Archive of SID

علـوم محـیـطی سال هشتم ، شماره اول، پاییـز ۱۳۸۹
ENVIRONMENTAL SCIENCES Vol.8, No.1, Autumn 2011
۱۷۵ -۱۸۸

# بررسی میزان تجمع آفت‌کش د.د.ت در ماهیان خوراکی تالاب شادگان و ارزیابی خطر آن برای مصرف کنندگان

**مرتضی داودی[۱*]، عباس اسماعیلی ساری[۲]، نادر بهرامی‌فر[۲]، سید محمود قاسمپوری[۲]**

۱- *دانش‌آموخته کارشناسی ارشد مهندسی منابع‌طبیعی- محیط‌زیست، دانشگاه تربیت مدرس نور، مازندران.*

۲- *گروه محیط‌زیست، دانشکده منابع‌طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس نور، مازندران.*

## چکیده

آلاینده‌های گوناگونی به تالاب شادگان که یکی از بزرگترین تالاب‌های کشور است وارد می شوند. یکی از این آلاینده‌ها، باقیمانده آفت کش‌های آلی کلره از جمله د.د.ت و متابولیت‌های آن است که در گذشته برای کنترل آفات مورد استفاده قرار می‌گرفته است. د.د.ت و متابولیت‌های آن (p,p′-DDT ,p,p′-DDE ,o,p′-DDE ,p,p′-DDD) در ۵ گونه مختلف از ماهیان خوراکی تالاب شادگان و تاثیر وزن, سن و نوع رژیم غذایی بر غلظت این آفت‌کش و متابولیت‌های آن مورد بررسی قرار گرفته است. بیشترین غلظت د.د.ت کل به میزان ۶/۵۰ نانوگرم در گرم در گونه شیربت و کمترین میزان در گونه کپور به میزان ۳/۲۷ نانوگرم بر گرم به دست آمد. نتایج نشان داد که غلظت متابولیت p,p′-DDE در همه گونه‌ها دارای بیشترین و متابولیت p,p′-DDT در گونه بنی ۰/۱۲ نانوگرم بر گرم و گونه کپور ۰/۰۹ نانوگرم بر گرم، متابولیت o,p′-DDE در گونه شیربت ۰/۱۲ نانوگرم بر گرم و شلج ۰/۲۰ نانوگرم بر گرم و متابولیت o,p/-DDT در برزم ۰/۴۰ نانوگرم بر گرم دارای کمترین غلظت بودند. این نتایج بیانگر عدم استفاده جدید از این آفت کش در مزارع اطراف تالاب است. میانگین غلظت د.د.ت و متابولیت‌های آن در گروه وزنی بیش از ۳۲۰ گرم (۶/۷۷ نانوگرم بر گرم) و گروه سنی بیش از ۳ سال (۶/۷۰ نانوگرم بر گرم) و رژیم غذایی همه چیزخوار (۷/۳۴ نانوگرم بر گرم) بالاتر بودند. محاسبه میزان جذب روزانه قابل قبول این آفت کش و مقایسه آن با استانداردهای بین‌المللی، نشان‌دهنده عدم وجود خطر برای ساکنین منطقه مجاور تالاب است.

*کلیدواژه‌ها*: تالاب شادگان، آفت‌کش‌های آلی کلره، ارزیابی خطر، تجمع زیستی، د.د.ت.

## Investigation of the Amount of Pesticide DDT Accumulated in Edible Fish of Shadegan Wetland and Evaluation of its Potential Risk to Consumers

**Morteza Davodi[1*], Abbas Esmaili-Sari[2], Nader Bahramifar[2], Seyed Mahmoud Ghasempouri[2]**

*1- Msc. student of Natural Resource and Environmental Engineering, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran, Iran.*

*2- Department of Environment, Faculty of Natural Resources and Marine Science, Tarbiat Modares University, Noor, Mazandaran, Iran.*

**Abstract**

Shadegan wetland, one of the largest wetlands in Iran, is subject to different pollutants. One of these contaminants is the residue of organochlorine pesticides such as DDT and its metabolites used to combat pests. Residues of DDT and its metabolites (p,p′-DDT, o,p′-DDT, p,p′-DDE, o,p′-DDE, p,p′-DDD) were investigated in five edible fish species of Shadegan wetland, and the effect of the amount of this pesticide on the weight, age and diet was investigated. Total DDT (the sum of 5 metabolites) in *Barbus grypus* and *Cyprino carpio* was 6.50 and 3.27 ng $g^{-1}$, respectively. Results showed that p,p′-DDE had a maximum concentration in all species and p,p′-DDT in *Barbus sharpeyi* (0.12 ng $g^{-1}$) and *Cyprino carpio* (0.09 ng $g^{-1}$), o,p′-DDE metabolite in *Barbus grypus* ( 0.12 ng $g^{-1}$) and *Aspius vorax* (0.20 ng $g^{-1}$) and o,p′-DDT metabolite in Barbus barbules had a minimum concentration. These results show any new application of this pesticide in the land around the wetland. The mean concentration of DDTs was higher in weight group>320 g (6.77 ng $g^{-1}$) and in age group>3 years (6.70 ng $g^{-1}$) and those of an omnivorous diet (7.34 ng $g^{-1}$) than in the other groups. The calculation of estimated daily intake (EDI) of this pesticide and comparison with international standards, showed no risks for residents in this area.

*Keywords*: Shadegan Wetland, Organochlorine Pesticide, Risk assessment, Bioaccumulation, DDT.

* Corresponding author. *E-mail Address*: Davodimorteza@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

**مقدمه**

تالاب شادگان در استان خوزستان به عنوان بزرگ‌ترین تالاب ایرانی ثبت شده در فهرست معاهده رامسر است. این تالاب دارای تنوع‌زیستی بالا بوده و بر اساس مطالعات، آن زیستگاه دارای بیش از ۸۰ گونه ماهی و ۱۷۴ گونه پرنده است. احداث جاده‌های مختلف، نشت از لوله‌های انتقال نفت، توسعه مزارع نیشکر و نخلستان‌ها و تخلیه زهاب‌های آنان، تخلیه فاضلاب‌های شهری و صنعتی به داخل تالاب از مهم‌ترین عوامل تهدید کننده تالاب بوده و باعث آلودگی روز افزون و تخریب زیستگاه‌های اطراف آن شده است (Mohandesin moshaver, 1381).

