

بررسی آلودگی پلی کلروبی فنیل‌ها در رسوبات منطقه تالاب انزلی

اعظم صادق اسدی^{۱*}، سید محمد باقر نبوی^۲، حسین غفوریان^۳ و آزاده اکرام جعفری^۴

۱ و ۳- گروه محیط زیست دریا، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال

۲- گروه زیست‌شناسی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

۴- سازمان حفاظت محیط زیست

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۲/۱۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۵/۲۶

چکیده

هدف این تحقیق تعیین میزان PCB در رسوبات سطحی تالاب انزلی می باشد. لذا نمونه های رسوب ۱۵ منطقه تالاب در فصل پاییز سال ۱۳۸۸ با استفاده از نمونه بردار Van Veen Grab برداشت و پس از آماده سازی با دستگاه فریز درایر خشک و به روش سوکسله استخراج شد. آنالیز نمونه ها توسط دستگاه گاز کروماتوگرافی مجهز به دتکتور ECD صورت پذیرفت. غلظت Σ PCB (۸ ایزومر) بدست آمد. دقت و صحت مراحل کار با استفاده از نمونه مرجع و استاندارد داخلی ۲۹ PCB و PCB_{۱۹۸} کنترل شد. بیشترین و کمترین غلظت به ترتیب ۶۸/۷۹ نانوگرم به گرم درایستگاه ۱۱ و ۲/۲۳ نانوگرم به گرم درایستگاه ۲ ثبت شد. غلظت Σ PCBs از فاضلاب های صنعتی و شهری بیشتر از فعالیت های کشاورزی متاثر بود. مقادیر بدست آمده در مقایسه با استاندارد محیط زیست امریکا در حد پایین قرار داشت.

واژگان کلیدی

PCB، رسوب، تالاب انزلی، پلی کلرو بی فنیل.

مقدمه

پلی کلرو بی فنیل‌ها (PCBs) دسته‌ای از آلاینده‌های آلی پایدار (POPs) هستند که وجود ۱۵۰ عدد از ۲۰۹ ایزومر این ترکیبات در محیط زیست گزارش شده است (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱). خواص فیزیکی و شیمیایی PCBs از جمله پایداری دمایی بالا، بی‌اثر بودن شیمیایی، عدم اشتعال پذیری، مقاومت الکتریکی بالا و... منجر به استفاده روزافزون آن‌ها در صنعت گردیده است (اصیلیان و همکاران، ۱۳۸۹). رشد فعالیت‌های صنعتی، کشاورزی و سایر فعالیت‌های انسانی موجب افزایش آلودگی محیط زیست گردیده است. به جرات می‌توان گفت توجه اصلی به آلاینده‌های ارگانوکلره (OCs) نظیر پلی کلرو بی فنیل‌ها (PCBs) و سموم کلره معطوف می‌باشد ().

Sudaryanto *et al.*, ۲۰۰۷ از دیگر خواص این ترکیبات قابلیت انحلال پایین آن در آب و انحلال بالا در چربی است. که این امر موجب سهولت جذب آنها در مواد آلی و رسوب و نیز معلق شدن در ستون آب می‌گردد (Broman *et al.*, ۱۹۹۲). PCBها ضمن مقاوم بودن در برابر تجزیه، قابلیت انباشت زیستی بالا و بزرگنمایی زیستی در زنجیره غذایی، دارای اثرات سمی و مضر بیولوژیکی بر انسان و سایر موجودات زنده می‌باشند (Haynes and Johnson, ۲۰۰۰) و (Dahmardeh Behrooz *et al.*, ۲۰۰۹) که علاوه بر سمیت PCBها، خطر تولید ترکیبات دی بنزو دیوکسین و دی بنزو دی فوران در اثر اکسیداسیون ناقص آنها نیز وجود دارد (اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱). از دیگر عواملی که مطالعه و بررسی این آلاینده را ضروری ساخته، انتشار گسترده آنها در محیط است، بطوریکه در فواصل بسیار دورتر از منابع آلاینده و حتی در منطقه‌ای که هرگز بکار نرفته اند در تمام ارگانسیم‌های زنده شناسایی شده‌اند (PAN Germany, ۲۰۰۳).

تالاب انزلی (شکل ۱)، یکی از مهم‌ترین اکوسیستم‌های ایران و جهان است که در حاشیه جنوبی دریای خزر و در موقعیت جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۰ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۴۹ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی واقع شده است. در گذشته تالاب انزلی با باتلاق‌های اطرافش وسعتی حدود ۴۵۰-۴۰۰ کیلومتر مربع داشت. این تالاب در سال ۱۳۵۴ به عنوان تالاب با اهمیت بین‌المللی در کنوانسیون جهانی حفاظت از تالاب‌ها (رامسر - ۱۹۷۱) به ثبت رسیده است (باقرزاده کریمی و روحانی رانکوهی، ۱۳۸۶).

