

## ارزیابی آلاینده‌های آلی کلره در تالاب شادگان با استفاده از ماهی شیربت (*Barbus grypus*) به عنوان یک شاخص بیولوژیک

مرتضی داودی<sup>۱\*</sup>

[Davodimorteza@yahoo.com](mailto:Davodimorteza@yahoo.com)

عباس اسماعیلی ساری<sup>۲</sup>

نادر بهرامی فر<sup>۲</sup>

حسن ملوندی<sup>۳</sup>

### چکیده

یکی از آلاینده‌های خطرناک که به تالاب شادگان وارد می‌شود، آلاینده‌های آلی پایدار است. این آلاینده‌ها، به دلیل چربی دوستی بالا و پایداری زیاد در محیط‌زیست در طول زنجیره غذایی تجمع پیدا می‌کنند. حدود ۹۰ درصد جذب این آلاینده‌ها در بدن انسان از طریق غذاهایی با منشا حیوانی صورت می‌گیرد. ماهی، مسیر اصلی برای ورود این آلاینده‌ها بوده و رژیم‌های غذایی حاوی میزان بالای ماهی، منجر به جذب بیش‌تری این ترکیبات شده و سلامت غذایی ساکنین منطقه را به خطر می‌اندازد. در این مطالعه میزان بی‌فنیل‌های پلی‌کلره و آفت‌کش‌های DDTs و HCHs و HCB در گونه شیربت (*Barbus grypus*) جمع‌آوری شده در پاییز ۱۳۸۶ از تالاب شادگان، توسط دستگاه گاز کروماتوگرافی (GC) ارزیابی شد. نتایج نشان داد که غلظت مجموع PCB، مجموع DDT، مجموع HCH و HCB به ترتیب ۶/۳۸، ۱۱/۴۱، ۴/۰۳ و ۰/۱۹ نانوگرم بر گرم به دست آمد. بررسی ایزومرهای آلاینده‌های مختلف نشان داد که در بین ترکیبات PCB ترکیب PCB-28 (۴/۶۸) نانوگرم بر گرم) در بین متابولیت‌های DDT متابولیت p,p'-DDE (۸/۱۵) نانوگرم بر گرم) و در بین ایزومرهای HCH ایزومر  $\alpha$ -HCH (۳/۱۴) نانوگرم بر گرم) دارای بیش‌ترین غلظت هستند. بالا بودن میزان p,p'-DDE در نمونه‌ها بیان‌گر عدم استفاده جدید از DDT بعد از تحریم آن در منطقه و بالا بودن میزان  $\alpha$ -HCH در نمونه‌ها بیان‌گر ورود تازه HCHs صنعتی به آب و خاک منطقه است. میزان آلاینده در نمونه‌ها پایین‌تر از حد استانداردهای ارایه شده توسط سازمان‌های مختلف بود.

**واژه‌های کلیدی:** آلاینده‌های آلی پایدار، *Barbus grypus*، بی‌فنیل‌های پلی‌کلره، DDTs، HCHs.

۱- دانشجوی دکتری محیط زیست دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس نور، ایران. \* (مسوول مکاتبات)

۲- استاد گروه محیط زیست دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس نور، ایران.

۳- کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، مازندران، نور، ایران.

## زمینه و هدف

است. در حدود ۷۰ درصد DDT صنعتی را p,p'-DDT تشکیل می‌دهد و ایزومر o,p'-DDT (ایزومر با پایداری کمتر) تقریباً ۲۰ درصد کل آن را تشکیل می‌دهد. ایزومر p,p'-DDE نزدیک به ۵ درصد و مابقی ایزومرها ۵ درصد آن را تشکیل می‌دهند (۱۱ و ۵). ترکیب HCHs<sup>۴</sup> صنعتی مخلوطی از چند ایزومر  $\alpha$ -HCH به میزان ۶۵ تا ۷۰٪،  $\beta$ -HCH به میزان ۱۰-۷٪ و  $\gamma$ -HCH به میزان ۱۵-۱۴٪ می‌باشد. قسمت اعظم فعالیت حشره کشی این ترکیب مربوط به ایزومر  $\gamma$  است که با خلوص بیش از ۹۹٪ با نام لیندان وارد بازار شده است (Yang et al., 2006, Li et al., 2008؛ دبیری، ۲۰۰۱).

در تحقیق انجام شده توسط (Yim et al (2005) در غلظت آلاینده‌های آلی در ماهیان آب‌های کره بررسی شد. در این مطالعه PCBs و DDT غالب‌ترین ترکیبات بودند. غلظت آنها به ترتیب در محدوده ۹۶/۶-۲/۹۶ و ۲۷-۰/۸۴ نانوگرم بر گرم قرار داشت. در این مطالعه HCHs و HCB<sup>۵</sup> دارای غلظت نسبتاً پایینی بودند که به ترتیب شامل ۵/۶-۰/۶۴ و ۸/۵۸-۰/۰۸ نانوگرم بر گرم بود. در مطالعه (Zhou et al (2007) در ۱۸ گونه ماهی ۱۳ نوع آفت‌کش آلی کلره در رودخانه Qiantang چین مورد بررسی قرار گرفت. غلظت OCPs در بافت عضله ماهی‌ها در دامنه ۱۴۳/۷۹-۷/۴۳ نانوگرم بر گرم می‌باشد. غلظت آفت‌کش‌ها در ماهی‌ها برای DDTs ۱۳۳/۵۱-۲/۶۵ نانوگرم بر گرم، برای HCHs ۵/۸۵-۱/۸۶ نانوگرم بر گرم و برای سایر آفت‌کش‌ها (آلدین، دیلدین، هپتاکلر و هپتاکلر اپوکسید) ۱۲/۴۸-۱/۹۴ نانوگرم بر گرم به دست آمد. در مطالعه‌ای که توسط (Hosseini et al (2008) انجام گرفت غلظت آلاینده‌های آلی نظیر DDTs، HCHs، HCB و PCBs بر روی ۴ گونه از ماهیان خاویاری دریای خزر تعیین شد. در این تحقیق DDTs ترکیب غالب در گونه‌های مورد بررسی بود و تقریباً نیم یا بیش از نیمی از آلاینده‌های آلی را در

