار مثبت یافت می شود این عنصر می تواند با یون کلراید کمپلکس پایدار تشکیل دهد. بنابراین با افزایش شوری در

محیط های آبی، از سمیت آن کاسته می شود (سبزعلیزاده، ۱۳۷۷). تأثیر بارانهای اسیدی بر مواد ساختمانی حاوی روی منابع عمده ورود این عنصر به آب و محیط زیست هستند (کریمی، ۱۳۷۷).

روی به طور عمده در استخوان و پوست تجمع می یابد اگر چه کبد، آبشش و کلیه نیز میزان قابل توجهی از آن را جمع می کنند. در مطالعات انجام شده بر روی تاس ماهی ایرانی، میانگین غلظت روی در خاویار بیشتر از بافت ماهیچه بوده است (صادقی راد و همکاران، ۱۳۸۳).

با افزایش سن، مقاومت ماهی به ترکیبات روی افزایش می یابد. ویژگیهای شیمیایی آب در سمیت این ماده موثر است (جلالی و آقازاده مشکی، ۱۳۸۵).

روی عنصری است که به میزان اندکی برای ماهی ضروری است و به عنوان کاتالیزور در ساختار اکثر آنزیمهای فعال در سوخت و ساز انرژی فعالانه عمل می کند و میزان اندک آن تهدیدی جدی محسوب نمی شود. سمیت روی در حضور آرسنیک، کادمیوم، سرب و آنتیموان کاهش می یابد. در حالیکه در حضور مس و نیکل افزایش می یابد (آقا نجفی زاده، ۱۳۷۶).

۲-۱- پیشینه تحقیق

۱-۲-۱- در داخل کشور

در مطالعه تجمع فلزات سنگین در بافتهای ماهی و آبزیان تحقیقات متعددی در جهان و ایران انجام شده است.

شهریاری در سال ۱۳۸۴ مقادیر فلزات سنگین کادمیوم، کروم، سرب و نیکل را در بافت خوراکی ماهیان شوریده (*Otholithes rubber*) و سرخو (*Lutjanus sp.*) خلیج فارس اندازه گیری و مورد بررسی قرار داد. بر اساس این مطالعات اعلام شد که میانگین غلظت فلزات سنگین در ماهیان شوریده و سرخو از حد مجاز سازمان جهانی کمتر است، ولی مقدار سرب، کادمیوم، کروم و نیکل به ترتیب در ۲۷، ۸، ۳ و ۲۵ درصد از نمونه های مورد مطالعه از حداکثر مجاز سازمان بهداشت جهانی بیشتر است.

اشجع اردلان و همکاران در سال ۱۳۸۵ مقایسه میزان فلزات سنگین Hg, Zn, Cu, Pb, Cd را در آب، رسوبات و بافت نرم دوکفه ای آنودنت *Anodonta cygnea* در فصل پاییز و بهار در تالاب انزلی مورد مطالعه قرار دادند. بر اساس یافته هایشان غلظت فلز سنگین روی در دو فصل پاییز و بهار به ترتیب ۱۶/۴۰ و ۲۳/۵۰ میکروگرم بر گرم

وزن تر و پس از آن عنصر مس با ۰/۵۸ و ۰/۷۷ میکروگرم بر گرم وزن تر بیشترین مقدار را نسبت به دیگر فلزات داشتند. میزان غلظت فلزات سنگین در آب نشان داد که عنصر روی در دو فصل پاییز و بهار به ترتیب با میزان ۰/۱۱ و ۰/۰۰۵ میلی گرم در لیتر می باشد. میزان تجمع این فلز در رسوب در دو فصل پاییز و بهار به ترتیب با مقدار ۸۲/۵ و ۸۷/۵ میکروگرم بر گرم وزن خشک بیشترین مقدار را داشت.

امینی رنجبر و همکاران (۱۳۸۴) تجمع فلزات سنگین را در بافت عضله ماهی کفال طلایی (*Liza auratus*) در دریای خزر در ارتباط با برخی مشخصات بیومتریک (طول استاندارد، وزن، سن و جنسیت) مورد مطالعه قرار دادند. نتایج بدست آمده حاکی از وجود رابطه خطی مثبت بین تجمع فلزات روی و کادمیوم با عوامل طول استاندارد، وزن و سن ماهی و وجود رابطه خطی منفی بین میزان تجمع فلز سرب با عوامل فوق الذکر می باشد. نتایج بدست آمده همچنین نشان دهنده عدم تأثیر عامل جنسیت بر میزان تجمع فلزات روی، مس و کادمیوم بود. در حالیکه در خصوص فلز سرب، میزان تجمع این عنصر در نمونه های نر بیش از نمونه های ماده بوده است.

نتایج مطالعات شریعتی و همکاران (۱۳۸۳) در خصوص سنجش تجمع فلزات سنگین سرب، نیکل و روی در بافتهای ماهی کفال (*Liza auratus*) سواحل دریای خزر بیانگر آن است که بیشترین میزان سرب در کبد و پس از آن در آبشش، کلیه و تخمدان (بترتیب ۱۷/۵۱، ۱۳/۹۵، ۵/۰۳ و ۴/۹۱ میلی گرم در کیلوگرم) و کمترین آن در عضله (۳/۰۱) یافت می شود. همچنین مشخص گردید که بیشترین میزان عناصر سرب، نیکل و روی در ماهیان کفال بخش جنوب غربی، سپس در بخش میانی و کمترین مقدار در بخش شرقی سواحل جنوبی دریای خزر یافت می شود.

با توجه به نتایج امینی رنجبر و علیزاده (۱۳۷۷) در مورد میزان فلزات سنگین Cd، Pb، Cu، Zn و Cr در ماهیچه ها، طحال و سیستم گوارشی سه گونه ماهی کپور معمولی(*Cyprinus carpio*) ، کپور نقره ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) و کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*) در سه ایستگاه در مرداب انزلی می توان اظهار نظر نمود که تجمع فلزات مورد مطالعه در بافت خوراکی کمتر از طحال و لوله گوارش است. همچنین مقایسه مقادیر بدست آمده با مقادیر استاندارد مشخص کننده هفت مورد آلودگی به سرب بوده و در یک مورد میزان فلز روی بیش از مجاز (۰/۵ ppm) تعیین گردید.

۲-۲-۱- در خارج کشور

بررسی هایی که از دهه هفتاد تا کنون در دریاچه روزولت آمریکا در خصوص میزان سرب در عضله و کبد ماهی صورت گرفته است، میزان آن را در نوعی اردک ماهی به ترتیب ۰/۰۵ و ۰/۹ و در ماهی قزل آلا (*Oncorhynchus mykiss*) ۰/۰۵ و ۱/۰۴ میلی گرم در کیلوگرم گزارش نموده اند (Munn *et al*., 1995).

بر اساس مطالعات Cleark در سال ۲۰۰۱ از نظر تأثیر موجودات زنده دریایی در مقایسه با سایر فلزات، سرب در دریا سمی نبوده و در غلظت های بالاتر از ppm ۰/۸ نیترات سرب ظاهراً از طریق تأثیر غذایی، رشد دیاتومه های Phaeodactylum را افزایش می دهد. ماهیان دارای سرب کم بوده و میزان آن در گونه های تجاری در دریای شمال در محدوده ppm ۱۵-۰/۰۵ (وزن تر) قرار دارد.

مطالعات Calnli & Atli در سال ۲۰۰۳ نشان می دهد که سن، طول، جنسیت، عادات غذایی، نیازهای اکولوژیک، غلظت فلزات سنگین در آب و رسوب، مدت زمان ماندگاری در محیط های آبی، فصل صید و خواص فیزیکوشیمیایی آب (شوری، pH، سختی و دما) از عوامل مؤثر در تجمع فلزات سنگین در اندامهای مختلف ماهی می باشند.

در مطالعات انجام شده توسط Al-Yousuf و همکاران در سال ۲۰۰۰ در خصوص غلظت فلزات روی، مس و منگنز در بافت خوراکی ماهی از خانواده Lcthrinidae در منطقه خلیج فارس در رابطه با عامل جنسیت این نتیجه حاصل شد که ماهیان ماده در مقایسه با ماهیان نر جاذب غلظت های بیشتری از عناصر مورد مطالعه می باشند.

۳-۱- خصوصیات مناطق مورد مطالعه

۱-۳-۱- خلیج گرگان

خلیج گرگان با مساحت ۴۰۰ کیلومتر مربع به شکل سه گوش بوده و بیشترین پهنای آن ۱۲ کیلومتر است. این خلیج از شرق به غرب کشیده شده و راس آن در غرب قرار گرفته و حاشیه باریک و دراز میانکاله آن را از دریا جدا می کند. بیشترین عمق در حوالی جنوب شرقی حدود ۵ متر و کمترین آن در ناحیه غربی حدود ۱ متر می باشد. دهانه خلیج گرگان باریک و اندازه آن ۷۰۰ متر است که از شرق با دریا در ارتباط است. مهمترین رودخانه هایی که به خلیج می ریزند عبارتند از: قره سو در شرق، گز، نوکنده، باغو در جنوب شرقی، خورشید کلاه و

پاسنده سار است که غیر از رودخانه های قره سو و گز بقیه مسیر هایی هستند که به علت موقتی بودنشان در رابطه با خلیج از ارزش کمتری برخوردار هستند. خلیج گرگان از اکوسیستمهای نادر کشور است. از تجزیه و تحلیل اطلاعات به دست آمده در ارتباط با عناصر اصلی و عوامل عمده موثر بر اکوسیستم خلیج گرگان می توان چنین استنباط نمود که این اکوسیستم تحت تاثیر مستقیم و متقابل دو اکوسیستم دیگر یعنی دریای مازندران و رودخانه های منتهی به آن است و از طرفی هر یک از این اکوسیستم های مزبور به نوبه خود مرتبط و متاثر از محیط های دیگر است (کیابی و همکاران، ۱۳۷۸).

شناسایی شرایط فیزیکو شیمیایی و فون و فلور خلیج گرگان جایگاه خلیج را در اقتصاد شیلاتی و اقتصاد ملی روشن خواهد نمود و معلوم خواهد شد خلیج با استعدادهای بالقوه ای که دارد برای بهره برداری مناسب از آن چه فعالیت های تحقیقاتی و اجرایی می بایست به اجرا در آید.

پوشش گیاهی خلیج گرگان بیشتر Phragmytes و *Potamogetone pectinatus* می باشد. بررسی خصوصیات فیزیکو شیمیایی خلیج و اثرات فاضلاب های ورودی به آن نشان می دهد که pH خلیج حدود ۸/۳ بوده و فاکتورهای سختی، میانگین قلیائیت کل و pH خلیج (بندرترکمن- بندرگز) تحت تاثیر فاضلاب های صنعتی و سموم شیمیایی می باشد که این روزها با توجه به افزایش فعالیت های کشاورزی و کاربرد انواع سموم و دفع آفات خطرات جدی متوجه این اکوسیستم آبی می گردد. ماهیان خلیج گرگان به طور عمده کپور دریایی، کپور پرورشی، کفال، کلمه، گاو ماهی و ماش ماهی می باشند (رضوانی گیل کلایی، ۱۳۸۰).

۲-۳-۱- تالاب گمیشان

این تالاب در شمال شهر گمیشان در حوزه شهرستان بندر ترکمن واقع گردیده و از پیشروی آب دریای خزر و رودخانه اترک از طریق کانال ارتباطی با تالاب آلاگل تشکیل گردیده است. مساحت آن حدود ۲۰۰۰۰ هکتار می باشد. عمق متوسط آن که در نهمین ماه سال ۱۳۶۷ اندازه گیری شده ۸۰ سانتیمتر بوده و طول آن به ۴۰ کیلومتر می رسد (البته در حال حاضر مشخصات به دلیل تغییرات سطح آب تغییرات چشمگیری یافته است) (کیابی و همکاران، ۱۳۷۸).

ورود آب لب شور از طریق آبراهه ها، عمق کم آب و تابش نور خورشید تا کف تالاب سبب افزایش سریع درجه حرارت و رشد حلقه های غذایی در این اکوسیستم گردیده که در نتیجه از تولید بالایی برخوردار می باشد. از اینرو برای پرندگان مهاجر آبزی و کنار آبزی یک زیستگاه بسیار مناسب بوده که در حال حاضر در زمره مهم ترین مناطق آبی شمال کشور است. گیاهان و جانوران آن علاوه بر جلوه های زیبایی که به آن منطقه داده گونه های نادری از پرندگان را هر ساله در خود جای می دهد. از جمله پلیکان پا خاکستری، پلیکان سفید، انواع قوی و فلامینگو را می توان نام برد. از اینرو تالاب گمیشان به عنوان گردشگاه و شکارگاه محسوب می گردد (کیابی و همکاران، ۱۳۷۸).

۳-۳-۱- گرگانرود

حوضه آبریز گرگانرود در منطقه گرگان و دشت گسترده است که وسعت آن در حدود ۱۰۲۰۰ کیلومتر مربع می باشد و در محدوده طول جغرافیایی ۵۴/۲ تا ۵۶/۲۲ درجه شرقی و به عرض جغرافیایی ۳۶/۲۲ تا ۳۷/۴۷ درجه شمالی و به عبارت دیگر در شمال ایران و جنوب شرقی دریای خزر واقع می باشد. کلیه آبهای خود را از کوههای آلاداغ بجنورد (شرق حوضه) و گلیداغ و کورداغ و قلعه ماران در جنوب مراوه تپه و ارتفاعات جنوب کلاله که از بخشهای مینودشت اخذ و پس از عبور از گنبد، دریاچه سد وشمگیر، آق قلا، بصیرآباد، بناور، خواجه نفس، چارقلی در قسمت شرقی دریای خزر به این دریا وارد می شود. به طور کلی گرگانرود از جبهه های رو به شمال و غرب کوههای البرز که در قسمت جنوبی گرگان و گنبد واقع شده سرچشمه گرفته و تشکیل شبکه نامتقارنی را می دهد که بیشتر انشعابات آن در مسیر جنوب شمال به کانال اصلی گرگانرود سرازیر می شود. جریان آب پس از طی مسافتی پر نشیب در کوههای البرز یکباره به دشت پهناور و نسبتاً مسطح گرگان وارد می شود و به علت خصوصیات دینامیکی باعث فرسایش دشت شده و مرتباً مسیر خود را تغییر می دهد. مارپیچی بودن و تغییر مکرر مسیر گرگانرود بیشتر به علت عبور از طبقات سست تغییر نیافته رسی، سیلتی و ماسه بادی مربوط به تشکیلات دوران چهارم زمین شناسی است. عامل دیگری که تا قبل از بالا آمدن دریای خزر سبب تغییر بستر گرگانرود می شود، موقعیت جغرافیایی دریای خزر می باشد. این دریا به علت پسروی مداوم و فرو نشستن سطح آب و تغییر ارتفاع آن، نسبت به مصب گرگانرود باعث تغییر سالانه شیب هیدرولیکی رودخانه

شده است. بدین ترتیب بستر گرگانرود بر حسب به وجود آمدن این تعادل هر ساله فرو نشسته اما از زمانی که سطح آب دریای خزر بالا آمده مطالعات دقیقی در این زمینه انجام نگرفته است (کیابی و همکاران، ۱۳۷۸).

٤-۳-۱- ساحل غربی

این منطقه ساحلی در محدوده خلیج گرگان تا مرز مشترک استان گلستان و مازندران قرار گرفته که تعداد ۱۳ تعاونی پره در حال فعالیت می باشد. بافت بستر این منطقه از ساحل عمدتاً حالت شنی داشته البته هرچه به منطقه خلیج گرگان نزدیک می شود بستر به حالت لجنی تغییر می یابد.

هیچ رودخانه ای منتهی به دریا در این قسمت مشاهده نمی شود. آبراههای رودخانه های فصلی منطقه گلوگاه تا گرگان عمدتاً به خلیج گرگان ارتباط پیدا می کنند. شیب ساحل این قسمت در مقایسه با ساحل شرقی بیشتر می باشد و صیادان پره با تعداد طناب کمتری به منطقه صید تجارتی ماهیان استخوانی دست پیدا می کنند (پری زنگنه و لاکان، ۱۳۸۶).

٥-۳-۱- ساحل شرقی

این منطقه ساحلی از محدوده مصب گرگانرود شروع و تا مرز ترکمنستان که صیدگاه خاویاری فریدپاک در آن مستقر می باشد، ادامه پیدا می کند. بافت بستر ساحل شرقی عمدتاً گلی-لجنی بوده و از شیب بسیار کمی در مقایسه با ساحل غربی برخوردار می باشد. در حد فاصل خشکی و ساحل شرقی بالاتر از مصب گرگانرود یا منطقه مرزی تالاب گمیشان قرار گرفته که از طریق کانالهای متعدد با آب دریا در ساحل شرقی مرتبط می باشد. به غیر از گرگانرود که رودخانه دائمی محسوب شده و مستقیماً با دریا در ارتباط می باشد بقیه رودخانه های فصلی و یا کانالهای انتقال زهکش زمینهای منطقه ساحل شرقی عمدتاً به تالاب گمیشان منتهی می شوند. در این منطقه ساحلی تعداد ۷ شرکت تعاونی پره فعالیت می کنند. با توجه به شیب ملایم این ساحل شرکتهای تعاونی فعال در صید ماهیان استخوانی مجبور به بکارگیری تعداد طناب بیشتر برای دستیابی جمعیت ماهیان استخوانی می باشند (پری زنگنه و لاکان، ۱۳۸۶).

٤-۱- بیولوژی و اکولوژی ماهیان مورد مطالعه در بررسی حاضر

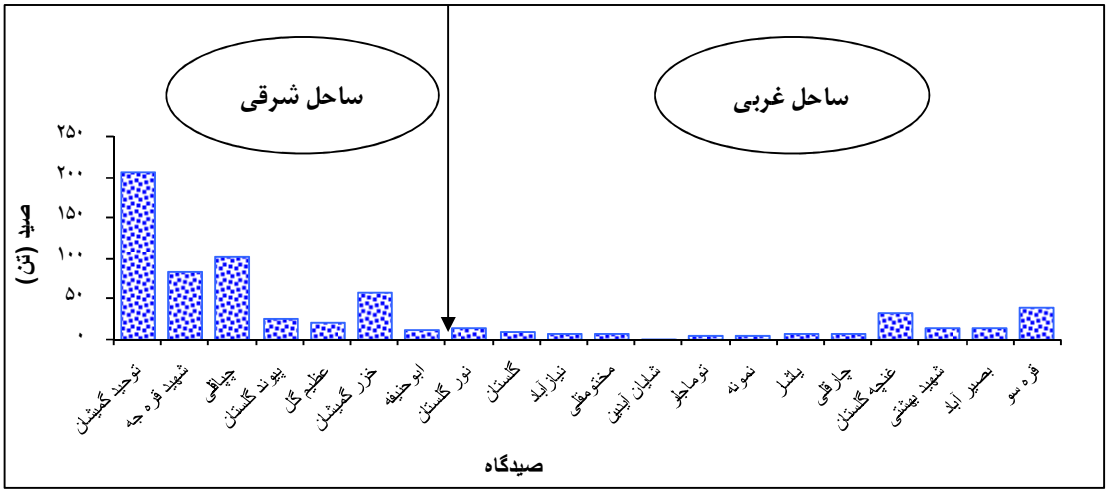
۱-۴-۱- ماهی کپور (*Cyprinus carpio* L .,1758)

ماهی کپور اصولاً همه چیزخوار بنتیک است که به طور انتخابی از بی مهرگانی که در بستر زندگی می کنند، تغذیه می کنند (Lammens and Hoogenboezem, 1991). ماهیان کپور تازه هچ شده در ابتدا از زئوپلانکتونها به ویژه روتیفر، کوپه پود و آلگ تغذیه می کنند و در مرحله جوانی از بی مهرگان بزرگ از قبیل شیرونومید، پشه های Caddis، نرمتنان و سخت پوستان تغذیه می کنند (McCrimmon, 1968). همچنین گزارشاتی در مورد تغذیه از لارو ماهیان در مرحله جوانی هنگامی که جمعیت بی مهرگان در منطقه کم است، وجود دارد (Lachner *et al.*, 1970; Panov *et al.*, 1973). ماهیان بالغ نیز از یک دامنه وسیعی از موجودات از قبیل حشرات، سخت پوستان، کرمهای حلقوی، نرمتنان، تخم ماهیان، باقیمانده ماهیان و دانه های گیاهان تغذیه می کند (McCrimmon 1968; Lammens and Hoogenboezem, 1991).

شکل ۱-۱- ماهی کپور

کپور معمولی هنگام تغذیه بسیار فعال است و تحرکات آن اغلب سطوح بستر را به هم می زند و کدورت را افزایش می دهد که مشکلات جدی را در برخی مناطق بویژه جایی که گونه ها فراوان هستند به وجود می آورد. ماهی کپور هم در فصل تابستان و هم زمستان دارای قلمروهای مشخصی است اما محدوده های مشابه ای را از فصلی به فصل دیگر یا از سالی به سال دیگر استفاده نمی کند (Otis and Weber, 1982). قلمرو زمستانی در منطقه

Wisconsin یک سوم اندازه محدوده تابستانی است و اکثر فعالیتهای روزانه در یک منطقه احاطه شده حدود ۴۵٪ قلمرو روی می دهد.

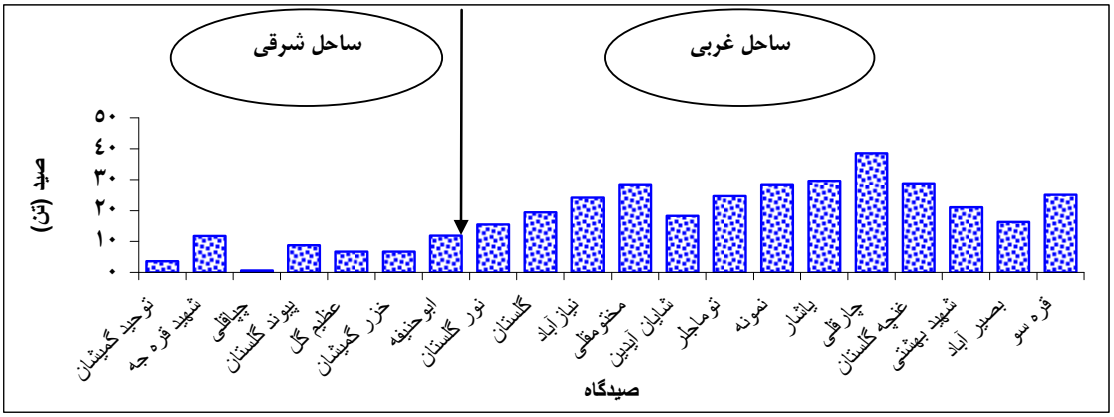


نمودار ۱-۱- میزان صید ماهی کپور به تفکیک صیدگاه در سواحل استان گلستان، سال ۸۶-۸۵

۲-٤-۱- ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*)

سه جمعیت از این گونه در ایران تشخیص داده شده است که یک جمعیت آن پاییزه و دو آن جمعیت بهاره است. ماهی سفید به لحاظ زیستگاه در فصل پاییز مناطق عمیق و در زمستان نواحی ساحلی و نزدیک مصب رودخانه ها را ترجیح می دهد. وقتی که در دریا باشد در مناطقی که موجودات کفزی مخصوصاً نرم تنان زیاد باشند، بسر می برند. در سواحل انزلی Balanus، Cardium، Crabs از غذای مهم این گونه بشمار می رود. در زمان بلوغ غذای اصلی آنها نرم تنان است و در فصل مهاجرت تغذیه نمی کنند. در دوران لاروی از فیتو پلانکتونها، لارو شیرونومید و کرم پرتار تغذیه می کند (رضوی صیاد، ۱۳۷۴).

