



بررسی پتانسیل تولید زهاب اسیدی از باطله های کارخانه زغالشویی البرز شرقی با استفاده از آزمایش ABA اصلاح شده

وحید سهرابی^۱، مرتضی قادری^۲ و محمد مهدی سالاری راد^۳

۱- کارشناس پایگاه ملی داده های علوم زمین

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد فرآوری مواد معدنی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر

۳- استادیار دانشکده معدن دانشگاه صنعتی امیرکبیر

Email: sohrabi@ngdir.ir

چکیده

باطله های معدنکاری و فرآوری زغال از جمله مهمترین منابع تولید زهاب اسیدی در اکثر نقاط دنیا می باشند. به همین لحاظ است که بیشترین فعالیتها در ارتباط با شناسایی منابع احتمالی تولید زهاب اسیدی و همچنین روشهای کنترل و خنثی سازی این زهابها در ارتباط با زغال سنگ انجام می گیرد. از آنجا که منطقه زغالی البرز شرقی یکی از مهمترین مناطق تولید کنسانتره زغالسنگ برای استفاده در صنایع فولاد می باشد، مقدار زیادی باطله تولید می کند که قادر به تولید زهاب اسیدی می باشند. با توجه به انباشت مقدار زیادی باطله در اطراف کارخانه زغالشویی البرز شرقی مطالعاتی به منظور بررسی قابلیت تولید زهاب اسیدی از این باطله ها انجام شد. در مطالعات آزمایشگاهی اولیه که بر روی این باطله ها با استفاده از آزمایش استاتیکی ABA اصلاح شده (Modified Acid Base Accounting) انجام شد، مشخص گردید که باطله های قدیمی جیگ دارای قابلیت تولید اسید بوده و باطله های دیگر از نظر تولید اسید وضعیت نامشخصی دارند. به همین جهت برای مشخص شدن وضعیت کلی باطله های انباشته شده انجام آزمایش سینتیکی بر روی این باطله ها برای ادامه کار توصیه می شود.

واژه های کلیدی: زهاب اسیدی، پیریت، آزمایش استاتیکی، ABA اصلاح شده

۱- مقدمه

در بسیاری از ذخایر زغالی مقادیر متنابهی کانیهای سولفیدی، عمدتاً بصورت پیریت وجود دارد. قبل از عملیات معدنکاری اکسیداسیون این کانی ها و نرخ تشکیل اسید، تابعی از فرآیند هوازدگی طبیعی می باشد. 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. زهاب حاصل از اینگونه کانسارها عموماً فاقد تأثیر بر اکوسیستم طبیعی می باشد. عملیات استخراج و فرآوری سبب افزایش نرخ واکنشهای



اکسیداسیون، به دلیل بالا رفتن سطح تماس کانی های سولفیدی با هوا و آب، می شوند و بدین ترتیب باطله های باقیمانده از این فعالیتها همچون منبعی برای آلودگی محیط اطراف بالاخص آبهای سطحی و زیر زمینی خواهند بود.[1]

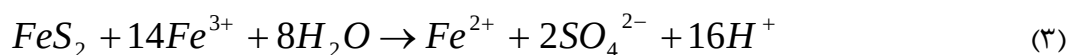
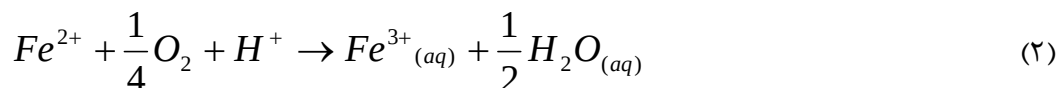
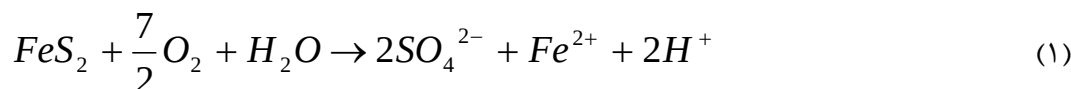
کانی های سولفیدی دارای نرخ اکسیداسیون متفاوتی هستند. از میان کانیهای سولفید فلزی، پیریت، مارکاسیت و پیروتیت دارای بالاترین نرخ اکسیداسیون می باشند.[4]

با توجه به اینکه پیریت عمده ترین کانی سولفیدی موجود در باطله های زغالی است، لذا عامل اصلی تولید زهاب اسیدی در اینگونه باطله ها محسوب می گردد. اکسیداسیون پیریت را می توان به سه مرحله اصلی تقسیم بندی نمود:

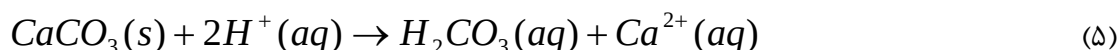
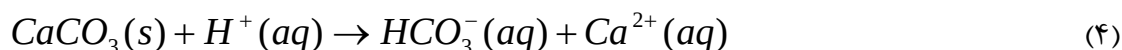
(۱) اکسیداسیون سولفور(واکنش ۱)

(۲) اکسیداسیون آهن دو ظرفیتی(واکنش ۲)

(۳) هیدرولیز و ترسیب کانیها و کمپلکسهای آهن سه ظرفیتی(واکنش ۳)



در اغلب موارد، اسید تولید شده در باطله های سولفیدی با کانیهای دیگر موجود در باطله واکنش داده و خنثی می شود. چنانچه مقدار اسید تولید شده از قابلیت خنثی سازی سنگ میزبان بیشتر باشد، اسید اضافی نشان دهنده قابلیت تولید اسید خالص از باطله ها خواهد بود. از کانی های خنثی کننده می توان به کلسیت، دولومیت، منیزیت و آنکريت اشاره کرد. معادله ۴ واکنش انحلال کلسیت را با اسید تولید شده از سولفید آهن در pH بیشتر از ۶/۴ را نشان می دهد و معادله ۵ واکنش اصلی انحلال را در pH کمتر از ۶/۴ نشان می دهد.