تالاب‌ها یکی از حساس‌ترین اکوسیستم‌ها بوده که ورود آلاینده‌های مختلف باعث نابودی آن‌ها شده است. در میان آلاینده‌های انسان‌ساز نگرانی زیادی در مورد آلاینده‌های آلی پایدار<sup>۱</sup> که به اختصار POPs خوانده می‌شوند، وجود دارد (۱). POPs ترکیبات کربن پایه، و مخلوطی از مواد شیمیایی صنعتی نظیر بی‌فنیل‌های پلی‌کلره<sup>۲</sup>، محصولات فرعی احتراق نظیر دی‌اکسین‌ها و آفت‌کش‌هایی نظیر DDT<sup>۳</sup> هستند (۲). مقاومت در برابر تجزیه بیولوژیکی و شیمیایی، چربی دوستی بالا، پایداری زیاد این ترکیبات، منجر به تجمع زیستی آن‌ها در بافت‌های چربی موجودات و در نتیجه افزایش غلظت آن‌ها در طول زنجیره غذایی می‌شود (۳ و ۴). انسان از طریق جذب پوستی، تنفس و خوردن غذاهای آلوده در معرض این آلاینده‌ها قرار می‌گیرد. جذب پوستی و تنفس تقریباً کم‌تر از ۱۰ درصد جذب را به خود اختصاص داده و در حدود ۹۰ درصد جذب این آلاینده‌ها از طریق غذاهایی با منشا حیوانی صورت می‌گیرد. ماهی و محصولات مرتبط با آن، با این‌که کم‌تر از ۱۰ درصد از رژیم غذایی را تشکیل می‌دهند، مسیر اصلی برای ورود این آلاینده‌ها به بدن انسان هستند. بدین ترتیب رژیم‌های غذایی حاوی میزان بالای ماهی منجر به جذب میزان بیش‌تری از این ترکیبات می‌شود. بنابراین داده‌های مربوط به حضور آلاینده‌های آلی در ماهی نه تنها از نقطه نظر اکولوژیک بلکه از لحاظ سلامت غذایی ساکنین منطقه نیز حایز اهمیت هست (۵-۷).

بی‌فنیل‌های پلی‌کلره (PCBs) گروهی از مواد شیمیایی آلی سنتزی با پایداری، چربی دوستی و چگالی بالا و فعالیت شیمیایی پایین و میزان حلالیت کم در آب هستند (۸). فرمول عمومی PCBs به صورت  $C_{12}H_{10-n}Cl_n$  است و بر حسب تعداد اتم کلر (۱ تا ۱۰ اتم) و نحوه جایگزینی اتم کلر بر روی حلقه بنزنی ۲۰۹ ایزومر تشکیل می‌دهند (۹ و ۱۰). آفت‌کش DDT حشره‌کشی پایدار و مقاوم در برابر آنزیم‌های میکروارگانیسم‌های موجود در خاک و موجودات سطوح بالاتر

