



تعیین حداکثر بازیابی قابل دستیابی در سلول های پرعيار کنی اولیه مجتمع

مس سرچشمہ

غلام رضا لنگری زاده^{۱*}، محمد جواد حبیبیان^۲ و صمد بنیسی^۳

۱. کارشناسان واحد متالورژی امور تغليظ مجتمع مس سرچشمہ

gh_langari@nicico.com

۲. دانشیار بخش مهندسی معدن دانشگاه شهید باهنر کرمان

Banisi@mail.uk.ac.ir

چکیده

بر اساس طراحی اولیه کارخانه تغليظ مجتمع مس سرچشمہ، بازیابی سلول های پرعيار کنی اولیه برای خوارکی با عیار ۱/۱۷ درصد مس و تولید کنسانتره ای با عیار ۷/۶۰ درصد مس ۹۶ درصد می باشد. در حال حاضر با توجه به کاهش عیار مس خوارک ورودی به ۰/۹ درصد مس متوسط بازیابی در این سلول ها ۸۵/۶ درصد است. جهت بررسی حداکثر بازیابی قابل دستیابی برای شرایط حاضر در سلول های پرعيار کنی اولیه، روشهای تعیین قابلیت شناور شوندگی از جمله آنالیز رهایی، آنالیز درختی و... مورد بررسی قرار گرفت. هدف اصلی این روشهای مشخص کردن رابطه ایده آل بازیابی و عیار کنسانتره است و شرایط عملیاتی شناور سازی با توجه به نحوه آزمایش در نتایج بدست آمده تاثیر گذار نیست. روش آنالیز درختی نسبت به بقیه روشهای برای تعیین حداکثر بازیابی در سلول های پرعيار کنی اولیه مناسب تشخیص داده شد. نتایج حاصل از آنالیز درختی نشان داد که در شرایط موجود دستیابی به بازیابی ۹۱ درصد برای تولید کنسانتره ای با عیار ۷-۹ درصد در سلول های پرعيار کنی اولیه امکان پذیر است.

واژه های کلیدی: فلوتاسیون، سنگ معدن مس، بازیابی، قابلیت شناور شوندگی، آنالیز رهایی، آنالیز درختی

*رفسنجان، مجتمع مس سرچشمہ، امور تغليظ، واحد متالورژی



مقدمه

با افزایش عمق معدن مس سرچشمه و کاهش عیار حد، عیار مس سنگ معدن ارسالی به کارخانه تغليظ ار ۱/۱۷٪ مس طراحی اوليه به ۰/۹ درصد کاهش يافته است. بنابراین اولین موضوعی که در بررسی علل کاهش بازیابی در سلول های پرعیار کنی اولیه باید مورد بررسی قرار گیرد این است که میزان حداکثر بازیابی قابل دستیابی در سلول های پرعیار کنی اولیه در شرایط کنونی چه مقدار است؟ برای جواب این سوال باید قابلیت شناوری سنگ معدن ورودی به کارخانه در حال حاضر مورد بررسی قرار می گرفت که در این تحقیق از شاخص های حد جدایش و منحنی های قابلیت شناوری استفاده شده است.

شاخص های تعیین حد شناورسازی

شاخص قابلیت پرعیارشوندگی یا تغليظ پذيری که در صنعت فرآوری زغال سنگ به شستشو پذيری نيز معروف است معیاري است که با توجه به آن قابلیت پرعیارشوندگی کانی سنجیده می شود. اين شاخص به عنوان استانداردي برای ارزیابی يك ماشین ، مقایسه بين ماشین های مختلف با خوراک های مختلف نيز بكار می رود. شاخص قابلیت شستشو برای روش های جدایش که اساس آنها ثقل است معمولا با استفاده از آنالیز غرق و شناورسازی بدست می آيد. در اين شيوه بر اساس اختلاف چگالي بين کانی بالارزش و بي ارزش مواد معدني به دسته های مختلف تقسيم بندی می شود. اين شاخص برای فرآيندهايي که ماده بالارزش با استفاده از روش های ثقلی از گانگ جدا می شوند مناسب است (مثل زغال سنگهاي با ابعاد بزرگتر ار ۵ ميليمتر) اما برای فلوتاسيون که در آن توجه اصلی به خواص سطحي است و به چگالي مربوط نمي باشد قابل کاربرد نيست. برای شاخص گذاري قابلیت شناورسازی کانيهای لازم است از روشی استفاده شود که بر مبنای خواص سطحی استوار باشد روش بررسی درجه آزادی از طريق آنالیز رهایی (Release analysis) در ابتدا برای کانسارمس مورد استفاده قرار گرفت و بتدریج برای زغالسنگ نیز بکار برده شد. همراه با پیشرفت های بوجود آمده در فرآيند فلوتاسيون و روش های تعیین قابلیت شناورسازی و با توجه به نقش تجربه در انجام آنالیز رهایی استفاده از روش هایی که کمتر به عملکرد آزمایشگر متکی باشد ضروري می باشد. بنابراین روش انجام آزمایش رهایی رفته تکمیل شده و علاوه بر آن آزمایش های دیگری مانند آنالیز درختی (Tree analysis)، آزمایش قابلیت شناوری پیشرفت (Advanced Flotation Washability) و ... نیز ارائه شدند. هر یک از این روشها از نظر نوع آزمایش و همچنین نتایج حاصل دارای تفاوت هایی نسبت به روش های دیگر می باشند [۱].



