تعیین سطوح پلی‌کلرو بِی‌فنیل (PCBs) در بافت پوست و عضله ماهی کپور و اردک ماهی تالاب انزلی (آبکنار)

باقر تیموری*[۱]؛ سید محمد باقر نبوی[۲]؛ شیلا صفائیان[۳] و سید هادی خاتمی[٤]

Teimouri47@yahoo.com

۱، ۲ و ٤- معاونت محیط‌زیست دریایی، سازمان حفاظت محیط زیست، تهران

۳- دانشکده علوم و فنون دریایی واحد تهران شمال، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، خیابان شهید فلاحی، پلاک ١٤

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۱

چکیده

پژوهش حاضر به منظور تعیین سطوح پلی کلرو بی‌فنیل (PCBs) در بافت پوست و عضله ماهی کپور و اردک ماهی تالاب انزلی (در بخش غربی تالاب، آبکنار) در دو فصل پاییز و زمستان (آذر ماه ۱۳۸۸ و اسفند ماه ۱۳۸۸) انجام شده است. تعداد ۹ نمونه از هر گونه ماهی کپور و اردک ماهی در هر فصل بطور تصادفی از طریق تور ماهیگیری گوشگیر جمع‌آوری گردیدند. بافت‌های پوست و عضله ماهی‌ها پس از زیست‌سنجی تفکیک شده و آنالیز PCBs با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی(GC-ECD) انجام شد. میانگین PCBs بدست آمده در بافت پوست (۲۴/۳۶ نانوگرم در گرم وزن خشک) و عضله اردک ماهی(۱۴/۳۶ نانوگرم در گرم وزن خشک) و بافت پوست (۲۱/۸۴ نانوگرم در گرم وزن خشک) و عضله (۲۰/۸۶ نانوگرم در گرم وزن خشک) ماهی کپور در فصل پاییز کمتر از استاندارد FDI و استاندارد Food Standards Australia/NZ MRL و بافت پوست اردک ماهی، پوست و عضله ماهی کپور بیشتر از استاندارد USEPA values بود. میانگین PCBs بدست آمده در بافت پوست (۲۹/۴۳ نانوگرم در گرم وزن خشک) و عضله (۱۰/۱۰ نانوگرم در گرم وزن خشک) اردک ماهی و بافت پوست (۳۳/۰۶ نانوگرم در گرم وزن خشک) و عضله (۱۱ نانوگرم در گرم وزن خشک) ماهی کپور در فصل زمستان کمتر از استاندارد FDI و استاندارد Food Standards Australia/NZ MRL و بافت پوست اردک ماهی و ماهی کپور بیشتر از استاندارد USEPA values بود میانگین PCBs در آب در فصل پاییز کمتر (۰/۰۰۴۲ppb) از استاندارد National Recommended Water Quality Criteria E.P.A و در فصل زمستان (۰/۱۹۴۸ppb) بیشتر از استاندارد فوق می‌باشد. میانگین PCBs در رسوب در فصل پاییز (۴/۸۹ نانوگرم در گرم وزن خشک) و زمستان(۴/۴۸ نانوگرم در گرم وزن خشک) کمتر از استاندارد Interim Canadian Sediment Quality Guidelines در آبهای شیرین می‌باشد. اختلاف بسیار معنی‌داری بین غلظت PCBs در بافت پوست ماهی کپور و بافت عضله اردک ماهی، در آب و ذرات معلق در آب در فصل پاییز با فصل زمستان وجود داشت ولی در رسوب اختلاف معنی‌داری بین غلظت PCBs در فصل پاییز با فصل زمستان مشاهده نگردید.

