

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

مرتضی داودی^{۱*}

Davodimorteza@yahoo.com

عباس اسماعیلی ساری^۲

نادر بهرامی فر^۲

حسن ملوندی^۳

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۰۸

تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۳/۱۵

چکیده

یکی از آلاینده های خطرناک که به تالاب شادگان وارد می شود، آلاینده های آلی پایدار است. این آلاینده ها، به دلیل چربی دوستی بالا و پایداری زیاد در محیط زیست در طول زنجیره غذایی تجمع پیدا می کنند. حدود ۹۰ درصد جذب این آلاینده ها در بدن انسان از طریق غذاهایی با منشا حیوانی صورت می گیرد. ماهی، مسیر اصلی برای ورود این آلاینده ها بوده و رژیم های غذایی حاوی میزان بالای ماهی، منجر به جذب بیش تری این ترکیبات شده و سلامت غذایی ساکنین منطقه را به خطر می اندازد. در این مطالعه میزان بی فنیل های پلی کلره و آفت کش های DDTs و HCHs و HCB در گونه شیربت (*Barbus grypus*) جمع - آوری 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 آلاینده های مختلف نشان داد که در بین ترکیبات PCB ترکیب PCB-28 (۴/۶۸) نانوگرم بر گرم) در بین متابولیت های DDT متابولیت p,p'-DDE (۸/۱۵) نانوگرم بر گرم) و در بین ایزومرهای HCH ایزومر α -HCH (۳/۱۴) نانوگرم بر گرم) دارای بیش ترین غلظت هستند. بالا بودن میزان p,p'-DDE در نمونه ها بیان گر عدم استفاده جدید از DDT بعد از تحریم آن در منطقه و بالا بودن میزان α -HCH در نمونه ها بیان گر ورود تازه HCHs صنعتی به آب و خاک منطقه است. میزان آلاینده در نمونه ها پایین تر از حد استانداردهای ارایه شده توسط سازمان های مختلف بود.

واژه های کلیدی: آلاینده های آلی پایدار، *Barbus grypus*، بی فنیل های پلی کلره، DDTs، HCHs.

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

Assessment of organ chlorine contaminants in Shadegan wetland using (*Barbus grypus*) as a biological index

Morteza Davodi ^{1*}

Davodimorteza@yahoo.com

Abbas Esmaili Sari ¹

Nader Bahramifar²

Hasan Malvandi¹

Abstract

One of the dangerous contaminants that enter to the Shadegan wetland is Persistent Organic Pollutants. Lipophilic and high persistency of these contaminants laid to, accumulation across the food chain. Fish is main route for entrance of these compounds to human bodies. Approximately 90% intake of these compounds in human bodies is from marine food. Main route for entrance of these contaminants is fish and diets that contain much amount of fish, laid to high intake of these contaminates and it is dangerous for alimentary health of resident

In this research levels of poly chlorinated biphenyls and some pesticides containing DDTs, HCHs and HCB in *Barbus grypus* that gathered in autumn 1386 form Shadegan wetland, were analyzed by Gas Chromatography (GC).

Results show that concentration of PCBs, DDTs, HCHs and HCB were 6.38, 11.41, 4.03 and 0.19 ng g⁻¹ respectively. Study of various pollutant metabolites show that among PCB congeners PCB-28 (4.68 ng g⁻¹), among DDTs metabolites p,p'-DDE (8.15 ng g⁻¹) and among HCHs isomers α -HCH (3.14 ng g⁻¹) had the most concentrations. High concentration of p,p'-DDE in fish suggests that recently DDT pesticides have not been used in agriculture after their ban and High concentration of α -HCH suggests new input of HCH (Especially technical HCHs) into soil and water around this area. Concentrations of pollutants in sample were below than represented standards by various organizations.

Keywords: Persistent organic pollutants, *Barbus grypus*, Polychlorinated Biphenyls, DDTs, HCHs.