1- Persistent Organic Pollutant

2- Polychlorinated Biphenyls

3- Dichloro-diphenyl-trichloroethane

4- Hexachloro-cyclo-hexan

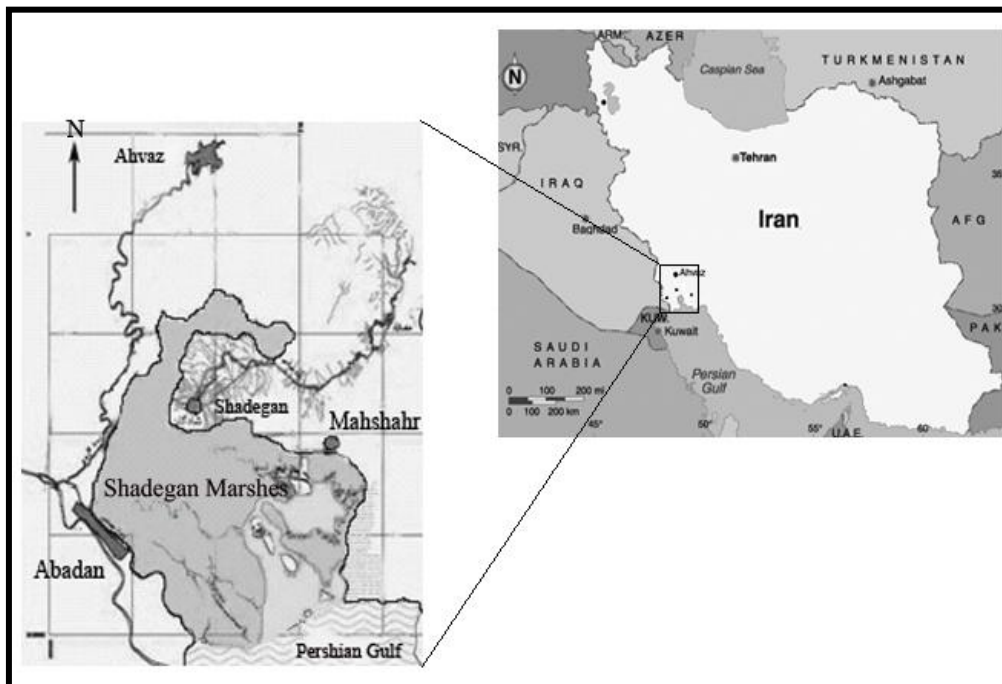
5- Hexachlorobanzen

## روش بررسی

منطقه مورد مطالعه: تالاب شادگان در استان خوزستان به عنوان بزرگترین تالاب ایرانی ثبت شده در فهرست معاهده رامسر است (شکل ۱). این تالاب در منتهی الیه رودخانه جراحی در ابتدای خلیج فارس در جنوب غربی ایران در مختصات جغرافیایی  $50^{\circ}$ - $30^{\circ}$  تا  $00^{\circ}$ - $31^{\circ}$  درجه شمالی و  $20^{\circ}$ - $48^{\circ}$  تا  $20^{\circ}$ - $49^{\circ}$  درجه طول شرقی واقع شده است.

نمونه‌ها تشکیل می‌داد. غلظت آلاینده‌ها در این مطالعه به ترتیب  $DDTs > PCBs > HCHs > HCB$  بود.

تالاب شادگان یکی از بزرگترین تالاب‌های ایران بوده که خطرات زیادی آنرا تهدید می‌کند. یکی از اهداف این تحقیق ارزیابی سطوح آلاینده‌های آلی در تالاب شادگان با استفاده از ماهی شیربت به عنوان یک شاخص بیولوژیک است. هدف دیگر ارزیابی سلامت غذایی است که توسط ساکنین منطقه مصرف می‌شود زیرا مطالعات بسیار کمی در مورد حضور این آلاینده‌ها در ایران و به‌خصوص در جنوب کشور و بر روی ماهیان خوراکی صورت گرفته است.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه، تالاب شادگان، استان خوزستان

توسط Covaci et al (2006) به کار برده شده است. در این روش ۱۰ گرم از بافت عضله ماهی را جدا کرده و با آسیاب کاملاً له کرده سپس به همراه نمک سولفات سدیم خشک (که شب قبل در داخل آون در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته) با نسبت وزنی ۱ به ۳ مخلوط کرده و به مدت سه تا چهار ساعت نگهداری گردید. سپس ۱۵ میکرولیتر از محلول

آماده‌سازی نمونه‌ها: نمونه‌های ماهی شیربت (۱۴ نمونه) در آبان ماه ۱۳۸۶ به صورت مستقیم از تالاب شادگان توسط ماهی‌گیران محلی تهیه شد. نمونه‌ها به‌وسیله یونولیت-های حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل و در فریزر در دمای  $-24^{\circ}$  درجه سانتیگراد تا زمان آماده‌سازی نگهداری شدند. روشی که برای تعیین آلاینده‌های آلی در بافت ماهی استفاده شده است

صورت مشاهده تفاوت ( $p < 0.05$ ) بین گونه‌ها، آزمون من ویتنی یو<sup>۶</sup> برای مقایسه دو به دو سموم استفاده می‌شد.

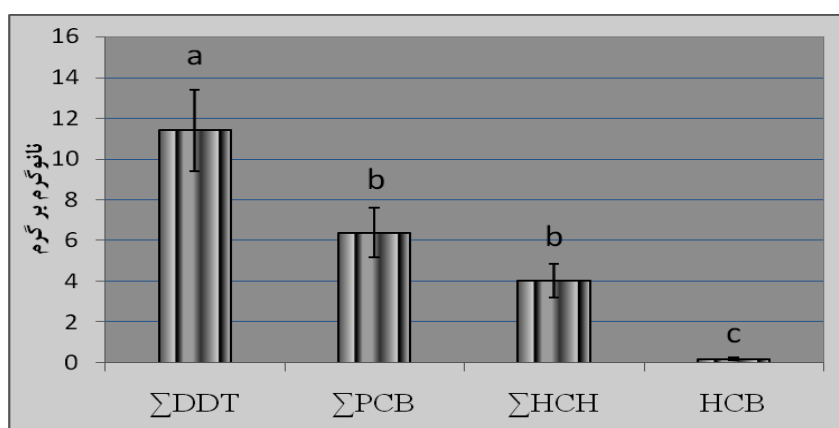
#### یافته‌ها

بر اساس نتایج به دست آمده میزان جیوه کل به دست آمده در عضله در تمامی گونه‌ها نسبت به میزان به دست آمده در ایشش بیش‌تر می‌باشد. بر اساس آنالیز آماری (آنالیز واریانس یک طرفه- دانکن) جیوه اندازه‌گیری شده در عضله در بین گونه‌ها دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد. براساس نتایج بیش‌ترین میزان جیوه در عضله شلج  $32 \pm 618$  و برزم  $45 \pm 605$  و کم‌ترین میزان جیوه در عضله در بنی  $7 \pm 265$  و بیاح  $16 \pm 335$  نانوگرم بر گرم وزن خشک به‌دست آمد (شکل ۱).

