



دانشگاه گوارزی و منابع طبیعی

مجله بهره‌برداری و پرورش آبزیان  
جلد اول، شماره دوم، تابستان ۱۳۹۱  
<http://japu.gau.ac.ir>

## نقش رژیم غذایی و شرایط زیستگاهی در تجمع آلاینده‌های آلی در ماهیان تالاب بین‌المللی انزلی

\*اسلام جاودان‌خرد<sup>۱</sup>، عباس اسماعیلی‌ساری<sup>۲</sup> و نادر بهرامی‌فر<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور،  
<sup>۲</sup> استاد دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، <sup>۳</sup> استادیار گروه شیمی، دانشگاه پیام نور، واحد ساری  
تاریخ دریافت: ۹۰/۹/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱/۲۱

### چکیده

در میان آلاینده‌های انسانی، نگرانی اصلی در مورد مواد آلی کلره مانند DDTs، PCBs و HCHs به‌خاطر پایداری، تجمع زیستی، و اثرات بالقوه سمی برای حیات وحش و انسان‌ها است. انسان‌ها از طرق منابع مختلف در معرض این مواد قرار می‌گیرند که مصرف ماهی یکی از مهم‌ترین راه‌ها است. در این پژوهش میزان آلاینده‌های کلره از جمله، آفت‌کش‌های آلی کلره (OCPS) و بی‌فنیل‌های پلی‌کلره (PCBs) در سه گونه ماهی شامل کاراس طلایی (*Carassius auratus*) کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) و اردک‌ماهی (*Esox lucius*)، در دو فصل زمستان و بهار در تالاب بین‌المللی انزلی اندازه‌گیری شدند. انتخاب این سه گونه ماهی به‌خاطر وجود رژیم غذایی و شرایط زیستگاهی متفاوت و اهمیت این گونه‌ها برای مصرف انسانی و انتخاب این دو فصل به‌خاطر تفاوت در میزان فعالیت‌های کشاورزی و میزان بارش‌های جوی نسبت به هم بوده است. نتایج نشان داد که بیشترین میزان این آلاینده‌ها را ماهی کپور که گونه‌ای است با رژیم غذایی همه‌چیزخواری و بنتوپلاژیک، به‌خاطر داشتن شرایط زیستگاهی، عادت غذایی و میزان چربی متفاوت از دو گونه دیگر دارا بود. آلاینده غالب DDTs و HCB کمترین میزان آلاینده در نمونه‌ها بودند. هم‌چنین میزان این آلاینده‌ها در نمونه‌های مورد بررسی کمتر از حد استاندارد جهانی بود.

**واژه‌های کلیدی:** آلاینده‌های آلی، آفت‌کش‌های آلی کلره، بی‌فنیل‌های پلی‌کلره، تالاب انزلی

\*مسئول مکاتبه: [ijavedan@gmail.com](mailto:ijavedan@gmail.com)

## مقدمه

تالاب‌ها یکی از حساس‌ترین اکوسیستم‌هاست که امروزه در حال تخریب و نابودی هستند. تالاب‌ها ارزش‌ها و کارکردهای گوناگونی برای جوامع انسانی داشته که این کارکردها بر اثر دخالت و تخریب‌های انسانی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. یکی از مهم‌ترین عواملی که باعث نابودی تالاب‌ها می‌شود ورود آلاینده‌های مختلف به تالاب است. رشد صنعت، افزایش فعالیت‌های کشاورزی و دیگر فعالیت‌های انسانی منجر به افزایش رشد جمعیت انسان شده است و این خود باعث ورود سریع مواد شیمیایی انسان‌ساز زیادی به محیط زیست، به‌خصوص اکوسیستم‌های آبی شده است. در میان آلاینده‌های انسان‌ساز نگرانی اصلی در مورد آلاینده‌های آلی پایدار است که به اختصار<sup>۱</sup> POPS خوانده می‌شوند (سوداریاتو و همکاران، ۲۰۰۷). آلاینده‌های آلی پایدار (POPs) ترکیبات کربن پایه و مخلوطی از مواد شیمیایی صنعتی نظیر بی‌فنیل‌های پلی‌کلر<sup>۲</sup> PCB، آفت‌کش‌هایی نظیر<sup>۳</sup> DDT و محصولات فرعی احتراق نظیر دی‌اکسین‌ها هستند (کروسولینی و همکاران، ۲۰۰۵).

خطرات مرتبط با این دسته از آلاینده‌ها مربوط به مقاومت آنها در برابر تجزیه نوری، بیولوژیکی و شیمیایی، چربی دوستی بالای آنها، ماندگاری آنها برای سال‌های طولانی در محیط زیست که این ویژگی‌ها منجر به تجمع زیستی این ترکیبات در بافت‌های چربی موجودات زنده می‌شود و در نتیجه در طول زنجیره غذایی افزایش پیدا می‌کنند و می‌توانند خطرات زیادی برای سلامتی اکوسیستم، حیات وحش و انسان ایجاد کنند (ناسو و همکاران، ۲۰۰۵؛ پروگینی و همکاران، ۲۰۰۴).

ماهی و محصولات مرتبط با آن با این که کمتر از ۱۰ درصد از رژیم غذایی را تشکیل می‌دهند مسیر اصلی برای ورود این آلاینده‌ها به بدن انسان هستند. به این ترتیب رژیم‌های غذایی که شامل میزان بالای ماهی هستند منجر به مصرف و جذب میزان بیشتری از این ترکیبات می‌شود (جود و همکاران، ۲۰۰۴؛ هریسون، ۱۹۹۸؛ الکوک و همکاران، ۱۹۹۸). مطالعات نشان می‌دهد که همبستگی بالایی بین غلظت آلاینده‌های آلی کلر در خون، شیر و بافت‌های انسانی با مصرف ماهیان آلوده وجود دارد (ناسو و همکاران، ۲۰۰۵).

1- Persistent Organic Pollutants

2- Polychlorinated Biphenyls

3- Dichloro-Diphenyl-Trichloroethane

ماهی یک شاخص<sup>۱</sup> مناسب برای ارزیابی آلودگی محیط‌های آبی است به این دلیل که ماهیان آلاینده‌ها را هم به صورت مستقیم از آب و هم از طریق رژیم غذایی دریافت می‌کنند و در بافت‌های خود تغلیظ می‌کنند. بنابراین برای ارزیابی انتقال آلاینده‌ها از طریق شبکه غذایی و بررسی فرآیند بزرگنمایی زیستی<sup>۲</sup> مناسب هستند (ژو و همکاران، ۲۰۰۷). طی فرآیند بزرگنمایی زیستی غلظت این ترکیبات در ماهی حداقل یک میلیون بار از آب‌های احاطه‌کننده آنها بیشتر می‌شود (مون و همکاران، ۲۰۰۶).

از طرفی ماهی‌ها به‌طور کلی برای پایش<sup>۳</sup> محیط آبی به کار می‌روند، چون آنها مواد آلاینده را به‌طور مستقیم از محیط اطراف و غذا می‌گیرند و در بافت‌هایشان تجمع می‌کنند، آنها به‌طور کلی متابولیسم کمتری نسبت به ترکیبات آلی کلردار دارند، بنابراین بهتر می‌توانند منعکس‌کننده آلودگی محیط اطرافشان باشند (پاستور و همکاران، ۱۹۹۶). توزیع و تجمع این مواد آلاینده در بافت‌های ماهی‌ها نشان‌دهنده آلودگی رسوبات و محیط آبی اطرافشان است (براون و همکاران، ۱۹۹۸). عوامل بیولوژیک از قبیل حجم چربی، اندازه و سن (لارسون و همکاران، ۱۹۹۲) و همچنین نوع گونه، جنس، مرحله رشد، سطوح تغذیه‌ای ماهی‌ها در میزان تجمع زیستی این آلودگی‌ها مؤثرند در این مطالعه دو دسته از این سموم شامل آلاینده‌های آلی کاره (OCPs) و بی‌آفنیل‌های پلی‌کلره (PCBs) در سه گونه از ماهیان تالاب انزلی شامل، اردک ماهی (*Esox lucius, linnaeus*) که گونه‌ای است با رژیم غذایی گوشت‌خواری<sup>۴</sup> و پلاژیک<sup>۵</sup>، کاراس ماهی (*Carassius auratus*) و هم‌چنین کپور ماهی (*Cyprinus carpio*) که گونه‌هایی همه‌چیزخوار<sup>۶</sup> بنتوپلاژیک<sup>۷</sup> هستند مورد بررسی قرار می‌گیرند.