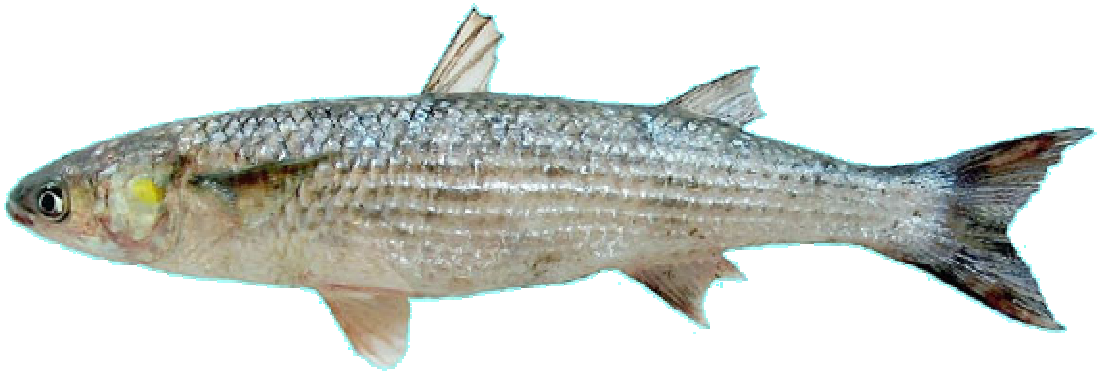
شکل۲-۱- ماهی سفید



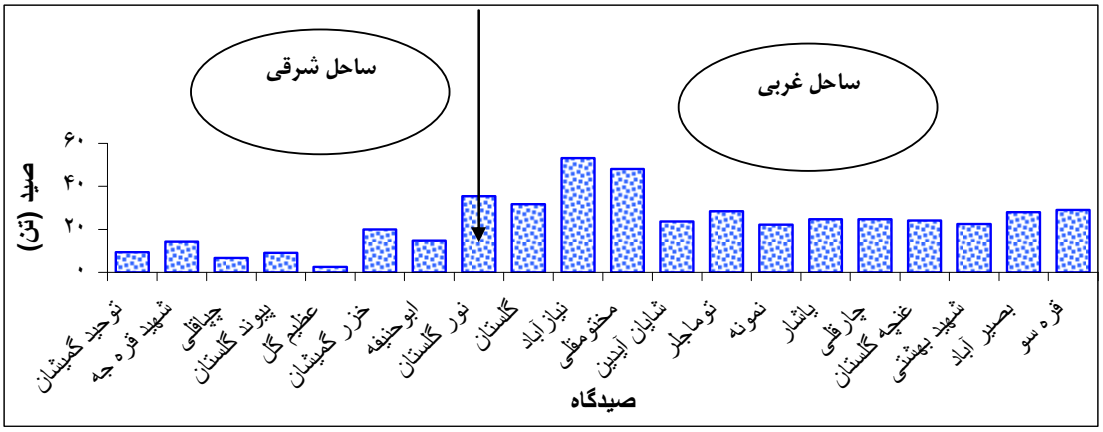
نمودار ۲-۱- میزان صید ماهی سفید به تفکیک صیدگاه در سواحل استان گلستان در سال ۸۶-۸۵

۳-٤-۱- ماهی کفال (*Liza auratus*)

ماهیان کفال بصورت گروههای چندتایی در آبهای شور و دهانه رودها مشاهده می شوند. ماهی کفال در آبهای لب شور تخمریزی می کند و تخمها در آب لب شور شناورند. ماهی کفال دتریتوس خوار بوده و در رژیم غذایی این ماهی کرمها، سخت پوستان و نرمتنان مشاهده می شود (وثوقی و مستجیر، ۱۳۷۹).



شکل ۱-۳- ماهی کفال



نمودار۳-۱- میزان صید ماهی کفال به تفکیک صیدگاه در سواحل استان گلستان، سال ۸۶-۸۵

۲- مواد و روشها

۲-۱- انتخاب ایستگاه

چون هدف از مطالعه بررسی و مقایسه فلزات سنگین در سه گونه از ماهیان مهم اقتصادی و پر مصرف سواحل استان گلستان بود، بنابراین مطابق نتایج مربوط به مطالعات صورت گرفته در ۱۰ سال گذشته در پروژه های تحقیقاتی ارزیابی ذخایر ماهیان استخوانی تفاوت های منطقه ای بین میزان صید گونه ای سه گونه ماهی (کپور، کفال ، سفید) وجود داشت که خود ناشی از اختلاف ساختار محیطی مناطق مورد بررسی بود که این اختلاف شامل تفاوت در اکوسیستم سواحل غربی و شرقی، وجود ارتباط با رودخانه های آب شیرین (حوزه مصب رودخانه گرگان و قره سو)، پوشش گیاهی و نفوذ آب دریا در بخش ساحلی (تالاب گمیشان و خلیج گرگان) بود، بدین جهت مطابق نقشه پیوستی تعداد ۱۰ منطقهبرای نمونه برداری انتخاب گردید که در موقعیت مصب رودخانه قره سو به لحاظ وجود پوشش انبوه گیاهان نی جهت بررسی تاثیر وجود این نیزار یک ایستگاه دیگر نیز اضافه گردید که یکی در قبل از نیزار و یکی در بعد از نیزار در نظر گرفته شد. به دلیل ترکیب تعداد ایستگاههای نمونه برداری آب و رسوب به ۱۱ ایستگاه رسید.

شکل ۱-۲- موقعیت جغرافیایی ایستگاههای مورد مطالعه

جدول ۱-۲- مشخصات جغرافیایی ایستگاههای مورد مطالعه

ردیف	شماره ایستگاه	طول و عرض جغرافیایی	ردیف	شماره ایستگاه	طول و عرض جغرافیایی
۱	C_1	۳۶° ۴۹' ۵۳" ۵۴° ۰۱' ۵۷"	۷	I	۳۶° ۵۸' ۱۲" ۵۳° ۵۳' ۴۲"
۲	C_2	۳۶° ۴۹' ۵۰" ۵۴° ۰۲' ۲"	۸	J	۳۶° ۵۷' ۲۵" ۵۳° ۵۳' ۰۶"
۳	E	۳۶° ۵۸' ۱۷" ۵۳° ۵۹' ۴۹"	۹	A	۳۶° ۴۲' ۳۷" ۵۳° ۵۲' ۴"
۴	F	۳۶° ۵۸' ۳۲" ۵۳° ۵۹' ۴۶"	۱۰	B	۳۶° ۵۴' ۳۴" ۵۳° ۵۲' ۰۰"
۵	G	۳۶° ۴۶' ۲۴" ۵۳° ۱۶' ۵۲"	۱۱	D	۳۶° ۵۴' ۳۴" ۵۳° ۰۲' ۴۲"
۶	H	۳۶° ۴۸' ۵۷" ۵۳° ۵۱' ۳۲"			

۲-۲-عملیات نمونه برداری

در عملیات نمونه برداری از یک فروند قایق موتوری جهت حمل و نقل استفاده شد. نمونه برداری رسوب با کمک دستگاه نمونه بردار اکمن با سطح ۲۲۵ سانتی متر مربع استفاده شد که در هر ایستگاه تعداد سه نمونه رسوب برداشته شد و از حاصل سه نمونه به اندازه حدود ۲ کیلوگرم رسوب در ظرف پلاستیکی قرار داده و با ثبت مشخصات به آزمایشگاه مرکز منتقل شد و تا زمان بررسی در یخچال در دمای ۳ درجه سانتی گراد نگهداری می شدند. جهت نمونه برداری آب به لحاظ عمق کمتر از ۱ متر، از عمق میانی به اندازه ۱ لیتر آب گرفته شد که پس از ثبت مشخصات محل نمونه برداری تا زمان انتقال به آزمایشگاه در یخچال مرکز نگهداری می شدند.

۱-۲-۲- نحوه نمونه برداری ماهی

نظر به اینکه سه ایستگاه نمونه برداری در ساحل شرقی محدوده صید یکسانی را شامل می شدند لذا نمونه های خریداری شده در محدوده این سه ایستگاه به عنوان ساحل شرقی ثبت شدند. نمونه های ماهی در تالاب گمیشان به نام تالاب گمیشان، برای ایستگاه نمونه برداری رسوب و آب در رودخانه قره سو و مصب آن در خلیج گرگان به نام خلیج گرگان و برای دو ایستگاه نمونه برداری رسوب و آب در ساحل غربی به نام ساحل غربی ثبت شدند. با توجه به اینکه تعداد ۳۰۰ عدد ماهی از سه گونه کپور، کفال و سفید در شرح خدمات پروژه پیش بینی شده بود، بدین منظور از هر گونه به تعداد مساوی در هر یک از مناطق ذیل:

۱- ساحل شرقی

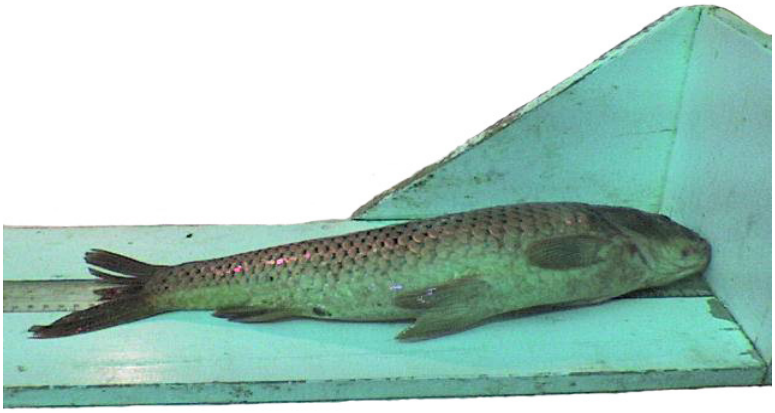
۲- محدوده مصب گرگانرود

۳- تالاب گمیشان

۴- خلیج گرگان

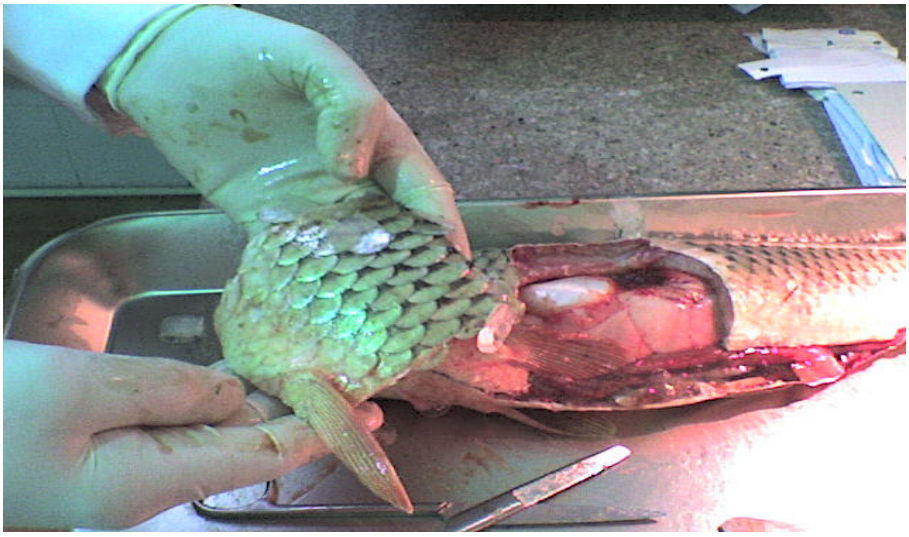
۵- ساحل غربی

نمونه برداری ماهی صورت گرفت که پس از انتقال، در آزمایشگاه عملیات زیست سنجی شامل اندازه گیری طول کل و طول فورک (چنگالی) با کمک تخته بیومتری با دقت ۰/۵ سانتی متر، وزن با کمک ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم صورت گرفت. نمونه فلس ماهیان جهت تعیین سن از منطقه باله پشتی در بالای خط جانبی تهیه و در پاکت های مخصوص که مشخصات ماهی ثبت شده بودند، نگهداری گردید که پس از شستشو تعیین سن آنها انجام گرفت.



شکل ۲-۲- بیومتری ماهی کپور

گنادهای جنسی هر یک از نمونه ها از محوطه شکمی خارج شد و جنسیت و مرحله جنسی آنها مشخص گردید. سپس بافت عضله سینه ای ماهی جدا و در داخل پاکت فریزر قرار داده شد و تا زمان ارسال به آزمایشگاه و آنالیز در فریزری با دمای ۱۰- سانتی گراد نگهداری شد.



شکل ۳-۲- تهیه بافت عضله ماهی

۳-۲- روش بررسی نمونه ها در آزمایشگاه

۱-۳-۲- روش پیشنهادی و مراحل آزمایش برای نمونه ماهی

نمونه برداری و نحوه انجام آزمایش با توجه به روش پیشنهادی کتاب UNEP (United National (of Environment Program و AOAC (Associated of Official Analytical (Chemistry بوده است که برای آنالیز مواد غذایی به منظور تعیین عناصر جزئی توصیه شده است. این روش عبارت است از :

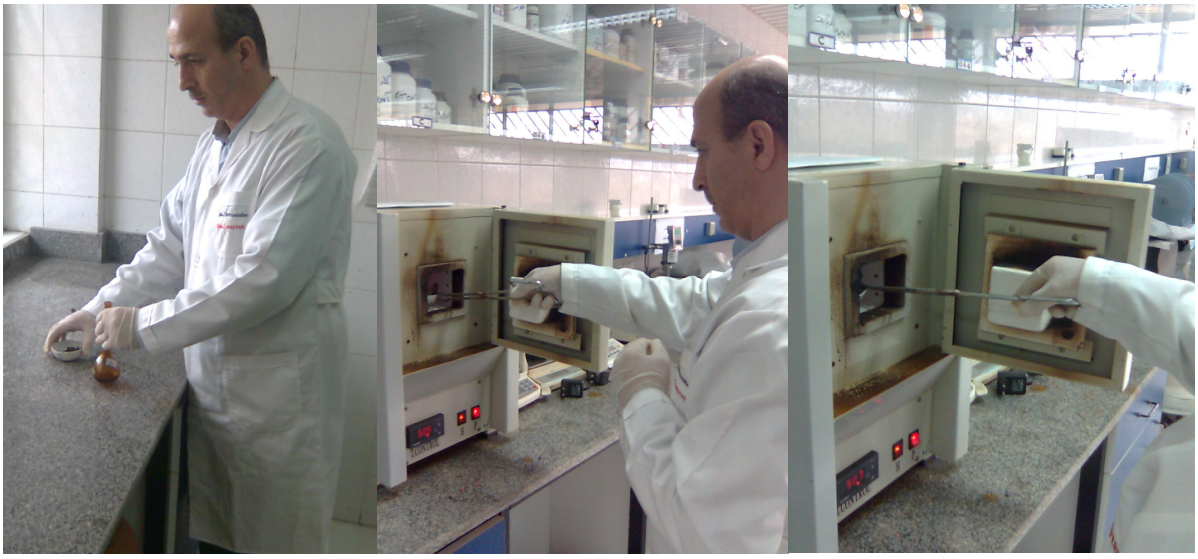
- **طرز آماده کردن نمونه ها**

بعد از تهیه نمونه ها از هر ایستگاه نمونه ها را خوب شسته و فلس آن را جدا و سپس ۱۰۰ گرم از عضله سینه ای را وزن کرده و از آن ۲۵ گرم در داخل فور در حرارت بین ۸۰-۵۰ درجه سانتی گراد به مدت یک ساعت گذاشته تا کاملاً خشک شوند.

- **روش انجام آزمایش**

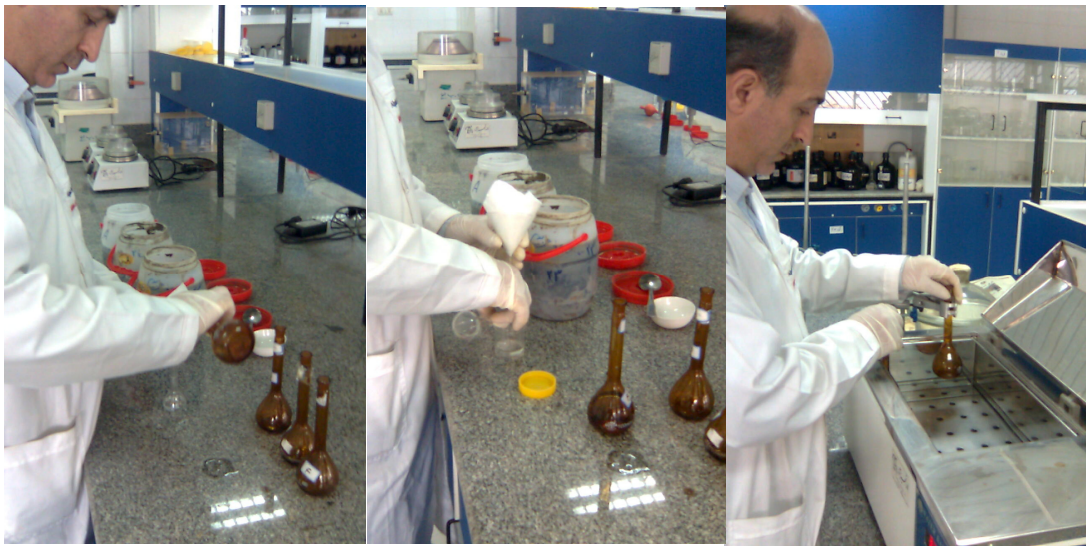
در ابتدا شایان ذکر است که در روش جذب اتمی برای رسیدن به حداقل خطای ممکن، باید کلیه وسائل مورد استفاده در طی مراحل مختلف آزمایش را به مدت حدود ۲۴ ساعت در تانک اسید نیتریک با غلظت ۵ درصد اسید واش(Acid Wash) نموده و سپس دو بار با آب مقطر شسته و مورد استفاده قرار گیرد.

روش بکار گرفته شده برای آماده سازی نمونه ها، به روش خاکستر خشک (Drying ashing) بوده است که معمولاً برای اندازه گیری بسیاری از عناصر جزئی در مواد غذایی به کار گرفته می شود.



شکل ٤-۲- مراحل قرار گرفتن نمونه های عضله ماهی در کروزه (بوته چینی)

هر نمونه انتخابی در کروزه (بوته چینی) قرار داده شد (ابتدا کروزه ها را در حدود ۲-۱ ساعت در درجه حرارت ۱۳۵ درجه سانتی گراد در داخل آون گذاشته تا خشک شود و رطوبت خود را از دست دهد). بعد از قرار دادن نمونه ها در داخل کروزه آنرا روی اجاق سوزانده تا دودهای حاصله خارج شوند تا باعث مزاحمت نشوند (در هنگام سوزاندن باید از شعله ور شدن نمونه ها در داخل کروزه جلوگیری شود). سپس کروزه به کوره سرد منتقل داده شد (درجه حرارت را به آرامی تا ۴۵۰ الی ۵۰۰ درجه سانتی گراد بالا می بریم). می توان اینکار را با قرار دادن کروزه ها در درجه حرارت ۲۵۰ درجه سانتی گراد به مدت نیم ساعت و از افزایش هر ۵۰ درجه سانتی گراد به مدت یک ربع ساعت تا رسیدن به حرارت ۴۵۰ درجه سانتی گراد ادامه داد. مدت زمان قرار دادن کروزه ها در داخل کوره ۲۴ ساعت می باشد. اما به دلیل ایمنی، از روشن گذاشتن کوره در شب خودداری کرده و نمونه ها را صبح روز بعد در کوره قرار داده تا نمونه ها به خوبی خاکستر شوند.



شکل ۵-۲- اضافه کردن اسید نیتریک به نمونه های خاکستر

نمونه های خاکستر شده را از کوره خارج کرده و پس از سرد شدن به منظور عاری نمودن از کربن، به آنها ۲ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ اضافه نموده و بر روی صفحه داغ (Hot plate) با درجه حرارت ملایم اسید را تبخیر کرده تا اسید غلیان نکند.

دوباره نمونه ها را به کوره سرد منتقل کرده و درجه حرارت کوره به آرامی تا ۴۵۰ الی ۵۰۰ درجه سانتی گراد به همان روش فوق الذکر افزایش می یابد. درجه حرارت کوره به مدت یک ساعت ثابت نگه داشته می شود. سپس کروزه ها را از کوره بیرون آورده و پس از سرد شدن در صورتی که بعضی از نمونه ها خاکستر شده عاری از کربن شده باشند دوباره به آنها ۲ میلی لیتر اسید نیتریک غلیظ اضافه نموده و پس از تبخیر بر روی صفحه داغ، مجدداً در کوره ۴۵۰ درجه سانتی گراد به مدت یک ساعت گذاشته می شوند.

شکل ٦-۲- مراحل تهیه محلول خاکستر در اسید

آنقدر اینکار تکرار می گردد تا کلیه نمونه ها عاری از کربن شده و کاملا سفید شوند. به نمونه های سفید شده ۱۰ میلی لیتر HCL ۱ نرمال اضافه کرده و روی صفحه داغ با درجه حرارت پایین به مدت ۱۰ دقیقه حرارت داده تا خاکستر در اسید حل شود. محلول در بالن ژوژه ۲۵ میلی لیتری پس از سرد کردن با HCL ۱ نرمال به حجم رسانده می شود.

سرانجام محلولهای موجود در بالن ژوژه را در بطری های پلاستیکی درب دار ریخته و کد گذاری می گردد (علت عدم استفاده از ظروف شیشه ای مربوط به چسبیدن فلزات سنگین به جدار شیشه می باشد). در نهایت نمونه ها برای سنجش با دستگاه جذب اتمی آماده می باشند.

۲-۳-۲-مراحل انجام آزمایش برای نمونه آب

نمونه برداری و نحوه انجام آزمایش با توجه به روش پیشنهادی کتاب Water sampling و استاندارد متد می باشد.

از نمونه مخلوط تهیه شده یک لیتری که به آزمایشگاه ارسال گردید ابتدا نمونه ها را صاف کرده و سپس با توجه به کد نمونه ابتدا pH نمونه را در محیط اسیدی تنظیم می نماییم (pH =۵/۴) و سپس نمونه ها را به یخچال منتقل و

در روز مربوطه cc ۱۰۰ نمونه را به آزمایشگاه آنالیز منتقل کرده و بعد از کشیدن منحنی استاندارد که به صورت روزانه برای فلز تهیه می شود، نسبت به قرائت دستگاهی هر فلز اقدام می گردد.

۳-۳-۲- مراحل انجام آزمایش برای نمونه رسوب

نمونه برداری و نحوه انجام آزمایش با توجه به روش پیشنهادی کتاب استاندارد متد می باشد. مقدار ۵ گرم از رسوب خشک شده را توزین و در کوره با دمای ۴۰۰ درجه سانتی گراد به مدت نیم ساعت حرارت داده شد، بعد از آن مقداری اسید کلریدریک (۱:۱) به آن افزوده و در بنماری در حرارت ۸۰ درجه سانتی گراد به مدت یک ساعت قرار گرفت بعد از صاف کردن، محتویات روی کاغذ صاف در سه مرحله تحت اثر اسید کلریدریک و اسید فلوریک قرار گرفته و در بنماری تحت حرارت ۷۰ درجه سانتی گراد قرار گرفت. در پایان نمونه ها بعد از عبور از صافی با آب غیر یونیزه به حجم ۵۰ سی سی رسانده شد.

در خاتمه کار، نمونه ها به دانشکده داروسازی منتقل و توسط دستگاه جذب اتمی مدل پرکین ۴۰۰ میزان غلظت فلزات مورد نظر سنجیده شد.

البته قبل از شروع قرائت نمونه ها، ابتدا استانداردهای هر فلز با غلظت های مشخص از قبل تهیه شده و به دستگاه تزریق شد و منحنی استاندارد هر فلز با ضریب رگرسیون آن به دست آمد.

٤-۲- روش آماری مورد استفاده

در این پژوهش به منظور بررسی آماری داده های مربوط به آب، رسوب و ماهیان (عضله- کبد) ابتدا بعد از بدست آوردن مقادیر میانگین± انحراف معیار(X±SD) به شکل توضیحی با یکدیگر مقایسه شدند و سپس به منظور مقایسه کمی نتایج بدست آمده مقادیر نمونه ها از نرم افزار آماری PRISM روش آنالیز واریانس یک طرفه و دو طرفه (ANOVA Test) و به منظور مقایسه تحلیلی تر نتایج در بین گروهها و مقایسه زمانی از آماره Tukey استفاده شد. سپس با مقایسه P value این نتایج آماری، نتایج آماری که P value آنها کمتر از ۰/۰۵ است (P<۰/۰۵) به عنوان معیار قابل قبول اختلاف در نظر گرفته شده است.

۳- نتایج

۱-۳- مقایسه فلزات سنگین در نمونه آب در فصول مختلف سال

۱-۱-۳- در فصل زمستان

مطابق جدول شماره ۱-۳، میزان میانگین فلزات سنگین مورد بررسی در فصل زمستان در تالاب گمیشان بالاترین مقدار و در ساحل غربی کمترین مقدار را داشته، بیشترین مقدار میانگین اندازگیری شده ppb ۲۱۴/۸۳مربوط به فلز سرب در تالاب گمیشان و کمترین مقدار میانگین اندازه گیری شده ppb ۲۸/۸۳ مربوط به فلز کروم در ساحل شرقی می باشد.

جدول ۱-۳- میزان سرب، کادمیوم، کروم و روی در نمونه های آب در مناطق مختلف فصل زمستان ۸۶، واحد ppb

منطقه		روی	کروم	کادمیوم	سرب
تالاب گمیشان	حداکثر	۱۱۱/۱۸	۲۶/۹۴	۱۱۶/۲۵	۳۱۷/۱۶
	حداقل	۵۴/۳۳	۱۹/۹۹	۸۳/۶۷	۱۱۲/۴۹
	میانگین	۸۲/۷۶	۲۳/۴۷	۹۹/۹۶	۲۱۴/۸۳
	انحراف معیار	۴۰/۲۰	۴/۹۱	۲۳/۰۴	۱۴۴/۷۲
خلیج گرگان	حداکثر	۵۴/۰۴	۳۹/۹۹	۱۰۶/۶۶	۱۸۰/۵۲
	حداقل	۵۱/۱۲	۳۷/۸۲	۱۰۳/۴۷	۱۷۹/۷۱
	میانگین	۵۱/۵۱	۳۹/۸۴	۱۰۵/۳۹	۱۵۲/۸۱
	انحراف معیار	۲/۳۶	۱/۹۵	۱/۶۹	۴۷/۲۹
ساحل غربی	حداکثر	۷۸/۸۸	۵۲/۱۵	۱۱۴/۹۷	۱۹۰/۵۵
	حداقل	۴۵/۲۷	۲۶/۹۶	۱۰۷/۹۴	۱۰۴/۴۰
	میانگین	۶۰/۴۷	۴۳/۷۵	۱۱۰/۹۲	۱۳۹/۶۱
	انحراف معیار	۱۷/۰۳	۱۴/۵۴	۳/۶۳	۴۵/۱۸
ساحل شرقی	حداکثر	۵۳/۱۶	۳۵/۶۴	۱۱۴/۹۷	۱۵۰/۴۵
	حداقل	۳۸/۸۵	۲۳/۹	۹۵/۱۷	۷۳/۱۷
	میانگین	۴۳/۶۳	۲۸/۸۳	۱۰۴/۶۷	۱۱۵/۰۴
	انحراف معیار	۸/۲۶	۶/۰۹	۹/۹۲	۳۹/۰۴

۲-۱-۳-در فصل بهار

بررسی فلزات سنگین در فصل بهار مطابق جدول شماره ۲-۳ نشان می دهد در بین مناطق به غیر از فلز روی در سایر فلزات تفاوت قابل توجهی مشاهده نمی شود.

