

## بررسی میزان تجمع کبالت و نیکل در بافت خوراکی ماهی سفید صید شده از تالاب بین‌المللی انزلی

علی اصغر خانی پور\*<sup>۱</sup>، مینا سیف زاده<sup>۲</sup>

۱- دانشیار، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده آبروی پروری آبهای داخلی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، بندرانزلی، ایران

۲- مربی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، پژوهشکده آبروی پروری آبهای داخلی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج

کشاورزی، بندرانزلی، ایران

\*نویسنده مسئول مکاتبات: aakhanipour@yahoo.com

(دریافت مقاله: ۹۳/۹/۲ پذیرش نهایی: ۹۴/۱۱/۶)

### چکیده

این تحقیق با هدف بررسی مقدار تجمع فلزات سنگین کبالت و نیکل در بافت خوراکی ماهی سفید تالاب انزلی و مقایسه آن با استانداردهای جهانی سازمان خوار و بار جهانی و سازمان غذا و دارو انجام شد. برای اجرای این تحقیق نمونه‌های ماهی سفید از مناطق غرب، مرکزی و شرق تالاب انزلی صید شدند. میزان عناصر سنگین با استفاده از روش اسپکتروفتومتری جذب اتمی مجهز به شعله اندازه‌گیری گردید. طبق یافته‌های مطالعه، مقدار میانگین نیکل در تالاب‌های غرب و شرق به ترتیب ۰/۹۳ و ۰/۸۰ میکروگرم در گرم بود که از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشتند. هم‌چنین غلظت نیکل در تالاب مرکزی ۱/۱۳ میکروگرم در گرم برآورد گردید که در مقایسه با استاندارد FDA تفاوت معنی‌دار نداشت. میزان کبالت در تالاب غرب کمتر از حد قابل ردیابی بود و این مقدار در تالاب‌های شرق و مرکزی به ترتیب ۰/۱۳ و ۰/۰۷ میکروگرم در گرم بود که در مقایسه با استانداردهای FAO و FDA افزایش معنی‌داری ( $p > 0/05$ ) نداشت. کبالت در ماهی سفید ایستگاه‌های غربی، شرقی و مرکزی در مقایسه با هم تفاوت معنی‌دار ( $p > 0/05$ ) نداشتند. با توجه به نتایج به‌دست آمده ماهی سفید صید شده از تالاب انزلی در نواحی شرقی، مرکزی و غربی از نظر مقدار کبالت و نیکل برای مصارف انسانی مناسب بوده و مصرف آن فاقد عوارض جانبی برای انسان است.

واژه‌های کلیدی: بافت خوراکی، تالاب انزلی، کبالت، نیکل، ماهی سفید

## مقدمه

ماهی به‌عنوان یک منبع پروتئینی ارزشمند در سبد غذایی بسیاری از مردم وجود دارد. تخمین زده می‌شود که بین ۱۵ تا ۲۰ درصد از پروتئین‌های حیوانی از فرآورده‌های دریایی تأمین می‌شود. پساب واحدهای صنعتی، کشاورزی، حمل و نقل مواد حاصل از سوختن سوخت‌های فسیلی، فرسایش زمین، فضولات انسانی و دامی و پساب ناشی از پرورش دام، منابع فلزات سنگین در پیکره‌های آبی هستند (رکنی، ۱۳۷۸). آلودگی تالاب بین‌المللی انزلی به آلاینده‌های مختلف و انتقال آن از طریق چرخه مواد غذایی به انسان طی سالیان اخیر به یکی از دغدغه‌های اصلی مردم و مسئولان تبدیل شده است. این تالاب بستر زیست و تولیدمثل بسیاری از آبزیان و پرندگان می‌باشد که ورود فلزات سنگین و سایر آلاینده‌ها از یک‌سو و ورود مواد مغذی و پدیده یوتروفیکاسیون (Eutrophication) از سوی دیگر باعث تهدید این محیط آبی کم‌نظیر و ساکنین آن شده است. فلزات سنگین به‌عنوان یکی از گروه‌های اصلی آلاینده محیط‌های آبی در اثر فرآیندهای طبیعی و فعالیت‌های انسانی به محیط‌های آبی راه می‌یابند (Engel and Fowler, 1979).