در این تحقیق روش‌های مختلف تعیین حد شناورسازی توضیح داده می‌شود و نتایج حاصل از کاربرد روش‌های آنالیز درختی و رهایی در خوارک ورودی به کارخانه پر عیار کنی مجتمع مس سرچشمه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

اهمیت تعیین حد شناورسازی ذرات

مکانیزم‌های مختلفی برای انتقال ذرات کانی از منطقه پالپ به ناحیه کف وجود دارد. این روش‌ها شامل انتقال انتخابی ذره با ارزش توسط حباب و انتقال غیر انتخابی باطله به وسیله دنباله روی و گیر افتادگی یا پوشش می‌باشد. عموماً دنباله روی هیدرولیکی ذرات خیلی ریز به کف اثر مخرب بر کیفیت کنسانتره (محصول) دارد. با توجه به این موضوع سعی شده روش‌هایی ارائه شود که تا حد ممکن مواد انتقال یافته به کف در حالت غیر انتخابی را حذف نموده و به عنوان معیاری برای سنجش عملیات در حالت حقیقی استفاده شود. با استفاده از داده‌های بدست آمده از این روش‌ها منحنی بازیابی تجمعی بر حسب عیار کنسانتره تعیین رسم می‌شود [۲].

در آزمایش‌هایی که برای بدست آمدن منحنی قابلیت فلوتواسیون انجام می‌شود، میزان سینتیک فلوتواسیون اصلاً مهم نیست زیرا آزمایش‌ها تا وقتی که کف حاوی ذرات قابل شناور شدن است ادامه داده می‌شود. بنابراین انتخاب دستگاه برای این نوع آزمایشها مهم نمی‌باشد. آنچه مسلم است اطلاعات قابلیت شناوری به دلایل زیر ضروری می‌باشند:

- الف- یافتن حداکثر قابلیت شناورسازی در عملیات فلوتواسیون برای یک نوع کانی معین
- ب- فراهم شدن یک استاندارد جهت ارزیابی کارآیی یک ماشین فلوتواسیون و انجام مقایسه بین ماشینهای در حال کار با خوارک مختلف
- ج- پیدا کردن دلایل ایجاد مشکل در مدار فلوتواسیون

ویژگیهای روش‌های تعیین قابلیت شناورسازی

برای تعیین قابلیت فلوتواسیون کانیها تاکنون روش‌های مختلفی توسط محققین ارائه شده است. که هر یک دارای مزايا و معایبی می‌باشند اما اعتقاد بر این است که برای تعیین پاسخ ایده آل کانی به فلوتواسیون، روشی که بکار می‌رود باید دارای مشخصات زیر باشد [۳]:

- ۱- وقتی که یک سنگ معدن تحت شرایط ثابت شناور شده و یک کنسانتره تولید می‌کند. تکیه فقط به یک نقطه که دارای عیار و بازیابی معینی است نمی‌تواند شاخص مناسبی برای مقایسه دو سنگ معدن و یا دو نوع دستگاه باشد. بنابراین باید مانند آنالیز غرق و شناورسازی یک منحنی عیار بازیابی را برای یک سنگ معدن معین رسم کرد.



- ۲- جدایش باید بر اساس فلوتاسیون انجام گیرد یعنی بر اساس تفاوت در خواص سطحی ذرات
- ۳- نتایج بدست آمده از هر روش تنها باید به مشخصات سنگ معدن وابسته باشد و ترکب مواد شیمیایی یا نوع ماشین فلوتاسیون نباید موقعیت منحنی را تغییر دهد اگرچه ممکن است نقطه روی منحنی جابجا شود [۴].
- ۴- روش باید برای کلیه محدوده ابعاد خوراک فلوتاسیون بکار گرفته شود، زیرا آزمایش با بخش کوچکی از توزیع ابعادی باعث کسب نتایج اشتباه و نادیده گرفتن توزیع اندازه در پاسخ به فلوتاسیون می شود.
- ۵- روش باید ساده و عاری از خطأ باشد و قابلیت انجام در آزمایشگاه بدون وابستگی به روش و آزمایشگر را داشته باشد.

