بررسی فرآیند لخته‌سازی فلزات سنگین در رودخانه پیر بازار

علی عابدینی[۱]* ؛ محمد ربانی[۲] و سیدحجت خداپرست شریفی[۳]
aabedinim@yahoo.com
۱ و۳ - مرکز آبزی پروری آبهای داخلی، بندر انزلی صندوق پستی: ٦٦
۲ - دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال، تهران صندوق پستی: ۱۹۵۸۵/۹۳۶
تاریخ دریافت: آبان ۱۳۸۳ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۸۵

چکیده

هدف از این تحقیق که در سال ۱۳۸۲ انجام شد بررسی فرآیند لخته‌سازی و اثرات این فرآیند در کاهش بار آلودگی فلزات سنگین هنگام اختلاط آب رودخانه پیر بازار (در استان گیلان) با آب دریای خزر بوده است. در این راستا میزان آلودگی رودخانه پیربازار به فلزات سنگین آهن، روی، سرب، مس، کادمیم و کروم اندازه‌گیری شد و اثرات شوری آب دریا در کاهش میزان این فلزات سنگین محلول در آب مورد بررسی قرار گرفت. آنالیز شیمیایی نمونه‌ها با استفاده از روشهای استاندارد APHA در دستگاه جذب اتمی مدل AA660 Shimadzu صورت گرفته است.

مقایسه مقادیر حاصل از اندازه‌گیریهای این تحقیق با مراجع استاندارد نشان داد که غلظت فلزات مورد بررسی بسیار بیشتر از حد غلظت مجاز است. داده‌های آزمایشگاهی نشان دادند که حداکثر میزان درصد لخته شدن برای فلزات مس و کروم در شوری ۷/٦۵ گرم در لیتر، برای روی و آهن در شوری ۹/۳۵ گرم در لیتر و سرب و کادمیم در شوری ۲/۵۵ گرم در لیتر اتفاق می‌افتد. در بین این فلزات ترتیب لخته شدن برحسب درصد از غلظت اولیه به صورت زیر است:

Zn> Fe >Cr > Cu > Cd >Pb

لغات کلیدی: لخته سازی، فلزات سنگین، رودخانه پیر بازار، استان گیلان

مقدمه

رودخانه پیر بازار از بهم پیوستن دو رودخانه گوهررود و زرجوب (سیاهرود) تشکیل شده است. آبدهی این رودخانه حدود ۳۰۰ میلیون مترمکعب در سال (۹/۴۵ مترمکعب در ثانیه) می‌باشد. طول آبراهه اصلی این رودخانه تقریباً ۵۵ کیلومتر است. مساحت حوضهٔ آبریز بیش از ۴۰۱ کیلومترمربع است (نظامی و ثابت خوش رفتار، ۱۳۷۸).

تقریباً در تمام مسیر عبور رودخانه از مناطق شهری، آلودگی فاضلابهای شهری و صنعتی اضافه می‌گردد و در خروجی شهر رشت به نهایت آلودگی رسیده و این آلودگی در تمام مسیر آن تا تالاب انزلی ادامه پیدا می‌کند. در مسیر بیرون از شهر با استفاده از روشهایی می‌توان از آلودگی آن کاست (رمضان گورابی، ۱۳۶۹) که از جمله روشهای کاهش آلودگی استفاده از فرآیند لخته‌سازی است.

در خصوص فرآیند لخته‌سازی و کاربردهای آن در موارد گوناگون توسط محققین فعالیت‌هایی صورت گرفته است. علاوه بر مواردی که فرآیند لخته‌سازی به صورت طبیعی صورت می‌گیرد، امروزه این فرآیند و روشهای هم راستای آن در صنایع تصفیه فاضلابها اهمیت شایانی پیدا کرده و بر گسترش آن افزوده می‌شود. فرآیندهایی که ذرات کولوییدی از طریق آنها بهم می‌پیوندند، کاملاً پیچیده هستند و موضوع تحقیقات قابل توجهی قرار گرفته‌اند. این فرآیندها به دو گروه کواگولاسیون و فلوکولاسیون تقسیم می‌شوند (Lamer & Healy, 1963).