نرخ انحلال کلسیت در واکنشهای ۴ و ۵ نسبتاً سریع است. اما به هر حال نرخ انحلال همه کربناتها یکنواخت نیست. اساساً کربنات منیزیم و دولومیت از نرخ انحلال کمتری نسبت به کلسیت برخوردار می‌باشند[4].

با تفاسیر بالا بر روی باطله های موجود در اطراف کارخانه زغالشویی البرز شرقی که یکی از مهمترین کارخانه های تولید کنسانتره زغالسنگ در ایران می‌باشد، تحقیقاتی جهت برآورد قابلیت تولید اسید باطله های تولید شده از کارخانه طی ۳۰ سال فعالیت مد نظر قرار گرفت. در این مقاله قابلیت تولید زهاب اسیدی از باطله های کارخانه زغالشویی البرز شرقی با استفاده از آزمایش ABA اصلاح شده، که از معتبرترین آزمایش های استاتیکی است، مورد بررسی قرار گرفته است.

۲- موقعیت منطقه

منطقه زغالی البرز شرقی در استان سمنان و در ۱۴۰ کیلومتری مرکز استان، در ۲۵ کیلومتری شمال شرقی شهر دامغان و با فاصله ۷۵ کیلومتر از شهر شاهرود قرار دارد. این منطقه بخشی از ناحیه البرز، در فاصله بین جاده های سمنان- ساری و شاهرود- آزادشهر را در بر می‌گیرد و دارای دو حوضه زغالی مهم شاهرود- دامغان و قشلاق می‌باشد. محدوده البرز شرقی دارای چهار بخش اصلی زغالی کلاریز، پشکلات، رزمجا و ممدویه است که در شمال منطقه مهماندوست قرار دارند. کارخانه زغالشویی البرز شرقی در مسیر روستای مهماندوست- طزره، بعد از روستای مهماندوست و در حدود ۱۱ کیلومتری منطقه زغالی رزمجا قرار دارد. در این کارخانه از روشهای ثقلی و فلوئاسیون برای پریار سازی زغال استفاده می‌شود. گازوییل و روغن کاج تنها مواد شیمیایی مورد استفاده در این کارخانه است.

۳- انجام مطالعات تئوری و انتخاب روش انجام آزمایش استاتیکی

معمولاً برای پیش بینی اولیه قابلیت تولید اسید در باطله های معدنی از آزمایش های استاتیکی استفاده می‌شود. آزمایش های استاتیکی در حقیقت باطله های معدنی را از نظر پتانسیل تولید اسید، تقسیم بندی می‌کنند. در این آزمایش ها، ماکزیمم پتانسیل تولید اسید (AP)^۱ و ماکزیمم پتانسیل خنثی سازی نمونه (NP)^۲ اندازه گیری شده و پس از مقایسه این دو مقدار، پتانسیل خنثی سازی خالص نمونه (NNP)^۳

^۱Acid Potential

^۲Neutralization Potential

^۳Net Neutralization Potential



بدست می‌آید و وضعیت نمونه مشخص می‌شود. AP، NP و NNP برحسب $\text{KgCaCO}_3/\text{ton}$ بیان می‌شوند. آزمایش‌های استاتیکی ABA (Acid Base Accounting) از معتبرترین آزمایش‌هایی هستند که برای ارزیابی پتانسیل تولید اسید نمونه‌های معدنی استفاده می‌شود. از میان این آزمایش‌ها، روش ABA اصلاح شده بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد. دستورالعمل آزمایش ABA اصلاح شده به صورت زیر است [2,7,8,9]:

۱- ابتدا نمونه خرد و سپس پودر می‌شود تا جایی که ۸۰٪ نمونه از نظر ابعادی کوچکتر از ۶۰ مش (سری تیلور) باشد. لازم به ذکر است که باطله‌های کانه‌آرایی باید در همان ابعاد بدست آمده آزمایش شوند.

۲- آنالیز نمونه برای بدست آوردن سولفور کلی

۳- مشخص کردن pH نهایی نمونه

۴- استفاده از اسیدکلریدریک دقیقاً ۰/۱ نرمال برای استاندارد کردن محلولهای ۰/۱ و ۰/۵ نرمال هیدروکسید سدیم که خود برای استاندارد کردن محلولهای ۰/۱ و ۰/۵ نرمال اسیدکلریدریک به کار می‌روند.

۵- اضافه کردن چند قطره اسید کلریدریک ۲۵٪ به ۱ تا ۲ گرم نمونه پودر شده که در شیشه ساعت قرار دارد. پس از مشاهده واکنش، نرخ فیز به صورت "بدون واکنش (non)، ضعیف (slight)، متوسط (moderate) و قوی (strong) مشخص می‌شود (جدول ۱).

۶- حدود ۲ گرم از نمونه آماده سازی شده را در یک ارلن مایر ۲۵۰ میلی لیتری ریخته و اسید کلریدریک با حجم و نرمالیت مشخص که بر اساس آزمایش فیز (جدول ۲) انتخاب شده به آن اضافه می‌شود.