روشهای تعیین حد شناورسازی ذرات

برای تعیین حد شناورسازی ذرات دو دسته روش عمده مورد استفاده قرار می گیرد که در زیر توضیح داده شده است [۱].

الف - روشهایی ارائه شده بر اساس کشش سطحی بحرانی و زاویه تماس

این روش شامل فلوتاسیون فیلم، تعیین قابلیت فلوتاسیون با لوله Halimoud، فلوتاسیون بدون کف و اندازه گیری زاویه تماس می باشند. به دلایل زیر با این روشهای نمی توان فلوتاسیون در شرایط صنعتی را پیش بینی کرد.

- ۱ عدم هماهنگی از نظر شیمی فلوتاسیون (کلکتور و کف ساز)
- ۲ عدم توانایی رسم منحنی عیاروبازیابی
- ۳ شرایط جریان غیرواقعي داخل سلول
- ۴ عدم سازگاری با شرایط فلوتاسیون صنعتی
- ۵ عدم توانایی در نشان دادن رفتار یک کانی در فلوتاسیون صنعتی

ب - روشهایی ارائه شده بر اساس فلوتاسیون

در این روش از آزمایش فلوتاسیون برای تعیین حد شناورسازی استفاده می شود که با توجه به ترتیب انجام آزمایش، روشهای گوناگونی پیشنهاد داده شده است که در اینجا مورد استفاده در این توضیح داده می شوند.



۱ - روش آنالیز رهایی

روش بررسی درجه آزادی که به آنالیز رهایی نیز از آن یاد می شود در ابتدا برای کانسارت مس بکار گرفته شد ولی در حال حاضر این روش برای بدست آوردن قابلیت شناوری زغالسنگ بکار می رود. در طول زمان این روش توسعه یافته و روش‌های مختلفی برای انجام آزمایشها ارائه شده است.

این روش در سال ۱۹۵۳ توسط C.C.Dell ارائه شده و فرض شده است که ذرات با عیار بالاتر زودتر از ذرات با عیار پایین شناور می شوند. بنابراین کنسانتره حاصل در دقیقه اول دارای عیار بالاتری نسبت به کنسانتره بدست آمده در دقیقه دوم می باشد. اگر کنسانتره ها شناورسازی مجدد شوند، یک ذره که به صورت تصادفی به کنسانتره راه یافته است بعید است که برای بار دوم هم شناور شود [۲۰ و ۵]. آنالیز رهایی به سه روش آنالیز رهایی زمان دار، آنالیز رهایی ساده شده و آنالیز رهایی معکوس انجام می شود که با توجه به شرایط سنگ معدن مس سرچشمۀ از روش آنالیز رهایی معکوس استفاده شد.

در این روش ابتدا تمام مواد با قابلیت شناوری شناور می شوند (با انجام حداقل سه مرحله فلوتاسیون بر روی کنسانتره) و سپس شرایط فلوتاسیون را بتدریج سخت شده و باطله هر بخش به عنوان نمونه نگهداری می شود. (شکل ۱) [۱].

۲ - آنالیز درختی

این روش به وسیله Nicol و همکارانش ارائه شده است و شامل تکرار مراحل فلوتاسیون است. از نظر کلی یک روال مشابه با آنالیز رهایی اصلی دنبال می شود اما تمام کنسانتره ها و باطله ها جداگانه نگهداشتۀ می شوند و هر کدام به صورت جداگانه پر عیارکنی ثانویه و رمک گیر می شوند. در مرحله فلوتاسیون پر عیارکنی اولیه مقدار نسبتا کمی مواد شیمیایی استفاده می شود و کنسانتره و باطله حاصل با اضافه کردن مواد شیمیایی در مراحل بعدی شناورسازی مجدد می شوند. دقت کارایی جدایش کلی می تواند با اضافه کردن تعداد مراحل پر عیارکنی و رمک گیر بالا رود. در خلال این آزمایش، متغیرهای ماشین فلوتاسیون ثابت نگه داشته می شود اما کلکتور و کف ساز در صورت نیاز اضافه می شوند (شکل ۲) [۳ و ۱]. تمام کنسانتره ها و باطله های بدست آمده به صورت افزایش عیار مرتب شده، سپس نمودار بازیابی تجمعی بر حسب مقدار عیار تجمعی رسم می شود. این روش بدليل ایجاد ۱۰ تا ۳۰ بخش مجزا نسبت به روش آنالیز رهایی کاملتر است و نتیجه آن گستردۀ ترشدن منحنی بازیابی وزنی / عیار به محدوده عیار پایین است.

