بسمه تعالی

تاییدیه اعضای هیات داوران حاضر در جلسه دفاع از پایان نامه

آقای نادر نصرتی پایان نامه ٦ واحدی خود را **با عنوان جذب سطحی آنتیموان از پساب کارخانه فرآوری طلای زرشوران روی نانو ذرات آهن صفر ظرفیتی پوشش داده شده برروی کانیهای صنعتی** در تاریخ ۱۳۹۱/۱۲/۲۲ ارائه کردند.

اعضای هیات داوران نسخه نهایی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوا تایید کرده و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد مهندسی معدن - فرآوری موادمعدنی پیشنهاد می کنند.

عضو هیات داوران	نام و نام خانوادگی	رتبه علمی	امضا
استاد راهنما	دکتر احمد خدادادی	دانشیار	
استاد مشاور	دکتر محمود عبدالهی	استاد	
استاد ناظر	دکتر محمدرضا خالصی	استادیار	
استاد ناظر	دکتر غلامرضا اسدالله فردی	~~استادیار~~ دانشیار	
مدیر گروه (یا نماینده گروه تخصصی)	دکتر محمدرضا خالصی	استادیار	

آیین نامه چاپ پایان‌نامه (رساله)های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله)های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیتهای علمی- پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

ماده ۱: در صورت اقدام به چاپ پایان نامه (رساله)ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اطلاع دهد.

ماده ۲: در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه) عبارت ذیل را چاپ کند:

«کتاب حاضر، حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد/ رساله دکتری نگارنده در رشته است که در سال در دانشکده دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی سرکار خانم/جناب آقای دکتر ، مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر و مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر از آن دفاع شده است.»

ماده ۳: به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت‌چاپ) را به «دفتر نشر آثارعلمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر درمعرض فروش قرار دهد.

ماده ۴: در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده رابه عنوان خسارت به دانشگاه تربیت‌مدرس، تأدیه کند.

ماده ۵: دانشجو تعهد و قبول می کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواندخسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده‌نگارنده برای فروش، تامین نماید.

ماده ۶: اینجانب **نادر نصرتی** دانشجوی رشته مهندسی معدن گرایش فرآوری مواد معدنی مقطع‌کارشناسی ارشد تعهد فوق وضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می شوم.

نام و نام خانوادگی:

تاریخ و امضا:

دانشگاه تربیت مدرّس
دانشکده فنی و مهندسی

پایان‌نامه دوره‌ی کارشناسی ارشد مهندسی معدن – فرآوری مواد معدنی

جذب سطحی آنتیموان از پساب کارخانه فرآوری طلای زرشوران روی نانوذرات آهن صفرظرفیتی پوشش داده شده بر روی کانیهای صنعتی

نادر نصرتی

استاد راهنما:

دکتر احمد خدادادی دربان

استاد مشاور:

دکتر محمود عبدالهی

اسفند ۱۳۹۱

تقدیم به دو وجود مقدس:

آنان که ناتوان شدند تا به توانایی برسم . . .

موهایشان سپید شد تا رو سفید شوم . . .

و عاشقانه سوختند تا گرمابخش وجود من و روشنگر راهم باشند . . .

پدر و مادرم

شکر و سپاس از آنکه جان را فکرت آموخت

تقدیر و تشکرمی کنم از:

استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر خدادادی که در طی این مدت از راهنمایی‌های علمی و اخلاقی ایشان کمال بهره را برده‌ام.

کلیه اساتید گرامی که در طول دوران تحصیل امکان کسب دانش و تجربه از محضرشان برایم مهیا شده است.

کارشناس محترم آزمایشگاه جناب آقای دکتر بهزاد شهبازی که از هیچ کمکی دریغ ننمودند.

از دوستان، همکلاسیها و هم اتاقیهای عزیز بخصوص آقای فرخ شفیعی که همواره از نظر ایشان بهره برده‌ام.

