Archive of SID

نشریه علمی-پژوهشی "مهندسی معدن"

Iranian Journal of Mining Engineering (IRJME)

دوره پنجم، شماره نهم، سال 8389، صفحه 37 تا 45

Vol. 5, No. 9, 2010, pp.37-45

بازیابی طلای پلاسری با استفاده از دستگاه نلسون و میز جمنی (مطالعه موردی: کوه زر دامغان)

محمود عبداللهی[8*]، مهدی ذاکری[2]

1- استاد دانشگاه تربیت مدرس، بخش مهندسی معدن، E-mail: minmabd@modares.ac.ir

2- مربی پژوهشی جهاد دانشگاهی واحد تربیت مدرس، گروه فرآوری مواد معدنی، E-mail: M.zakeri@acecr.ac.ir

(دریافت 28 مرداد 8388 ، پذیرش 9 اسفند 8388)

چکیده

امروزه استفاده از سانتریفیوژ نلسون و میز جمنی در بسیاری از کارخانجات فراوری طلای پلاسری در دنیا جایگزین جداکننده‌های ثقلی متداول همچون جیگ ، اسپیرال ومیز نرمه شده‌اند. دستیابی به بازیابی 99 تا 95 درصدی در کارخانجاتی که از این دستگاه‌ها استفاده کرده‌اند باعث استفاده روز افزون این دستگاه‌ها در کارخانجات طلای پلاسری گردیده است. هدف این مقاله بررسی افزایش بازیابی طلای پلاسری کارخانه طلای پلاسری کوه زر دامغان با استفاده از سانتریفیوژ نلسون و میز جمنی است. نمونه‌های مورد آزمایش با عیار 9/52ppm از ترانشه‌ای که خوراک کارخانه را تامین می‌کرد، انتخاب شد. پارامترهای مورد بررسی در آزمایش‌های نلسون، میزان نرخ خوراک دهی خشک، سرعت دورانی جام دستگاه و فشار آب بودند که در نهایت بهترین بازیابی درنرخ خوراک‌دهی 429 گرم بر دقیقه ، سرعت دورانی 89 درصد سرعت نهایی و فشار آب 3 psi ،معادل 93/92 درصد با عیار کنسانتره 89/8ppm حاصل شد. کنسانتره حاصل از آزمایش بهینه شده نلسون به عنوان خوراک میز جمنی استفاده گردید. پارامترهای مورد بررسی در آزمایش‌های میز جمنی عبارت از فرکانس میز، دبی آب شستشو و نرخ خوراک‌دهی بود که پس از انجام آزمایش‌های لازم مقادیر بهینه آنها به ترتیب برابر 399 دور بر دقیقه، 5/2 لیتر بر دقیقه و 9/8 کیلو گرم بر دقیقه حاصل شد. بازیابی در شرایط فوق الذکرمعادل 87/97 درصد و عیار کنسانتره 69ppm بوده است.

کلمات کلیدی

طلای پلاسری، جدایش ثقلی، میز جمنی، سانتریفیوژ نلسون

[*] نویسنده مسئول عهده‌دار مکاتبات

www.SID.ir

Archive of SID

8- مقدمه

با ابداع سانتریفیوژ نلسون و میز جمنی انقلاب عظیمی در بازیابی ثقلی مواد پلاسری بهخصوص طلا بوجود آمد. این مسئله زمانی در صنعت حائز اهمیت بیشتری شد که محققان توانستند عملکرد دستگاه نلسون را از حالت آزمایشگاهی ونیمه پیوسته به صورت پیوسته و صنعتی تبدیل کنند. تحقیقات متعددی نیز در مورد بهینه نمودن پارامترهای عملیاتی این دستگاهها وبررسی افزایش بازیابی طلا در کارخانجات فرآوری صورت پذیرفته است. گئورگ[1] و همکاران[1] برا ی بهبود بازیابی طلای پلاسری معدن آشانتی[2] در غنا تحقیقاتی را انجام دادند. در تحقیقات آنها با توجه به قفلشدگی شدید ذرات طلا در سنگ بستر، پس از خردایش ذرات طلا به درجه آزادی لازم به منظور استفاده در دستگاه نلسون رسید. نتایج نشان داد که با بکارگیری دستگاه نلسون در کارخانه فرآوری بازیابی طلا تا 16 درصد افزایش یافته است. لوئیز و همکارانش[2] با استفاده از دستگاه نلسون 3 و 7/5 اینچی تحقیقاتی را در زمینه بازیابی طلای پلاسری معادن لاس ماویناس[3] و لوس کولونوس[4] کشور کلمبیا انجام دادند. نتایج بیانگر بازیابی 99-98 درصدی در سه مرحله جدایش با دستگاه نلسون بود. مک لیوی[5] و همکارانش [3] در دانشگاه بریتیش کلمبیا نیز تاثیر پارامترهای همچون سرعت جام دستگاه نلسون و دبی خوراک دهی را بر روی عیار و بازیابی طلا بررسی کردند. با توجه به نتایج بسیار امید بخش استفاده از دستگاه نلسون و میز جمنی امروزه بسیاری از معادن طلای پلاسری دنیا دستگاه نلسون و میز جمنی را در خط فرآوری کارخانجات خود قراردادهاند[4].

