

مقایسه غلظت ایزومرهای PCB در بافت پوست و عضله ماهیان کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و اردک ماهی (*Esox lucius*) با غلظت PCBs در آب، ذرات معلق در آب و رسوب تالاب انزلی (بخش آبکنار) در فصول پاییز و زمستان ۱۳۸۸

- باقر تیموری*: دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال
 - شیلا صفائیان: دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال
 - سید محمد باقر نبوی: دانشکده علوم و فنون دریایی خرمشهر، صندوق پستی: ۶۶۹
- تاریخ دریافت: تیر ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۸۹

چکیده

تحقیق حاضر به منظور تعیین سطوح PCBs (پلی کلرو بی فنیل ها) در بافت پوست و عضله اردک ماهی و ماهی کپور معمولی تالاب انزلی و مقایسه آنها با غلظت PCBs در آب، ذرات معلق در آب و رسوب تالاب انزلی (بخش غربی تالاب، آبکنار) در فصول پاییز و زمستان ۱۳۸۸ انجام شده است. ۴ ایستگاه برای دریافت نمونه آب، رسوب و ذرات معلق در آب و صید نمونه اردک ماهی و ماهی کپور در بخش آبکنار تالاب انزلی تعیین گردید. از هر گونه ماهی، ۹ عدد در هر فصل صید شد و این ماهیان مورد زیست سنجی (تعیین وزن، طول کل و استاندارد) قرار گرفتند و در شرایط استاندارد نمونه های دریافتی از آب، رسوب، ذرات معلق در آب و سپس ماهیان فوق الذکر به آزمایشگاه انتقال داده شدند و بافت پوست و عضله اردک ماهی و ماهی کپور را براساس استاندارد Moopam جدا نموده و پس از آماده سازی، استخراج و تمیز کردن آنها، آنالیز PCBs با استفاده از دستگاه کروماتوگرافی گازی (GC - ECD) و دتکتور با اشعه یونیزان نیکل ۶۳ (Ni63) انجام گردید. خطرناکترین ایزومرهای PCB (28,52,101,138,153,180) که بعنوان شاخص های PCB در آلودگی دریاها و بویژه مناطق ساحلی، مانند بنادر و خورها مورد مطالعه قرار می گیرند در بافت پوست و عضله ماهیان مورد بررسی وجود داشت. حداکثر غلظت ایزومرهای خطرناک ذکر شده در فصل پاییز در پوست و عضله اردک ماهی و ماهی کپور در ایزومرهای با کلر بیشتر بود (PCB 153 & 138) ولی در محیط های اندازه گیری شده آب، ذرات معلق در آب و رسوب در ایزومرهای با کلر کمتر (PCB 52) بیشترین غلظت را داشتند.

کلمات کلیدی: پلی کلرو بی فنیل ها، اردک ماهی، ماهی کپور، تالاب انزلی



مقدمه

تالاب‌ها محیط‌های آبی هستند که دارای ارزش‌های اقتصادی، اجتماعی، علمی، تفریحی می‌باشند. همچنین زیستگاه جانوران و رویشگاه گیاهان هستند و بعنوان ذخیره‌گاه ژنی گیاهان و جانوران در روی زمین می‌باشند. ولی امروزه همه شاهد آلودگی و تخریب تالاب‌ها هستند. یکی از عمده‌ترین فاکتورهای نابودی تالاب‌ها و کاهش کارکردهای اکولوژیکی آنها، آلودگی‌ها می‌باشد (۳). عمده‌ترین آلودگی تالاب بین‌المللی انزلی از طریق رودخانه پیربازار که از دو رودخانه کوچکتر گوهرود و زرجوب داخل شهر رشت منشأ می‌گیرد، منتقل می‌شود. 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 روستاهایی پیرامون تالاب انزلی نیز از طریق زهکش‌ها بطور مستقیم وارد این تالاب می‌شوند. یکی از این آلاینده‌ها که دارای پایداری بسیار زیاد می‌باشد PCBها یا ترکیبات پلی کلر بی‌فنیل (Poly Chlorinated Biphenyls) که اختصاراً PCBs نامیده می‌شوند می‌باشد. 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 به راحتی در چربی‌ها حل می‌شوند (۱). این ترکیبات اغلب از طریق گوارش (بیشترین جذب را دارا هستند)، تنفس و پوست نیز قابل جذب می‌باشند. انسانها اغلب از طریق ماهی و نرم‌تنان (که از انباشتگی زیادی از این ترکیبات را دارا می‌باشند) در معرض PCBs قرار می‌گیرند. جذب روده‌ای این دو موجود خبلی سریع انجام می‌شود. این ترکیبات با افزایش تعداد اتم کلر پایدارتر هستند و میزان دفع این ترکیبات با افزایش اتم‌های کلر کاهش پیدا می‌کند (۶).