ورودی تالاب از طریق رودخانه‌های اطراف بوده و تمام آب‌های ورودی به تالاب نهایتاً از ۵ شبکه بزرگ رودخانه‌ای بنام روگاه (از جمله سوسر روگاه و نهنگ روگاه) وارد دریای خزر می‌شود. تالاب انزلی از نوع تالاب‌های ساحلی است و بوسیله یک کانال قابل کشتیرانی به دریای خزر متصل می‌شود. این تالاب به علت تنوع زیستی و وجود انواع ماهی، صدها گونه موجودات گیاهی، جانوری، میکروسکوپی و پرندگان و برخی گونه‌های کم‌نظیر و همچنین ورود چندین رودخانه به آن از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است. یکی از عمده‌ترین عوامل نابودی تالاب‌ها و کاهش کارکردهای اکولوژیکی آن‌ها، آلودگی می‌باشد. از آنجا که تالاب‌ها از جمله تالاب‌های ساکن دارای زمان چرخش طولانی هستند، مجاورت صنایع با آن‌ها باعث می‌گردد که آلاینده‌های ناشی از صنایع در تالاب‌ها تجمع نماید. اغلب آلاینده‌ها فرصت فعل و انفعالات شیمیایی را پیدا نموده و به صورت آلاینده‌های قابل ته‌نشینی در بستر تالاب رسوب می‌نمایند. مقادیر زیادی آلاینده‌های مختلف از طریق فاضلاب‌های شهری، صنعتی و کشاورزی به رودخانه‌هایی که به تالاب می‌ریزند وارد شده و موجب آلودگی تالاب می‌شود (بهریزی راد، ۱۳۸۶).

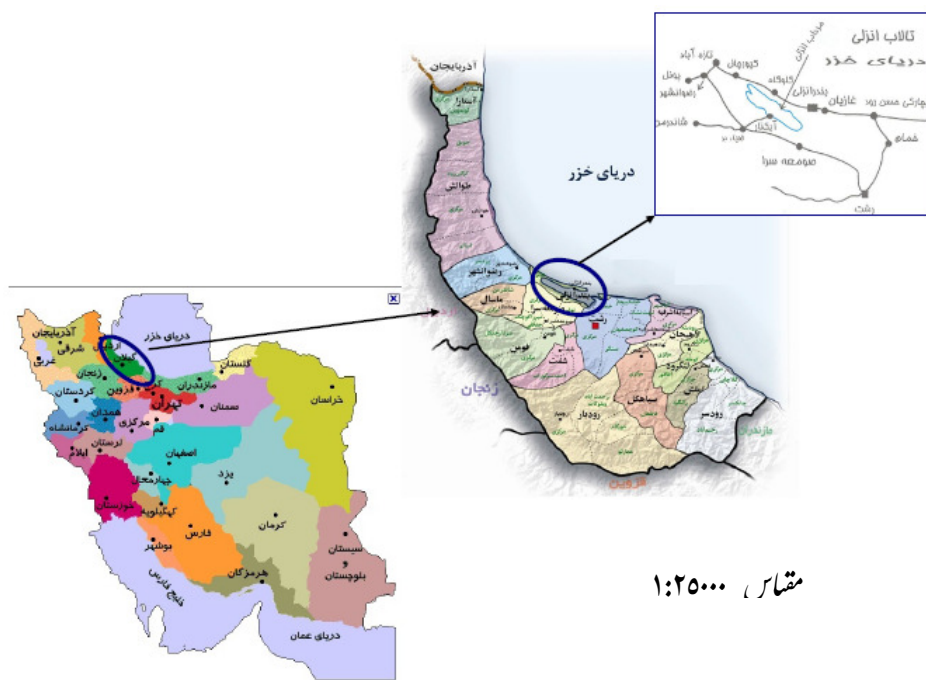
با توجه به پذیرش ممنوعیت استفاده و حذف تدریجی آلاینده‌های آلی پایدار تا سال ۲۰۲۸ از سوی کشورهای عضو کنوانسیون استکهلم توسط کشور‌های عضو از جمله جمهوری اسلامی ایران و هم‌چنین اهمیت اکولوژیکی، اقتصادی و تنوع زیستی تالاب انزلی لزوم بررسی وضعیت آلودگی PCB احساس گردید. در این تحقیق آلاینده‌های پلی کلرو بی فنیل با اندازه‌گیری $\sum PCB$ (شامل ۸ ایزومر PCB با شماره‌های IUPAC ۲۸-۴۴-۵۲-۱۰۱-۱۱۸-۱۳۸-۱۵۳-۱۸۰) در رسوبات سطحی ۲ روگاه، ۹ رودخانه ورودی به تالاب و خود تالاب انزلی سنجش گردید.

مواد و روش‌ها

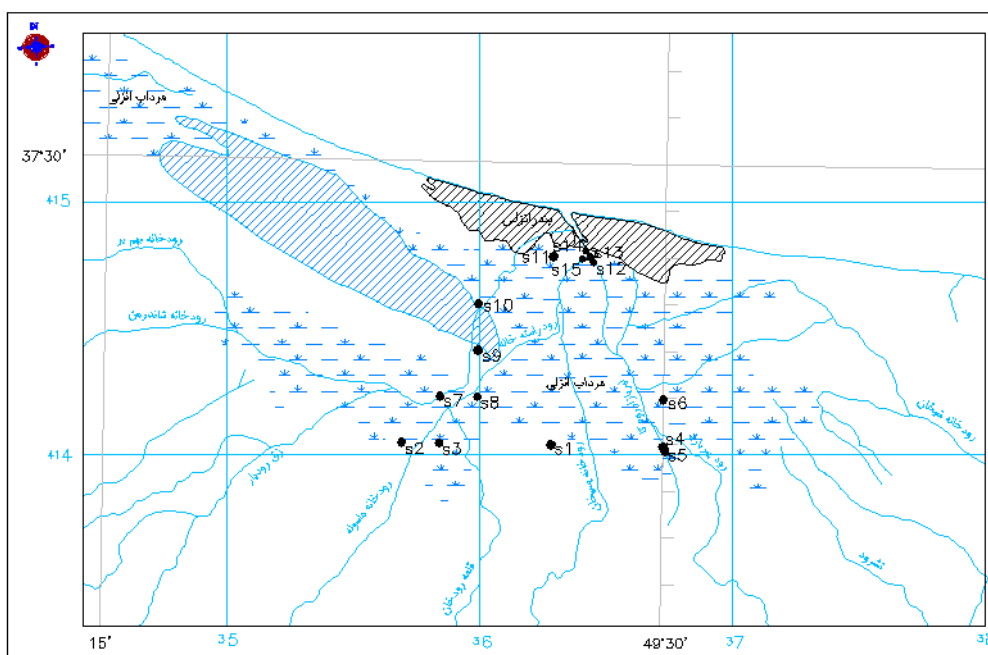
در این تحقیق ۱۵ ایستگاه جهت نمونه برداری از رسوب سطحی در نظر گرفته شد. نمونه برداری در فصل پاییز سال ۱۳۸۸ در سه تکرار انجام گرفت. در مجموع ۴۵ نمونه برداشت شد. نمونه برداری از ۲۰۰ متری محل ورود و ریزش رودخانه‌ها به تالاب و با مختصات مندرج در جدول (۱) و شکل‌های (۲ و ۱) به عمل آمد. نمونه برداری توسط نمونه بردار رسوب سطحی Van Veen Grab انجام و نمونه‌ها در ظروف فلزی که با حلال‌های استن و هگزان شسته و در آون خشک شده بود، جمع‌آوری گردید. سپس نمونه‌ها در دمای ۴- درجه به آزمایشگاه منتقل شد (ROPME, ۲۰۰۵).