¹- PhD student Environmental Engineering, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran, Iran. *(Corresponding Author).

¹- Professor environmental Engineering, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran, Iran.

³- MSc in Environmental Engineering, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran, Iran.

زمینه و هدف

تالابها یکی از حساس ترین اکوسیستمها بوده که ورود آلاینده های مختلف باعث نابودی آنها شده است. در میان آلاینده های انسان ساز نگرانی زیادی در مورد آلاینده های آلی پایدار^۱ که به اختصار POPs خوانده می شوند، وجود دارد (۱). POPs ترکیبات کربن پایه، و مخلوطی از مواد شیمیایی صنعتی نظیر بی فنیل های پلی کلره^۲، محصولات فرعی احتراق نظیر دی اکسین ها و آفت کش هایی نظیر DDT^۳ هستند (۲). مقاومت در برابر تجزیه بیولوژیکی و شیمیایی، چربی دوستی بالا، پایداری زیاد این ترکیبات، منجر به تجمع زیستی آنها در بافت های چربی موجودات و در نتیجه افزایش غلظت آنها در طول زنجیره غذایی می شود (۳ و ۴). انسان از طریق جذب پوستی، تنفس و خوردن غذاهای آلوده در معرض این آلاینده ها قرار می گیرد. جذب پوستی و تنفس تقریباً کم تر از ۱۰ درصد جذب را به خود اختصاص داده و در حدود ۹۰ درصد جذب این آلاینده ها از طریق غذایی با منشا حیوانی صورت می گیرد. ماهی و محصولات مرتبط با آن، با این که کم تر از ۱۰ درصد از رژیم غذایی را تشکیل می دهند، مسیر اصلی برای ورود این آلاینده ها به بدن انسان هستند. بدین ترتیب رژیم های غذایی حاوی میزان بالای ماهی منجر به جذب میزان بیش تری از این ترکیبات می شود. بنابراین داده های مربوط به حضور آلاینده های آلی در ماهی نه تنها از نقطه نظر اکولوژیک بلکه از لحاظ سلامت غذایی ساکنین منطقه نیز حایز اهمیت هست (۵-۷).

بی فنیل های پلی کلره (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 می دهند (۹ و ۱۰). آفت-کش DDT حشره کشی پایدار و مقاوم در برابر آنزیم های

میکروارگانسیم های موجود در خاک و موجودات سطوح بالاتر است. در حدود ۷۰ درصد DDT صنعتی را p,p' -DDT تشکیل می دهد و ایزومر o,p' -DDT (ایزومر با پایداری کمتر) تقریباً ۲۰ درصد کل آن را تشکیل می دهد. ایزومر p,p' -DDE نزدیک به ۵ درصد و مابقی ایزومرها ۵ درصد آن را تشکیل می دهند (۱۱ و ۱۲). ترکیب HCHs^۴ صنعتی مخلوطی از چند ایزومر α -HCH به میزان ۶۵٪ تا ۷۰٪، β -HCH به میزان ۱۰-۱۷٪ و γ -HCH به میزان ۱۵-۱۴٪ می باشد. قسمت اعظم فعالیت حشره کشی این ترکیب مربوط به ایزومر γ 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) غلظت آلاینده های آلی در ماهیان آب های کره بررسی شد. در این مطالعه PCBs و DDT غالب ترین 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^۵ 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 آفت کش آلی کلره در رودخانه Qiantang چین مورد بررسی قرار گرفت. غلظت OCPs در بافت عضله ماهی ها در دامنه ۱۴۳/۷۹-۷/۴۳ نانوگرم بر گرم می باشد. غلظت آفت کش ها در ماهی ها برای DDTs ۱۳۳/۵۱-۲/۶۵ نانوگرم بر گرم، برای HCHs ۵/۸۵-۱/۸۶ نانوگرم بر گرم و برای سایر آفت کش ها (آلدرین، دیلدرین، هپتاکلر و هپتاکلر اپوکسید) ۱۲/۴۸-۱/۹۴ نانوگرم بر گرم به دست آمد. در مطالعه ای که توسط Hosseini et al (2008) انجام گرفت غلظت آلاینده های 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 گونه های مورد بررسی بود و تقریباً نیم یا بیش از نیم از آلاینده های آلی را در