Antunes و همکاران (۲۰۰۷) مطالعه‌ای برای سطوح PCB (۳۳ گروه از ترکیبات) در سه کلاس ماهیان بزرگ، غذا و

ترکیبات محیطی داخل آب (ذرات معلق) نمودند. آب و مواد معلق آن غلظت‌های بالاتری از مشتقات پایین‌تر (PCBs با کلر کمتر) از PCB نشان داده‌اند. در حالیکه بافت‌های ماهی و مواد غذایی غلظت‌های بیشتری از مشتقات بالاتر PCBs با کلر بیشتر را نشان داده‌اند.

مواد و روشها

تالاب انزلی در جنوب غربی دریای خزر و جنوب بندر انزلی و در طول شرقی $E=49^{\circ}28'$ و عرض شمالی $N=37^{\circ}25'$ با وسعت ۱۵۰۰۰ هکتار قرار گرفته است و دارای بخش‌های شرقی، غربی، مرکزی، سرخانکل، سلکه و سیاه کشیم است. ۲۳ متر پایین‌تر از سطح آبهای آزاد می‌باشد. تالاب انزلی مجموعه‌ای است از تالاب‌های طبیعی آب شیرین که از ۱۱ رودخانه حوزه آبریز ۳۸۰۰۰۰ هکتاری خود مانند سیاه درویشان، هندخاله و پسیان تغذیه می‌شود. تالاب انزلی زیستگاه محلی برای تخم‌ریزی و تکثیر ماهیان و نیز زمستان‌گذرانی و جوجه‌آوری گونه‌های زیادی از پرندگان آبی و کنار آبی محسوب می‌شود. تالاب انزلی از دسته تالاب‌های ساحلی - دریایی است و در سال ۱۳۵۴ بعنوان تالاب با اهمیت بین‌المللی در کنوانسیون جهانی حفاظت از تالاب‌ها (رامسر - ۱۹۷۱) به ثبت رسیده است (۲).

در بخش غربی تالاب انزلی و در منطقه آبکنار براساس نوع بستر و ورودی رودخانه‌ها، خروجی آب از تالاب و مابین ورودی و خروجی آب در یک ترانسکت به فاصله تقریباً برابر ۴ ایستگاه نمونه‌برداری انتخاب شد و طول و عرض نقاط مربوطه با GPS بشرح زیر تعیین گردید:

ایستگاه ۱- $N:37^{\circ}26'57.33''$ $E:49^{\circ}23'22.13''$

ایستگاه ۲- $N:37^{\circ}28'19.78''$ $E:49^{\circ}20'52.64''$

ایستگاه ۳- $N:37^{\circ}29'50.73''$ $E:49^{\circ}18'14.37''$

ایستگاه ۴- $N:37^{\circ}26'04.23''$ $E:49^{\circ}26'05.60''$





شکل ۱: تعیین ایستگاههای نمونه برداری در بخش غربی تالاب انزلی - آبکنار

ساعت ۱۱ صبح انجام گردید (جمعاً ۱۲ نمونه رسوب در هر فصل).. نمونه های رسوب برداشت شده توسط نمونه بردار رسوب یا گرپ سمپلر با ظرفیت ۵ کیلوگرمی مدل Hydro Bios را در ظرفهای فلزی قرار داده و پس از انجماد در همانروز به آزمایشگاه انتقال داده شدند (۷).