لغات کلیدی: آلودگی، آلاینده‌ها، سموم، ماهیان

* نویسنده مسئول

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

یکی از عمده‌ترین فاکتورهای نابودی تالابها و کاهش کارکردهای اکولوژیک آنها آلودگی‌ها می‌باشند. از آنجایی که تالابها بخصوص تالابهای ساکن دارای زمان چرخش طولانی هستند مجاورت صنایع با آنها باعث می‌گردد که آلاینده‌های ناشی از آنها در تالاب تجمع نماید و اغلب آلاینده‌ها فرصت فعل و انفعالات شیمیایی را پیدا نموده و آلاینده‌های قابل ته‌نشینی، در بستر تالاب رسوب می‌نمایند (بهروزی‌راد، ۱۳۸۶). یکی از این آلاینده‌ها که دارای پایداری بسیار زیاد هستند PCB یا ترکیبات پلی‌کلرو بی‌فنیل (Poly Chlorinated Biphenyls) می‌باشند. PCBs گروهی از مواد شیمیایی آلی سنتزی هستند که در حالت خالص، سفیدرنگ و کریستاله می‌باشند و ترکیبات صنعتی آن، بصورت محلول بی‌رنگ است. چسبندگی و چگالی آن با میزان کلر شدیداً افزایش و حلالیت منحصر آنها کاهش می‌یابد ولی براحتی در چربی‌ها حل می‌شوند (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱). این ترکیبات اغلب از طریق دهان (گوارش) بیشترین جذب را دارند و همچنین از طریق تنفس و پوست نیز قابل جذب می‌باشند. انسانها اغلب از طریق ماهی و نرمتن صدفدار در معرض PCBs قرار می‌گیرند که از انباشتگی زیادی از این ترکیبات را دارا هستند (Bosnir *et al*., 2004). این ترکیبات با افزایش تعداد اتم کلر پایدارتر هستند. میزان دفع این ترکیبات با افزایش اتم‌های کلر کاهش پیدا می‌کند (Bosnir *et al*., 2004). عمده‌ترین آلودگی تالاب بین‌المللی انزلی از طریق رودخانه پیربازار که از دو رودخانه کوچکتر گوهرود و زرجوب داخل شهر رشت منشا می‌گیرد، می‌باشد. فاضلابها و آلاینده‌های خانگی و صنعتی شهرستانهای بندر انزلی، فومن، صومعه‌سرا، رشت و ماسال نیز به این تالاب می‌ریزند. علاوه بر فاضلابهای شهری، سموم کشاورزی شالیزارهای روستاهای پیرامون تالاب انزلی نیز از طریق زهکش‌ها بطور مستقیم وارد این تالاب می‌شوند. (سایت تالاب انزلی، ۱۳۹۱).

علت انتخاب بخش غربی تالاب انزلی (آبکنار) بدلیل آزاد بودن صید ماهیان مورد بررسی و بهره‌برداری زیاد ماهیان مذکور توسط بومیان منطقه بوده است.

هدف از این تحقیق تعیین میزان ترکیب مورد نظر در ماهیان مذکور و تعیین میزان مقدار مجاز مصرف این ماهیان توسط بومیان منطقه می‌باشد.

در این تحقیق پس از بازدید میدانی و شناسایی محل مورد مطالعه نسبت به تهیه عکس هوایی و تعیین ایستگاههای

مواد و روش کار

نمونه‌برداری آن اقدام شد و پس از آماده نمودن ظروف نمونه‌برداری براساس دستورالعمل MOOPAM (۲۰۰۵) در آذر ماه و اسفند ماه سال ۱۳۸۸ نمونه‌برداری از آب، ذرات معلق در آب، رسوب و ماهی کپور و اردک ماهی انجام گردید.

چهار ایستگاه در بخش آبکنار تالاب انزلی در نظر گرفته شد. مختصات ایستگاه‌ها بترتیب زیر بود:

ایستگاه ۱- N:37° 26' 57.33" E: 49° 23' 22.13"

ایستگاه ۲- N:37° 28' 19.78" E: 49° 20' 52.64"

ایستگاه ۳- N:37° 29' 50.73" E: 49° 18' 14.37"

ایستگاه ۴- N:37° 26' 4.23" E: 49° 26' 5.60"

نمونه‌برداری از آب توسط ظروف شیشه‌ای از جنس بروسیلیکات انجام شد و قسمت داخلی درِ شیشه‌ها از فویل آلومنیومی پوشانده شدند تا واکنشی با مواد آلاینده مورد نظر انجام نگردد. قبل از نمونه‌برداری شیشه‌ها با مواد پاک کننده کاملاً شسته و سپس چند مرتبه با آب مقطر شستشو و در نهایت به آن هگزان زده و در آون در دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد خشک گردیدند. نمونه‌برداری در ۳ تکرار توسط نمونه‌بردار آب در عمق یک متری انجام شد (حجم نمونه‌برداری برای هر نمونه به میزان ۲ لیتر بود). به نمونه‌های آب پس از فیلتر نمودن مواد ثابت کننده شامل مخلوط هگزان با دی کلرو متان به نسبت ۷۰ به ۳۰ اضافه نموده و به آزمایشگاه موسسه تحقیقات پیشرفته فرآوری مواد معدنی ایران منتقل گردیدند (MOOPAM, 2005).

ذرات معلق داخل آب را پس از برداشت نمونه‌های آب، بلافاصله توسط فیلتر ۰/۴۵ میکرون از جنس تفلونی یا پلی تترا فلورو اتیلن (PTFE) جدا نموده و در ظرف آلومنیومی منجمد و به آزمایشگاه انتقال داده شدند (MOOPAM, 2005).

رسوب توسط نمونه‌بردار رسوب با ظرفیت ۵ کیلوگرمی مدل Hydro Bios با سطح مقطع ۲۵۰ سانتیمترمربع برداشته شده و در ظرف‌های فلزی که قبلاً با مواد پاک کننده کاملاً شسته و سپس چند مرتبه با آب مقطر شستشو و در نهایت به آن هگزان زده و در آون در دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد خشک شده بودند، قرار داده و پس از منجمد نمودن در همانروز به آزمایشگاه منتقل شدند (MOOPAM, 2005).