1- Persistent Organic Pollutant
2- Polychlorinated Biphenyls
3- Dichloro-diphenil-trichloroethane

4- Hexachloro-cyclo-hexan
5- Hexachlorobanzen

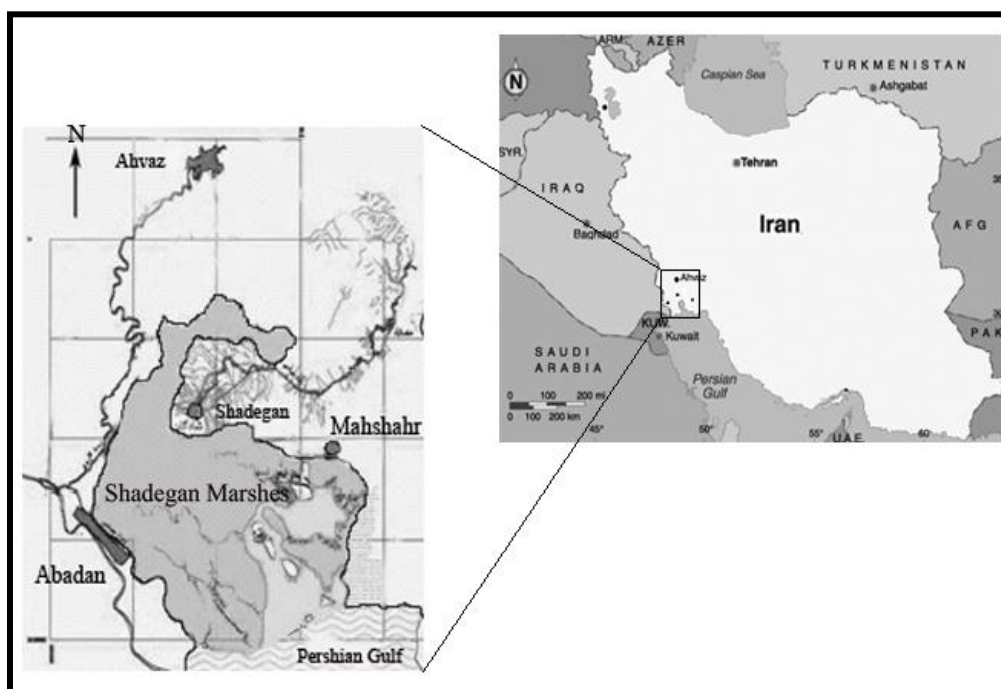
در ایران و به خصوص در جنوب کشور و بر روی ماهیان خوراکی صورت گرفته است.

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 $30^{\circ}00'$ تا $31^{\circ}00'$ درجه شمالی و $48^{\circ}20'$ تا $49^{\circ}20'$ 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



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

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 آن در دمای 120° 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 $1/100 \text{ mg/l}$ استانداردهای داخلی را که شامل 143-PCB و دی‌کلوبنیل ($C_7H_3Cl_2N$) است به هر نمونه اضافه شد. سپس استخراج

آماده‌سازی نمونه‌ها: نمونه‌های ماهی شیربت (۱۴ نمونه) در آبان ماه ۱۳۸۶ به صورت مستقیم از تالاب شادگان توسط ماهی-گیران محلی تهیه شد. نمونه‌ها به وسیله یونولیت‌های حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل و در فریزر در دمای -24° درجه سانتی‌گراد تا زمان آماده‌سازی نگهداری شدند. روشی که برای تعیین آلاینده‌های آلی در بافت ماهی استفاده شده است توسط Covaci et al (2006) به کار برده شده است. در این روش