آفت کش‌های آلی کلره[1] (OCPs) به دلیل سمیت و پایداری بالا در محیط‌زیست و خاصیت چربی دوستی بالا وارد منابع آبی می‌شوند. این ویژگی‌ها سبب می‌شود ماهیان این آلاینده‌ها را جذب و در بافت‌های خود بخصوص در بافت‌های چرب بدن حفظ و تغلیظ کنند (Smith and Gongolli, 2002 ; Pandit *et al*, 2006). یکی از مهم‌ترین آفت کش‌های آلی کلره د.د.ت (DDT)[2] است. این حشره‌کش شامل ۶ متابولیت است که قسمت اعظم آن را p,p′-DDT (تقریبا ۷۰٪ یا بیشتر) تشکیل می‌دهد. ایزومر o,p′-DDT (ایزومر با پایداری کمتر) تقریبا ۲۰٪ و ایزومر p,p′-DDE تقریبا نزدیک به ۵٪ و مابقی ایزومرها (o,p′-DDE, p,p′-DDD, o,p′-DDD) ۵٪ آن‌را تشکیل می‌دهند (Sethajintanin *et al*., 2004).

در مطالعه Monirith *et al*., (1999) غلظت د.د.ت در ۲۷ گونه از ماهیان کامبوج بررسی شد که آلودگی ماهیان آب‌های شیرین نسبت به ماهیان دریایی بیشتر بود که به دلیل وجود منبع آلودگی داخلی در منطقه است. در این مطالعه میزان د.د.ت کل ۲۵-۰/۵ نانوگرم بر گرم وزن تر به دست آمد. در بررسی انجام شده توسط Covaci *et al*., (2006) در رومانی غلظت د.د.ت و متابولیت‌های آن در ۱۱ گونه از ماهیان تعیین شد. تغییرپذیری بسیاری در بین نمونه‌ها به دلیل عواملی نظیر مکان نمونه‌برداری، سن، طول ماهی و جنس به دست آمد. در این مطالعه همبستگی بین طول ماهی و غلظت د.د.ت و متابولیت‌های آن مشاهده نشد. در مطالعه‌ای *et* Hosseini *al*., (2008) غلظت د.د.ت و متابولیت‌های آن در ۴ گونه از ماهیان خاویاری دریای‌خزر تعیین شد. سطوح د.د.ت و متابولیت‌های آن در گونه‌های مورد مطالعه بین۵۲۴ تا ۵۷۴۰ نانوگرم برگرم وزن چربی بوده است، در بعضی از نمونه‌ها غلظت این آلاینده از استاندارد تعیین شده برای مصرف غذایی بالاتر بوده که می‌تواند برای افرادی که از گونه‌های ماهی تغذیه می‌کنند، ایجاد خطر کنند.

ماهی یک شاخص[3] مناسب برای ارزیابی این آلودگی در محیط‌های آبی است زیرا ماهی به علت فعالیت پائین آنزیم مونواکسیژناز[4] توانایی کمی برای متابولیسم آلاینده‌های آلی‌کلره دارد و سطوح آلودگی منطقه را به خوبی نشان می‌دهد (Zhou *et al*., 2008). هم‌چنین ماهیان این آلاینده را هم به طور مستقیم از آب و هم از طریق رژیم غذایی دریافت و در بافت‌های خود تجمع می‌کنند. بنابراین برای ارزیابی انتقال آلاینده‌ها از طریق شبکه غذایی و بررسی فرآیند بزرگنمایی زیستی[5] مناسب هستند (Zhou *et al*., 2007). ماهی به طور مستقیم توسط ساکنین منطقه مورد استفاده قرار می‌گیرد، ماهی در مقایسه با سایر غذاها غلظت‌های بالاتری از OCPs را نشان می‌دهد و انتظار می‌رود رژیم‌های غذایی حاوی مقادیر زیاد ماهی منجر به تجمع بیشتر این آلاینده‌ها در بدن انسان شود. بنابراین بررسی این آلاینده‌ها در ماهی نه تنها از جنبه اکولوژیک بلکه از لحاظ بهداشتی و سلامت غذای مصرفی انسان نیز حایز اهمیت است.



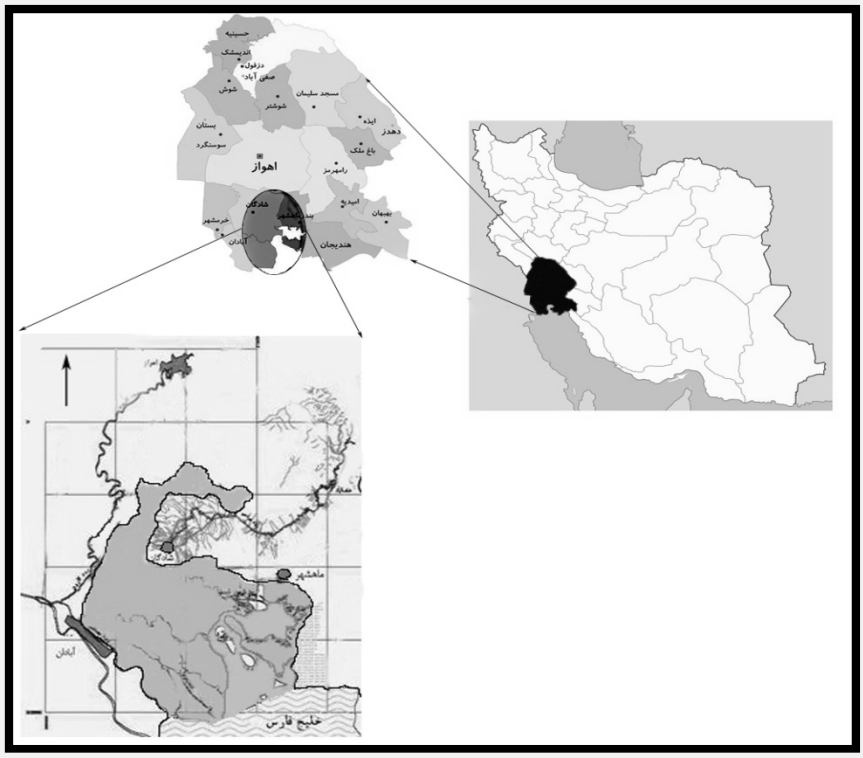
www.SID.ir

Archive of SID

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه و روش نمونه‌برداری

جهت انجام تحقیق در مجموع ۷۰ نمونه متعلق به ۵ گونه از ماهیان خوراکی (از هر گونه۱۴ نمونه) تالاب شادگان واقع در استان خوزستان (شکل۱) در آبان ماه ۱۳۸۶ به صورت مستقیم توسط ماهیگیران محلی جمع آوری شد(جدول ۱). نمونه‌برداری فقط از بافت عضله ماهی صورت گرفت، زیرا این قسمت مورد مصرف مردم است. نمونه‌ها توسط یونولیت‌های حاوی یخ به آزمایشگاه منتقل و در فریزر در دمای ۲۴- درجه سانتیگراد تا زمان آماده‌سازی نمونه نگهداری شدند.