کمترین مقدار میانگین فلز اندازه گیری شده ppb ۵۰/۳۶ مربوط روی در ساحل شرقی و بیشترین مقدار میانگین ppb ۱۶۴/۸۳ مربوط به سرب در ساحل شرقی می باشد.

جدول۲-۳- میزان سرب، کادمیوم،کروم و روی در نمونه های آب درمناطق مختلف فصل بهار ۸۷، واحد ppb

منطقه		روی	کروم	کادمیوم	سرب
تالاب گمیشان	حداکثر	۹۷/۹	۱۰۵/۶	۱۲۳/۷۱	۱۹۲/۸
	حداقل	۳۹/۲۴	۷۴/۹	۷۸/۴	۱۲۳/۵۱
	میانگین	۵۸/۲۳	۹۱/۱۷	۱۰۱/۲۸	۱۶۰/۲۶
	انحراف معیار	۲۶/۷۶	۱۵/۸۵	۱۹/۳۴	۳۴/۸۱
خلیج گرگان	حداکثر	۳۱۰/۱۵	۱۷۶/۶	۱۳۴/۲۱	۲۱۳/۶
	حداقل	۳۵/۴۶	۶۵/۰۴	۷۷/۱	۲۱۲/۲
	میانگین	۱۱۴/۸۳	۱۱۵/۸۹	۱۰۲/۸۴	۱۴۸/۶۰
	انحراف معیار	۱۰۶/۴	۴۴/۸۶	۲۶/۰۲	۳۳/۷۴
ساحل غربی	حداکثر	۲۶۰/۵۱	۲۰۲/۶۰	۱۲۵/۱۶	۱۹۸/۳۱
	حداقل	۳۰/۱۶	۷۶/۲۰	۷۵/۲۹	۱۰۸/۵۱
	میانگین	۱۲۰/۶۱	۱۲۲/۴۸	۹۱/۲۴	۱۵۸/۴
	انحراف معیار	۹۸/۳۱	۵۰/۹۹	۱۸/۴۱	۳۵/۶
ساحل شرقی	حداکثر	۶۳/۱۲	۱۵۹/۳	۱۳۹/۰۶	۲۰۲/۱
	حداقل	۳۷/۷۸	۹۴/۶۱	۷۲/۷	۱۰۷/۶
	میانگین	۵۰/۳۶	۱۲۶/۰۲	۹۴/۶۵	۱۶۴/۸۴
	انحراف معیار	۹/۶۳	۲۶/۰۶	۲۴/۷۱	۳۳/۰۵

۳-۱-۳-در فصل تابستان

بررسی فلزات سنگین در فصل تابستان مطابق جدول شماره ۳-۳ نشان می دهد که کمترین تغییرات فلزات سنگین در بین مناطق مورد مطالعه مربوط به فلز کروم و بیشترین تغییرات مربوط به فلز روی می باشد. ضمناً بیشترین مقدار میانگین اندازه گیری شده از فلزات مورد مطالعه به میزان ppb ۱۴۵/۳ مربوط به سرب در تالاب گمیشان بوده در حالیکه کمترین میزان میانگین اندازه گیری شده در این ارتباط ppb ۶۵/۱۴ مربوط به فلز روی در منطقه ساحل شرقی می باشد.

جدول۳-۳- میزان سرب، کادمیوم، کروم و روی در نمونه های آب در مناطق مختلف فصل تابستان ۸۷، واحد ppb

منطقه		روی	کروم	کادمیوم	سرب
تالاب گمیشان	حداکثر	۱۰۶/۳۲	۱۰۰/۷۵	۱۲۸/۵۵	۱۷۰/۲۸
	حداقل	۵۷/۷۱	۹۲/۱۹	۱۱۲/۳۷	۱۲۰/۳۳
	میانگین	۸۲/۰۲	۹۶/۴۷	۱۲۰/۴۶	۱۴۵/۳۱
	انحراف معیار	۳۴/۳۷	۶/۰۵	۱۱/۴۴	۳۵/۳۲
خلیج گرگان	حداکثر	۱۳۵/۳۲	۸۴/۹۱	۱۰۳/۶۳	۱۱۵/۶۲
	حداقل	۷۹/۱۹	۶۴/۱۵	۸۲/۹۶	۷۸/۲۴
	میانگین	۱۱۶/۰۲	۷۵/۱	۹۱/۹۷	۹۶/۵۵
	انحراف معیار	۱۹/۰۷	۱۰/۴۳	۱۰/۵۹	۱۸/۷۰
ساحل غربی	حداکثر	۷۸/۹۵	۱۰۶/۲۴	۹۴/۷۱	۱۰۹/۰۶
	حداقل	۶۱/۶۸	۵۴/۳۰	۵۷/۲۴	۱۰۰/۶۹
	میانگین	۷۱/۶۱	۸۳/۵۹	۷۹/۴۹	۱۰۵/۴۲
	انحراف معیار	۸/۹۲	۲۶/۶۰	۱۹/۷۰	۴/۲۹
ساحل شرقی	حداکثر	۸۲/۰۲	۷۹/۶۱	۹۹/۰۷	۱۵۸/۹
	حداقل	۵۲/۱۳	۵۸/۵۱	۵۰/۳	۹۸/۰۷
	میانگین	۶۵/۱۴	۷۰/۲۵	۷۳/۸۳	۱۳۰/۷۱
	انحراف معیار	۱۵/۳۲	۱۰/۷۵	۲۴/۴۳	۳۰/۶۶

۲-۳- مقایسه فلزات سنگین در نمونه رسوب در فصول مختلف سال

۱-۲-۳- در فصل زمستان

در مجموع سطح میانگین فلزات سنگین اندازه گیری شده در چهار منطقه مورد بررسی در نمونه های رسوب بیشتر از نمونه های آب می باشد. بیشترین میانگین اندازه گیری شده ppb ۲۶۱۳ مربوط به فلز روی در ساحل غربی و کمترین میانگین اندازه گیری شده ppb ۱۲۷/۸۷ مربوط به فلز کادمیوم در خلیج گرگان می باشد.

جدول٤-۳- میزان سرب، کادمیوم، کروم و روی نمونه های رسوب در مناطق مختلف فصل زمستان ۸٦، واحد ppb

منطقه		روی	کروم	کادمیوم	سرب
تالاب گمیشان	حداکثر	۲۴۸۶	۹۷۲/۲	۱۳۲/۶	۱۸۲۳/۹
	حداقل	۱۹۰۸/۴	۳۷۳/۱	۱۲۸/۳	۱۸۰۰/۸
	میانگین	۲۱۹۷/۲۰	۶۷۲/۶۵	۱۳۰/۴۵	۱۸۱۲/۳۵
	انحراف معیار	۴۰۸/۴۲	۴۲۳/۶۳	۳/۰۴	۱۶/۳۳
خلیج گرگان	حداکثر	۲۸۳۱/۴	۸۵۲/۷	۱۳۵/۵	۱۹۶۲/۴
	حداقل	۱۷۰۳/۹	۴۵۲/۶	۱۲۱/۲	۷۰۴/۲
	میانگین	۲۳۰۰/۶۷	۶۸۵/۶۳	۱۲۷/۸۷	۱۱۶۲/۰۷
	انحراف معیار	۵۶۶/۶۴	۲۰۸/۰۵	۷/۲۰	۶۹۵/۵۱
ساحل غربی	حداکثر	۳۱۷۵/۱۰	۸۲۱/۷۰	۱۳۶/۹۰	۱۷۶۶/۲۰
	حداقل	۲۱۳۶/۴۰	۴۱۰/۱۰	۱۱۹/۸۰	۸۵۴/۲۰
	میانگین	۲۶۱۳/۰۰	۵۵۹/۴۰	۱۲۹/۳۰	۱۴۱۹/۸۷
	انحراف معیار	۵۲۴/۶۰	۲۲۸/۷۸	۸/۷۱	۴۹۳/۹۸
ساحل شرقی	حداکثر	۲۶۵۲/۴	۶۷۱/۲	۱۳۱/۳	۲۲۰۴/۸
	حداقل	۲۰۶۱/۲	۴۲۳/۴	۱۲۸/۳	۹۵۸/۱
	میانگین	۲۴۱۲/۹۳	۵۷۰/۸۷	۱۲۹/۸۰	۱۷۰۴/۶۰
	انحراف معیار	۳۱۱/۱۸	۱۳۰/۴۵	۱/۵۰	۶۵۸/۸۳

۲-۲-۳- در فصل بهار

بیشترین سطح فلز اندازه گیری شده در فصل بهار مطابق جدول ۵-۳ مربوط به فلز روی ppb ۲۴۹۷/۲۵ در منطقه گمیشان و کمترین میزان فلز سنگین اندازه گیری شده ppb ۱۲۱/۷ مربوط به فلز کادمیوم در منطقه خلیج گرگان می باشد.

جدول۵-۳- میزان سرب، کادمیوم، کروم و روی نمونه های رسوب در مناطق مختلف فصل بهار ۸۷، واحد ppb

منطقه		روی	کروم	کادمیوم	سرب
تالاب گمیشان	حداکثر	۳۱۲۶/۱	۷۵۹/۱	۱۸۲/۵	۳۲۳۲/۲
	حداقل	۱۸۸۵/۵	۵۰۰/۹	۹۲/۷	۱۸۹۳/۱
	میانگین	۲۴۹۷/۲۵	۶۱۵/۶۳	۱۳۵/۱۵	۲۳۶۰/۶۸
	انحراف معیار	۵۰۹/۵۹	۱۱۳/۱۹	۴۱/۲۵	۶۳۲/۶۵
خلیج گرگان	حداکثر	۳۱۰۰/۸	۹۴۸/۵	۱۶۶/۹	۳۲۴۳/۸
	حداقل	۱۶۸۶/۶	۳۶۶/۴	۷۵/۶	۱۲۹۲/۹
	میانگین	۲۴۵۱/۴۰	۷۲۶/۵۳	۱۲۱/۷۰	۱۹۶۰/۵۲
	انحراف معیار	۵۰۰/۹۵	۲۲۰/۹۷	۴۲/۱۱	۷۳۶/۳۲
ساحل غربی	حداکثر	۳۷۱۸/۴۰	۹۳۴/۷۰	۱۵۵/۵۰	۲۴۰۱/۱۰
	حداقل	۱۸۳۹/۸۰	۳۸۳/۳۰	۱۰۲/۷۰	۱۶۳۹/۲۰
	میانگین	۲۴۷۰/۵۷	۷۰۳/۰۷	۱۲۹/۷۸	۲۱۱۲/۴۸
	انحراف معیار	۶۹۵/۶۴	۱۸۷/۴۹	۲۵/۰۵	۲۸۸/۹۲
ساحل شرقی	حداکثر	۳۷۷۴/۹	۹۴۷/۵	۱۶۹/۷	۲۹۰۸/۹
	حداقل	۱۶۰۵/۸	۵۷۷/۳	۹۸/۴	۱۷۸۶/۳
	میانگین	۲۲۳۹/۰۲	۷۰۱/۰۰	۱۳۹/۷۵	۲۳۳۱/۳۰
	انحراف معیار	۸۰۱/۷۵	۱۳۸/۷۹	۳۰/۱۵	۴۰۰/۷۹

۳-۲-۳- در فصل تابستان

مطابق نتایج جدول شماره ۶-۳، سطح میانگین مقدار فلز کادمیوم در چهار منطقه مورد بررسی در فصل تابستان افزایش یافته، بیشترین سطح اندازه گیری شده فلزات مورد بررسی ppb ۳۰۰۰/۷ مربوط به فلز روی در منطقه تالاب گمیشان و کمترین سطح اندازه گیری شده میانگین ppb ۱۳۳/۸۷ مربوط به فلز کادمیوم در منطقه خلیج گرگان می باشد.

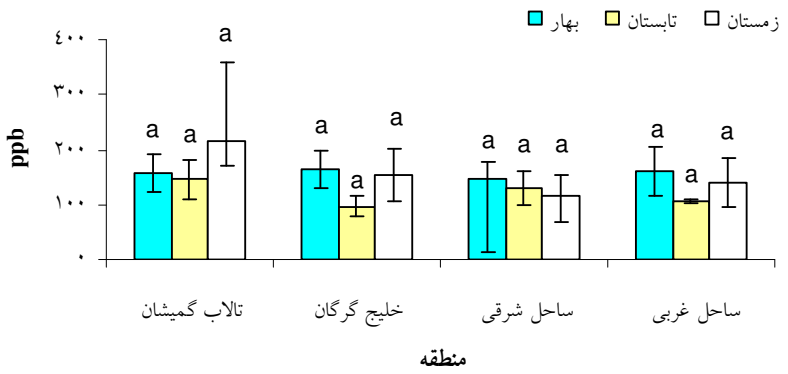
جدول ٦-۳- میزان سرب، کادمیوم، کروم و روی نمونه های رسوب در مناطق مختلف فصل تابستان ۸۷، واحد ppb

منطقه		روی	کروم	کادمیوم	سرب
تالاب گمیشان	حداکثر	۳۰۱۷/۳	۷۱۹/۷	۱۹۷/۷	۲۸۳۲/۳
	حداقل	۲۹۸۴/۱	۶۲۴/۱	۱۶۷/۲	۲۱۲۰/۱
	میانگین	۳۰۰۰/۷۰	۶۷۱/۹۰	۱۸۲/۴۵	۲۴۷۶/۲۰
	انحراف معیار	۲۳/۴۸	۶۷/۶۰	۲۱/۵۷	۵۰۳/۶۰
خلیج گرگان	حداکثر	۲۷۰۶/۷	۸۲۵/۳	۱۵۹/۵	۲۱۸۲/۶
	حداقل	۱۴۶۱/۶	۵۸۳/۶	۱۰۲/۲	۱۶۰۳/۹
	میانگین	۲۰۵۸/۲۷	۶۷۰/۳۳	۱۳۳/۸۷	۱۸۵۷/۷۳
	انحراف معیار	۶۲۴/۱۶	۱۳۴/۵۲	۲۹/۱۲	۲۹۵/۸۲
ساحل غربی	حداکثر	۲۲۳۶/۸۰	۷۲۱/۹۰	۱۶۰/۲۰	۲۰۲۱/۲۰
	حداقل	۱۹۸۴/۱۰	۵۸۶/۹۰	۱۳۷/۸۰	۱۹۸۲/۴۰
	میانگین	۲۱۱۴/۷۳	۶۵۸/۷۷	۱۴۹/۴۳	۱۹۹۶/۷۷
	انحراف معیار	۱۲۶/۵۷	۶۷/۹۲	۱۱/۲۳	۲۱/۲۷
ساحل شرقی	حداکثر	۱۷۲۶/۳	۶۸۰/۱	۱۷۰/۵	۲۶۰۷/۵
	حداقل	۱۵۸۴/۹	۵۱۵/۳	۱۴۱/۶	۲۱۳۴/۵
	میانگین	۱۶۷۹/۱۳	۵۹۶/۵۳	۱۵۶/۰۷	۲۳۱۸/۲۰
	انحراف معیار	۸۱/۶۱	۸۲/۴۲	۱۴/۴۵	۲۵۳/۵۷

۳-۳- نمودارهای آنالیز میزان فلزات سنگین در آب مناطق مختلف به تفکیک فصل

۱-۳-۳- سرب

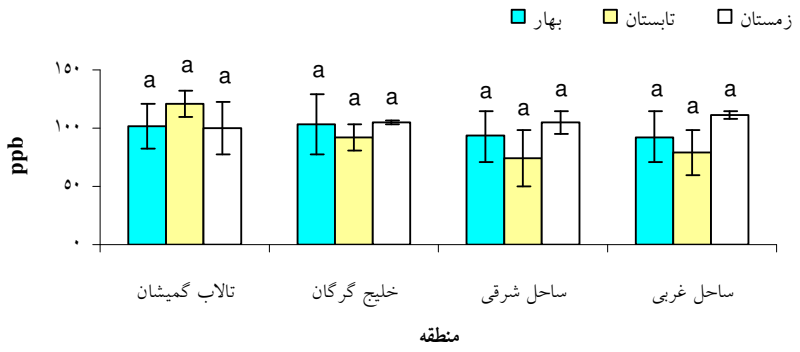
مطابق نمودار۱-۳، مشخص می گردد که در حالت کلی اختلاف معنی داری در میزان سرب آب چهار منطقه مورد بررسی در فصول زمستان، بهار و تابستان دیده نمی شود (P>۰/۰۵) و همچنین با توجه به روش آنالیز واریانس (ANOVA) و مقایسه داخل گروهها با آماره Tukey مشخص می شود که در داخل گروهها برای سه فصل مذکور نیز اختلاف معنی داری وجود ندارد (P>۰/۰۵).



نمودار ۱-۳- میزان فلز سرب در آب مناطق مختلف در فصول مختلف- سال ۸۷-۸۶

۲-۳-۳- کادمیوم

همانطوریکه در نمودار ۲-۳ ملاحظه می شود میانگین میزان کادمیوم آب چهار منطقه مورد بررسی در فصول زمستان، بهار و تابستان در حالت کلی اختلاف معنی داری نشان نمی دهد (P>۰/۰۵). نتایج آنالیز واریانس (ANOVA) و مقایسه داخل گروهها با آماره Tukey همچنین نشان می دهد که در داخل گروهها (مناطق مورد بررسی) نیز اختلاف معنی داری وجود ندارد (P>۰/۰۵).

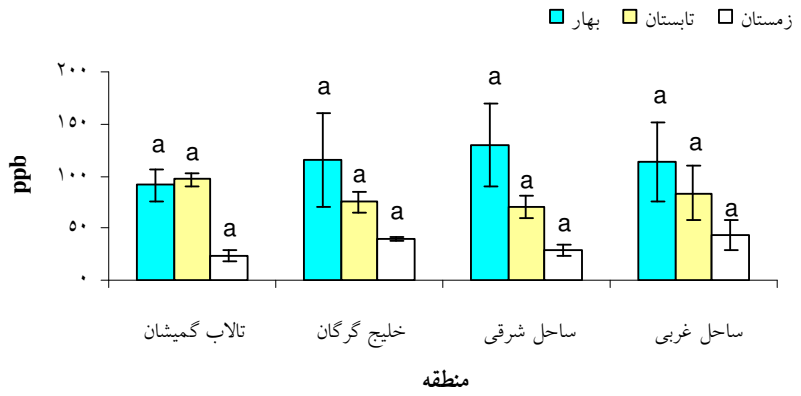


نمودار ۲-۳- میزان فلز کادمیوم در آب مناطق مختلف در فصول مختلف- سال ۸۷-۸۶

۳-۳-۳- کروم

نمودار ۳-۳، میانگین مربوط به میزان کروم را در آب چهار منطقه مورد بررسی در فصول زمستان، بهار و تابستان نشان می دهد که در حالت کلی اختلاف معنی داری بین مناطق دیده نمی شود (P>۰/۰۵). در نتایج آنالیز

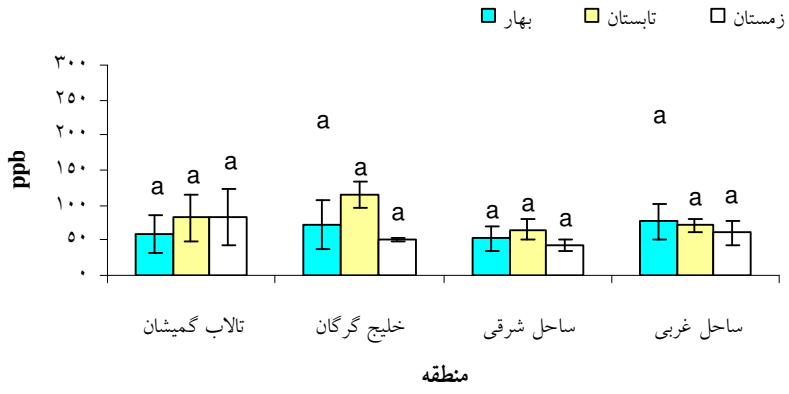
واریانس (ANOVA) و مقایسه داخل گروهها با آماره Tukey نیز مشخص می شود که در داخل گروهها نیز (مناطق مورد بررسی) اختلاف معنی داری وجود ندارد (P>۰/۰۵).



نمودار ۳-۳- میزان فلز کروم در آب مناطق مختلف در فصول مختلف - سال ۸۷-۸۶

٤-۳-۳- روی

نمودار ۴-۳ میانگین میزان روی را در آب چهار منطقه مورد بررسی در فصول زمستان، بهار و تابستان نشان می دهد که در حالت کلی اختلاف معنی داری بین مناطق دیده نمی شود (P>۰/۰۵). آنالیز واریانس (ANOVA) و مقایسه داخل گروهها با آماره Tukey نتایج مشابهی را در داخل گروهها برای سه فصل مذکور نشان می دهد (P>۰/۰۵).

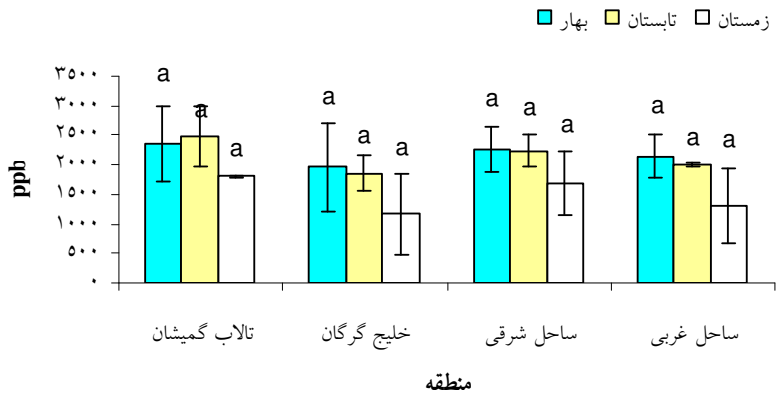


نمودار ٤-۳- میزان فلز روی در آب مناطق مختلف در فصول مختلف - سال ۸۷-۸۶

٤-٣- نمودارهای آنالیز میزان فلزات سنگین در رسوب مناطق مختلف به تفکیک فصل

١-٤-٣- سرب

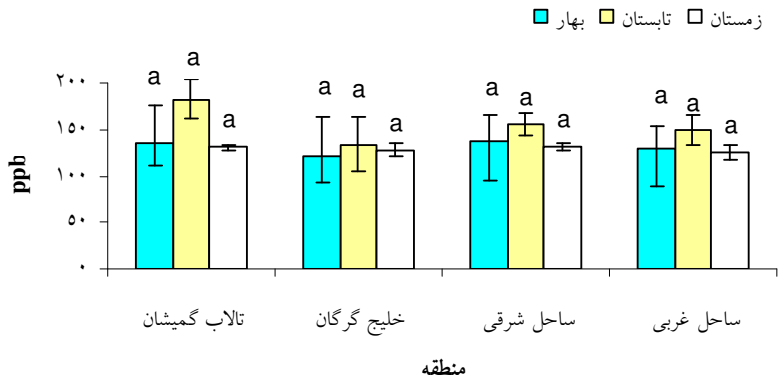
مطابق نمودار ۵-۳، در فصول زمستان، بهار و تابستان بین میانگین میزان سرب در رسوب چهار منطقه مورد بررسی در حالت کلی اختلاف معنی داری دیده نشد (P>۰/۰۵). همچنین با توجه به روش آنالیز واریانس (ANOVA) و مقایسه داخل گروهها با آماره Tukey مشخص شد که در داخل گروهها برای سه فصل مورد بررسی نیز اختلاف معنی داری مشاهده نگردید (P>۰/۰۵).



نمودار ۵-۳- میزان فلز سرب در رسوب مناطق مختلف در فصول مختلف - سال ۸۷-۸۶

٢-٤-٣- کادمیوم

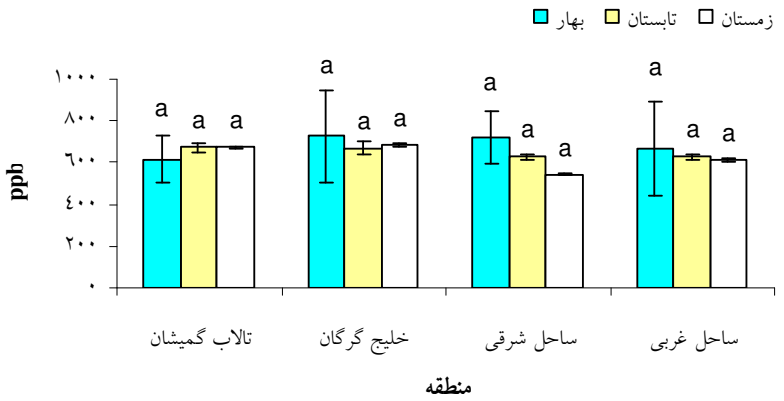
با توجه به نمودار ۶-۳، میانگین میزان کادمیوم در رسوب چهار منطقه مورد بررسی در فصول زمستان، بهار و تابستان در حالت کلی اختلاف معنی داری نشان نداد (P>۰/۰۵) و همچنین با توجه به روش آنالیز واریانس (ANOVA) و مقایسه داخل گروهها با آماره Tukey، در داخل گروهها نیز برای سه فصل مذکور اختلاف معنی داری دیده نشد (P>۰/۰۵).