1/00 mg/l استاندارد های داخلی را که شامل PCB-143 و دی کلوبنیل ( $C_7H_3Cl_2N$ ) است به هر نمونه اضافه شد. سپس استخراج نمونه‌ها با ۱۰۰ میلی لیتر مخلوط (استون/نرمال هگزان) با نسبت (۳/۱) به وسیله دستگاه سوکسله و به مدت ۵ تا ۶ ساعت انجام گرفت. محلول استخراج شده را با دستگاه روتاری با پمپ خلا به حجم ۱۲ میلی لیتر رسانده که ۲ میلی-لیتر از آن برای تعیین چربی و ۱۰ میلی‌لیتر باقی‌مانده برای clean-up مورد استفاده قرار گرفت. چربی موجود در ۲ میلی-لیتر نمونه از روش وزن سنجی تعیین شد. نمونه استخراج شده از ستون سیلکاژل عبور داده شده و سپس ستون به وسیله ۲۵ میلی‌لیتر مخلوط نرمال هگزان/ دی کلرو- متان (نسبت ۲/۳) شست و شو داده شد. محلول جمع‌آوری شده به وسیله دستگاه روتاری با پمپ خلا تغلیظ شده (تا حدود ۱۰ میلی‌لیتر) و سپس توسط جریان ملایمی از گاز نیتروژن خلال آن تبخیر شده (تا حد خشکی) و در نهایت به آن ۱۰۰ میکرولیتر نرمال اکتان اضافه شد. در این مرحله نمونه آماده تزریق به دستگاه کروماتوگرافی گازی<sup>۱</sup> است. دستگاه GC متعلق به شرکت Dani، مدل ۱۰۰۰ مجهز به ستون کاپیلاری (Optima 5, 60m  $\times$  0.5mm, 0.25 $\mu$ m) و آشکارساز (Electron Capture Detector) ECD (Detector) تزریق می‌شود. دمای آشکارساز ۳۰۰ درجه سانتیگراد و دمای محل تزریق (Injector) ۲۵۰ درجه سانتیگراد برنامه‌ریزی شد. آنالیز آماری: در این مطالعه برای آنالیز آماری از نرم-افزار SPSS نسخه ۱۵ و برای رسم نمودارها از نرم‌افزار اکسل ۲۰۰۷<sup>۲</sup> استفاده شد. تابعیت داده‌ها از توزیع نرمال به وسیله آزمون شاپیرو ویلکس بررسی شد. آنالیز واریانس یک‌طرفه<sup>۳</sup> برای مقایسه کلی استفاده می‌شد. در صورت معنی‌دار بودن اختلاف بین سموم ( $P < 0.05$ )، برای مقایسه چندگانه از آزمون دانکن<sup>۴</sup> استفاده می‌شد. در صورت نرمال نبودن داده‌ها برای مقایسه کلی از آزمون غیرپارامتریک کروسکال والیس<sup>۵</sup> و در

- 1- Gas-chromatography
- 2- Excel Microsoft 2007
- 3- ANOVA
- 4- Duncan
- 5- Kruskal-wallis

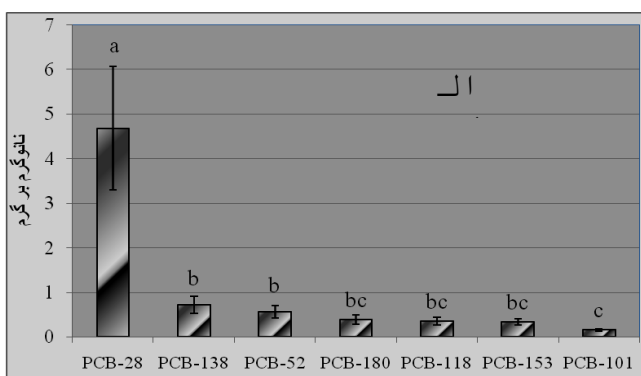
6- Mann-Whitney U



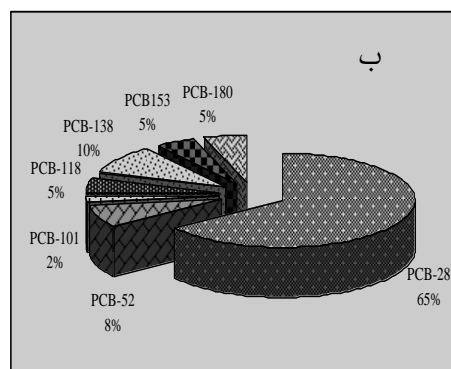
نمودار ۱- میانگین غلظت آلاینده‌های آلی کلره در ماهی شیربیت

بررسی ترکیبات PCB (کروسکال والیس- من ویتنی (یو نشان داد که CB-28 (۴/۶۸ نانوگرم بر گرم) دارای بیش-ترین غلظت و CB-101 (۰/۶ نانوگرم بر گرم) دارای کم‌ترین غلظت بود. غلظت سایر ترکیبات PCB به صورت CB-52

۰/۵۶) نانوگرم بر گرم)، CB-118 (۰/۳۶ نانوگرم بر گرم)، CB-138 (۰/۷۲ نانوگرم بر گرم)، CB-153 (۰/۳۴ نانوگرم بر گرم) و CB-180 (۰/۳۹ نانوگرم بر گرم) به دست آمد (نمودار ۲).