وباتشکر ویژه از

خانواده عزیزم که با صبر و شکیبایی فرصت تحصیل را برایم مهیا نمودند.

چکیده

پساب کارخانه‌های طلای زرشوران و آق دره واقع در شمال غربی ایران، دارای مقادیر فراوانی آرسنیک و آنتیموان همراه با جیوه و بیسموت می‌باشد که همگی از عناصر سمی محسوب می‌شوند؛ بنابراین حتی باطله‌های این معادن نیز بسیار سمی بوده و با در معرض انحلال قرارگرفتن آن‌ها خطر آلودگی کل منطقه وجود دارد. هدف پروژه حاضر بررسی روش‌های مختلف حذف آنتیموان از آب و پساب و در نهایت تولید نانو ذرات آهن صفر ظرفیتی پوشش داده شده بر روی کانی‌های صنعتی به عنوان روشی موثر و کم هزینه، و استفاده از آن برای حذف آنتیموان از پساب واقعی می‌باشد. در این پایان‌نامه نانوذرات‌آهن‌صفرظرفیتی با ابعاد ۴۰ تا ۱۰۰ نانومتر بوسیله‌ی افزودن قطره‌ای از محلول بوروهیدرید سدیم به محلول آبی آهن سه-ظرفیتی، در دمای محیط با اختلاط به وسیله گاز نیتروژن سنتز شد. برای جلوگیری از آگلومراسیون و افزایش قابلیت کاربرد آن در مصارف محیط‌زیستی، نانوذرات‌آهن بر روی کانیهای صنعتی بنتونیت، کائولینیت و پرلیت منبسط پوشش داده شد که شناسایی آن‌ها بوسیله‌ی میکروسکوپ الکترونی انجام گردید. برای یافتن شرایط بهینه حذف آنتیموان از پساب مصنوعی؛ پارامترهای pH، زمان تماس، مقدار جاذب اولیه مورد بررسی قرار گرفت. سینتیک واکنش‌ها بوسیله‌ی مدل‌های شبه مرتبه‌ی اول و دوم مورد بررسی قرار گرفت و مشخص شد که داده‌های سینتیک کلیه‌ی جاذب‌ها با مدل شبه مرتبه‌ی دوم مطابقت بیشتری دارند. ایزوترم جذب هر سه جاذب مذکور بوسیله‌ی مدل‌های لانگمور و فرندلیچ برای مشخص شدن ظرفیت جذب جاذب‌ها و طی دامنه‌ی گسترده‌ای از غلظت‌ها بررسی شد.کلیه‌ی جاذب‌ها مطابقت بیشتری با مدل فرندلیچ از خود نشان دادند. آزمایش‌های انجام گرفته بر روی پساب واقعی، ظرفیت جذب را برای نانو ذرات آهن پوشش داده شده بر روی بنتونیت، کائولینیت و پرلیت به ترتیب ۲/۵۴، ۳/۹۴ و ۳/۱۶ میلی گرم بر گرم به دست دادند و بیشترین مقدار حذف آنتیموان مربوط به کمپوزیت پرلیت با ۹۷/۹ درصد به دست آمد.

کلید واژه: آنتیموان، آلودگی آب، جذب سطحی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب ..... أ