* نویسندهٔ مسئول

در این راستا محققین زیادی به بررسی و تحقیق پرداخته‌اند. از جمله Sholkovitz در سال ۱۹۷۶ کوشش‌های فراوانی در جهت مشابه سازی لخته‌سازی آزمایشگاهی با وضعیت طبیعی انجام داد تا مکانیزیم انتقال عناصر از فاز محلول به فاز جامد را توضیح دهد.

Shankar & Karbassi درسال ۱۹۹۲، لخته‌سازی مس، روی، نیکل و آهن را طی اختلاط آب رودخانهٔ Mulki و دریای سیاه بررسی کردند.

نجف‌پور در سال ۱۳۷۲ با بررسی فرآیند لخته‌سازی در مصب رودخانه شیرود اهمیت اکولوژیک آن را در چرخه ژئوشیمیایی و بیولوژیک تحقیق کرد و نشان داد که عناصر مس، روی، منگنز و سرب، بترتیب در حدود ۷۶، ۳۰، ۵۰/۷ و ۱۰۰ درصد در مصب رودخانه رسوب می‌کنند.

مواد و روش کار

جهت اندازه‌گیری عوامل فیزیکی و شیمیایی آب از روش کار استاندارد برای آزمایش آب ارائه شده توسط انجمن بهداشت عمومی آمریکا (APHA, 1989) استفاده شد.

جهت نمونه‌برداری از رودخانه در محل پل روستای پیربازار، ۵۰ لیتر نمونه آب شیرین به صورت ستونی در سه نقطه از رودخانه جمع‌آوری شد و بعد از اندازه‌گیری پارامترهای تغییر پذیر مانند دما، pH و اکسیژن، نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شدند. ۵۰ لیتر نمونه آب دریا از سه نقطه و درطول خط عمود بر ساحل و در فاصلهٔ ۱۰ کیلومتری از ساحل بندر انزلی جمع‌آوری شد. در آزمایشگاه میزان شوری و هدایت الکتریکی نمونه‌ها بدقت اندازه‌گیری شد. محل ایستگاههای نمونه‌برداری در شکل ۱ نشان داده شده است.

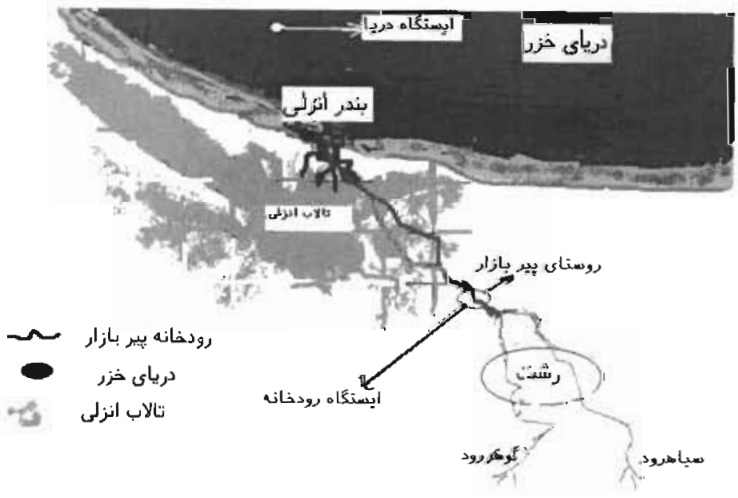
بعد از انتقال نمونه‌های آب دریا و آب رودخانه به آزمایشگاه شیمی مرکز آبزی‌پروری آبهای داخلی در بندر انزلی، ۵ لیتر آب از هر کدام جهت آنالیز فلزات سنگین و پارامترهای فیزیکی و شیمیایی برداشته شد و بقیه نمونه‌ها جهت ادامه بررسی فرآیند لخته‌سازی به مدت ۲۴ ساعت بصورت ساکن نگهداری شدند.