جدول ۱- مشخصات و موقعیت جغرافیایی ایستگاه‌های مورد بررسی در رسوبات منطقه تالاب انزلی، سال ۱۳۸۸

ایستگاه نمونه برداری	نام منطقه	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی
۱	هنده خاله	۲"/۱۵'۲۷°۴۹	۳"/۵۳'۲۳°۳۷
۲	ماسوله	"۱/۵'۲۳°۴۹	۴"/۲۹'۲۴°۳۷
۳	قلعه رود	"۵/۵۸'۲۳°۴۹	۵"/۴۱'۲۴°۳۷
۴	پیربازار	"۶/۷'۳۰°۴۹	۳"/۱۱'۲۴°۳۷
۵	نوخاله	"۹/۱'۳۰°۴۹	۸"/۱۴'۲۴°۳۷
۶	چوکام	"۱/۵۸'۲۹°۴۹	۶"/۲۳'۲۵°۳۷
۷	بهم بر	"۳/۳۲'۲۴°۴۹	۳"/۵۵'۲۴°۳۷
۸	راسته خاله	"۱/۵۵'۲۴°۴۹	۵"/۱۰'۲۵°۳۷
۹	تالاب غرب	"۴/۴۸'۲۴°۴۹	۷"/۶'۲۶°۳۷
۱۰	تازه بکنده	"۲/۳۸'۲۵°۴۹	۹"/۶'۲۷°۳۷
۱۱	زیر پل انزلی	"۳/۳۳'۲۷°۴۹	۱"/۱۴'۲۸°۳۷
۱۲	موج شکن	"۵۶'۲۷°۴۹	۹"/۱۲'۲۸°۳۷
۱۳	زیر پل غازیان	"۲/۴'۲۸°۴۹	۱"/۵۴'۲۷°۳۷
۱۴	سوسر رو گاه	"۷/۱۹'۲۸°۴۹	۶"/۵۱'۲۷°۳۷
۱۵	نهنگ رو گاه	"۴/۵۴'۲۷°۴۹	۵"/۴۹'۲۷°۳۷



شکل ۱- نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه (سازمان جغرافیایی کشور www.ngo-iran.ir)



شکل ۲- نقشه موقعیت ایستگاه‌های نمونه برداری در رسوبات منطقه تالاب انزلی، سال ۱۳۸۸

نمونه‌ها ابتدا با دستگاه فریزدرایر (خشک کردن در اثر انجماد) به مدت ۲۴ ساعت خشک شد و سپس با آسیاب پودر و با عبور از الک با مش ۲۵۰ همگن گردید. محلول استاندارد داخلی و Mix PCB از کمپانی Supelco، تمامی حلال‌های هگزان، استون، دی کلرومتان (GC grade)، اسید کلریدریک و فلوریسیل با مش ۲۰۰-۱۰۰ از کمپانی Merck استفاده شد. هم چنین خاک رفرنس از IAEA تهیه گردید.

مراحل استخراج و جداسازی مطابق دستورالعمل استاندارد (MOOPAM, ۲۰۰۵) و به صورت زیر انجام شد. ابتدا حدود ۲۰-۱۰ گرم از نمونه رسوب خشک شده توزین و داخل تیمبل (Thimble) قرار گرفت. سپس یک میلی لیتر از محلول PCB ۲۹ و PCB ۱۹۸ با غلظت حدود ۲۰ نانو گرم به میلی لیتر به عنوان استاندارد داخلی به تیمبل اضافه گردید. عمل استخراج به مدت ۸ ساعت با ۲۵۰ میلی لیتر مخلوط حلال هگزان-دی کلرومتان (۵۰:۵۰) و تعدادی سنگ جوش به روش سوکسله انجام گرفت و نمونه استخراج شده تا رسیدن به حجم حدود دو میلی لیتر تغلیظ شد. سپس از پودر مس (که با استفاده از اسید کلریدریک ۳۷ درصد فعال شده و بصورت Cu^{++} درآمده بود) برای حذف مزاحمت گوگرد آزاد و مرکاپتان های موجود به هنگام آنالیز دستگاهی استفاده شد. برای جداسازی از ستون فلورسیل و برای خارج کردن این ترکیبات از ۷۰ میلی لیتر هگزان استفاده شد (ROPME, ۲۰۰۵). اندازه گیری ترکیبات PCB بوسیله دستگاه GC مدل ۶۸۹۰ Agilent مجهز به دتکتور ECD و با ستون کاپیلاری با مشخصات:

