



بررسی ژئوشیمیایی و ارزیابی اقتصادی بازیافت مواد آلاینده مرداب انزلی

فرشاد لویزه*

چکیده

مرداب انزلی زیستگاهی است حفاظت شده و منحصر به فرد که حفاظت از آن وظیفه ای فرامولی است. فعالیت های صنعتی و کشاورزی طی چند دهه اخیر، این تالاب زیبا را شدیداً آلوده کرده و باعث مرگ و میر سالیانه هزاران تن از انواع گونه های آبزیان ساکن آن شده است. لزوم بهبود شرایط زیست محیطی همگام با توسعه شهرنشینی، نکته ای است که طی سنوات اخیر در تدوین نظام های جامع شهری بدان اهمیت داده شده است. با ارزیابی اقتصادی مراحل پاکسازی محیط زیست از دیدگاه علم بازیافت، می توان، پروژه های هزینه ساز زیست محیطی را به طرح هایی سودآورد مبدل ساخت و از آن جا که مطالعات ژئوشیمیایی قبلی نشانگر تمرکز فلزات سنگین در مرداب انزلی بوده اند، لذا پهنه تالاب پتانسیل بالقوه ای برای تمرکز فعالیت های بازیافت مواد محسوب می شود. در این نوشتار جنبه اقتصادی مراحل بازیافت مواد آلاینده از مرداب انزلی مورد توجه قرار گرفته است.

آن ها به مزرعه و نیز عدم وجود سیستم های دفع فاضلاب در نقاط تمرکز جمعیت شهرنشین، شدیداً تحت تأثیر آلاینده زیست محیطی قرار گرفته است. مرداب انزلی با وسعت تقریباً ۲۱۸ کیلومتر مربع در زمستان و ۸۰-۷۰ کیلومتر مربع در تابستان، یکی از مناطق حفاظت شده بین المللی و جالب توجه در جهان به شمار می رود که توسط آب های بیش از ۱۵ رودخانه در محوطه پستی تغذیه می شود و در اواخر دوران چهارم زمین شناسی، با تشکیل و رشد زبانه های ساحلی، از بخش اصلی دریای خزر جدا شده است (ف. مضطرزاده و دیگران، ۱۳۶۲).

مجاورت مرداب با بندر پررونق انزلی (که از دیدگاه رده بندی فعالیت، سومین بندر فعال کشور محسوب می شود)، اگرچه به واسطه اهمیت بندر باعث رونق صنعت توریسم و شکوفایی اقتصادی مرداب شده، لیکن از طرف دیگر، فعالیت های مرتبط با امور بندری، توسعه صنایع مرتبط با حمل و نقل و ترخیص کالا، فعالیت های کشاورزی حواشی جنوبی و جنوب شرقی و نیز تمرکز شدید جمعیت، به آلودگی شدید صنایع زنده و غیرزنده مرداب انجامیده است.

۱. مقدمه

رشد روزافزون جمعیت، توسعه سریع شهرنشینی، شکل گیری صنایع مرتبط با نظام شهری، مکانیزاسیون فرایندهای قدیمی کشاورزی مطابق با اقلیم خاص کشورمان طی سالیان اخیر، معضلات گسترده ای را در زمینه مسائل زیست محیطی پدید آورده اند. از طرف دیگر، عدم توجه به محیط زیست و نیز عدم رعایت موازین منطبق با فناوری نوین کنترل پساب های صنعتی و غیرصنعتی در حین توسعه صنایع مرتبط با نظام امروزین شهری طی دو دهه اخیر، آلودگی محیط زیست را تشدید کرده است.