پس از ۲۴ ساعت حدود نیمی از آب بالای ظروف ۵۰ لیتری برداشته شد و بعد از سانتریفوژ با دور ۴۵۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه سانتریفوژ شد. سپس بوسیله صافی با مش ۰/۴۵ میکرون فیلتر گردید.

در این مرحله هفت ظرف شیشه‌ای انتخاب و جهت تهیه رژیمهای شوری معین، به هر کدام یک لیتر آب صاف شده رودخانه اضافه گردید.

سپس با کمک دستگاه شوری سنج و Ecمتر و با افزودن آب شور دریا رژیمهای شوری ۰/۸۲، ۱/۲۸، ۲/۵۵، ۴/۲۵، ۵/۹۵، ۷/۶۵ و ۹/۳۵ ppt تهیه گردید. نمونه‌های آماده شده بعد از هموژن کردن به آرامی همزده شدند و بعد از انعقاد جهت تشکیل لخته بمدت ۲۴ ساعت بصورت ساکن نگهداری گردیدند.

بعد از تشکیل لخته، کلیه نمونه‌ها از فیلتر ۰/۴۵ میکرون عبور داده شدند. فیلترها و لخته روی آنها که حاوی فلزات لخته شده بود با سه با تکرار آزمایش، مورد آنالیز شیمیایی قرار گرفته و میزان فلزات سنگین در دستگاه جذب اتمی تعیین غلظت گردید.



شکل ۱: رودخانه پیر بازار و ایستگاههای نمونه‌برداری

نتایج

نتایج حاصل از اندازه‌گیری فلزات سنگین با سه بار تکرار، در رودخانه پیر بازار و دریای خزر در ایستگاههای مطالعاتی در جدول ۱ آمده است.

داده‌های بدست آمده از اندازه‌گیری‌های آزمایشگاهی فرآیند لخته‌سازی فلزات سنگین در هنگام اختلاط آب رودخانه پیر بازار و آب دریای خزر (جداول ۱ تا ۶) می‌بایستی به وضعیت طبیعی بسط داده شود. در جدول ۳ میزان لخته شدن فلزات سنگین مس، روی، کروم، آهن، سرب و کادمیم در وضعیت طبیعی در نمونه‌های مورد آنالیز گزارش شده است. همچنین در این جدول مقدار کل لخته شدن فلزات مورد بررسی درج شده است.

جدول ۱: میزان فلزت سنگین حمل شده و لخته شده در رودخانه پیربازار

	Hg	Cd	Pb	Fe	Cr	Zn	Cu
غلظت فلز در آب رودخانه پیر بازار (میلیگرم در لیتر)	۰/۰۲۹	۰/۰۰۵	۰/۲۵۵	۰/۲۷۲	۰/۰۰۵	۰/۶۳۱	۱/۰۶۷
مقدار فلز حمل شده توسط رودخانه (تن در سال)	۸/۶۲۴	۱/۴۹۰	۷۵/۹۹۴	۸۱/۰۶۰	۱/۴۹۰	۱۸۸/۰۴۸	۳۱۷/۹۸۲
مقدار فلز لخته شده در مصب (تن در سال)	Nd	۰/۵۶۹	۲۰/۲۶۵	۶۳/۱۷۹	۱/۱۹۲	۱۷۲/۸۴۹	۱۸۵/۹۶۱

جدول ۲: مقدار لخته‌شدن فلزات سنگین (میلیگرم در لیتر) در شوری‌های مختلف (آزمایشگاهی)