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

**جدول ۱** - بیومتری نمونه‌های مورد مطالعه

| نام فارسی (اسم علمی) | وزن (g) | طول (cm) | سن (سال) | چربی٪ | رژیم غذایی |
|---|---|---|---|---|---|
| بنی (Barbus sharpeyi) | ۴/۴۶ ± ۴/۳۱۶ | ۵/۱ ± ۳/۲۸ | ۳/۰ ± ۲/۴ | ۵/۰ ± ۴/۴ | گیاه خوار |
| شیربت (Barbus gerypus) | ۱/۳۸ ± ۶/۳۸۲ | ۲/۱ ± ۱/۳۴ | ۵/۰ ± ۳/۴ | ۶/۰ ± ۴/۳ | همه چیز خوار |
| کپور (Cyprinus carpio) | ۵۴/۵۰ ± ۴۲/۳۵۳ | ۲۲/۱ ± ۱۷/۲۸ | ۱۷/۰ ± ۳ | ۳/۰ ± ۲/۱ | همه چیز خوار |
| برزم (Barbus barbulus) | ۶/۵۲ ± ۱/۳۸۰ | ۲ ± ۸/۳۴ | ۳/۰ ± ۸/۳ | ۴/۰ ± ۳/۲ | گوشت خوار |
| شلج (Aspius vorax) | ۲/۵۵ ± ۲/۳۰۲ | ۹/۱ ± ۳/۳۱ | ۳/۰ ± ۳ | ۵/۰ ± ۹/۴ | گوشت خوار |

● اعداد داخل جدول (خطای استاندارد ± میانگین) می‌باشد



www.SID.ir

Archive of SID

### آماده‌سازی نمونه‌ها

روش تعیین آفت‌کش د.د.ت و متابولیت‌های آن در بافت ماهی که در زیر به طور مختصر توضیح داده می‌شود، روشی است که 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 کاملا له کرده سپس با نمک سولفات سدیم خشک[۶] (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 نگه داشته شد. سپس ۱۵ میکرولیتر از محلول ۱ mg/l استانداردهای داخلی[۷] (PCB–۱۴۳ و دی کلوبنیل) به هر نمونه اضافه شد. سپس استخراج نمونه‌ها با ۱۰۰ میلی‌لیتر مخلوط (استون/ نرمال هگزان) با نسبت ۳ به ۱ به وسیله دستگاه سوکسله[۸] و به مدت ۵ تا ۶ ساعت انجام گرفت. محلول استخراج شده را با دستگاه روتاری با پمپ خلا[۹] به حجم ۱۲ میلی‌لیتر رسانده که ۲ میلی‌لیتر از آن برای تعیین چربی و ۱۰ میلی‌لیتر باقیمانده برای clean-up مورد استفاده قرار گرفت. چربی موجود در ۲ میلی‌لیتر نمونه از روش وزن سنجی[۱۰] تعیین شد. نمونه استخراج شده از ستون سیلیکاژل عبور داده شده و سپس ستون به وسیله ۲۵ میلی‌لیتر مخلوط نرمال هگزان/ دی کلرومتان به نسبت ۳ به ۲ شست و شو داده شد. محلول جمع‌آوری شده به وسیله دستگاه روتاری با پمپ خلا تغلیظ شده (تا حدود ۱۰ میلی لیتر) و سپس توسط جریان ملایمی از گاز نیتروژن حلال آن تبخیر شده (تا حد خشکی) و در نهایت به آن ۱۰۰ میکرولیتر نرمال اکتان اضافه شد. برای شناسایی و اندازه‌گیری د.د.ت و متابولیت‌های آن یک میکرولیتر از محلول نهایی به دستگاه کروماتوگرافی گازی[۱۱] (GC) شرکت Dani، مدل ۱۰۰۰ GC مجهز به ستون کاپیلاری (Optima 5, 60m × 0.5mm, 0.25µm) و آشکارساز[۱۲] ECD[۱۳] تزریق شد. دمای آشکارساز ۳۰۰ درجه سانتیگراد و دمای محل تزریق[۱۴] ۲۵۰ درجه سانتیگراد برنامه‌ریزی شد. از گاز هلیوم با درجه خلوص ٪۹۹/۹۹۹ و سرعت جریان ml/min ۲ بعنوان گاز حامل و گاز نیتروژن با خلوص ٪۹۹/۹۹۹ و سرعت جریان ml/min ۴۰ به عنوان گاز کمکی استفاده شد.

### کنترل کیفی[۱۵]

### حد تعیین[۱۶] (LOQ) و حد تشخیص[۱۷] (LOD)

حد تشخیص و حد تعیین با استفاده از رابطه‌های زیر محاسبه می‌شود:

$$LOD = \frac{(3\,S_{y/x})}{m} \qquad LOQ = \frac{(10\,S_{y/x})}{m}$$

در این رابطه‌ها m شیب منحنی کالیبراسیون و Sy/x بیانگر خطای y روی x است که از رابطه زیر به دست می‌آید (جدول ۲)

$$S_{y/x} = \left[\frac{\sum i(yi - yj)^2}{x-2}\right]^{1/2}$$

### درصد انحراف نسبی[۱۸] (RSD)

درصد انحراف نسبی (RSD) برا ی روش فوق کمتر از ۱۰ درصد بود (جدول ۲). برای آفت کش و متابولیت‌های آن RSD از تقسیم انحراف معیار (SD) غلظت آن در ۵ نمونه یکسان به میانگین (µ) آنها بدست می‌آید (رابطه زیر).