۷- محتویات ظرف به وسیله یک شیکر (Shaker) به مدت ۲۴ ساعت تکان داده می‌شود. حداقل یکبار در طول دوره آزمایش و ترجیحاً پس از گذشت ۶ ساعت از آزمایش، pH پالپ اندازه گیری می‌شود. اگر pH بیشتر از ۲ بود مقداری اسید کلریدریک (بین ۱/۵ تا ۲ میلی لیتر) با خصوصیات اولیه به ظرف محتوی نمونه اضافه می‌گردد و مقدار اسید اضافه شده ثبت می‌شود.

۸- بعد از ۲۴ ساعت، pH پالپ اندازه گیری می‌شود. اگر حجم کل و قدرت اسید مناسب باشد، pH پایانی در محدوده ۲ تا ۲/۵ خواهد بود. اگر pH بیشتر از ۲/۵ باشد، چنین می‌توان استنباط کرد که مقدار اسید اضافه شده برای انجام واکنش ناکافی بوده است. اگر pH کمتر از ۲ باشد چنین نتیجه گیری



می‌شود که اسید اضافه شده بیشتر از نیاز واکنش بوده است و باعث انجام واکنش بیش از حد معمول شده است. در هر یک از موارد یاد شده باید آزمایش با حجم بیشتر یا کمتر و یا اسید کلریدریک با قدرت لازم دوباره انجام شود.

جدول ۱- حجم و نرمالیت اسید مورد استفاده در آزمایش ABA اصلاح شده بر اساس آزمایش فیز

خصوصیات اسید کلریدریک		آزمایش Fizz
نرمالیت	حجم (ml)	
۰/۱	۲۰	بدون واکنش
۰/۱	۴۰	ضعیف
۰/۵	۴۰	متوسط
۰/۵	۸۰	قوی

۹- محتویات ظرف با استفاده از هیدروکسید سدیم ۰/۱ نرمال یا ۰/۵ نرمال (مطابق نرمالیت اسید کلریدریکی که در مرحله ۵ استفاده می‌شود) تا $\text{pH} = 8/3$ تیترو می‌شود.

۱۰- پس از پایان آزمایش مقادیر پتانسیل خنثی سازی و تولید اسید به روش زیر محاسبه می‌شود. اختلاف AP و NP، پتانسیل خنثی سازی خالص (NNP) را نشان می‌دهد و نسبت این دو مقدار (NP/AP) نمونه را بر اساس پتانسیل مصرف و تولید اسید طبقه بندی می‌کند. معمولاً برای آسان کردن مقایسه مقادیر، AP، NP و NNP به صورت $\text{KgCaCO}_3/\text{ton}$ بیان می‌شود.

برای محاسبه پتانسیل اسیدزایی، سولفور کلی نمونه آنالیز می‌شود. با فرض تبدیل کل سولفور به سولفات و تولید ۴ مول اسید به ازای اکسیداسیون هر مول سولفید (با فرض اینکه پیریت منبع سولفور نمونه است)، مقدار AP با استفاده از فرمول زیر بدست می‌آید:

$$\text{AP} = \%S \times 31/25 \quad (6)$$

پتانسیل خنثی سازی نمونه به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{NP} = [(N \times V)_{\text{HCl}} - (N \times V)_{\text{NaOH}}] \times 50 / W \quad (7)$$

که در آن:



N: نرمالیت، V: حجم بر حسب میلی لیتر، W: وزن نمونه می باشد. در نهایت اطلاعات زیر از انجام آزمایش بدست می آید: $\%S_t$

نرخ فیز، pH نهایی نمونه، آنالیز سولفور کل ()، AP، NP، پتانسیل خنثی سازی خالص (NNP) و نسبت NP/ AP تفسیر نتایج آزمایش ABA اصلاح شده بطور خلاصه در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- تفسیر نتایج آزمایش ABA اصلاح شده

معیار	فاقد پتانسیل تولید اسید	حد واسط	دارای پتانسیل تولید اسید
NNP	$>20 \text{ KgCaCO}_3/\text{ton}$	$<20 \text{ KgCaCO}_3/\text{ton}$ یا $>-20 \text{ KgCaCO}_3/\text{ton}$	$<-20 \text{ KgCaCO}_3/\text{ton}$
NP/AP	$>3/1$	بین $3/1$ و $1/1$	$<1/1$

۴- شناسایی منابع آلودگی و نمونه برداری

در مطالعات صحرایی ۵ منطقه انباشت باطله در محدوده کارخانه زغالشویی شناسایی شد. از آنجا که تنها این ۵ محدوده می توانست مولد احتمالی زهاب اسیدی باشد، لذا نمونه گیری از این مناطق مدنظر قرار گرفت. برای نمونه گیری، توجه به روش انباشت، بهترین روشهای نمونه گیری، روش معمول نمونه برداری در منطقه و همچنین میزان باطله های هر بخش مورد توجه قرار گرفت. در زیر مناطق نمونه برداری و موقعیت آنها آورده شده است:

باطله های قدیمی جیگ: این باطله ها در شرق و شمال شرقی کارخانه زغالشویی قرار دارد. سن آنها بیش از ۸ سال است. این باطله ها در محدوده ای به طول و عرض ۵۰۰ و ۲۰۰ متر و ارتفاع ۱۰ تا ۱۵ متر انباشته شده است که بیشترین مقدار باطله انباشته شده را شامل می شود.

باطله های جدید جیگ: این باطله ها در شمال شرقی کارخانه به صورت کپه ای انباشته شده است که تعداد آنها ۲۰۰۰ کپه می باشد.