(HP-۵ crosslinked δ /phenyl methyl siloxane, ۳۰ m \times ۳۲۰ μm i.d. \times ۰.۲۵ μm film thickness)

صورت پذیرفت. برنامه دمایی مورد استفاده جهت آنالیز دستگاهی بر طبق متد EPA ۸۰۸۲ انجام گرفت (EPA Method, ۱۹۹۶). دمای اینجکتور و دتکتور به ترتیب ۲۲۵ و ۳۰۰ تنظیم گردید. هلیوم بعنوان گاز حامل (۱/۵ میلی لیتر در دقیقه) و نیتروژن بعنوان گاز Make-up (۶۰ میلی لیتر در دقیقه) انتخاب شد. ابتدا آون به مدت ۲ دقیقه در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد قرار گرفت سپس با سرعت ۳ درجه سانتی گراد در دقیقه به دمای ۲۶۰ درجه سانتی گراد رسید و مدت ۲۰ دقیقه در همان دما نگهداشته شد. مقادیر PCB Σ (شامل ۸ ایزومر PCB با شماره های IUPAC ۲۸-۴۴-۵۲-۱۰۱-۱۱۸-۱۳۸-۱۵۳-۱۸۰) اندازه گیری شده در جداول (۳ و ۲) ارائه گردیده است.

نتایج

با توجه به نتایج جدول (۲)، کمترین مقدار ΣPCBs بدست آمده مربوط به ایستگاه ۲ و برداشت شده از منطقه آبکنار و رودخانه ماسوله به میزان $۲/۲۳ \pm ۰/۳۸$ نانو گرم به گرم و بیشترین مقدار در ایستگاه ۱۱، زیر پل انزلی به میزان $۶۸/۷۹ \pm ۳/۶۴$ نانو گرم به گرم ثبت گردیده است. مقایسه میزان آلودگی PCBs در ایستگاه های مورد مطالعه در شکل (۳) آمده است.

جدول ۲- مقادیر Σ PCBs در رسوبات منطقه تالاب انزلی، سال ۱۳۸۸ و مقادیر استاندارد محیط زیست امریکا (نانو گرم به گرم در وزن خشک)

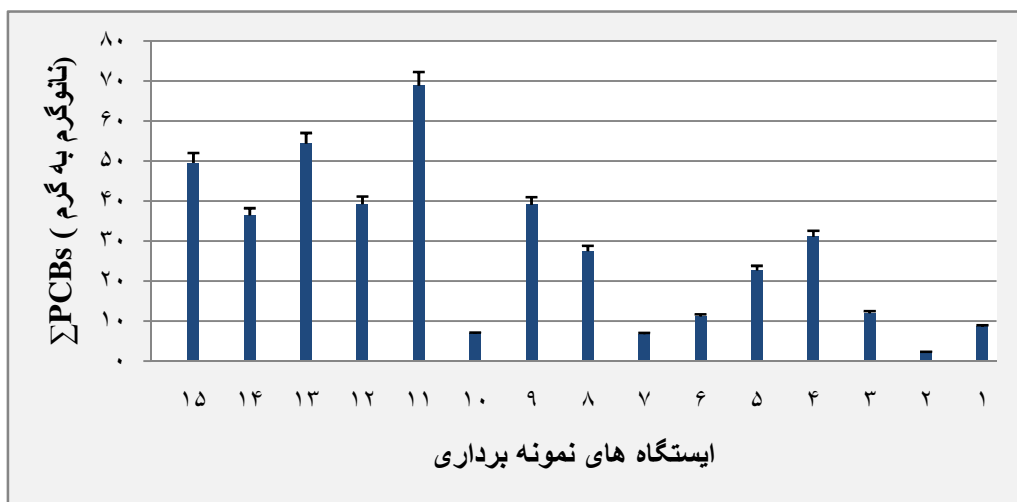
Σ PCBs **ERM- EPAUSA	Σ PCBs *ERL- EPAUSA	range	Σ PCBs \pm sd	ایستگاه نمونه برداری
۱۸۰	۲۲/۷۰	۳/۱۲	۸/۵۳ \pm ۱/۶۵	۱
۱۸۰	۲۲/۷۰	۰/۷۵	۲/۲۳ \pm ۰/۳۸	۲
۱۸۰	۲۲/۷۰	۱/۰۶	۱۱/۹ \pm ۰/۵۳	۳
۱۸۰	۲۲/۷۰	۱/۵۸	۳۱/۰۲ \pm ۰/۸۳	۴
۱۸۰	۲۲/۷۰	۱/۶۶	۲۲/۶۸ \pm ۰/۸۹	۵
۱۸۰	۲۲/۷۰	۱/۶۸	۱۱/۱۱ \pm ۰/۹۶	۶
۱۸۰	۲۲/۷۰	۰/۷۴	۶/۷۲ \pm ۰/۵۲	۷
۱۸۰	۲۲/۷۰	۱/۲۴	۲۷/۴۳ \pm ۰/۸۸	۸
۱۸۰	۲۲/۷۰	۳/۸۴	۳۹/۰۱ \pm ۲/۷۲	۹
۱۸۰	۲۲/۷۰	۱/۰۱	۶/۷۹ \pm ۰/۵۵	۱۰
۱۸۰	۲۲/۷۰	۷/۲۸	۶۸/۷۹ \pm ۳/۶۴	۱۱
۱۸۰	۲۲/۷۰	۲/۷۳	۳۹/۱۷ \pm ۱/۹۳	۱۲
۱۸۰	۲۲/۷۰	۱/۶۱	۵۴/۲۷ \pm ۰/۸۴	۱۳
۱۸۰	۲۲/۷۰	۰/۹۹	۳۶/۳۷ \pm ۰/۵۰	۱۴
۱۸۰	۲۲/۷۰	۳/۳۴	۴۹/۴۴ \pm ۱/۸۲	۱۵