تالاب انزلی یکی از ۱۰ تالاب ارزشمند جهان بوده که جزء ۲۲ تالاب بین‌المللی ایران است که از سال ۱۳۵۴ تحت پوشش کنوانسیون رامسر قرار دارد، این تالاب با مساحتی بالغ بر ۱۹۳ کیلومتر مربع در ۳۷ درجه و ۲۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۲۵ دقیقه طول شرقی در جنوب دریای خزر در

- 1- Indicator
- 2- Biomagnification
- 3- Monitoring
- 4- Carnivour
- 5- Pelagic
- 6- Omnivour
- 7- Benthopelagic

استان گیلان واقع شده است (موسوی، ۲۰۰۱) تنوع گونه‌های جانوری شامل آبزیان، پرندگان، خزندگان، دوزیستان و پستانداران حاشیه تالاب نشانه اهمیت تالاب است.

این تالاب هم اکنون به دلیل آلودگی زیاد در لیست تالاب‌های در خطر جهانی یا تالاب‌های مونتر و قرار دارد. گسترش شهرها و افزایش روز افزون تراکم انسانی در کرانه‌های تالاب انزلی، فقدان وجود سیستم تصفیه فاضلاب و سرازیر شدن فاضلاب‌های خانگی، صنعتی و کشاورزی از شهرهای اطراف به درون این تالاب، حیات تالاب انزلی و موجودات آن را به شدت به خطر انداخته است (بیغمبری، ۲۰۰۳).

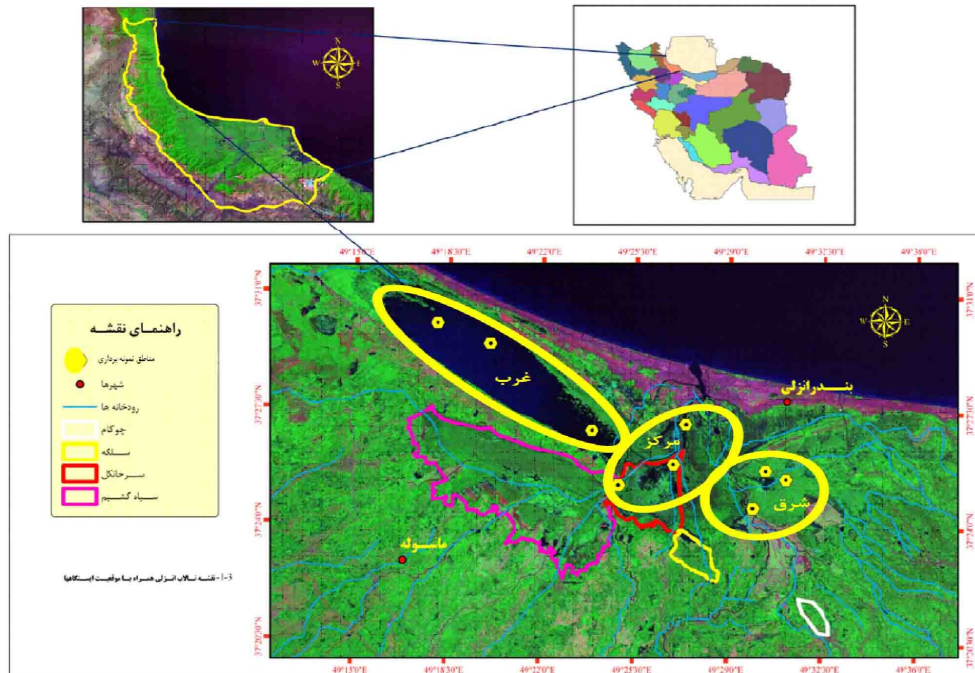
هدف از این پژوهش بررسی تأثیر رژیم غذایی و شرایط زیستگاهی بر میزان تجمع آفت‌کش‌های آلی‌کلره (OCPs) و بی‌فنیل‌های پلی‌کلره (PCBs) در برخی از ماهی‌های تالاب و مقایسه غلظت این آلاینده‌ها با استانداردهای جهانی است.

### مواد و روش‌ها

**روش نمونه‌برداری:** در این پژوهش میزان آلودگی ماهی در سه بخش شرق، مرکز و غرب تالاب مورد مطالعه قرار گرفت. برای صید ماهیان در دو فصل و در هر بخش از تالاب دو الی سه بار تور انداخته شد و میزان حداکثر، حداقل و متوسط وزن ماهی صید شده برای سه گونه ماهی به‌دست آید و از نمونه‌هایی با وزن میانگین هر کدام ۴ عدد انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شد (در شکل ۱ موقعیت جغرافیایی سه منطقه نمونه‌برداری نشان داده شده است).

**آماده‌سازی نمونه‌ها:** در آزمایشگاه بعد از اندازه‌گیری وزن و طول، ۱۰ گرم از بافت ماهیچه پشتی ماهی جدا و با نمک سولفات سدیم (که به مدت ۲۴ ساعت در داخل آون در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته) مخلوط و به مدت ۳ ساعت نگه داشته شد. سپس به نمونه ۱۵ نانوگرم استاندارد داخلی PCB-143 اضافه شد. جهت به‌دست آوردن چربی کل آن را با ۷۵ میلی‌لیتر از محلول نرمال هگزان: استون (۱:۳) به مدت ۴ ساعت سوکسله کرده، محلول استخراج شده را با دستگاه تبخیرکننده دوار با پمپ خلا به حجم ۱۲ میلی‌لیتر رسانده که ۲ میلی‌لیتر از آن برای تعیین چربی و ۱۰ میلی‌لیتر باقی‌مانده برای تمیزسازی مورد استفاده قرار گرفت. چربی موجود در ۲ میلی‌لیتر نمونه از روش

وزن‌سنجی<sup>۱</sup> تعیین شد. نمونه استخراج شده بعد از تبخیر حلال با گاز نیتروژن، از ستون کارتریج حاوی ۸ گرم سیلیکاژل اسیدی شده (۴۰ درصد) عبور داده شد.



شکل ۱- موقعیت منطقه‌های نمونه‌برداری

سپس ستون به‌وسیله ۲۵ میلی‌لیتر مخلوط نرمال هگزان/ دی کلرو- متان (نسبت ۲/۳) شست‌وشو داده شد و محلول جمع‌آوری شده به‌وسیله دستگاه تبخیرکننده دوار با پمپ خلا تغلیظ و در نهایت توسط جریان ملایمی از گاز نیتروژن، حلال آن تبخیر گردید، در مرحله بعد به آن ۱۰۰ میکرولیتر نرمال اکتان اضافه و در نهایت یک میکرو لیتر به دستگاه کروماتوگرافی گازی<sup>۲</sup> (GC) تزریق شد (اردوگرل و همکاران، ۲۰۰۵).