آنالیز آماری: در این مطالعه برای آنالیز آماری از نرم افزار SPSS نسخه ۱۵ و برای رسم نمودارها از نرم افزار اکسل ۲۰۰۷^۲ استفاده شد. تابعیت داده‌ها از توزیع نرمال به وسیله آزمون شاپیرو ویلکس بررسی شد. آنالیز واریانس یک طرفه^۳ برای مقایسه کلی استفاده می‌شد. در صورت معنی دار بودن اختلاف بین سموم ($P < 0.05$)، برای مقایسه چندگانه از آزمون دانکن^۴ استفاده می‌شد. در صورت نرمال نبودن داده‌ها برای مقایسه کلی از آزمون غیرپارامتریک کروسکال والیس^۵ و در صورت مشاهده تفاوت ($p < 0.05$) بین گونه‌ها، آزمون من ویتنی یو^۶ برای مقایسه دو به دو سموم استفاده می‌شد.

یافته ها

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 بیش تر می‌باشد. بر اساس آنالیز آماری (آنالیز واریانس یک طرفه - دانکن) جیوه اندازه گیری شده در عضله در بین گونه‌ها دارای اختلاف معنی دار می‌باشد. براساس نتایج بیشترین میزان جیوه در عضله شلج 32 ± 618 و برزم 45 ± 605 و کمترین میزان جیوه در عضله در بنی 7 ± 265 و بیاح 16 ± 335 نانوگرم بر گرم وزن خشک به دست آمد (شکل ۱).

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 میلی لیتر باقی مانده 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 میلی لیتر مخلوط نرمال هگزان/ دی کلرو- متان (نسبت ۲/۳) شست و شو داده شد. محلول جمع آوری شده به وسیله دستگاه روتاری با پمپ خلا تغلیظ شده (تا حدود ۱۰ میلی لیتر) 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^۱ است. دستگاه GC متعلق به شرکت Dani، مدل ۱۰۰۰ GC مجهز به ستون کاپیلاری (0.5mm, Optima 5, 60m × 0.25μm) و آشکارساز (Detector) ECD (Electron Capture Detector) تزریق می‌شود. دمای آشکارساز ۳۰۰ درجه سانتیگراد و دمای محل تزریق (Injector) ۲۵۰ درجه سانتیگراد برنامه ریزی شد.