کانسار باغو یا کوه زر در 95 کیلومتری جنوب دامغان و در غرب طرود واقع شده است. آبادی باغو در محدوده کانسار و آبادیهای نوا، شیمی و کوه زر در غرب آن قرار دارند. طلای موجود دراین منطقه از نوع پلاسری است یعنی مواد در اثر فرآیندهای مختلف هوازدگی و تخریب کانسار و انتقال طلا (به خاطر مقاومت بالا در برابر هوازدگی)[5] در مکانی دیگرتشکیل شدهاند، لذا برای فرآوری این دسته از مواد معدنی روش فیزیکی پیشنهاد میشود.

کارخانه فرآوری تاسیس شده در معادن کوه زر شامل دستگاههای هیدروسیکلون، اسپیرال، میز لرزان، جیگ، جداکننده مغناطیسی و مارپیچ همفری با بازیابی 44 درصد و عیار کنسانتره 144ppm بود که با توجه به سرمایهگذاریهای بعمل آمده و هزینههای دستگاهی از صرفه اقتصادی برخوردار نبوده است. همچنین با توجه به کمبود آب در منطقه لزوم تغییراتی در فرایند بازیابی ضروری به نظر میرسید. با توجه به کاربرد جداکنندههای مدرن با راندمان بالاتر همانند سانتریفیوژ نلسون و میز جمنی در صنعت فرآوری طلا، بررسی و تحقیقات بیشتر به منظور جایگزینی دستگاههای روز دنیا (همچون نلسون و میز جمنی) در کارخانجات طلای پلاسری با توجه به اکتشافات رو به رشد معادن طلای پلاسری در کشور امری ضروری به نظر میرسد.

2- بخش تجربی

2-8- تهیه نمونه

این منطقه از نظر بررسیهای اکتشافی که توسط شرکت طلای ایران به منظور تامین خوراک کارخانه انجام شده بود، به چهار ناحیه شامل ترانشه شماره 1(1متر اول) ، ترانشه 1(1متر دوم)، ترانشه 2 و چال اکتشافی تقسیم شده است. از آنجاییکه نمونه ترانشه 1(1متر اول) بهدلیل عیار بالاتر به عنوان خوراک کارخانه استفاده میگردید، لذا نمونه این ناحیه برای انجام آزمایشها انتخاب گردید. به منظور نمونهبرداری از ماده معدنی اولین گام محاسبه میزان نمونهبرداری است که از فرمول زیر بهدست آمد[6].

$$W = Kd^{a} \quad (1)$$

که در آن W حداقل وزن نمونه (پوند)، K ثابت نمونهبرداری (که بر اساس نوع ماده معدنی، عیار کانه متغیر بوده و به طور تجربی ارائه میگردد)، d اندازه بزرگترین ذره در نمونه برحسب اینچ میباشد. مقدار a بر اساس فرمول ریچارد برای تمامی حالات برابر 2 میباشد. بر اساس این فرمول جدولی توسط ریچارد ارائه گردیده که بر اساس بزرگترین قطر ذره میزان حداقل نمونه لازم ارائه شده است. بر پایه این جدول با توجه به اینکه بزرگترین ابعاد ذره 6 میلیمتر میباشد حداقل وزن نمونه برای کانههای با عیار بسیار کم 19 پوند معادل 8/55 کیلوگرم بهدست میآید.

با توجه به اینکه مساحت ترانشه 1 (1متر اول) در حدود 54 متر مربع بود شبکه نمونهبرداری بدین صورت انتخاب شد که منطقه را به شبکههای 2 در 2/5 متری تقسیم نموده و از هرشبکه در حدود 8 کیلوگرم و در مجموع حدود 84 کیلوگرم نمونه تهیه شد. ضمنا سعی شده است که نمونه هم از سطح و هم از عمق تهیه شود.

www.SID.ir

Archive of SID

به منظور نمونه‌برداری ابتدا ذرات با دانه‌بندی 6+54- میلی‌متر (از آنجایی‌که در خط فراوری کارخانه ذرات با دانه‌بندی 6+54- میلی‌متر دور ریخته می‌شود)، در سر زمین با سرند جدا شده و بعد از وزن کردن دور ریخته شد. این مواد مجموعا54٪ وزن کل نمونه جمع‌آوری شده را تشکیل می‌داد. در واقع میزان خوراک تهیه شده پس از جدایش ذرات با دانه‌بندی6+ 54- میلی‌متر 84 کیلوگرم بود. نمونه تهیه شده با چند مرتبه تقسیم کردن با دستگاه نمونه تقسیم کن نهایتا به نمونه‌های 4 کیلوگرمی‌تبدیل شد. نمونه‌های 4 کیلوگرمی را برای عیارسنجی آسیا کرده و ابعاد نمونه‌ها تا 45 میکرون کاهش داده شد و از این نمونه نیز با استفاده از دستگاه نمونه تقسیم‌کن، نمونه‌های معرف 1 کیلوگرمی و در نهایتا از آنها نمونه‌های معرف 254 گرمی تهیه شد.