نمونه برداری از ماهی کپور معمولی و اردک ماهی تالاب انزلی در ماههای آذر و اسفند سال ۱۳۸۸ انجام گردید و در هر مرحله ۹ عدد ماهی با تور گوشگیر صید و سپس زیست سنجی شدند (اندازه گیری طول استاندارد و کل برحسب سانتیمتر با خط کش زیست سنجی و اندازه گیری وزن برحسب گرم با ترازوی معمولی ۵ کیلوگرمی با دقت ۱ گرم) در دمای ۲۰- درجه سانتیگراد منجمد شدند و به آزمایشگاه منتقل گردیدند. جداسازی بافت پوست و عضله ماهیان مورد نظر در آزمایشگاه براساس استاندارد Moopam انجام گردید (۷).

انجام آنالیز با دقت و صحت قابل قبول بدون فرآیندهای آماده سازی مناسب امکان پذیر نخواهد بود. با آماده سازی از طریق یکسان نمودن شرایط اولیه از لحاظ عوامل متغیر فیزیکی برای تمام نمونه ها و حذف عوامل تداخلگر زمینه مناسب فراهم می شود تا آنالیز پارامترهای مورد نظر با صحت، تکرارپذیری (دقت) و تکثیر پذیری بالایی انجام گیرد. بنابراین امکان مقایسه نتایج بدست آمده با یکدیگر و انجام بررسی های مقایسه ای فراهم می شود. برخی مراحل آماده سازی براساس نوع آنالیز و نوع نمونه عبارتند از: الف) شستشوی ظروف ب) خشک کردن ج) آسیاب

نمونه برداری آب در ۴ ایستگاه ذکر شده همزمان با ۳ تکرار در هر بار نمونه برداری از عمق یک متری از ساعت ۹ صبح تا ۱۴ در ماههای آذر و اسفند سال ۱۳۸۸ (در دو فصل با فاصله زمانی ۳ ماه) با نمونه بردار آب انجام گردید (حجم نمونه برداری برای هر نمونه بمیزان ۲ لیتر بود). به نمونه آب پس از فیلتر نمودن مواد فیکس کننده شامل مخلوط هگزان با دی کلرو متان به نسبت ۷۰ به ۳۰ اضافه شد و به آزمایشگاه موسسه تحقیقات فرآوری مواد معدنی سازمان صنایع و معادن انتقال گردید. ظروف نمونه آب از جنس شیشه انتخاب گردید و در قسمت داخلی در شیشه ها با فویل آلومینیومی پوشانده شد تا واکنشی با مواد آلاینده مورد نظر انجام نگیرد. قبل از نمونه برداری شیشه ها با مواد پاک کننده و دترژن کاملاً شسته و سپس چند مرتبه با آب مقطر شستشو و در نهایت به آن هگزان زده و در آن در دمای ۱۸۰ درجه سانتیگراد خشک گردیدند. در مجموع تعداد ۱۲ نمونه آب دریافت گردید (۷).

ذرات معلق داخل آب را پس از نمونه برداری آب، بلافاصله از فیلتر ۰/۴۵ میکرون که از جنس تفلونی یا پلی تترا فلورو اتیلن (PTFE) می باشد، عبور داده و ذرات معلق آنرا قبل از فیکس کردن نمونه آب، جدا نموده و در ظرف آلومینیومی قرار داده و سپس نمونه های مربوطه به حالت انجماد درآورده و به آزمایشگاه منتقل گردیدند (۷).

از چهار ایستگاه ذکر شده در شکل ۱ در ماههای آذر و اسفند سال ۱۳۸۸ نمونه برداری رسوب با ۳ تکرار همزمان در



برای مقایسه میانگین‌ها از روش one-way ANOVA استفاده شده و از ضریب همبستگی Pearson (r) برای ارتباط غلظت‌های PCBs استفاده گردید.

نتایج

بر اساس محاسبات صورت گرفته با استفاده از قوانین حاکم بر روش آمار پارامتریک (۴) میزان حداقل و حداکثر غلظت PCBs در محیط‌های گوناگون و بافت پوست و عضله ماهی کپور معمولی و اردک ماهی بخش آبکنار تالاب انزلی در جدول ۱ ارائه گردیده است.