2- Excel Microsoft 2007

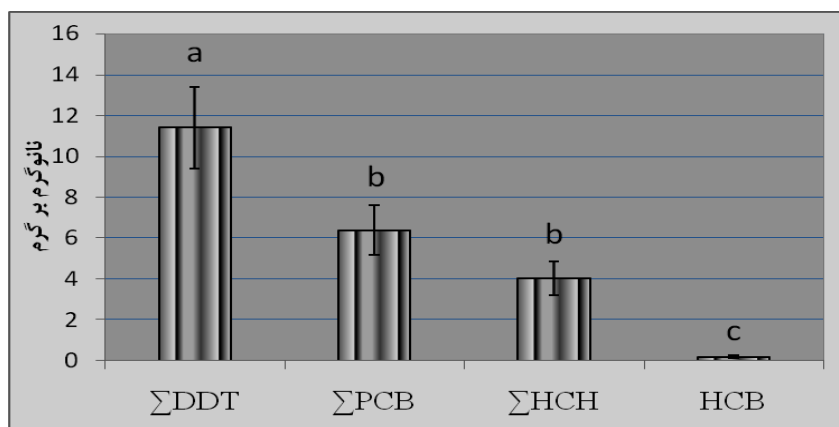
3- ANOVA

4- Duncan

5- Kruskal-wallis

6- Mann-Whitney U

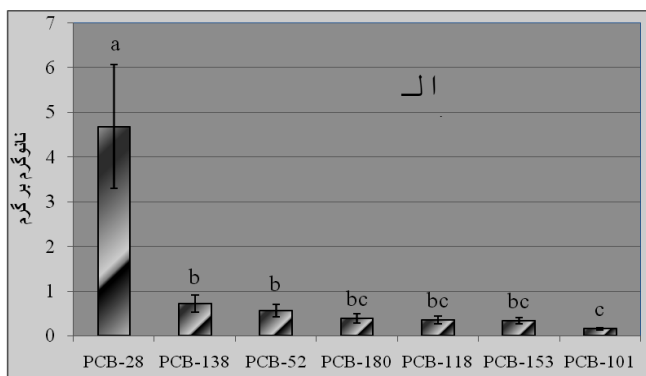
1- Gas-chromatography



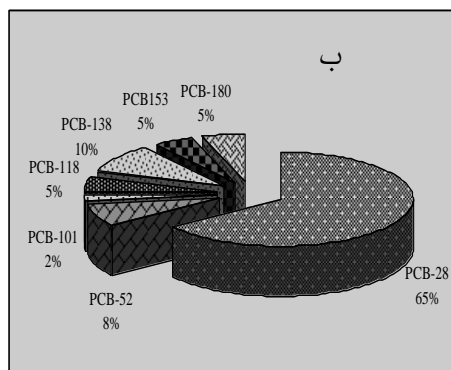
نمودار ۱- میانگین غلظت آلاینده‌های آلی کلره در ماهی شیریت

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).

بررسی ترکیبات PCB (کروسکال والیس- من ویتنی یو) نشان داد که CB-28 (۴/۶۸ نانوگرم بر گرم) دارای بیش‌ترین غلظت و CB-101 (۰/۶ نانوگرم بر گرم) دارای کم‌ترین غلظت بود. غلظت سایر ترکیبات PCB به صورت CB-52 (۰/۵۶ نانوگرم

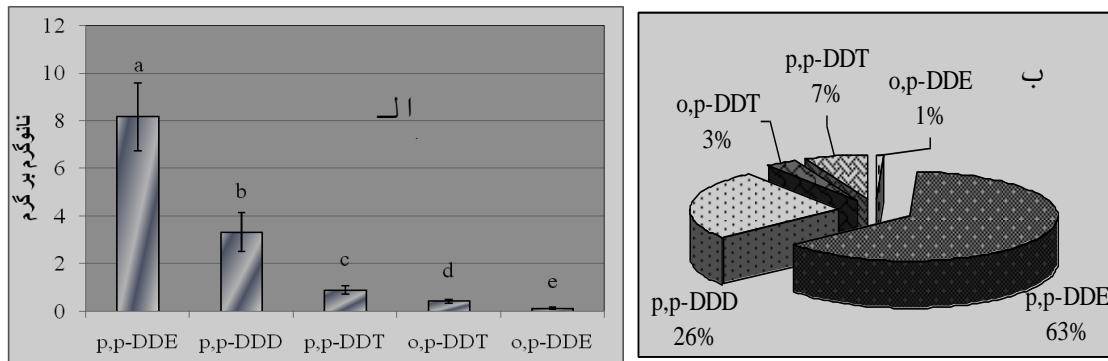


نمودار ۲- میانگین غلظت (الف) و درصد (ب) ترکیبات PCB در گونه شیریت



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).