2-2- شناسایی نمونه

2-2-8-تعیین عیار

به منظور تعیین عیار نمونه ابتدا از نمونه‌های معرف254 گرمی (ابعاد ذرات 45- میکرون)، دو نمونه معرف 1 و2 گرمی تهیه شده و توسط تیزاب سلطانی به مدت 1 ساعت در دمای 94 درجه سانتی‌گراد حل شد و سپس محلول بدست آمده برای تعیین عیار طلا با روش ICP آنالیز گردید. نتایج حاصل از عیار سنجی در جدول 1 ارائه شده است.

با توجه به نتایج مندرج در جدول 1، عیار 4/52 ppm که میانگین عیار نمونه 1 و2 می‌باشد، برای نمونه خوراک در نظر گرفته شد.

جدول8: نتایج آنالیز با ICP

وزن نمونه (گرم)	عیار (ppm)
1	4/51
2	4/53

2-2-2- تجزیه سرندی تر نمونه

به منظور تعیین دانه‌بندی یک نمونه1 کیلوگرمی از خوراک تهیه و مورد تجزیه سرندی تر قرار گرفت که نتایج آن در جدول 2 درج شده است. نتایج حاصله دلالت بر آن دارد کهd_{84} نمونه برابر 1244 میکرون می‌باشد.

جدول2: نتایج آنالیز سرندی تر نمونه

اندازه ذرات (میکرون)	وزن مواد روی سرند (گرم)	درصد مواد روی سرند	درصد تجمعی باقیمانده روی سرند	درصد تجمعی عبوری
+2844	144	14/4	14/4	89/6
-2844+2444	33/2	3/32	13/72	86/28
-2444+1444	23/4	2/34	16/1	83/94
-1444+1444	324/4	32/1	48/2	51/8
-1444+854	9	4/9	49	54/9
-854+644	94	9	58	41/94
-644+424	83	8/3	66/3	33/64
-424+212	142	14/2	76/5	23/44
-212+154	48	4/8	81/3	18/64
-154+125	114	11	92/3	7/64
-125+144	19	1/9	94/2	5/74
-144	58	5/8	144	-
جمع	1444	144		

2-2-3-آنالیز XRD

به منظور تعیین فاز عناصر موجود در نمونه، آنالیز XRD انجام شد که نتایج آن در جدول3 و شکل 2 قابل مشاهده است.

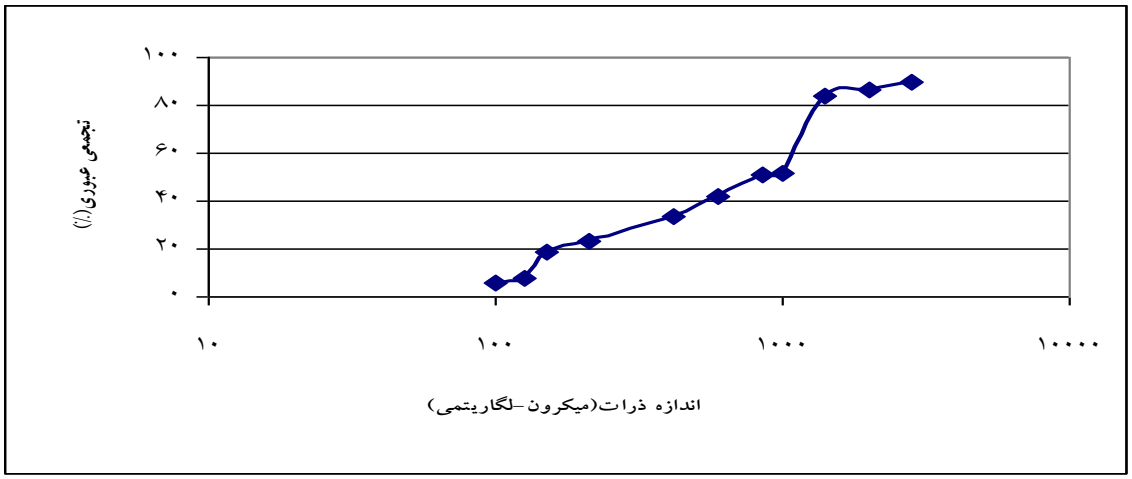
با توجه به نتایج آنالیز XRD مشخص می‌شود که بیشترین درصد فراوانی متعلق به کوارتز می‌باشد. بعد از کوارتز، کلسیت نیز از درصد بالایی برخوردار است. مسکویت دارای کمترین درصد در نمونه است.