آلودگی تالاب انزلی تحت‌تأثیر عوامل مختلف از جمله ورود فاضلاب‌های کشاورزی به‌دلیل تبدیل زمین‌های حاشیه تالاب به زمین‌های کشاورزی، خانگی و صنعتی، تردد زیاد قایق‌های موتوری، احداث استخر پرورش ماهی در اطراف تالاب و غیره ایجاد می‌شود. آلودگی محیط زیست ناشی از فلزات سنگین در اثر توسعه شهرنشینی و صنایع که منجر به افزایش کمیت و کیفیت فاضلاب و پساب تولیدی شده است، به‌طور

فزاینده‌ای در حال رشد است. هم‌اکنون پیدایش مسمومیت‌های شدید در جوامع انسانی و حیوانی مصرف‌کننده آب و محصولات کشاورزی، به‌صورت یکی از مباحث مهم دنیا درآمده است (آفازاده مشکی، ۱۳۸۰). فلزات سنگین از جمله آلاینده‌های زیست‌محیطی هستند که مواجه شدن انسان با بعضی از آن‌ها از طریق آب و مواد غذایی می‌تواند مسمومیت‌های مزمن و بعضاً حاد خطرناکی را ایجاد نماید که از جمله آن‌ها می‌توان به فلزاتی نظیر سرب و کادمیوم اشاره کرد. فلزات سنگین در یک مقیاس وسیع، از منابع طبیعی انسان‌ساخت وارد محیط زیست می‌شوند. میزان ورود این فلزات سنگین به محیط زیست، بسیار فراتر از میزانی است که به‌وسیله فرآیندهای طبیعی برداشت می‌شوند. سیستم‌های آبی به‌طور طبیعی دریافت‌کننده نهایی این فلزات هستند. ورود فلزات سنگین در پساب‌های صنعتی و متعاقب آن به محیط‌های آبی، به‌طور پیوسته سبب قرار گرفتن آبزیان در معرض این آلاینده‌ها می‌شود (ابراهیمی سیریزی، ۱۳۹۱). ورود این آلاینده‌ها سبب به‌هم خوردن سیستم طبیعی تالاب شده و در دراز مدت باعث تجمع‌زیستی عناصر آلاینده و فوق سمی وارد بافت آبزیان به‌خصوص ماهیان شده و به‌دلیل وارد شدن در زنجیره غذایی می‌تواند سلامت و بهداشت مصرف‌کنندگان را به مخاطره انداخته و سبب بروز انواع بیماری‌های خونی، عصبی و حتی ژنتیکی گردد (فتح‌الهی، ۱۳۸۲ و اسماعیلی ساری، ۱۳۸۱).

فلزات سنگین نیکل و کبالت همواره با یکدیگر در منابع مختلف وجود دارند. نیکل به‌طور گسترده‌ای در محیط زیست پراکنده است و همواره از طریق سوخت‌های فسیلی، استخراج از معادن و پالایشکده‌ها،

در مورد میزان کبالت در ماهیان تاکنون تحقیق نشده است. این تحقیق با هدف بررسی مقدار تجمع فلزات سنگین کبالت و نیکل در بافت خوراکی ماهی سفید نواحی مرکزی، شرقی و غربی تالاب انزلی و مقایسه آن با استانداردهای سازمان خواروبار جهانی و سازمان بهداشت جهانی انجام شد.

### مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از ماهی سفید در تالاب بین‌المللی انزلی در سه ناحیه شرقی، غربی و مرکزی در پاییز سال ۱۳۹۱ انجام گرفت. در هر نمونه‌برداری تعداد ۱۵ قطعه ماهی سفید به‌طور تصادفی و با استفاده از قایق و تور گوشگیر با نخ‌های نایلونی صید شد. ماهیان صیدشده مورد زیست‌سنجی (تعیین وزن و اندازه) قرار گرفتند. جهت آماده‌سازی نمونه‌ها، ابتدا ماهی‌ها شستشو داده شده، سپس فیله شده و توسط دستگاه استخوان‌گیر، گوشت‌گیری شدند (Moopam, 1999). مقدار ۲۰ الی ۳۰ گرم از بافت گوشت همگن شد و با ورقه آلومینیومی پوشش داده شده و در پلاستیک‌های استریل پلی‌اتیلنی بسته‌بندی گردید. هنگام اندازه‌گیری فلزات سنگین، گوشت به مدت ۱۰ ساعت در دستگاه فریزدرایر (مدل CHRIST-LCG) در دمای ۵۵- درجه سلسیوس کاملاً خشک گردید. سپس نمونه‌ها تا حصول وزن ثابت به دسیکاتور منتقل شدند. در مرحله بعد نمونه‌ها با استفاده از آسیاب برقی پودر شدند. هضم شیمیایی نمونه‌ها با روش هضم مرطوب و مخلوط اسید (HClO<sub>4</sub>/HNO<sub>3</sub>) صورت گرفت. بعد از خنک‌سازی، نمونه‌های هضم‌شده با کاغذ صافی شماره ۴۲ صاف گردیدند. با استفاده از آب دوبار تقطیر در بالن‌های