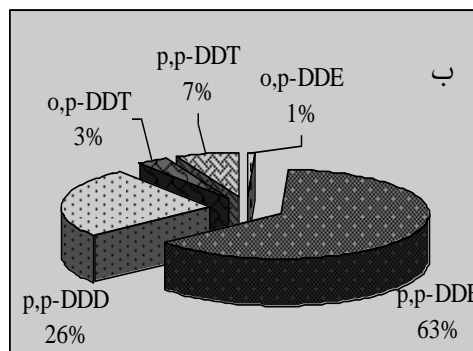
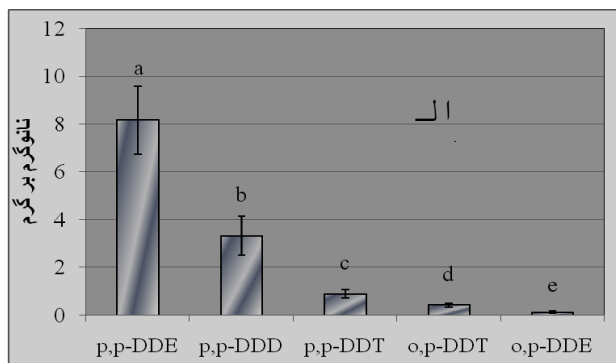


نمودار ۲- میانگین غلظت (الف) و درصد (ب) ترکیبات PCB در گونه شیربیت



های DDT هستند. غلظت سایر ترکیبات DDT به صورت p,p'-DDD (۳/۳۲ نانوگرم بر گرم)، o,p'-DDT (۰/۴۳ نانوگرم بر گرم) و p,p'-DDT (۰/۹۰ نانوگرم بر گرم) می‌باشد (نمودار ۳).

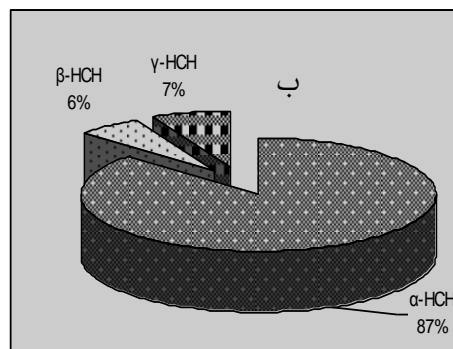
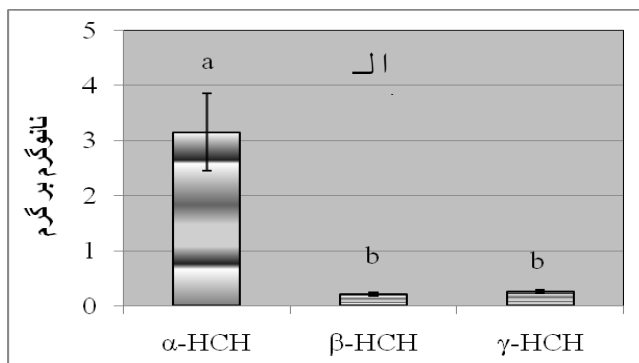
بررسی متابولیت‌های DDT در نمونه‌ها (کروسکال والیس- من ویتنی (یو نشان داد که متابولیت p,p'-DDE (۸/۱۵ نانوگرم بر گرم) دارای بیش‌ترین غلظت و o,p'-DDE (۰/۱۲ نانوگرم بر گرم) دارای کم‌ترین غلظت در بین متابولیت-



نمودار ۳- میانگین غلظت (الف) و درصد (ب) ترکیبات DDT در گونه شیربیت

( $\beta$ -HCH) با غلظت ۰/۶۱ نانوگرم بر گرم حدفاصل دو ایزومر دیگر قرار داشت (آنالیز واریانس یک طرفه- دانکن) (نمودار ۴).

در بین ایزومرهای HCH، ایزومر آلفا ( $\alpha$ -HCH) بیش‌ترین غلظت (۳/۱۴ نانوگرم بر گرم) و ایزومر گاما ( $\gamma$ -HCH) کم‌ترین غلظت (۰/۲۶ نانوگرم بر گرم) را دارند ایزومر بتا



نمودار ۴- میانگین غلظت (الف) و درصد (ب) ایزومرهای HCH در گونه شیربیت

### بحث و نتیجه گیری

(Fu and Wu 2005) است. علت بالا بودن این ترکیب در نمونه‌ها انتقال بیش‌تر آلودگی از آب در مقایسه با رژیم غذایی به ماهیان است. هم‌چنین ترکیبات با میزان کلر کم‌تر دارای حلالیت بیش‌تری در آب هستند و دارای حرکت و جابجایی بیش‌تری از بستر تالاب و دریاچه‌ها به داخل محیط آبی بوده و بیش‌تر در دسترس موجودات زنده قرار می‌گیرند (۱۹). بالاتر بودن غلظت PCBs با میزان کلر کم‌تر، می‌تواند نشان‌دهنده منبع آلودگی PCBs در نزدیکی منطقه مورد مطالعه باشد (۱۸). در اطراف تالاب شادگان و در قسمت جنوبی آن در نزدیکی خلیج فارس، صنایع مهمی از جمله پتروشیمی، صنایع فولاد و پالایشگاه‌های نفت قرار گرفته‌اند که می‌توانند در آلودگی منطقه به این گروه از آلاینده‌ها تاثیر فراوانی داشته