شوری (ppt)	Cd	Pb	Fe	Cr	Zn	Cu
۱/۲۷	۰/۰۰۱	۰/۰۵۴	۰/۰۶۲	۰/۰۰۱	۰/۲۳۹	۰/۲۰۵
۲/۵۵	۰/۰۰۲	۰/۰۶۸	۰/۱۶۴	۰/۰۰۳	۰/۳۹۰	۰/۳۷۲
۴/۲۵	۰/۰۰۱	۰/۰۳۷	۰/۱۷۰	۰/۰۰۳	۰/۰۶۱	۰/۴۰۷
۵/۹۵	۰/۰۰۱	۰/۰۲۵	۰/۱۷۵	۰/۰۰۴	۰/۴۹۶	۰/۲۰۱
۷/۶۵	۰/۰۰۱	۰/۰۲۵	۰/۰۰۸	۰/۰۰۴	۰/۵۵۸	۰/۶۲۴
۹/۳۵	۰/۰۰۲	۰/۰۲۸	۰/۲۱۲	۰/۰۰۳	۰/۵۸۰	۰/۲۵۰

جدول ۳: مقدار لخته شدن فلزات سنگین (میلیگرم درلیتر) در شوری‌های مختلف (طبیعی)

شوری (ppt)	Cd	Pb	Fe)	Cr	Zn	Cu
۱/۲۷	۰/۰۰۱	۰/۰۵۴	۰/۰۶۲	۰/۰۰۱	۰/۲۳۹	۰/۲۰۵
۲/۵۵	۰/۰۰۱	۰/۰۱۴	۰/۱۰۲	۰/۰۰۲	۰/۱۵۰	۰/۱۶۷
۴/۲۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۶	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۳۶
۵/۹۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۵	۰/۰۰۱	۰/۱۰۶	۰/۰۰۰
۷/۶۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۶۲	۰/۲۱۶
۹/۳۵	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۳۷	۰/۰۰۰	۰/۰۲۲	۰/۰۰۰
جمع کل	۰/۰۰۲	۰/۰۶۸	۰/۲۱۲	۰/۰۰۴	۰/۵۷۹	۰/۶۲۴

RICEST©

جدول ٤: درصد لخته شدن فلزات سنگین در شوری‌های مختلف (طبیعی)

شوری (ppt)	Cd	Pb	Fe	Cr	Zn	Cu
١/٢٧	٢٢/٤٥	٢١/٢٦	٢٢/٨١	١٦/٦٣	٣٧/٩٣	١٩/٢٢
٢/٥٥	٢٠/١٩	٥/٥٠	٣٧/٥٢	٣٤/٣٨	٢٣/٨٢	١٥/٦٣
٤/٢٥	٠/٠٠	٠/٠٠	٢/٢١	٠/٠٠	٠/٠٠	٣/٣٤
٥/٩٥	٠/٠٠	٠/٠٠	١/٨٤	٢٠/٠٠	١٦/٨٠	٠/٠٠
٧/٦٥	٠/٠٠	٠/٠٠	٠/٠٠	٠/٠٠	٩/٨٣	٢٠/٢٨
٩/٣٥	٠/٠٠	٠/٠٠	١٣/٦٠	٠/٠٠	٣/٤٩	٠/٠٠
درصد کل	٤٢/٦٤	٢٦/٧٦	٧٧/٩٨	٧١/٠١	٩١/٨٧	٤٨/٤٧

جدول ٥: نتایج آنالیز آب رودخانه پیر بازار در اردیبهشت ١٣٨٢

عامل مورد اندازه‌گیری	مقدار		عامل مورد اندازه‌گیری	مقدار
دمای هوا (درجه سانتیگراد)	٢٢		کلسیم (میلیگرم در لیتر)	٧٢
دمای آب (درجه سانتیگراد)	٢٠		منیزیم (میلیگرم در لیتر)	٢٠/٨
اکسیژن محلول (میلیگرم در لیتر)	٨/٨		سولفات (میلیگرم در لیتر)	٤٠/٥
گازکربنیک (میلیگرم در لیتر)	٥		سیلیس (میلیگرم در لیتر)	٥
کربنات (میلیگرم در لیتر)	٠		فسفرمحلول (میلیگرم در لیتر)	٠/٠٤٩
بی کربنات (میلیگرم در لیتر)	٢٠٥		فسفر کل (میلیگرم در لیتر)	٠/٢٢٣
سختی کل (میلیگرم در لیتر)	٢٦٧		پتاسیم (میلیگرم در لیتر)	٣/٨
ازت نیتریت (میلیگرم در لیتر)	٠/١٢٤		سدیم (میلیگرم در لیتر)	٥٢/٣
ازت آمونیم (میلیگرم در لیتر)	٢/٦٣		pH	٧/٧٥
ازت نیترات (میلیگرم در لیتر)	٠/٤٩٣		EC (میلی زیمنس بر سانتیمتر)	٠/٥٧
ازت کل (میلیگرم در لیتر)	٤/٣٨		COD (میلیگرم در لیتر)	١٨٤