فهرست شکلها ..... ت

فهرست جداول ..... خ

فصل ۱- مقدمه ۱

۱-۱- محیط زیست ۱

۱-۲- فعالیت های معدن کاری و محیط زیست ۳

۱-۳- آنتیموان و محیط زیست ۶

۱-۴- معدن طلای زرشوران ۸

۱-۵- تأثیر آنتیموان بر روی سلامتی انسان‌ها ۹

۱-۶- اهداف پایان نامه ۱۰

فصل ۲- پیشینه تحقیق ۱۳

۲-۱- آنتیموان ۱۳

۲-۲- شیوه های پاکسازی آب ۱۵

۲-۳- روشهای حذف آنتیموان از آب ۱۸

فصل ۳- روش تحقیق، مواد و تجهیزات ۳۷

۳-۱- مواد ۳۷

۳-۲- شناسایی مواد ۳۹

۳-۳- سنتز ۴۴

۳-۴- آزمایشهای جذب ۴۷

فصل ۴- نتایج و بحث ۴۸

۴-۱- شناسایی مواد سنتز شده ۴۸

۴-۲- مکانیزم جذب ۶۵

۴-۳- طراحی آزمایش‌های مربوط به حذف آنتیموان ۷۶

۴-۴- کمپوزیت B-nZVI ۸۲

۴-۵- کمپوزیت K-nZVI ۸۷

۴-۶- کمپوزیت P-nZVI ۹۰

۴-۷- اعتبار سنجی داده ها ۹۶

۴-۸- آنالیز مواد جاذب بعد از حذف آنتیموان ۹۷

۴-۹- مقایسه جاذب های مختلف استفاده شده برای حذف آنتیموان ۱۰۱

فصل ۵- نتیجه گیری و پیشنهادها ۱۰۲

۵-۱- نتیجه گیری ۱۰۳

۵-۲- پیشنهادها ۱۰۵

فهرست مراجع ۱۰۶

فهرست علائم و نشانه ها

عنوان	علامت اختصاری
آنتیمونیت	Sb (III)
آنتیمونات	Sb (V)
نانو ذرات آهن صفرظرفیتی پوشش داده شده بر روی بنتونیت	B-nZVI
نانو ذرات آهن صفرظرفیتی پوشش داده شده بر روی کائولینیت	K-nZVI
نانو ذرات آهن صفرظرفیتی پوشش داده شده بر روی پرلیت منبسط شده	P-nZVI
بوروهیدرید سدیم (کاهنده خیلی قوی)	$NaBH_4$
غلظت اولیه (mg/g)	C_0
غلظت بعد از آزمایش حذف (mg/g)	C_e
ظرفیت جذب سطحی (mg/g)	q
حجم محلول مورد آزمایش (L)	V
جرم جاذب (g)	M
سطح مخصوص جاذب (m^2/g)	a_s
زمان واکنش (دقیقه)	t
غلظت جاذب محلول (g/L)	ρ_m
ظرفیت جذب فلز در حالت تعادل (mg/g)	q_e
ظرفیت جذب فلز در زمان t (mg/g)	q_t
ثابت لانگمور (L/g)	K_e
ثابت فرندلیچ (L/mg)	K_f

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱- دیاگرام Eh-pH عنصر آنتیموان ۱۵