ترتیب آلاینده‌های آلی کلردار در این مطالعه به صورت DDT < کل PCB < کل HCH < کل HCB است و با مطالعات انجام شده توسط (Munshi et al 2004)، (Zhou 2007)، (Sudaryanto et al 2007) و (Yim 2005) هم‌خوانی دارد. DDTs نسبت به آفت‌کش‌های دیگر، دارای پایداری و آبگریزی بیش‌تری است (۱۴). بالاتر بودن DDTs در میان آلاینده‌های آلی در منطقه به خاطر فاکتور تجمع زیستی بیش‌تر این ترکیب و استفاده از آن (در گذشته یا زمان حال) است (۱).

در این تحقیق مشاهده شد که ترکیب شماره ۲۸ دارای بیش‌ترین غلظت (۶۵ درصد) است که این نتایج مشابه با نتایج مطالعات (Erdogrul et al 2005) و

باشند. در اغلب مطالعات ترکیب ۱۵۳ و ۱۳۸ بیشترین غلظت را دارند (۱۵ و ۲۰ و ۲۱ و ۲۲). این مساله از یک طرف به استفاده وسیع از آن‌ها در گذشته و از طرفی به پایداری زیاد این دو ترکیب در محیط‌زیست مربوط است (۳). ترکیب ۱۵۳ دارای اتم کلر در موقعیت ۲-۴ یا ۵ در حلقه بی‌فنیل است و این دلیل پایداری آن در برابر تجزیه بیولوژیک و تجمع زیستی آن در محیط می باشد (۲۳). اما در این مطالعه غلظت این ۲ ترکیب پایین بود که ممکن است مربوط به نوع آروکلر (مخلوط صنعتی PCBs) مصرفی در منطقه مورد مطالعه باشد.

در بررسی متابولیت های DDT ترکیب  $p,p'$ -DDE (۶۳ درصد) بیش‌ترین غلظت را دارد. در مطالعات Naso et al (2005) ( $p,p'$ -DDE = ۷۸٪)، Zhou et al (2007) ( $p,p'$ -DDE +  $p,p'$ -DDD = ۷۰-۵۰٪)، Sudaryanto et al (2007) ( $p,p'$ -DDE = ۶۴٪-۹۱٪) و Yim et al (2005) ( $p,p'$ -DDE = ۴۳-۶۵٪) نیز مشاهده می‌شود که  $p,p'$ -DDE ترکیب غالب است. علت بالا بودن غلظت  $p,p'$ -DDE در مطالعات مختلف، مقاومت بالای این ترکیب در برابر فرآیندهای زیستی و غیر زیستی و همچنین نیمه عمر زیستی طولانی و آب‌گریزی بالای آن ( $\log K_{ow} = ۶/۳۶$ ) است. به‌علاوه، استفاده وسیع از DDTs در گذشته را می‌توان دلیلی بر وجود آن در منطقه دانست. بالا بودن غلظت  $p,p'$ -DDE در منطقه مورد مطالعه نشان‌دهنده این است که به تازگی از DDT صنعتی در منطقه استفاده نشده است چرا که ترکیب  $p,p'$ -DDT (ورودی به منطقه در گذشته) طی گذشت زمان تبدیل به  $p,p'$ -DDE شده است. استفاده از DDT در کشاورزی در ایران از سال ۱۹۸۳ ممنوع شد (Hosseini et al., 2008). همچنین (Munshi et al (2004); Monirith et al (1999); Yang و Pazou et al (2006) در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که ایزومر  $p,p'$ -DDT ترکیب غالب در نمونه‌هایشان بوده است که با نتایج این مطالعه هم‌خوان ندارد و دلیل آن استفاده تازه از ترکیب DDTs صنعتی در مناطق مورد مطالعه است.

بررسی ایزومرهای HCH در نمونه‌ها نشان داد که ایزومر آلفا (۸۷ درصد) دارای بیش‌ترین غلظت است. نتایج این مطالعه با نتایج مطالعات (Monirith et al (1999) (۸۰-۲۵ درصد)، Pandit et al (2000) و (2001) and Guruge Tanabe (۱۲-۵۱ درصد) هم‌خوانی دارد. با توجه به بالا بودن غلظت ایزومر  $\alpha$ -HCH در نمونه‌ها و با توجه به نسبت ایزومرها در HCH صنعتی (ایزومر  $\alpha$  ۶۵٪،  $\beta$  ۱۰٪،  $\gamma$  ۱۵ درصد و دیگر ایزومرهای ۱۰ درصد) می‌توان بیان کرد که در مزارع اطراف تالاب به تازگی از HCHs صنعتی استفاده شده است. در مطالعات (Sudaryanto et al (2007) و Zhou et al (2007) ایزومر  $\gamma$ -HCH بیش‌ترین و ایزومر آلفا کمترین غلظت را داشته که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی ندارد. اگر در مطالعه‌ای میزان ایزومر گاما بالا و میزان آلفا پایین باشد، با توجه به نسبت ایزومرها در HCH صنعتی و همچنین ترتیب پایداری این ترکیبات در محیط که به صورت  $\gamma > \alpha > \beta$  می‌توان بیان کرد در این مناطق از لیندان صنعتی (>۹۹٪  $\gamma$ -HCH) استفاده شده است.