حداکثر غلظت ایزومرهای خطرناک ذکر شده در نمونه‌های آب مربوط به ایزومر PCB52 بود که بیشترین آن در فصل پاییز مربوط به ایستگاه ۱ (۰/۰۰۲ppb) و در فصل زمستان مربوط به ایستگاه ۳ (۰/۴۹۵ppb) بدست آمد (جدول ۲).

حداکثر غلظت ایزومرهای خطرناک ذکر شده در نمونه‌های ذرات معلق در آب مربوط به PCB52 بود که بیشترین آن در فصل پاییز مربوط به ایستگاه ۱ (۸/۴۵ppb) و در فصل زمستان مربوط به ایستگاه ۳ (۹۷/۱۹۲ppb) بدست آمد (جدول ۳).

کردن (د) الک نمودن (ه) یکنواخت سازی. نمونه‌های مورد نظر در آزمایشگاه براساس استاندارد Moopam آماده‌سازی شده و سپس به قسمت استخراج و آنالیز دستگاهی منتقل گردیدند. روی نمونه‌های آماده‌سازی شده، به منظور آنالیز نمونه‌ها مراحل استخراج، تغلیظ، سولفورزدایی، جداسازی، تغلیظ مجدد و غیره براساس استاندارد Moopam 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 دکتور با اشعه یونیزان نیکل ۶۳ (Ni63) استفاده گردید (۷).

در این مطالعه تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از روشهای پارامتریک که مزایای آن استفاده از مشاهدات حقیقی در مقیاس‌های زمانی، مقایسه میانگین‌ها و پراکنش می‌باشد اما در آن داده‌های می‌بایست دارای توزیع نرمال باشد، استفاده شده است. قبل از انجام آزمون‌ها از روش Anderson-Darling در برنامه Minitab13، داده‌ها مورد کنترل نرمال بودن قرار گرفت و در صورت غیرنرمال بودن از طریق انتقال داده‌ها نرمال گردیدند.

جدول ۱: مقایسه بین میانگین واقعی PCBs با ۹۵ درصد اطمینان در بافت ماهیان و محیط‌های اندازه‌گیری شده در فصل پاییز و زمستان سال ۱۳۸۸ (نانوگرم بر گرم وزن خشک بدن)

ردیف	محل اندازه‌گیری	غلظت در زمستان	میانگین وزن ماهیان	غلظت در پاییز	میانگین وزن ماهیان
۱	پوست ماهی کپور	۳۳/۰۶	۴۵۲/۱۱	۲۱/۸۴	۳۸۲/۱۱
۲	عضله ماهی کپور	۱۱	۴۵۲/۱۱	۲۰/۸۶	۳۸۲/۱۱
۳	پوست اردک ماهی	۲۹/۴۳	۳۷۳/۳	۲۴/۳۶	۴۰۲/۱۱
۴	عضله اردک ماهی	۱۰/۱۰	۳۷۳/۳	۱۴/۳۶	۴۰۲/۱۱
۵	آب	۰/۱۹۴۸	-	۰/۰۰۴۲	-
۶	ذرات معلق در آب	۴۹/۲۸	-	۵/۴۲	-
۷	رسوب	۴/۴۸	-	۴/۸۹	-

جدول ۲: نتایج حاصل از اندازه گیری PCBs در نمونه های آب در ایستگاههای چهارگانه بخش آبکنار تالاب انزلی در فصل پاییز و زمستان ۱۳۸۸ (ppb)