شکل ۲-۲ - درصد توزیع گونه های مختلف آنتیمونیت بر حسب تابعی از pH ۱۶

شکل ۲-۳ - درصد توزیع گونه های مختلف آنتیمونات بر حسب تابعی از pH ۱۶

شکل ۲-۴ - پتانسیل کاهشی استاندارد گونه های آهن ۲۴

شکل ۲-۵ - مساحت سطح ویژه در برابر قطر ذرات ۲۵

شکل ۲-۶ - مدل فرضی حذف فلزات بوسیله ی nZVI ۲۸

شکل ۲-۷ - کاربرد PRBs برای تصفیه ی آب زیرزمینی آلوده ۲۸

شکل ۲-۸ - تزریق nZVI متحرک ۲۹

شکل ۲-۹ - واکنش nZVI پوشش داده شده با فلز پالادیوم ۳۲

شکل ۲-۱۰ - عکس های نانوذرات آهن پوشانده شده بر روی کائولینیت ۳۳

شکل ۲-۱۱- عکس الف) Al-nZVI ب) آلومینا ۳۴

شکل ۲-۱۲ - الف)K-nZVI ب) کائولینیت ۳۴

شکل ۲-۱۳ - حذف آنتیموان سه ظرفیتی به عنوان تابعی از pH ۳۵

شکل ۲-۱۴ - درصد حذف آنتیموان به عنوان تابعی از دز جاذب ۳۵

شکل ۲-۱۵ - تاثیر pH بر حذف آنتیموان از محلول با دز جاذب ۲۰۰ میلی گرم ۳۶

شکل ۲-۱۶ - جذب سطحی آنتیموان پنج ظرفیتی به عنوان تابعی از pH ۳۶

شکل ۳-۱- طرح کلی میکروسکوپ الکترونی روبشی ۴۰

شکل ۳-۲ - طرح شماتیک دستگاه FAAS ۴۲

شکل ۳-۳ - شماتیک دستگاه سنتز نانوذرات و کامپوزیت ها ۴۵

شکل ۴-۱ - مشخصات SEM نانو ذرات آهن سنتز شده در بزرگنمایی ۱۵۰۰۰برابر ۴۸

شکل ۴-۲ - مشخصات SEM نانو ذرات آهن سنتز شده در بزرگنمایی ۳۰۰۰۰ برابر ۴۹
شکل ۴-۳ - آنالیز EDX نمونه nZVI تازه تهیه شده ۴۹
شکل ۴-۴- آنالیزBET نمونه nZVI ۵۱
شکل ۴-۵ - نمودار آنالیز BJH نمونه nZVI ۵۲
شکل ۴-۶ - تصویر سمت راست: بنتونیت قبل از پوشش دهی - چپ: بنتونیت بعد از پوشش دهی ۵۴
شکل ۴-۷ - بالا، تصویر SEM بنتونیت - پایین، تصویر SEM کامپوزیت B-nZVI ۵۵
شکل ۴-۸ - بالا، تصویر EDX بنتونیت - پایین، تصویر EDX کامپوزیت B-nZVI ۵۶
شکل ۴-۹ - سمت راست: کائولینیت - سمت چپ: K-nZVI ۵۷
شکل ۴-۱۰ - بالا: کائولینیت - پایین:K-nZVI ۵۹
شکل ۴-۱۱ - بالا، تصویر EDX کائولینیت - پایین، تصویر EDX کامپوزیت K-nZVI ۶۰
شکل ۴-۱۲ - راست: پرلیت منبسط - چپ: P-nZVI ۶۱
شکل ۴-۱۳ - بالا: تصویر SEM پرلیت منبسط - پایین تصویر SEM ، P-nZVI ۶۳
شکل ۴-۱۴ - بالا: آنالیز EDX پرلیت - پایین: P-nZVI ۶۴
شکل ۴-۱۵ - پتانسیل زتای نانوذرات آهن صفر ظرفیتی در pH های مختلف ۶۶
شکل ۴-۱۶ - مکانیسم جذب آرسنیک بر روی آهن صفر ظرفیتی ۶۸
شکل ۴-۱۷ -تأثیر زمان تماس بر میزان حذف آنتیمونات برای B-nZVI، K-nZVI و P-nZVI ۷۰
شکل ۴-۱۸ - سینتیک شبه مرتبه اول برای کامپوزیتها ۷۱
شکل ۴-۱۹ - مطابقت داده های سینتیک با معادلات شبه مرتبه دوم سینتیک ۷۱
شکل ۴-۲۰ - مدل ایزوترم لانگمور برای جاذبها ۷۴
شکل ۴-۲۱ - مدل ایزوترم فرندلیچ برای جاذبها ۷۵
شکل ۴-۲۲ - نمودار تندترین شیب صعود ۸۰
شکل ۴-۲۳ - اثرpH بر روی درصد حذف آنتیموان با مقدار جاذب ۱۰ گرم بر لیتر و زمان ۴۵دقیقه ۸۵
شکل ۴-۲۴ - اثر دُز جاذب در زمان ۴۵ دقیقه و pH= ۱/۵ ..... ۸۶