مواد و فعالیت های آلاینده محیط زیست این منطقه را چنین می توان برشمرد:

- * در بخش شرقی مرداب، رهاسازی پساب های ناشی از فعالیت واحدهای صنعتی تولید رنگ، مواد غذایی و انرژی شیمیایی.
- * در دهانه شمالی، تردد کشتی های حامل مواد سوختی که عموماً به واسطه فناوری قدیمی و فرسوده کشورهای آسیای میانه، فاقد انطباق با معیارهای حفاظت از آلودگی محیط زیست هستند.
- * در بخش شمالی شرقی و شمالی مرداب، رهاسازی حجم وسیعی از پساب های خانگی و واحدهای نیمه صنعتی (تراشکاری،

نوار باریک ساحل شمالی کشورمان که صرف نظر از ویژگی های طبیعی آن، نقش مهمی را در اقتصاد کشاورزی و توریسم دارد، طی سه دهه اخیر به واسطه رشد سریع جمعیت، تخریب جنگل ها و تبدیل



جوشکاری و...).

بحث کنترل و رفع آلودگی محیط زیست، اگرچه در کشور ما به تازگی رونق یافته و سعی بر آن است که با آخرین فناوری مطرح در کشورهای پیشرفته صنعتی نیز در این خصوص متکامل و منطبق شود. ولی آنچه در این میان حداقل تا حال حاضر بدان توجه نشده، جنبه های اقتصادی است که می تواند در حین یک فرایند کنترل و رفع آلودگی مورد توجه قرار گیرد.

در آلمان طبق آمار موجود، ۷۲ درصد سرب مصرفی در صنایع، از بازیافت پساب های صنعتی به دست می آید و متقابلاً بیش از ۹۰ درصد کاغذ مصرفی در این کشور نیز بازیافت می شود (ح. بصیر و همکاران، ۱۳۷۶).

در این نوشتار جنبه های اقتصادی تصفیه پساب های رها شده در مرداب انزلی مورد بحث قرار می گیرد.

۲. هدف

هدف از اجرای این مطالعات، به دست آوردن زمینه فراوانی عناصر p, Cd, Zn, pb, As, Hg و ... فازهای آب، خاک و لجن های کف مرداب و مقایسه آن با مقادیر ضریب غنی شدگی عناصر در هر یک از فازهاست. چنانچه ضریب غنی شدگی عنصری در حدی باشد که صرف نظر از دیدگاه معدنی، از دید محیط زیست در رده فراوانی بالا محسوب شود، آن گاه می توان با آنالیز فنی - اقتصادی، نسبت به استحصال و استخراج عناصر مورد بحث مبادرت ورزید. شایان توجه است که ضریب غنی شدگی و نیز فراوانی فعلی یک عنصر در محیط مزبور ممکن است از دید معدنکاری در رده آنومالی معدنی یا حتی آستانه اقتصادی بودن رده بندی نشود، ولیکن چنانچه پارامترهای اقتصادی زیست محیطی را نیز در آنالیز هزینه استحصال منظور کنیم، آن گاه یقیناً بازیافت عناصر مورد بحث، توجیه اقتصادی خواهد داشت. بدیهی است ملحوظ داشتن ممانعت از مرگ و میر سالانه هزاران تن از آبزیان، افزایش صید به واسطه عدم آلودگی محیط و نیز کارایی مجدد مواد استحصال شده، از جمله پارامترهایی هستند که می باید در ارزیابی های اقتصادی دقیقاً مورد بحث قرار گیرند.

۳. نتایج حاصل از مطالعات قبلی

سالانه مقادیر قابل توجهی مواد محلول و غیر محلول (۷۰ هزار تن) وارد مرداب می شوند که بیش از ۸۰ درصد این مواد ارگانیکی

هستند و بار غذایی مرداب را تأمین می کنند. از این مقدار، ۸۵ هزار تن رسوب در مرداب باقی می ماند (مضطرزاده و دیگران، ۱۳۶۳). الف) سررازی شدن حجم عظیمی از مواد فوق الذکر، سبب پر شدن تدریجی مرداب شده، به طوری که مقایسه عکس های هوایی سال های ۱۹۸۲ و ۱۹۵۵ مبین آن است که بیش از ۱/۳ سطح قبلی مرداب خشک و به باتلاق تبدیل شده است.