سوختن مواد زاید و غیره به محیط وارد می‌شود. نیکل وارد شده به محیط از طریق باران یا فرایش زمین توسط باران وارد رودخانه‌های منتهی به تالاب می‌شود. بنابراین همواره انسان از طریق هوا، آب، غذا و غیره در معرض آلودگی با نیکل قرار دارد. مصرف آبزیان تالاب از جمله مسیرهای مهم ورود نیکل در بدن انسان هستند. از عوارض مسمومیت با نیکل می‌توان به سردرد، بی‌خوابی، تهوع، سرگیجه، التهاب پوست و سرطان ریه اشاره نمود. این فلز در حدود ۰/۲۰ درصد پوسته زمین را تشکیل می‌دهد (Dallinger, 1987). کبالت به‌صورت ترکیبات شیمیایی مختلف در طبیعت وجود دارد. از عوارض سمیت کبالت در بدن می‌توان از آسم، التهاب ریه‌ها و خس‌خس سینه را نام برد. این عنصر در حدود ۰/۰۰۱ درصد از پوسته زمین را تشکیل می‌دهد (Mance, 1990).

ماهی سفید از جمله ماهیان اقتصادی دریای خزر محسوب‌شده و به اشکال مختلف مانند شور، دودی، خشک و تازه‌خوری به مصرف عموم می‌رسد. بنابراین، این ماهی می‌تواند به‌عنوان یکی از مهم‌ترین راه‌های در معرض قرار گرفتن انسان با نیکل و کبالت مطرح باشد. با توجه به نقش این فلزات بر سلامت و طول عمر انسان و خطرات ناشی از مصرف و تجمع فلزات سنگین در بدن، ارزیابی و کنترل میزان آلودگی و بررسی وجود فلزات سنگین نیکل و کبالت در این ماهی ضروری به‌نظر می‌رسد. از تحقیقات انجام شده در مورد بررسی فلزات سنگین نیکل در بافت خوراکی ماهیان اقتصادی ایران می‌توان از الصاق و همکاران (۱۳۸۹)، عریان و همکاران (۱۳۸۸)، عسگری و همکاران (۱۳۸۵) و شهریاری و همکاران (۱۳۸۲) را نام برد. اما

ناحیه مرکزی، غرب و شرق تالاب در محدوده نرمال بودند (جدول ۱). نتایج مطالعه نشان داد که مقدار فلز نیکل در گوشت ماهی سفید در مناطق مختلف تالاب در دامنه ۰/۸۰ تا ۱/۱۳ قرار داشت. میانگین غلظت فلز نیکل در ماهی سفید تالاب مرکزی ۱/۱۳، در تالاب غربی ۰/۹۳ و در تالاب شرقی ۰/۸۰ میکروگرم در هر گرم وزن خشک بود. مقدار این فلز در نواحی غربی و شرقی تالاب با هم تفاوت معنی‌داری ( $p < ۰/۰۵$ ) نداشت، اما در نواحی شرقی و مرکزی تفاوت معنی‌دار ( $p < ۰/۰۵$ ) بود. میانگین غلظت فلز کبالت در ماهی سفید تالاب غرب ۰/۰۰، مرکزی ۰/۰۷ و شرقی ۰/۱۳ میکروگرم در هر گرم وزن خشک برآورد گردید که نسبت به هم تفاوت معنی‌داری ( $p < ۰/۰۵$ ) نشان ندادند. هم‌چنین در بخش‌های مرکزی، غربی و شرقی تالاب تجمع فلز نیکل در مقایسه با کبالت افزایش داشت. میانگین این فلز در نواحی غربی، شرقی و مرکزی به ترتیب ۰/۹۳، ۰/۸۰ و ۱/۱۳ بود. مقدار فلز کبالت در گوشت ماهی سفید در مناطق مختلف تالاب در دامنه ۰/۰۰ تا ۰/۱۳ قرار داشت. میانگین این فلز در نواحی غربی، شرقی و مرکزی به ترتیب ۰/۰۰، ۰/۱۳ و ۰/۰۷ بود.