$$RSD\% = \left(\frac{SD}{\mu}\right) \times 100$$

### میزان بازیابی[۱۹]

میزان بازیابی برای د.د.ت و متابولیت‌های آن بین ٪۹۵ الی ٪۱۰۳ به دست آمد (جدول ۲). برای محاسبه میزان بازیابی این روش ابتدا پنج نمونه عضله مربوط به یک گونه ماهی تهیه شده و سپس ۱۵ میکرولیتر از



www.SID.ir

Archive of SID

استاندارد ۰/۰۵ mg/l به نمونه‌ها اضافه شد هر ۵ نمونه آماده سازی شده و به دستگاه (GC) تزریق شده و غلظت د.د.ت و متابولیت‌های آن در هر نمونه محاسبه شد.

$$\text{درصد بازیابی} = \frac{\text{مقدار آفت‌کش اندازه‌گیری شده در نمونه آغشته شده}}{\text{مقدار آفت‌کش اندازه‌گیری شده در نمونه + مقدارآفت‌کش اضافه شده به نمونه}} \times ۱۰۰$$

**جدول ۲**– RSD, LOQ, LOD و Recovery مربوط به هر یک از متابولیتهای د.د.ت

| متابولیت | LOD | LOQ | RSD% | Recovery% |
|---|---|---|---|---|
| o,p′-DDE | ۰۳۱/۰ | ۱۰۲/۰ | ۵/۲ | ۸/۱۰۹ |
| o,p′-DDT | ۰/۰۳۵ | ۰/۱۱۰ | ۶/۴ | ۹۵/۸ |
| p,p′-DDT | ۰/۰۳۱ | ۰/۱۰۵ | ۷/۱ | ۱۰۵/۲ |
| p,p′-DDD | ۰۰۵/۰ | ۰۱۷/۰ | ۹/۶ | ۱/۹۵ |
| p,p′-DDE | ۰۲۵/۰ | ۰۸۳/۰ | ۱/۱۰ | ۸/۹۶ |

## تجزیه و تحلیل آماری

به منظور تجزیه و تحلیل آماری از نرم افزار SPSS ver 15 استفاده شد. تابعیت داده‌ها از توزیع نرمال به وسیله آزمون شاپیرو- ویلکس[۲۰] بررسی شد و به علت نرمال نبودن داده‌ها برای مقایسه کلی از آزمون غیرپارامتریک کروسکال والیس[۲۱] و از آزمون من ویتنی یو[۲۲] برای مقایسه بین دو گونه استفاده شد. به منظور ارزیابی میزان این آلاینده‌ها در گروه‌های وزنی و سنی ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف اسمیرنوف[۲۳] مورد بررسی قرار گرفت و به علت نرمال نبودن داده‌ها از آزمون من ویتنی یو برای مقایسه بین گروه‌های سنی و وزنی استفاده شد.

## نتایج

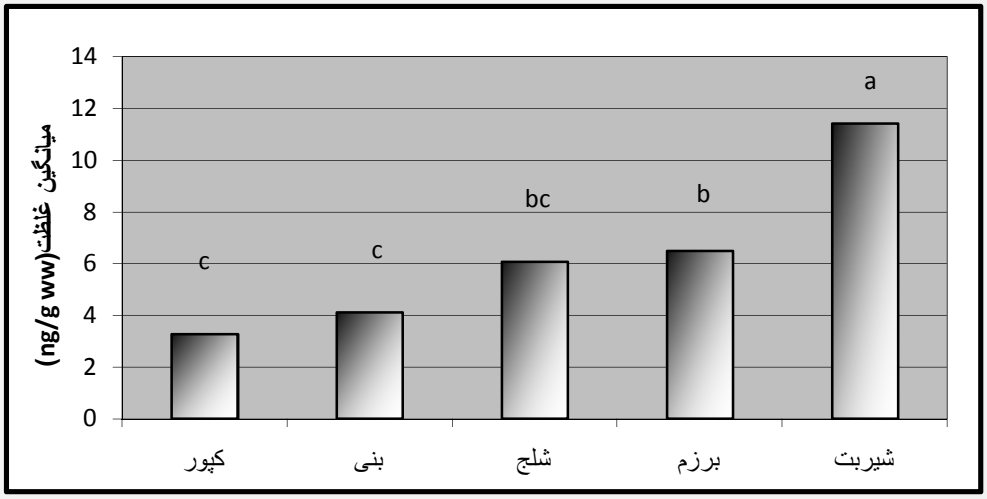
### بررسی میانگین غلظت د.د.ت کل در بین گونه‌ها

شکل ۱ غلظت کل د.د.ت و متابولیت های آن (۵ متابولیت) را در گونه‌های مختلف ماهی نشان می‌دهد. گونه شیربت با غلظت ۱۱/۴۱ نانوگرم بر گرم دارای بیشترین غلظت کل د.د.ت و کپور با غلظت ۳/۲۸ نانوگرم بر گرم کم‌ترین غلظت این آفت‌کش را نشان داد. محدوده غلظت د.د.ت کل در شیربت ۲۴/۵۲-۳/۳۲ نانوگرم بر گرم، بنی ۶/۷۳-۲/۵۹ نانوگرم بر گرم، کپور ۱۰/۱۵-۰/۵۲ نانوگرم بر گرم، برزم ۱۲-۴/۳۱ نانوگرم بر گرم و شلج ۱۳/۶۷-۳/۰۶ نانوگرم بر گرم (آزمون من ویتنی یو) به دست آمد.



www.SID.ir

Archive of SID




**شکل ۱** – مقایسه غلظت د.د.ت کل در بافت عضله ماهیان

## بررسی میانگین غلظت متابولیت‌های د.د.ت در بین گونه‌ها

شکل ۲ نشان می‌دهد که متابولیت p,p′-DDE بیشترین غلظت (۱۷/۰۴–۰/۱۴ نانوگرم بر گرم) را در همه گونه‌ها دارد (بنی=۳/۳۶، شیربت=۸/۱۵، کپور=۲/۵۹، برزم=۳/۸۷ و شلج= ۳/۸۲ نانوگرم بر گرم). پس از آن متابولیت p,p′-DDD با محدوده غلظت ۷/۲۱–۰/۰۸ نانوگرم بر گرم قرار دارد (به جز در گونه بنی). متابولیت p,p′-DDT در گونه‌های بنی و کپور (۰/۱۲ و ۰/۰۹ نانوگرم بر گرم به ترتیب)، متابولیت o,p′-DDE در گونه‌های شیربت و شلج (۰/۱۲ و ۰/۲۰ نانوگرم بر گرم به ترتیب) و متابولیت o,p′-DDT در گونه برزم (۰/۴۱ نانوگرم بر گرم) دارای کم‌ترین غلظت در بین متابولیت‌ها بودند.