ب) تمرکز بالای جمعیت در حواشی مرداب، ورود پساب های صنعتی و کشاورزی و نیز ورود فاضلاب های شهر رشت، عملاً موجب تجمع بیش از حد فسفر در آب گردیده، به ترتیبی که اندیس تجاوز از حد مجاز برای بخش مرکزی ۲/۵، بخش غربی ۱/۸، سیاه کشیم ۴ و بخش شرقی ۴/۹ است (مضطرزاده، ۱۳۶۳).

پ) رسوبات مرداب علاوه بر دارا بودن مقادیری از فلزات به صورت اکسید، (Al_2O_3, SiO_2, \dots) ، به دلیل دارا بودن مواد مصرفی و مغذی آلی مورد نیاز گیاهان (به ویژه برنج) بسیار غنی است و کم تر کودی حتی کودهای شیمیایی در این مورد قابل رقابت با مرغوبیت رسوبات تالاب است (کوثری و آرم، ۱۳۶۵). توجه به این نکته ضروری است که در صورت کاربرد رسوبات مذکور به عنوان کود شیمیایی، رعایت تمام جوانب اکولوژیکی مطالعات ضروری است.

ت) بررسی های ژئوشیمیایی، تمرکز برخی از عناصر کمیاب در آب مرداب مانند B, Ba را در حد بالاتری از آستانه اقتصادی نشان داده است (کوثری، ۱۳۶۵).

ث) مقایسه ضرایب آلودگی تالاب انزلی و ۲۴ دریاچه واقع در محدوده صنعتی کشور سوئد مبین آن است که Cr و Cu در تالاب انزلی بیش از سه برابر آلودگی دریاچه های سوئد است (کوثری و همکاران، ۱۳۷۳).

ج) در بخش هایی از مرداب، میزان آلودگی سرب و مس به ترتیب به میزان ۲ و ۵۸ برابر مقدار میانگین آن بالغ می شود و از طرف دیگر نیز کبالت، کرم، نیکل و مس که از دیدگاه ژئوشیمیایی دارای همبستگی مثبت هستند، بیش ترین آلودگی را در بخش شرقی مرداب به وجود آورده اند (کوثری و همکاران، ۱۳۷۳).

چ) آبراه های غربی تالاب از نقاط صنعتی و جمعیتی کم تری عبور می کنند، در نتیجه می توان انتظار داشت که منشأ آلودگی مس و نیکل، به ویژه در بخش مرکزی و غربی تالاب، منشأ طبیعی زمین شناسی داشته باشد؛ به طوری که احتمالاً منشأ عناصر آلاینده



کیالت، کرم، مس و روی، به دلیل انتشار در بخش شرقی تالاب و ورود رودخانه های پیر بازار، حمام رود و سپیخان که از محدوده شهرهای رشت، فومن، صومعه سرا و مناطق صنعتی خانیکی می گذرند، آلودگی صنعتی یا «Anthropogenic» است.

ح) بررسی های ژئوتکنیکی و مطالعات مکانیک خاک در محدوده لنگرگاه و موج شکن و نیز مطالعه مغزه های اخذ شده دست نخورده توسط «کریارل دبل تیوب» به قطر ۸۶ میلی متر (لویزه و همکاران ۱۳۷۳)، مبین گروه بندی غالب رسوبات از بستر دریا تا عمق ۳۰ متر در رده Sp, Sm, Sp - Sm بر مبنای طبقه بندی Unified است.

خ) بررسی های ژئوتکنیکی و مطالعات مکانیک خاک در محدوده پل انزلی، به منظور ساخت لنگرگاه شناورهای صیادی، مبین رده بندی غالب رسوبات در گروه CI, CI - MI بر اساس طبقه بندی Unified است (لویزه و همکاران، ۱۳۷۳).

د) شناسایی های ریز آبی و غواصی توسط لویزه و همکاران (۱۳۷۳)، مبین وجود ضخامتی در حدود ۱/۵ - ۰/۵ متر روی رسوبات بستر در محدوده پل انزلی است.