جدول ٦: میزان فلزات سنگین آب رودخانه پیربازار در مقایسه با مقادیر استاندارد (میکروگرم درلیتر)

		جیوه	مس	کروم	کادمیم	سرب	روی	آهن	مرجع
استاندارد اروپا		۱	-	۵۰	۵	۵۰	-	۲۰۰	EPA, 1997
مقدار پیشنهادی		-	۳۰۰۰	-	--	-	۵۰۰۰	۵۰	اسماعیلی ، ۱۳۸۱
حد مخاطره آمیز		۲	۱۱۰	۱۱۰	-	۲۵۰	۸۲۰	٪٤	Fuhrer *et al.*, (1997)
غلظت مجاز		۰/۲	۱٦	۲٦	-	۳۱	۱۲۰	٪۲	Fuhrer *et al.*, (1997)
آزاد ماهیان	مقدار ترجیحی	۵۰	٤۰-۵	۵۰-۱۰	۳-۰/٤	۳۰-۱۰	۳۰۰-۳	۳۰۰-۱۰۰	اسماعیلی (۱۳۸۱)
	حد مجاز	-	۱۰۰	-	۳	۱۵۰	-	-	
کپور ماهیان	مقدار ترجیحی	-	٤۰-٤	-	۱۲-٤	-	۱۰۰-۳۰۰	۹۰۰	
	حد مجاز	۲۵۰	۳۰۰	-	-	-	-	-	
رودخانه پیر بازار		۲۹/۱	۱۰٦۷	۵	۵	۲۵۵	۳٦۱	۲۷۲	تحقیق حاضر
دریای خزر ساحل انزلی		۱۲/۲	۷٤۰	۳	٤	۷٦	۲۵٦	۱۸۲	تحقیق حاضر

بحث

بسیاری از مواد با ورود به آب دریا، تغییر حالت می‌دهند. ترکیبات شکسته یا یونیزه می‌شوند، فلزات ظرفیت خود را تغییر داده یا با مولکولهای آلی تشکیل کمپلکس می‌دهند. ممکن است که این مواد در آب حل شده یا بر روی سطح ذرات معلق جذب و سپس در بستر رسوب نمایند. تغییرات فیزیکی و شیمیایی مذکور درجه دسترسی موجودات آبزی به این مواد افزودنی و اثرات آنها را تحت تاثیر قرار می‌دهند. به همین دلیل اندازه‌گیری ساده غلظت ماده‌ای در دریا، منعکس‌کنندهٔ اثرات احتمالی آن نخواهد بود.

طبق داده‌های حاصل از این تحقیق غلظت فلزات آهن، روی، سرب، مس، جیوه، کادمیم و کروم در رودخانه پیر بازار بیشتر از مقادیر اندازه‌گیری شده توسط سایر محققین در آب رودخانه‌های چالوس، تجن، شیرود، سواحل جنوبی دریای خزر، دریاچه پشت سد ماکو و تالاب انزلی بود. البته به استثنای کادمیم (که مقدار آن کمتر از آب آتلانتیک است) و کروم (که مقدار آن کمتر از رودخانه چالوس است).