سد فلوتاسیون در حال تخلیه: سن این باطله ها در حدود ۲ سال بود که در بخش جنوبی کارخانه انباشته شده بود. ارتفاع باطله انباشته شده در این سد در حدود ۶ متر بود.

باطله های قدیمی فلوتاسیون: این باطله ها به صورت دره ای در جنوب غربی کارخانه انباشته شده اند و سن آنها بیش از ۸ سال می باشد.



باطله های فلوتاسیون با سن متوسط: این باطله ها در جنوب شرقی کارخانه انباشته شده بود. این باطله ها بسیار ریزدانه بوده و از نظر ظاهری بسیار شبیه کانی های رسی و گل بود. سن آنها در حدود ۴ تا ۸ سال بود. جدول ۳ نوع و تعداد نمونه های برداشت شده از هر یک از منابع آلودگی را نشان می دهد.

۴-۱- آماده سازی نمونه ها

قبل از انجام هر آزمایشی نیاز است نمونه ها با توجه به دستورالعمل آن آزمایش آماده شوند. از آنجا که در این تحقیقات انجام آزمایش ABA اصلاح شده و در پی آن در صورت لزوم آزمایش سلول مرطوب پیش بینی شده بود، لذا لازم بود تا نمونه ها بر اساس شرایط این آزمایش ها آماده سازی شوند. نمونه های جمع آوری شده بر اساس فلوشیت موجود در شکل ۲ آماده سازی شد.

جدول ۳- نوع و تعداد نمونه های برداشت شده از هر یک از منابع آلودگی

ردیف	نوع باطله	سن تقریبی	تعداد نمونه برداشت شده
۱	باطله های قدیمی جیگ	بیش از ۸ سال	۱۰
۲	باطله های جدید جیگ	۰-۲ سال	۴
۳	سد فلوتاسیون در حال تخلیه	۰-۲ سال	۱۲
۴	باطله های قدیمی فلوتاسیون	بیش از ۸ سال	۵
۵	باطله های فلوتاسیون با سن متوسط	۴-۸ سال	۵

۵- انجام آزمایش های ABA اصلاح شده

۵-۱- آزمایش فیز

فیز صدایی است که پس از اضافه کردن اسید به نمونه از آن شنیده می شود. آزمایش فیز یک آزمایش کیفی است و معیار خاصی برای آن وجود ندارد و معمولاً با توجه به تجربه و نظر اپراتور آزمایشگاه مشخص می شود. با توجه به کیفی بودن آزمایش فیز، برای مقایسه شدت فیز نمونه ها، کلیه این آزمایش ها در یک زمان انجام شد و در صورت تشخیص عدم صحت فیزها در طول آزمایش، حجم و نرمالیت اسید مورد استفاده اصلاح گردید. روش انجام این آزمایش به ترتیبی است که در زیر آورده شده است.