شکل ۴-۲۵ - بهینه سازی شرایط آزمایش بر حسب pH و مقدار جاذب در مدت زمان واکنش ۸۷
شکل ۴-۲۶ - اثر عامل pH بر روی درصد حذف آنتیموان ۸۹
شکل ۴-۲۷ - شرایط بهینه برای کمپوزیت K-nZVI ۹۰
شکل ۴-۲۸ - اثر pH برروی درصد حذف با P-nZVI با مقدار جاذب ۱۰ گرم بر لیتر ۹۳
شکل ۴-۲۹ - اثر دُز جاذب با مدت زمان ۴۵ دقیقه و pH=1.5 ..... ۹۴
شکل ۴-۳۰ - اثر زمان بر روی حذف آنتیموان در pH=1.5 و غلظت جاذب ۱۰ گرم بر لیتر ۹۴
شکل ۴-۳۱ - اثر pH و زمان ۹۵
شکل ۴-۳۲ - نقطه بهینه برای جاذب P-nZVI ۹۶
شکل ۴-۳۳ - آنالیز EDAX و آنالیز ZAF جاذب B-nZVI برای پساب مصنوعی ۹۸
شکل ۴-۳۴ - آنالیز EDAX و ZAF جاذب B-nZVI برای پساب واقعی ۹۸
شکل ۴-۳۵ - آنالیز EDAX و ZAF جاذب K-nZVI برای پساب مصنوعی ۹۹
شکل ۴-۳۶ - آنالیز EDAX و ZAF جاذب K-nZVI برای پساب واقعی ۹۹
شکل ۴-۳۷ - آنالیز EDAX و ZAF جاذب P-nZVI برای پساب مصنوعی ۱۰۰
شکل ۴-۳۸ - آنالیز EDAX و ZAF جاذب P-nZVI برای پساب واقعی ۱۰۰

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱ - مشخصات شیمیایی آنتیموان ۱۴

جدول ۲-۲ - مزایا و معایب روشهای حذف آنتیموان ۲۱

جدول ۲-۳ - مقایسه روش‌های مختلف استفاده شده برای اکسید کردن آنتیمونیت به آنتیمونات ۲۳

جدول ۲-۴ - آلاینده های معمول قابل پاکسازی با nZVI ۲۶

جدول ۲-۵ - مکان های آلوده پاکسازی شده بوسیله ی تکنولوژی nZVI ۳۰

جدول ۳-۱ - ترکیب فازی باطله خروجی از کارخانه فرآوری زرشوران ۳۸

جدول ۳-۲ - نتایج آنالیز خاک سد باطله کارخانه با انحلال به وسیله تیزاب و آزمایش به روش ICP-MS انجام شده در اردیبهشت ۱۳۹۱ ..... ۳۸