- 1- Gravimetricaly
- 2- Gaz chromatophy

**آنالیز نمونه‌ها:** شناسایی و اندازه‌گیری بقایای آفت‌کش‌ها و ترکیبات بی‌فنیل‌های پلی‌کلره در نمونه‌ها بوسیله کروماتوگرافی گازی مدل ۱۰۰۰، ساخت شرکت DANI (ایتالیا) مجهز به ستون کاپیلاری Optima5 به طول ۶۰ متر، قطر داخلی ۰/۲۵ mm و ضخامت فیلم ۰/۲۵  $\mu\text{m}$  و آشکارساز بسیار حساس رباینده الکترون<sup>۱</sup> (ECD) انجام شد. دماهای محل تزریق<sup>۲</sup> و آشکارساز<sup>۳</sup> به ترتیب بر روی ۲۵۰ و ۳۰۰ درجه سانتی‌گراد تنظیم شدند. شناسایی سموم موجود در نمونه‌ها از طریق مقایسه زمان بازداری پیک‌های مشاهده شده در کروماتوگرام حاصل از نمونه محلول‌های استاندارد انجام شد و از نسبت سطح زیر پیک نمونه به سطح زیر پیک استاندارد داخلی به عنوان پاسخ تجزیه‌ای برای محاسبه غلظت استفاده شد.

حد تشخیص<sup>۴</sup> OCPs در این روش برای نمونه‌های ماهی، بین ۲ و ۳۲۰ ng/g lw<sup>۶</sup> و برای PCBs بین ۱/۵ng/g lw و ۷۵ بود. هم‌چنین درصد انحراف نسبی<sup>۵</sup> (RSD) برای OCPs و PCBs بین ۴/۰۲۵ و ۹/۹۰ درصد بود و این‌که درصد بازیابی<sup>۷</sup> در این روش برای OCPs و PCBs بین ۹۰/۴۵ و ۱۱۱/۴۵ بود.

روش آنالیز آماری: آنالیز آماری توسط نرم‌افزار SPSS (version ۱۱/۵) انجام شد. بررسی تبعیت داده‌ها از توزیع نرمال توسط آزمون Kolmogrov-Smirnov انجام شد. هم‌چنین برای مقایسه آلودگی ماهیان در سه منطقه در صورت نرمال بودن داده‌ها از آنالیز واریانس یک‌طرفه<sup>۸</sup> استفاده شد، در این حالت چنانچه واریانس داده‌ها همگن بود، از آزمون‌های دانکن و در غیراین صورت آزمون Dunnet-T3 استفاده شد. در مواردی که داده‌ها نرمال نبودند، یا امکان نرمال کردن آنها وجود نداشت، برای مقایسه کلی داده‌ها آزمون ناپارامتریک Kruskal-Wallis مورد استفاده قرار گرفت. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون Mann Whitney-U استفاده شد و برای مقایسه تفاوت آلودگی تالاب و ایستگاه‌ها در دو فصل از آزمون t-جفتی استفاده شد.

- 1- Electron capture detector
- 2- Injector
- 3- Detector
- 4- Limit of detection
- 5- Lipi weights
- 6- Relative standard deviation
- 7- Recovery
- 8- One-way ANOVA

## نتایج

مقایسه آفت کش‌های آلی کلره (OCPs) و بی‌فنیل‌های پلی کلره (PCBs) در نمونه‌های ماهی تالاب بر اساس رژیم غذایی و زیستگاهی: جدول ۱ و همچنین شکل‌های ۲ تا ۴ نشان می‌دهند که بین سه گونه ماهی در این مطالعه تفاوت معنی‌داری از نظر آلاینده‌های مورد بررسی و ایزومرهای آنها وجود دارد و اردک‌ماهی که گونه‌ای است با شرایط زیستگاهی پلاژیک و با رژیم غذایی گوشت‌خواری نسبت به گونه‌های کپور و کاراس که گونه‌هایی همه‌چیز خوار و بتتوپلاژیک هستند میزان کمتری دارد و به‌طور کلی میزان هر دو گروه از سموم در نمونه‌های بررسی شده به‌صورت زیر است:

اردک ماهی > کاراس > کپور ماهی

جدول ۱- تفاوت بین آلاینده‌های OCPs و PCBs موجود در کل نمونه‌های ماهی تالابی در فصل زمستان و بهار زمستان

زمستان		بهار	
سم	گونه	اردک ماهی	ماهی کاراس
OCPs	۳۷۶/۲۰±۵۲/۹۹ <sup>a</sup>	۷۲۴/۹۸±۱۶۲/۸۶ <sup>b</sup>	۸۶۷/۶۲±۱۸۰/۳۵ <sup>b</sup>
PCBs	۸۱/۵۰±۲۵/۳۰ <sup>c</sup>	۱۳۱/۸۵±۴۲/۳۵ <sup>d</sup>	۱۵۴/۰۱±۵۰/۳۵ <sup>d</sup>
درصد چربی	۰/۷۹	۱/۸۴	۲/۴۴
سم	گونه	اردک ماهی	ماهی کاراس
OCPs	۴۵۲/۳۶±۱۵۲/۸۴ <sup>a</sup>	۸۰۴/۵۳±۲۱۲/۸۸ <sup>b</sup>	۱۲۵۶/۸۰±۴۱۲/۳۳ <sup>b</sup>
PCBs	۱۱۰/۱۳±۳۸/۲۰ <sup>c</sup>	۱۵۵/۹۶±۶۸/۲۲ <sup>d</sup>	۱۷۱/۶۰±۷۴/۱۷ <sup>d</sup>
درصد چربی	۰/۹	۱/۹۹	۲/۷۴

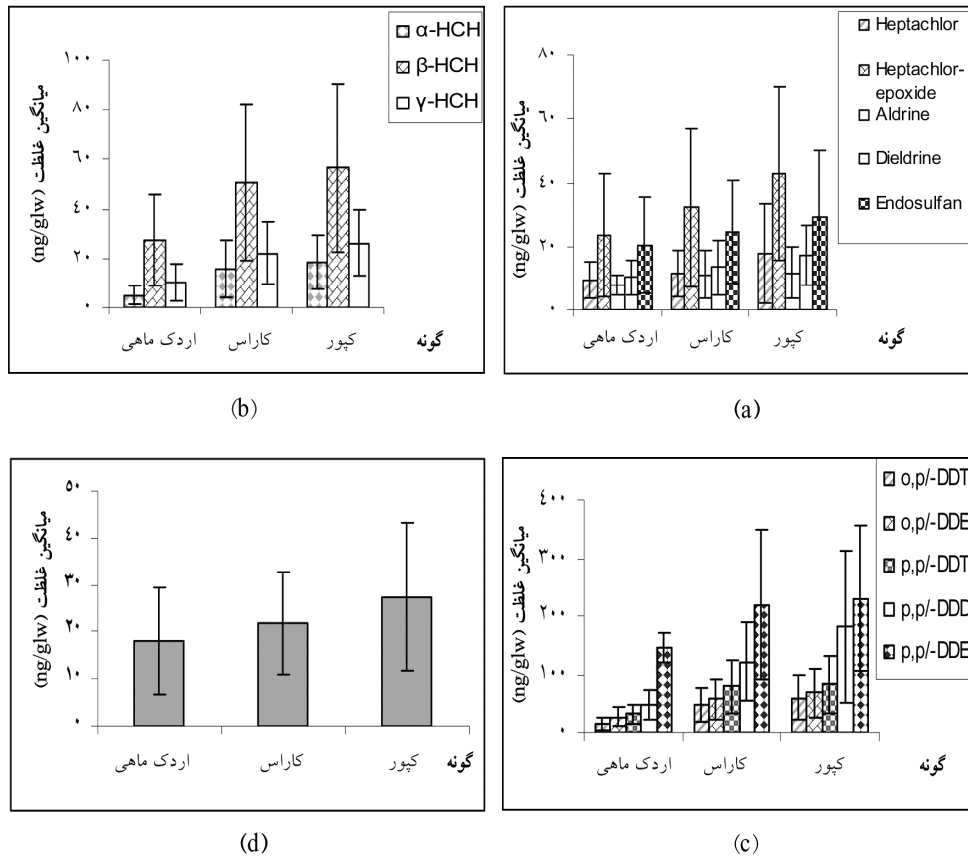
حروف انگلیسی متفاوت بیانگر اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می باشند.

داده‌ها به صورت میانگین ± انحراف معیار می باشند.