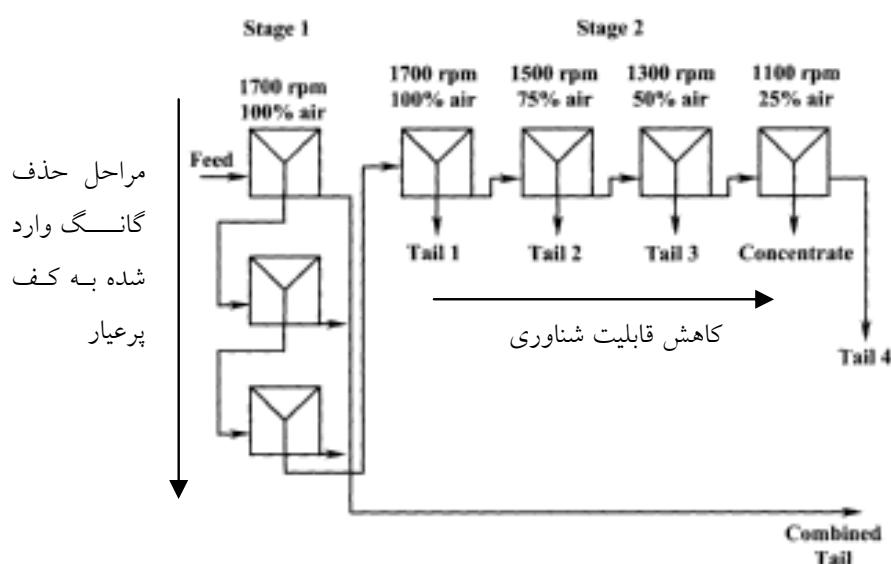
روش کار برای رسم منحنی بازیابی / عیار برای سنگ معدن مس سرچشمۀ

با توجه به امکانات موجود و سنگ معدن مس سرچشمۀ رسم منحنی قابلیت شناور سنگ معدن مس سرچشمۀ در مرحله پر عیار کی اولیه با دو روش آنالیز رهایی معکوس و درختی مورد بررسی قرار

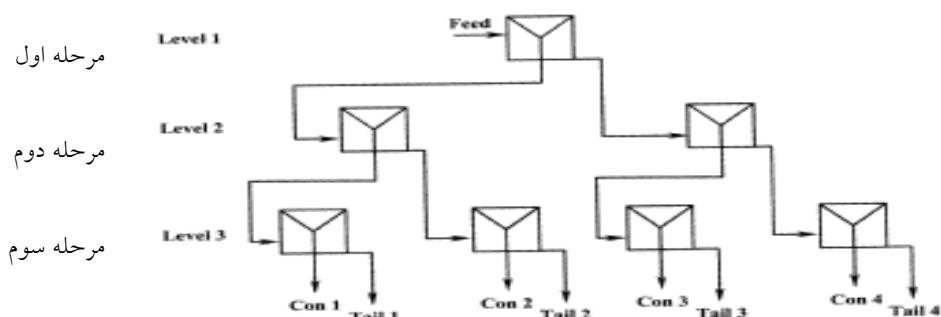


گرفت. نمونه مورد استفاده سریز آسیا های اولیه واحد پر عیار کنی بود. برای انجام آزمون ها ، مواد شیمیایی کمی بیشتر از حالت معمولی کارخانه استفاده شد. در هر مرحله در صورت نیاز مواد شیمیایی اضافه شد. آزمایش ها توسط ماشین فلوتاسیون نوع دنور مدل D12 انجام شد و در مراحل مختلف با توجه به کاهش حجم مواد بترتیب از سلولهای ۱۰ ، ۵ ، ۲/۵ و ۱ لیتری استفاده گردید.

مراحل تقسیم بندی کردن کف پر عیار به بخشها یاب قابلیت شناوری



شکل ۱: شماتیک عملیات آنالیز رهائی معکوس [۵]



شکل ۲ : شماتیک عملیات آنالیز درختی [۵]



آزمون های آنالیز رهائی

چهار آزمایش با روش آنالیز رهایی معکوس انجام شد که تعداد مراحل و زمان کف گیری در حالت آمده سازی نمونه و مرحله حذف مواد بی ارزش که با پدیده دنباله روی به کنسانتره راه پیدا کرده بودند در جدول ۱ و ۲ آورده شده است.