نمودار ۶-۳- میزان فلز کادمیوم در رسوب مناطق مختلف در فصول مختلف - سال ۸۷-۸۶

۳-۴-۳- کروم

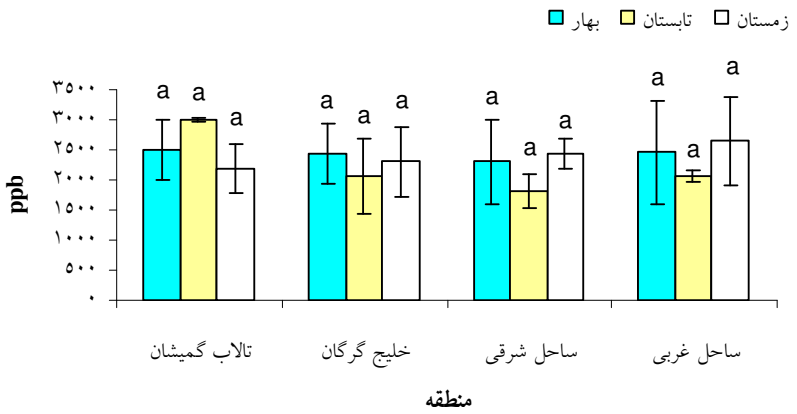
با توجه به نمودار ۷-۳، بین میانگین میزان کروم در رسوب چهار منطقه مورد بررسی در فصول زمستان ، بهار و تابستان در حالت کلی اختلاف معنی داری دیده نشد (P>۰/۰۵) و همچنین با توجه به نتایج روش آنالیز واریانس (ANOVA) و مقایسه داخل گروهها با آماره Tukey، اختلاف معنی داری در داخل گروهها در سه فصل بررسی شده نیز وجود نداشت (P>۰/۰۵).



نمودار ۷-۳- میزان فلز کروم در رسوب مناطق مختلف در فصول مختلف - سال ۸۷-۸۶

٤- ٤-۳- روی

با توجه به نمودار۸-۳، میانگین میزان روی در رسوب چهار منطقه مورد بررسی در فصول زمستان، بهار و تابستان در حالت کلی اختلاف معنی داری مشاهده نگردید (P>۰/۰۵) و همچنین با توجه به روش آنالیز واریانس (ANOVA) و مقایسه داخل گروهها با آماره Tukey مشخص شد که در داخل گروهها نیز اختلاف معنی داری وجود ندارد (P>۰/۰۵).



نمودار ۸-۳- میزان فلز روی در رسوب مناطق مختلف در فصول مختلف - سال ۸۷-۸۶

۵-۳- اطلاعات مربوط بیومتری ماهیان:

اطلاعات مربوط به بیومتری ماهیان شامل طول فورک، وزن و سن در جدول ۷-۳ ارائه شده است.

جدول ۷-۳- خلاصه نتایج آماری حاصل از بیومتری ماهیان

ماهی کپور (*Cyprinus carpio*) تعداد (۱۰۴)

متغیر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
طول فورک (سانتی متر)	۳۶/۷	۷	۲۰	۵۷/۵
وزن (گرم)	۸۹۰/۹	۴۴۹/۶	۱۳۷/۱	۳۱۹۴/۸
سن	۴/۸۳	۱/۴۳	۲	۷

ماهی سفید(*Rutilus frisii kutum*) تعداد (۳۵)

متغیر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
طول فورک (سانتی متر)	۳۶/۳	۵/۸	۲۷	۴۹
وزن (گرم)	۶۳۳/۳	۲۷۳/۶	۲۴۹	۱۱۸۵
سن	۴/۳۴	۱/۳۹	۲	۶

ماهی کفال (*Liza auratus*) تعداد (۱۱۲)

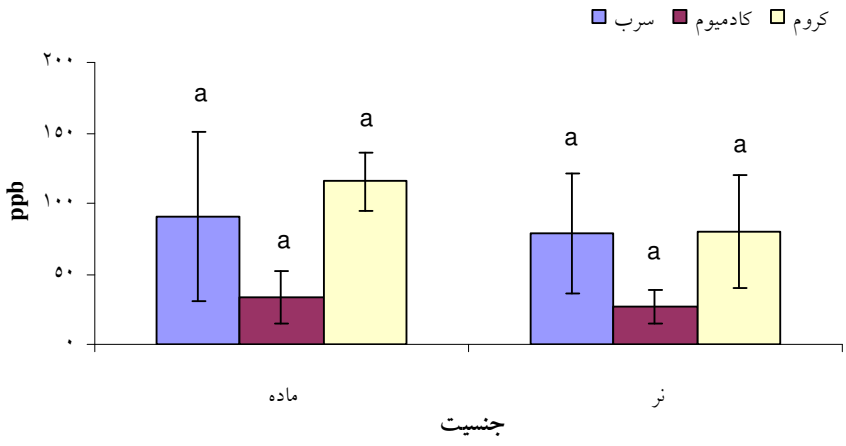
متغیر	میانگین	انحراف معیار	حداقل	حداکثر
طول فورک (سانتی متر)	۲۵/۱	۵/۶	۱۵/۸	۴۸/۲
وزن (گرم)	۱۸۵/۵	۴۰/۰۹	۴۰/۲۹	۹۷۱/۴۵
سن	۲/۰۹	۰/۹۱	۱	۵

٦-۳- نمودارهای آنالیز فلزات سنگین در بافت ماهیان به تفکیک جنسیت

۱-٦-۳- ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*)

- سرب، کادمیوم و کروم

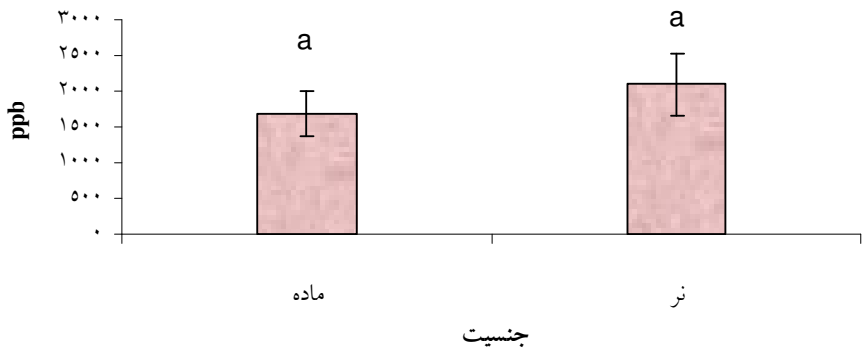
بر اساس نمودار ۹-۳، مقایسه بین سطح فلزات سرب، کادمیوم و کروم در ماهی سفید در مناطق مورد بررسی اختلاف معنی داری را بین سطح فلزات مذکور در جنسهای نر و ماده این گونه نشان نمی دهد (P>۰/۰۵).



نمودار ۹-۳- میزان سرب، کادمیوم و کروم در بافت عضله ماهی سفید به تفکیک جنسیت- سال ۸۷-۸٦

- **روی**

با توجه به نمودار ۱۰-۳، مقایسه سطح روی در ماهی سفید برای دو جنس (نر و ماده) نشان می دهد. اختلاف معنی داری بین سطح این فلز در دو جنس مذکور وجود ندارد (P>۰/۰۵).

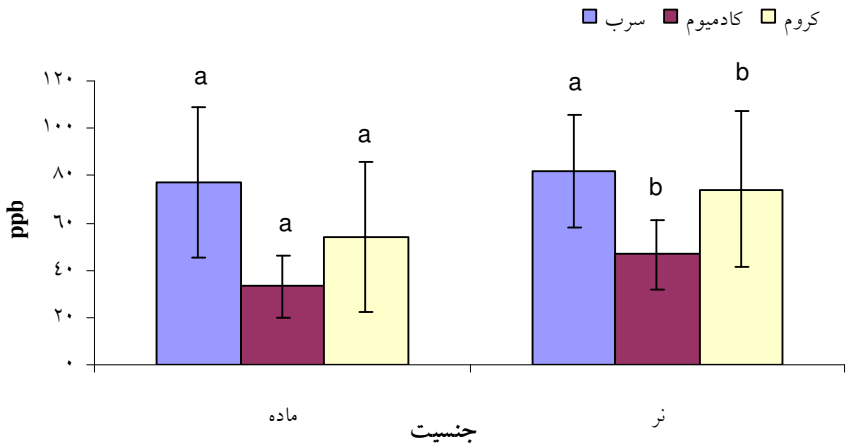


نمودار ۱۰-۳- میزان فلز روی در بافت عضله ماهی سفید به تفکیک جنسیت - سال ۸۷-۸۶

۲-۶-۳- ماهی کپور (*Cyprinus carpio* L .,1758)

- **سرب، کادمیوم و کروم**

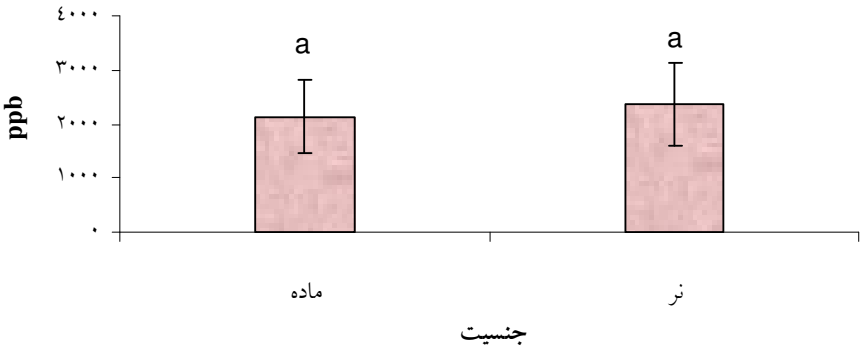
با توجه به نمودار ۱۱-۳، مقایسه سطح فلزات سرب، کادمیوم و کروم در ماهی کپور در مناطق مورد بررسی نشان می دهد که در سطح فلز سرب در هر دو جنس نر و ماده این گونه اختلاف معنی داری وجود ندارد (P>۰/۰۵). در حالیکه میزان سطح فلزات کادمیوم و کروم در دو جنس نر و ماده این ماهی اختلاف معنی داری را نشان داد (P<۰/۰۵).



نمودار ۱۱-۳- میزان سرب، کادمیوم و کروم در بافت عضله ماهی کپور به تفکیک جنسیت - سال ۸۷-۸۶

- **روی**

بر اساس نمودار ۱۲-۳، سطح فلز روی در هر دو جنس نر و ماده ماهی کپور نشان داد که اختلاف معنی داری بین آنها وجود ندارد (P>۰/۰۵).

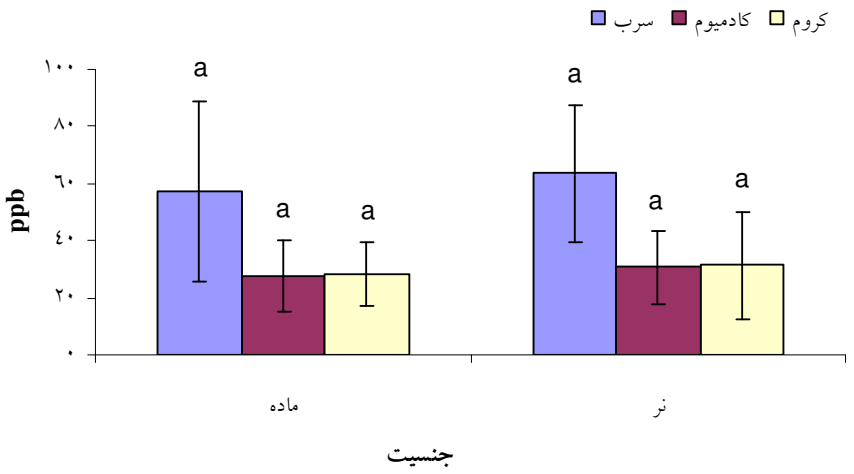


نمودار ۱۲-۳- میزان فلز روی در بافت عضله ماهی کپور به تفکیک جنسیت - سال ۸۷-۸۶

۳- ۶-۳- ماهی کفال اوراتوس (*Liza auratus*)

- **سرب، کادمیوم و کروم**

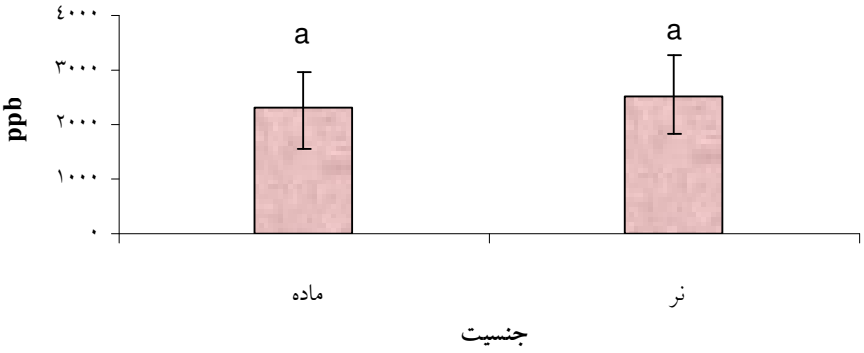
نمودار ۱۳-۳ نشان می دهد که میانگین میزان سطح فلزات سرب، کادمیوم و کروم در ماهی کفال اوراتوس در مناطق مورد بررسی اختلاف معنی داری بین دو جنس نر و ماده وجود ندارد (P>۰/۰۵).



نمودار ۱۳-۳- میزان سرب، کادمیوم و کروم در بافت عضله ماهی کفال اوراتوس به تفکیک جنسیت - سال ۸۷-۸۶

- **روی**

با توجه به نمودار ۱۴-۳، میزان سطح فلز روی در ماهی کفال اوراتوس در مناطق مورد بررسی در دو جنس نر و ماده اختلاف معنی داری را نشان نداد (P>۰/۰۵).

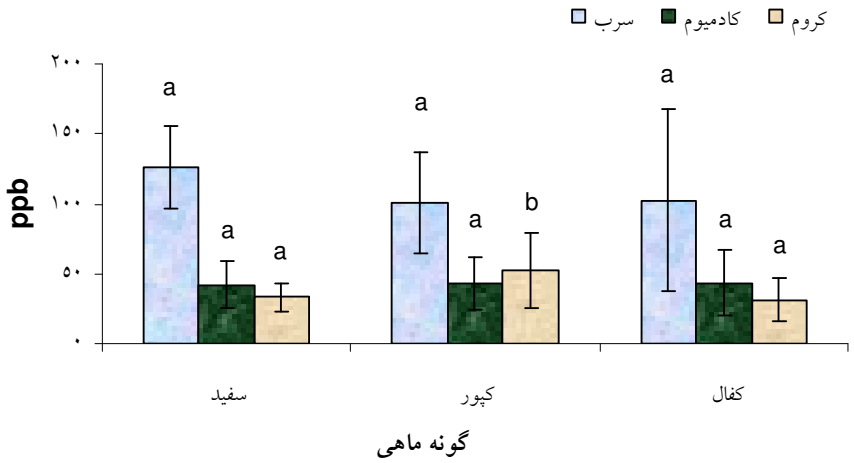


نمودار ۱۴-۳- میزان فلز روی در بافت عضله ماهی کفال اوراتوس به تفکیک جنسیت - سال ۸۷-۸۶

۳-۷- تغییرات فلزات سنگین در کبد ماهیان

۱- ۷-۳- سرب، کادمیوم و کروم

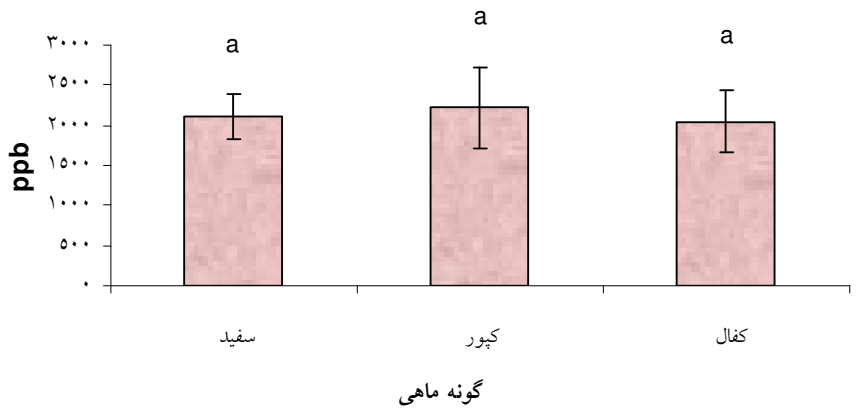
نمودار ۱۵-۳ نشان می دهد که میانگین مقادیر فلز سرب و کادمیوم در نمونه کبد ماهیان کپور، سفید و کفال اختلاف معنی داری وجود ندارد (P >۰/۰۵). در حالیکه، میزان سطح فلز کروم در کبد ماهی کپور با دو گونه دیگر اختلاف معنی داری نشان داد (P<۰/۰۵).



نمودار۱۵-۳- میزان فلزات سرب، کادمیوم و کروم در ماهیان کبد کپور، سفید و کفال در مناطق مختلف- سال ۸۷-۸۶

۲-۷-۳- روی

نمودار ۱۶-۳ نشان می دهد که میانگین فلز روی در نمونه کبد ماهیان سفید، کفال و کپور در مناطق مورد بررسی اختلاف معنی داری وجود ندارد (P>۰/۰۵). همچنین با توجه به نتایج روش آنالیز واریانس (ANOVA) و آماره Tukey بین گروههای مورد بررسی اختلاف معنی داری دیده نشد (P>۰/۰۵).



نمودار ۱۶-۳- میزان فلز روی در کبد ماهی سفید، کپور و کفال - سال ۸۷- ۸۶

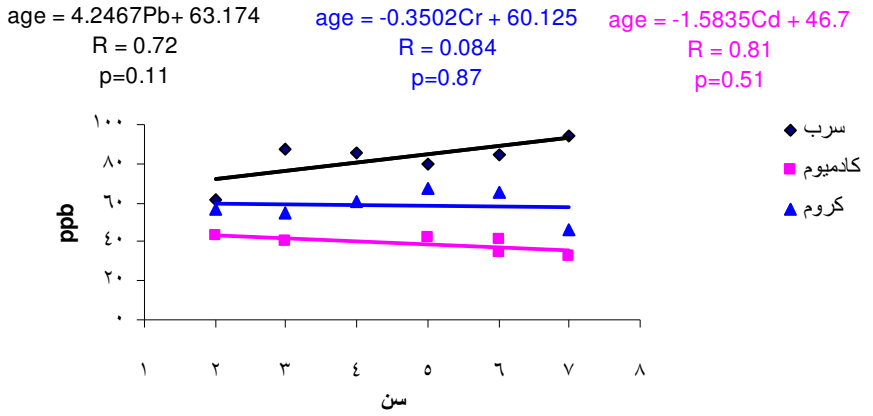
جدول ۸-۳- مقایسه فلزات سنگین در کبد و عضله ماهیان(ppb)

اندام ماهی	گونه ماهی	Pb	Cd	Cr	Zn
کبد	سفید (۷)	۱۲۵/۷± ۲۹/۷	۴۲/۶ ±۱۶/۴	۳۲/±۹/۸	۲۱۱۴/۳±۲۷۶/۲
	کپور (۳۶)	۱۰۰/۷±۳۶/۷	۴۳/۵±۲۸/۴	۵۲/۴±۲۷/۳	۲۲۲۰/±۵۰۶/۲
	کفال (۹)	۱۰۲/۶۴±۶۵/۴	۴۳/۶±۲۸/۶۴	۳۱/۱±۲۷/۳	۲۰۵۰/۹±۳۹۶/۹
عضله	سفید (۲۸)	۸۰/۴± ۴۳/۷	۲۷±۱۳/۱	۸۵±۳۹/۴	۲۱۱۰/±۴۱۰/۴
	کپور (۶۹)	۷۹± ۲۹/۵	۳۹ ± ۲۹/۵	۶۲/۹±۳۱/۴	۲۲۷۶/±۶۵۶/۲
	کفال (۸۸)	۵۸/۹± ۲۹/۵	۲۸/۵± ۱۳/۱	۴۴/±۴۲/۲	۲۳۵۱/±۷۱۲/۴

۸-۳- رابطه سن و سطح فلزات در عضله ماهیان:

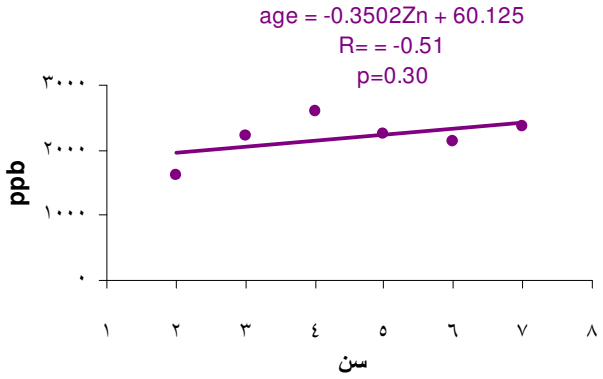
۱- ۸-۳- ماهی کپور (*Cyprinus carpio* L .,1758)

مطابق نمودار ۱۷-۳، رابطه میزان میانگین سطح فلزات سنگین با سن ماهی کپور ضریب همبستگی کمی را در مورد فلز کروم نشان داد که با استفاده از تست پیرسون مشخص شد که هیچ رابطه معنی داری در بین فلزات وجود ندارد ($P>۰/۰۵$).



نمودار ۱۷-۳- رابطه فلزات سرب، کادمیوم و کروم با سن ماهی کپور- سال ۸۷- ۸۶

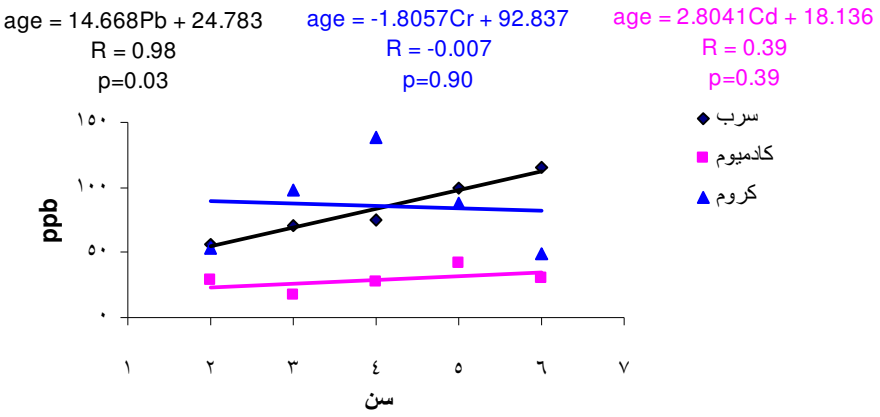
در بررسی رابطه میزان میانگین سطح فلز روی با سن ماهی کپور مطابق نمودار ۱۸-۳ ضریب همبستگی را کمی نشان داد که با استفاده از تست پیرسون مشخص شد. هیچ رابطه معنی داری در این خصوص وجود ندارد (P>۰/۰۵).



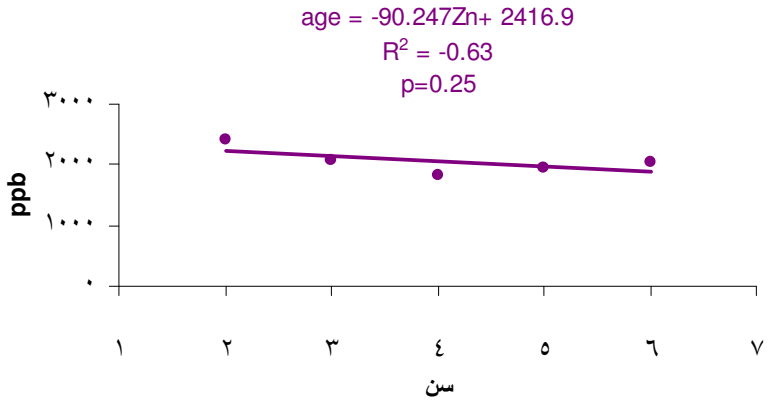
نمودار ۱۸-۳- رابطه فلز روی با سن ماهی کپور- سال ۸۷- ۸۶

۲- ۸-۳- ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*)

در مورد ماهی سفید تنها برای میانگین سطح فلز سرب این رابطه معنی دار بود (P<۰/۰۵). بطوریکه مطابق نمودارهای ۱۹-۳ و ۲۰-۳ هر چه سن افزایش پیدا می کرد متوسط مقدار سرب در عضله این ماهی افزایش می یابد، در حالیکه برای سایر فلزات این رابطه معنی دار نبود (P>۰/۰۵).