غلظت HCB در نمونه‌ها  $۰/۱۹ \pm ۰/۰۶$  نانوگرم بر گرم بود که نسبت به میزان به دست آمده در مطالعات انجام شده توسط Naso et al (2005) ( $ND - ۱۶۵/۴۰$ ) نانوگرم بر گرم) و Erdogrul et al (2005) ( $۰/۰۵ - ۱/۵۰$ ) نانوگرم بر گرم) بسیار پایین‌تر است. حضور این آلاینده در منطقه تنها به استفاده از HCB به عنوان یک قارچ کش در گذشته مربوط نمی‌شود، HCB به عنوان محصول فرعی در فرآیندهایی با درجه حرارت بالا در کارخانجات تولید کننده مواد کلردار ایجاد می‌شود. همچنین این ماده به عنوان یک ناخالصی در آفت‌کش‌های دیگر نیز یافت می‌شود. اطراف تالاب شادگان مزارع وسیع نیشکر و نخلستان‌های زیادی وجود دارد که می‌توانند به عنوان منابع مهمی برای استفاده از این سموم در گذشته یا حال باشند.

به طور کلی بر اساس نتایج این تحقیق میزان آلاینده‌های به‌دست آمده در نمونه‌های ماهی خیلی پایین‌تر از حد استانداردهای ارایه شده توسط سازمان‌های مختلف (جدول ۱)

بوده و از این لحاظ خطری ماهیان و مردم منطقه را که از ماهیان تغذیه می‌کنند تهدید نمی‌کند.

جدول ۱- حداکثر سطح تعیین شده برای آلاینده های مختلف بر حسب نانوگرم بر گرم

FDA (2001)	FAO (1983)	NAS/NAE (1972)	ترکیبات
۵۰۰۰	۳۰۰	۱۰۰۰	(p,p'-DDT)DDT
۳۰۰	۳۰۰	-	(γ-HCH) HCH
-	-	۵۰۰	PCBs

Marine Species from the Gulf of Naples, Southern Italy. Science of the Total Environment, Vol. 343. 83-95.

5- Sethajintanin, D., Johnson, E.R., Loper, B.R., Anderson, K.A., 2004. Bioaccumulation Profiles of Chemical Contamination in Fish from the Lower Willamette River, Portland Harbour, Oregon. Environmental Contamination and Toxicology, Vol. 46. 114-123.

6- Erdogrul, O., Covaci, A., Schepens, P., 2005. Level of Organochlorine Pesticides, Polychlorinated Biphenyls and Polybrominated Diphenyl Ethers in Fish Species from Kahramanmaras, Turkey. Environmental International, Vol. 31. 703-711.

7- Li, X., Gan, Y., Yang, X., Zhou, J., Dai, J., Xu, M., 2008. Human Health Risk of Organochlorine Pesticide (OCPs) and Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in Edible Fish from Haurou Reservoir and Gaobeidian Lake in Beijing, China. Food Chemistry, Vol. 109, 348-354.

۸- دبیری، مینو، آلاینده‌های آلی از دیدگاه سم شناسی

محیطی، واکر، سی. اچ.، تهران، انتشارات دانشگاه

شهید بهشتی، ۲۰۰۱، ۴۰۰ ص.

9- Roos, G., 2004. The Public Health Implication of Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in the Environment.

### تشکر و قدردانی

از جناب آقایان مهندس رسول زمانی، احمد محمودی و علی رضا نیک و رز که در مراحل نمونه برداری اینجانب را یاری نمودند تشکر و قدردانی می‌کنم. از جناب آقای مهندس سید محمود قاسم پوری که در مراحل مختلف انجام این تحقیق از راهنمایی‌های ایشان بهره بردم، تشکر می‌کنم.

### منابع

- 1- Sudaryanto, A., Monirith, I., Kajivara, N., Takahashi, S., Hartono, P., Mouawanah, M., Omori, K., Takeoka, H., Tanabe, S., 2007. Level and Distribution of Organochlorines in fish from Indonesia: Environmental International, Vol. 33, 750-758.
- 2- Corsolini, S., Ademollo, N., Romeo, T., Greco, S., Focardi, S., 2005. Persistent Organic Pollutants in Edible Fish: a Human and Environmental Health Problem. Microchemical Journal, Vol. 79. 115-123.
- 3- Perugini, M., Cavaliere, M., Giammarino, A., Mazzone, P., Olivieri, V., Amorena, M., 2004. Levels of Polychlorinated Biphenyls and Organochlorine Pesticides in some Edible Marine Organisms from the Central Adriatic Sea. Chemosphere, Vol. 57. 391-400.
- 4- Naso, B., Perrone, D., Ferrante, M.C., Bilancion, M., Lucisano, A., 2005. Persistent Organic Pollutants in Edible