میزان و درصد متابولیت‌های د.د.ت در کل نمونه‌ها نیز محاسبه شد که در نمودار ۳ ارائه شده است. مشاهده می‌شود p,p′-DDE ترکیبی است که بالاترین غلظت را در کل نمونه‌ها دارد و در حدود ۶۴٪ از غلظت د.د.ت و متابولیت‌های آن را به خود اختصاص داده است و بعد از آن p,p′-DDD > p,p′-DDT > o,p′-DDE > o,p′- DDT قرار دارد. بر اساس نتایج به دست آمده محدوده متابولیت p,p′-DDE ۷۹–۵۴٪، p,p′-DDD ۲۶–۷٪، o,p′-DDE ۸–۱٪، p,p′-DDT ۱۱–۳٪و متابولیت o,p′-DDT ۶–۳٪در گونه‌های مورد مطالعه می‌باشند.

## بررسی میانگین غلظت د.د.ت کل در رژیم‌های تغذیه‌ای مختلف و گروه‌های سنی و وزنی مختلف

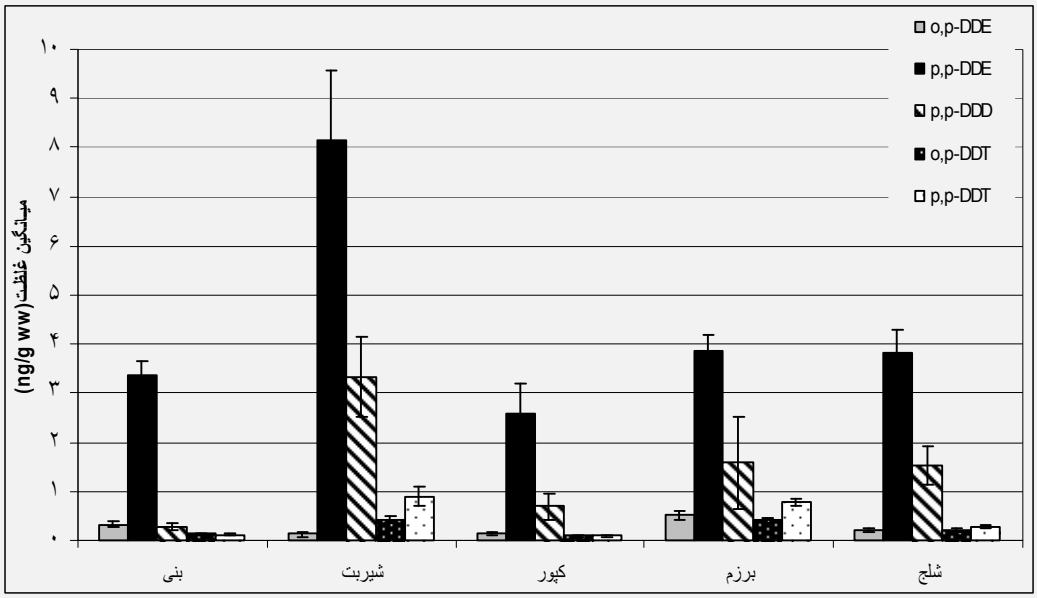
غلظت د.د.ت کل در گونه‌های مختلف از نظر رژیم تغذیه مقایسه شد که رژیم غذایی گیاه‌خوار با ۴/۱ نانوگرم بر گرم و همه‌چیزخوار با ۷/۳۴ نانوگرم بر گرم در میزان د.د.ت و متابولیت‌های آن اختلاف معنی‌دار ($P < ۰/۰۵$) داشتند و رژیم غذایی گوشت‌خوار با ۶/۲۸ نانوگرم بر گرم با رژیم‌های غذایی دیگر اختلاف



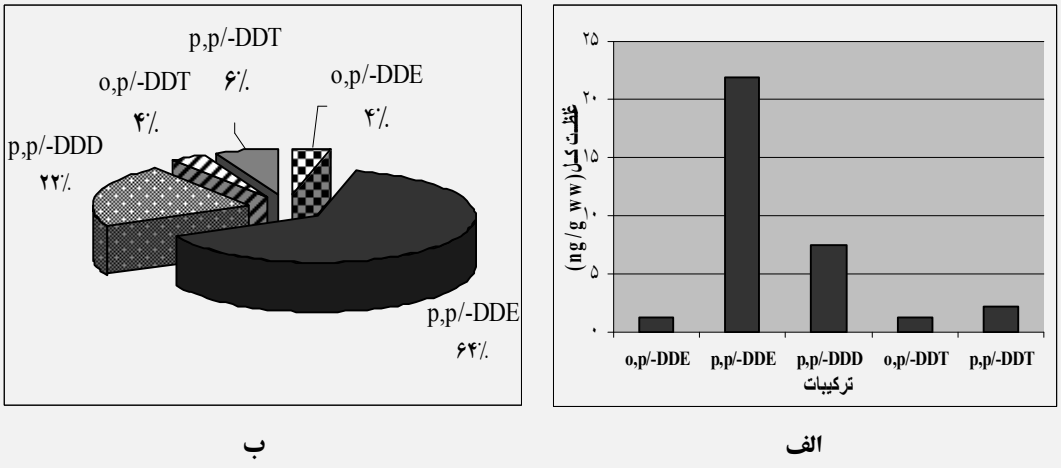
www.SID.ir

Archive of SID

معنی‌دار نداشت ($P > ۰/۰۵$) (نمودار ۴). میانگین غلظت د.د.ت و متابولیت‌های آن در گروه‌های وزنی بیش از ۳۲۰ گرم (۶/۷۷ نانوگرم بر گرم) و گروه وزنی ۳۲۰-۰ گرم (۵/۶۶ نانوگرم بر گرم) معنی‌دار نبود. هم‌چنین میزان غلظت د.د.ت و متابولیت‌های آن در گروه سنی بیش از ۳ سال (۶/۷۰ نانوگرم بر گرم) غلظت بالاتری نسبت به گروه سنی ۳-۰ سال (۵/۷۲ نانوگرم بر گرم) داشت که و این اختلاف معنی‌دار نبود.