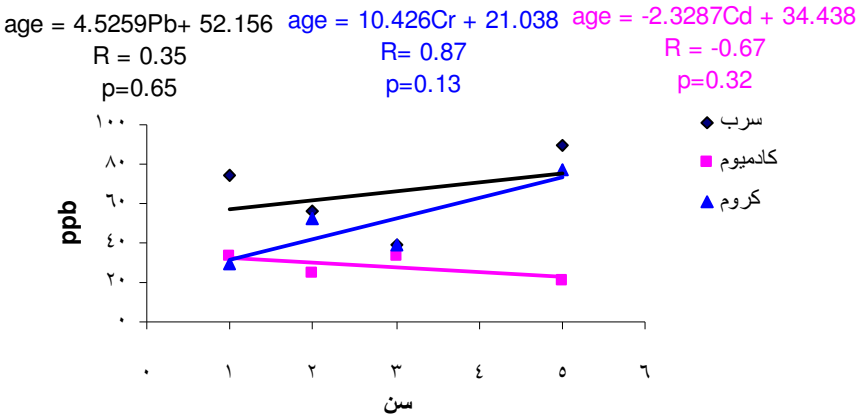
نمودار ۱۹-۳- رابطه فلزات سرب، کادمیوم و کروم با سن ماهی سفید- سال ۸۷- ۸۶



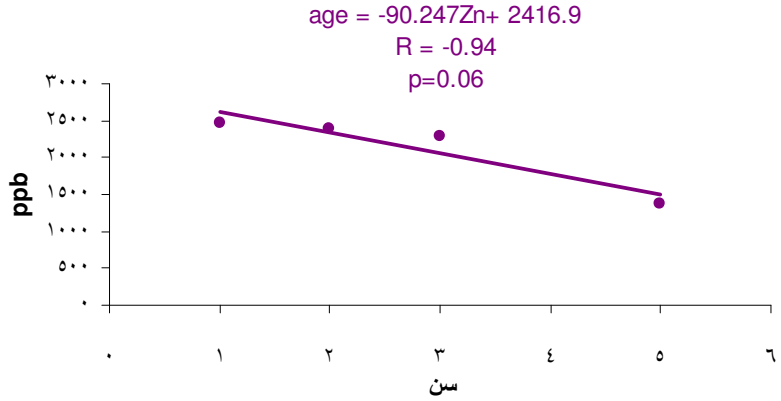
نمودار ۲۰-۳- رابطه فلز روی با سن ماهی سفید- سال ۸۷- ۸۶

۳-۸-۳- ماهی کفال (*Liza auratus*)

رابطه سن و میانگین فلزات سنگین سرب، کادمیوم، کروم و روی در عضله ماهی کفال مطابق نمودارهای ۲۱-۳ و ۲۲-۳ مورد بررسی قرار گرفت. همانطور که در نمودارهای مذکور مشهود است میزان r بترتیب ۰/۳۵، ۰/۶۷- ۰/۸۷ و ۰/۹۴- محاسبه شد که این همبستگی از طریق تست پیرسون مورد آزمون قرار گرفت و نشان داد که در هیچ یک از فلزات این رابطه معنی دار نیست (P>۰/۰۵).



نمودار ۲۱-۳- رابطه فلزات سرب، کادمیوم و کروم با سن ماهی کفال- سال ۸۷- ۸۶



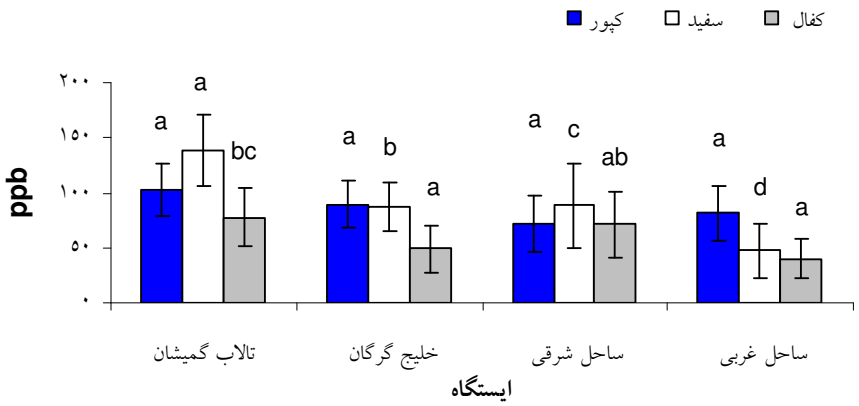
نمودار ۲۲-۳- رابطه فلز روی با سن ماهی کفال- سال ۸۷- ۸۶

۹-۳- نمودارهای آنالیز فلزات سنگین در بافت ماهیان در مناطق مختلف

۱- ۹-۳- سرب

مطابق نمودار ۲۳-۳، میانگین سطح سرب در عضله ماهی کپور در چهار منطقه مورد بررسی اختلاف معنی داری نشان نداد (P>۰/۰۵). در حالیکه برای عضله ماهی سفید میانگین سطح این فلز در بین تمام مناطق مورد بررسی

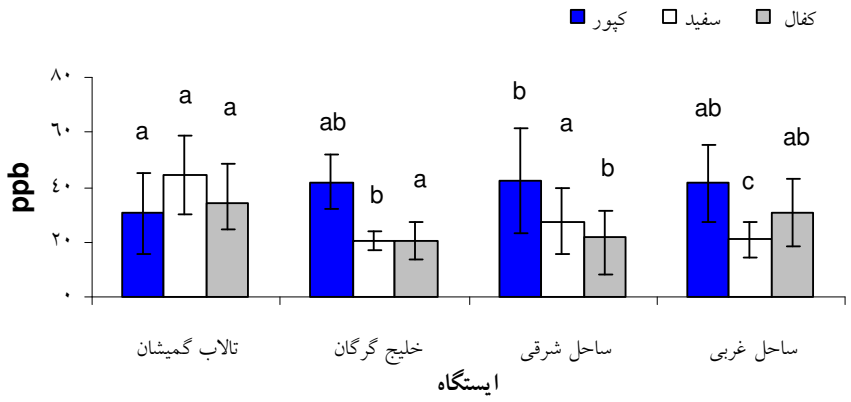
اختلاف معنی داری نشان داد (P<۰/۰۵) ولی میزان سطح سرب در عضله ماهی کفال در منطقه تالاب گمیشان تنها با دو منطقه خلیج گرگان و ساحل غربی اختلاف معنی داری نشان داد (P<۰/۰۵).



نمودار ۲۳-۳- میزان فلز سرب در بافت عضله ماهیان کپور، سفید و کفال در مناطق مختلف - سال ۸۷-۸۶

۲-۹-۳- کادمیوم

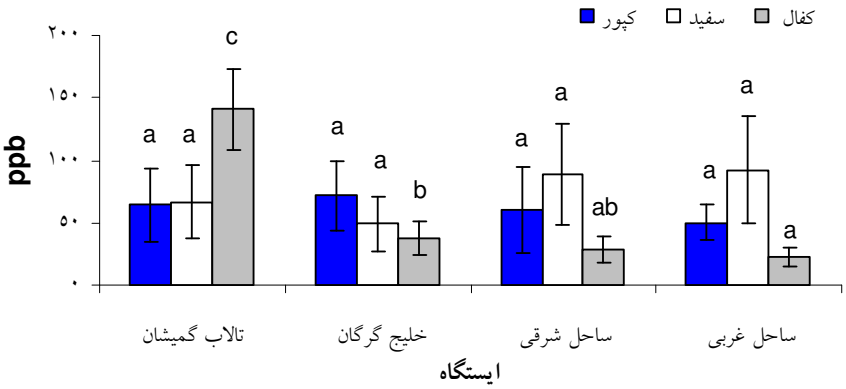
با توجه به نمودار ۲۴-۳، مقایسه بین سطح میانگین کادمیوم در ماهی کپور در چهار منطقه مورد بررسی نشان داد که در حالت کلی بین میانگین مقادیر محاسبه شده اختلاف معنی داری وجود ندارد (P>۰/۰۵). نتایج روش آنالیز واریانس (ANOVA) و مقایسه داخل گروهها با توجه به آماره Tukey نشان داد که در بین ساحل شرقی و تالاب گمیشان اختلاف معنی داری وجود دارد (P<۰/۰۵). در حالیکه برای عضله ماهی سفید میانگین سطح این فلز در مناطق تالاب گمیشان و ساحل شرقی اختلاف معنی داری نشان نداد (P>۰/۰۵) و برای سایر مناطق اختلاف معنی داری وجود داشت (P <۰/۰۵). همچنین میزان سطح کادمیوم در عضله ماهی کفال در منطقه تالاب گمیشان با منطقه ساحل شرقی اختلاف معنی داری نشان داد (P<۰/۰۵) ولی در سایر مناطق اختلاف معنی داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵).



نمودار ۲۴-۳- میزان فلز کادمیوم در بافت عضله ماهیان کپور، سفید و کفال مناطق مختلف - سال ۸۷-۸۶

۳- ۹-۳- کروم

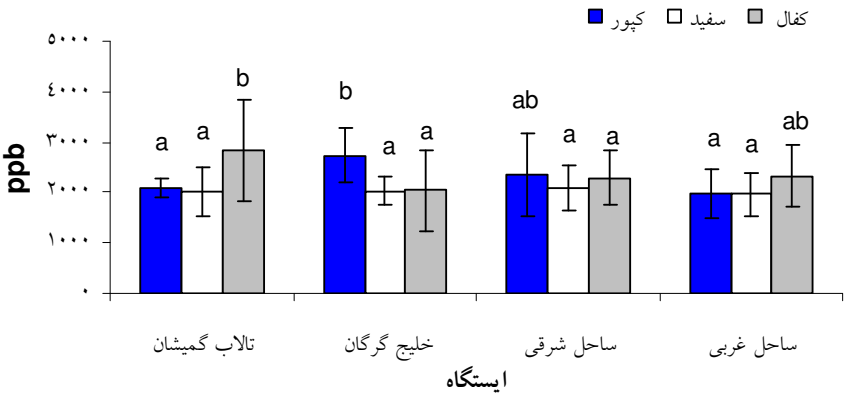
مطابق نمودار ۲۵-۳، مقایسه بین میانگین سطح کروم در ماهی کپور در چهار منطقه مورد بررسی اختلاف معنی داری را بین آنها نشان نداد (P>۰/۰۵). همچنین با توجه به انجام روش آنالیز واریانس (ANOVA) و مقایسه ی داخل گروهها با توجه به آماره Tukey، در داخل گروهها نیز اختلاف معنی داری دیده نشد (P>۰/۰۵). برای عضله گونه ماهی سفید میانگین سطح فلز کروم در بین مناطق همانند عضله ماهی کپور اختلاف معنی داری نشان نداد (P>۰/۰۵). میزان سطح کروم در عضله ماهی کفال در منطقه تالاب گمیشان با سایر مناطق اختلاف معنی داری نشان داد (P<۰/۰۵) این اختلاف معنی داری در بین منطقه خلیج گرگان با منطقه ساحل غربی نیز وجود داشت (P<۰/۰۵).



نمودار ۲۵-۳- میزان فلز کروم در بافت عضله ماهیان کپور، سفید و کفال مناطق مختلف - سال ۸۷-۸۶

٤-۹-۳- روی

بر اساس نمودار۲۶-۳، مقایسه بین میانگین روی در عضله ماهی کپور در چهار منطقه مورد بررسی در حالت کلی اختلاف معنی داری را نشان داد (P<۰/۰۵) و با توجه به نتایج آنالیز واریانس (ANOVA) و مقایسه داخل گروهها به روش آماره Tukey، بین نمونه های منطقه تالاب گمیشان با خلیج گرگان اختلاف معنی داری دیده شد (P<۰/۰۵) ولی در بین سایر مناطق این اختلاف وجود نداشت (P>۰/۰۵). برای عضله ماهی سفید میانگین سطح فلز روی در بین مناطق اختلاف معنی داری نشان نداد (P>۰/۰۵). میزان سطح روی در عضله ماهی کفال در منطقه تالاب گمیشان با منطقه خلیج گرگان و ساحل شرقی اختلاف معنی داری نشان داد (P<۰/۰۵) ولی با منطقه ساحل غربی اختلاف معنی داری وجود نداشت (P>۰/۰۵).



نمودار ٢٦-۳- میزان فلز روی در بافت عضله ماهیان کپور، سفید و کفال مناطق مختلف - سال ۸۷-۸٦

٤- بحث و نتیجه گیری

١- ٤- نمونه های آب

١-١-٤- فلز سرب (Pb)

با توجه به جداول ١-٣ تا ٣-٣ که مقایسه میانگین فلز سرب در مناطق مورد بررسی می باشد، مشخص گردید که در بین فصول مورد ارزیابی در فصل زمستان سطح سرب با میزان ppb ١١٤/٧٢± ٢١٤/٨٣ بالاترین سطح را دارد. بالا بودن سطح فلز سرب در زمستان می تواند در ارتباط فعالیت زیاد قایقهای موتوری مربوط به تعاونیهای پره مستقر در منطقه و قایقهای یگان حفاظت منابع صیادان غیر مجاز باشد که در این فصل بیشتر فعال هستند. همچنین خروجی آب زهکش منطقه حفاظت شده تالاب بین المللی آلاگل به منطقه تالاب گمیشان نیز در این خصوص تاثیر گذار می باشد. سرب از طریق نزولات جوی وارد اکوسیستمهای آبی شده و رسوب می نماید (اشجع اردلان و همکاران، ١٣٨٥). طبیعتاً بارندگی های فصل زمستان در این ارتباط تاثیر گذار بوده، ضمناً در مقایسه چهار فلز مورد بررسی در منطقه تالاب گمیشان فلز سرب بالاترین سطح را در بین فلزات مورد بررسی به خود اختصاص داده که می تواند در ارتباط با عوامل مذکور باشد. ساختار شیمیایی رسوب بستگی به میزان عناصر موجود در آب، نرخ رسوب گذاری عناصر از آب به رسوب، شرایط فیزیکی و شیمیایی عناصر و همچنین ویژگی آب از نظر pH، قلیائیت و غلظت اکسیژن دارد. فلز سرب زودتر از دیگر فلزات مورد بررسی رسوب می کند (Barsyteloejoy, 1999). همچنین با توجه به میزان استاندارد سرب در آب (ppb ٤٠٠-٢٠)، میزان اندازه گیری شده سرب در تمامی نمونه های مورد بررسی در حد مجاز بوده است (FAO/WHO, 1990؛ Linneman و همکاران، ١٩٧٣).

٢-١-٤- فلز کادمیوم (Cd)

نتایج مربوط به جداول ١-٣ تا ٣-٣، میانگین تغییرات فلز کادمیوم را در چهار منطقه برای فصول مختلف نشان دارد که بالاترین سطح فلز کادمیوم به میزان ppb ١١/٤٠ ± ١٢٠/٤٦ مربوط به منطقه تالاب گمیشان بوده، البته بیشترین تغییرات منطقه ایی این فلز مربوط به فصل تابستان بود. نتایج آزمون آماری تغییرات میانگین سطح فلز کادمیوم مطابق نمودار شماره ٥ برای سه فصل مورد بررسی معنی دار نبود (P >٠/٠٥). نظر به اینکه کودهای

فسفاته یک منبع ورودی کادمیوم به محیط زیست هستند و کادمیوم معمولاً به طور طبیعی در آبهای سطحی و زیرزمینی وجود دارد و نیز به فراوانی در پوسته زمین یافت می شود. لجن فاضلاب دارای بیش از ۳۰ ppm کادمیوم است. از این رو کانال زهکش منتهی به تالاب در این ارتباط بسیار مهم بشمار می رود. هر چند این آلاینده فلزی در خروجی وسایل نقلیه بنزین سوز وجود دارد ولی یکی از عوامل مرتبط به موضوع افزایش این فلز را می توان تردد قایقهای صیادان غیر مجاز دانست که در این منطقه نسبت به دیگر مناطق مورد مطالعه بیشتر است. همچنین با توجه به میزان استاندارد کادمیوم در آب (۲۰-۴۰۰ ppb)، میزان اندازه گیری شده سرب در تمامی نمونه های مورد بررسی در حد مجاز بوده است (FAO/WHO, 1990؛ Linneman و همکاران، ۱۹۷۳).

۳-۱-٤- فلز کروم (Cr)

مقایسه میانگین فلز کروم در چهار منطقه و فصول مورد ارزیابی در جداول ۱-۳- تا ۳-۳ نشان داد که در کل، میزان آلایندگی به کروم در منطقه تالاب گمیشان در فصل زمستان نسبت به دیگر فصول کمترین مقدار را دارد و بیشترین میزان این فلز در این مناطق در فصل بهار و در منطقه ساحل شرقی معادل ppb ۳۶/۰۶± ۱۲۶/۰۲ بود. نتایج آزمون آماری در خصوص تغییرات سطح این فلز برای مناطق و فصول مختلف مطابق نمودار ۴-۳ اختلاف معنی داری نشان نداد ($P>۰/۰۵$). کروم بطور طبیعی در آب وجود ندارد و از آلودگی های صنعتی حاصل از پساب کارگاه های فلز کاری، رنگ سازی بصورت کرومات و بی کرومات وارد جریان آب می شود (آقانجفی زاده، ۱۳۷۶). احتمالاً نزولات جوی در فصل زمستان و ادامه آن در فصل بهار باعث شده که این آلودگیها از فاصله دورتری به این منطقه رسیده بطوریکه تاثیر آن بیشتر در فصل بهار دیده می شود. از آنجائیکه سطح استاندارد این فلز در آب همچون دو فلز سرب و کادمیوم ppb ۴۰۰-۱۰۰ می باشد، لذا مقادیر بدست آمده در مطالعه حاضر در محدوده مجاز شناخته شده بود و از این جهت وضعیت نگران کننده ایی وجود ندارد.

٤-۱-٤- فلز روی (Zn)

نتایج جداول شماره ۱-۳ تا ۳-۳ میانگین فلز روی در چهار منطقه مورد بررسی و در فصول مختلف نشان داد که در کل سطح روی در منطقه ساحل غربی در فصل بهار معادل ppb ۹۸/۳۱±۱۲۰/۶۱ است. نتایج آزمون آماری در

خصوص تغییرات سطح این فلز برای مناطق و فصول مختلف مطابق نمودار ۴-۳ اختلاف معنی داری نشان نداد (P>۰/۰۵). اشجع اردلان و همکاران (۱۳۸۵) میزان سطح این فلز را در تالاب انزلی ۰/۰۰۵ میلی گرم در لیتر برای فصل بهار گزارش کرد که از میزان این فلز در سواحل گلستان خیلی کمتر بود.مطابق گزارش Niragu در سال ۱۹۸۰ فلز روی به فراوانی درخاک وسنگ وجود دارد. بنا براین نوع ساختار زمین شناسی منطقه، صنایع تولید کننده این فلز از جمله کارخانه های تولید رنگ، لاستیک، فعالیتهای حفاری که در منطقه فراوان دیده می شود. استفاده از کود های شیمیایی، حشره کشها و در زمینهای کشاورزی از عوامل موثر در این خصوص می باشد. فلز روی بالاترین سطح را در این منطقه داشته و در بین فصول مورد ارزیابی در این مناطق اختلاف معنی داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). میزان سطح استاندارد این فلز در آب دریا که ppb ۱۰۰ می باشد، لذا نگرانی در خصوص آلایندگی به این فلز وجود ندارد.

۲-٤- نمونه های رسوب

۱-۲-٤- فلز سرب (Pb)

همانطویکه در جداول ۴-۳ تا ۶-۳ میانگین فلز سرب را در رسوب مناطق مورد مطالعه در فصول مختلف مشهود است بیشترین میزان این فلز مربوط به منطقه تالاب گمیشان معادل ppb ۵۰۳/۶۰± ۲۴۷۶/۲۰ در فصل تابستان بود. مطابق نمودار شماره ۵-۳ و نتایج آزمون آماری، سطح این فلز در مناطق مختلف برای فصول زمستان، تابستان و بهار اختلاف معنی داری را نشان نداد (P>۰/۰۵). میزان رسوب فلز سرب تابع تغییرات در زمانهای طولانی تر در حد چند سال می باشد و علت بالا بودن سطح این فلز در رسوب منطقه تالاب گمیشان با میزان این فلز در آب همین منطقه ارتباط مستقیم دارد. طبق مطالعات پری زنگنه و لاکان (۱۳۸۶) ابعاد دانه های رسوب تاثیر قابل توجهی بر توزیع مکانی فلزات سنگین در منطقه مورد مطالعه دارند. در مطالعات وفایی (۱۳۷۹) در سواحل جنوبی دریای خزر به این موضوع اشاره شده که ساختار شیمیایی رسوبات بستگی به میزان عناصر موجود در آب، نرخ رسوب گذاری عناصر از آب به رسوب، شرایط فیزیکی و شیمیایی عناصر و همچنین ویژگیهای آب از نظر pH ، قلیائیت و غلظت اکسیژن دارد. بابایی سیاهگل (۱۳۸۰) در مطالعات خود در مناطق شفارود، کرگان رود و حویق به این نکته اشاره می کند که در تالاب انزلی به دلیل متاثر شدن از نفوذ آب دریا و تغییرات شوری

آب برخی از فلزات سریعتر رسوب می نمایند. با عنایت به موارد مذکور بالا بودن سطح فلز سرب در رسوبات منطقه گمیشان می تواند در ارتباط با بالا بودن مقدار آن در آب منطقه، بالا بودن سرعت رسوب شدن فلز سرب و همجواری با آب دریا باشد.

۲-۲- ٤- فلز کادمیوم (Cd)

بر اساس نتایج جداول ۴-۳ تا ۶-۳ بیشترین میزان میانگین فلز کادمیوم معادل ppb ۲۱/۵۷±۱۸۲/۴۵ مربوط به منطقه تالاب گمیشان در فصل تابستان بود. مطابق نمودار شماره ۶-۳، نتایج آزمون آماری سطح این فلز در مناطق مختلف برای فصول زمستان، تابستان و بهار اختلاف معنی داری را نشان نداد (P>۰/۰۵).

بر اساس مطالعات روحانی (۱۳۷۴)، کادمیوم در آب ها بطور معمول همراه با روی وجود دارد ولی غلظت آن خیلی کمتر از روی است. در بررسی حاضر این موضوع مشهود می باشد. اولاً در تالاب گمیشان که مقدار روی در فصل تابستان بیشترین مقدار را دارد، میزان سطح کادمیوم نیز بالا بود اما در مقایسه با روی در سطح پایین تری قرار داشت.

۳-۲-٤- فلز کروم (Cr)

با توجه به جداول ۴-۳ تا ۶-۳ بیشترین میزان میانگین فلز کروم در رسوب مربوط به منطقه خلیج گرگان معادل ppb ۲۲۰/۹۷± ۷۲۶/۵۳ بود. هر چند تغییراتی در مناطق مورد بررسی برای فصول مختلف مشاهده شد. اما بر اساس نتایج آزمون آماری مطابق نمودار شماره ۷-۳ اختلاف معنی داری در بین مناطق برای فصول زمستان، بهار و تابستان نشان نداد (P>۰/۰۵).

کروم بطور طبیعی در آب وجود ندارد و از آلودگی های صنعتی حاصل از پساب کارگاههای فلزکاری و رنگ سازی بصورت کرومات و بی کرومات وارد جریان خون می شود (آقانجفی زاده، ۱۳۷۶). کارخانجات صنعتی در محدوده بالا دست رودخانه قره سو، آلودگیهای حاصل از کارگاههای مستقر در این محدوده و نیز پساب روستاها و شهرهای کردکوی و بندرگز در محدوده رودخانه قره قرار گرفته اند. نظر به اینکه این رودخانه مستقیماً به خلیج گرگان منتهی شده است، لذا بالا بودن سطح این فلز می تواند در ارتباط با منابع مذکور باشد.

٤-٢-٤- فلز روی (Zn)

نتایج جداول ۴-۳ تا ۶-۳ مؤید بیشترین مقدار میانگین فلز روی معادل ppb ۲۳/۴۸±۳۰۰۰/۷۰ در منطقه تالاب گمیشان در فصل تابستان بود. علیرقم تغییرات مشاهده شده در جداول مذکور نتایج آزمون آماری مطابق نمودار ۸-۳ اختلاف معنی داری را نشان نداد (P>۰/۰۵). بر اساس نتایج ارائه شده در مطالعات پری زنگنه و لاکان (۱۳۸۶) در محدوده سواحل جنوبی دریای خزر از آستارا تا سواحل شرقی استان گلستان میزان روی در بین فلزات سنگین مورد بررسی بالاترین مقدار را داشت. نتایج مطالعات اشجع اردلان و همکاران (۱۳۸۵) در منطقه تالاب انزلی نیز نشان داد که میزان سطح فلز روی نسبت به دیگر فلزات در محیط آب و رسوب بالاترین مقدار را داشت. با توجه به نتایج مطالعات صورت گرفته و نتایج مطالعه حاضر، عوامل تاثیر گذار را بایستی کارخانجات، صنایع و یا آلودگیهای کشاورزی و خانگی دانست که از طریق رودخانه ها یا ریزشهای جوی به دریا منتقل می شوند. از طرفی بر اساس مطالعات Nriagu (1980) روی عنصری است که به فراوانی در بیشتر سنگها و خاکها وجود دارد. بنابراین احتمالاً سطح زیاد فلز روی در ارتباط با پروسه های زمین شناسی باشد.