داده‌های حاصل از اندازه‌گیری غلظت فلزات مورد بررسی در رودخانه پیر بازار و دریای خزر در جداول ۱ تا ۶ آورده شده است. همانگونه که در این جداول نشان داده شده است، غلظت کلیه فلزات مورد اندازه‌گیری در آب دریای خزر به جز فلز کادمیم کمتر از مقدار آنها در رودخانه پیر بازار است. مقایسه مقادیر حاصل از اندازه‌گیری فلزات سنگین در این تحقیق با مراجع استاندارد (جدول ۶) نشان می‌دهد که غلظت فلزات مورد بررسی بسیار بیشتر از حد غلظت مجاز بوده و بعضی از فلزات مانند سرب، مس و جیوه از حد مخاطره‌آمیز نیز بیشتر است. داده‌های حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که رودخانه پیر بازار به لحاظ بار فلزات سنگین بسیار آلوده بوده و اگر اثرات تشدیدکنندگی آلودگی فلزات سنگین با سایر آلاینده‌ها (مانند مواد نفتی، شوینده‌ها، کمبود اکسیژن محلول، تقاضای اکسیژن شیمیایی و بیولوژیک، بار مواد معلق و غیره) نیز مد نظر قرار گیرد، اثرات آلودگی بیشتر خواهد شد. بار مواد معلق این رودخانه بطور متوسط سالانه ۵۶ میلیگرم در لیتر است که با در نظر گرفتن دبی سالانه رودخانه که $۲/۹۸۰۱۵۲\times۱۰^{۱۱}$ لیتر در سال است (نظامی و ثابت خوش رفتار، ۱۳۷۸) حدود ۱۶ هزار تن مواد معلق در سال توسط این رودخانه حمل می‌شود.

طبق داده‌های جدول۲ برای فلزات مس، روی و کروم بیشترین درصد لخته‌سازی در شوری ۷/۶۵ گرم در هزار اتفاق می‌افتد. در حالی که آهن در شوری ۵/۹۵ گرم در هزار و سرب و کادمیم در شوری ۲/۵۵ گرم در هزار بهتر به صورت لخته در می‌آیند.

در مورد فلز مس (جدول۲)، بیشترین میزان لخته شدن این فلز در وضعیت آزمایشگاهی در شوری ۷/۶۵ گرم درهزار اتفاق می‌افتد و در وضعیت طبیعی نیز بیشترین مقدار لخته شدن در همین شوری صورت می‌گیرد. طبق (جدول ۳) تا شوری ۹/۳۵ گرم در هزار از کل مقدار مس محلول در آب رودخانه پیر بازار که ۱/۰۶۷ میلیگرم در لیتر است، مقدار ۰/۶۲۴ میلیگرم آن در هنگام اختلاط با آب دریا در بستر و مصب رودخانه به صورت لخته درآمده و بقیه آن یعنی مقدار ۰/۴۴۳ میلیگرم در لیتر در فاز محلول در آب باقی می‌ماند. بعبارتی طبق جدول (۴) مقدار ۵۸/۴۷ درصد از فلز مس طی فرآیند لخته‌سازی به صورت لخته از محیط آبی خارج شده و ۴۱/۵۳ درصد آن به صورت محلول در آب وارد دریا می‌گردد.

بنابراین طی یک سال مقدار ۳۱۸ تن مس (به صورت محلول در آب) توسط رودخانه پیر بازار حمل می‌شود که مقداری از آن توسط فرآیندهایی مانند لخته‌سازی از فاز محلول جدا شده و در بستر رودخانه و مصب رسوب می‌کند و باقیماندهٔ آن وارد آب دریای خزر می‌شود.

در شرایط آزمایشگاهی بیشترین میزان لخته شدن فلز روی در شوری ۹/۳۵ گرم در هزار اتفاق می‌افتد که در این شوری از کل غلظت ۰/۶۴۲ میلیگرم در آب رودخانه، مقدار ۰/۵۸۰ میلیگرم آن در لخته وارد می‌شود. این مقدار برابر با ۹۱/۹۲ درصد از کل غلظت فلز روی است. کمترین مقدار لخته شدن روی در شوری حدود ۴ گرم در لیتر اتفاق می‌افتد که به مقدار ۰/۰۶۱ میلیگرم در لیتر یعنی ۹/۶ درصد از غلظت کل است. با افزایش شوری افزایش لخته شدن وجود دارد (به استثنای کاهشی که در حدود شوری ۴ گرم در لیتر اتفاق می‌افتد).