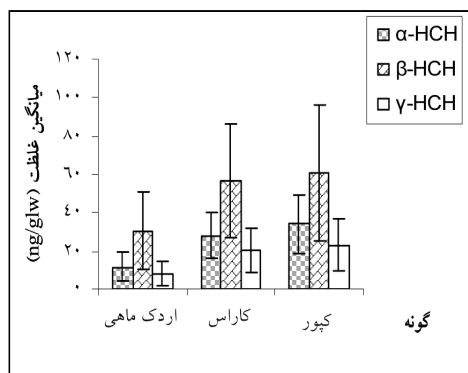
بررسی ترکیبات آلی کلره (OCPs) و (PCBs) در نمونه‌ها: شکل‌های ۲ تا ۴ میزان غلظت هر یک از ترکیبات هگزاکلروسیکلو هگزان، سیکلودین‌ها ترکیبات ددت، هگزاکلروبنزن و بی‌فنیل‌های پلی کلره را در دو فصل زمستان و بهار نشان می‌دهند. در بین متابولیت‌های هگزاکلروسیکلو هگزان،  $\beta$ -HCH

در نمونه‌های اردک مربوط به زمستان و بهار به ترتیب با میانگین غلظت، ۲۳/۶۲ و ۲۷/۳۵، در کاراس ۴۳/۷۲ و ۴۹/۵۸ و در کپور ماهی ۵۰/۹۹ng/g lw و ۵۵/۳۱ بیشترین میزان و متابولیت  $\alpha$ -HCH در نمونه‌های اردک مربوط به زمستان و بهار به ترتیب با میانگین غلظت، ۷/۱۰ و ۱۱/۰۳، در کاراس ۱۶/۴۷ و ۲۹/۵۷ و در کپور ماهی ۲۳/۰۸ng/g lw و ۳۵/۵۷ کمترین میزان بودند. در بین سیکلودین‌ها ایزومرهای اندوسولفان، در نمونه‌های اردک مربوط به زمستان و بهار به ترتیب با میانگین غلظت ۱۸/۰۵ و ۲۰/۲۳، در کاراس ۲۲/۲۰ و ۲۹/۵۷ و در کپور ماهی ۲۶/۹۲ng/g lw و ۳۰/۵۰ بیشترین میزان، آلدین هم با میانگین غلظت ۷/۷۷ و ۱۲/۶۰ در اردک ماهی، در کاراس ۱۱/۱۲ و ۱۸/۴۰ و در کپور ماهی ۱۱/۶۵ng/g lw و ۲۲/۷۴ کمترین میزان را دارا بودند و به‌طور کلی از نظر درصد، دو ترکیب هپتاکلر اپوکسید و آندوسولفان، در زمستان بیش از ۶۱ درصد و در فصل بهار بیش از ۴۹ درصد از سیکلودین‌ها را در کل نمونه‌ها تشکیل می‌دهند و ایزومرهای آلدین و دیلدین در دو فصل کمترین میزان را دارا هستند و این که که نسبت (درصد) ایزومرهای هپتاکلر و آلدین به کل سیکلودین‌ها در فصل بهار نسبت به زمستان در مقایسه با دیگر ایزومرها رشد بیشتری داشته است. همچنین در بین ۵ ایزومر ددت، ایزومر p,p'-DDE با میانگین غلظت ۱۱۹/۲۳ng/g lw و ۱۴۴/۲۸ در اردک ماهی، در کاراس ۱۹۷/۷۵ و ۲۳۷/۸۷ و در کپور ماهی ۲۶۰/۷۱ و ۲۵۱/۶۶ng/g lw ترکیبی است که بیشترین میزان را دارد و کمترین میزان را هم ایزومر o,p'-DDT با میانگین غلظت ۱۴/۰۴ng/g lw و ۱۸/۲۵، ۴۶/۸۷ و ۴۹/۷۱، ۶۲/۴۶ و ۶۴/۴۶ در اردک ماهی، کاراس و کپور ماهی به ترتیب در فصول زمستان و بهار دارند. همچنین در بین ایزومرهای بی‌فنیل‌های پلی‌کلره موجود در کاراس و کپور ماهی در دو فصل زمستان و بهار شماره ۱۵۳ با میانگین غلظت ۳۵/۰۵ng/g lw، ۴۵/۶۲ و ۴۴/۲۳، ۴۸/۷۹ و ایزومر شماره ۱۳۸ در اردک ماهی با میانگین غلظت ۲۳/۰۲، ۲۷/۱۴ng/g lw به ترتیب بیشترین میزان و ایزومرهای ۲۸ و ۵۲ کمترین میزان را در سه گونه دارا بودند. همچنین با توجه به شکل ۵ مشاهده می‌شود در هر دو فصل بیشترین غلظت را ترکیبات د.د.ت و کمترین غلظت را هم ترکیب هگزاکلروبنزن دارد و در نمونه‌های فصل بهار غلظت تمام سموم نسبت به نمونه‌های زمستان افزایش پیدا کرده است.

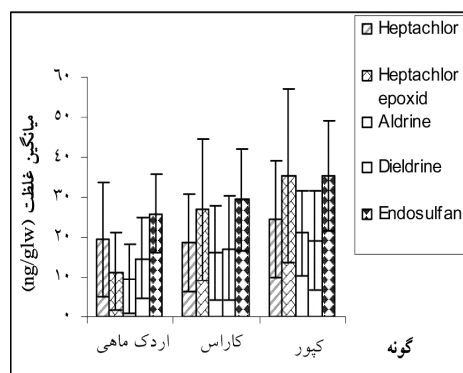




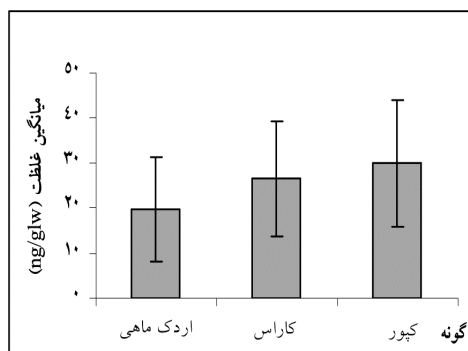
شکل ۲- غلظت ایزومرهای OCPs در نمونه‌های ماهی تالاب انزلی در فصل زمستان، ترکیبات سیکلودین‌ها (a)، هگزاکلروسیکلوهگزان (b)، ترکیبات د.د.ت (c) و هگزاکلروسیکلوبنزن (d) \*داده‌ها به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار می‌باشند.



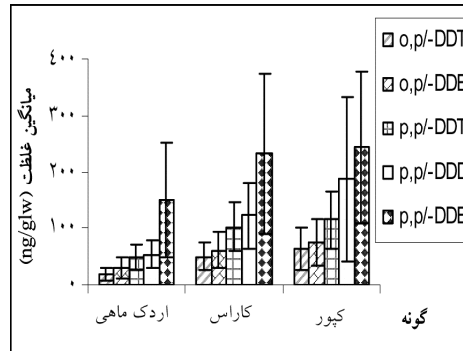
(b)



(a)

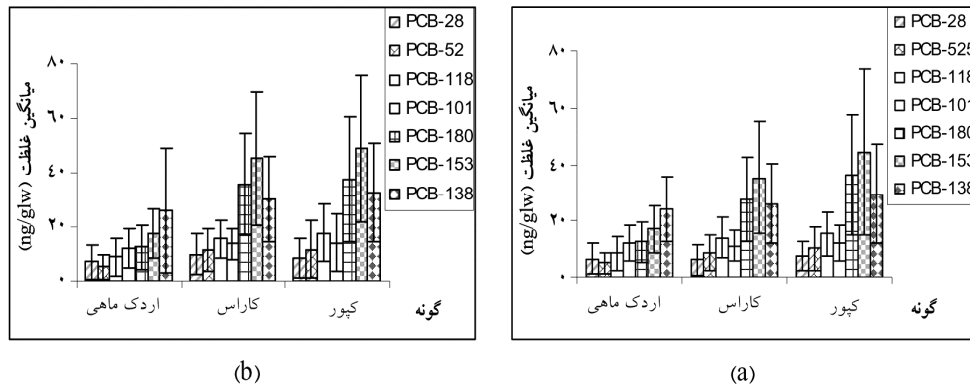


(d)