۳-٤- نمونه های ماهی

بررسی سطح فلزات سرب، کادمیوم، کروم و روی در سه گونه ماهی نشان داد که اولاً روی بالاترین سطح را در بافت عضله داشت و میزان سرب، کادمیوم و کروم بترتیب در مراحل بعدی قرار داشتند (نمودارهای ۱۱-۳ تا ۱۴-۳). ثانیاً سطح فلز کادمیوم در ماهی کپور در دو جنس نر و ماده اختلاف معنی داری نشان داد. در صورتیکه برای دیگر فلزات در سه گونه ماهی مورد مطالعه اختلاف معنی داری وجود نداشت. بالا بودن سطح فلز روی در بافت عضله و کبد ماهی دلایل گوناگونی می تواند داشته باشد. از جمله اینکه میزان فلز روی در آب و رسوب زیستگاههای این ماهیان مطابق نمودارهای ۱-۳ تا ۸-۳ در سطح بالاتری نسبت به دیگر فلزات بود. در خصوص عوامل مؤثر در میزان فلزات سنگین در بدن موجودات آبزی Langston&Spence (1995) در مطالعات خود اعلام داشتند که تراکم فلزات در بدن موجودات مورد مطالعه در ارتباط با نسبت سطح پوست بدن به حجم بدن، رفتار رژیم غذایی و همچنین خصوصیات شیمی منطقه می باشد. همانطور که در نتایج بررسی حاضر به آنها اشاره شد نسبت فلزات اندازه گیری شده در ماهی تابع نسبت این فلزات در محیط بود.

Widianarko و همکاران در سال ۲۰۰۰ اعلام کردند که روی یک عنصر بیولوژیکی ضروری است که در بدن ماهی در تراکم معینی تنظیم و نگهداری می شود و بعنوان ماده تنظیم کننده هموستاتیک بدن شناخته شده است. بر اساس مطالعات Sorensen (1991) روی در بدن مهره داران تحت شرایط طبیعی به میزان فراوان یافت می شود. Krumholz (1994) در این خصوص تحقیقاتی در مورد ماهی Mosquitofish انجام داد و در نتایج خود اعلام داشت که وجود اختلاف سطح فلز روی در جنس نر و ماده به علت تفاوت عملکرد هورمون های گنادوتروپین می باشد. اما در جواب اینکه چرا این تفاوت تنها در ماهی کپور مشاهده شده است، می توان گفت که به دلیل طولانی بودن دوره تخم ریزی جنس ماده باشد که هورمون های گنادوتروپین برای مدت بیشتری نسبت به دو گونه دیگر فعال بوده است. در مقایسه سطح فلزات سنگین در بین سه گونه ماهی فلز کروم در کبد ماهی کپور با دو گونه دیگر اختلاف معنی داری نشان داد ($P<0/05$، نمودار ۱۵-۳).

نتایج حاصله از بررسی میزان فلزات سنگین در کبد گونه های مختلف مبین آن است که مقدار فلز کروم در کبد ماهی کپور در مقایسه با دو گونه دیگر مطابق نمودار ۱۵-۳ اختلاف معنی داری نشان داد ($P<0/05$). از آنجائیکه میزان سطح این فلز در مناطق زیست این ماهی تفاوت معنی داری نداشته است، بنابراین دلیل این اختلاف احتمالاً بایستی مربوط به عوامل تغذیه ای و یا تفاوتهای بافتهای بدن هر گونه ماهی باشد. بطوریکه در این خصوص بنظر می رسد که میزان چربی بافتها نیز می تواند عامل مهمی در تجمع آلاینده ها در اندام های مختلف مانند استخوان، مغز، عضله، آبشش، گناد و کبد باشد (Farkas *et al.* 2003). در خصوص تجمع فلزات سنگین در بافت بدن ماهی مطالعات زیادی صورت گرفته که نشان می دهد هر فلز ممکن است تجمع بیشتری در یک اندام بخصوص داشته باشد. نتایج حاصله از بررسی حاضر نشان داد که میزان فلزات سنگین در کبد بیشتر از عضله می باشد (جدول ۷-۳). در این خصوص می توان به دلایل ذیل اشاره کرد:

۱- کبد بافتی است که به تنظیم تمام ترکیبات فلز روی در بدن کار می کند.

۲- قابلیت تجمع پذیری در کبد نسبت به عضله برای فلزات سنگین بیشتر می باشد.

۳- روی تجمع پذیری بیشتری در کبد داشته و بعنوان ارزش غذایی محسوب می شود ولی کروم نقش آلایندگی داشته و بیشتر در عضله و مری یافت می شود.

در نتایج مطالعات Wichlund (1990) اعلام شده که فلز روی بطور عمده در استخوانها، پوست و ماهیچه ها و به میزان کمتری در کبد، کلیه و بیضه ها تجمع می یابد. طبق بررسی Kuoreshima (1992) کلیه اندام اصلی برای تجمع کادمیوم است. مطابق مطالعات Chale (2002) کادمیوم بطور کلی در موجودات آبزی در حد ppb می باشد، به این دلیل تکنیکهای بکار گرفته شده در آزمایشگاه تنها قادرند میزان این فلز را در مقیاس ppm اندازه گیری کنند. به همین دلیل میزان این فلز در بافت عضلانی ماهی در مقایسه با سه فلز دیگر خیلی پایین تر می باشد (در حدود µg/g ۰/۰۵).

جلالی و آقازاده مشکی (۱۳۸۵) در این خصوص بیان می کنند که سرب در کلیه و ماهیچه ماهیان تجمع می یابد و اتصال آن با موکوس مکانیسمی مهم برای تجمع و دفع آن است. تجمع بیشتر فلزات را در بافتهایی نظیر کبد، کلیه و آبششها در مقایسه با بافت ماهیچه (با فعالیت متابولیک پایین) تفسیر می نمایند (Filazi *et al*., 2003). نظر به اینکه بافت عضله ماهی نقش مهم در تغذیه انسان دارد، لزوم اطمینان از سلامت آن مورد بررسی قرار گرفت. میزان اندازه گیری شده غلظت فلزات سنگین مطابق جدول ۸-۳ نشان می دهد که از استانداردهای جهانی نظیر WHO، NHMRC و UK کمتر است. در مطالعه امینی رنجبر و ستوده نیا در سال ۱۳۸۴ در منطقه فریدون کنار میزان عناصر روی، سرب و کادمیوم در عضله ماهی کفال به ترتیب ۱۴/۳۲ و ۲/۳۳ میکروگرم بر گرم اعلام شد که در مقایسه با نتایج حاضر (جدول ۸-۳) مقادیر بیشتر بود که احتمالاً مربوط به بالا بودن مقدار این فلزات در آب و رسوب منطقه فریدون کنار در مقایسه با سواحل استان می باشد. آنها رابطه میزان تجمع فلزات روی و کادمیوم را در بافت عضله ماهی با عوامل طول استاندارد، وزن و سن مثبت و معنی داری تشخیص دادند. لیکن این نتایج آماری در ارتباط با میزان تجمع سرب معنی دار نبود. در مطالعه حاضر روابط مذکور در مقایسه با نتایج حاصل از بررسی های انجام شده توسط امینی رنجبر و ستوده نیا (۱۳۸۴) کمی متفاوت بود. بطوریکه رابطه سن با میزان دو فلز کادمیوم و کروم معنی دار بوده ولی برای دو فلز سرب و روی رابطه معنی داری وجود نداشت ($P>0/05$، نمودار ۲۱-۳).

طبق مطالعات جلالی و آقازاده مشکی (۱۳۸۵) اثر آلاینده ها به عواملی از قبیل میزان مصرف آنها، شرایط فیزیکی محیط مانند دما، زمینه زیستی، موضع اثر، سن، جنس و غیره بستگی دارد. طبیعتاً در این خصوص به

دلایل خاصی نمی توان اشاره کرد اما بهر حال خیلی از موارد اشاره شده در بررسی جلالی و آقازاده مشکی برای ماهی کپور نسبت به دو گونه دیگر متفاوت می باشد.

بررسی سطح فلزات سنگین در عضله ماهیان برای مناطق مختلف نشان داد که کمترین تفاوت منطقه ای در سطح فلز سرب مربوط به ماهی کفال و بیشترین تفاوت منطقه ای مربوط به ماهی سفید بود، در حالیکه برای ماهی کپور اختلاف معنی داری در بین مناطق مورد بررسی وجود نداشت. در آنالیز رسوبات مناطق مورد مطالعه سرب بعد از فلز روی بیشترین مقدار را داشت.

مطالعات جلالی و آقا زاده مشکی (۱۳۸۵) نشان داد که فلز سرب بیشتر در سطح بستر تجمع یافته و میزان آن ۴ برابر بیش از سرب موجود در آب می باشد. از طرفی همانطور که قبلاً اشاره شد، طبق مطالعات Langston&Spence (1995) یکی از عوامل مؤثر در تراکم فلزات در بدن ماهی رژیم غذایی می باشد. از آنجائیکه ماهی کپور همه چیز خوار بوده و بالغین اساساً از بی مهرگان، مواد خرده ریز بستر، مواد گیاهی و تخم ماهی تغذیه می کنند (Becker, 1993). چنین بنظر می رسد برای موجودی همه چیز خوار تفاوتی در توزیع منابع غذایی وجود نداشته باشد که سبب اختلاف سطح فلزات شود.

در مورد ماهی کفال منطقه تالاب گمیشان با منطقه خلیج گرگان و ساحل غربی اختلاف معنی داری مشاهده شد ($P < ۰/۰۵$) و بیشترین مقدار فلز سرب مربوط ماهیان صید شده در تالاب گمیشان بود. تردد زیاد قایقهای صیادی، فعالیت شکار در تالاب گمیشان با اسلحه شکاری، رنگ آمیزی بدنه قایقها در منطقه ساحلی مجاور تالاب، منتهی شدن کانالهای زهکش زمینهای کشاورزی در این خصوص مهم بشمار می رود.

طبق بررسی های Moore&Ramamoorthy (1984) سرب عموماً در تمامی اشکال از جمله آرسنات سرب در تولید سموم دفع آفات، بصورت ترا اتیل سرب و ترا متیل سرب که بعنوان عامل بهسوزی بنزین مورد استفاده قرار می گیرند، وجود دارد. بدین ترتیب مشخص می شود که از سوخت قایقها، اسلحه شکارچیان و زهکش کشاورزی و رنگ مورد استفاده در رنگ آمیزی قایقها میزان قابل توجهی سرب وارد منطقه تالاب می شود. در مورد سطح فلز سرب در ماهی سفید بین تمام مناطق مورد بررسی اختلاف معنی داری وجود داشت ($P<۰/۰۵$). علی رغم اینکه سطح فلزات مورد بررسی در آب در رسوب مناطق مختلف اختلاف معنی داری مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$).

مشاهده تفاوت معنی داری سطح فلز سرب در بافت عضله ماهی سفید احتمالاً مربوط به رژیم غذایی این گونه باشد.

غلظت سرب اندازه گیری شده در تحقیق فاضلی و همکاران (۱۳۸۴) برای مناطق گیلان، مازندران و گلستان به ترتیب ۲۱، ۲/۵ و ۳ میلی گرم بر کیلوگرم بدست آمد که در مقایسه با تحقیق حاضر (جدول ۲۱-۳) غلظت فلزات مذکور در سطح بالاتر بودند. پایین بودن نتایج در تحقیق حاضر در مقایسه با مطالعات صورت گرفته مربوط به همین استان در سال ۱۳۸۳ شاید به دلیل تفاوت در تعداد ایستگاهها، محل نمونه برداری و تعداد نمونه های مورد بررسی باشد، البته گذشت زمان، تغییرات عوامل جوی و فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب در این خصوص نیز تأثیر گذار می باشد. قابل ذکر است که در بررسی های انجام شده توسط Jaffar و همکاران (۱۹۹۸) بر روی بافت عضله ۱۷ گونه ماهی از جمله کفال در سواحل پنجاب هند دامنه میانگین ۴۵/۱۶ تا ۰/۷۶ میلی گرم کیلوگرم بود که از مقدار اندازه گیری شده در تحقیق حاضر بیشتر است. نتایج حاصل از آنالیز همبستگی میزان تجمع فلزات سنگین در بافت عضله ماهی کپور با سن معنی دار نبود ($P>0/05$، نمودارهای ۱۷-۳ و ۱۸-۳). در حالیکه همین آنالیز همبستگی در ماهی سفید برای غلظت فلز سرب با سن رابطه معنی داری نشان داد ($P<0/05$، نمودارهای ۱۹-۳ و ۲۱-۳). بطوریکه با افزایش سن متوسط غلظت سرب در بافت عضله افزایش پیدا کرد (نمودار ۲۰-۳).

رژیم غذایی ماهی سفید شامل سخت پوستان، نرمتنان مانند گاماروس و Mytileste است. یعنی ماهی سفید گوشتخوار می باشد (رضوی صیاد، ۱۳۷۴). با توجه به نوع رژیم غذایی و همانطور که قبلاً اشاره شد میزان سرب موجود در رسوب بستر ۴ برابر بیشتر از آب می باشد. ماهی سفید عمدتاً از کف بستر تغذیه می کند که خود باعث جذب بیشتر سرب از بستر می شود. در روند ارتباطات زنجیره غذایی، فلز سرب به بدن ماهی منتقل شده و با افزایش سن رژیم گوشتخواری ماهی غالبیت پیدا کرده و ماهیان مسن تر با تغذیه بیشتر از سخت پوستان و نرم تنان موجب تثبیت بیشتر سرب در بافت عضله می شوند.

جدول ۱-۴- میزان استاندارد فلزات سنگین در غذاهای دریایی (ppm)

استانداردها و مناطق	Pb	Cd	Cr	Zn	منبع
WHO	-	۰/۲	۱۰	۱۰۰	Pourang *et al.*, 2004
NHMRC	۱/۵	۰/۰۵	۱۰	۱۵۰	"
UK (MAFF)	۲	۰/۲	۲۰	۵	"
عضله ماهی *Liza auratus* در سواحل جنوبی	۰/۳۲۱	۲/۳۳۷	۰/۹۹۶	۱۴/۳۲۷	"
عضله کپور (*Cyprinus carpio*) در سواحل گلستان	۰/۰۷	۰/۰۳	-	۲/۲۷۶	مطالعه حاضر
عضله سفید (*Rutilus frisii kutum*) در سواحل گلستان	۰/۰۸	۰/۰۸۵	-	۲/۱۱۵	مطالعه حاضر
عضله کفال (*Liza auratus*) در سواحل گلستان	۰/۰۵۸	۰/۰۲۸	-	۲/۳۵۱	مطالعه حاضر

۵- نتیجه گیری کلی

با توجه به جداول و نمودارهای ارائه شده در قسمت نتایج این پروژه و با توجه به استانداردهای ارائه شده از سوی سازمانهای متولی سلامت مثل سازمان جهانی غذا و کشاورزی (FAO)، سازمان جهانی بهداشت (WHO) و استانداردهای زیست محیطی جهانی که مقادیر استاندارد فلزات سنگین از جمله سرب و کادمیوم در آب و مواد غذایی را به ترتیب ۴۰۰-۲۰ ppb، ۵۰۰ppb، ۴۰۰-۲۰ ppb و ۵۰ ppb پیشنهاد می نمایند (FAO/WHO, 1990؛ Linneman و همکاران، ۱۹۷۳) و از آنجائیکه منطقه مورد بررسی بر اساس اطلاعات سازمان محیط زیست کشور جزء یکی از مناطق حساس اکولوژیک و زیست محیطی کشور می باشد، نتایج تحقیق حاضر نشان می دهد که خوشبختانه آلودگی سرب، کادمیوم و کروم در آب و ماهیان مورد بررسی (سفید، کپور و کفال) وجود ندارد که این موضوع برای سلامتی جامعه انسانی مصرف کننده از ماهیان مذکور امیدور کننده است و لیکن اگر به روند تغییرات میزان آلودگی فلزات سنگین مورد بررسی بر طبق تحقیقات انجام شده در گذشته و حال در دریای خزر توجه گردد، روند رو به افزایش در میزان آلودگی این فلزات مشاهده می شود که نگرانی جدی را برای منطقه به لحاظ اکولوژیک و هم به لحاظ سلامت عمومی مردم بوجود می آورد و لذا متولیان زیست محیطی و بهداشت سلامت جامعه انسانی بایستی به فکر چاره اندیشی باشند که علل مختلفی را در این خصوص می توان دخیل دانست، از جمله:

۱- وجود صنایع در استان که بدون برنامه ریزی زیست محیطی مستقر شده و سیستمی برای تصفیه فاضلاب صنعتی و پسماند ایجاد ننموده اند.

۲- سرریز شدن پسآب خانگی از طریق جوی های خیابانی به رودخانه ها و در نهایت به دریا.

۳- مصرف بی رویه سموم کشاورزی و کودهای شیمیایی که در نتیجه آلودگی خاک و آب را در پی دارند، خصوصاً مزارع شالیزاری منطقه استان گلستان و مازندران.

۴- برداشت از معادن بالادست رودخانه ها و ... که پسماند و سرریز آنها وارد رودخانه های منطقه و در نتیجه دریا می شوند.

۵- تردد قایقهای موتوری در منطقه دریایی خصوصاً در فصل صید که بنزین و روغن و ... خود را به علت سهل انگاری وارد آب حاشیه منطقه می نمایند.

۶- تخلیه پساب های صنعتی بدور از چشم محیط زیست به حاشیه دریا و رودخانه های منطقه.

۷- محتویات دور ریز سلاح شکارچیان منطقه که در بیشتر مواقع سال (به شکل قانونی و غیرقانونی) فعال می باشند مثل پوکه، باروت و ...

از سوی دیگر بررسی جداول و نمودارها در خصوص میزان فلز روی، بیانگر این مطلب است که این فلز سطح بیشتری را نسبت به دیگر فلزات مورد ارزیابی در ماهیان منطقه داشته و از آنجائیکه این فلز در بحث سم شناسی زیست محیطی جزء فلزات Redox active بوده و بصورت فعال در محیط هایی (شرایط بدنی) قابلیت تبدیل به ترکیبات فعال Reactive Oxygen Species (ROS) را دارد که این دسته ترکیبات زمینه بروز اختلالات مختلف مثل بیماریهای متفاوت انسانی و جانوری را سبب می گردند (جلالی و آقازاده مشکی، ۱۳۸۵). لذا بایستی این موضوع مورد توجه و نظر مسئولین قرار گرفته و در پی علت این افزایش سطح باشند که می توان علل قید شده در خصوص سایر فلزات مورد ارزیابی را برای این فلز نیز در نظر گرفت.

همچنین با توجه به جداول ارائه شده خصوصاً جداول ۱-۳ تا ۶-۳ که مقادیر عناصر مورد ارزیابی را در مناطق مورد بررسی نشان می دهد، مشخص می گردد که بطور کلی سطح فلزات در رسوب نسبت به آب و ماهی بالاتر می باشد و این امر به این دلیل است که فلزات سنگین قدرت تجمع در رسوبات را دارند. بالاترین سطح فلز مورد ارزیابی در تمام مناطق و در تمام نمونه ها مربوط به فلز روی می باشد، از طرف دیگر سایر فلزات مورد ارزیابی نیز در نمونه های رسوب نسبت به ماهی و آب سطح بالاتری را نشان می دهند، اگر چه این روند افزایشی در رسوب نسبت به آب و ماهی یک روند طبیعی می باشد که آن نیز به علت افزایش جرم اتمی این گروه فلزات و قابل ته نشینی آنها در آب می باشند. پدیده زمان یک فاکتور خیلی حائز اهمیت در این خصوص می باشد، زیرا میزان فلزات مذکور در رسوب به شدت تابع وزن، جرم و گذشت زمان می باشد ولی در آب تابع شرایط حال و در ماهی تابع شرایط سنی (طول عمر زندگی ماهی) و آلودگیهای جدید می باشد.

نکته حائز اهمیت این است که میزان بالای فلزات مورد بررسی در رسوب می تواند شدیداً نگران کننده باشد، چرا که در اثر جریانهای دریایی فلزات تازه ته نشین شده توانایی جابجایی و قابلیت همگن شدن با محیط آبی را داشته و دارند، بویژه ماهیان کف زی خوار همانند ماهی کپور و کفال چون از موجودات کفزی تغذیه می کنند، می توانند تجمع زیادتری از این فلزات خطرناک را داشته و در نتیجه آلودگی های این ماهیان به فلزات سنگین

خطرات جدی را برای سلامت مصرف کنندگان منطقه به دنبال خواهند داشت. نکته دیگر اینکه در آنالیزهای رسوب فلزات سنگین اختلاف معنی داری مشاهده نشده است، پس می توان نتیجه گرفت که میزان فلزات سنگین در رسوبات روند عادی و یکنواخت داشته و ناهنجاری یا تغییرات در رسوبات مشاهده نشده است (نمودارهای ۱۰-۳ الی ۲۱-۳) و اگر در بافت ماهیها ناهنجاری مشاهده شود مربوط به رسوبات نبوده و باید منشاء آن را در آلایندهای آب و هوا جستجو نمود.

پیشنهادها

اندازه گیری ادورای و منطقه ای و همه جانبه فلزات سنگین در آب و آبزیان منطقه

۱- بررسی سالانه میزان فلزات سنگین در بافت عضله ماهیان مختلف دریای خزر

۲- تجهیز نمودن آزمایشگاه محیط زیست و مراکز بهداشت استان به منظور اندازه گیری فلزات سنگین توسط دستگاههای معمول مثل جذب اتمی بدون شعله، IC کروماتوگراف و هیدروگراف

۳- حمایت از تحقیقات منطقه ای و مقطعی در خصوص آنالیز فلزات سنگین

٤- مدیریت حفاظت منابع آب و آبزیان در منطقه و استان

۵- سازمانهای متولی سلامت از جمله مراکز تحقیقات کشاورزی، برنج، شیلات، محیط زیست و وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی که تعهد سیاسی در قبال سلامتی جامعه دارند، با کادری کارشناسی عوامل و منابع آلاینده محیطی را مشخص کرده و اقدامات لازم را جهت دسترسی جامعه به مواد غذایی سالم فراهم آورند.

٦- آموزش بهداشت محیط زیستی و تغذیه ای به مردم

۷- ایجاد یک بانک اطلاعاتی در سطح استان و همکاری با استانهای همجوار حاشیه دریای خزر تا پروژه های مشابه را تحت حمایت مالی قرار داده و از نتایج آن استفاده عملیاتی شود.

۸- استفاده از تجارب سایر کشورهای پیشرو در زمینه حفاظت محیط زیست آبزیان از جمله ژاپن و ... که شرایط آب و هوایی مشابه ایران دارند و نیز بررسی چگونگی و متدهای منتج به نتایج موفق آنان.

۹- نظر به اینکه آب وهوا نقش مهمی در افزایش بار آلایندگی فلزات سنگبن داشته لذا لازم است در حوزه آب خیز رودخانه های استان بررسی فلزات سنگین در آب وبستر به طور مستمر مورد بررسی قرار گیرد.

۱۰- بررسی وضعیت رسوب گذاری در(درپرفیل) بستر مناطق صید تجاری دریای خزر جهت پی بردن به روند رسوب گذاری آلاینده های فلزات سنگین در طول دوره های زمانی در مدیریت زیست محیطی ضروری بنظر میرسد.

تشکر و قدردانی

لذا در پایان ضمن تشکر از حمایت کنندگان این پروژه و تمامی همکارانی که ما را در انجام این پروژه یاری نموده اند، از متولیان سلامت خصوصاً سازمان محیط زیست، بهداشت و درمان، استانداری و ... درخواست می کنیم پروژه هایی را بصورت ادورای برای منطقه مورد نظر تعریف و مورد حمایت قرار دهند تا بصورت متمرکز ارزیابی از شرایط موجود و همچنین به دنبال علت یابی روند افزایش عوامل آلاینده خصوصاً فلزات سنگین در منطقه باشند چرا که حمایت اکولوژیکی منطقه برای تمامی متولیان سیاسی و سلامت استان و کشور و مردم منطقه مؤید اهمیت موضوع می باشد.

پیوست

لیست صنایع و کارخانجات استان

(جزء آلاینده های کادمیوم، کروم، روی، سرب)

آلاینده کادمیوم:

۱. معدن رشد گرگان، شهرک صنعتی آق قلا، نام محصول: دی کلسیم فسفات.

۲. کیمیا کود گلستان، شهرک صنعتی علی آباد، نام محصول: سوپر فسفات ساده، سوپر فسفات تریپل، بسته بندی انواع کود کامل.

۳. معدن شبمی گلستان، شهرک صنعتی آق قلا، نام محصول: دی کلسیم فسفات، مونو کلسیم فسفات.

۴. تعاونی کار نابینایان گرگان، گرگان ، خیابان حنیف نژاد، مرکز توانبخشی نابینایان گرگان ۷۹۰ ، نام محصول: نایلون.

۵. شهرک صنعتی آق قلا، نام محصول: ورق فیلم پلاستیکی و انواع کیسه نایلکس.

۶. تولیدی ثمر گرگان، شهرک صنعتی آق قلا، نام محصول: انواع کیسه پلاستیک.

۷. تعاونی ۴۱۴ ، تولیدی ظروف ملامین سرکلاته، کردکوی روستای سرکلاته، نام محصول: ظروف ملامین.

۸. آران پلاستیک گرگان، اول نهارخوران ، نبش عدالت ۵۳ ، نام محصول: ظروف یکبار مصرف، پلاستیک، بطری پت PET ، قطعات پلاستیکی بادی.

۹. دژ پلاستیک گلستان، شهرک صنعتی آق قلا، نام محصول: قطعات پلاستیکی بادی، نایلون نایلکس، قطعات پلاستیکی تزریقی، گرانول پلی اتیلن و . . .

۱۰. تعاونی تولیدی و صنعتی بهشویان مینودشت، مینودشت، نام محصول: قطعات پلاستیکی تزریقی.

۱۱. ابریشم گلستان شمال، رامیان، میدان ولی عصر، روبروی شهرک ملچ آباد، نام محصول: قطعات پلاستیکی تزریقی، کیسه نایلون.