ERM effect range median (**حداکثر مقدار موثر) ERL effect range low (*حداقل مقدار موثر)

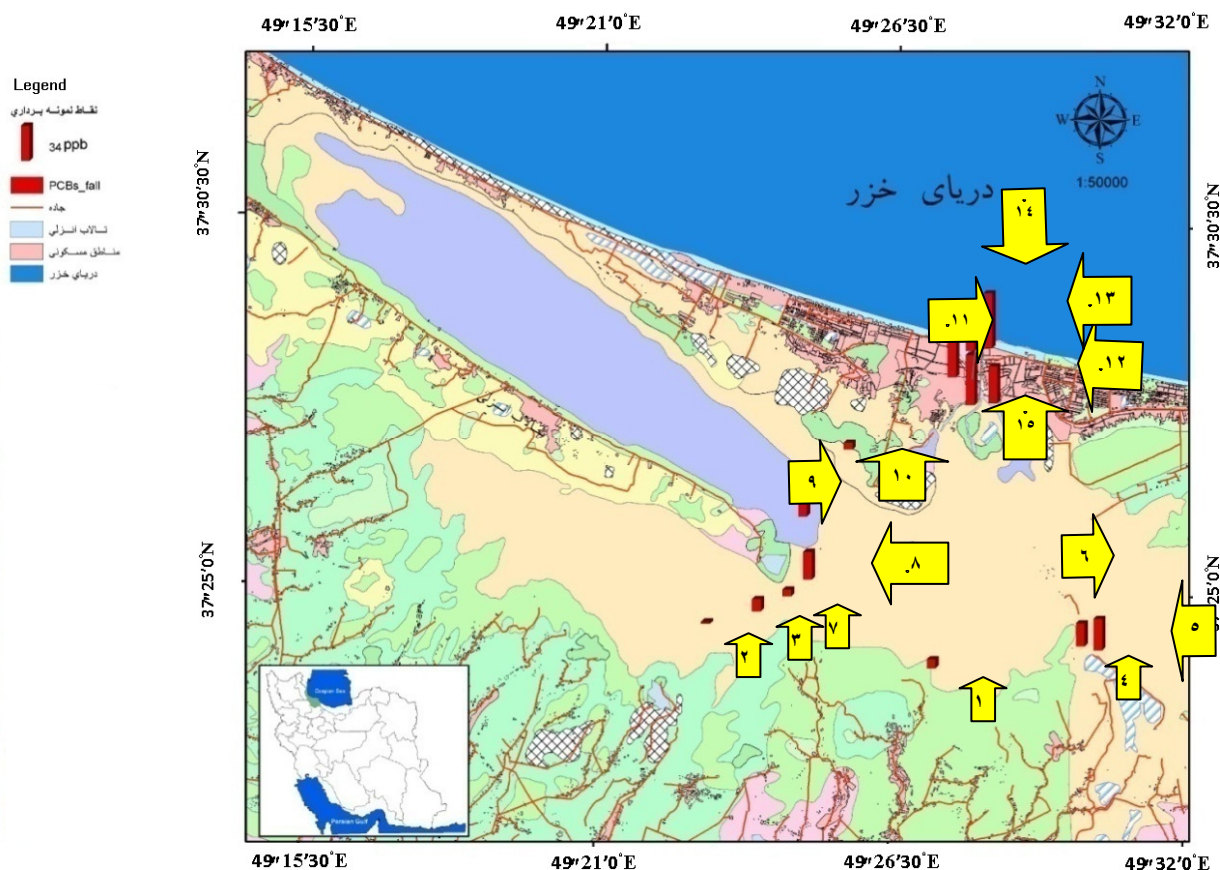
جدول ۳- نتایج ۸ ایزومر PCB در رسوبات منطقه تالاب انزلی، سال ۱۳۸۸ (نانو گرم به گرم در وزن خشک)

ایستگاه نمونه برداری	PCB ۱۸۰	PCB ۱۵۳	PCB ۱۳۸	PCB ۱۱۸	PCB ۱۰۱	۵۲PCB	۴۴PCB	PCB ۲۸
۱	۰/۱۷	۰/۹۹	۰/۱۲	۰/۱۹	۰/۲۵	۱/۹۶	۴/۶۸	۰/۱۷
۲	۰/۲۹	۰/۳۱	۰/۲۱	۰/۱۴	۰/۰۶	۰/۳۷	۰/۵۳	۰/۳۱
۳	۰/۱۲	۰/۶۸	۰/۲	۰/۰۸	۰/۰۹	۱/۷۳	۸/۲۵	۰/۷۵
۴	۰/۳۳	۳/۰۱	۲/۷۲	۱/۹۱	۳/۳۲	۶/۴۴	۳/۶۴	۱/۳۰
۵	۰/۵۶	۰/۳۰	۱/۷۶	۱/۸۳	۴/۱۸	۴/۰۶	۱۸/۳۳	۰/۰۱
۶	۰/۰۸	۰/۶۹	۴/۵۲	۳/۶۹	۰/۲۸	۱/۶۹	۰/۱۲	۰/۰۴
۷	۰/۸۳	۰/۳۸	۰/۲۶	۰/۲۹	۰/۴۵	۱/۹۰	۱/۳۲	۱/۳۱
۸	۱/۳۹	۸/۴۰	۱۳/۴۳	۶/۶۴	۱/۹۳	۶/۰۵	۰/۰۷	۱/۱۳
۹	۰/۲۱	۰/۶۵	۲/۵۲	۰/۶۹	۰/۲۲	۱/۳۴	۲۰/۹۸	۰/۴۷
۱۰	۰/۳۹	۰/۲۰	۰/۱۲	۰/۰۴	۰/۰۵	۰/۷۴	۴/۹۴	۰/۳۲
۱۱	۱/۴۵	۲/۴۹	۱۷/۳۰	۸/۳۹	۶/۸۰	۷/۲۶	۲۲/۹۱	۲/۲۰
۱۲	۱/۰۲	۶/۲۴	۳/۸۸	۷/۱۸	۳/۱۳	۱۶/۳۱	۰/۰۱	۱/۴۳
۱۳	۰/۰۹	۱/۲۸	۰/۳۹	۳/۸۲	۴/۱۲	۶/۲۰	۳۶/۶۹	۱/۷۶
۱۴	۱/۷۸	۱۱/۶۰	۱/۵۳	۰/۳۷	۰/۴۳	۷/۵۷	۱۱/۵۰	۱/۶۰
۱۵	۱/۶۳	۰/۱۲	۴/۵۵	۰/۶۸	۶/۵۶	۰/۷۲	۲۰/۰۶	۱/۱۸ ۱۵