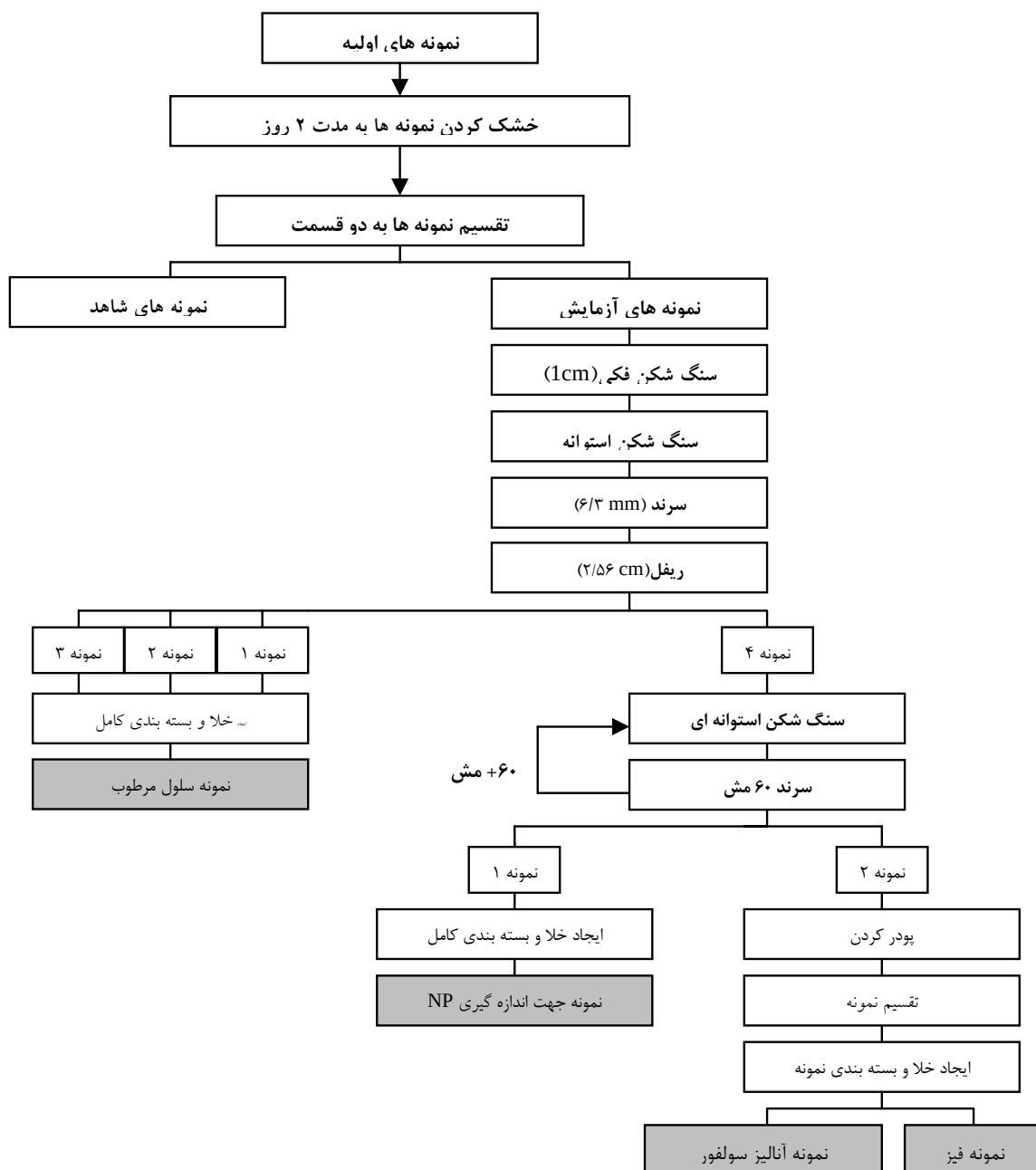


ابتدا حدود ۱ تا ۲ گرم نمونه پودر شده را در شیشه ساعت قرار داده و اسیدکلریدریک ۲۵٪ با قطره چکان بر روی آن ریخته شد. بر اساس شدت صدای شنیده شده، فیز نمونه ها تعیین گردید. جدول ۵ فیز انتخابی نمونه های مختلف را بر اساس نوع و شماره نمونه باطله نشان می دهد.

پس از تعیین فیز نمونه ها، نرمالیت و حجم اسید و باز مورد استفاده در انحلال کانی های کربناته و تیتراسیون مشخص شد. برای اندازه گیری NP حدود ۲ گرم از نمونه را در یک ارلن مایر ریخته و سپس بر اساس آزمایش فیز اسیدی با نرمالیت و حجم مقتضی به نمونه افزوده شد. محلول اسیدی و نمونه به مدت ۲۴ ساعت در شیکر قرار گرفته و تکان داده شد. در ضمن پس از ۶ ساعت از شروع آزمایش، pH محلول اندازه گیری شده و در صورت نیاز مقداری اسید به ظرف اضافه گردید. پس از پایان آزمایش دوباره pH محلول اندازه گیری شد و در صورتی که pH بین ۲ تا ۲/۵ بود، اسلاری حاصله با استفاده از کاغذ صافی، صاف گردید و با استفاده از تیترا تور اتوماتیک تا pH=8/3 تیترا شد. چنانچه pH نهایی پس از ۲۴ ساعت در محدوده ۲-۲/۵ نبود، آزمایش با مقدار اسید مقتضی دوباره انجام شد. جدول ۴ اطلاعات مربوط به شرایط آزمایش های ABA اصلاح شده برای ۱۰ نمونه را نشان می دهد. جدول ۵ نیز نتایج حاصل از آزمایش های ABA اصلاح شده را در خود جای داده است.

۵-۳- تعیین AP

جهت محاسبه AP، سولفور موجود در نمونه ها اندازه گیری شد. با توجه به اینکه سولفور به اشکال مختلف در باطله ها وجود دارد، معمولاً ملاکهای متفاوتی برای اندازه گیری AP استفاده می شود. در بسیاری موارد شکل های مختلف سولفور اندازه گیری شده و در نهایت با تعیین سولفور سولفیدی، مقدار AP محاسبه می شود. در برخی موارد هم، مقدار سولفور خنثی که در کانی هایی از قبیل ژپس و باریت تجمع یافته است، از مقدار سولفور کلی نمونه کاسته شده و سپس مقدار حاصله به عنوان ملاک تعیین AP بکار می رود. اما امروزه استفاده از سولفور کلی به عنوان ملاکی جهت تعیین AP گسترش بیشتری یافته است. اگرچه این روش در تئوری اشتباه به نظر می رسد ولی با توجه به اینکه نرخ انحلال کانی های کربناته بسیار کمتر از کانی های سولفیدی است و از طرفی مقداری از گوگرد ارگانیکی در تولید اسید شرکت می کند، لذا نتایج این روش به واقعیت نزدیکتر است. همچنین استفاده از این روش، هزینه انجام آزمایش های اندازه گیری سولفور را نیز کاهش می دهد [1,2]. با توجه به موارد مذکور، در آزمایش های اندازه گیری سولفور از سولفور کلی به عنوان ملاک تعیین AP استفاده شد. برای تعیین سولفور کلی نمونه ها از کوره لکوی (LECO) موجود در سازمان زمین شناسی استفاده شد. پس از تعیین سولفور کلی نمونه ها، مقدار AP با استفاده از فرمول ۶ محاسبه گردید.



شکل ۲- نمودار مراحل آماده سازی نمونه ها



۵-۴- انجام محاسبات

پس از انجام آزمایش ها، مقادیر AP ، NP و در نهایت NP/ AP محاسبه گردید. جدول ۴ اطلاعات مربوط به شرایط آزمایش های ABA اصلاح شده را نشان می دهد. جدول ۵ نیز نتایج آزمایش های ABA اصلاح شده را ارائه کرده است. پس از محاسبه نتایج، با استفاده از اطلاعات هر بخش نمودار مربوط به آن با توجه به نسبت NP/ AP رسم شد. این نمودارها را می توان در شکل های ۳ تا ۷ مشاهده کرد.