جدول ۴-۱- آنالیز BET نمونه nZVI ۵۰

جدول ۴-۲ - داده های BJH نمونه nZVI ۵۱

جدول ۴-۳ - آنالیز XRF نمونه بنتونیت مورد استفاده ۵۳

جدول ۴-۴ - آنالیز دانه بندی کائولینیت ۵۴

جدول ۴-۵ - آنالیز XRF کائولینیت ۵۷

جدول ۴-۶ - آنالیز دانه بندی کائولینیت ۵۸

جدول ۴-۷ - آنالیز XRF پرلیت ۶۱

جدول ۴-۸ - آنالیز دانه بندی پرلیت ۶۲

جدول ۴-۹ - پتانسیل الکترودی استاندارد در دمای ۲۵ درجه ی سانتیگراد ۶۵

جدول ۴-۱۰ - پارامترهای سینتیکی جذب، حل شده به وسیله Solver اکسل ۷۲

جدول ۴-۱۱ - پارامترهای مدل لانگمور ۷۴

جدول ۴-۱۲ - پارامترهای مدل فرندلیچ ۷۵

جدول ۴-۱۳ - سطوح آزمایش‌های عاملی اولیه ۷۶
جدول ۴-۱۴ - آزمایش‌های عاملی اولیه ۷۷
جدول ۴-۱۵ - اطلاعات آنالیز واریانس مدل عاملی کسری اولیه ۷۸
جدول ۴-۱۶ - داده های تندترین شیب صعود ۸۰
جدول ۴-۱۷ - عاملها و سطح های آزمایش‌های اصلی ۸۱
جدول ۴-۱۸ - طراحی آزمایش‌های اصلی و درصد حذف مربوط به هرجاذب ۸۲
جدول ۴-۱۹ - مدل پیشنهادی نرم افزار ۸۳
جدول ۴-۲۰ - آنالیز واریانس مدل ۸۴
جدول ۴-۲۱ - مدلهای پیشنهادی برای جاذب K-nZVI ۸۸
جدول ۴-۲۲ - آنالیز واریانس مدل ۸۹
جدول ۴-۲۳- مدل های پیشنهادی برای P-nZVI ۹۱
جدول ۴-۲۴ - آنالیز واریانس مدل ۹۲
جدول ۴-۲۵ - نتایج دو بار تکرار آزمایش بر اساس شرایط بهینه ۹۶
جدول ۴-۲۶ - مقایسه جاذب های مختلف استفاده شده برای حذف آنتیموان ۱۰۱

فصل ۱– مقدمه

۱–۱– محیط زیست

محیط زیست[1] به همه محیط‌هایی که در آن‌ها زندگی جریان دارد گفته می‌شود. حفاظت محیط زیست در قرن بیست و یکم به عنوان یکی از هشت هدف توسعه هزاره و یکی از پایه‌های توسعه پایدار[2] شناخته می‌شود [۱].

۱–۱–۱– آلودگی محیط زیستی

وارد شدن هرگونه ماده خارجی به آب ، هوا ، خاک و زمین به میزانی که کیفیت فیزیکی ، شیمیایی یا بیولوژیکی آن را به گونه‌ای تغییر دهد که به حال انسان یا سایر موجودات زنده یا گیاهان یا آثار و ابنیه مضر باشد آلودگی محیط زیستی[3] نامیده می شود. این آلودگی ممکن است در هر یک از قسمتهای محیط زیست به وجود آید [۱].

۱–۱–۲– ماده آلاینده

به ماده‌ای گفته می‌شود که دارای غلظتی بیش از غلظت مجاز یا طبیعی بوده و بر روی موجودات زنده اثر نامطلوب داشته باشد. آلاینده[4] ها معمولاً در اثر فعالیتهای انسان پدید می آیند و از همراهان دائمی جوامع پیشرفته بشری که تکنولوژی مدرن را در خدمت دارند، می باشند. آلوده کننده ها عبارتند از:

---

[1] Environment
[2] Sustainable development
[3] Environmental pollution
[4] Pollutant

آلودگیهای حاصل از احتراق، ضایعات صنعتی، مواد رادیواکتیو، زباله شهری، صوت یا سروصدا، حرارت، مواد شیمیایی، آلوده کننده‌های طبیعی (آتشفشان ها ، آتش سوزی جنگلها ، مرداب ها و....) [۱].

۱-۱-۳- آلودگی آب

منظور از آلودگی آب، آلودگی شیمیایی، میکروبی و آلودگی با مواد زاید آب دریاچه ها، رودخانه ها، اقیانوس ها و آب‌های زیرزمینی است. هنگامی که آلودگی ها به طور مستقیم یا غیر مستقیم بدون تصفیه از مواد ترکیبی مضر در آبها تخلیه می‌شوند، آبها آلوده می‌شوند. آلودگی آبها بر گیاهان و ارگانیسم های زنده‌ی درون این آبها اثر می‌گذارد. تقریبا در همه موارد، این اثرات علاوه بر گونه های منفرد و جمعی، گروه های زیستی طبیعی را نیز تخریب می‌کند [۱].

۱-۱-۴- منابع آلودگی آب

۱-۱-۴-۱- منابع آلودگی نقطه‌ای

منابع نقطه ای آلودگی آب به آلودگی‌هایی گفته می‌شود که از طریق آبراهه ای از یک منبع مجزا و متمایز مانند لوله یا کانال وارد آب شوند. به عنوان نمونه از این منابع، می توان از تخلیه فاضلاب تصفیه خانه ها، فاضلاب کارخانه یا فاضلاب شهری را نام برد [۱].