از هر گونه ماهی ۹ عدد در هر فصل با تور ماهیگیری صید گردید، ماهیان صید شده پس از زیست‌سنجی (اندازه‌گیری طول استاندارد و کل برحسب سانتیمتر با خط‌کش زیست‌سنجی و

Archive of SID

www.SID.ir

سنجش وزن برحسب گرم با ترازوی معمولی ۵ کیلوگرمی با دقّت ۱ گرم) در دمای۲۰- درجه سانتیگراد منجمد نموده و برای جداسازی بافت عضله و پوست به منظور آنالیز PCBs به آزمایشگاه منتقل گردیدند. جداسازی بافت نمونه‌های ماهی مورد نظر در آزمایشگاه براساس دستورالعمل MOOPAM (۲۰۰۵) انجام گردید.

نمونه‌های برداشت شده براساس دستورالعمل MOOPAM (۲۰۰۵) آماده‌سازی شدند و به منظور آنالیز نمونه‌ها مراحل استخراج، تغلیظ، سولفورزدایی، جداسازی، تغلیظ مجدد انجام گردید، سپس برای اندازه‌گیری ترکیبات PCBs در کلیه نمونه‌های آب رسوب، ذرات معلق در آب و ماهی از دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC-ECD) مدل Agilent و دتکتور با اشعه یونیزان نیکل ۶۳ (Ni63) استفاده گردید. همچنین جهت کنترل دقت و صحت روشهای آنالیز با استفاده از افزایش استاندارد داخلی PCB29 و همچنین استاندارد مرجع رسوب SRM IAEA-417 صورت گرفت که میزان راندمان آزمایش۶۵ تا ۷۵ درصد بدست آمد و همچنین میزان راندمان بازیابی نمونه مرجع ۶۰ تا ۷۰ درصد بدست آمد که این میزان در محدوده تعریف شده استاندارد مرجع قرار داشت (MOOPAM, 2005).

با استفاده از فرمول زیر CRlim یا حداکثر مجاز مصرف روزانه برحسب کیلوگرم محاسبه شده است (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱).

CRlim حداکثر مصرف روزانه مجاز ماده غذایی (کیلوگرم) =

حداکثر ریسک سرطان‌زایی قابل قبول (۱۰ تا ۴ و ۱۰تا ۶ × وزن بدن مصرف کننده (کیلوگرم)

شیب فاکتور سرطان‌زایی × میزان آلاینده در نمونه مصرفی

در این فرمول وزن بدن ۷۰ کیلوگرم
ریسک سرطان زایی 10^{-5}
میزان آلاینده = مقداری که اندازه‌گیری شده است.
شیب فاکتور نیز ۰/۰۴ تا ۲ برحسب ۱- (میلی‌گرم/کیلوگرم در روز) برای PCB می‌باشد.

در این تحقیق، تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از روش‌های پارامتریک انجام شده است. قبل از انجام آزمون‌ها از روش در Anderson-Darling برنامه Minitab13، داده‌ها مورد کنترل نرمال بودن قرار گرفتند و در صورت غیرنرمال بودن از طریق تغییر شکل داده‌ها نرمال گردیدند. در استفاده از روش one-way ANOVA با رعایت پروتکل در بردارنده داده‌ها بصورت توزیع نرمال، در مقیاس فاصله‌ای بودن، مشابهت پراکنش داده‌ها و تصادفی بودن انتخاب ماهیان از تالاب محاسبه شده است. از ضریب همبستگی Pearson (r) مشابهت پراکنش داده‌ها و تصادفی بودن انتخاب است (خاتمی، ۱۳۸۲). سطح اطمینان در تجزیه و تحلیل آماری ۹۵ درصد مد نظر قرار گرفت و در محاسبات از برنامه آماری Minitab13 استفاده شده است.

نتایج

میزان حداقل و حداکثر غلظت PCBs در محیطهای گوناگون و بافت‌های ماهیان کپور و اردک ماهی بخش آبکنار تالاب انزلی در جدول ۱ ارائه گردیده است.