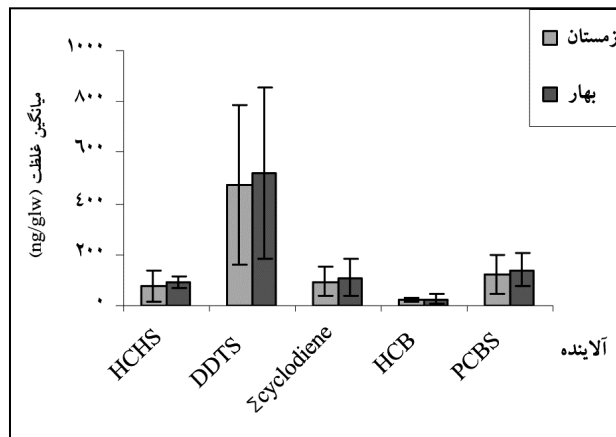


(c)

شکل ۳- غلظت ایزومرهای OCPS در نمونه‌های ماهی تالاب انزلی در فصل بهار  
 ترکیبات سیکلودین‌ها (a)، هگزاکلروسیکلوهاگزان (b)، ترکیبات د.د.ت (c) و هگزاکلروبنزن (d)  
 \* داده‌ها به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار می‌باشند.



شکل ۴- غلظت ایزومرهای PCBs در سه گونه از ماهیان تالاب انزلی در فصل زمستان (a) و در بهار (b) داده‌ها به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار می‌باشند.



شکل ۵- مقایسه فصلی آلاینده‌های موجود در کل ماهیان تالاب انزلی داده‌ها به صورت میانگین  $\pm$  انحراف معیار می‌باشند.

### بحث

در مورد تفاوت میزان این آلاینده‌ها در این سه گونه براساس رژیم غذایی می‌توان گفت که، به‌طور کلی، در موجودات آبی موجود در سطوح بالای زنجیره غذایی (مانند ماهی) دو فرایند تغلیط زیستی<sup>۱</sup> (جذب مواد آلاینده به‌طور مستقیم از طریق آبشش) و بزرگنمایی زیستی (جذب از

1- Concentration

طریق مواد غذایی) نقش مؤثری در میزان OCPS و PCBs موجود در بدن این ارگانیزم‌ها دارند (گری، ۲۰۰۲؛ رندال و همکاران، ۱۹۹۸) که پدیده بزرگنمایی زیستی نقش مهمی در تجمع آلاینده‌های آلی به‌خصوص برای آلاینده‌های با آبگریزی بالا دارد (لوزئو و همکاران، ۲۰۰۱) و در این فرایند عوامل مختلف زیستی و غیرزیستی مانند درجه کلره آلاینده، ضریب آبگریزی آنها، عادات غذایی و زیستگاهی خود ارگانیزم (ناسو و همکاران، ۲۰۰۵) شرایط تغذیه‌ای، سن، جنس، فصل نمونه‌برداری / تخم‌ریزی (ونگ و همکاران، ۲۰۰۸) درجه حلالیت آنها در آب، درجه یونیزاسیون، میزان پایداری سم و حجم چربی گونه (ایزر و موزر، ۱۹۸۲) و به‌خصوص در بدن ماهی میزان چربی گونه (مونگا، ۱۹۹۰)، عادات تغذیه‌ای (کول هن و همکاران، ۲۰۰۶) و عادات زیستگاهی خود گونه (ناسو و همکاران، ۲۰۰۵) تأثیرگذار هستند. بنابراین همان‌طور که می‌بینیم مهمترین عوامل مؤثر در وجود این آلاینده‌ها در بدن گونه‌های ماهی، میزان چربی، رژیم غذایی و زیستگاه گونه می‌باشد و به‌طور کلی حجم چربی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر رژیم تغذیه‌ای است (کوآسی و همکاران، ۲۰۰۶).

در این مطالعه اردک‌ماهی که گونه‌ای است پلاژیک با رژیم غذایی گوشت‌خواری نسبت به گونه‌های کپور و کاراس که گونه‌هایی همه‌چیزخوار و بنوپلاژیک هستند میزان آلودگی (از نظر آلاینده‌های مورد بررسی) و درصد چربی کمتری دارد. از طرفی در این گونه حجم چربی در ارتباط با سرعت رشد<sup>۱</sup> (GR) (نسبت بین وزن و سن) گونه (اسپیژار و همکاران، ۱۹۹۷) و به‌طور خیلی زیادی تحت تأثیر فاکتور شرایط<sup>۲</sup> (CF) (نسبت وزن  $\times 100$  به توان سه طول) است (دسلوف و اشمیت، ۲۰۰۰). به‌طور کلی سرعت رشد فاکتور بسیار مهمی در توضیح سطوح مختلف آلاینده‌ها در ماهی‌هاست، در ماهی‌های با سرعت رشد زیاد (مانند اردک‌ماهی) آلاینده‌ها به‌طور زیادی به‌وسیله تجمع سریع در بافت‌های جدید رقیق می‌شوند، در حالی‌که در ماهی‌های با سرعت رشد پایین (مانند کپور و کاراس) به‌دلیل این‌که گونه مدت زمان زیادی در معرض سموم است میزان این آلاینده‌ها بالا است. از طرف دیگر دسترسی به منابع غذایی و استراتژی تغذیه‌ای یکی از فاکتورهای بسیار مؤثر در سرعت رشد خانواده کپورماهیان (مانند کپور و کاراس) است (اسپیژار و همکاران، ۱۹۹۷).

توضیح بیشتر این‌که کپور و کاراس جانوران کف‌زی‌خواری هستند با میزان بالایی از بتوز در رژیم غذایی‌شان ولی اردک‌ماهی غذای آن انحصاری ماهی می‌باشد همراه با تغییر در غذای آن به‌صورت

1- Growth Rate

2- Condition Factor

سالیانه و فصلی، بنابراین غذای آن در طول زندگی متغیر است که این هم یکی از موضوعات تأثیرگذار در کم بودن درصد چربی در این گونه است. پس دلایل اساسی پایین بودن حجم چربی در اردک ماهی سرعت رشد بالا، پایین بودن فاکتور شرایط (CF)، و متغیر بودن رژیم غذایی آن در طول زندگی است (کواسی و همکاران، ۲۰۰۶).

اما از نظر زیستگاهی باید گفت، چون ترکیبات آلی پایدار و بی‌فنیل‌های پلی‌کلره آبگریز می‌باشند، وارد بخش آلی رسوبات در محیط‌های کف می‌شوند و این بخش در نهایت منبع اصلی این سموم در محیط‌های آبی است و بنابراین چون گونه‌های کپور و کاراس از لحاظ غذایی و محیطی با رسوبات در ارتباط هستند پس دارای غلظت بیشتری از این سموم هستند (ناکاتا و همکاران، ۲۰۰۵). بنابراین بیشتر سموم در دو نمونه کپور معمولی و کاراس، با وجود این‌که در زنجیره غذایی پایین‌تر از اردک‌ماهی قرار گرفته‌اند ولی دارای غلظت بیشتری از سموم هستند که به‌نظر می‌رسد علت این موضوع همان‌طور که گفته شد مربوط به دو عامل بسیار مهم و تأثیرگذار در غلظت این سموم یعنی، حجم چربی بالاتر در این دو گونه و زیستگاه این دو گونه است، چنان‌که (کواسی و همکاران، ۲۰۰۶). این دو دلیل را برای تفاوت بین غلظت این سموم در اردک‌ماهی و کپور در رودخانه دانوب در رومانی بیان کردند، هم‌چنین (ناسو و همکاران، ۲۰۰۵)، (زو و همکاران، ۲۰۰۷)، (اردوگرو و همکاران، ۲۰۰۵)، هم برای توجیه تفاوت بین غلظت این سموم در ماهی‌های مشابه با همین رژیم غذایی و زیستگاهی، این دو عامل را بیان کردند. اما به‌طور کلی با وجودی که دو گونه کپور و کاراس از نظر زیستگاهی و تغذیه‌ای مشابه هستند میزان سموم در گونه کپور بیشتر است که با توجه به توضیحات داده شده، بالا بودن درصد چربی در کپور را می‌توان دلیلی برای این موضوع یاد کرد.