۱-۱-۴-۲- منابع آلودگی غیر نقطه ای

به منابع آلودگی اشاره دارد که محل وارد شدن آلوده کننده به محیط زیست دارای موقعیت جغرافیایی مشخصی نمی‌باشد. زهاب اسیدی معدن و نشت از سد باطله معادن جزء این دسته قرار می‌گیرد.[۱]

۱-۱-۴-۳- سرنوشت آلوده کننده های فلزی

علیرغم منابعی با وسعت زیاد، اغلب آلوده کننده های فلزی سرانجام به آب‌های سطحی و زیر زمینی منتهی می‌شوند. ضایعات فلزی بسیاری از عملیات صنعتی و معدنی مایع می باشند که به راحتی به آب‌های طبیعی می رسند. علاوه بر این، مقادیر زیادی از فلزات به هوا رها شده، نهایتا فرود می آیند یا به

وسیله نشت کردن به سطح زمین می رسند. محلول های حاصل از ترکیبات فلزی سرانجام به آب‌های سطحی و غیر سطحی می پیوندند. [۲]

۱-۲- فعالیت های معدن کاری و محیط زیست

فعالیت های معدن کاری تأثیر عمده‌ای بر عمر رودخانه، آبیاری، آب شرب و چراگاهها دارد. این تاثیرات ناشی از وجود بیش از حد فلزات سنگین، اسیدی شدن آب و ذرات جامد معلق می‌باشد. تأثیر وجود عناصر مهم و میزان غیر مجاز فلزات در آب تنها بر زمین‌های اطراف معدن تأثیر نمی‌گذارد؛ بلکه بسیار گسترده و بعضا چندین کیلومتر دورتر از معدن نیز از آلوده بودن آب آسیب خواهد دید. بدین لحاظ باید نقش فعالیت های معدن کاری در آلوده کردن آب را جدی تلقی کرد و نسبت به منابع آلوده کننده آب توجه خاص داشت.[۳]

۱-۲-۱- منابع آلوده کننده آب در معادن فلزی

۱-۲-۱-۱- پساب کارخانه های فرآوری

نتیجه یک تحقیق از معادن روباز فلزی در کانادا نشان داده است که مقدار تخلیه آب از کارخانه های فرآوری بین ۶۸۰ تا ۴۷۳۰ لیتر در دقیقه به ازاء هر ۱۰۰۰ تن کنسانتره ماده معدنی در روز می‌باشد.[3]

۱-۲-۱-۲- پساب معدن[1]

نتیجه مطالعات در معادن کانادا نشان می دهد که مقدار فاضلابی که در سطح تخلیه می‌شود در معادن زیرزمینی بین ۵۵ تا ۳۱۸۰ لیتر در دقیقه به ازاء هر ۱۰۰۰ تن ماده معدنی در روز و در معادن روباز بین ۱۴ تا ۱۸۱۸ لیتر در دقیقه به ازاء هر ۱۰۰۰تن ماده معدنی در روز می‌باشد.[3]

[1] Mine Wastewater

۱-۲-۱-۳- آلاینده های فاضلاب سطحی

منابع این آلاینده ها عبارتند از: محدوده ای که مواد معدنی بارگیری می‌شوند، مسیر حمل، سنگ شکن، آسیاها، دمپ باطله ها و . . . ؛ میزان آلودگی از این منابع به شرایط نوع ماده معدنی، شرایط اقلیمی و جغرافیای سایت، تکنولوژی فرآوری مواد معدنی، نحوه دمپ باطله ها و . . . بستگی دارد.[۳]

۱-۲-۲- اثرات معادن طلا بر روی محیط زیست

فلزات بخش عمده‌ای از وجود انسان را تشکیل می‌دهند (بخش آهنی خون) و کمبود و یا ازدیاد برخی از آن‌ها می‌تواند سبب بسیاری از بیماری‌ها گردد (کم خونی ، راشیتیسم ، گرفتگی عضلانی ،پوکی استخوان، ناتوانی جنسی و ...). در مقابل برخی از فلزات مانند سرب و جیوه و کادمیم و شبه فلزاتی مانند آرسنیک و آنتیموان حتی با تراکم‌های بسیار پایین نیز کشنده و مضر برای سلامتی بشر می‌باشند[4] .