در وضعیت طبیعی با افزایش شوری، در مقدار لخته شدن کاهش مشاهده می‌شود. بطوریکه در شوری حدود ۴ به صفر می‌رسد و بعد از یک افزایش لخته شدن در شوری حدود ۶ دو باره کاهش لخته شدن با افزایش شوری مشاهده می‌گردد.

کل غلظت کروم در آب رودخانه به مقدار ۵ میکروگرم در لیتر است. در حالت آزمایشگاهی بیشترین مقدار لخته شدن کروم در شوری‌های ۵/۹۵ و ۷/۶۵ گرم در هزار اتفاق می‌افتد که به مقدار ۴ میکروگرم در لیتر است. لخته شدن فلز کروم در شرایط آزمایشگاهی با افزایش شوری افزایش نشان می‌دهد (تا شوری حدود ۸ گرم در هزار که بعد از آن تا شوری ۹/۳۵ گرم در هزار کاهش لخته‌سازی مشاهده می‌شود). در مورد کروم لخته شدن در وضعیت آزمایشگاهی با وضعیت طبیعی چندان تطبیق ندارد. تا شوری ۲/۵ گرم در هزار یک افزایش لخته شدن وجود دارد و بعد از آن تا حدود شوری ۴ گرم در هزار مانند روی، کاهش لخته شدن را نشان می‌دهد.

در شرایط آزمایشگاهی بیشترین مقدار لخته شدن آهن در شوری ۹/۳۵ گرم در هزار اتفاق می‌افتد. در این شوری از کل غلظت آهن که مقدار ۰/۲۷۲ میلیگرم در لیتر است، مقدار ۰/۲۱۲ میلیگرم (۷۷/۹۴ درصد) به صورت لخته ته نشست می‌شود. کمترین مقدار لخته شدن آهن در شوری ۷/۶۵ گرم در هزار دیده می‌شود. در وضعیت آزمایشگاهی با افزایش شوری، افزایش لخته شدن آهن مشاهده می‌شود و یک افت در نمودار لخته شدن (تا حد صفر) در شوری حدود ۶ گرم در هزار وجود دارد و بعد از شوری ۸ گرم در هزار باز افزایش لخته شدن صورت می‌گیرد. در وضعیت طبیعی بیشترین مقدار لخته شدن آهن در شوری ۲/۵ گرم در هزار اتفاق می‌افتد که به میزان ۳۷ درصد از کل غلظت آهن در رودخانه به صورت لخته ته‌نشین می‌شود. در کل تا شوری ۹/۳۵ گرم در هزار مقدار ۷۷/۹۸ درصد از آهن موجود در آب رودخانه به صورت لخته ته‌نشین می‌شود.

سرب در وضعیت آزمایشگاهی در شوری ۲/۵ گرم در هزار بیشترین مقدار لخته شدن را به میزان ۶۸ میکروگرم نشان می‌دهد. با افزایش شوری تا حدود ۲/۵ افزایش میزان این فلز در لخته مشاهده می‌شود و از آن به بعد روند نزولی تا شوری ۸ گرم درهزار مشاهده می‌شود. در وضعیت طبیعی در شوری ۱/۲۸ گرم در هزار بیشترین مقدار لخته شدن سرب اتفاق می‌افتد. بعبارتی قسمت اعظم سرب موجود در آب رودخانه در همان شوری‌های پایین از محیط آبی خارج می‌گردد و در شوری‌های بالاتر تا شوری ۹/۳۵ گرم در هزار هیچگونه اثری از سرب در لخته‌ها مشاهده نمی‌شود.