۴. توجیه اقتصادی

از آن جا که تنها مطالعه ژئوشیمیایی روی خصوصیات تالاب، قریب به پانزده سال پیش (۱۳۶۴) بر پایه مطالعه آنالیز صرفاً ۵۲ نمونه اخذ شده در پهنه ای به وسعت ۲۸۰ کیلومتر مربع صورت پذیرفته، لذا شایسته است تا با توجه به نتایج بررسی های مقدماتی که نشانگر اندیس های مثبت تمرکز فلزات در آب تالاب است، برنامه ای جامع در قالب بررسی های ژئوشیمیایی به منظور نمونه برداری سیستماتیک از پهنه مورد بررسی تدوین شود و پس از روشن شدن محدوده آنومالی های احتمالی، نسبت به نمونه برداری های دقیق تر و با تراکم بیش تر شبکه ای اقدام کرد. بر پایه آنچه از مطالعات مقدماتی می توان به دست آورد و نیز جمع بندی نهایی نتایج در قالب آنالیز فنی - اقتصادی،

توجیه پذیر بودن ادامه مطالعات را نیز می توان بررسی کرد و حتی در صورتی که مطالعات از دیدگاه فرآوری مواد معدنی توجیه نداشته باشد، دامنه بررسی های اقتصادی را به محدوده دیدگاه های زیست محیطی نیز بسط و توسعه داد. زیرا به ترتیبی که در بخش مقدمه همین نوشتار نیز اشاره شد، چه بسا فراوانی و توزیع یک عنصر خاص، در حال حاضر از دیدگاه معدنکاری در حد آستانه اقتصادی نباشد، ولیکن با ملحوظ داشتن معیارها و موازین زیست محیطی، استحصال و بازیافت آن توجیه داشته و کاملاً اقتصادی باشد. به عبارت بهتر و به زبان ساده تر، ممکن است فراوانی روی در حد میانگین ۲۰۷۳ (کوشی و آوزم، ۱۳۶۵) در آب مرداب، عیار قابل توجهی از دید معدنکاری محسوب نشود، ولی با توجه به این که به واسطه وجود همین مقدار روی و آلاینده های دیگر، سالانه هزاران تن ماهی و گونه های دیگر آبیان قابل مصرف توسط نظام غذایی کشور، تلف می شوند، می توان پذیرفت عیار پائین، موجب حفظ ذخایر آبیان و به نوبه خود باعث رونق صنعت صید و شکوفایی اقتصاد مبتنی بر صنعت شیلات خواهد شد که طبعاً موجبات صرفه اقتصادی را نیز فراهم خواهد آورد.

از طرف دیگر، از آن جا که سبک زندگی مردم در بندر انزلی، اعم از پوشاک، تغذیه، اقامت و ... از پیوند نزدیکی با محیط دریا و





اهمیت حفاظت و سلامت آن، چه از دیدگاه توریسم و چه از دیدگاه ارتباط مستقیم آن با چرخه حیاتی سکنه حواشی آن، ضرورت اجرای مطالعاتی به منظور شناخت و کنترل آلودگی های منتشره در آن را نشان می دهد. از طرف دیگر، با توجه به آنچه در سطور پیشین بدان اشاره شده، اجرای چنین مطالعاتی، اگرچه از دیدگاه ثنوریک کاملاً توجیه پذیر و منطقی است، اما دقت کنیم که در صورت شناخت ذخایر معدنی قابل بازیافت در مرداب، پروژه کنترل آلودگی، حفاظت و رفع و بازیافت آلودگی، از پروژه ای صرفاً زیست محیطی و هزینه ساز به پروژه ای اقتصادی و درآمدزا تبدیل خواهد شد. به عبارت بهتر، اجرای مطالعاتی که در بلندمدت استحصال نتایج عملی آن باعث بازیافت اقتصادی مواد، پاکی محیط زیست، سلامت چرخه آبیان و نیز بهداشت بیش تر سکنه حواشی آن می شود، کاملاً منطقی و توجیه پذیر است. در این میان، جنبه دورنگامی اقتصادی آن نکته ای قابل تأمل است.