حجمی به حجم ۲۵ سی‌سی رسانده شد. سپس نمونه‌ها در بطری‌های از جنس پلی‌اتیلن نگهداری شدند. محلول به‌دست آمده به دستگاه جذب اتمی شعله SHIMADZU مدل AA/680 تزریق و مقدار جذب و غلظت هر یک از فلزات سنگین کادمیوم و سرب توسط دستگاه خوانده شد. جهت کشیدن خط کالیبراسیون، از محلول‌های استاندارد با غلظت‌های مختلف که از محلول استاندارد مادر با غلظت ۱۰۰۰ ppm تهیه شده بودند، استفاده شد. محدوده اندازه‌گیری دستگاه برای این فلزات سنگین در ماهی سفید زیر ۱۰۰ ppb و بازایافت دستگاه ۱۵ درصد بود. کلیه مواد شیمیایی از شرکت مرک آلمان تهیه گردیدند.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصله با نرم‌افزار SPSS (ویرایش ۱۷) و نرمال بودن توزیع داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگراو و اسمیرنو بررسی شد. جهت مقایسه تجمع فلزات سنگین در بافت خوراکی ماهی سفید از آزمون آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده گردید.

## یافته‌ها

بر اساس یافته‌های مطالعه، غلظت‌های به‌دست آمده از اندازه‌گیری فلزات سنگین در ماهی سفید در سه

جدول (۱) - مقایسه غلظت نیکل و کبالت در بافت خوراکی ماهی با استاندارد های جهانی

غلظت (میکروگرم در گرم وزن خشک)		ناحیه نمونه برداری
کبالت	نیکل	
۰	۰/۹۳	تالاب غرب
۰/۱۳	۰/۸۰	تالاب شرق
۰/۰۷	۱/۱۳	تالاب مرکزی
استاندارد بین‌المللی		
-	۱	FDA
-	۱۰	FAO

نتایج مطالعه، رابطه‌ای بین میزان کبالت با وزن ماهی مشاهده شد درحالی‌که چنین رابطه‌ای با طول ماهی وجود نداشت.

یافته‌های حاصل از زیست‌سنجی نمونه‌های ماهی در جدول (۲) نشان داده شده است. هم‌چنین رابطه‌ای بین میزان نیکل با طول و وزن ماهی مشاهده نشد. طبق

جدول (۲) - نتایج (میانگین  $\pm$  انحراف معیار) بیومتری در نمونه‌های ماهی سفید در ایستگاه‌های مختلف تالاب انزلی

شاخص	ایستگاه‌های صید
وزن (گرم)	طول کل (سانتی‌متر)
۴۷۲ $\pm$ ۲۷/۱۲	۳۹/۱۷ $\pm$ ۵/۱۸
۵۲۵ $\pm$ ۳۴/۲۳	۴۲/۰۵ $\pm$ ۶/۸۲
۵۷۹ $\pm$ ۱۷/۸۰	۴۱/۷۴ $\pm$ ۳/۱۷

پوسته زمین و کودها وجود داشته و از طریق مجاورت تالاب با ایستگاه‌های پمپ بنزین، مزارع کشاورزی و ورود فاضلاب‌های صنعتی و شهری تصفیه‌نشده به محیط‌های آبی به تالاب وارد می‌شوند (Baldwin and Marshall, 1999).

نیمه‌عمر نسبتاً کوتاه (۱۱ ساعت) نیکل، مکان‌های متعدد برای تجمع نیکل و کبالت در ماهی نظیر بافت ماهیچه‌ای، کبد، آبشش و کلیه‌ها، طبقه‌بندی ماهی سفید در گروه ماهیان غیرشکاری و عدم تمایل این گروه از ماهیان به تجمع فلزات را می‌توان از دلایل بالا نبودن میزان فلزات سنگین در بافت خوراکی این ماهی دانست (Gerhardi, 1990; Murphy et al., 1978). علاوه بر این، این فلزات تحت تأثیر عوامل گوناگون نظیر باکتری‌های تجزیه‌کننده فلزات سنگین، امواج، تابش خورشید و غیره تحت متأثر شده و پس از یکسری تغییر و تحول نهایتاً در رسوبات کف دریا رسوب می‌یابند. به این ترتیب که بخشی از آن به صورت معلق در ستون آب پخش و یا تبخیر شده و قسمتی از آن که سنگین‌تر است به تدریج در رسوبات کف دریا رسوب می‌یابند (Barak and Mason, 1995). به‌هرحال راسب

## بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های این مطالعه، در بخش‌های مرکزی، غربی و شرقی تالاب تجمع فلز نیکل در مقایسه با کبالت افزایش داشت. مقادیر فلز نیکل در ماهی سفید تالاب مرکزی، غرب و شرق در محدوده مجاز استانداردهای جهانی بود. کبالت در ماهی سفید تالاب‌های مرکزی و شرقی افزایش معنی‌داری در مقایسه با استانداردهای خوار و بار جهانی و سازمان غذا و دارو نشان نداد ( $p < 0/05$ ). غلظت این فلز در تالاب غربی در محدوده مجاز استانداردهای جهانی بود. نتایج به دست آمده از این تحقیق با نتایج به دست آمده توسط الصاق و همکاران (۱۳۸۹)، عریان و همکاران (۱۳۸۸)، عسگری و همکاران (۱۳۸۵) و شهریاری و همکاران (۱۳۸۲) مطابقت دارد. با توجه به استخراج نفت از دریای خزر و تردد کشتی‌های حامل نفت از این دریا و تراوش نفت به دریا و متعاقب آن مخلوط شدن آب دریا و تالاب و وجود فلزات سنگین مانند نیکل و کبالت در نفت آبیان همواره در معرض این فلزات سنگین قرار می‌گیرند. علاوه بر این نیکل در دود خودروها، پسماندهای صنعتی، سوختن مواد زاید،

می‌دهد. تفاوت مشاهده شده را می‌توان تحت تأثیر عوامل مختلف مانند مقدار مواد آلی منابع آلاینده و غیره دانست (Javed, 2010). تغییرات شوری آب در نواحی مختلف، دما، وجود هم‌زمان چند فلز در کنار هم نیز می‌توانند از عوامل اثرگذار بر تغییرات فلزات سنگین در ماهیان این نواحی باشند. تغییرات شوری که به دلیل خیزش سطح آب دریای خزر در تالاب انزلی ایجاد می‌شود قادر است تا حدودی در متابولیسم آبزیان، ته‌نشین نمودن فلزات سنگین و بالطبع کاهش فلزات در آب موثر باشد. میزان کلیبیت آب تالاب نیز در محلول نمودن یا ته‌نشین نمودن فلزات موثر است (اشجع اردلان، ۱۳۸۵). بر اساس نتایج به دست آمده ماهی سفید صید شده از تالاب انزلی در نواحی شرقی، مرکزی و غربی از حیث بهداشت مواد غذایی برای مصارف انسانی مناسب بوده و مصرف آن فاقد عوارض جانبی برای انسان است.

شدن این فلزات سنگین در رسوب کف تالاب یا تبخیر آنها در آب سبب کاهش فلزات فوق در آب شده و با توجه به این که ماهی سفید از ماهیان کفزی نیست، فلزات سنگین کبالت و نیکل اندازه‌گیری شده در بافت خوراکی ماهی سفید از مواد نفتی ته‌نشین شده در رسوبات کف دریا نبوده و از فلزات سنگین معلق در آب وارد بدن ماهی شده است. بر اساس آزمایشات انجام شده مقدار کبالت در مقایسه با نیکل در آب خیلی کاهش داشت که می‌توان آن را تحت تأثیر مشخصات شیمیایی کبالت دانست. پایداری و باقی ماندن کبالت در ظرفیتی وارد شده از منابع مختلف به آب برخلاف کبالت ۳ ظرفیتی، در محیط آبی برای مدت طولانی و همچنین قابلیت انحلال خیلی پایین کبالت در آب می‌تواند از دلایل کاهش مقدار کبالت در آب تالاب باشند (Houtman and Vander Hammer, 1975).