جدول ۱: شرایط انجام آزمون های آنالیز رهایی معکوس

۴	۳	۲	۱	شماره آزمایش
۴	۵	۷	۵	زمان کف گیری (دقیقه)
۲	۲	۳	۳	تعداد مراحل

جدول ۲: شرایط انجام مرحله پاکسازی کنسانتره بسته آمده از مواد بی ارزش ناشی از پدیده دنباله روی در مرحله اول برای هر آزمایش

۴	۳	۲	۱	شماره مرحله
۱۱۰۰	۱۳۰۰	۱۵۰۰	۱۷۰۰	دور همزن (rpm)
۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰	شیر هوا (%)

در آزمایش شماره ۲ بدلیل کمبود نمونه مرحله ۱۱۰۰ دور بر دقیقه و ۲۵٪ هوا انجام نشد.

آزمون های آنالیز درختی

چهار آزمون نیز به روش آنالیز درختی انجام شد که شرایط آنها در جدول ۳ آمده است.



جدول ۳ : شرایط آزمون های آنالیز درختی

۴	۳	۲	۱	شماره آزمون
۴	۳	۳	۳	تعداد مراحل
۵	۵	۳	۵	مرحله ۱
۳	۳	۳	۵	مرحله ۲
۲	۱/۵	۳	۵	مرحله ۳
۱/۵	-	-	-	مرحله ۴

آزمونهای ۱ و ۲ بدلیل مدت زمان کف گیری حجم نمونه برای مراحل بعدی بسیار کم بود به همین دلیل زمان کف گیری در آزمون های ۳ و ۴ متغیر در نظر گرفته شد.

بحث و تحلیل نتایج

نتایج حاصل از آزمون های آنالیز رهائی در جدول ۴ آورده شده است همانطور که مشاهده می شود عیارهای نمونه های مختلف بالا هستند و بنظر می رسد که خارج از محدوده عملیات سلول های پرعيار کنی اولیه قرار دارند.

در جدول شماره ۵ نتایج حاصل از آزمون های آنالیز درختی آورده شده است ، مشاهده می شود که افزایش تعداد مراحل تاثیر چندانی بر پراکندگی نقاط (عیار ها) ندارد و استفاده از زمانهای متفاوت در مراحل مختلف باعث افزایش مقدار نمونه برای مراحل بعدی می شود و تاثیر چندانی بر پراکندگی نقاط ندارد.

در جدول ۶ و شکل شماره ۳ نتایج حاصل از متوسط اعداد بدست آمده از آنالیز درختی و رهائی با هم مقایسه شده اند. همانطور که ملاحظه می شود در آنالیز رهائی پراکندگی نقاط بیشتر است اما اکثر نقاط در منطقه عیار بالا هستند در صورتیکه در آنالیز درختی پراکندگی نقاط در منطقه عیار پایین یا سلول های پرعيار کنی اولیه بیشتر است. بنابراین روش آنالیز درختی برای بررسی قابلیت شناوری در سلول های پرعيار کنی اولیه انتخاب شد و هفت آزمون از نوع آنالیز درختی انجام شد که نتایج آنها در جدول شماره ۷ آورده شده است.



جدول ۴ : نتایج حاصل از آزمونهای آنالیز رهایی

آزمایش ۴		آزمایش ۳		آزمایش ۲		آزمایش ۱		نوع نمونه
بازیابی تجمعی (%)	عيار مس تجمعی (%)							
۴۳/۶۰	۲۶/۹۰	۴۲/۳۹	۲۹/۹۰	۴۰	۲۷/۳۰	۴/۷۷	۳۰/۳۶	C۱
۶۱/۸۲	۲۴/۰۶	۵۷/۲۸	۲۶/۲۲	۶۰/۹۹	۲۴/۴۵	۳۲/۰۷	۲۵/۷۷	C۲
۷۲/۳۸	۲۲/۷۶	۶۹	۲۳/۴۸	۷۴/۸۲	۲۰/۹۴	۴۲/۳۴	۲۳/۹۸	C۳
۸۵/۲۳	۲۱/۳۲	۸۳/۱۴	۲۱/۳۱	۸۹/۶۱	۱۸/۴۱	۶۵/۲۴	۲۱/۴۳	C۴
۹۱/۲۴	۱۹/۹۴	۹۱/۳۴	۱۹/۷۴	۱۰۰	۱/۰۱	۹۱/۳۹	۱۵/۹۸	C۵
۱۰۰	۱/۰۸	۱۰۰	۱/۰۸			۱۰۰	۱/۲۹	T

در شکل ۴ منحنی متوسط قابلیت شناوری خوارک سلول های پرعيار کنی اولیه با مقادیر عملیاتی در حال حاضر مقایسه شده است مشاهده می شود که مقدار بازیابی در حال حاضر بطور حدود ۵ درصد کمتر از میزان بازیابی قابل دستیابی است . یعنی با بهینه کردن شرایط عملیات امکان افزایش حدود ۵ درصد بازیابی برای بدست آوردن کنسانتره ای با عیار مناسب (۹ - ۷ درصد مس) وجود دارد .