• کارشناس گروه اکتشافات ژئوشیمیایی - سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی ایران

زیرنویس

1. Recycle
2. Geogenic
3. Mean

مراجع

۱. پژوهشی در مورد تعیین پارامترهای فیزیکوشیمیایی تالاب انزلی. فتح الله مضطرزاده، بهروز دهراد و پژوهشگاه خواص و کاربرد مواد و نیرو، بهمن ۱۳۶۳.
۲. شناسایی منابع تیتانیوم در دشت ساحلی گیلان، س. کوثری و م. زکیخانی. سازمان زمین شناسی کشور. ۱۳۶۳.
۳. منابع تیتانیوم و تکامل دلتای سفیدرود در دشت ساحلی گیلان، س. کوثری. سازمان زمین شناسی کشور. ۱۳۶۴.
۴. مطالعه ژئوشیمیایی تالاب انزلی. س. کوثری و ف. آروم. سازمان زمین شناسی کشور. ۱۳۶۵.
۵. مطالعات مکانیک خاک و مهندسی بی پروژه طرح توسعه و ترمیم اسکله و موج شکن بندر انزلی. لویزه و همکاران. ۳-۱۳۷۲.
۶. مطالعات مکانیک خاک و مهندسی بی پروژه سبالات انزلی. لویزه و همکاران. ۱۳۷۳.
۷. طرح جمع آوری آب های سطحی و فاضلاب بندر انزلی. لویزه و همکاران. ۱۳۷۳.
۸. تمرکز و آلودگی عناصر سنگین در تالاب انزلی. س. کوثری و ش. منقش. سازمان زمین شناسی کشور. ۱۳۷۳.

مرداب برخوردار است و نیز با توجه به این که منابع آب شرب شهر نیز متکی به ذخایر زیرزمینی است، بسیار محتمل است که بخش وسیعی از همین آلودگی ها به طور مستقیم یا غیرمستقیم وارد چرخه زندگی انسان شده باشد، که به واسطه نبود آمارهای دقیق، در حال حاضر تعیین ارتباط دقیق میان شیوع آلودگی شیمیایی و نحوه گسترش بیماری های گوارشی یا عفونی مقدور نیست. اما پرواضح است، پالایش و جدایش آلودگی های زیست محیطی نقش به سزایی را در پیشگیری از هزینه های درمان و گسترش بیماری ها نیز خواهد داشت که خود به عنوان پتانسیلی اقتصادی، قابل تأمل و بررسی است.

۵. پیشنهاد برنامه زمانبندی

کل مراحل اجرایی مطالعات را می توان در بخش های مشروحه خلاصه کرد:

- ۱- ۵. هماهنگی با دستگاه ها و ارگان های مربوط در خصوص جمع آوری و ساماندهی داده های قبلی و استحصال نتایج مفید و کارا در مطالعات جدید؛
 - ۲- ۵. بازدید صحرائی مقدماتی با هماهنگی جمیع نهادهای مربوط برای تبلیغ و توجیه مطالعات و نیز بررسی تلویحی نقاط نمونه برداری؛
 - ۳- ۵. نمونه برداری ژئوشیمیایی از رسوبات، لجن ها و آب مرداب به صورت سیستماتیک و منطبق با بررسی های اولیه شبکه نمونه برداری؛
 - ۴- ۵. آماده سازی نمونه ها و ارسال به آزمایشگاه؛
 - ۵- ۵. مراحل انجام آزمایشات (XRD, AA, XRF, ...)
 - ۶- ۵. داده پردازی اطلاعات جدید و تلفیق آن با اطلاعات قدیمی؛
 - ۷- ۵. بررسی فنی-تکنیکی استحصال مواد از هر یک از فازهای رسوبات لجن یا آب مرداب؛
 - ۸- ۵. تهیه گزارش و اعلام نتایج قطعی
- برنامه کلی زمانی با احتساب فعالیت های موازی، قابل انجام است.

۶. نتیجه گیری و جمع بندی

اهمیت تالاب انزلی به عنوان زیستگاهی حفاظت شده و نیز