لازم به ذکر است در این نمودارها نقاطی که بالای خط $NP/ AP=3$ قرار دارند از نظر تولید اسید دارای وضعیت بی خطر می باشند و نقاطی که دارای NP/ AP مابین خطوط ۱ و ۳ می باشند از نظر تولید اسید دارای وضعیت نامشخص می باشند و نقاط زیر خط $NP/ AP=1$ مولد اسید هستند. همانطور که در شکل ۸ مشاهده می شود نمودار میله ای دیگری جهت مشخص کردن توزیع مقادیر NNP نمونه های آزمایش شده رسم شد. بر اساس این نمودار اکثر نمونه های آزمایش شده از نظر اسید زایی در محدوده نامشخص قرار دارند.



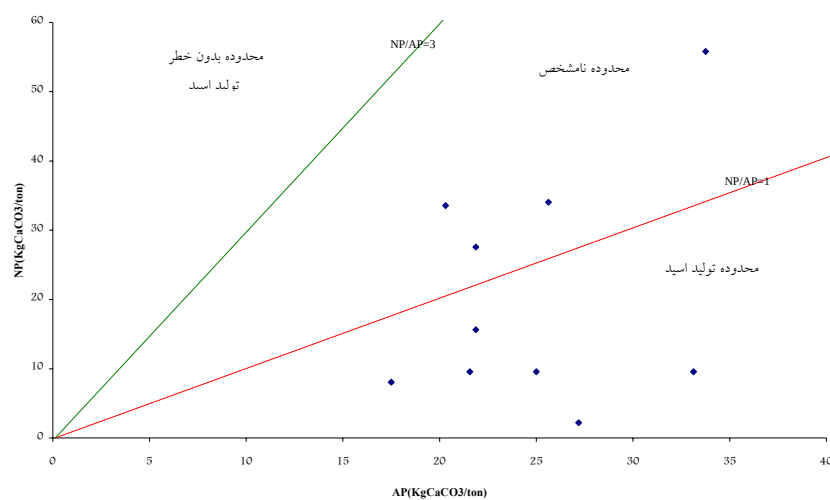
جدول ۴- مشخصات شرایط آزمایش ABA اصلاح شده

شماره نمونه	نرخ فیز	اسید اضافه شده		pH پس از ۶ ساعت	اسید اضافه شده پس از ۶ ساعت	pH پایانی	مشخصات باز	
		حجم	نرمالیت				نرمالیت	حجم
1	بدون واکنش	20	0/1	2/08	1/6	2/2	0/1	15/32
2	بدون واکنش	20	0/1	1/81		2/01	0/1	16/81
3	بدون واکنش	20	0/1	2/4	2	2/42	0/1	10/88
4	بدون واکنش	20	0/1	4/29	8/5	2/37	0/1	6/03
5	بدون واکنش	20	0/1	1/67		2/01	0/1	19/10
6	بدون واکنش	20	0/1	2/17	1/5	2/16	0/1	7/79
7	ضعیف	40	0/1	1/6		2/07	0/1	26/49
8	بدون واکنش	20	0/1			2/05	0/1	8/60
9	بدون واکنش	20	0/1	1/63		2/3	0/1	16/17
10	بدون واکنش	20	0/1			2/15	0/1	11/10