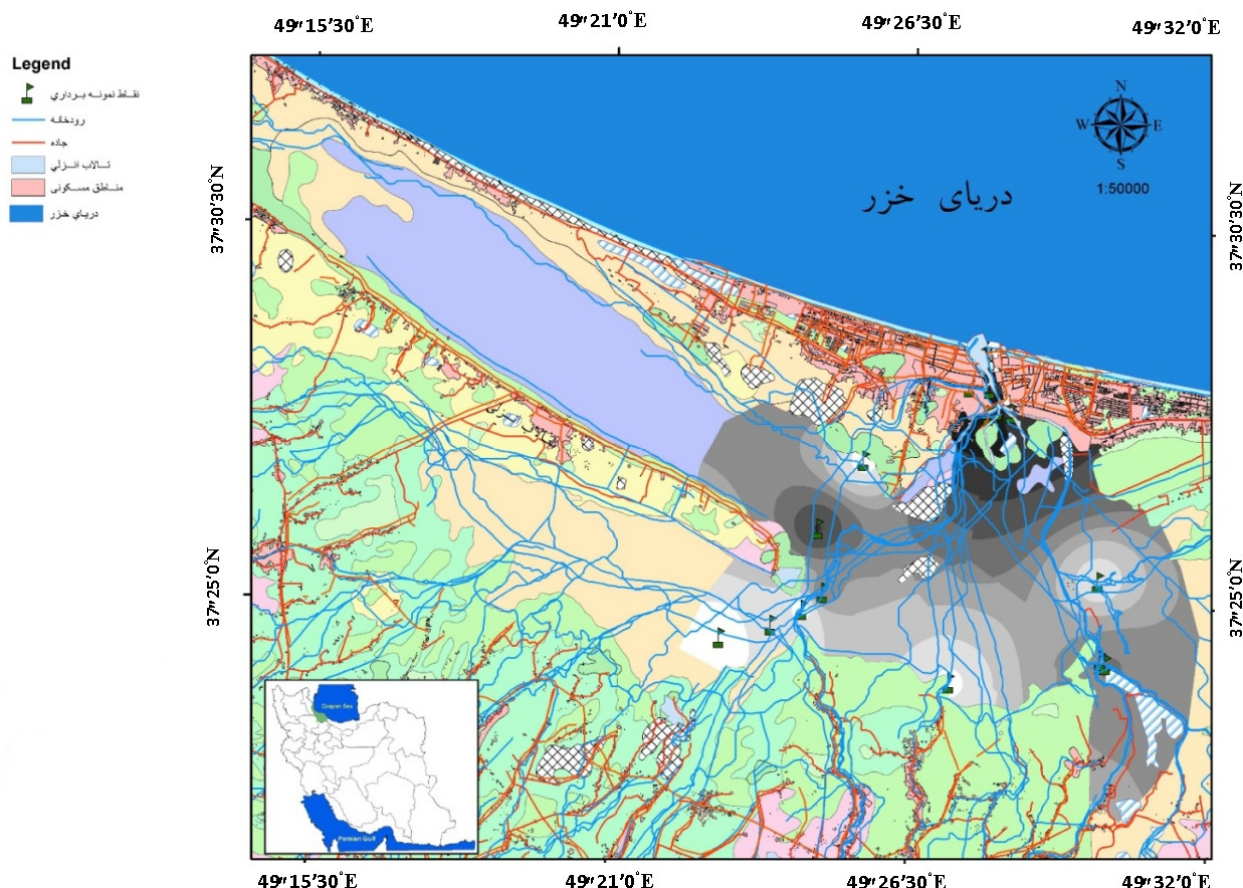
با توجه به نتایج جدول (۳) غلظت ایزومر PCB ۲۸ در محدوده ۰/۰۱-۱۵/۱۸ نانو گرم به گرم، غلظت ایزومر ۴۴ PCB در محدوده ۰/۰۱-۳۶/۶۹ نانو گرم به گرم، غلظت ایزومر ۵۲ PCB در محدوده ۰/۳۷-۱۶/۳۱ نانو گرم به گرم و غلظت ایزومر ۱۰۱ PCB در محدوده ۰/۰۵-۶/۸۰ نانو گرم به گرم بود. هم چنین غلظت ایزومرهای با تعداد کلر بیشتر مانند ایزومر ۱۱۸ PCB در محدوده ۰/۰۴-۸/۳۹ نانو گرم به گرم، ایزومر ۱۳۸ PCB در محدوده ۰/۱۲-۱۷/۳۰ نانو گرم به گرم، غلظت ایزومر ۱۵۳ PCB در محدوده ۰/۱۲-۱۱/۶۰ نانو گرم به گرم و غلظت ایزومر ۱۸۰ PCB در محدوده ۰/۰۸-۱/۷۸ نانو گرم به گرم بدست آمد. غلظت ایزومرهایی از PCB که تعداد کلر کمتری دارند بیشتر بود.