**شکل ۲**- غلظت متابولیت‌های د.د.ت در ۵ گونه از ماهیان تالاب شادگان

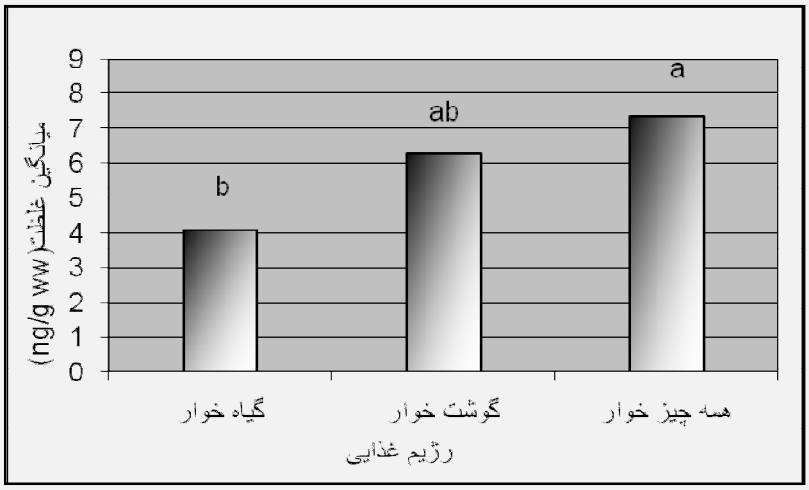



**شکل ۳**- غلظت کل (الف) و درصد (ب) هر یک از متابولیت‌های د.د.ت در کل نمونه‌ها



www.SID.ir

Archive of SID




**شکل ۴**- مقایسه میانگین غلظت د.د.ت کل در رژیم‌های غذایی

## بحث

گونه شیربت بیشترین غلظت کل د.د.ت را داشتند که همه‌چیزخوار بودن شیربت می‌تواند دلیل این امر باشد. هم‌چنین این گونه دارای میزان بالایی چربی است که می تواند به عنوان یک عامل تاثیرگذار بر تجمع د.د.ت و متابولیت‌هایش در بافت‌ها عمل کند، زیرا آلاینده‌های آلی کلره دارای آبگریزی بالا بوده و در بافت‌های چرب بدن به خوبی تجمع پیدا کرده و با گذشت زمان بر غلظت آن‌ها افزوده می‌شود (Zhou *et al.*, 2007). در رتبه بعدی برزم و شلج قرار دارند که جزء گونه‌های گوشت‌خوار بودند و به سطوح بالای تغذیه تعلق دارند و این نشان دهنده تاثیر فرآیند تجمع زیستی و بالاتر بودن غلظت د.د.ت کل در گونه‌هایی راس زنجیره غذایی است.

نتایج به دست آمده در این تحقیق در مورد متابولیت‌های د.د.ت مشابه با نتایج مطالعات Abd-allah (El-nemr and 2004، Naso et al., ; Yim et al., 2005 ,2005 (Sudaryanto *et al.*, 2007; ،Zhou et al., 2007; می‌باشد. 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 وچربی دوستی[۲۴] بالای آن ($logK_{ow}$= ۶/۳۶) است. لازم به ذکر است هر چه میزان $\log K_{ow}$ در یک ترکیب بالاتر باشد حلالیت آن در آب کمتر، و توانایی آن برای تجمع زیستی در بافت چربی موجودات زنده افزایش می‌یابد (Naso *et al.*, 2005). میزان غلظت متابولیت‌های به دست آمده کاملا شبیه به مطالعه Perugini *et al*(2004) بود. در مطالعه انجام گرفته توسط Zhou *et al* (2007)، p,p/-DDE و p,p/-DDD متابولیت‌های غالب بوده و حدود ۷۰-۵۰٪ از کل متابولیت‌های د.د.ت را تشکیل دادند. در مطالعه حاضر نیز این دو متابولیت، متابولیت‌های شاخص هستند و در حدود ۹۰-۷۶٪ د.د.ت و متابولیت‌های آن را در نمونه‌ها نشان دادند. بالاتر بودن میزان p,p/-DDE نسبت به p,p/-DDD بیان‌کننده تجزیه هوازی د.د.ت توسط موجود زنده می‌باشد (Covaci *et al.*, 2006).



www.SID.ir

Archive of SID

به طور کلی در اکثر مطالعات، از نسبت DDE/DDT برای ارزیابی زمان مصرف د.د.ت در منطقه استفاده می‌شود (Bordajandi *et al.*, 2003؛ Li *et al.*, 2008). بالاتر بودن این نسبت از ۱ بیان کننده عدم استفاده تازه از د.د.ت در آن منطقه است. در این تحقیق، این نسبت برای ماهی بنی (۱۷/۹۲)، شیربت (۸/۰۹)، کپور (۱۶/۲۱)، برزم (۳/۹۲) و برای شلج (۸/۱۹) به دست آمد که نشان می‌دهد به تازگی از د.د.ت در منطقه تالاب شادگان استفاده نشده است.

Coelhan *et al.*, (2006) و Hosseini *et al.*, (2008) در مطالعات خود بیان کردند اگر $p,p'/\Sigma p,p'\text{-DDTs}$[۲۵] DDE در پستانداران دریایی کمتر از ۰/۶ باشد بیانگر استفاده جدید از د.د.ت در منطقه می‌باشد. در برخی از مطالعات از این نسبت برای ماهی نیز استفاده شده است. در تحقیق حاضر نیز این نسبت برای گونه‌ها بیش از ۰/۶ بود. این نسبت برای بنی (۰/۹۱)، شیربت (۰/۷۳)، کپور (۰/۷۴)، برزم (۰/۷۳) و برای شلج (۰/۷) به دست آمد که نتایج این شاخص نیز بیانگر عدم استفاده جدید از د.د.ت در منطقه می‌باشد. هر چند، برخی نتایج این مطالعه با نتایج بدست آمده در مطالعات Monirith et al (1999)، Munshi et al (2004)، Pazou et al (2006) و Yang et al (2006) مشابه نبود. این محققین در تحقیقات خود به این نتیجه رسیدند که متابولیت p,p'-DDT ترکیب غالب بوده که دلیل آن را استفاده تازه از د.د.ت و متابولیت‌های آن در منطقه گزارش کرده اند. در تحقیق حاضر مشاهده شد ایزومرهای o,p' (o,p'-DDE، o,p'-DDD و o,p'-DDT) دارای غلظت کمتری نسبت به p,p' (p,p'-DDE، p,p'-DDD و p,p'-DDT) هستند که به علت وجود یک موقعیت پاراکلره نشده در یکی از حلقه‌های بنزنی در ایزومرهای o,p' می‌باشد. که موجب پایداری و مقاومت کمتر آن نسبت به ایزومر p,p' می‌گردد. معمولا فراوان‌ترین بقایای د.د.ت و متابولیت‌های آن در محیط‌زیست به ترتیب شامل p,p'-DDE، p,p'-DDD و p,p'-DDT است (Walker., 2001a).