با توجه به جدول ۱ نکات زیر قابل استنتاج است:

- میانگین غلظت PCBs در بافت پوست ماهی کپور و اردک ماهی در زمستان بیشتر از میانگین این ماده در بافت‌های مذکور در فصل پاییز می‌باشد و اختلاف معنی‌داری بین بافت پوست ماهی کپور در فصل پاییز با فصل زمستان ($P<0.001$) و همچنین بین بافت پوست اردک ماهی در فصل پاییز با فصل زمستان وجود دارد ($P<0.0001$).
- میانگین غلظت PCBs در بافت عضله ماهی کپور و اردک ماهی در زمستان کمتر از میانگین این ماده در بافت‌های مذکور در فصل پاییز می‌باشد اختلاف معنی‌داری بین بافت عضله ماهی کپور در فصل پاییز با فصل زمستان ($P<0.001$) و همچنین بین بافت عضله اردک ماهی در فصل پاییز با فصل زمستان اختلاف معنی دار وجود دارد ($P<0.001$).
- میانگین غلظت PCBs در آب در فصل زمستان بیشتر از فصل پاییز می‌باشد و اختلاف معنی‌دار بین غلظت PCBs در نمونه آب پاییز با فصل زمستان وجود دارد ($P<0.0001$).
- میانگین غلظت PCBs در ذرات معلق در آب در فصل زمستان بیشتر از فصل پاییز می‌باشد و اختلاف معنی‌دار بین غلظت PCBs نمونه ذرات معلق فیلتر شده آب در فصل پاییز با زمستان وجود دارد ($P<0.001$).

Archive of SID

www.SID.ir

- میانگین غلظت PCBs در رسوب در فصل زمستان کمتر از فصل پاییز می‌باشد و اختلاف معنی‌دار بین غلظت PCBs در نمونه رسوب فصل پاییز با زمستان وجود ندارد (P>0.516).
- همبستگی مثبت قوی بین غلظت PCBs در عضله ماهی کپور با ذرات معلق آب در فصل پاییز وجود دارد (r=0.851; P=0.004).
- همبستگی مثبت خیلی قوی بین غلظت PCBs در پوست ماهی کپور با وزن (r=0.878; P=0.002) و طول ماهی کپور در فصل پاییز وجود دارد (r=0.903; P =0.001)
- همبستگی مثبت خیلی قوی بین طول و وزن ماهی کپور در فصل پاییز وجود دارد (r=0.978; P =0.001).
- همبستگی مثبت قوی بین طول و وزن اردک ماهی در فصل پاییز وجود دارد (r=0.871; P =0.002)
- همبستگی مثبت قوی بین غلظت PCBs در آب با ذرات معلق آب در فصل زمستان وجود دارد (r=0.940; P=0.001).
- همبستگی مثبت قوی بین وزن و طول اردک ماهی در فصل زمستان وجود دارد (r=0.942; P =0.001).
- همبستگی مثبت خیلی قوی بین وزن و طول ماهی کپور در فصل زمستان وجود دارد (r=0.993; P =0.001).

میزان حداکثر مجاز استفاده از بافت پوست و عضله ماهی کپور و اردک ماهی توسط یک فرد ۷۰ کیلوگرمی در روز (برحسب کیلوگرم در روز) در جدول ۲ ارائه گردیده است.

با توجه به جدول ۲ نکات زیر قابل استنتاج است:

حداکثر حد مجاز مصرف روزانه بافت پوست و عضله اردک ماهی در فصل پاییز برای یک فرد ۷۰ کیلو گرمی مربوط به ماهی شماره ۸ می‌باشد و در فصل زمستان ماهی شماره ۹ در عضله و ماهی شماره ۷ در پوست بیشترین مقدار را دارا می‌باشد.

حداکثر حد مجاز مصرف روزانه بافت عضله ماهی کپور در فصل پاییز برای یک فرد ۷۰ کیلو گرمی مربوط به ماهی شماره ۷ و در پوست، ماهی شماره ۹ می‌باشد و در فصل زمستان ماهی شماره ۵ در عضله و ماهی شماره ۸ در پوست بیشترین مقدار را دارا می‌باشد.

متوسط حداکثر حد مجاز مصرف روزانه بافت عضله اردک ماهی و بافت پوست و عضله ماهی کپور در یک فرد ۷۰ کیلوگرمی:

- ۰/۰۲۶ کیلوگرم عضله در فصل پاییز و ۰/۰۳۸ کیلوگرم عضله در فصل زمستان برای اردک ماهی.
- ۰/۰۱۸ کیلوگرم عضله و ۰/۰۱۹ کیلوگرم پوست ماهی کپور در فصل پاییز و ۰/۰۳۶ کیلوگرم عضله و ۰/۰۲۱ کیلوگرم پوست ماهی کپور در فصل زمستان بدست آمده است.