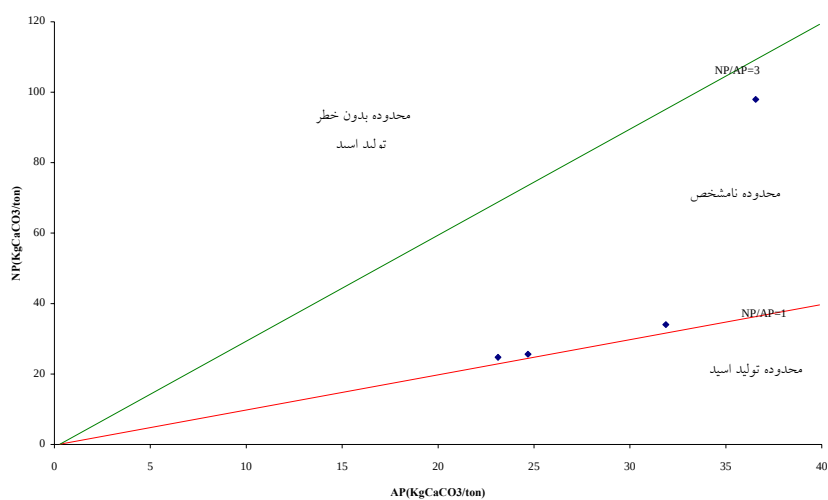


جدول ۵- نتایج حاصل از آزمایش ABA اصلاح شده

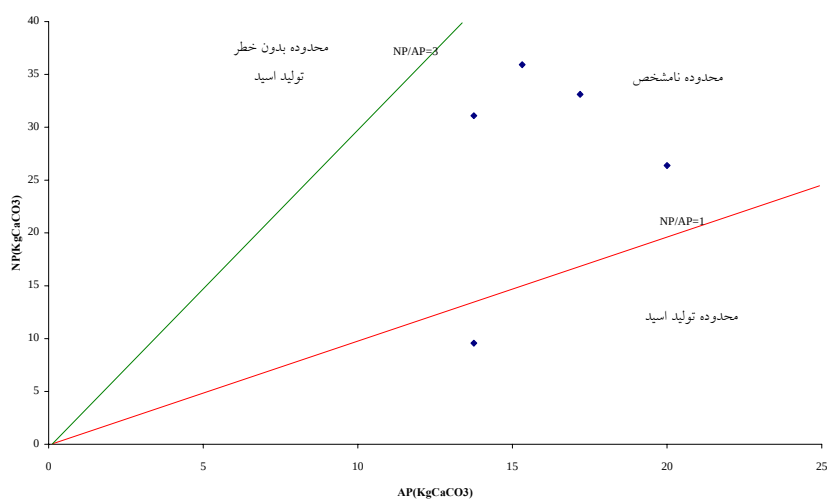
شماره نمونه	وزن نمونه	S درصد	NP مقدار	AP مقدار	NP/AP	NNP	نوع باطله
1	2/01	0/70	15/62	21/88	0/71	-6/25	جیگ قدیمی
2	1/98	0/56	8/06	17/50	0/46	-9/44	جیگ قدیمی
3	2/02	0/70	27/58	21/88	1/26	5/70	جیگ قدیمی
4	2/01	1/08	55/81	33/75	1/65	22/06	جیگ قدیمی
5	2/03	0/87	2/21	27/19	0/08	-24/98	جیگ قدیمی
6	2/01	0/82	34/04	25/63	1/33	8/41	جیگ قدیمی
7	2/01	0/65	33/56	20/31	1/65	13/24	جیگ قدیمی
8	2/02	1/06	9/57	33/13	0/29	-23/56	جیگ قدیمی
9	2/00	0/80	9/57	25/00	0/38	-15/43	جیگ قدیمی
10	1/95	0/69	9/57	21/56	0/44	-11/99	جیگ قدیمی



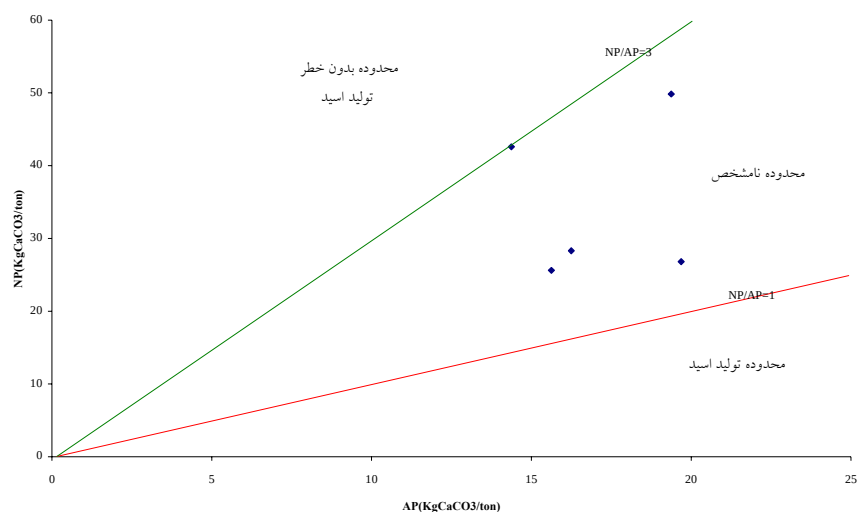
شکل ۳- نتایج آزمایش ABA اصلاح شده روی باطله های قدیمی جیگ



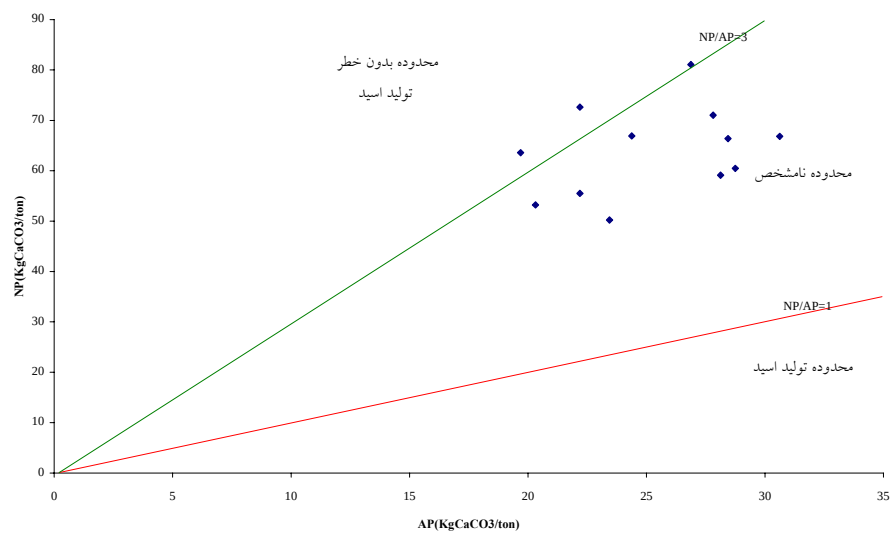
شکل ۴- نتایج آزمایش ABA اصلاح شده روی باطله های جدید جیگ



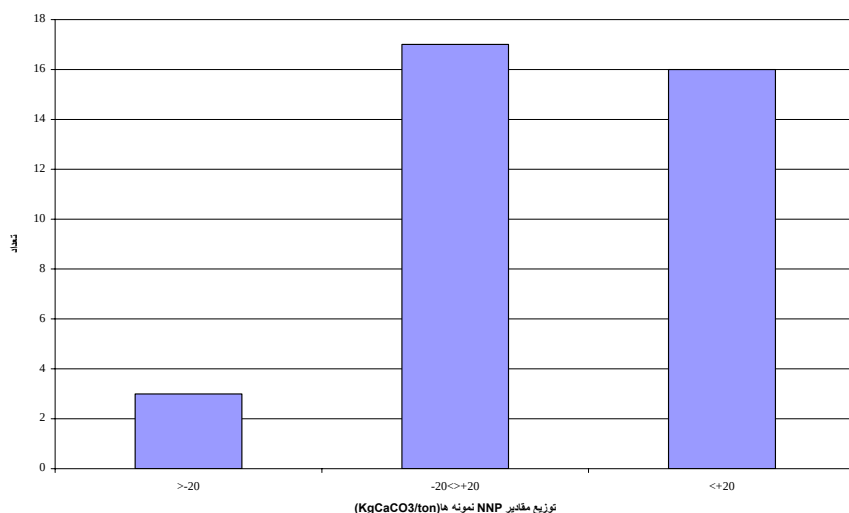
شکل ۵- نتایج آزمایش ABA اصلاح شده روی باطله های قدیمی فلوتاسیون