۱۲. ظروف یکبار مصرف، شهرک صنعتی بندر گز.

۱۳. شیمیایی گل سم گرگان، شهرک صنعتی بندر گز، نام محصول: کود کامل به صورت محلول (مایع و جامد)، انواع حشره کش خانگی (به صورت پودر)، انواع سموم دفع آفاتی نباتی(حشره کشها) سموم علف کشها به صورت مایع ، بطری های پت PET.

۱۴. تولیدی پارس پلاستیک، رامیان ، دلند، خ سید جمال الدین سید آبادی، نام محصول: قطعات پلاستیکی تزریقی.

۱۵. صنایع بسته بندی فجر گلستان، شهرک صنعتی مینودشت، نام محصول: ظروف حلبی، ظروف یکبار مصرف، کارتن بسته بندی، ورق پلی استایزن.

۱۶. شهرک صنعتی آق قلا، نام محصول: قطعات پلاستیکی تزریقی، قطعات پلاستیکی بادی، قالب سازی (قالب دستگاههای تزریقی).

۱۷. صنایع جلیس پلاستیک گلستان، شهرک صنعتی آق قلا، نام محصول: قطعات پلاستیکی تزریقی.

۱۸. رامتین صنعت گلستان، تخشی محله، نام محصول: قطعات پلاستیکی تزریقی، بازیافت ضایعات پلاستیکی.

۱۹. فضل گلستان، گمیشان، ناحیه صنعتی بناور، نام محصول: قطعات پلاستیکی بادی، فیلم پلاستیکی، کیسه نایلون.

۲۰. انزان پلاستیک، بندرگز، نام محصول: قطعات پلاستیکی تزریقی.

۲۱. تعاونی پلاستیک ممتاز فجر، گنبد کاووس، روستای سارلی سفلی نام محصول: پلاستیکی به صورت نوار، کیسه نایلون، انواع شیلنگ پلاستیکی.

۲۲. تولیدی ظروف پلاستیک مهتاب ، آق قلا، روستای یامپی، نام محصول: ظروف یکبار مصرف (پلاستیک).

۲۳. آبگون پلاستیک سپهر، شهرک صنعتی آق قلا، مجتمع کارگاهی ، نام محصول: کیسه نایلون.

۲۴. رامیان روستای نقی آباد، قطعات پلاستیکی تزریقی.

۲۵. فاضل آباد، خ مطهری، نبش مطهری هفتم، نام محصول: کیسه نایلون.

۲۶. تعاونی تولیدی مصنوعات پلاستیکی ایثار پلاستیک قابوس، گنبد، روستای تقی آباد، نام محصول: قطعات پلاستیکی تزریقی.

۲۷. تعاونی ظروف یکبار مصرف آبنوش گنبد، شهرک صنعتی گنبد نام محصول: ظروف یکبار (پلاستیک).

۲۸. تعاونی پلاستیک سازی فردا پدید خاور میانه، رامیان، ک ۶ جاده علی آباد به آزادشهر، روستای مازیاران، نام محصول: قطعات پلاستیکی تزریقی، قطعات پلاستیکی بادی.

۲۹. کلاله، خ امام خمینی، جنب پمپ بنزین، نام محصول: انواع موزائیک، لوله های سیمانی.

۳۰. فرآورده های بتونی گرگان، شهرک صنعتی آق قلا، نام محصول: بلوک دیواری، بلوک سقفی، تیرچه زیگزاگ سیمانی، کفپوش سیمانی، موزائیک.

۳۱. بندر ترکمن، خ شهید میرزایی شرقی پ ۳۱ ، موزائیک.

۳۲. علی آباد، ج گرگان، موزائیک، فرینز.

۳۳. علی آباد، خ شهید بهشتی، موزائیک.

۳۴. علی آباد، خ طالقانی، موزائیک.

۳۵. موزائیک قائم، گرگان، خ گنبد ک ۲ جنب خط فیض آباد، موزائیک.

۳۶. علی آباد فاضل آباد، ابتدای بلوار، روبروی کارواش، نام محصول: موزائیک.

۳۷. تولیدی کاشی و سرامیک گرگان، گرگان، جاده نصرآباد.

۳۸. ناحیه صنعتی بناور، نام محصول: درب و پنجره پیش ساخته فلزی، بلوک دیواری، بلوک سقفی، تیرچه زیگزاگ سیمانی، کفپوش سیمانی، موزائیک، قطعات تزئینی بتونی.

۳۹. بندرگز، خ شهید امیر لطیفی، موزائیک.

۴۰. کردکوی، بلوار امام رضا غربی، موزائیک.

۴۱.کردکوی، خ شهید عباس پور، مصالح ساختمانی مدامی.

۴۲. گرگان، خ میر کریم پلاک ۴ و ۶، موزائیک.

۴۳. گنبد، بلوار امام زاده، جنب شرکت بانیار، بلوک دیواری، بلوک سقفی، موزائیک.

۴۴. گنبد، امام جنوبی، جنب دادگستری، خ استاد شهریاری، نام محصول: کفپوش سیمانی، موزائیک.

۴۵. گرگان پیچ ستاد، کوچه پشت دبیرستان سعدی، مجتمع صبا، ط ۳ ، نام محصول: کفپوش سیمانی، موزائیک.

۴۶. کلاله، بالاتر از دانه های روغنی، نام محصول: بلوک دیواری، بلوک سقفی، تیرچه زیگزاگ سیمانی، کفپوش سیمانی، موزائیک.

۴۷. گنبد، خ باهنر غربی، چهار راه فردوسی پ ۱۳ ، بلوک سقفی، کفپوش سیمانی، موزائیک.

۴۸. تولیدی ساختمانی جهان توان گلستان، گنبد، بلوار امامزاده، بلوک سقفی، کفپوش سیمانی، موزائیک.

۴۹. گنبد، ۱۶ متری صاحب الزمان ، نام محصول: بلوک دیواری، بلوک سقفی، کفپوش سیمانی، موزائیک.

۵۰. گرگان جاده نصرآباد، قبل از پل سمت چپ، نام محصول: کفپوش سیمانی، موزائیک.

۵۱. گرگان، بلوار دانشجو، نام محصول: کفپوش سیمانی، موزائیک.

۵۲. کردکوی سه راه سیاقی، نام محصول: کفپوش سیمانی، موزائیک، لوله بتونی غیر مسلح

۵۳. صنایع ذوب شمال، شهرک صنعتی آق قلا، انواع ریخته گری فولاد و آهن، ریخته گری چدن نشکن، چدن خاکستری، ماشین آلات درجه بندی میوه، اکسل های جلو و عقب.

۵۴. گرگان، جرجان، مقابل اداره راه وترابری، کارگاه پروفیل آلومینیوم.

۵۵. گرگان، خ شهید بهشتی، مقابل شهرک امام، ۲۰ متری رجب نژاد، نام محصول: ریخته گری قطعات آهن.

۵۶. گرگان، خ شهید بهشتی مقابل پمپ بنزین داخل گاراژ، ریخته گری قطعات چدنی، ریخته گری آلومینیوم.

۵۷. تعاونی تولیدی فرآورده های فولادی، کیلومتر ۳۰ جاده مشهد، جاده تیمور آباد، انواع دانه های شکسته فولادی(گریت)، سامچه های فولادی شات بلاست.

۵۸. گدازشگر هیرکانیا، شهرک صنعتی علی آباد، ریخته گری چدن نشکن.

۵۹. صنعتی آرتا رباط سازان، شهرک صنعتی آق قلا، ریخته گری آلومینیوم.

۶۰. گرگان فلز، گرگان ک ۱۲ جاده سازی، ریخته گری آلومینیوم.

۶۱. صنعتی کارگستران فولاد (سهامی خاص)، شهرک صنعتی آق قلا، ورق فلزی کرکره ای، برشکاری انواع ورق گالوانیره.

۶۲. تعاونی تولیدی گلستان آوای گنبد، رامیان، روستای قره قاچ، فیلم پلاستیکی، قطعات پلاستیکی تزریقی، قطعات پلاستیکی بادی.

۶۳. رقیق تراش گلستان، شهرک صنعتی آق قلا، قطعات پلاستیکی بادی.

۶۴. شهرک صنعتی گنبد، خ خواجه عبدالله انصاری پ ۱۰۲، بازیافت ضایعات گلستان.

۶۵. گنبد روبروی پارک شادی ، گرانول پلی اتیلنی، ظروف یکبار مصرف (پلاستیک)، قطعات پلاستیکی تزریقی، قطعات پلاستیکی بادی، بازیافت ضایعات پلاستیک.

۶۶. آق قلا، ک ۱ جاده گرگان، روبروی روستای شور حیات، بازیافت خرده های فلزی، بازیافت ضایعات گلستان.

۶۷. زمین پاک ترکمن، ناحیه صنعتی بناور، بازیافت ضایعات پلاستیک، گرانول پلی اتیلن.

آلاینده سرب:

۱. تعاونی وحدت کار خزر، شهرک صنعتی بندرگز.

۲. گرگان خ گلشهر شهرک ایثار، نام محصول: شیشه خم،حباب شیشه ای برای لامپ های الکتریکی.

آلاینده روی:

۱. گنبد، روبروی پارک شادی ، گنبد، خ جامی غربی پ ۲۰۴ نام محصول: درب و پنجرهupvc، انواع شیشه دوجداره.

۲. باطری صاعقه کردکوی، ناحیه صنعتی بناور ، باطری خودرو.

آلاینده کروم:

۱. طیف گستر گرگان ناحیه صنعتی بناور، نام محصول: انواع رنگ ساختمانی، انواع رنگ صنعتی ۱، رنگ ترافیک.

۲. پویندگان شیمی کار، شهرک صنعتی آق قلا، انواع سموم و علف کشها.

۳. تولیدی بهار دشت گرگان، آق قلا، روستای سقر تپه، نام محصول: کود آلی گوگردی.

۴. ساخت کاغذ و محصولات کاغذی، گرگان روستای فیض آباد.

۵. ظروغ یکبار مصرف، شهرک صنعتی بندرگز.

۶. جهان نوش گلستان، شهرک صنعتی مینودشت ،نام مجصول: قطعات پلاستیکی بادی.

آلاینده کروم، کادمیوم، سرب:

۱. بهرنگ گلستان، گرگان، شهرک صنعتی شهید هزار جریبی، نام محصول: رنگ روغن، رنگ پلاستیک، رنگ نما، رنگ ترافیک، رنگ ابوکسی، رنگ تفلون، رنگ پودری.

۲. آق رنگ، شهرک صنعتی آق قلا، نام محصول: رنگ روغن، رنگ پلاستیک.

۳. آق رنگ(مکمل)، شهرک صنعتی آق قلا، رنگ ترافیک، رنگ نیتروسلولزی.

آلاینده کروم، کادمیوم، روی:

۱. آبکاری نمونه گلستان، شهرک صنعتی آق قلا، آبکاری فلزات.

۲. گرگان شهرک امام کوچه ۲۰ متری، عملیات صنعتی روی فلزات.

۳. زرین آبکاری رنگین، گرگان، نصرآباد ، پروفیل آلومینیوم، آبکاری فلزات (plating).

آلاینده کروم و کادمیوم:

۱. گرگان، ناحیه صنعتی هزارجریبی، ظروف پلاستیکی، قطعات تزئینی از پلاستیک.

۲. گرگان، چاله باغ، قدس یکم، ظروف پلاستیکی، قطعات تزئینی از پلاستیک.

۳. خزر آبکاری، گرگان روبروی شهرک امام، مهندس زمانی، آبکاری کروم و نیکل.

۴. سازه های ماندگار گلستان، گرگان بلوار جرجان، آبکاری فلزات.

جداول آنالیز سرب در آب چهار منطقه در فصل زمستان

Tukey's Multiple Comparison Test	Mean Diff.	q	P value	95% CI of diff
talab vs khalij	34.71	0.8491	P > 0.05	-156.6 to 226.1
talab vs gharbi	75.22	1.840	P > 0.05	-116.1 to 266.6
talab vs sharghi	99.79	2.441	P > 0.05	-91.57 to 291.1
khalij vs gharbi	40.51	1.108	P > 0.05	-130.6 to 211.7
khalij vs sharghi	65.08	1.780	P > 0.05	-106.1 to 236.2
gharbi vs sharghi	24.57	0.6720	P > 0.05	-146.6 to 195.7

ANOVA Table	SS	df	MS
Treatment (between columns)	14480	3	4826
Residual (within columns)	28080	7	4011
Total	42550	10	

One-way analysis of variance	
P value	0.3764
P value summary	ns
Number of groups	4
F	1.203
R squared	0.3402

جدول آنالیز سرب در آب چهار منطقه در فصل بهار

Tukey's Multiple Comparison Test	Mean Diff.	q	P value	95% CI of diff
talab vs khalij	11.66	0.7924	P > 0.05	-47.16 to 70.48
talab vs gharbi	1.890	0.1284	P > 0.05	-56.93 to 60.71
talab vs sharghi	65.61	4.459	P < 0.05	6.792 to124.4
khalij vs gharbi	-9.770	0.7423	P > 0.05	-62.38 to42.84
khalij vs sharghi	53.95	4.099	P < 0.05	1.341 to 106.6
gharbi vs sharghi	63.72	4.841	P < 0.05	11.11 to 116.3

ANOVA Table	SS	df	MS
Treatment (between columns)	16410	3	5470
Residual (within columns)	18710	18	1039
Total	35120	21	

One-way analysis of variance	
P value	0.0088
P value summary	**
Number of groups	4
F	5.263
R squared	0.4673

جداول آنالیز سرب در آب چهار منطقه در فصل تابستان

Tukey's Multiple	Comparison Test	Mean Diff.	q	P value95% CI of diff
talab vs khalij	48.76	3.21	P > 0.05	-22.23 to119.7
talab vs gharbi	39.89	2.630	P > 0.05	-31.10 to 110.9
talab vs sharghi	14.60	0.9627	P > 0.05	-56.39 to 85.59
khalij vs gharbi	-8.870	0.6539	P > 0.05	-72.36 to 54.62
khalij vs sharghi	-34.16	2.518	P > 0.05	-97.65 to 29.33
gharbi vs sharghi	-25.29	1.864	P > 0.05	-88.78 to 38.20

ANOVA Table	SS	df	MS
Treatment (between columns)	3823	3	1274
Residual (within columns)	3864	7	552.0
Total	7687	10	

One-way analysis of variance	
P value	0.1632
P value summary	ns
Number of groups	4
F	2.309
R squared	0.4974

جداول آنالیز کادمیوم در آب چهار منطقه در فصل زمستان

Tukey's Multiple	Comparison Test	Mean Diff.	q	P value95% CI of diff
talab vs khalij	-5.110	0.7576	P > 0.05	-36.68 to26.46
talab vs gharbi	-10.96	1.625	P > 0.05	-42.53 to 20.61
talab vs sharghi	-4.710	0.6983	P > 0.05	-36.28 to 26.86
khalij vs gharbi	-5.850	0.9697	P > 0.05	-34.09 to 22.39
khalij vs sharghi	0.4000	0.06631	P > 0.05	-27.84 to 28.64
gharbi vs sharghi	6.250	1.036	P > 0.05	-21.99 to 34.49

ANOVA Table	SS	df	MS
Treatment (between columns)	152.0	3	50.65
Residual (within columns)	764.2	7	109.2
Total	916.2	10	

One-way analysis of variance	
P value	0.7164
P value summary	ns
Number of groups	4
F	0.4640
R squared	0.1659

جداول آنالیز کادمیوم در آب چهار منطقه در فصل بهار

Tukey's Multiple	Comparison Test	Mean Diff.	q	P value95% CI of diff
talab vs khalij	-1.560	0.1507	P > 0.05	-42.93 to 39.81
talab vs gharbi	10.04	0.9701	P > 0.05	-31.33 to 51.41
talab vs sharghi	6.630	0.6406v	P > 0.05	-34.74 to 48.00
khalij vs gharbi	11.60	1.253	P > 0.05	-25.40 to 48.60
khalij vs sharghi	8.190	0.8847	P > 0.05	-28.81 to 45.19
gharbi vs sharghi	-3.410	0.3684	P > 0.05	-40.41 to 33.59

ANOVA Table	SS	df	MS
Treatment (between columns)	509.6	3	169.9
Residual (within columns)	9255	18	514.2
Total	9764	21	

One-way analysis of variance	
P value	0.8035
P value summary	ns
Number of groups	4
F	0.3303
R squared	0.05218

جداول آنالیز کادمیوم در آب چهار منطقه در فصل تابستان

Tukey's Multiple	Comparison Test	Mean Diff.	q	P value95% CI of diff
talab vs khalij	28.49	2.422	P > 0.05	-26.58 to 83.56
talab vs gharbi	40.97	3.483	P > 0.05	-14.10 to 96.04
talab vs sharghi	46.63	3.964	P > 0.05	-8.438 to 101.7
khalij vs gharbi	12.48	1.186	P > 0.05	-36.77 to 61.73
khalij vs sharghi	18.14	1.724	P > 0.05	-31.11 to 67.39
gharbi vs sharghi	5.660	0.5379	P > 0.05	-43.59 to 54.91

ANOVA Table	SS	df	MS
Treatment (between columns)	2967	3	989.1
Residual (within columns)	2325	7	332.1
Total	5292	10	

One-way analysis of variance	
P value	0.1060
P value summary	ns
Number of groups	4
F	2.978
R squared	0.5607

جداول آنالیز کروم در آب چهار منطقه در فصل زمستان

Tukey's Multiple	Comparison Test	Mean Diff.	q	P value95% CI of diff
talab vs khalij	-15.44	2.760	P > 0.05	41.63 to 10.75
talab vs gharbi	-20.28	3.625	P > 0.05	46.47 to 5.907
talab vs sharghi	-5.360	0.9581	P > 0.05	-31.55 to 20.83
khalij vs gharbi	-4.840	0.9673	P > 0.05	-28.26 to 18.58
khalij vs sharghi	10.08	2.014	P > 0.05	-13.34 to 33.50
gharbi vs sharghi	14.92	2.982	P > 0.05	-8.503 to 38.34

ANOVA Table	SS	df	MS
Treatment (between columns)	654.5	3	218.2
Residual (within columns)	525.8	7	75.11
Total	1180	10	

One-way analysis of variance	
P value	0.1109
P value summary	ns
Number of groups	4
F	2.904
R squared	0.5545

جداول آنالیز کروم در آب چهار منطقه در فصل بهار

Tukey's Multiple Comparison Test	Mean Diff.	q	P value95% CI of diff
talab vs khalij	-24.72	1.393	P > 0.05	-95.65 to 4621
talab vs gharbi	-31.31	1.76	P > 0.05	-102.2 to 39.62
talab vs sharghi	-34.85	1.962	P > 0.05	105.8 to 36.08
khalij vs gharbi	-6.590	0.4152	P > 0.05	-70.03 to 56.85
khalij vs sharghi	-10.13	0.6382	P > 0.05	73.57 to 53.31
gharbi vs sharghi	-3.540	0.2230	P > 0.05	66.98 to 59.90

ANOVA Table	SS	df	MS
Treatment (between columns)	3320	3	1107
Residual (within columns)	27210	18	1512
Total	3053	21	

One-way analysis of variance	
P value	0.5462
P value summary	ns
Number of groups	4
F	0.7322
R squared	0.1080

جداول آنالیز کروم در آب چهار منطقه در فصل تابستان

Tukey's Multiple Comparison Test	Mean Diff	q	P value	95% CI of diff
talab vs khalij	21.38	2.010	P > 0.05	-28.41 to 71.17
talab vs gharbi	12.88	1.211	P > 0.05	36.91 to 62.67
talab vs sharghi	26.22	2.465	P > 0.05	-23.57 to 76.01
khalij vs gharbi	-8.500	0.8935	P > 0.05	-53.03 to 36.03
khalij vs sharghi	4.840	0.5088	P > 0.05	-39.69 to 49.37
gharbi vs sharghi	13.34	1.402	P > 0.05	-31.19 to 57.87

ANOVA Table	SS	df	MS
Treatment (between columns)	938.7	3	312.9
Residual (within columns)	1900	7	271.5
Total	2839	10	

One-way analysis of variance	
P value	0.3927
P value summary	ns
Number of groups	4
F	1.153
R squared	0.3306

جداول آنالیز روی در آب چهار منطقه در فصل زمستان

Tukey's Multiple Comparison Test	Mean Diff.	q	P value	95% CI of diff
talab vs khalij	30.18	2.557	P > 0.05	-25.08 to 85.44
talab vs gharbi	22.29	1.888	P > 0.05	-32.97 to 77.55
talab vs sharghi	39.13	3.315	P > 0.05	-16.13 to 94.39
khalij vs gharbi	-7.890	0.7473	P > 0.05	-57.31 to 41.53
khalij vs sharghi	8.950	0.8477	P > 0.05	-40.47 to 58.37
gharbi vs sharghi	16.84	1.595	P > 0.05	-32.58 to 66.26

ANOVA Table	SS	df	MS
Treatment (between columns)	1951	3	650.5
Residual (within columns)	2341	7	334.4
Total	4293	10	

One-way analysis of variance	
P value	0.2109
P value summary	ns
Number of groups	4
F	1.945
R squared	0.4546

جداول آنالیز روی در آب چهار منطقه در فصل بهار

Tukey's Multiple Comparison Test	Mean Diff.	q	P value	95% CI of diff
talab vs khalij	-56.60	1.604	P > 0.05	-197.6 to 84.40
talab vs gharbi	-62.38	1.768	P > 0.05	-203.4 to 78.62
talab vs sharghi	7.870	0.2231	P > 0.05	-133.1 to 148.9
khalij vs gharbi	-5.780	0.1832	P > 0.05	-131.9 to 120.3
khalij vs sharghi	64.47	2.043	P > 0.05	-61.64 to 190.6
gharbi vs sharghi	70.25	2.226	P > 0.05	-55.86 to 196.4

ANOVA Table	SS	df	MS
Treatment (between columns)	22740	3	7580
Residual (within columns)	107500	18	5973
Total	130300	21	

One-way analysis of variance	
P value	0.3149
P value summary	ns
Number of groups	4
F	1.269
R squared	0.1746

جداول آنالیز روی در آب چهار منطقه در فصل تابستان

Tukey's Multiple Comparison Test	Mean Diff.	q	P value	95% CI of diff
talab vs khalij	-34.00	2.767	P > 0.05	-91.53 to 23.53
talab vs gharbi	10.41	0.8471	P > 0.05	-47.12 to 67.94
talab vs sharghi	16.88	1.374	P > 0.05	-40.65 to 74.41
khalij vs gharbi	44.41	4.040	P > 0.05	-7.042 to 95.86
khalij vs sharghi	50.88	4.629	P > 0.05	-0.5721 to 102.3
gharbi vs sharghi	6.470	0.5886	P > 0.05	-44.98 to 57.92

ANOVA Table	SS	df	MS
Treatment (between columns)	4611	3	1537
Residual (within columns)	2537	7	362.5
Total	7148	10	

ne-way analysis of variance	
P value	0.0527
P value summary	ns
Number of groups	4
F	4.241
R squared	0.6451

رسوب:

جداول آنالیز سرب در رسوب چهار منطقه در فصل زمستان

Tukey's Multiple Comparison Test	Mean Dif	q	P value	95% CI of diff
talab vs khalij	650.3	1.748	P > 0.05	-1091 to 2391
talab vs gharbi	392.5	1.055	P > 0.05	-1348 to 2133
talab vs sharghi	107.8	0.2897	P > 0.05	-1633 to 1849
khalij vs gharbi	-257.8	0.7750	P > 0.05	-1815 to 1299
khalij vs sharghi	-542.5	1.631	P > 0.05	-2100 to 1015
gharbi vs sharghi	-284.7	0.8559	P > 0.05	-1842 to 1272

ANOVA Table	SS	df	MS
Treatment (between columns)	68250	3	227500
Residual (within columns)	2324000	7	332000
Total	3006000	10	

One-way analysis of variance	
P value	0.5889
P value summary	ns
Number of groups	4
F	0.6853
R squared	0.2270

جداول آنالیز سرب در رسوب چهار منطقه در فصل بهار

Tukey's Multiple Comparison Test	Mean Diff.	q	P value	95% CI of diff
talab vs khalij	400.2	1.642	P > 0.05	-574.0 to 1374
talab vs gharbi	248.2	1.018	P > 0.05	-725.9 to 1222
talab vs sharghi	29.38	0.1205	P > 0.05	-944.8 to 1004
khalij vs gharbi	-152.0	0.6971	P > 0.05	-1023 to 719.3
khalij vs sharghi	-370.8	1.701	P > 0.05	-1242 to 500.5
gharbi vs sharghi	-218.8	1.004	P > 0.05	-1090 to 652.5

ANOVA Table	SS	df	MS
Treatment (between columns)	583900	3	194600
Residual (within columns)	5132000	18	285100
Total	5716000	21	

One-way analysis of variance	
P value	0.5741
P value summary	ns
Number of groups	4
F	0.6827
R squared	0.1022

جداول آنالیز سرب در رسوب چهار منطقه در فصل تابستان

Tukey's Multiple Comparison Test	Mean Diff.	q	P value	95% CI of diff
talab vs khalij	618.5	3.393	P > 0.05	-234.7 to 1472
talab vs gharbi	479.4	2.630	P > 0.05	-373.8 to 1333
talab vs sharghi	158.0	0.8668	P > 0.05	-695.2 to 1011
khalij vs gharbi	-139.0	0.8529	P > 0.05	-902.2 to 624.1
khalij vs sharghi	-460.5	2.825	P > 0.05	-1224 to 302.7
gharbi vs sharghi	-321.4	1.972	P > 0.05	-1085 to 441.7