جدول ۱: مقایسه بین غلظت PCBs در بافت ماهیان و محیط‌های اندازه‌گیری شده در فصل پاییز و زمستان سال ۱۳۸۸ (نانوگرم در گرم وزن خشک)

ردیف	محل اندازه‌گیری	پاییز		زمستان	
		میانگین (± انحراف معیار) نمونه‌ها	میانگین وزن ماهیان (گرم)	میانگین (± انحراف معیار) نمونه‌ها	میانگین وزن ماهیان (گرم)
۱	پوست ماهی کپور	۲۱/۸٤±۰/۰۷۱	۳۸۲/۱۱	۳۳/۰٦±۸/۲۱	٤٥۲/۱۱
۲	عضله ماهی کپور	۲۰/۸٦±۰/۰٤۷	۳۸۲/۱۱	۱۱±۱/٤۱	٤٥۲/۱۱
۳	پوست اردک ماهی	۲٤/۳٦±۰/۰۷٦	٤۰۲/۱۱	۲۹/٤۳±۰/۰۷	۳۷۳/۳
٤	عضله اردک ماهی	۱٤/۳٦±۱/۷۸	٤۰۲/۱۱	۱۰/۱۰±۱/۳۷	۳۷۳/۳
٥	آب	۰/۰۰٤۲±۰/۲٤	–	۰/۱۹٤۸±۰/۲٦	–
٦	ذرات معلق در آب	٥/٤۲±۰/۳٥	–	٤۹/۲۸±۰/۱۸	–
۷	رسوب	٤/۸۹±۰/٤۲	–	٤/٤۸±۰/٤٤	–

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲: تعیین حداکثر مجاز استفاده از بافت پوست و عضله ماهی کپور و اردک ماهی توسط یک فرد ۷۰ کیلوگرمی در روز (برحسب کیلوگرم در روز)

فصل	شماره ماهی	حداکثر مجاز مصرف روزانه عضله اردک ماهی	حداکثر مجاز مصرف روزانه پوست اردک ماهی	حداکثر مجاز مصرف روزانه عضله ماهی کپور	حداکثر مجاز مصرف روزانه پوست ماهی کپور
پاییز	۱	۰/۰۲۱	۰/۰۲۳	۰/۰۱۷	۰/۰۰۷
	۲	۰/۰۱۸	۰/۰۲۵	۰/۰۲۰	۰/۰۱۱
	۳	۰/۰۲۸	۰/۰۲۰	۰/۰۲۰	۰/۰۱۱
	٤	۰/۰۲٦	۰/۰۱٦	۰/۰۰۸	۰/۰۲۱
	٥	۰/۰۱۳	۰/۰۱۰	۰/۰۱۸	۰/۰۲۳
	٦	۰/۰۲۸	۰/۰۰٦	۰/۰۱۳	۰/۰۲٥
	۷	۰/۰۳۳	۰/۰۱٥	۰/۰۲۸	۰/۰۲۱
	۸	۰/۰۳۸	۰/۰۳٥	۰/۰۱۹	۰/۰۲۳
	۹	۰/۰۳٤	۰/۰۱٤	۰/۰۲۱	۰/۰۳۲
زمستان	۱	۰/۰۲٥	۰/۰۰۹	۰/۰۲۸	۰/۰۰۸
	۲	۰/۰۳۸	۰/۰۱٤	۰/۰۲٦	۰/۰۰٥
	۳	۰/۰۳۸	۰/۰۱۹	۰/۰۳٥	۰/۰۰۸
	٤	۰/۰۱۸	۰/۰۲۱	۰/۰۲۰	۰/۰۷۰
	٥	۰/۰٤٤	۰/۰۱۰	۰/۰٥٤	۰/۰۱۷
	٦	۰/۰٤۰	۰/۰۰٥	۰/۰٤٦	۰/۰۱۸
	۷	۰/۰۳۳	۰/۰۲۲	۰/۰٥۲	۰/۰۰٥
	۸	۰/۰٥۳	۰/۰۱۷	۰/۰۲۰	۰/۰۳۸
	۹	۰/۰٥۷	۰/۰۱٤	۰/۰٤۲	۰/۰۱۸

بحث

محاسبات صورت گرفته با استفاده از آزمون ANOVA، اختلاف بسیار معنی‌داری را بین بافت پوست ماهی کپور در فصل پاییز با فصل زمستان را نشان داده است. همانطوریکه در جدول ۱ ملاحظه می‌شود میزان غلظت PCBs در فصل زمستان بیشتر از پاییز است که طی محاسبه انجام شده در صورت برابری وزن باز غلظت ماده فوق در زمستان بیشتر می‌شود. بنظر می‌رسد علت این باشد که فصل تخم‌ریزی ماهی کپور تا تیر ماه ادامه دارد (وثوقی و مستجیر، ۱۳۸۱) که در این زمان بعلت کم غذایی ماهی کپور و استفاده از ذخیره چربی و دفع این ماده آلاینده از طریق تخم و سوزاندن چربی زمان زیادی لازم است تا ماده آلاینده دفع شده از طریق تخم مجدداً تجمع پیدا کند در فصل زمستان سه ماه فرصت بیشتری نسبت به فصل پاییز پیدا می‌کند تا تجمع بیشتری صورت گیرد.