به طور کلی غلظت DDT و متابولیت‌های آن به علت بزرگنمایی زیستی در طول زنجیره غذایی در گونه‌های گوشتخوار نسبت به سایر رژیم های غذایی بیشتر می‌باشد. در مطالعه Zhou *et al.*, (2007) بیشترین میزان د.د.ت و متابولیت‌های آن در گونه گوشت‌خوار به دست آمد، که گوشتخوار بودن، کفزی بودن و میزان چربی بالا، جمله دلایل غلظت بالای د.د.ت و متابولیت‌های آن در گونه مورد مطالعه عنوان شده است. اما در تحقیق حاضر شیربت دارای غلظت بالای د.د.ت است که همان‌طور که بیان شد این گونه همه چیز خوار است.

جذب روزانه قابل قبول (ADI[۲۶]) شامل میزان مصرف روزانه یک ماده شیمیایی در طول دوره زندگی بدون ظهور خطر محسوس است(Roots, 2001). زمانی‌که اثرات احتمالی مرتبط با مصرف مواد غذایی دریایی مدنظر است می‌بایست جوامع را با توجه به میزان مصرف آن‌ها طبقه‌بندی کرد. به این دلیل که در مناطق مختلف میزان مصرف غذاهای دریایی به خصوص ماهیان بسیار متفاوت است. با توجه به آمار ارائه شده توسط FAO متوسط مصرف غذایی دریایی در اروپا ۶۰ گرم به ازای هر فرد در روز است در حالی‌که در آسیایی شرقی میزان مصرف ۷۹ گرم به ازای هر نفر در هر روز است (Roots, 2001). به منظور مقایسه میزان جذب روزانه قابل قبول ارائه شده با میزان جذب در منطقه مورد مطالعه و در مورد ماهیان مورد مصرف می‌بایست آمار دقیقی در مورد سرانه مصرف ماهی و میزان مصرف گونه‌های مورد مطالعه در منطقه مورد نظر وجود داشته باشد. با توجه به عدم وجود داده‌ها در مورد مصرف سرانه ماهی در منطقه،



www.SID.ir

Archive of SID

از سرانه مصرف ماهی در کشور (۱۹/۱۸ گرم در روز برای هر نفر) به منظور محاسبه میزان جذب روزانه استفاده شد (Iranfisheries, 1383). برای محاسبه میزان جذب قابل قبول در مطالعات مختلف, وزن متوسط فرد بالغ در محاسبات ۶۰ کیلوگرم در نظر گرفته شد (Stefanelli *et al.*, 2004; ؛Roots, 2001 ). در این مطالعه نیز به منظور مقایسه با نتایج مطالعات دیگر متوسط وزن ۶۰ کیلوگرم در نظر گرفته می‌شود. به منظور ارزیابی میزان جذب روزانه قابل قبول بایستی بر اساس رابطه میزان جذب روزانه عمل کرد (Yang *et al.*, 2006; ؛Roots, 2001).

**جذب برآورد شده روزانه[۲۷] = متوسط غلظت (ng/g) × [میزان مصرف ( g/day) / وزن بدن (kg)]**

نتایج به دست آمده بر اساس این فرمول در جدول ۲ به همراه استاندارد موجود در این زمینه ارائه شده است.

بر اساس نتایج به دست آمده مشاهده می‌شود که میزان جذب روزانه برآورد شده برای نمونه‌های مورد مطالعه در منطقه مورد نظر(بر اساس وزن‌تر) بسیار پایین‌تر از حد استاندارد تعیین شده توسط FAO/WHO و سازمان سلامت کانادا است. این نکته بیانگر این است که افراد محلی منطقه بر اساس این میزان مصرف روزانه در معرض خطر قرار ندارند. اما باید به این نکته توجه کرد که مصرف ماهی در مناطق ساحلی ایران نسبت به مناطق دیگر بیشتر بوده و در نتیجه سرانه مصرف در این مناطق نسبت به سرانه تعیین شده برای کل کشور بیشتر است. در ضمن گونه‌های ماهی که در منطقه شادگان مورد استفاده قرار می‌گیرد محدود به چند گونه مورد مطالعه در این تحقیق نیست، بلکه گونه‌های دیگری از جمله گونه‌های دریایی و همچنین سایر محصولات دریایی نظیر میگو توسط مردم محلی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین به منظور ارزیابی صحیح تر خطر مرتبط با آلاینده‌های آلی در منطقه باید آماری دقیق در مورد نوع گونه‌های مورد مصرف و هم‌چنین سرانه دقیق مصرف در منطقه در دست باشد.

**جدول ۲**- میزان جذب روزانه بر اساس نانوگرم بر کیلوگرم وزن بدن در روزانه مقایسه با استاندارد

| گونه های مورد مطالعه | میزان جذب روزانه قابل قبول |
|---|---|
| کپور | ۰۴۷/۱ |
| بنی | ۳۱۳/۱ |
| شیربت | ۶۴۷/۳ |
| شلج | ۰۷۶/۲ |
| برزم | ۹۳۷/۱ |
| میزان جذب روزانه قابل قبول (نانوگرم بر کیلوگرم وزن بدن فرد در روز)[۲۸] (IPCS)[۲۹] | ۲۰۰۰۰ |



www.SID.ir

Archive of SID

## پی نوشت‌ها

1- Organochlorine Pesticides
2 -Dichloro-Diphenyl-Trichloroethan
3- Indicator
4- Mono-oxygenases
5- Biomagnification
6- Anhydrous sodium sulfate
7-Internal standard
8- Soxhlet apparatus
9- Rotary evaporator
10- Gravimetrically
11-Gas chromatography (GC)
12- Detector
13- Electron Capture Detector
14- Injector
15- Quality assurance
16-Limit of Quantification
17- Limit of Detection
18- Relative standard deviation
19- Recovery
20- Shapiro-Wilks
21- Kruskal-wallis
22- Mann-whitney U
23- Kolmogorov-smirnov
24-Lipophilic
25- Σp,p/-DDTs= p,p/-DDE + p,p/-DDD + p,p/-DDT
26- Acceptable Daily Intake (ADI)
27- Estimated Daily Intake (EDI)
28- ADI by IPCS (ng/kg body weight person/ day)
29- International Programmed on Chemical Safety (IPCS)

## سپاسگذاری

از جناب آقای رسول زمانی احمد محمودی، حسن ملوندی، علیرضا نیک ورز و سرکار خانم رجایی که در مراحل مختلف انجام این تحقیق مرا یاری کردند تشکر و قدردانی می کنم.