فصل	ایستگاه	$\pm Se$ میانگین	میانگین مهمترین PCBs آب					
			۱۸۰	۱۵۳	۱۳۸	۱۰۱	۵۲	۲۸
پاییز	۱	0.01325 ± 0.009	۰	۰	0.0013	۰	0.002	0.0004
	۲	0.00037 ± 0.0018	۰	۰	۰	۰	0.0002	۰
	۳	0.0022 ± 0.00186	۰	۰	۰	۰	0.0002	۰
	۴	0.0007 ± 0.00032	۰	۰	۰	۰	0.0007	۰
زمستان	۱	0.1146 ± 0.1089	۰	۰	۰	۰	0.004	۰
	۲	0.017 ± 0.0104	۰	۰	0.0014	۰	0.0143	۰
	۳	0.612 ± 0.1589	۰	۰	۰	۰	0.495	۰
	۴	0.035 ± 0.0152	۰	0.0005	۰	۰	0.023	۰

Se=Standard error

جدول ۳: نتایج حاصل از اندازه گیری PCBs در نمونه های ذرات معلق در آب ایستگاههای چهارگانه بخش آبکنار تالاب انزلی در فصل پاییز و زمستان ۱۳۸۸ (نانوگرم بر گرم وزن خشک بدن)

فصل	ایستگاه	$\pm Se$ میانگین	میانگین مهمترین PCBs در ذرات معلق در آب					
			۱۸۰	۱۵۳	۱۳۸	۱۰۱	۵۲	۲۸
پاییز	۱	18.88 ± 12.4	۰	۰	1.751	0.674	8.450	۰
	۲	1.97 ± 1.7	۰	۰	0.245	0.003	0.635	0.007
	۳	0.77 ± 0.69	۰	۰	0.002	۰	0.337	۰
	۴	0.69 ± 0.18	۰	۰	0.003	0.002	0.19	۰
زمستان	۱	10.28 ± 3.22	۰	۰	0.224	۰	0.356	۰
	۲	5.85 ± 17.7	۰	۰	0.612	0.72	14.98	۰
	۳	165.3 ± 81.6	۰	۰	۰	۰	97.192	۰
	۴	3.84 ± 0.78	۰	۰	۰	۰	3.632	۰

Se=Standard error



حداکثر غلظت ایزومرهای خطرناک ذکر شده در نمونه‌های رسوب مربوط به ایزومر PCB52 بود که بیشترین آن در فصل پاییز مربوط به ایستگاه ۳ (۰/۲۹۶ppb) بدست آمده است (جدول ۴).

جدول ۴: نتایج حاصل از اندازه‌گیری PCBs در نمونه‌های رسوب ایستگاههای چهارگانه بخش آبکنار تالاب انزلی در فصل پاییز و زمستان ۱۳۸۸ (نانوگرم بر گرم وزن خشک بدن)

فصل	ایستگاه	Se ± میانگین	میانگین مهمترین PCBs در رسوب					
			۱۸۰	۱۵۳	۱۳۸	۱۰۱	۵۲	۲۸
پاییز	۱	۳/۲۶±۰/۴۱	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۱/۵۰	۲/۴۳
	۲	۶/۱۵±۰/۸۹	۰/۰۱۵	۰/۰۱۸	۰/۰۹	۰/۰۰	۳/۱۶	۰/۰۶
	۳	۵/۳۵±۰/۳۶	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۳/۲۰	۰/۰۱
	۴	۴/۴۴±۰/۳۳	۰/۰۲۴	۰/۰۲۸	۰/۰۹	۰/۰۰	۱/۹۶	۰/۱۵
زمستان	۱	۴/۵۴±۰/۷۵	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۴	۰/۰۰
	۲	۳/۲۴±۱/۸۷	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۱۲
	۳	۴/۹۸±۲/۸۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۲۹	۰/۰۰
	۴	۵/۱۷±۲/۹۸	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۱۴	۰/۰۳۱	۰/۱۹	۰/۵۴

Se=Standard error

حداکثر میانگین غلظت ایزومرهای خطرناک ذکر شده در ماهی کپور معمولی در فصل پاییز و زمستان مربوط به PCB138 بود. حداکثر میانگین غلظت PCBs بدست آمده در ماهی کپور در فصل پاییز (۲۱/۸۴ppb) و زمستان (۳۳/۰۶ppb) در بافت پوست بدست آمد (جدول ۶).