همان‌طور که نتایج نشان داد میزان جذب فلزات در ماهی سفید نواحی مختلف تالاب تغییراتی را نشان

## منابع

- اسماعیلی ساری، عباس (۱۳۸۱). آلاینده‌ها، بهداشت و استاندارد در محیط زیست. انتشارات نقش مهر، صفحه: ۷۶۷.
- ابراهیمی سیریزی، زهره؛ ساکی‌زاده، محمد؛ اسماعیلی ساری، عباس؛ بهرامی فر، نادر؛ قاسم‌پوری، سیدمحمود و عباسی، کیوان (۱۳۹۰). بررسی فلزات سنگین کادمیوم، سرب، مس و روی در بافت عضله اردک ماهی تالاب بین‌المللی انزلی، انباشتگی و ارزیابی خطرات. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران. شماره ۸۷، صفحات: ۶۷-۶۳.
- اشجع اردلان، آریا؛ خوشخو، ژاله؛ ربانی، محمد و معینی، سهراب (۱۳۸۵). مقایسه میزان فلزات سنگین (سرب، کادمیوم، روی، مس و جیوه) در آب، رسوبات و بافت نرم صدف دوکفه‌ای آنودونت تالاب انزلی در دو فصل پائیز و بهار. پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان شماره ۷۳، صفحات: ۱۱۳-۱۰۳.
- الصاق، اکبر (۱۳۸۹). تعیین برخی فلزات سنگین در عضلات ماهی سفید (*Rutilus frisii kutum*) و کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) جنوب مرکزی دریای خزر. نشریه دامپزشکی (پژوهش و سازندگی)، شماره ۲۳، صفحات: ۴۴-۴۳.

- آقازاده مشگی، مهزاد (۱۳۸۰). عوامل میکروبی مولد فساد در ماهی و فرآورده‌های آن. سمینار دوره دکتری تخصصی بهداشت مواد غذایی. دانشکده علوم تخصصی دامپزشکی. واحد علوم تحقیقات. صفحه: ۲۳.
- رکنی، نوردهر (۱۳۷۸). اصول بهداشت مواد غذایی، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران، صفحات: ۱ و ۱۵۴.
- شهریار، علی (۱۳۸۲). اندازه‌گیری مقادیر فلزات سنگین کادمیوم، کروم، سرب و نیکل در بافت خوراکی ماهیان شوریده و سرخو خلیج فارس. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی گرگان. شماره ۲، صفحات: ۶۷-۵۵.
- عریان، شهربانو؛ تاتینا، مصطفی و قریب خانی، مهتاب (۱۳۸۹). بررسی اثرات آلودگی نفتی در حوزه شمالی خلیج فارس بر میزان تجمع فلزات سنگین (نیکل، سرب، کادمیوم و انادیوم) در بافت عضله‌ی ماهی حلوا سفید (*Pampus rgenteuss*). اقیانوس‌شناسی. شماره ۱(۴)، صفحات: ۶۸-۶۱.
- عسگری، قریان و کمره‌ئی، بهرام (۱۳۸۸). بررسی مقدار فلزات سنگین کادمیوم، سرب، کروم و نیکل در ماهیان پرورشی شهرستان خرم‌آباد. فصلنامه علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی لرستان. شماره ۱(۱)، صفحات: ۱۰۵-۹۴.

- Barak, N.A.E. and Mason, C.E. (1995). Mercury, cadmium and lead concentration in five species of freshwater fish from eastern England. *Science of the Total Environment*, 92: 257-264.
- Dallinger, R. (1987). Contaminated food and uptake of heavy metal by fish- *Oecologia* (Berlin). 67: 82-89.
- Engel, D.W. and Fowler, B.A. (1979). Factors in flouncing cadmium accumulation and its toxicity to marin organisms. *Health persp*, 28: 81-88.
- Gerhardi, A. (1990). Effects of heavy metals especially cd a Freshwater invertebrates with special emphasis on acid conditions. Dept. Of Ecotox. Lund univ, pp. 33.
- Houtman, J.P.W. and Vander Hammer, C.J.A. (1975). Physiological and biochemical aspects of heavy elements in our environment, proceedings of symposium, Delft University press, New York.
- Javed, M. (2010). Accumulation of heavy metals in fishes: A human health concern. *International Journal of Environmental Science*, 2(2): 121 – 134.
- Regional organization for the protection of the marine environment. (1999). Manual of oceanographic observation and pollution analysis methods. ropme: Regional Organization for the Protection of the Marine Environment.
- Mance, G. (1990). Pollution of Heavy metals in aquatic environments. London: Elsevier Applied Science.
- Murphy, B.R., Atchisons, G.J. and MCintosh, A.W. (1978). Cadmium and zinc content of fish from an industrially contaminated lake. *Journal of fish Biology*, 13: 327-335.