شکل ۶- نتایج آزمایش ABA اصلاح شده روی باطله های باعمر متوسط فلوتاسیون



شکل ۷- نتایج آزمایش ABA اصلاح شده روی باطله های جدید فلوتاسیون



شکل ۸- توزیع مقادیر NNP در محدوده های مولداسید، نامشخص و بدون پتانسیل تولید اسید

۶- بحث و نتیجه گیری

اکثر نمونه های قدیمی جیگ در محدوده تولید اسید قرار گرفته اند، در حالی که نمونه های جدید جیگ از نظر تولید اسید در محدوده نامشخص قرار دارند. همچنین با مقایسه شکل های ۳ و ۴ می توان دریافت که باطله های جدید جیگ دارای پتانسیل خنثی سازی (NP) بالاتری نسبت به باطله های قدیمی جیگ می باشند که این امر می تواند ناشی از خنثی سازی اسید تولیدی از باطله های قدیمی در خلال سالیان انباشت و یا ایزوله شدن کانیهای کربناته موجود در نمونه ها با هیدروکسیدهای آهن تولیدی از اکسیداسیون پیریت باشد.

همچنانکه در شکل های ۵ تا ۷ مشاهده می شود باطله های جدید فلوتاسیون دارای پتانسیل خنثی سازی خالص بالاتری نسبت به باطله های قدیمی تر بوده و مقادیر آن در باطله های فلوتاسیون جدید مشابه یکدیگر است. همانگونه که در نمودارهای ۵، ۶ و ۷ مشاهده می شود پتانسیل خنثی سازی خالص نمونه های قدیمی و جدید جیگ با یکدیگر متفاوت است. دلیل این مسأله را می توان اینگونه بیان کرد که در طول سالیان انباشت، مقداری از کانی های خنثی کننده به وسیله اسید تولیدی در باطله ها خنثی شده و یا در آبهای فصلی حل شده است و به همین جهت پتانسیل خنثی سازی آن کاهش پیدا کرده است. ولی به هر حال اکثر نمونه های فلوتاسیون از نظر تولید اسید در محدوده نامشخص قرار دارند.

با مشاهده کلی در نمودارهای ۳ تا ۷ می توان دریافت که پتانسیل خنثی سازی خالص اکثر نمونه های آزمایش شده از نظر تولید اسید در محدوده نامشخص قرار دارند. همچنین توزیع آماری پتانسیل خنثی



سازی خالص نمونه ها در نمودار ۸ نشان می دهد که اکثر نمونه ها از نظر تولید اسید دارای وضعیت نامشخص و یا اسیدی می باشند. با توجه به مواردی که در بالا ذکر شد برای مشخص شدن وضعیت کلی باطله های هر بخش و مقایسه آلودگی های تولید شده احتمالی باید آزمایش سینتیکی بر روی نمونه های نماینده این باطله ها انجام شود.

فهرست منابع

- 1-Tom Ridge, Gournor. James. M. (۱۹۹۴), "Coal mine drainage prediction and pollution prevention in Pennsylvania," The Pennsylvania department of environmental protection.
- 2-Kleinmann R.L.P. (۲۰۰۱), "Prediction of Water Quality at Surface Coal Mines", The National Mine Land Reclamation Center.
- 3- E. Holuszko, A. Matheson. (۱۹۹۲), "Pyrite Occurrences in Telkwa and Quinsam Coal Seams", Geological Field Work 1992, Paper 1993-1, British Columbia Geological Survey Branch
- 4-Ian Butler, Stephen Grimes. (۲۰۰۰), "David Rickard, Pyrite Formation in an Anoxic Chemo static", Reaction System, Department of Earth Sciences, Cardiff University, Park Place, Cardiff, CF10 3YE, UK.
- 5-Kim Lapakko. (۲۰۰۱), "Metal mine rock and waste characterization tools", an overview, Minnesota Department of natural resources, division of lands and minerals, 500 Lafayette road, st. Paul.
- 6-Bernhard Dold. (۲۰۰۰). "Basic concepts in Environmental Geochemistry of sulfide mine waste, UNESCO Society of Economic Geologists (SEG)
- 7-U.S. Environmental Protection Agency. (۱۹۹۴) Technical Document: Acid Mine Drainage Prediction, EPA 530-R-94-036. Office of Solid Waste, Special Waste Branch, Washington D. C., December 1994.
- 8-Watzlaf, G.R., (۱۹۹۲). Pyrite Oxidation in Saturated and Unsaturated Coal Waste. In: Proceedings, 1991 National Meeting of the American Society for Surface Mining and Reclamation, Duluth, MN. pp. 191 – 205, June 14-18, 1992.
- 9-EPA, March (۲۰۰۱), Abandoned minesite characterization and cleanup hand book.
- 10- اکتشافات تفصیلی منطقه زغالی رزمجا، ۱۳۵۹، آرشیو بخش اکتشافات مجتمع زغالسنگ البرز شرقی