آزمون ANOVA اختلاف بسیار معنی‌داری بین بافت عضله ماهی کپور در فصل پاییز با فصل زمستان را نشان داده است، ماهی کپور در فصل زمستان بنظر می‌رسد بخاطر سرما بیشتر تمایل به بستر زیستی دارد و در لابلای گیاهان آبزی مخفی می‌شود و از آبزیان بسیار ریز نقاط ساحلی و بستر آب مانند کرمها، لارو حشرات و نرمتنان کوچک تغذیه می‌کند (وثوقی و مستجیر، ۱۳۸۱) و در دمای کمتر از ۷ درجه سانتیگراد بصورت دسته جمعی به خواب زمستانی فرو می‌روند که این موضوع کاملاً با محاسبه ضریب همبستگی Pearson (r) در فصل زمستان بین عضله ماهی کپور با ذرات معلق آب نمایان شده و دارای همبستگی مثبت ضعیف می‌باشد در حالیکه در فصل پاییز همبستگی مثبت بسیار قوی عضله ماهی کپور با ذرات معلق آب وجود دارد.

آزمون ANOVA اختلاف بسیار معنی‌داری را بین بافت پوست اردک ماهی در فصل پاییز با فصل زمستان را نشان داده است. اردک ماهیان در دمای ۸ تا ۱۴ درجه سانتیگراد از بهمن ماه تا پایان فروردین ماه شروع به تخم‌ریزی می‌کنند (عبدلی و نادری، ۱۳۸۷)، با توجه به انباشتگی زیاد این آلاینده در زمستان با وجود وزن کمتر آن نسبت به پاییز بنظر می‌رسد

Archive of SID

www.SID.ir

زمان تخم‌ریزی به تاخیر افتاده باشد. لذا زمان بیشتری نسبت به پاییز برای انباشتگی PCBs داشته است.

آزمون ANOVA اختلاف بسیار معنی‌داری را بین بافت عضله اردک ماهی در فصل پاییز با فصل زمستان را نشان داده است زیرا در فصل زمستان و سرمای هوا برای تهیه غذا فعالیت اردک ماهی‌ها زیادتر از پاییز است و در اثر این فعالیت عضلات انرژی بیشتری را به هدر می‌دهند و باعث از دست دادن اسیدهای چرب موجود در عضلات (که بیشتر از پوست می‌باشد) گردیده است و آلودگی بیشتری نسبت به پوست دفع می‌کند.

براساس آزمون ANOVA اختلاف بسیار معنی‌دار بین غلظت PCBs در نمونه آب در فصل پاییز با فصل زمستان وجود دارد، بنظر می‌رسد به علت بارش زیاد باران و افزایش حجم آب تالاب و جاری شدن سیلابها و روان شدن آبها در زمستان میزان آلودگی افزایش یافته است.

با توجه به نتایج آزمون ANOVA اختلاف بسیار معنی‌دار در ذرات معلق فیلتر شده آب در فصل پاییز با فصل زمستان وجود دارد، بنظر می‌رسد علت آن بدلیل بارش باران و جاری شدن روان آبها و شستشوی خاکهای آلوده به این ماده و همچنین جذب آن توسط موجودات زنده معلق در آب باشد. در فصل بارندگی حجم آب تالاب افزایش یافته و با جاری شدن سیلابها و روان شدن آبها بنظر می‌رسد میزان آلودگی افزایش یابد.

آزمون ANOVA اختلاف معنی‌دار بین غلظت PCBs در نمونه رسوب فصل پاییز با فصل زمستان را آشکار نمی‌سازد، بنظر می‌رسد علت آن بدلیل بارندگی و سیلابها و روان شدن آبهای ایجاد شده و در نتیجه افزایش جریان آب خروجی از تالاب و کاهش فرصت ته‌نشینی رسوبات معلق در آب باشد.

محاسبات صورت گرفته، ضریب همبستگی (r) Pearson در بافت‌های ماهیان و محیطهای اندازه‌گیری شده در فصل زمستان بخش آبکنار تالاب انزلی نتایج بدین شرح بدست آمد:

همبستگی مثبت خیلی قوی بین وزن و طول اردک ماهی در فصل زمستان، بیانگر این مطلب بود که با افزایش طول، وزن آن نیز زیاد شده که این رابطه هم برای وزن و طول ماهی کپور وجود دارد.

همبستگی مثبت خیلی قوی بین غلظت PCBs در آب با ذرات معلق فیلتر شده در آب در فصل زمستان و پاییز وجود دارد دلایل آن بنظر می‌رسد به این دلیل باشد که با افزایش آلودگی PCBs در آب، میزان جذب آلودگی فوق در ذرات معلق در آب نیز افزایش می‌یابد.

میزان میانگین PCBs بدست آمده در بافت ماهیان در فصل پاییز کمتر از استاندارد FDI Guidelines (استاندارد برابر ۲ppm) و استاندارد Food Standards Australia/NZ MRL (استاندارد برابر ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و بیشتر از استاندارد (Recommended values as per US EPA Guidelines) US EPA values (استاندارد برابر ۰/۰۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) بوده است (بافت پوست اردک ماهی، پوست و عضله کپور).