شکل ۳- نمودار مقایسه مقادیر ΣPCBs در رسوبات منطقه تالاب انزلی، سال ۱۳۸۸ (آنتنک ها نشان دهنده انحراف معیار می باشد)



شکل ۴- نقشه پراکنش مقادیر آلودگی PCB به تفکیک ایستگاه‌ها در رسوبات منطقه تالاب انزلی، سال ۱۳۸۸



شکل ۵- نقشه پراکنش آلودگی PCB به تفکیک ایستگاه‌ها در رسوبات منطقه تالاب انزلی، سال ۱۳۸۸

بحث و نتیجه گیری

با توجه به نتایج بدست آمده می توان گفت میزان آلودگی در رودخانه های واردشونده به تالاب انزلی بالاتر از حد استاندارد محیط زیست امریکا نمی باشد.

ماکزیمم آلودگی در ایستگاه (۱۱) یعنی زیر پل انزلی ($۶۸/۷۹ \pm ۳/۶۴$ نانو گرم به گرم)، می تواند به علت ورود و تجمع فاضلاب های شهری و نیز پساب ناشی از تعمیرگاه ها باشد، در حالیکه کمترین غلظت در ایستگاه (۲۰۱) یعنی ورودی رودخانه هنده خاله و ماسوله ($۲/۲۳ \pm ۰/۳۸$ نانو گرم به گرم) مشاهده شد که با توجه به ورود صرفاً فاضلاب های کشاورزی به این رودخانه می تواند بیانگر تاثیر کمتر فعالیت های کشاورزی در ایجاد آلودگی تالاب باشد (شکل ۴).

با بررسی نقشه پراکنش آلودگی نیز مشاهده شد در مناطقی که متاثر از پساب صنایع و فاضلاب های شهری و خانگی می باشند (ایستگاه های ۱۱ تا ۱۵) مقدار آلودگی بیشتر بوده و محدوده بیشتری از مناطق اطراف منابع آلاینده با آلودگی نسبتاً قابل توجهی روبرو است. لکن در مناطقی که فاضلاب بیشتر ناشی از فعالیت های کشاورزی، وارد رودخانه گردیده (ایستگاه های ۲، ۳ و ۴) ضمن پایین بودن مقدار آلاینده ها شعاع کمتری از مناطق اطراف از منبع آلودگی متاثر شده است (شکل ۵).

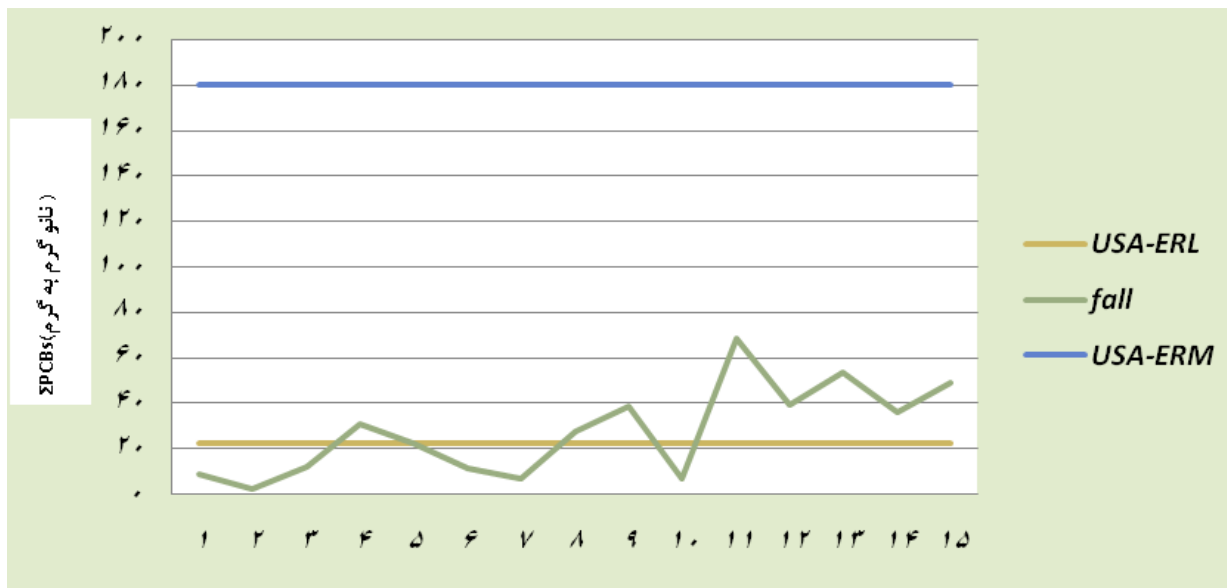
به علت اهمیت آلاینده های پلی کلره بررسی های زیادی در نقاط مختلف دنیا در این خصوص بعمل آمده است. Demora و همکاران در سال ۲۰۰۴ به مطالعه آلاینده های ارگانوکلره در رسوبات سواحل دریای خزر پرداخته و

نشان دادند که مقدار PCBs در این رسوبات پایین (با مقایسه با حداقل مقدار موثر استانداردهای محیط زیست امریکا به میزان ۲۲/۷ و محیط زیست کانادا به میزان ۲۱/۵) و بین ۰/۳-۶/۴ نانوگرم به گرم می باشد. بیشترین مقدار در ساحل روسیه و آذربایجان به میزان ۶/۴ نانوگرم به گرم گزارش شد.