## منابع

Bordajandi, L.R., G. Gomez, M.A. Fernandez, E. Abad, J. Rivera and M.J. Gonzalez (2003). Study on PCBs, PCDD/Fs, organochlorine pesticides, heavy metals and arseniccontent in freshwater fish species from the river Turia (Spain). Chemosphere, 53: 163–171.

Coelhan, M., J. Strohmeier and H. Barlas (2006). Organochlorine Levels in Edible Fish from the Marmara Sea. Turkey. Environmental International, 32: 775-780.

Covaci A., A. Gheorghe, O. Hulea and P. Schepens (2006). Level and Disribution of Organochlorine Pesticides, Polychlorinated Biphenyls and Polybrominated Diphenyl Ethers in Sediment and Biota from the Danube Delta, Romania. Environmental Pollution, 140: 136-149.

El Nemr, A. and A.M.A. Abd-Allah (2004). Organochlorine Contamination in Some Marketable Fish in Egypt. Chemosphere, 54: 1401-1406.

Hosseini, S.V., R.D. Behrooz, A. Esmaili-Sari, N. Bahramifar, S.M. Hosseini, R. Tahergorabi, S.F. Hosseini and X. Feas (2008). Contamination by Organichlorine Compound in the Edible Tissue of Four Sturgeon Species from the Caspian Sea (Iran). Chemosphere, 73: 972-979.



www.SID.ir

Archive of SID

Naso, B., D. Perrone, M.C. Ferrante, M. Bilancion and A. Lucisano (2005). Persistent Organic Pollutants in Edible Marine Species from the Gulf of Naples, Southern Italy. Science of the Total Environment, 343: 83-95.

Pandit, G.G., S.K. Sahu, S. Sharma and V.D. Puranik (2006). Distribution and Fate of Persistent Organochlorine Pesticide in Coastal Marine Environment of Mumbai. Environmental International, 32: 240-243.

Pazou, E.Y.A., P. Laleye, M. Boko, C.A.M. Van Gestel, H. Ahissou, S. Akpona, B. Van Hattum, K. Swart and N.M. Van Straalen (2006). Contamination of Fish By Organochlorine Pesticide Residue in the Oueme River Catchment in the Republic of Benin. Environment International, 32: 594-599.

Perugini, M., M. Cavaliere, A. Giammarino, P. Mazzone, V. Olivieri and M. Amorena (2004). Levels of Polychlorinated Biphenyls and Organochlorine Pesticides in some Edible Marine Organisms from the Central Adriatic Sea. Chemosphere, 57: 391-400.

Roots, O. (2001). Halogenated Environmental Contaminants in Fish from Estonian Coastal Areas. Chemosphere, 43: 623-632.

Sankar, T.V., A.A. Zynudheen, R. Anandan and P.G.V. Nair (2006). Distribution of Organochlorine Pesticide and Heavy Metal

IPCS (2005). Inventory of IPCS and other WHO Pesticide Evaluation and Summary of Toxicological evaluations Performed by the Joint Meeting on Pesticide Residue [JMPR] thorough 2002. The International Programme on Chemical Safety. Genova: World Health Organization: http://www.WHO.int/ipcs/publications/jmpr/jmpr-pesticide/en.

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

Mohandesin Moshaver Pandam (1381). Natural Environment of Shadegan Wetland Ecosystem, Collection of reports of Studies of Environmental management of Shadegan Wetland, Project of Improvement of irrigation of Iran. Ministry of jehad-e-agricultura. 1: 241.

Monirith, I., H. Nakata, S. Tanabe and T.S. Tana. (1999). Persistent Organochlorine Residue in Marine and Freshwater Fish in Cambodia. Marine Pollution Bulletin, 38: 604-612.

Munshi, A.B., S.B. Detlef, R. Schneider and R. Zuberi (2004). Organochlorine Concentration in Various Fish From Different Location at Karachi Coast. Marine Pollution Bulletin, 49: 597-601.



www.SID.ir

Archive of SID

Walker, C.H. (2001b). Organic Pollutants: An Ecotoxicological Prespective. New York: Taylor and Francis.

www.Iranfisheries.net. Web site of fishery of Iran.

Yang, N., M. Matsuda, M. Kawano and T. Wakimoto (2006). $PCB_S$ and Organochlorine Pesticides ($OCP_S$) in Edible Fish and Shellfish from China. Chemosphere, 63: 1342-1352.

Yim, U.H., S.H. Hong. W.J. Shim and J.R. Oh (2005). Levels of Persistent Organochlorine Contaminants in Fish from Korea and their Potential Health Risk. Environmental Contamination and Toxicology, 48: 358-366.

Zhou, R., L. Zhu and Q. Kong (2007). Persistent Chlorinared Pesticide in Fish Species from Qiantang River in East China.Chemosphere, 68: 838-847.

Zhou, R., L. Zhu, Y. Chen and Q. Kong (2008). Concentration and Characteristics of Organochlorine Pesticides in Aquatic Biota from Qiantang River in China. Environmental Pollution, 151: 190-199.

Residue in Fish and Shelfish from Calicute Region, Kerala, India. Chemosphere, 65: 583-590.

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

Smith, A.G. and S.D. Gangolli (2002). Organochlorine Chemicals in Seafood: Occurrence and Health Concerns. Food and Chemical Toxicology, 40: 767-779.

Stefanelli, P., A. Di Muccio, F. Ferrara, D. Barbini, T. Generali, P. Pelosi, G. Amendola, F. Vanni, S. Di Muccio and A. Ausili (2004). Estimation of Intake of Organichlorine Pesticide and Chlorobiphenyls Through Edible Fishes from the Italian Adriatic Sea during 1997. Food Control, 15: 27-38.

Sudaryanto, A., I. Monirith, N. Kajivara, S. Takahashi, P. Hartono, M. Mouawanah, K. Omori, H. Takeoka and S. Tanabe (2007). Level and Disribution of Organochlorines in fish from Indonesia. Environmental International, 33: 750-758.

Walker, C.H. (2001a). Organic Pollutants an Ecotoxicological Prespective. Translated by Minoo Dabiri. Protection Agency of Environment of Iran.



www.SID.ir