Bosnir و همکاران (۲۰۰۴) تحقیقی برای اندازه‌گیری سطوح ۶ مشتقات PCB در ماهیان آب شیرین در ناحیه زاگرب انجام دادند و بالاترین سطح بین اندازه‌های ۰/۰۲ تا ۰/۰۵ میلی‌گرم در کیلوگرم بسته به نوع مشتقات بود، هرچند که مجموع سطح مشتقات اندازه‌گیری شده کمتر از مقدار حداکثر سطح مجاز ۲ میلی‌گرم در کیلوگرم وزن بود.

در فصل زمستان میانگین PCBs بدست آمده در بافت ماهیان کمتر از استاندارد FDI Guidelines (استاندارد برابر ۲ppm) و استاندارد Food Standards Australia/NZ MRL (استاندارد برابر ۰/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و بیشتر از استاندارد (Recommended values as per US EPA Guidelines) US EPA values (استاندارد برابر با ۰/۰۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) بوده است (بافت پوست اردک ماهی و کپور).

Adeyemi و همکاران (۲۰۰۹) تعدادی نمونه ماهی از استخر لاگوس در نیجریه برای وجود ترکیبات PCBs را آنالیز نمودند غلظت مجموع PCBs در نمونه‌ها بین مقادیر ۰/۵۶ppm تا ۲/۹۴ppm بود که بالاتر از استاندارد W.H.O می‌باشد.

میزان میانگین PCBs بدست آمده در محیطهای اندازه‌گیری شده در بخش آبکنار تالاب انزلی در آب در فصل پاییز کمتر از استاندارد National Recommended Water Quality Criteria E.P.A (استاندارد برابر با ۰/۰۱۴ میکروگرم در لیتر) بود و در رسوب کمتر از استانداردهای موجود Interim Sediment Quality Guidelines Canadian و Recommended Water Quality Criteria E.P.A بود (در رسوب آبهای شیرین براساس استاندارد Interim Sediment Quality GuidelinesCanadian برابر با ۳۴/۱ نانو گرم در گرم بود.

Archive of SID

www.SID.ir

Kalantri و Ebad (۲۰۰۴) میزان PCBs را در رسوب رودخانه نکا ۸ تا ۲۶ نانوگرم در گرم و در رودخانه تجن ۹ تا ۱۵ نانو گرم در گرم وزن خشک بدست آوردند.

در فصل زمستان میزان میانگین PCBs بدست آمده در آب بیشتر از استاندارد National Recommended Water Quality Criteria E.P.A (استاندارد برابر با ۰/۰۱۴ میکروگرم در لیتر می‌باشد) بود و میزان میانگین PCBs بدست آمده در رسوب کمتر از استاندارد Interim Canadian Sediment Quality Guidelines (استاندارد در رسوبات آبهای شیرین برابر با ۳۴/۱ نانو گرم در گرم می‌باشد) بود.

برنامه محیط زیست خزر (CEP) (۲۰۰۵) برای تعیین میزان PCBs و آلاینده‌های دیگر در رسوبات دریای خزر تحقیقاتی بعمل آوردند که میزان کل PCBs در مصب رودخانه انزلی را ۰/۲۴۷۵ نانو گرم در گرم گزارش کردند..

با توجه به محاسبه حداکثر حد مجاز مصرف روزانه بافت پوست و عضله اردک ماهی در یک فرد ۷۰ کیلوگرمی، فرد می‌تواند بطور متوسط حداکثر ۰/۰۲۶ کیلوگرم از عضله اردک ماهی را در فصل پاییز و ۰/۰۳۸ کیلوگرم در فصل زمستان بعنوان منبع غذایی در روز استفاده نماید. معمولاً از پوست اردک ماهی بعنوان منبع غذایی استفاده نمی‌شود و همچنین فرد می‌تواند بطور متوسط حداکثر ۰/۰۱۸ کیلوگرم از عضله و ۰/۰۱۹ کیلوگرم از پوست ماهی کپور را در فصل پاییز و ۰/۰۳۶ کیلوگرم از عضله و ۰/۰۲۱ کیلوگرم از پوست ماهی کپور در روز را در فصل زمستان بعنوان منبع غذایی استفاده نماید.

منابع

اسماعیلی‌ساری، ع.، ۱۳۸۱. آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست. انتشارات نقش مهر، تهران. ۷۶۹ صفحه.

بهروزی‌راد، ب.، ۱۳۸۶. شناخت تالابها وآلودگی آنها. دوره آموزشی کارشناسان محیط زیست. ۲۳ تا ۲۵ اسفند ۱۳۸۶. تهران، ایران.

خاتمی، س.ه.، ۱۳۸۲. آزمون‌های آماری در علوم زیست‌محیطی. سازمان حفاظت محیط زیست. ۲۳۷ صفحه.