نتیجه گیری

- روشهای مختلف تعیین حد شناور سازی ذرات مورد مطالعه قرار گرفت.
- آزمون های تعیین حد شناور سازی ذرات روش مناسبی برای تعیین شرایط بهینه کارکرد سلول های پرعيار کنی اولیه تشخیص داده شد.
- با توجه به امکانات و شرایط سنگ معدن سرچشممه ، روش آنالیز رهائی معکوس و آنالیز درختی برای انجام آزمایشها انتخاب گردیده و با هم مقایسه شدند.
- روش آنالیز درختی برای سلول های پرعيار کنی اولیه و روش آنالیز رهایی معکوس برای مرحله پرعيار کنی نهایی مناسب تشخیص داده شد.
- در روش آنالیز درختی ، افزایش تعداد شاخه ها تاثیر چشمگیری بر پراکندگی نقاط نداشت.



۶ - نتایج حاصل از آنالیز درختی نشان داد که در شرایط کنونی امکان دستیابی به بازیابی متوسط حدود ۹۱ درصد (۵ درصد بیش از بازیابی کنونی) با عیار مس ۹ - ۷ درصد برای سلول های پرعيارکنی اولیه وجود دارد.

جدول ۵: نتایج حاصل از آنالیز درختی

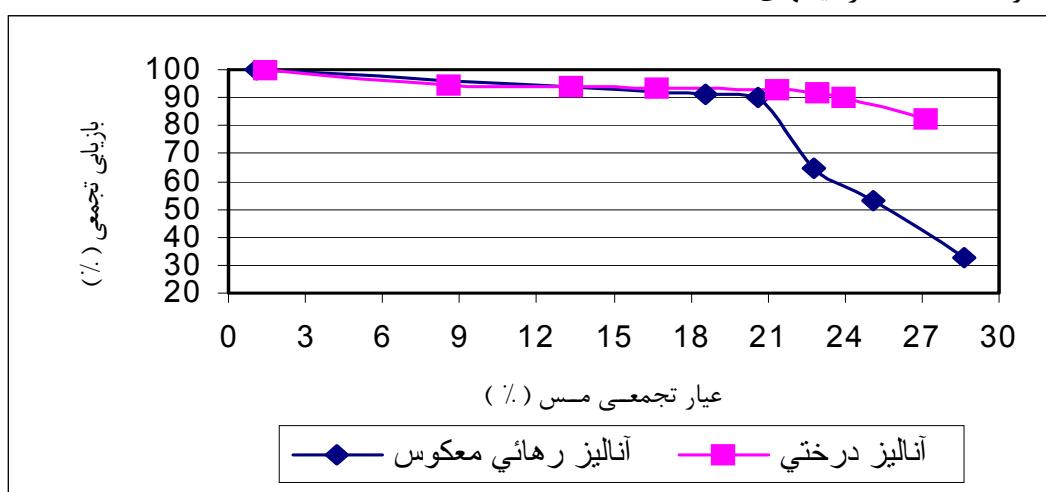
آزمایش ۴		آزمایش ۳		آزمایش ۲		آزمایش ۱		نوع نمونه
بازیابی تجمعی (%)	عیار مس تجمعی (%)							
۵۱/۵۳	۲۶/۱۰	۷۸/۱۴	۲۶/۸۰	۸۱/۴۱	۲۶/۲۵	۸۶/۹۳	۲۸/۳۸	C1
۸۵/۷۳	۲۵/۲۶	۸۹/۷۹	۲۴/۶۴	۸۵/۶۵	۲۴	۹۴/۰۵	۲۲/۳۶	C2
۸۸/۲۴	۲۴/۸۸	۹۲/۷۹	۲۳/۸۱	۸۷/۶۰	۲۲/۴۹	۹۵/۵۵	۲۲/۴۳	C3
۸۹/۶۱	۲۴/۱۰	۹۳/۷۵	۲۳/۲۲	۸۹/۲۱	۱۹/۹۷	۹۵/۷۷	۲۰/۹۱	C4
۸۹/۹۸	۲۳/۶۴	۹۳/۹۰	۱۹/۳۲	۸۹/۹۸	۱۴/۳۴	۶۹/۲۵	۱۶/۳۰	C5
۹۰/۳۳	۲۳/۰۳	۹۴/۱۴	۱۶/۸۳	۹۰/۸۱	۹/۸۳	۹۶/۴۹	۱۳/۳۳	C6
۹۰/۶۱	۲۲/۴۹	۹۵/۲۷	۸/۶۶	۹۱/۳۱	۸/۰۹	۹۶/۸۵	۸/۹۱	C7
۹۰/۹۴	۲۱/۸۸	۱۰۰	۱/۱۱	۱۰۰	۱/۱۹	۱۰۰	۱/۹۹	C8
۹۱/۲۵	۲۱/۲۵							C9
۹۱/۳۴	۲۱/۰۶							C10
۹۲/۹۸	۱۷/۰۳							C11
۹۳/۲۵	۱۰/۰۲							C12
۹۳/۹۱	۹/۹۰							C13
۹۹/۸۲	۱/۰۶							C14
۱۰۰	۱/۰۳							C15