جدول3-نتایج آنالیز XRD

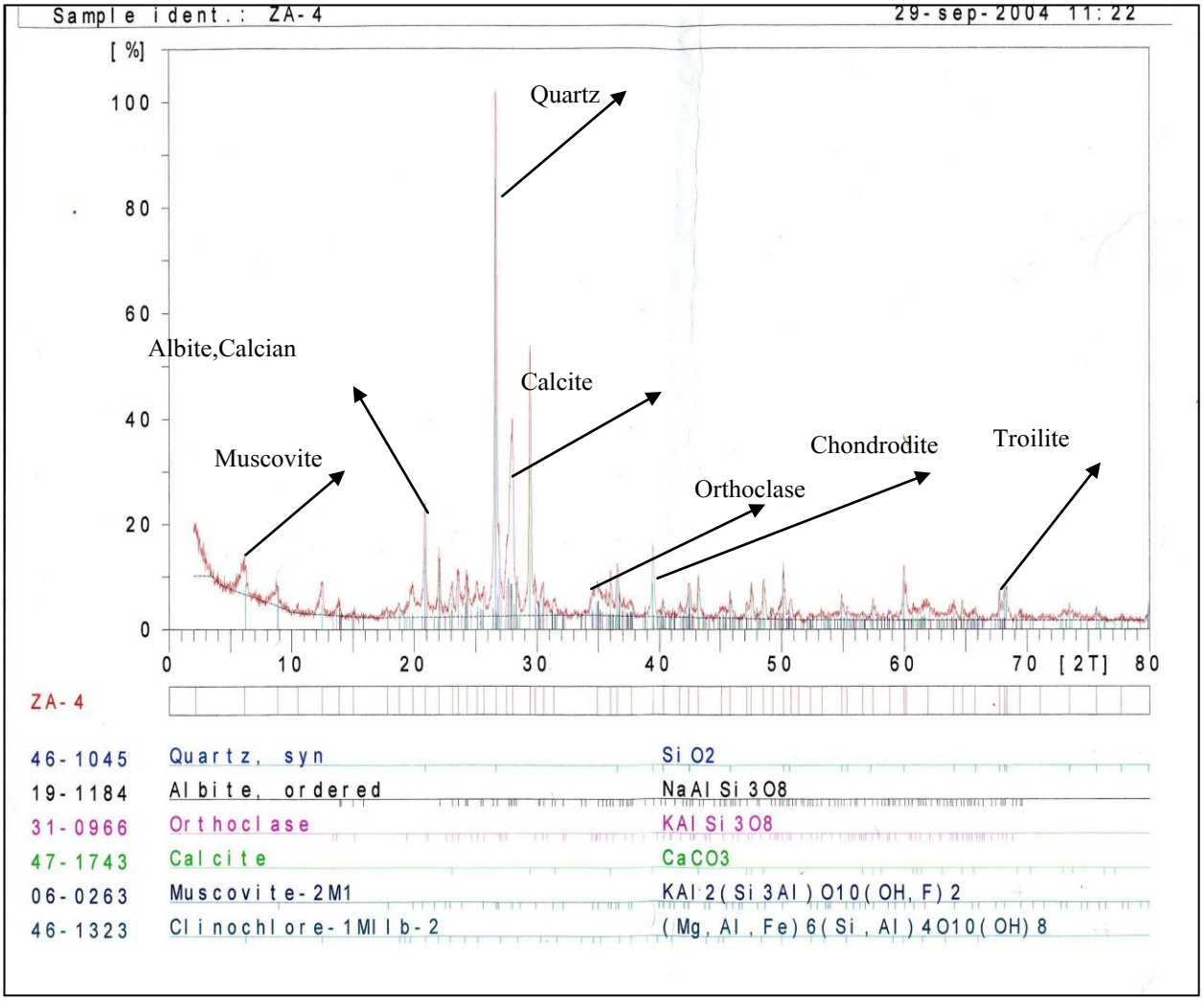
نوع ترکیب	فرمول شیمیایی
کوارتز	SiO_2
آلبیت	$Na\ Al\ Si_3\ O_8$
اورتوکلاز	$K\ Al\ Si_3\ O_8$
کلسیت	$Ca\ CO3$
مسکویت	$K\ Al_2\ (Si_3Al)O_{10}(OH,F)_2$
کلینوکلر	$(Mg,Al,Fe)_6(Si,Al)_4O_{10}(OH)_8$

www.SID.ir

Archive of SID



شکل8: نتایج آنالیز سرندی تر نمونه



شکل 2: نتایج آنالیز XRD

2-2-4- آنالیز XRF

آنالیز XRF نیز برای تعیین میزان کمی عناصر موجود در نمونه انجام شد که نتایج آن در جدول4 ارائه شده است.