در مورد کادمیم در شرایط آزمایشگاهی با افزایش شوری بعد از یک افزایش در لخته شدن در شوری ۲/۵۵ گرم در هزار سیر نزولی لخته شدن وجود دارد. در وضعیت طبیعی نیز کاهش

لخته شدن به ازای افزایش شوری دیده می‌شود. از طرفی به علت جزیی بودن افزایش و کاهش در لخته شدن کادمیم، در مورد تاثیرات شوری بر لخته شدن نمی‌توان با قطعیت نظر داد. در کل با شرایط موجود از کل غلظت کادمیم در آب رودخانه مقدار ۴۰ درصد از کادمیم به صورت لخته ته‌نشین می‌شود.

با توجه به داده‌های حاصل می‌توان در بین فلزات مورد اندازه‌گیری ترتیب درصد لخته شدن را به صورت زیر نشان داد:

Zn > Fe >Cr > Cu > Cd >Pb

منابع

اسماعیلی ساری، ع. ، ۱۳۸۱. آلاینده‌ها بهداشت و استاندارد محیط زیست. انتشارات نقش مهر، ۷۶۷ صفحه.

رمضان گورابی، ب. ، ۱۳۶۹. منابع آلوده کنندهٔ رودخانه‌های رشت. سازمان برنامه و بودجه استان گیلان. ۷ صفحه.

نجف‌پور، ش. ، ۱۳۷۲. بررسی فرآیند لخته‌سازی در مصب رودخانه شیرود و اهمیت اکولوژیک آن در چرخه ژئوشیمیایی و بیولوژیک. دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال. ۵۷ صفحه.

نظامی، ش.ع. و ثابت خوش رفتار، ک. ، ۱۳۷۸. طرح حفاظت و بازسازی تالاب انزلی (فاز سوم) . دانشگاه گیلان و اداره کل حفاظت محیط زیست استان گیلان. صفحات ۲۲ تا ۹۹.

American Public Health Association (APHA) , 1989. Standard method for the examination of water and waste water. 7th ed. pp.150-453.

Environmental Protection Agency (EPA) , 1997. Drinking water standards environment of criteria assessment. Vol. 44, No. 15, 964P.

Fuhrer, G.J. ; Stuart, D.J. ; Mckenzie, W. ; Rinella, J.F. ; Cranwford, J.K. ; Skach, K.A. and Hornlorer, M.1. , 1997. Spatial and temporal distribution of trace elements in water, sediment and aquatic biota. U.S. Geological Survey, Portland. 190P.

Lamer, V.K. and Healy, T.W. , 1963. Appl. Chem., Vol. 13, 112P.

Shankar, R. and Karbassi, A.R. , 1992. Flocculation of Cu, Zn, Ni, and Fe during the examination of Mulki river water and Arab Sea water, West cost of India water. Rock Interaction. 565P.

Sholkovitz, E.R. , 1976. Flocculation of dissolves and inorganic mater during the mixing of river and seawater. Geochim, Geosmocin, Acta, Vol. 40, pp.831–845.

RICEST

Heavy metal flocculation at Pirbazar River, Banadar Anzali, south west Caspian Sea

Abedini A.* ; Rabbani M. and Khodaparast Sharifi S.H.

aabedinim@yahoo.com
National Inland Water Aquaculture Institute, P.O.Box: 66
Bandar Anzali, Iran

Received: November 2004 Accepted: May 2006

Keyword: Flocculation, Heavy Metals, Pirbazar River, Guilan Province

Abstract

Heavy metal flocculation process was studied in the year 2002 in order to determine the interaction of water in Pirbazar River with Caspian Sea water. The effects of various salinity concentrations of Caspian Sea water were studied on determined heavy metals including Fe, Zn, Pb, Cu, Cd and Cr level of Pirbazar River using APHA method of extraction and measurement. The results illustrated that the level of heavy metal concentration in Pirbazar River were above standard limits and the extent of flocculation depended on both the salinity level and the heavy metal itself. The maximum flocculation for Cd and Cr were recorded at 7.65ppt, for Zn and Fe at 9.35ppt while for Pb and Cd were at 2.55ppt salinity. The order of flocculation with respect to percentage of original concentrations was found to be Zn > Fe > Cr> Cu > Cd> Pb.

* **Corresponding author**