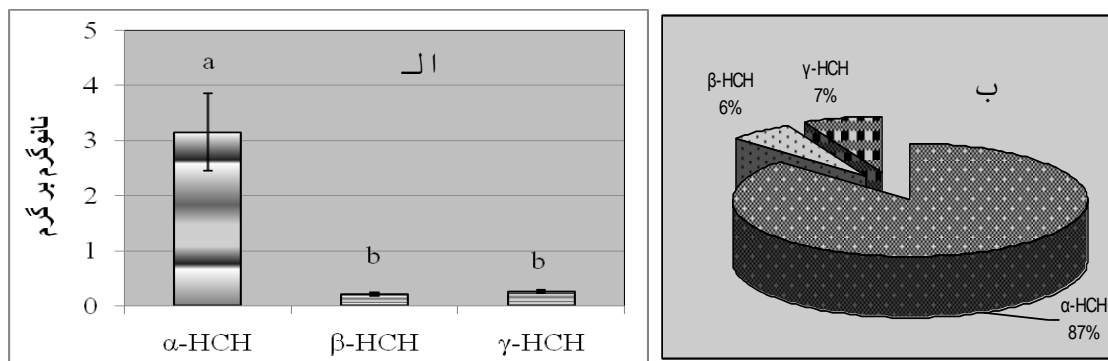
بررسی متابولیت‌های DDT در نمونه‌ها (کروسکال والیس- من ویتنی یو) نشان داد که متابولیت p,p'-DDE (۸/۱۵ نانوگرم بر گرم) دارای بیش‌ترین غلظت و o,p'-DDE (۰/۱۲ نانوگرم بر گرم) دارای کم‌ترین غلظت در بین متابولیت‌های DDT



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

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 (α -HCH) بیشترین غلظت (۳/۱۴ نانوگرم بر گرم) و ایزومر گاما (γ -HCH) کمترین غلظت (۰/۲۶ نانوگرم بر گرم) را دارند ایزمر بتا (β -HCH) با



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

آلودگی از آب در مقایسه با رژیم غذایی به ماهیان است. هم- چنین 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 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

بحث و نتیجه گیری

ترتیب آلاینده‌های آلی کلردار در این مطالعه به صورت DDT < PCB < HCH < HCB است و با مطالعات انجام شده توسط (Munshi et al (2004)، (Zhou et al (2007) و (Sudaryanto et al (2005) و (Yim 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 (Fu and (2005) و (Erdogru et al (2005) است. Wu است. علت بالا بودن این ترکیب در نمونه‌ها انتقال بیش‌تر

Guruge and Tanabe (2001) و Pandit et al (2000) (۵۱-۱۲ درصد) هم‌خوانی دارد. با توجه به بالا بودن غلظت ایزومر α -HCH در نمونه‌ها و با توجه به نسبت ایزومرها در HCH صنعتی (ایزومر α ۶۵٪، β ۱۰٪، γ 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 (et al (2007) Zhou ایزومر γ -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 $\alpha > \gamma > \beta$ می‌توان بیان کرد در این مناطق از لیندان صنعتی ($\gamma > ۹۹\%$) 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) ($۱۶۵/۴۰$ ND نانوگرم بر گرم) و Erdogrul et al (2005) ($۱/۵۰-۰/۰۵$ 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 استاندارد-های 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.

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 می‌باشد (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 متابولیست‌های DDT ترکیب p,p' -DDE (۶۳ درصد) بیش‌ترین غلظت را دارد. در مطالعات (Naso (2005) et al (2007) Zhou et al (p,p' -DDE = ۸۱٪)، (2007) Zhou et al (p,p' -DDE + p,p' -DDD = ۵۰٪) و (2005) Sudaryanto et al (p,p' -DDE = ۶۴٪-۹۱٪) و (2005) Yim et al (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 (Yang et al (2006)؛ (et al (1999) Pazou et (2006) و (Munshi et al (2004)؛ (Monirith et al 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)،

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

تشکر و قدردانی

از جناب آقایان مهندس رسول زمانی، احمد محمودی و علی رضا نیک ورز 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

- 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 Huirou 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، ص ۴۰۰.
- 9- Roos, G., 2004. The Public Health Implication of Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in the Environment. *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.
- 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 Marine Species from the Gulf of Naples, Southern Italy. *Science of the Total Environment*, Vol. 343. 83-95.

- 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. Polychlorinated Biphenyl Residue in the Golden Grey Mullet (*Liza aurata*) from Tunis Bay, Mediterrean Sea (Tunisia). Food Chemistry, Vol. 105. 72-76.
- 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. 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.

- 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.
- 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 Marine Environment. *Chemosphere*, Vol. 44. 301-305.