در بیان علت بیشتر بودن ایزومر بتا نسبت به ایزومرهای دیگر HCHs در نمونه‌های دو فصل باید گفت که نحوه توزیع ایزومرها در HCHs صنعتی که به‌عنوان آفت‌کش مصرف می‌شود به‌صورت  $\beta > \gamma > \alpha$  از طرفی از نظر پایداری ایزومرهای  $\beta$ ،  $\gamma$ ،  $\alpha$  به‌ترتیب پایداری‌ترین ایزومرها هستند (لی و همکاران، ۲۰۰۸). بنابراین بیشتر بودن ایزومر  $\beta$  می‌تواند به‌خاطر مصرف HCHs صنعتی در منطقه بوده که به مرور زمان  $\alpha$ -HCH به  $\beta$ -HCH تبدیل شده است (ویلت و همکاران، ۱۹۹۸؛ هاوارد، ۱۹۹۲؛ اندرسن و همکاران، ۲۰۰۱).

هم‌چنین علت بیشتر بودن هپتاکلر اپوکسید در نمونه‌ها می‌تواند به‌دلیل مصرف سم هپتاکلر در منطقه و تبدیل آن به ایزومر هپتاکلر اپوکسید باشد. به‌طور کلی در کل نمونه‌ها در دو فصل میزان دیلدترین بیشتر

از آلدرين است، که در اين مورد بايد گفت که آلدرين در محيط خيلي سريع تغيير شکل داده و به ديلادين که سميت بيشتري نسبت به آلدرين دارد تبديل مي‌شود (فالنديز و همکاران، ۱۹۹۸). در مورد ايزومرهای د.د.ت بايد گفت که، به‌طور کلي هنگامی که  $pp'$ -DDT به‌وسيله میکروارگانيزم‌ها تحت شرايط هوازي تجزيه مي‌شود ايزومر  $pp'$ -DDE و وقتی تحت شرايط بی‌هوازي تجزيه مي‌شود ايزومر  $pp'$ -DDD مهم‌ترين ترکيبي است که به‌دست می‌آید، به‌طوري که نسبت بالای  $pp'$ -DDE به  $pp'$ -DDD می‌تواند نشان‌دهنده تغيير شکل  $pp'$ -DDT تحت شرايط هوازي در ارگانيزم می‌باشد (زو و همکاران، ۲۰۰۷)، بنابراین یکی از دلایل زياد بودن اين ايزومر می‌تواند اين موضوع باشد. ايزومر  $pp'$ -DDE مهم‌ترين ايزومر به‌دست آمده از تجزيه  $pp'$ -DDT است (کانل و همکاران، ۱۹۹۹) که دارای تجمع زيستی بالایی است و در اجزاء ترکيبات زنده و غيرزنده اکوسيستم‌های آبي پايدارترين ايزومر بوده (آگويلار و همکاران، ۱۹۸۴؛ اندرسن و همکاران، ۲۰۰۱) و نيمه عمر بسيار بالایی دارد (حدود ۷-۸ سال) (والکر، ۲۰۰۱).

از طرفی (حسینی و همکاران، ۲۰۰۸) نیز بالا بودن ميزان  $pp'$ -DDE را در نمونه‌های ماهی خاويار دریای خزر استفاده تازه از DDE به‌صورت مستقيم در سواحل اين درياچه عنوان کردند. اما در مورد سم HCB بايد گفت، به‌طور کلي در تمام مطالعات انجام شده ميزان اين سم از ديگر سموم آلی کمتر می‌باشد ولی به‌نظر می‌رسد وجود اين سم در منطقه نه تنها به‌خاطر خاصيت قارچ‌کشی آن به‌عنوان آفت‌کش می‌باشد بلکه اين سم همراه محصولات شيميايي و صنعتی ديگر به‌عنوان محصول همراه، و هم‌چنين از طريق سوختن زباله‌ها و ته‌نشینی به منابع آبی، وارد محيط زيست می‌شود (بايلي، ۲۰۰۱؛ ون-بيگلن، ۱۹۹۸). نکته ديگر اين‌که اين سم ممکن است به‌عنوان ناخالصی همراه آفت‌کش‌های کلره باشد و به احتمال بيشتري اين‌که از مناطق آلوده به مناطق با آلودگی کمتر توسط اتمسفر منتقل شود (جاوارد و همکاران، ۲۰۰۴).

درباره علت زياد بودن ترکيبات ۶ کلره (ايزومرهای شماره ۱۵۳ و ۱۳۸) مربوط به بی‌فیل‌های پلی‌کلر بايد گفت که، اين ايزومرها به‌دليل داشتن کلر در دو موقعيت پارا و متا در هر دو حلقه بی‌غنیل، به‌وسيله آنزيم سيتوکروم اکسيداز موجود در ماهی‌ها کمتر تجزيه می‌شوند (کتان و همکاران، ۱۹۹۵)، و هم‌چنين در محيط‌های آبی نسبت اين ايزومرها با افزايش سطوح تغذيه‌ای افزايش پیدا می‌کند (اوليور و نیمی، ۱۹۹۸). از طرف ديگر اين مساله را می‌توان به استفاده وسيع آنها در گذشته و پايداري بالای آنها در محيط نسبت داد (پروگینی و همکاران، ۲۰۰۴). اين که ترکيب ۱۵۳، دارای اتم کلر در موقعيت ۲-۴ یا

۵ در یک یا هر دو حلقه بی‌فنیل می‌باشد، و به‌نظر می‌رسد که این دلیل پایداری و تجمع زیستی آن در محیط باشد (مسمودی و همکاران، ۲۰۰۷).

اما درباره علت پایین بودن ایزومرهای ۲۸ و ۵۲ در کل نمونه‌ها باید گفت که اگر چه ایزومرهای با تعداد کلره هم پایین یعنی ۳ و ۴ کلره (ایزومرهای ۵۲ و ۲۸) توانایی جابجایی بیشتری در لایه‌های آب دارند و بنابراین بیشتر در دسترس ارگانیزم‌های آبی قرار می‌گیرند (دبوئر و همکاران، ۲۰۰۴)، ولی به‌راحتی و بسیار سریع در بدن ماهی متابولیزم شده و از بین می‌روند (کریستوفوری دیس و همکاران، ۲۰۰۷)، از طرفی ایزومرهای با تعداد کلر بالا به‌خاطر خاصیت آگریزی بالایی که دارند بیشتر در رسوبات یافت می‌شوند تا در لایه‌های آب، بنابراین موجودات آبی مانند ماهیان کفزی (کپور و کاراس در این پژوهش) که در کف زندگی می‌کنند و از لحاظ تغذیه‌ای بیشتر با رسوبات در تماس هستند دارای ایزومرهای با درصد کلر بالا می‌باشند.