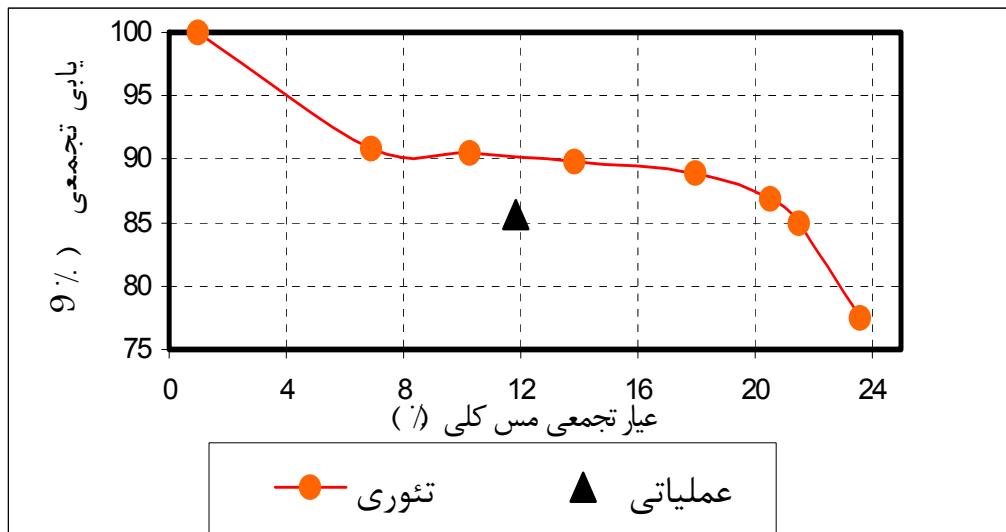
جدول ۶: متوسط اطلاعات بدست آمده از آنالیز درختی و آنالیز رهایی

آنالیز درختی *			آنالیز رهایی		
بازیابی تجمعی %	عيار تجمعی (%) مس)	نوع نمونه	بازیابی تجمعی %	عيار تجمعی (مس) %	نوع نمونه
۸۲/۱۶	۲۷/۱۴	C1	۴۲/۶۹	۲۸/۶۱	C1
۸۹/۸۳	۲۳/۹۶	C2	۶۰/۰۳	۲۵/۱۲	C2
۹۱/۹۸	۲۲/۹۱	C3	۷۲/۱	۲۲/۷۹	C3
۹۲/۹۱	۲۱/۳۹	C4	۸۶/۰	۲۰/۶۱	C4
۹۳/۳۸	۱۶/۶۵	C5	۹۱/۲۹	۱۸/۵۵	C5
۹۳/۸۱	۱۳/۳۳	C6	۱۰۰	۱/۱	T
۹۴/۴۸	۲۵/۶۶	C7			
۱۰۰	۱/۴	C8			

* متوسط اطلاعات آزمایش‌های ۱ تا ۳



شکل ۳: مقایسه منحنی های قابلیت شناوری بدست آمده از آنالیز درختی و آنالیز رهایی



شکل ۴ : مقایسه نتایج حاصل از آزمون قابلیت شناور سازی (آنالیز درختی) با شرایط عملیاتی در حال حاضر



جدول ۷ : نتایج حاصل از آنالیز درختی بر روی خوراک سلول های پرعيار کنی اولیه در هفت روز مختلف در ششماهه دوم سال ۱۳۸۱ و ششماهه اول سال ۱۳۸۲