با توجه به نتایج آنالیزXRF مشاهده می‌شود که نمونه غنی از عناصر نادر است اما نشانی از طلا وجود ندارد و دلیل آن

www.SID.ir

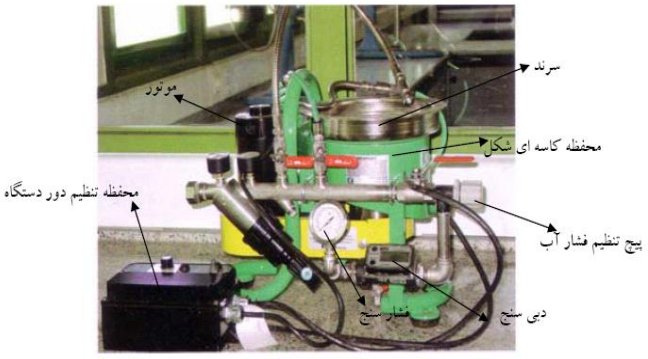
Archive of SID

نیز پائین بودن عیار طلا می‌باشد (کمتر از1 ppm) که دستگاه XRF قادر به شناسایی آن نیست.

جدول 4: نتایج آنالیز XRF

عنصر/اکسید	مقدار	عنصر/اکسید	مقدار
SiO_2 (%)	49/43	Al_2O_3 (%)	13/11
MnO (%)	4/12	Na_2O (%)	1/18
MgO (%)	4/47	CaO (%)	12/17
K_2O (%)	2/63	Fe_2O_3 (%)	6/87
P_2O_5 (%)	4/19	TiO_2 (%)	4/6
SO_3 (%)	4/16	Ba (ppm)	541
Ce (ppm)	44	Cr (ppm)	141
Ga (ppm)	17	La (ppm)	22
Co (ppm)	19	Ni (ppm)	44
Nd (ppm)	22	Pb (ppm)	88
Hf (ppm)	4	Cs (ppm)	4
Sn (ppm)	9	Ta (ppm)	4
9 Sr (ppm)	669	Cu (ppm)	226
V(ppm)	154	Y (ppm)	18
W (ppm)	1	Mo (ppm)	6
F (ppm)	5	Nb (ppm)	5
Sb (ppm)	2	Rb (ppm)	96
Th (ppm)	9	Zn (ppm)	94
U (ppm)	1	Zr (ppm)	161
LOI (%)	9/71		

به منظور تعیین پارامترهای اصلی آزمایش و محدوده آنها، نتایج فعالیت‌های انجام شده در کشورهای دیگر به‌ویژه فعالیت‌های شرکت نلسون مورد بررسی دقیق قرار گرفت[7]. در نهایت پارامترهای مورد بررسی در دستگاه نلسون برای جدایش طلا شامل نرخ خوراک دهی خشک (گرم بر دقیقه)، میزان گردش جام دستگاه و فشار آب ورودی به جام انتخاب شد. به منظور بررسی تاثیر هر یک از پارامترها و طراحی دقیق‌تر آزمایش‌ها، دو آزمایش اولیه با میزان 3 کیلوگرم نمونه با عیار متوسط 4/52ppm انجام شد. از آنجایی که بر روی محفظه ورودی دستگاه سرندی ثابت با ابعاد دهانه 1/4 میلی‌متر قرارداشت، در نتیجه دانه‌بندی نمونه برای این آزمایش‌ها 1/4- میلی‌متر انتخاب گردید. شرایط و نتایج آزمایش‌های انجام شده در جدول شماره 5 آمده است.



شکل 3: تصویر دستگاه نلسون 3اینچی مورد استفاده در آزمایش‌ها

جدول 5: نتایج آزمایشهای اولیه با دستگاه نلسون

شماره	فشار آب (psi)	سرعت‌جام دستگاه (درصدی از سرعت نهایی)	نرخ‌خوراک‌دهی (gr/min)	وزن‌کنسانتره (گرم)	عیارکنسانتره (ppm)	بازیابی (٪)
1	4	54	464	84	1/25	6/41
2	3	74	464	64	11/3	43/46

2-3- آزمایش‌های پرعیارسازی

همانگونه که از جدول 5 مشخص است در آزمایش‌های اولیه دو پارامتر فشار آب و دور جام دستگاه متغیر در نظر گرفته شد. ملاحظه می‌شود با افزایش دور جام از 54٪ به 74٪ از سرعت نهایی، عیار طلا به میزان قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت. در مورد تاثیر فشار آب می‌توان چنین استنباط کرد که ظاهرا با کاهش فشار آب میزان بازیابی افزایش می‌یابد ولی نتیجه‌گیری قطعی منوط به انجام آزمایش‌های بیشتری است.