با توجه به شروع فعالیت‌های کشاورزی در منطقه از اوایل فصل بهار و این‌که نمونه‌برداری این پژوهش در فصل بهار در اواخر خردادماه انجام گرفت، به‌نظر می‌رسد یکی از دلایل زیاد بودن آلاینده‌ها در نمونه‌های فصل بهار نسبت به زمستان می‌تواند مصرف سموم کشاورزی در فصل بهار باشد. از طرف دیگر با توجه به وجود بارش‌های زیاد در فصل زمستان نسبت به فصول دیگر، بنابراین رقیق شدن غلظت آلاینده‌ها در محیط‌های آبی در این فصل نسبت به فصول دیگر می‌تواند از دلایل دیگر بیشتر بودن آلاینده‌ها در فصل بهار نسبت به فصل زمستان باشد (کوواسی و همکاران، ۲۰۰۶)، هم‌چنان که غلظت این آلاینده‌ها در نمونه‌های ماهی مربوط به دریای آدریاتیک در ایتالیا (استفانلی و همکاران، ۲۰۰۴) و خلیج آدریاتیک در یونان (واسیلوپولو و گریگوریادز، ۱۹۹۳)، در فصل بهار بیشتر از فصل زمستان بود. در مورد بیشتر بودن میزان آلاینده‌ها در نمونه‌های فصل بهار نسبت به زمستان می‌توان گفت که با توجه به جدول ۱ در هر سه گونه در فصل بهار نسبت به زمستان درصد چربی افزایش پیدا کرده است و با توجه به اهمیتی که چربی در غلظت این آلاینده‌ها دارد است، این موضوع می‌تواند در تفاوت غلظت نمونه‌های بین دو فصل مؤثر باشد.

بر اساس استاندارد اتحادیه اروپا حداکثر میزان سموم سه ایزومر  $\alpha$ ،  $\beta$ ،  $\gamma$ ، دیلدرین، اندوسولفان و هپتاکلر (و ایزومرهایش)، HCB و DDTs و ۷ ایزومر شاخص (ایزومرهای بررسی شده در این پژوهش) PCBs برای غذاهای حیوانی به‌ترتیب  $200\text{ ng/g lw}$ ،  $100$  و  $1000$ ،  $200$ ،  $100$  و  $200\text{ ng/g lw}$  و  $1000$  و  $200\text{ ng/g lw}$  می‌باشد (استفانلی و همکاران، ۲۰۰۴) که در این پژوهش میزان این سموم در

هر سه گونه ماهی کمتر از این استانداردها است، همچنین بر اساس استاندارد کشور آلمان حداکثر میزان سموم DDTs برای ماهیان ۵۰۰۰ng/g lw می‌باشد (کول هن و همکاران، ۲۰۰۶)، که در این پژوهش هیچ‌کدام از نمونه‌ها در سه منطقه از این استانداردهای یاد شده بیشتر نیستند.

#### منابع

1. Aguilar, A. 1984. Relationship of DDE/PDDT in arine Mammals to the Chronology of DDT Input into the Ecosystem. *Can. J. Fish Aquat. Sci.* 41:840-844.
2. Alcock, R.E., Behnisch, P.A., Jonse, K.C. and Hagermaier, H. 1998. Dioxin like PCB in Environment Human Exposure and the Significant of Source: *Chemosphere.* 37:1457-1472.
3. Andersen, G., Kovacs, K.M., Lydersen, C., Skaare, J.U., Gjertz, I. and Jenssen, B.M. 2001. Concentrations and Patterns of Organochlorine Contaminants in White Whales (*Delphinapterus leucas*) from Svalbard Norway. *Sci. Total Environ.* 264: 267-281.
4. Bailey, RE. 2001. Global hexachlorobenzene Emissions. *Chemosphere.* 43:167-82.
5. Bright, D.A, Grundy, S.L, Reimer, K.J. 1995. Differential Bioaccumulation of non-ortho-Substituted and Other PCB Congeners in Coastal Arctic Invertebrates and Fish. *Environ. Sci. Technol.* 29: 2504-2512.
6. Brown, A.P., Olivero-Verbel, J., Holdan, W.L. and Ganey, P.E. 1998. Neutrophil Activation by Polychlorinated Biphenyls: Structure-Activity Relationship, *Toxic. Sci.* 8: 308-316.
7. Christoforidis, A., Stamatis, N., Schmieder, K. and Tsachalidis E. 2007. Organochlorine and Mercury Contamination in Fish Tissues from the River Nestos, Greece, *Chemosphere.* 70: 694-702.
8. Coelhan, M., Strohmeier, J. and Barlas, H. 2006. Organochlorine Levels in Edible Fish from the Marmara Sea, Turkey, *Environment International.* 32: 775-780.
9. Connell, D.W., Miller, G.J., Mortimer, M.R., Shaw, G.R. and Anderson, S.M. 1999. Persistent Lipophilic Contaminants and other Chemical Residues in the Southern Hemisphere, *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.* 29: 47-82.
10. Corsolini, S., Ademollo, N., Romeo, T., Greco, S. and Focardi, S. 2005. Persistent Organic Pollutants in Edible Fish: a Human and Environmental Health Problem: *Microchem. J.* 79: 115-123.
11. Covaci, A., Gheorghe, A., Hulea, O. and Schepens, P. 2006. Levels and Oistribution of Drganochlorine Pesticides, Polychlorinated Biphenyls and Polybrominated Diphenyl ethers in Sediments and Biota from the Danube Delta, Romania, *Environ. Pollut.* 140: 136-14.
12. De Boer, J., Van Der Zande, T.E., Pieters, H., Ariese, F., Schipper, C.A. and Van Brummelen, T. 2004. Organic Contaminants and Trace metals in Flounder Liver and Sediment from the Amsterdam and Rotterdam Harbours and off the Dutch Coast. *J. Environ. Moni.* 3: 386-393.



13. Dethloff, G.M. and Schmitt, C.J. 2000. Condition Factor and Organosomatic Indices. In: Schmitt, C.J., Dethloff, G.M. (Eds.), *Biomonitoring of Environmental Status and Trends (BEST) Program: Selected Methods for Monitoring Chemical Contaminants and their Effects in Aquatic Ecosystems*. U.S. Geological Survey, Vol. 81: Report USGS/BRD-2000-0005.
14. Erdogrul, O., Covaci, A. and Schepens, P. 2005. Level of Organochlorine Pesticides, Polychlorinated Biphenyls and Polybrominated Diphenyl Ethers in Fish Species from Kahramanmaras, Turkey: *Environmental International*. 31: 703-711.
15. Esser, H.O. and Moser, P. 1982. An Appraisal of Problems Related to the Measurement and Evaluation of Bioaccumulation. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 6: 131-148.
16. Falandysz, J., Strandberg, B., Strandberg, L., Bergqvist, P.A. and Rappe, C. 1998. Concentrations and spatial distribution of chlordanes and some other Cyclodiene Pesticides in Baltic plankton. *Sci. Total Environ.* 215: 253-258.
17. Gray, J.S. 2002. Biomagnification in Marine Systems: the Perspective of an Ecologist. *Mar. Pollut. Bull.* 45: 46-52.
18. Harrison, H. 1998. Time Trends in Human Dietary Exposure to PCDDs, PCDFs and PCB in the UK: *Chemosphere*. 37: 1657-1670.
19. Hosseini, S.V., Dahmardeh, R., Esmaili-Sari, A., Bahramifar, N., Hosseini, S.M., Tahergorabi, R., Hosseini, S.F. and Feás, X. 2008. Contamination by Organochlorine Compounds in the Edible Tissue of four Sturgeon Species from the Caspian Sea (Iran), *Chemosphere*. 73: 972-979.
20. Howard, P.H. 1992. Exposure Data for Organic Chemicals Pesticides. *Handbook of Environmental Fate*. Chelsea 3 MI: Lewis: 5-13.
21. Jaward, F.M., Farrar, N.J., Harner, T., Sweetman, A.J. and Jones, K.C. 2004. Passive air sampling of PCBs, PBDEs, and organochlorine pesticides across Europe. *Environ. Sci. Technol.* 38: 34-41.
22. Judd, N., Griffith, W.C. and Faustman, E.M. 2004. Contribution of PCB exposure from fish consumption to total dioxin-Like dietary exposure: *regul. toxic. pharmaco.* 40: 125-135.
23. Kannan, K., Tanabe, S. and Tatsukawa, R. 1995. Geographical distribution and accumulation features of organochlorine residues in fish in tropical asia and oceania. *environ. sci. Technol.* 29: 2673-283.
24. Larsson, P., Collvin, L., Okla, L. and Meyer, G. 1992. Lake productivity and water chemistry as governors of the uptake of persisitent pollutants in Fish, *Environ. Sci. Techno.* 26: 2. 346-352.
26. Loizeau, V., Abarnou, A., Cugier, P., Jaouen-Madoulet, A., Le Guellec, A.M. and Menesguen, A. 2001. A model of PCB Bioaccumulation in the Sea Bass Food Web from the Seine Estuary (Eastern English Channel). *Mar. Pollut. Bull.* 43: 242-255.