حداکثر میانگین غلظت ایزومرهای خطرناک ذکر شده در بافت‌های اردک ماهی در فصل پاییز مربوط به PCB153 بود. حداکثر میانگین غلظت PCBs بدست آمده در اردک ماهی در فصل پاییز مربوط به بافت پوست بود (۲۴/۳۵ppb) و در فصل زمستان هم در بافت پوست بدست آمد (۲۹/۴۳ppb) (جدول ۵).

جدول ۵: نتایج حاصل از سنجش PCBs در بافت‌های اردک ماهی بخش آبکنار تالاب انزلی در فصل پاییز و زمستان ۱۳۸۸ (نانوگرم بر گرم وزن خشک بدن)

فصل	شماره ماهی	میانگین عضله	میانگین پوست	میانگین مهمترین PCBs در پوست و عضله					
				۱۸۰	۱۵۳	۱۳۸	۱۰۱	۵۲	۲۸
پاییز	۱	۱۶/۵۶	۱۴/۹۴	۰/۳۲	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۳۷	۰/۰۰
	۲	۱۹/۱۷	۱۴/۱۲	۰/۱۴	۰/۳۵	۰/۱۱	۰/۴۷	۰/۵۱	۰/۱۸
	۳	۱۲/۲۶	۱۷/۰۸	۰/۳۶	۰/۴۲	۰/۱۷	۰/۳۳	۰/۴۸	۰/۲۶
	۴	۱۳/۲۰	۲۱/۲۳	۰/۲۲	۰/۳۴	۰/۲۱	۰/۳۹	۰/۵۶	۰/۳۱
	۵	۲۵/۸۴	۳۵/۳۰	۰/۵۴	۰/۴۱	۰/۱۶	۰/۵۳	۰/۴۹	۰/۳۱
	۶	۱۲/۲۸	۵۸/۷۷	۰/۲۲	۰/۴۹	۰/۲۹	۰/۳۱	۰/۳۱	۰/۲۲
	۷	۱۰/۵۶	۲۳/۰۴	۰/۸۸	۰/۵۲	۰/۲۰	۰/۳۹	۰/۴۷	۰/۲۸
	۸	۹/۱۹	۱۰/۰۴	۰/۱۶	۰/۵۳	۰/۶۳	۰/۹۷	۱/۵۲	۰/۹۰
	۹	۱۰/۱۸	۲۴/۷۰	۰/۴۸	۰/۳۸	۱/۲۱	۰/۸۱	۳/۶۴	۲/۴۵
زمستان	۱	۱۳/۶۸	۳۵/۹۴	۱/۰۱	۵/۹۰	۱/۵۳	۵/۰۶	۳/۶۵	۲/۰۶
	۲	۹/۰۴	۲۳/۹۶	۱/۰۳	۱/۹۲	۱/۶۷	۱/۱۸	۳/۵۱	۰/۷۰
	۳	۹/۱۲	۱۸/۵۲	۱/۳۴	۱/۵۵	۰/۸۸	۲/۹۸	۲/۴۳	۰/۶۷
	۴	۱۹/۳۷	۱۶/۹۳	۲/۱۷	۱۰/۱۰	۰/۷۹	۲/۶۲	۲/۰۱	۱/۱۷
	۵	۷/۸۹	۳۴/۹۴	۰/۷۴	۴/۸۷	۱/۵۲	۴/۵۹	۳/۱۵	۲/۳۳
	۶	۸/۶۹	۷۳/۷۰	۰/۴۷	۱/۳۳	۳/۰۴	۱/۸۷	۱۱/۸۰	۱/۱۶
	۷	۱۰/۴۰	۱۶/۱۳	۲/۰۸	۲/۳۵	۱/۰۱	۲/۳۸	۱/۴۷	۰/۹۰
	۸	۶/۵۶	۲۰/۳۵	۰/۷۸	۱/۴۹	۰/۵۷	۲/۵۳	۱/۵۴	۱/۸۴
	۹	۶/۱۳	۲۴/۴۲	۱/۰۲	۱/۰۲	۰/۴۶	۳/۱۱	۱/۹۹	۲/۸۶