بسیاری از ذخایر سولفیدی چند فلزی حاوی مقادیر قابل توجهی آنتیموان، آرسنیک، کادمیم، جیوه و... هستند که نمونه آن را در معادن طلای رگه‌ای می‌توان مشاهده نمود. برای مثال یک نوع از ذخایر اصلی طلا ذخایر تیپ کارلین بوده که در آن پیریت فراوان‌ترین سولفید است که معمولاً با سولفیدهای آرسنیک و آنتیموان و جیوه همراه است [۵].

در ایران اکثر ذخایر طلا به صورت سولفیدی می‌باشد. برای مثال ذخایر معادن طلای زرشوران و آق دره دارای مقادیر فراوانی آرسنیک و آنتیموان همراه با جیوه و سرب و بیسموت می‌باشند که همگی از عناصر سمی محسوب می‌شوند؛ بنابراین حتی باطله‌های این معادن نیز بسیار سمی بوده و با در معرض انحلال قرارگرفتن آن‌ها خطر آلودگی کل منطقه وجود دارد. علاوه بر موارد فوق به سبب استفاده از روش سیانوراسیون برای استحصال طلا در اکثر معادن ایران علاوه بر فلزات سنگین سمی شاهد آزادسازی

سیانید[1] در محیط می‌باشیم (خوشبختانه سیانید در معرض تشعشعات ماورای بنفش نورخورشید خاصیت سمی بودنش را از دست می‌دهد). با توجه به این موارد بررسی دقیق آثار زیانبار مواد سمی حاصل از معدنکاری طلا یکی از اساسی‌ترین مطالعات مورد نیاز در بررسی‌های زمین شناسی زیست محیطی معادن می‌باشد [۵].

۱-۲-۳- زهاب اسیدی معدن

زهاب اسیدی معدن[2] یکی از منابع آلوده کننده محیط زیست است که در نتیجه اکسیداسیون کانی‌های سولفید آهن موجود در معدن و باطله‌های معدنی به وجود می آید. شدت و مدت زمان تشکیل AMD بستگی به فاکتورهایی چون زمین شناسی ذخیره، کانی شناسی، هیدرولوژی و تأثیرات آب و هوایی دارد. پساب اسیدی معادن هنگامی که کانی‌های سولفیدی (خصوصاً پیریت) در معرض هوا و آب در محیط اکسیدی معادن روباز یا زیرزمینی قرار بگیرند تولید می‌شود. هوازدگی و اکسیداسیون و در نهایت انحلال کانی‌های سولفیدی در آب سبب ایجاد اسید سولفوریک و انحلال فلزات سنگین و سمی می‌شود که باعث کاهش کیفیت آب‌های سطحی و زیرزمینی می‌گردد. پیریت به عنوان اصلی‌ترین عامل تولید AMD گزارش شده است.

کانی‌های سولفید فلزی در سنگ میزبان بسیاری از کانه‌های فلزی و زغال سنگ وجود دارد. قبل از عملیات معدنکاری، اکسیداسیون این کانیها و نرخ تشکیل اسید، تابعی از فرآیندهای هوازدگی طبیعی می‌باشد. اکسیداسیون در توده کانساری که تحت عملیات معدنکاری و فرآیندهای فرآوری قرار نگرفته باشد بسیار کند است و در نتیجه تولید اسید نیز آهسته است. تخلیه اسید حاصل از اینگونه کانسارها

[1] cyaide
[2] Acid Mine Drainage (AMD)