Kalantari & Ebadi در سال ۲۰۰۶ ضمن مطالعه ترکیبات ارگانوکلره پایدار از جمله پلی کلروبی فنیل ها در رسوبات دو رودخانه تجن (۲۶-۸ نانوگرم به گرم) و نکا (۱۵-۹ نانوگرم به گرم) درمازندران به مقایسه مقادیر این ترکیبات با مقادیر جهانی پرداخته و اعلام کرد مقادیر حاصله خیلی بالاتر از حد استاندارد نیست.

در منطقه دریایی راپمی توسط Demora و همکاران در سال ۲۰۱۰ مطالعاتی انجام گرفت که بر اساس آن ترکیبات PCB بین ۳۶-۶۱۶ پیکوگرم به گرم در نمونه رسوب سواحل جنوبی ایران بود. بیشترین آلودگی در سواحل بحرین به مقدار ۹۷۹۹ پیکوگرم به گرم و کمترین آلودگی به مقدار ۲۳ پیکوگرم به گرم در سواحل عمان ثبت گردید.

با توجه به عدم وجود استاندارد ملی برای مقدار مجاز ترکیبات پلی کلرو بی فنیل، نتایج بدست آمده در این تحقیق با مقادیر استاندارد محیط زیست امریکا مقایسه شد. نتایج بدست آمده در تمام ایستگاه ها پایین تر از ERM-EPA USA (حداکثر مقدار موثر) بود. چنانکه مشاهده می شود در ۶ ایستگاه نتایج بدست آمده از ERL-EPA USA بالاتر است (حداقل مقدار موثر) (شکل ۶).



شکل ۶- نمودار مقایسه مقادیر Σ PCBs در رسوبات منطقه تالاب انزلی، سال ۱۳۸۸ با مقدار استاندارد محیط زیست امریکا

منابع

اسماعیلی ساری، ع. ۱۳۸۱. آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست. انتشارات نقش مهر. تهران، ایران.
 اصیلیان، ح.؛ خوانین، ع. و غلام‌نیا، ر. ۱۳۸۹. مقایسه اثر حلال‌های PCB بر فتولیت ترکیبات به منظور کاهش مخاطرات آن در محیط. مجله علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی اراک. ۱۳: ۸-۱.
 باقرزاده کریمی، م. و روحانی رانکوهی، س. م. ت. ۱۳۸۶. راهنمای تالاب‌های ایرانی ثبت شده در کنوانسیون رامسر. انتشارات روزنو.
 بهروزی راد، ب. ۱۳۸۶. شناخت تالاب‌ها و آلودگی آن‌ها ۲۳ تا ۲۵ اسفند ۱۳۸۶. دوره آموزشی کارشناسان محیط زیست. تهران. ایران.

Broman, D., Naf, C. & Zebuhr, Y. ۱۹۹۲. Occurrence and dynamics of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans and other combustion related organic pollutants in the aquatic environment of the Baltic. *Chemosphere*, ۲۵: ۱۲۵-۱۲۸.

Dahmardeh Behrooz, R., Esmaili Sari, A., Ghasempouri, S., Bahramifar, N. & Covaci, A. ۲۰۰۹. Organochlorine pesticide and polychlorinated biphenyl residues in feathers of birds from different trophic levels of South-West Iran: *Environ. Int.*, ۳۵: ۲۸۵-۲۹۰.

De Mora, S., Villeneuve, J.P. & Sheikholeslami, M.R. ۲۰۰۴. Organochlorinated compounds in Caspian Sea sediments, *Marine Pollution Bulletin*, ۴۸: ۳۰-۴۳.

De Mora, S. و Villeneuve, J.P. و Cassi, R. & Cattini, Ch. ۲۰۱۰. Distribution of petroleum hydrocarbons and organochlorinated contaminants in marine biota and coastal sediments from the ROPME Sea Area during ۲۰۰۵. *Marine Pollution Bulletin*, ۶۰: ۲۳۲۳-۲۳۴۹.

Haynes, D. & Johnson, J.E. ۲۰۰۰. Organochlorine, heavy metal and polyaromatic hydrocarbon pollutant concentrations in the great barrier reef (Australia) environment: a review. *Marine Pollution Bulletin*, ۴۱: ۲۶۷-۲۷۸.

Kalantari, M. R. & Ebadi, G. ۲۰۰۶. Study and measurement of some persistent organochlorine residues in sediments from the two great rivers (Tajan and Neka) of mazandaran province (Iran), *Journal of Applied Sciences*, ۶(۵): ۱۰۲۸-۱۰۳۲.

PAN Germany. ۲۰۰۳. Pesticide action handbook. A guide for central and Eastern European NGOs. Hamburg, Germany.

ROPME. ۲۰۰۵. Manual of Oceanographic Observation and Pollutant Analyses Methods (MOOPAM). ۴rd Ed. State of Kuwait.

Sudaryanto, A., Monirith, Kajiwara, N., Takahashi, S., Hartono, P., Muawanah, Omori, K., Takeoka, H. & Tanabe, S. ۲۰۰۷. Levels and distribution of organochlorines in fish from Indonesia. Environ. Int., ۳۳: ۷۵۰-۷۵۸.

USEP. ۲۰۱۰. Standards .Available in: <http://water.epa.gov>