Se=Standard error



جدول ۶: نتایج حاصل از سنجش PCBs در بافت‌های ماهی کپور معمولی بخش آبکنار تالاب انزلی در فصل پاییز و زمستان ۱۳۸۸
(نانوگرم بر گرم وزن خشک بدن)

فصل	شماره	میانگین عضله	میانگین پوست	میانگین مهمترین PCBs در پوست و عضله					
پاییز	۱	۱۹/۹۵	۴۸/۲۷	۰/۸۶	۰/۵۱	۰/۰۰	۰/۶۰	۰/۵۶	۱۸۰
	۲	۱۷/۴۷	۳۰/۸۶	۶/۹۹	۷/۱۹	۰/۱۵	۰/۴۷	۱/۸۴	۰/۳۶
	۳	۱۷/۰۰	۳۰/۸۰	۲/۱۳	۲/۳۲	۰/۰۰	۰/۹۸	۰/۵۶	۰/۱۵
	۴	۴۰/۳۷	۱۶/۴۷	۰/۲۷	۰/۱۵	۰/۰۰	۵/۵۹	۲/۷۴	۲/۲۱
	۵	۱۹/۲۸	۱۴/۸۳	۰/۰۰	۰/۲۷	۰/۰۰	۱/۴۷	۰/۵۷	۰/۴۵
	۶	۲۶/۳۲	۱۳/۵۷	۰/۱۹	۰/۳۴	۰/۰۰	۲/۹۴	۱/۳۴	۰/۸۳
	۷	۱۲/۵۵	۱۶/۱۷	۰/۰۰	۰/۲۷	۰/۲۱	۰/۸۰	۰/۷۶	۰/۵۶
	۸	۱۸/۳۲	۱۴/۹۰	۰/۳۰	۰/۵۶	۰/۲۲	۰/۵۲	۰/۴۷	۰/۳۶
	۹	۱۶/۴۷	۱۰/۶۸	۰/۰۰	۰/۱۶	۰/۰۰	۰/۷۴	۰/۵۲	۰/۳۳
زمستان	۱	۱۲/۵۴	۴۴/۲۶	۰/۶۵	۱/۲۴	۲/۲۳	۶/۵۳	۵/۰۴	۴/۰۰
	۲	۱۳/۶۳	۶۹/۶۱	۱/۹۱	۹/۴۸	۳/۰۱	۹/۳۵	۶/۳۳	۴/۷۶
	۳	۹/۸۴	۴۱/۳۰	۲/۶۶	۱۰/۵۱	۵/۱۶	۱۳/۱۹	۹/۱۰	۵/۵۰
	۴	۱۷/۴۰	۴/۹۸	۴/۵۰	۳/۱۰	۲/۰۷	۳/۳۴	۲/۳۷	۱/۵۳
	۵	۶/۴۷	۱۹/۶۹	۰/۴۵	۰/۴۲	۰/۵۲	۱/۱۳	۰/۸۰	۰/۴۸
	۶	۷/۵۶	۱۸/۶۲	۰/۴۶	۲/۴۰	۰/۴۱	۲/۹۹	۱/۸۰	۲/۸۰
	۷	۶/۶۰	۷۰/۵۰	۰/۹۷	۲/۵۷	۰/۷۳	۲/۹۸	۱/۹۰	۱/۱۰
	۸	۱۶/۷۰	۹/۲۷	۰/۷۵	۱/۲۰	۰/۱۹	۱/۵۴	۱/۰۷	۰/۸۴
	۹	۸/۱۷	۱۹/۲۹	۱/۸۴	۲/۴۰	۰/۷۰	۲/۶۲	۱/۹۳	۱/۶۳

بحث

همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌گردد میزان میانگین غلظت PCBs در فصل پاییز و زمستان در بافت پوست اردک ماهی و ماهی کپور بیشتر از عضله‌های آنان می‌باشد. علت آن بنظر می‌رسد بخاطر تجمع بیشتر چربی در زیر پوست و انحلال نسبتاً بالای آن در چربی می‌باشد (۱).