27. Masmoudi, W., Romdhane, M.S., Kheriji, S. and El Cafsi, M. 2007. Polychlorinated biphenyl residue in the Golden Grey Mullet (*Liza aurata*) from Tunis Bay, Mediterrean Sea (Tunisia): Food Chemistry. 105: 72-76.
28. Moon, J.Y., Kim, Y.B., Lee, S.I., Song, H., Choi, K. and Jeong, G.H. 2006. Distribution Characteristics of polychlorinated Biphenyls in Crucian Carp (*Carassius auratus*) from major rivers in Korea, Chemosphere. 62: 430-439.
29. Munga, D. 1990. DDT and Endosulfan Residues in Four Tropical Fish Species. In: Khan, M. R., H. J. Gijzen (eds), Environmental Pollution and its Management in Eastern Africa. Proceedings of a Symposium Organised by the Faculty of Science, University of Dares Salaam. 11-14<sup>th</sup> Sept. 1989.
30. Musavi, S. 2001. Role of dominant plant in the accumulation of heavy metals, M.Sc. Thesis. Tarbiat modares University; faculty of science. (In Persian)
31. Nakata, H., Hirakawa, Y., Kawazoe, M., Nakabo, B., Arizono, K., Abe, S.I., Kitano, T., Shimada, H., Watanabe, I., Lif, W. and Ding, X. 2005. Concentrations and compositions of organochlorine contaminants in Sediments, Soils, Crustaceans, Fishes and Birds Collected from Lake Tai, Hangzhou Bay and Shanghai city region, China, Environmental Pollution. 133: 415-429.
32. Naso, B., Perrone, D., Ferrante, M.C., Bilancion, M. and Lucisano, A. 2005: Persistent Organic Pollutants in Edible Marine Species from the Gulf of Naples, Southern Italy. Science of the Total Environment. 343: 83-95.
33. Oliver, B.G. and Niimi, A.J. 1988. Trophodynamic analysis of polychlorinated biphenyl congeners and other chlorinated hydrocarbons in the Lake ontario ecosystem. Environ. sci. Technol. 22: 388-397.
34. Pastor, D., Biox, J., Fernandez, M.C. and Albaiges, J. 1996. Bioaccumulation of Organochlorinated Contaminants in three Estuarine Fish Species (*Mullus barbatus*, *Mugil cephalus*, *Dicentrarchus labrax*), Marine Pollution Bulletin. 32: 257-262.
35. Perugini, M., Cavaliere, M., Giammarino, A., Mazzone, P., Olivieri, V. and Amorena, M. 2004. Levels of Polychlorinated biphenyls and organochlorine pesticides in some Edible Marine Organisms from the Central Adriatic Sea: Chemosphere. 57: 391-400.
36. Pighambari, Y. 2003. Study of water physical and chemical relation and macrobentic organisms in the anzali wetland, M.Sc. Thesis, Dept. of Fishery, Faculty of Natural Resource, Tehran University, Iran. 450.
37. Randall, D.J., Connell, D.W., Yang, R. and Wu, S.S. 1998. Concentrations of Persistent Lipophilic Compounds in Fish are determined by Exchange Across the Gills, not Through the Food chain. Chemosphere. 37: 1263-70.
38. Specziar, A., Tolg, L. and Biro, P. 1997. Feeding strategy and growth of Cyprinids in the Littoral Zone of Lake Balaton. Fish. Biol. 51: 1109-1124.
39. Stefanelli, P., Muccio, A.D., Ferrara, F., Barbini, D.A., Generali, T., Pelosi, P., Amendola, G., Vanni, F., Muccio, S.D. and Ausili, A. 2004. Estimation of intake of organochlorine pesticides and chlorobiphenyls through Edible Fishes from the Italian Adriatic Sea during 1997. Food Control. 15: 27-38.

40. Sudaryanto, A., Monirith, I., Kajivara, N., Takahashi, S., Hartono, P., Mouawanah, M., Omori, K., Takeoka, H. and Tanabe, S. 2007. Level and distribution of organochlorines in fish from Indonesia: *Environ. Internat.* 33: 750-758.
41. Van-Birgelen, A.P.J.M. 1998. Hexachlorobenzene as a possible major contributor to the Dioxin activity of Human milk. *Environ. Health. Perspect.* 106: 683-8.
42. Vassilopoulou, V. and Gregoriades, E.G. 1993. Factors influencing the uptake of PCBs and DDTs in Red Mullet from Pagassitikos Gulf, Central Greece. *Marine. Pollut. Bullet.* 26:285-287.
43. Walker, CH. 2001. *Organic Pollutants-an Ecotoxicological Perspective.* London 7 Taylor and Francis: Pp: 282.
44. Willett, K.L., Ulrich, E.M. and Hites, A. 1998. Differential Toxicity and Environmental Fates of Hexachlorocyclohexane isomers. *Environ. Sci.* 32: 2197-2207.
45. Zhou, R., Zhu, L. and Kong, Q. 2007. Persistent Chlorinated Pesticide in Fish Species from Qiantang River in East China: *Chemosphere.* 68: 838-847.



Gorgan University of Agricultural  
Sciences and Natural Resources

*J. of Utilization and Cultivation of Aquatics*, Vol. 1(2), 2012  
<http://japu.gau.ac.ir>

## **Role of feeding diets and habitat condition in the accumulation of the organic pollutants in the international Anzali Wetland fish**

**\*I. Javedankherad<sup>1</sup>, A. Esmacili Sari<sup>2</sup> and N. Bahramifar<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>M.Sc. Graduate, Dept. of Environmental Science, Faculty of Natural Resource and Marine Science, Tarbiat Modares University, Nour, <sup>2</sup>Prof., Dept. of Environmental Science, Faculty of Natural Resource and Marine Science, Tarbiat Modares University, Nour,

<sup>3</sup>Assistant Prof., Dept. of Chemistry, Payame Noor, Sari Unit

Received: 2011-12-3 ; Accepted: 2012-4-9

### **Abstract**

Among anthropogenic pollutants, the main concern has been directed to organochlorine (OCs) such as polychlorinated biphenyls (PCBs) and dichlorodiphenyltrichloroethane (DDTs) because of their persistency, bioaccumulative nature and potential toxic effects to wild life and human. Animal diet is generally one of the major routes of contaminants into the human body. In particular, an important significance in this context has been attributed to fish and seafood. In this study, the levels of organochlorinated contaminants, such as organochlorine pesticides (OCPs), polychlorinated biphenyls (PCBs) were measured in three species, *Carassius auratus*, *Cyprinus carpio* *Esox lucius*, for the two seasons (winter and spring) from the international Anzali wetland, Iran. These species were selected for their feeding behavior, condition habitat and their importance to local human fish consumption and the two seasons were selected for the difference in the agriculture actions and atmospheric rains. The results indicated that the levels of these pollutants in the *Cyprinus carpio* (omnivorous feeding mode and benthic habitat) were higher than in the other species and this was related to higher lipid content, difference in their feeding behavior, condition habitat. DDTs were the predominant organochlorinated contaminants in all species. Also in the almost of samples levels of this pollutants lowered than global standard.

**Keywords:** Persistent organic; Organochlorine pesticides; Polychlorinated biphenyls; Anzali wetland

---

\* Corresponding Author; Email: [ijavedan@gmail.com](mailto:ijavedan@gmail.com)