عبدلی، ا. و نادری، م.، ۱۳۸۷. تنوع زیستی ماهیان حوضه جنوبی دریای خزر. انتشارات علمی آبزیان. تهران. ۲۳۷ صفحه.

وثوقی، غ. و مستجیر، ب.، ۱۳۸۱. ماهیان آب شیرین. انتشارات دانشگاه تهران، ایران. ۳۱۷ صفحه.

Adeyemi D., Ukpo G., Anyakora C. and Uyimadu J.P., 2009. Polychlorinated biphenyl in fish samples from Lagos Lagoon, Nigeria. African Journal of Biotechnology, 8(12):2811-2815.

Bosnir J., Puntari D., Klari M. and Šmit Z., 2004. Polychlorinated biphenyls in fresh water fish from the Zagreb area. Arhiv za Higiijenu Rada i Toksikol, 56:303-309.

CEP, 2010. SCM, 5-6 December 2006- Moscow Newsite/Activities. 2 August 2010. River Pol.htm.

Sagratini G., Buccioni M., Ciccarelli C., Conti P., Cristalli G., Giardina D., Lambertucci C., Marucci G., Volpini R. and Vittori S., 2008. Levels of polychlorinated biphenyls in fish and shellfish from the Adriatic Sea. Food Additives and Contaminants. Part B, 1(1):69-77.

National Recommended Water Quality Criteria US EPA, 2010. Recommended values as per US EPA guidelines. Available in http://water. epa.gov.

MOOPAM, 2005. Manual of oceanographic observations and pollutant analysis methods. 2nd Edn., Regional Organization for the Protection of the Marine Environment, ROPME, Safat, Kuwait. pp.337-355.

Talab-anzali, 2012. www.talab-anzali. Autumn 2010.

CEP, 2005. www.caspianenvironment.org. Autumn 2010.

Kalantri M.R. and Ebadi A.G., 2004. Study and measurement of some persistent organochlorine residues in sediments from the two great rivers (Tajan and Neka) of Mazandaran Province, Iran. Journal of Applied Sciences, 6(5):1028-1032.

Archive of SID

www.SID.ir

Determining level of PCBs in skin and muscle tissue of *Cyprinus carpio* and *Esox lucius* in Anzali Wetland (Abkenar)

Teymouri B.*(1); Nabavi S.M.B.(2); Safaeyan Sh.(3) and Khatami S.H.(4)

Teimouri47@yahoo.com

1,2,4- Deputy of Marine Environment, Environmental Protection Organization, Tehran, Iran

3- Faculty of Marine Sciences and Technology, Isalmic Azad University, No. 14, Shahid Fallahi Ave., Tehran, Iran

Received: September 2011 Accepted: October 2012

Keywords: Pollution, Pollutant, Fish, Poison

Abstract

The aim of this research is to determine the levels of polycholoro biphenil (PCBs) in skin and muscle tissues of common carp (*Cyprinus carpio*) and common pike (*Esox lucius*) fishes in the west part of Anzali wetland (Abkenar) in the two seasons, autumn 2009 and winter 2010. In each seasons, nine fishes from each species were selected randomly. The samples, transferred in cool condition and the muscles and skins of them were removed. All of the preparations organs clean up and PCBS analysis were carried with GC-ECD (Gas chromatography). Mean concentrations of PCBS were 24.36пg/g dry.w in skin 14.36пg/g dry.w in muscle tissue for *E. lucius* and 21.84пg/g dry.w in skin and 20.86пg/g dry.w in muscle tissue of *C. carpio*. In the autumn, the values was less than FDI standard and food standard Australia/AZ MRL and skin tissue of *E. lucius* and muscle tissue of *C. carpio* was over of US EPA standard values. Mean concentration of PCBS were 29.43пg/g dry.w in skin and 10.10ng/g dry.w in muscle tissue for *E. lucius* and 33.06пg/g dry.w in skin and 11.00пg/g dry.w in muscle tissue for *C. carpio.* In the winter, the value was less than FDI standard and food standard Australia /AZ MRL and skin tissue of *E. lucius and* skin tissue of *C. carpio* was over of US EPA standard values. Mean concentration of PCBs in water in the autumn (0.0042ppb) was less than recommended water quality Criteria E.P.A and in the winter (0.1938ppb) was over recommended water quality Criteria E.P.A. Mean concentration of PCBs in sediment in the autumn (4.89ng/g dry.w) and winter (4.48ng/g dry.w) was less than Interim Canadian Sediment Quality Guidelines. There were significant differences between *E. lucius* mussels and *C. carpio* skin tissue in two seasons (autumn and winter) in water and ingredient suspension. But in sediments, no significant difference was detected in autumn and winter.

*Corresponding author

Archive of SID

www.SID.ir