ANOVA Table	SS	df	MS
Treatment (between columns)	621500	3	207200
Residual (within columns)	558100	7	79730
Total	1180000	10	

One-way analysis of variance	
P value	0.1346
P value summary	ns
Number of groups	4
F	2.598
R squared	0.5268

جداول آنالیز کادمیوم در رسوب چهار منطقه در فصل زمستان

Tukey's Multiple Comparison Test	Mean Diff.	q	P value	95% CI of diff
talab vs khalij	2.580	0.6446	P > 0.05	-16.16 to 21.32
talab vs gharbi	1.150	0.2873	P > 0.05	-17.59 to 19.89
talab vs sharghi	0.6500	0.1624	P > 0.05	-18.09 to 19.39
khalij vs gharbi	-1.430	0.3994	P > 0.05	-18.19 to 15.33
khalij vs sharghi	-1.930	0.5391	P > 0.05	-18.69 to 14.83
gharbi vs sharghi	-0.5000	0.1397	P > 0.05	-17.26 to 16.26

ANOVA Table	SS	df	MS
Treatment (between columns)	9.508	3	3.169
Residual (within columns)	269.1	7	38.45
Total	278.7	10	

One-way analysis of variance	
P value	0.9675
P value summary	ns
Number of groups	4
F	0.08243
R squared	0.03412

جداول آنالیز کادمیوم در رسوب چهار منطقه در فصل بهار

Tukey's Multiple Comparison Test	Mean Diff.	q	P value	95% CI of diff
talab vs khalij	13.45	0.8496	P > 0.05	-49.83 to 76.73
talab vs gharbi	5.370	0.3392	P > 0.05	-57.91 to 68.65
talab vs sharghi	-4.600	0.2906	P > 0.05	-67.88 to 58.68
khalij vs gharbi	-8.080	0.5706	P > 0.05	-64.68 to 48.52
khalij vs sharghi	-18.05	1.275	P > 0.05	-74.65 to 38.55
gharbi vs sharghi	-9.970	0.7041	P > 0.05	-66.57 to 46.63

ANOVA Table	SS	df	MS
Treatment (between columns)	1055	3	351.5
Residual (within columns)	21650	18	1203
Total	22710	21	

One-way analysis of variance	
P value	0.8305
P value summary	ns
Number of groups	4
F	0.2922
R squared	0.04644

جداول آنالیز کادمیوم در رسوب چهار منطقه در فصل تابستان

Tukey's Multiple Comparison Test	Mean Diff.	q	P value	95% CI of diff
talab vs khalij	48.58	3.742	P > 0.05	-12.19 to 109.3
talab vs gharbi	33.02	2.544	P > 0.05	-27.75 to 93.79
talab vs sharghi	26.38	2.032	P > 0.05	-34.39 to 87.15
khalij vs gharbi	-15.56	1.340	P > 0.05	-69.91 to 38.79
khalij vs sharghi	-22.20	1.912	P > 0.05	-76.55 to 32.15
gharbi vs sharghi	-6.640	0.5719	P > 0.05	-60.99 to 47.71

ANOVA Table	SS	df	MS
Treatment (between columns)	2899	3	966.3
Residual (within columns)	2831	7	404.4
Total	5730	10	

One-way analysis of variance	
P value	0.1545
P value summar	ns
Number of groups	4
F	2.389
R squared	0.5059

جداول آنالیز کروم در رسوب چهار منطقه در فصل زمستان

Tukey's Multiple Comparison Test	Mean Diff.	q	P value	95% CI of diff
talab vs khalij	-12.98	0.08363	P > 0.05	-739.5 to 713.6
talab vs gharbi	113.3	0.7296	P > 0.05	-613.3 to 839.8
talab vs sharghi	101.8	0.6557	P > 0.05	-624.8 to 828.3
khalij vs gharbi	126.2	0.9092	P > 0.05	-523.6 to 776.1
khalij vs sharghi	114.8	0.8266	P > 0.05	-535.1 to 764.6
gharbi vs sharghi	-11.47	0.08262	P > 0.05	-661.3 to 638.4

ANOVA Table	SS	df	MS
Treatment (between columns)	36660	3	12220
Residual (within columns)	404700	7	57820
Total	441400	10	

One-way analysis of variance	
P value	0.8855
P value summary	ns
Number of groups	4
F	0.2113
R squared	0.08305

جداول آنالیز کروم در رسوب چهار منطقه در فصل بهار

Tukey's Multiple Comparison Test	Mean Diff.	q	P value	95% CI of diff
talab vs khalij	-110.9	1.384	P > 0.05	-431.1 to 209.3
talab vs gharbi	-87.44	1.091	P > 0.05	-407.7 to 232.8
talab vs sharghi	-85.37	1.065	P > 0.05	-405.6 to 234.9
khalij vs gharbi	23.46	0.3274	P > 0.05	-263.0 to 309.9
khalij vs sharghi	25.53	0.3562	P > 0.05	-260.9 to 312.0
gharbi vs sharghi	2.070	0.02889	P > 0.05	-284.4 to 288.5

ANOVA Table	SS	df	MS
Treatment (between columns)	31680	3	10560
Residual (within columns)	554700	18	30810
Total	586300	21	

One-way analysis of variance	
P value	0.7947
P value summary	ns
Number of groups	4
F	0.3427
R squared	0.05403

جداول آنالیز کروم در رسوب چهار منطقه در فصل تابستان

Tukey's Multiple	Comparison Test	Mean Diff.	q	P value95% CI of diff
talab vs khalij	1.570	0.02552	P > 0.05	-286.4 to 289.5
talab vs gharbi	13.13	0.2134	P > 0.05	-274.8 to 301.1
talab vs sharghi	75.37	1.225	P > 0.05	-212.6 to 363.3
khalij vs gharbi	11.56	0.2101	P > 0.05	-246.0 to 269.1
khalij vs sharghi	73.80	1.341	P > 0.05	-183.8 to 331.4
gharbi vs sharghi	62.24	1.131	P > 0.05	-195.3 to 319.8

ANOVA Table	SS	df	MS
Treatment (between columns)	10930	3	3643
Residual (within columns)	63570	7	9082
Total	74500	10	

One-way analysis of variance	
P value	0.7568
P value summary	ns
Number of groups	4
F	0.4011
R squared	0.1467

جداول آنالیز روی در رسوب چهار منطقه در فصل زمستان

Tukey's Multiple Comparison Test	Mean Diff.	q	P value	95% CI of diff
talab vs khalij	-103.5	0.3403	P > 0.05	-1527 to 1320
talab vs gharbi	-415.8	1.368	P > 0.05	-1839 to 1007
talab vs sharghi	-215.7	0.7095	P > 0.05	-1639 to 1208
khalij vs gharbi	-312.3	1.149	P > 0.05	-1585 to 960.6
khalij vs sharghi	-112.3	0.4128	P > 0.05	-1385 to 1161
gharbi vs sharghi	200.1	0.7357	P > 0.05	-1073 to 1473

ANOVA Table	SS	df	MS
Treatment (between columns)	248400	3	82800
Residual (within columns)	1553000	7	221900
Total	1801000	10	

One-way analysis of variance	
P value	0.7752
P value summary	ns
Number of groups	4
F	0.3732
R squared	0.1379

جداول آنالیز روی در رسوب چهار منطقه در فصل بهار

Tukey's Multiple Comparison Test	Mean Diff.	q	P value	95% CI of diff
talab vs khalij	45.85	0.1539	P > 0.05	-1145 to 1237
talab vs gharbi	26.68	0.08956	P > 0.05	-1164 to 1217
talab vs sharghi	258.2	0.8668	P > 0.05	-932.5 to 1449
khalij vs gharbi	-19.17	0.07195	P > 0.05	-1084 to 1046
khalij vs sharghi	212.4	0.7971	P > 0.05	-852.6 to 1277
gharbi vs sharghi	231.6	0.8690	P > 0.05	-833.4 to 1297

ANOVA Table	SS	df	MS
Treatment (between columns)	238000	3	79320
Residual (within columns)	7667000	18	426000
Total	7905000	21	

One-way analysis of variance	
P value	0.9044
P value summary	ns
Number of groups	4
F	0.1862
R squared	0.03010

جداول آنالیز روی در رسوب چهار منطقه در فصل تابستان

Tukey's Multiple Comparison Test	Mean Diff.	q	P value	95% CI of diff
talab vs khalij	942.4	4.253	P > 0.05	-94.93 to 1980
talab vs gharbi	886.0	3.998	P > 0.05	-151.4 to 1923
talab vs sharghi	1322	5.964	P < 0.05	284.2 to 2359
khalij vs gharbi	-56.46	0.2848	P > 0.05	-984.3 to 871.4
khalij vs sharghi	379.1	1.913	P > 0.05	-548.7 to 1307
gharbi vs sharghi	435.6	2.198	P > 0.05	-492.2 to 1363

ANOVA Table	SS	df	MS
Treatment (between columns)	2141000	3	713600
Residual (within columns)	825100	7	117900
Total	2966000	10	

One-way analysis of variance	
P value	0.0234
P value summary	*
Number of groups	4
F	6.054
R squared	0.7218

منابع

- آقا نجفی زاده، ش. ۱۳۷۶. بررسی اثرات فلزات سنگین بر محیط زیست. پایان نامه کارشناسی دانشگاه صنعتی اصفهان. ۱۲۱ صفحه.
- اسماعیلی ساری، ع. ۱۳۸۱. آلاینده ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست. انتشارات نقش مهر، ۷۶۷ صفحه.
- اشجع اردلان، آ. ربانی، م. معینی، س. ۱۳۸۵. مقلیسه فلزلت سنگین (Hg, Zn, Cu, Pb, Cd) در آب، رسوب و بافت نرم دوکفه ای آنودنت تالاب انزلی (*Anadonta cygnea*) در دو فصل پاییز و بهار، فصلنامه پژوهش سازندگی. ۱۱ صفحه.
- امینی رنجبر، غ و حسین زاده صحافی، ه. ۱۳۷۳. تعیین میزان جیوه در یک گونه از کوسه ماهیان خلیج فارس (*Calcharhinus dussumieri*). مجله علمی شیلات ایران، شماره۲، صفحات ۱۶-۵.
- امینی رنجبر، غ و علیزاده، م. ۱۳۷۷. اندازه گیری مقادیر فلزات سنگین (Cr, Zn, Cu, Pb, Cd) در سه گونه از کپور ماهیان پرورشی. فصلنامه پژوهش سازندگی، شماره های ۴۲-۴۰. صفحات ۱۴۹-۱۴۶.
- امینی رنجبر، غ. و ستوده نیا، ف. ۱۳۸۴. تجمع فلزات سنگین در بافت عضله ماهی کفال طلایی (*Liza auratus*) دریای خزر در ارتباط با برخی مشخصات بیومتریک (طول استاندارد، وزن، سن و جنسیت). مجله علمی شیلات ایران. سال چهارم، شماره ۳، ۱۷ صفحه.
- امیدی، س. ۱۳۷۶. گزارش نهایی پروژه بررسی میزان فلزات سنگین در آب های ساحلی استان بوشهر. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران.۱۱۲ صفحه.
- بابایی سیاهگل، ه. ۱۳۸۰. بررسی آلودگی فلزات سنگین در آب رودخانه های غرب گیلان (شفارود، کرگان رود، حویق). گزارش نهایی پروژه، مرکز تحقیقات شیلات استان گیلان. ۵۴ صفحه.
- پری زنگنه، ع. ح. لاکان، ک. ۱۳۸۶. بررسی غلظت فلزات سنگین در رسوبات سطحی سواحل دریای خزر در ایران، آب و فاضلاب. شماره ۶۳، ۱۱ صفحه.
- جلالی، ب. ۱۳۷۸. تاثیر کمبود یا افزایش مواد معدنی در آب و یا در غذا بر روی ماهیان پرورشی. فصلنامه آبزی پرور. سال هفتم، شماره ۲۵. صفحات ۳۵-۳۳.

- جلالی، ب و آقازاده مشکی، م. ۱۳۸۵. مسمومیت ماهیان در اثر فلزات سنگین آب و اهمیت آن در بهداشت عمومی. تهران، انتشارات مان کتاب، ۱۴۰ صفحه.

- خدابنده، ص. ۱۳۷۹. تجمع فلزات سنگین در رسوبات و آبزیان دریای خزر. آب و فاضلاب، شماره ۲۹، صفحات ۴۲-۱۹.

- رستمی بشمن، م. سلطانی، م. و ساسانی، ف. ۱۳۷۹. مطالعه اثرات هیستوپاتولوژی برخی از فلزات سنگین (سولفات مس، سولفات روی، سولفات جیوه و کلرور آمونیوم) بر بافتهای ماهی کپور معمولی. مجله دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، دوره ۵، شماره ۴، صفحات ۳-۱.

- رضوانی گیل کلایی، س. ۱۳۸۶. بررسی آثار هیستوپاتولوژیک ناشی از برخی آلاینده های زیست محیطی دریای خزر روی ماهیان استخوانی شکارچی آزاد و سوف دریای خزر.

- رضوانی گیل کلایی، س. ۱۳۸۰. منابع زنده دریای خزر. موسسه تحقیقات شیلات ایران، صفحه ۱۳۰.

- رضوی، ب. ۱۳۷۴. ماهی سفید. موسسه تحقیقات شیلات ایران، صفحه ۱۶۵.

- روحانی، م. ۱۳۷۴. تشخیص، پیشگیری و درمان بیماری ها و مسمومیتهای ماهی. انتشارات معاونت تکثیر و پرورش آبزیان شیلات ایران، ۲۵۶ صفحه.

- سبز علی زاده، س. ۱۳۷۷. بررسی آلودگی فلزات سنگین در آب و رسوبات خورهای مهم استان خوزستان.

- شریعتی، م. ابطحی، ب. صباغ کاشانی، آ. ۱۳۸۳. سنجش تجمع فلزات سنگین سرب، نیکل و روی در بافتهای ماهی کفال (*Liza auratus*) سواحل جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران، سال چهارم، شماره ۱، ۱۴ صفحه.

- شهریاری، ع. ۱۳۸۴. اندازه گیری مقادیر فلزات سنگین کادمیوم، کروم، سرب و نیکل در بافت خوراکی ماهیان شوریده و سرخو خلیج فارس. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان، شماره ۲، صفحات ۶۷-۶۵.

- صادقی راد، م.، امینی رنجبر، غ.، ارشد، ع.، جوشنده، ه. ۱۳۸۳. بررسی میزان تجمع روی و مس در بافت ماهیچه و خاویار تاسماهی ایرانی (*A. persicus*) و ازون برون (*A. stellatus*) حوضه جنوبی دریای خزر. فصلنامه پژوهش و سازندگی. شماره ۶۱، صفحات ۵۵-۵۱.

- کریمی، ۱۳۷۷. بررسی و تعیین میزان فلزات سنگین (مس، کادمیوم، سرب، روی و کبالت) در چند گونه از ماهیان خوراکی رودخانه زاینده رود. پایان نامه کارشناسی دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۱۷ صفحه.

- کیابی، ب. قائمی، ر. و عبدلی، ا. ۱۳۷۸. اکوسیستم های تالابی و رودخانه ای استان گلستان. اداره کل حفاظت محیط زیست استان گلستان. ۱۸۲ صفحه.

- فاضلی، م. ش. ابطحی، ب. و کاشانی، آ. ص. ۱۳۸۴. سنجش تجمع فلزات سنگین سرب، نیکل و روی در بافتهای ماهی کفال (*Liza aurata*) سواحل جنوبی دریای خزر. صفحات ۷۷-۶۵.

- ماناهان، اس. ۱۳۷۱. شیمی محیط زیست. ترجمه دکتر جعفر نوری، سعید فردوسی، مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، چاپ اول.

- نیدلمن. ۱۹۷۹، ۱۹۸۸، ۱۹۹۰. به نقل از پایگاه ملی داده های علوم زمین کشور.

- وثوقی، غ. مستجیر، ب. ۱۳۷۹. ماهیان آب شیرین. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۱۷ صفحه.

- وفایی، م. ۱۳۷۹. بررسی و تعیین غلظت عناصر سنگین در دو گونه ماهی سفید و کپور در سواحل جنوبی دریای خزر. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال. ۹۹ صفحه.

-Al-Yousof, M. H., Shahawi, M. S and Al-Ghais, S. M. 2000. Teace metals in liver, skin and muscle of lethrinus lentjan fish species in relation to body length and sex. Total environment. 256: 87-94.

-Barsytelovejoy, D. 1999. Heavy metal concentrations in water, sediments and mollusk tissuses. Acta Zoologica Lituanica. 73: pp. 91-103.

-Becker, G. C. 1993. Fish of Wisconsin. University wiscinsin press. Madison. 1052pp.

-Calnli, M. and Atli, G. 2003. The relationships between heavy metal (Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Zn) levels and the size of six mediterranean fish species. Environment pollution. 121: 126-136.

-Chale, F. M. M. 2002. Trace metal concentration in water, sediments and fish tissue from Lake Tanganyika. Total environment. 229: 115-121.

-Clark, R. B. 2001. Mrine pollution. Oxford University Press, 248 p.

-FAO/WHO. 1990. Food standards programme: Guideline levels for cadmium and lead in food. "Codex committee of food additives and contamination, twenty- second session, Haugue, 1924 March (1990).

-Farkas, A. Salanki, J. and Specziar, A. 2003. Age and size specific patterns of heavy metals in the organs of freshwater fish *Abramis brama* L. populating a low contaminated site. Water research. 37: pp. 959-964.

-Filazi, A., Baskaya, R. and Kum, C. 2003. Metal concentration in tissues of the Blaek Sea fish *Mugil auratus* from Siniop- Icliman, Turkey. Human and Experimental Toxicology. 22: pp 85-87.

-Gardner, G. R, and Yevich, P. P. 1970. Histological and haematologi vesponses of an estuarine teleost to cadmium. Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 27: 2185-2196.

-Heath, A.G. (Ed.). 1987. Water pollution and fish physiology. CRC Press, Inc, Florida, USA. pp. 245.

-Jaffar, M. Ashraf, M. And Rasoal, A. 1998. Heavy metal contents in some selected local freshwater fish and relevant waters. Pakstan journal of scientific and industrial research, Vol. 39, pp. 189-193.

-Krumholz, L. A. and Pedersen, B. 1994. Reproduction in the western mosquitofish, Gambusia affinis (Baird & Girard), and its use in mosquito control. Ecological Monographs. 18:1-43.

-Kuoreshima, R. 1992. Cadmium accumulation in the mummichog (Fundulus heteroclitus) adapted to various salinities. Bulletin of environmental contamination and toxicology. 49: 680-685.

-Lachner, E. A., C. R. Robins, and W. R. Courtenay, Jr. 1970. Exotic fishes and other aquatic organisms introduced into North America. Smithsonian Contributions to Zoology 59:1-29.

-Lammens, E. H. R. & Hoogenboezem, W. 1991. Diets and feeding behaviour, pp. 353-376. In: I. J. Wintified & J. Nelson (eds.), Cyprinid fishes systematics, biology and exploitation. London, Chapman and Hall.

-Langston, W. J. and Spence, S. K. 1995. Biologocal factors involved in metal concentrations observed in aquatic organisms. In metal speciation and bioavailability in aquatic systems (Tessier, A.. & Turner, D. R., eds), John Wiley, New York, pp. 407-478.

-Linneman L., Anderson A., Nilson K.O., Lind, L., Kjelstorm T., Friberg L. 1973. "Nutrient Source". Arch. Environ. Health. 27: 45-53.

-McCrimmon, H. 1968. Carp in Canada. Fisheries research board of Canada.

-Mormede, S, I. M. Davies. 2001. Heavy metal concentrations in commercial deep-sea fish from Rockall trougll continental shelf research, 21: 899-916.

-Moore, J. W. and Ramamoorthy, S. 1984. Heavy metal in nature waters, Springer Verlag, New York, 268 p.

-Munn, M. D., Cox, S. E. and Dean, C, G. 1995. Concentrations of mercury and other trace elements in walleye, small mouth bass, and rain bow trout in Franklin D. Roosevelt Lake and the upper Columbia River, Washington. U.S.A Geological survey, Tacoma Washington, USA. 35p.

-Noga, E. J. 2000. Fish disease, diagnosis and treatment. Iowa State University press, USA. 367 pp.

-Nriagu, J. O. (Ed.). 1980. Zinc in the environment. Wiley-Interscience, New York.

-Olsson, P. E. 1998. Disorders associated with heay metal pollution. In: Fish diseases and disorders (vol 2). Non infectiondisorders. Leather and J. F, Woop. T. K. (Eds). CAB international publishing Oxford England. 386 pp.

-Otis, **K. J. & Weber**, **J. J. 1982**. Movement of carp in the Lake Winnebago system determined by radio telemetry. Technical Bulletin 134: 1– 16.

-Panov, D. A., L. G. Motenkova, V. G. Chertikhin. 1973. Factors influencing predation by juvenile carp (*Cyprinus carpio* L.) on the young of phytophagous fishes in joint cultivation (experimental studies). Journal of Ichthyology 13(6): 915-920.

-Pourang, N. Dennis, J. H. and Ghoorchian, H. 2004. Tissue distribution and redistribution of trace elements in shrimp species with the emphasis on the roles of metallothionein. Ecotoxicology. 13: pp. 519-533.

-Romaneko, V. D, Malyzheva, T. D. and Y. U. Yevtushenko N. 1986. The role of various organs in regulating Zinc metabolism in fish. Hydrobiol. J. 21 (3):7-12.

-Sadiqe, M. 1992. Toxic metel chemistery in marine environment. Marcel Dekker, Inc.

-Stoskopf, M. K. 1993. Fish medicine. WB. Saunders Company. Londan, England. 882 pp.

-Sorensen, E. M. B. 1991. Metal poisoning in fish. CRC press. Boca Raton, FL.

-Wichlund, A. 1990. Metabolism of cadmium and zinc in fish. Ph.D. Thesis. University of Uppsala, Sweden.

-Widianarko, B., Van Gestel, C. A. M., Verweij, R. A. and Van Straalen, N. M. 2000. Associations between trace metals in sediment, Water and guppy, *Poecilia reticulate* (Peters), from urban streams of Semarang, Indonesia. Ecotoxicology and environ safety. 46: 101-107.

Abstract

Golestan coast at south of Caspian Sea is the most important aquasystems, because of its relation to lagoon, bay and fresh water rivers and of its role in life cycle of bony fishes. The study of heavy metals, as a kind of chemical and environmental pollution is an essential program; because, they accumulated in the aquatic environment and human food chain that cause ecological damages.

In this study, we determine the concentration of four heavy metals (Cd, Cr, Zn, Pb) in some most consumed fishes, such as *Liza auratus*, *Cyprinus carpio* and *Rutilus frisii kutum* in winter, spring and summer seasons locating at 11 sites (west and east coast, Gomishan Lagoon and Gorgan Bay). The fishes which were caught from the mentioned areas after biometry, immediately freezed and transferred to laboratory for further analyses. Then, water and sediment samples were acid digested and assessed for determination of Cadmium, Lead, Zinc and Chromium levels using atomic absorption spectrometer (AAS).

The results showed that the highest concentration of Lead (214.83 ppb) was related to Gomishan Lagoon and the lowest Chromium level (28.83 ppb) was observed in the water specimens sampled from east coast in winter. Otherwise, the highest concentration of Zinc (300.7 ppb) was found in sediment specimens sampled from Gomishan in summer and the lowest concentration of Cadmium (12.7 ppb) in Gorgan Bay in summer.

According to the results, the concentrations of heavy metals in liver tissues excised from fishes were higher than that in muscle tissues. Also, there was significant differences were observed between Chromium concentrations in muscle tissue of *Cyprinus carpio* with sex but there was not for other fish. In this investigation, we found a positive liner relationship between accumulation lead with age for *Rutilus frisii kutum*. On the other hand, no significant relationship was found between accumulations of heavy metals with age for other fish. Comparison of the resulted mean concentrations of heavy metals with international standards (WHO, UK (MAFF), NHMRC), showed lower concentrations in liver and muscle tissues of sampled fishes.

Key words: heavy metals**,** *Liza auratus*, *Cyprinus carpio*, *Rutilus frisii kutum*, Golestan

Ministry of Jihad – e – Agriculture
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION - Inland Waters Aquatics Stocks Research Center

---

Title : Investigation and comparison of Heavy Metals in sediment ,water and popular fishes of Golestan Province of south Caspian Sea

Approved Number:4-77-12-89018
Author: Gholam Ali Bandani

Executor *:* Gholam Ali Bandani

Collaborator *:* H.Khoshbavarrostami,S.Yelghi,S.S.Saeidi,A.Bagheri,M.Babaei
Advisor(s): M.Shokrzadeh
Supervisor:H. Negarestan
Location of execution : Golestan province
Date of Beginning : 2010
Period of execution : 1Year & 3 Months
Publisher : ***Iranian Fisheries Research Organization***
Circulation : ***20***
Date of publishing : 2013
All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference

MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE

AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION

IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION –Inland Waters Aquatics Stocks

Research Center

Title:

Investigation and comparison of Heavy Metals in sediment ,water and popular fishes of Golestan Province of south Caspian Sea

Executor :

Gholam Ali Bandani

Registration Number

41388