خطرناکترین ایزومرهای PCB که بعنوان شاخص‌های PCB در آلودگی دریاها و بویژه منطقه ساحلی، مانند بنادر و خورها مورد مطالعه قرار می‌گیرند (PCB 28,52,101,138,153,180)، در بافت پوست و عضله اردک ماهی و ماهی کپور مورد بررسی قرار گرفته است که حداکثر غلظت ایزومرهای خطرناک

ذکر شده در فصل پاییز و زمستان در پوست و عضله ماهی کپور معمولی و اردک ماهی در ایزومرهای با کلر بیشتر بوده است (در اردک ماهی مربوط به PCB153 و در ماهی کپور PCB138). ولی در محیط‌های اندازه‌گیری شده آب، ذرات معلق در آب و رسوب در ایزومرهای با کلر کمتر (PCB 52) بیشترین غلظت را داشتند.

Antunes و همکاران (۲۰۰۷) مطالعه‌ای برای سطوح PCB (۳۳ گروه از ترکیبات) در سه کلاس ماهیان بزرگ، غذا و ترکیبات محیطی داخل آب (ذرات معلق) نمودند. آب و مواد معلق آن غلظت‌های بالاتری از مشتقات پایین‌تر (PCBs) با کلر



- ۴-خاتمی، س.ه.، ۱۳۸۲. آزمون‌های آماری در علوم زیست محیطی. سازمان حفاظت محیط زیست. ۱۶۴ صفحه.
- 5-Antunes, P., Gil, O., Armanda Reis-henriques, M., 2007. Evidence for higher biomagnification's factors of lower chlorinated PCBs in cultivated Seabass. Sci. Total Envir., 377:36-44.
- 6-Bosnir, J., Puntari, D., Klari, M. and Šmit, Z., 2004. Polychlorinated biphenyls in fresh water fish from the Zagreb area. Arh. Hig. Rada Toksikol, 56:303-309.
- 7-Moopam, 1999. Manual of Oceanographic Observations and Pollutant Analyses Methods. 3rd Edn., Regional Organization for the Protection, Kuwait. V I20.
- 8-Sasa, J., Marijana, C., Tatjana, R., Srdan, S., Mirjana, L., Ksenija, D. and Biljana, A., 2010. Non-dioxin-like PCBs in ten different fish species from the Danube River, Serbia. Envir. Monit. Ass., pp.153-163.
- 9-www.epa.vic.gov.au. June, 2010.

کمتر) از PCB نشان دادند. در حالیکه بافت‌های ماهی و مواد غذایی غلظت‌های بیشتری از مشتقات بالاتر PCBs با کلر بیشتر را نشان دادند.

EPA Victoria با حمایت Melbourne Water استرالیا بررسی مقدماتی آلودگی‌ها روی چند گونه از ماهیان (مارماهی، کپور و ماهی سیم) در مصب رودخانه‌های Yarra و Maribyrnong (۲۰۰۵) انجام داده‌اند که میزان ایزومرهای سنگین PCBs بیشتر از ایزومرهای سبکتر بوده است (۶).

Sasa Jankovic و همکاران (۲۰۰۱ و ۲۰۰۶) میزان PCBs را در ده گونه ماهی که از رودخانه دانوب در صربستان نمونه‌برداری کرده بودند را مورد آنالیز قرار دادند و میزان PCBs سبک‌تر در سال ۲۰۰۱ و ۲۰۰۶ بیشتر از PCBs سبک‌تر بود (ایزومرهای ۱۳۸، ۱۵۳، ۱۸۰ بیشتر از ایزومرهای ۲۸ و ۵۲ بود) (۸).

منابع

- ۱-اسماعیلی ساری، ع.، ۱۳۸۱. آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست. انتشارات نقش مهر، تهران. ۷۶ صفحه.
- ۲-باقرزاده کریمی و روحانی رانکوهی، ۱۳۸۶. راهنمای تالاب‌های ایرانی ثبت شده در کنوانسیون رامسر. انتشارات روزنو. ۱۸۲ صفحه.
- ۳-بهروزی‌راد، ب.، ۱۳۸۷. تالاب‌های ایران، انتشارات سازمان جغرافیای ارتش. ۱۹۸ صفحه.