با توجه به نتایج تحقیقات گذشته[7] و نیز آزمایش‌های اولیه جدایش طلا با دستگاه نلسون تاثیر سه پارامتر فشار آب، سرعت جام دستگاه و نرخ خوراک دهی در سه سطح بر بازیابی طلا مورد بررسی قرار گرفت. طراحی آزمایش با استفاده از روش تاکوچی و طرح L9 انجام شد (جداول6 و7). در هر آزمایش 3 کیلو گرم نمونه خشک با دانه‌بندی 1444- میکرون

www.SID.ir

Archive of SID

استفاده شد. نتایج آزمایش‌های مربوط به طرح L9 شامل عیار و بازیابی طلا در جدول 8 آمده است.

جدول 6: طرح L9 تاکوچی

شماره آزمایش	فشار آب (سطوح)	دور دستگاه (سطوح)	دبی خشک (سطوح)
1	1	1	1
2	1	2	2
3	1	3	3
4	2	1	2
5	2	2	3
6	2	3	1
7	3	1	3
8	3	2	1
9	3	3	2

جدول7: سطوح پارامترهای موثر در بازیابی طلا

فاکتور	سطح 1	سطح2	سطح3
فشار آب(psi)	1	2	3
دور دستگاه(٪)	64	84	144
دبی خشک(gr/min.)	444	464	524

پس از انجام آزمایش‌ها، کنسانتره‌های بدست آمده از هر آزمایش پس از پودر شدن به نمونه‌های 14 گرمی تقسیم شدند. به منظور دستیابی به حداکثر دقت در تعیین عیار و کاهش میزان خطا، نمونه‌های 14 گرمی بطور جداگانه با تیزاب سلطانی حل و سپس محلول مورد نظرمورد آنالیز قرار گرفت. میانگین عیارها به عنوان عیار نهایی هر کنسانتره منظور گردید.

به منظور بررسی تاثیر پارامترهای مورد آزمایش از نرم افزار تاکوچی استفاده شد. این نرم افزار با بررسی نتایج بدست آمده در هر آزمایش میزان تاثیرگذاری پارامترها را مشخص می‌کند (جدول 9). همانگونه که از جدول 9 مشخص است سرعت جام دستگاه بیشترین تاثیر و فشار آب کمترین تاثیر را بر روی بازیابی داشتند. همچنین با توجه به اینکه F استاندارد طرح تاکوچی برای آزمایش‌های فوق برابر 9 بدست خواهد آمد می‌توان نتیجه گرفت که تاثیر تمامی پارامترها معنی‌دار هستند.

2-3-8-آزمایش تائید

با توجه به نتایج بدست آمده از نرم افزار تاکوچی که در جدول 14 آمده است، شرایط بهینه عملیاتی پیشنهاد شده توسط نرم‌افزار که در جدول شماره 14 نشان داده شده، همان شرایط آزمایش شماره 8 است که بازیابی 98/8 درصد حاصل گردیده است به منظور تائید، نتایج آزمایش شماره 8 با نمونه به وزن 3 کیلوگرم و عیار متوسط 4/52ppmو دانه‌بندی1444- میکرون مجددا تکرار شد که نتیجه حاصل از آزمایش تائید در جدول شماره 11 آمده است.

جدول 8: نتایج آزمایش‌های جدایش طلا با دستگاه نلسون

(دستگاه نلسون استفاده شده در این طرح فاقد سرعت سنج بوده و پارامتر سرعت جام دستگاه بر حسب کسری از سرعت ماکزیمم قابل تنظیم بود)

شماره آزمایش	متغیر 1	متغیر 2	متغیر 3	مشخصات کنسانتره		
	فشار آب (psi)	دور دستگاه (درصدی از ماکزیمم سرعت جام دستگاه)	دبی خشک (gr/min)	وزن (گرم)	عیار (ppm)	بازیابی (٪)
1	1	64	444	84/6	7/44	36/4
2	1	84	464	93/7	11/64	74
3	1	144	524	94	4/37	25/2
4	2	64	464	75/1	6/84	33
5	2	84	524	73/6	11/46	54
6	2	144	444	87/4	14/83	64/7
7	3	64	524	79/4	8/96	45/6
8	3	84	444	59/3	26	98/8
9	3	144	464	83/7	12/11	65

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 9: میزان تاثیر فاکتورهای آزمایش بر روی بازیابی طلا

Factors	DOF (F)	Sums of Sqr (S)	Variance (V)	F-Ratio (F)	Pure Sum (S)	Percent P(%)
Feed rate	2	1124/32	562/16	12/46	1434/12	25/35
Speed of Bowl	2	2448/8	1444/4	22/27	1918/59	47/44
Pressure of Water	2	855/54	427/77	9/48	765/32	18/76
Other/Error	2	94/21	45/14			8/85
Total	8	4478/88				٪144

جدول 89: تعیین شرایط آزمایش بهینه توسط نرم افزار

فاکتورها	توصیف سطح	سطح	سهم
فشار آب	3	3	11
سرعت جام	84	2	19/97
نرخ خوراک	444	1	15/49