- Environmental Pollution, Vol. 140. 136-149.
- 17- Munshi, A.B., Detlef, S.B., Schneider, R., Zuberi, R., 2004. Organochlorine Concentration in Various Fish from Different Location at Karachi Coast. Marine Pollution Bulletin, Vol. 49. 597-601.
- 18- Fu, Chung-Te and Wu, Shian-Chee., 2005. Bioaccumulation of Polychlorinated Biphenyls in Mullet Fish in a Former Ship Dismantling Harbour, a Contaminated Estuary, and Nearby Coastal Fish Farms. Marine Pollution Bulletin, Vol. 51. 932-939.
- 19- Voorspoels, S., Covaci, I., Maervoet, A., Meester, J., Schepens, P., 2004. levels and Profiles of PCBS and OCPS in Marine Benthic Species from the Belgian Sea and the Western Scheldt Estuary. Marine Pollution Bulletin, Vol. 49. 393-404.
- 20- Coelhan, M., Strohmeier, J., Barlas, H., 2006. Organochlorine Levels in Edible Fish from the Marmara Sea, Turkey. Environmental International, Vol. 32. 775-780.
- 21- Stefanelli, P., Di Muccio, A., Ferrara, F., Barbini, D., Generali, T., Pelosi, P., Amendola, G., Vanni, F., Di Muccio, S., Ausili, A., 2004. Estimation of Intake of Organichlorine Pesticide and Chlorobiphenyls through Edible Fishes from the Italian Adriatic Sea during 1997. Food Control, Vol. 15. 27-38.
- 22- Storelli, M.M., Storelli, A., Addabbo, R.D., Barone, G., Marcotrigiano, G.O., 2004. Polychlorinated Biphenyl Residues in Deep-Sea Fish from Mediterranean Sea. Environment International, Vol. 30, 343-349.
- 23- Masmoudi, W., Romdhane, M.S., Kheriji, S., El Cafsi, M., 2007. Ecotoxicology and Environmental Safety, Vol. 59. 275-291.
- 10- Smith, A.G and Gangolli, S.D., 2002. Organochlorine Chemicals in Seafood: Occurrence and Health Concerns. Food and Chemical Toxicology, Vol. 40. 767-779.
- 11- Walker, C.H., 2001. Organic Pollutants: An Ecotoxicological Prespective. Taylor and Francis, New York, 400 p.
- 12- Yang, N., Matsuda, M., Kawano, M., Wakimoto, T., 2006. PCBS and Organochlorine Pesticides (OCPS) in Edible Fish and Shellfish from China. Chemosphere, Vol. 63. 1342-1352.
- 13- Yim, U.H., Hong, S.H., Shim, W.J., Oh, J.R., 2005. Levels of Persistent Organochlorine Contaminants in Fish from Korea and their Potential Health Risk. Environmental Contamination and Toxicology, Vol. 48. 358-366.
- 14- Zhou, R., Zhu, L., Kong, Q., 2007. Persistent Chlorinated Pesticide in Fish Species from Qiantang River in East China. Chemosphere, Vol. 68. 838-847.
- 15- Hosseini, S.V., Behrooz, R.D., Esmaili-Sari, A., Bahramifar, N., Hosseini, S.M., Tahergorabi, R., Hosseini, S.F., Feas, X., 2008. Contamination by Organichlorine Compound in the Edible Tissue of Four Strougeon Species from the Caspian Sea (Iran). Chemosphere, Vol. 73. 972-979.
- 16- Covaci A., Gheorghe, A., Hulea, O., Schepens, P., 2006. Level and Disribution of Organochlorine Pesticides, Polychlorinated Biphenyls and Polybrominated Biphenyl Ethers in Sediment and Biota from the Danube Delta, Romania.

- Marine Environment. Chemosphere, Vol. 44. 301-305.
- 27- Guruge, K.S and Tanabe, S., 2001. Contamination by Persistent Organochlorines and Butyltin Compounds in the West Coast of Sir Lanka. Marine Pollution Bulletin, Vol. 42. 179-186.
- 28- FAO, 1983. Compilation of Legal Limits for Hazardous Substances in Fish and Fishery Products. FAO Fishery Circular, No. 464, pp. 5-100.
- 29- FDA, 2001. Fish and Fisheries Products Hazards and Controls Guidance, Third Ed. Center for Food Safety and Applied Nutrition, US Food and Drug Administration.
- 30- NAS/NAE, 1972. Water Quality Criteria 1972, National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, US Environmental Protection Agency R3 73 033, Washington, DC.
- Polychlorinated Biphenyl Residue in the Golden Grey Mullet (*Liza aurata*) from Tunis Bay, Mediterranean Sea (Tunisia). Food Chemistry, Vol. 105. 72-76.
- 24- Monirith, I., Nakata, H., Tanabe, S., Tana, T.S., 1999. Persistent Organochlorine Residue in Marine and Freshwater Fish in Cambodia. Marine Pollution Bulletin, Vol. 38. 604-612.
- 25- Pazou, E.Y.A., Laleye, P., Boko, M., Van Gestel, C.A.M., Ahissou, H., Akpona, S., Van Hattum, B., Swart, K., Van Straalen, N.M., 2006. Contamination of Fish By Organochlorine Pesticide Residue in the Oueme River Catchment in the Republic of Benin. Environment International, Vol. 32. 594-599.
- 26- Pandit, G.G., Rao, A.M.M., Jha, S.K., Krishnamoorthy, T.M., Kale, S.P., Raghu, K., Murthy, N.B.K., 2000. Monitoring of Organochlorine Pesticide Residues in the Indian