C۸	C۷	C۶	C۵	C۴	C۳	C۲	C۱	نوع نمونه	
۰/۸۶	۶/۲۰	۷/۷۲	۱۶/۳۹	۱۹/۸۹	۲۲/۰۸	۲۲/۶۲	۲۴/۳۸	عيار مس (%)	روز اول
۱۰۰	۹۲/۹۵	۹۲/۴۹	۹۱/۴۰	۹۰/۷۸	۸۹/۱۶	۸۶/۲۵	۶۴/۹۳	بازیابی تجمعی (%)	
۰/۷۲	۶/۸۲	۱۱/۷۰	۱۳/۳۹	۱۵/۷۶	۱۷/۰۵	۱۷/۸۵	۱۸/۵۵	عيار مس (%)	روز سوم
۱۰۰	۹۲/۵۱	۹۱/۷۰	۹۱/۱۶	۹۰/۲۴	۸۸/۶۰	۸۷/۱۲	۷۹/۲۷	بازیابی تجمعی (%)	
۰/۹۳	۵/۸۱	۸/۴۲	۱۰/۵۸	۱۳/۸۱	۱۶/۶۵	۱۷/۶۹	۱۸/۲۰	عيار مس (%)	روز سوم
۱۰۰	۹۱/۷۸	۹۱/۱۴	۹۰/۱۴	۸۹/۰۵	۸۵/۲۵	۸۲/۳۱	۸۰/۴۸	بازیابی تجمعی (%)	
۰/۸۲	۵/۳۸	۷/۹۷	۱۱/۲۳	۱۵/۲۲	۲۲/۰۱	۲۲/۹۱	۲۳/۸۴	عيار مس (%)	روز چهارم
۱۰۰	۸۷/۷۴	۸۶/۸۲	۸۶/۲۸	۸۵/۴۶	۸۲/۱۰	۸۱/۵۱	۸۰/۱۷	بازیابی تجمعی (%)	
۱/۱۲	۷/۴۳	۹/۴۷	۱۱/۶۹	۱۷/۸۹	۱۹/۷۳	۲۰/۸۳	۲۶/۷۴	عيار مس (%)	روز پنجم
۱۰۰	۸۶/۸۸	۸۶/۲۶	۸۵/۶۶	۸۴/۳۰	۸۳/۰۲	۸۲/۳۴	۷۷/۸۳	بازیابی تجمعی (%)	
۱/۱۹	۸/۰۹	۹/۸۳	۱۴/۳۴	۱۹/۹۷	۲۲/۴۹	۲۴	۲۶/۲۵	عيار مس (%)	روز ششم
۱۰۰	۹۱/۳۱	۹۰/۸۱	۸۹/۹۸	۸۹/۲۱	۸۷/۳	۸۵/۶۵	۸۱/۴۱	بازیابی تجمعی (%)	
۱/۱۱	۸/۶۶	۱۶/۸۳	۱۹/۳۲	۲۳/۲۲	۲۳/۸۰	۲۴/۶۴	۲۶/۸	عيار مس (%)	روز هفتم
۱۰۰	۹۵/۲۷	۹۴/۱۴	۹۳/۹۰	۹۳/۷۵	۷۹/۹۲	۸۹/۷۹	۷۸/۱۴	بازیابی تجمعی (%)	

مراجع

- ۱- Laskowski , Janusz, S. , “Coal flotation and fine coal utilization ” Department of Mining and Mineral Process Engineering the University of British Columbia , Chapter ۴, pp. ۹۵-۱۱۰ , ۲۰۰۱
- ۲ - Dell, C.C., “Determination of froth flotation of washability data”, Journal of the Institute of Fuel, pp. ۵۲۳-۵۲۶, ۱۹۵۷



۷- Pratter , Sttephan , J. , Bensley , Collin , N. , Nicol , Sturt, K. “ An evaluation of the flotation response of coals” , Central Research Laboratories , Broken Hill Proprietary Company Limited , Shorthand , N.S.W. , pp. ۲۴۳-۲۶۳ , ۱۹۸۹

۸- Firth, B.A., Swanson, A.R., Nicol, S.K., “The influence of feed distribution on the staged flotation of poorly floating coal “, Proc. Australas. Inst. Min. Metal. , pp. ۴۹-۵۳, ۱۹۷۷.

۹- Dell , C.C. , “Release analysis , A new tool for ore dressing research” , Recent development in mineral dressing , Institute of Mining and Metallurgy , London , pp. ۷۵-۷۸ , ۱۹۵۳