جدول 88: نتایج آزمایش تائیدیه تاکوچی

میزان نمونه(کیلوگرم)	وزن کنسانتره (گرم)	عیار (ppm)	بازیابی (٪)
3	74	19/8	93/92

2-3- 2-پرعیار سازی کنسانتره دستگاه نلسون با استفاده از میز جمنی

مدل میز جمنی مورد استفاده در آزمایش‌ها، GT60 ساخت شرکت Rock Mining از کشور کانادا و متعلق به سازمان انرژی اتمی می‌باشد[8]. طول میز 133 سانتی‌متر و عرض آن در پهن‌ترین قسمت میز 86/4 سانتی‌متر است. همانگونه که گفته شد میز جمنی برای طلای پلاسری طراحی شده و به همین علت بیشتر فاکتورهای میز ثابت بود. از جمله این فاکتورها می‌توان به فاکتور بسیار مهم شیب طولی و عرضی میز اشاره داشت که در میز جمنی ثابت می‌باشد. فاکتورهای متغیر میز شامل فرکانس میز، دبی آب شستشو و نرخ خوراک‌دهی بود که میزان بهینه هر یک از آنها پس از انجام 5 آزمایش به ترتیب 344 دور بر دقیقه، 5/2 لیتر بر دقیقه و 4/1کیلوگرم در دقیقه بدست آمد. پس از انجام آزمایش‌های اولیه و تعیین شرایط مناسب عملیاتی آزمایش اصلی انجام شد. پس از مطالعات اولیه مشخص گردید که در تمامی معادن دنیا که در آنها از دستگاه نلسون و میز جمنی استفاده شده است، کنسانتره نلسون به عنوان خوراک میز جمنی در نظر گرفته شده بود[5]. بر همین اساس کنسانتره دستگاه نلسون با عیار 19/8 ppm که در شرایط بهینه عملیاتی بدست آمده بود، بعنوان خوراک میز مورد استفاده قرار گرفت.

در جدول شماره 12 مشخصات خوراک آزمایش با میز جمنی آورده شده است. وزن کنسانتره که نتیجه بازیابی طلا از 11 کیلوگرم نمونه اولیه با دستگاه نلسون تحت شرایط بهینه بود برابر 184/3 می‌باشد.

جدول 82: مشخصات خوراک آزمایش با میز جمنی

محدوده دانه‌بندی خوراک (میکرون)	وزن (گرم)	درصد وزنی
+1444	21/83	11/84
-1444+38	158/55	86/43
-38	3/92	2/13
جمع	184/3	144

میز جمنی دارای 7 محل جمع‌آوری محصول است که شامل دو ردیف سه تایی در طرفین میز و یک محل جمع‌آوری در جلوی میز می‌باشد. شکل 4 تصویر میز جمنی و محل جمع‌آوری محصولات را نشان می‌دهد.

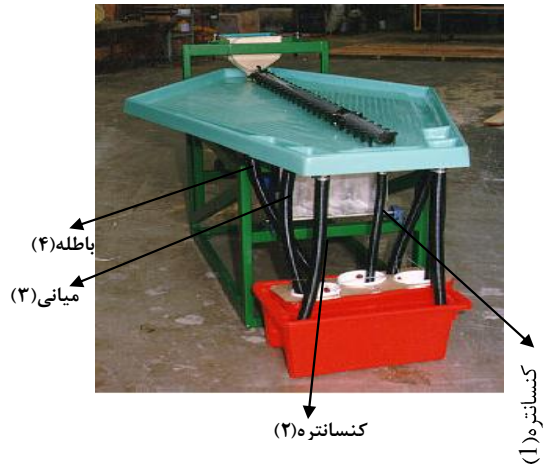
محصولات پس از جمع‌آوری خشک و پس از پودر شدن برای انجام آنالیز به آزمایشگاه آنالیز طلای سازمان زمین‌شناسی فرستاده شد. در جدول 13 نتایج آنالیزها ارائه شده است.

چنانچه مجموع وزن محصول کنسانتره‌های 1، 2 و میانی به عنوان کنسانتره میز جمنی در نظرگرفته شود مشاهده می‌شود

www.SID.ir

Archive of SID

که از نظر وزنی 36/14 درصد و از نظر میزان طلا حدود 88



شکل 4: تصویر میز جمنی و محل جمع آوری نمونه

جدول 83: نتایج حاصل از آزمایش میز جمنی بر روی کنسانتره نلسون

محل جمع‌آوری محصول	وزن (گرم)	درصد وزنی	عیار (ppm)	درصد وزنی طلای موجود
کنسانتره(1)	18	14/8	143	78/3
کنسانتره(2)	25	15/1	8/32	6/33
میانی(3)	17	14/24	6/44	3/4
باطله(4)	146/3	63/86	3/7	11/97

درصد کل طلا را به خود اختصاص می‌دهد. این مطلب دلالت بر بازیابی نسبتا خوب میز جمنی دارد، اما نکته قابل تامل در این آزمایش عیار نسبتا بالای طلا در باطله میز جمنی و افت تقریبا 12 درصدی از کل طلای خوراک است که بازیابی مجدد آن ضروری به نظر می‌رسد. با توجه به نتایج بدست آمده در جدول فوق می‌توان بازیابی میز جمنی را بصورت زیر محاسبه کرد:

$$R=\frac{(C1\times c1)+(C2\times c2)+(C3\times c3)}{(F\times f)}\times 144$$

که در آن C وزن کنسانتره‌های شماره 1، 2 و3 وc عیارهای آنها می‌باشد. F وزن خوراک و f عیار خوراک می‌باشد. با استفاده از رابطه فوق مقدار بازیابی برابر 87/97 درصد بدست آمد.

اختلاف بین وزن اولیه خوراک آزمایش میز جمنی(184/3 گرم) با وزن مجموع کنسانتره به‌دلیل هدر رفتن بخش کمی از کنسانتره در زمان جمع‌آوری آنها است.

3- نتیجه گیری

- با استفاده از دستگاه نلسون در شرایط بهینه زیر که با استفاده از الگوی L9 تاکوچی بدست آمد، بازیابی 93/92٪ با عیار کنسانتره 19/8ppm حاصل شد.
- نرخ خوراک دهی خشک: 444 g/min
- فشار آب: 3 psi
- دور جام: 84 درصد دور کل(94G)، (G، گرانش زمین با واحد متر بر مجذور ثانیه می‌باشد. در این دور به ذرات شتابی معادل 94 برابر ثقل زمین وارد می‌شود)
- سرعت جام دستگاه نلسون با 47 درصد بیشترین و فشار آب با 18 درصد کمترین تاثیر را روی بازیابی طلا داشتند.
- با در نظر گرفتن کنسانتره نهایی دستگاه نلسون به عنوان خوراک میز جمنی و با بهینه نمودن شرایط عملیاتی میز جمنی به صورت زیر، بازیابی 87/97٪ و عیار 64ppm حاصل گردید.
- فرکانس میز:344 دور بر دقیقه
- دبی آب شستشو:5/2 لیتر بر دقیقه
- نرخ خوراک دهی: 4/1کیلوگرم در دقیقه
- بازیابی وزنی به‌دست آمده با میز جمنی 36/14 درصد بود که این مقدار 88 درصد کل طلای موجود در خوراک را شامل می‌شود.
- با توجه به قابلیت چکش خواری بسیار بالای طلای پلاسری تعیین نمونه معرف برای آنالیز طلا بسیار مشکل می‌باشد و به همین دلیل کل نمونه برای جلوگیری از خطا آنالیز گردید.
- بازیابی کلی به‌دست آمده شامل سانتریفیوژ نلسون و میز جمنی82/62٪ است که می‌تواند نتیجه بسیار قابل قبول و امید بخشی باشد.

با در نظر گرفتن کشف چندین معدن طلای پلاسری در کشور و با توجه به نتایج بدست آمده، استفاده از دو دستگاه مذکور در طراحی کارخانجات طلای پلاسری اکیداً توصیه می‌گردد.

منابع

[1] George M. Potter, Samuel Oti-Atakorah, 2000, "Development in Gravity Concentration Circuit in Ashanti Goldfields Company Obuasi", Annual report of company Obuasi.

[2] Luis A.Meza S., Willy Hartman, 2000, "Recovery of placer gold using the knelson concentrator",

www.SID.ir

Archive of SID

Universal national de Colombia, Technical report, www.knelson.com.

[3] M Mc Leavy, B Klein, 2001, "Knelson Continues Variable Discharge Concentrator: Analysis of operation variables", The University of British Columbia, Department of Mining and Mineral Process Engineering, International Heavy Minerals Conference.

[4] عبدالهی محمود، ذاکری مهدی، 1385، **بهینه‌سازی فلوشیت واحدهای فراوری طلای پلاسری**، طرح تحقیقاتی سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی.

[5] شاکری، عطا، 1381، **مطالعه زمین شیمی و ژنز کانسارطلای کوه زر(باغو)دامغان**، پایان نامه کارشناسی ارشد .

[6]-حسنی پاک، علی اصغر؛ 1384، **نمونه‌برداری معدنی** (اکتشافات، استخراج و فرآوری) ؛ ،دانشگاه تهران: موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.

[7] Andre R. Laplante, Fred C.Woodcock, 2004, "*A Laboratory Procedure to Characterize Gravity Recoverable Gold*", Department of Mining and Metallurgical Engineering Mc-Gill University. Proceeding 34th Annual meeting of the Canadian mineral processing, 2004.

[8] Eliab Roman, Michael Fullam., 2006, "Installation and Optimization of a Gravity Circuit at Northgate Minerals Kemess Mine", Seminar of gravity separation, Canada,.

پی‌نوشت

[1] Georg
[2] Ashanti Mine
[3] Las Malvinas Mine
[4] Los Colonos Mine
[5] Mc Leavy

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir