

# استخراج روی به روش الکتروشیمیایی

اباسلط رحمانی؛ احمد رضایی\*؛ زینب تقیپلو\*\*

آغاز سخن

روی به طور گسترده در سرتاسر دنیا مورد استفاده قرار می‌گیرد. پس از آلومینیم و مس، فلز روی در میان فلزهای غیرآهنی بالاترین مصرف را دارد. فلز روی به خاطر خواص منحصر به فردی که دارد کاربردهای گوناگونی یافته است که از جمله آن می‌توان به واکنش پذیری با آهن، مقاومت در برابر

خوردگی، الکتروشیمیایی، نقطه‌ی ذوب پایین، سیال بودن، استحکام، آلیاژ پذیری، شکل پذیری، مقاومت کششی بالا، بهبودی و التیام دادن اشاره کرد. هم‌چنین به این مجموعه ویژگی‌ها می‌توان توانایی ایجاد پوشش بر روی فلزها برای جلوگیری از خوردگی در صنعت خودروسازی و کشتی‌سازی، ریخته‌گری‌های سنگین جهت مصرف در تجهیزات خودرو،

دوره ی نهم، شماره ی ۳، بهار ۱۳۸۹

نشان آلودگی

۳۱

آلیاژسازی، لوازم الکتریکی، تجهیزات پزشکی، کودهای شیمیایی، داروسازی، صنعت لوازم آرایشی، لاستیک سازی را افزود.

جدول ۱، موارد و میزان مصرف روی را در صنایع گوناگون نشان می دهد:

نوع مصرف	میزان مصرف، %
گالوانیزه کردن	۴۷
برنج و مفرغ	۱۹
آلیاژهای دیگر	۱۴
کاربردهای شیمیایی	۹
وسایل نیم ساخته	۸
کاربردهای دیگر	۳

جدول ۱ موارد و میزان مصرف روی

هم بالا می رود و در نتیجه ی تغلیظ، مقدار روی به حدود ۳۷٪ و مقدار سرب به ۶۰٪ می رسد. پس از تهیه ی کنسانتره ی روی، باید آن را به صورت شمش درآورد.

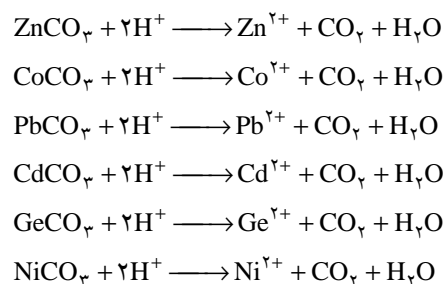
### فرایند تبدیل کنسانتره به شمش روی

کنسانتره ی روی به دو صورت خام و پخته وجود دارد. کنسانتره ی خام، شامل شکل کربناتی روی،  $ZnCO_3$ ، است. اگر این ترکیب در کوره، در دمای بالا گرم شود،  $CO_2$  آزاد می کند و تبدیل به  $ZnO$  می شود که به کنسانتره ی پخته معروف است و عیار آن ۵۰-۴۵٪ است. نوع فرایندهای انجام شده برای روی، در هر دو کنسانتره یکسان است و تنها تفاوت آن ها در این است که نوع پخته، عیار بالاتری نسبت به خام دارد و دیرتر حل می شود. روی هم رفته، خط تولید شمش روی، شامل چهار مرحله به این قرار است: لیچ، پالایش، برقکافت و ریخته گری.

### واحد لیچ

در این بخش، کنسانتره ی روی در محلول اسیدی آبی، به وسیله ی همزن های مکانیکی حل می شود. واکنش انحلال در چندین مخزن متوالی و با کنترل دقیق pH انجام می شود تا بیش ترین بهره در فرایند انحلال حاصل شود. این کنسانتره شامل فلزهای دیگری هم چون آهن، کبالت، نیکل، کادمیم، سرب و فلزهایی دیگر با مقادیرهای کم تر از جمله ژرمانیم، آرسنیک و آنتیموان است که به صورت ناخالصی وجود دارند و باید در ادامه ی مسیر، به گونه ای حذف شوند.

در جریان فرایند لیچ در محیط اسیدی، چنین واکنش هایی انجام می گیرد:



افزون بر این واکنش ها، یون های آرسنیک و آنتیموان نیز تولید می شوند. در مرحله ی لیچ اسیدی، همراه کنسانتره ی مصرفی،

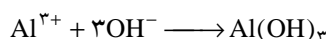
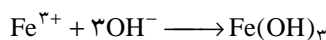
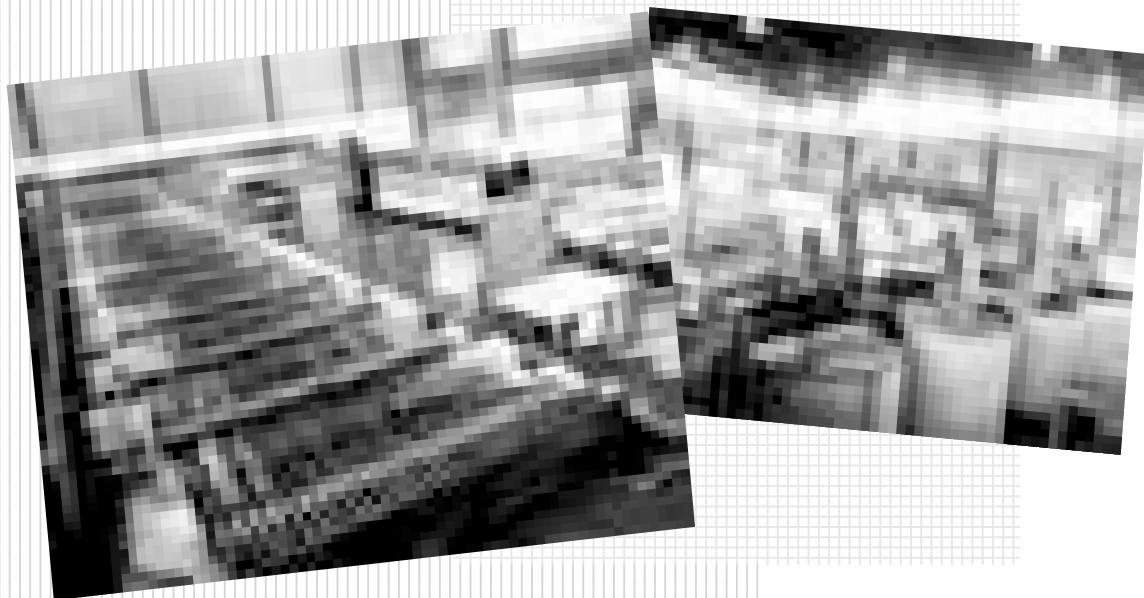
### فرایند تولید فلز روی از سنگ معدن آن

در این مقاله سعی شده است تا مختصری از فرایند تولید شمش روی از سنگ معدن بیان شود. معدن انگوران زنجان یکی از بزرگ ترین معدن های سرب و روی در جهان است که عیار روی در سنگ معدن آن به حدود ۳۰٪ روی و در حدود ۱۳٪ سرب می رسد.

روی هم رفته، به مجموعه فرایندهایی که روی یک ماده ی معدنی استخراج شده از معدن انجام می شود تا آن را به شکلی قابل استفاده مصرف درآورد، فرآوری مواد معدنی گفته می شود. فرایندهایی که در فرآوری روی انجام می شود شامل کاهش ابعاد، پیش تغلیظ، تغلیظ و متالورژی استخراجی است.

### کاهش ابعاد سنگ روی

این فرایند شامل سنگ شکنی اولیه، سنگ شکنی جانبی و آسیاب است که هر یک انواع گوناگونی دارند. ماده ی معدنی پس از خروج از آسیاب، به صورت گردی نرم درمی آید و وارد مرحله ی شناورسازی می شود. در این مرحله، با استفاده از مواد شیمیایی ویژه و مجموعه ای از واکنش های شیمی فیزیکی، سرب و روی موجود در ماده ی معدنی به طور کامل از هم جدا می شوند و در مسیرهای جداگانه به کیک تبدیل می شوند. در این حالت به آن ها کنسانتره گفته می شود. باید توجه داشت که در مرحله ی شناورسازی در اثر جدا شدن سرب و روی از هم، عیار کنسانتره



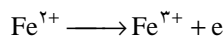
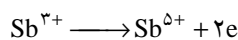
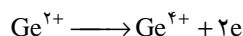
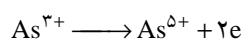
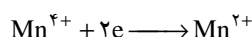
هیدروکسیدهای آهن و آلومینیم که رسوب کرده‌اند، خاصیت جذب سطحی قوی کاتیون‌ها را دارند. در pH حدود ۴/۵، نخست کاتیون‌هایی که بار مثبت بیش‌تری دارند و سپس کاتیون‌های دیگر جذب می‌شوند. با ادامه‌ی زمان مانند لیچ، بیش‌تر ناخالصی‌ها جذب سطحی شده، در مرحله‌ی صاف کردن همراه کیک لیچ دفع می‌شوند.

محللول حاصل از صاف کردن به‌طور عمده شامل  $\text{ZnSO}_4$  است ولی هنوز یون‌های  $\text{Co}^{2+}$ ،  $\text{Ni}^{2+}$ ،  $\text{Cd}^{2+}$  و  $\text{Mn}^{2+}$  نیز در آن وجود دارند که در مرحله‌ی برقکافت روی، اشکال ایجاد می‌کنند. بنابراین محللول حاصل از صاف کردن بخش لیچ، وارد مرحله‌ی پالایش می‌شود. این مرحله خود شامل دو مرحله به این قرار است:

- ✓ پالایش کبالت، پالایش گرم
- ✓ پالایش نیکل و کادمیم، پالایش سرد

واکنش‌های انجام شده در جریان پالایش کبالت در این مرحله، دمای فرایند، بین ۸۵ تا ۹۰ °C ثابت نگه داشته می‌شود. pH محللول نیز در حدود ۵/۵ تنظیم می‌شود و سپس

منگنز دی‌اکسید و آلومینیم سولفات نیز وارد محللول می‌شوند. منگنز دی‌اکسید نقش اکسیدکنندگی دارد و آلومینیم با تشکیل رسوب به صورت هیدروکسید، با خاصیت جذب سطحی خود، ناخالصی‌ها با درجه‌ی اکسایش بالاتر را جذب کرده، رسوب می‌دهد.

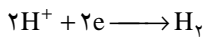
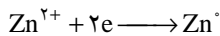


از آن‌جا که مقدار  $\text{Mn}^{4+}$  چندین برابر کاتیون‌های دیگر است، موجب اکسید شدن این کاتیون‌ها می‌شود و باقی‌مانده‌ی آن با آهن (+۲) کاهش می‌یابد. در مرحله‌ی لیچ اسیدی، که بیش‌تر به صورت پیوسته انجام می‌شود، کنترل pH عامل بسیار مهمی است و معمولاً pH نخستین مرحله‌ی آن از ۱ شروع می‌شود و در آخرین مخزن انحلال به حدود ۳ می‌رسد. پس از این مرحله نیاز است تا محللول اسیدی با افزودن آب‌آهک خنثی شود.

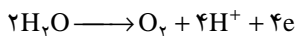
در لیچ خنثی، افزایش  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  باعث انجام این دو واکنش می‌شود:

mg/L	نام عنصر
۱۱۰-۱۲۰	Zn <sup>۲+</sup>
< ۱/۵	Co <sup>۲+</sup>
< ۱/۵	Ni <sup>۲+</sup>
< ۱/۵	Fe <sup>۲+</sup>

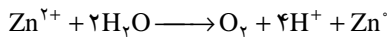
اکنون باید عمل برقکافت روی این محلول انجام گیرد. بخش برقکافت، شامل کاتدهای آلومینیومی و آندهای سربی است. اختلاف پتانسیل میان کاتد و آند ۳/۴-۳/۲ ولت و چگالی جریان حدود ۵۰۰ آمپر بر مترمربع است. واکنش های کاتدی:



واکنش آندی:



واکنش نهایی:



بدین ترتیب روی، به صورت فلزی بر سطح کاتد می نشیند. روزانه یک بار کاتدها از سلول بیرون آورده می شوند و عملیات ورقه کنی انجام می گیرد. ورقه ها با آب شسته شده، به آخرین بخش خط یعنی ریخته گری فرستاده می شوند. در این بخش، ورقه ها در کوره ای دوار با دمای ۳۵۰-۴۰۰°C گرم و ذوب می شوند. برای جداسازی سرباره از مذاب، نشادر (آمونیم کلرید) در کوره ریخته می شود. پس از کامل شدن عمل ذوب، روی ذوب شده در قالب های مخصوص ریخته و سرد شده، سپس بسته بندی نهایی آن انجام می شود. شمش تولید شده از نظر کیفیت در آزمایشگاه بررسی شده، درجه ی آن تعیین می شود. به طور معمول برای میزان خلوص بالاتر از ۹۹/۹۸٪، درجه ی یک، و پایین تر از آن، درجه های پایین تر در نظر گرفته می شود.



\* مدیر واحد تحقیقات شرکت کالسیمین

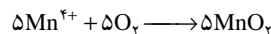
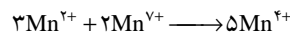
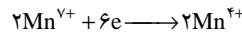
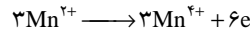
\*\* کارشناس واحد تحقیقات شرکت کالسیمین



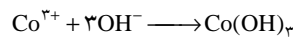
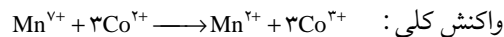
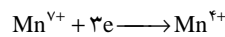
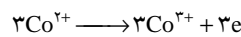
1. <http://chinese-school.netfirms.com/zinc-information.html>

2. <http://www.abms.com/metals/zinc-production.html>

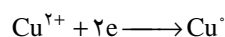
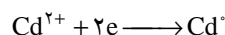
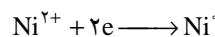
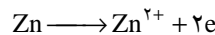
پتاسیم پرمنگنات به محلول افزوده می شود که انجام چنین واکنش هایی را در بر دارد:



هم چنین احتمال انجام این واکنش ها نیز وجود دارد:



MnO<sub>2</sub> تولید شده، باعث ته نشین شدن کبالت (+۲) و (+۳) می شود. پس از ۲ ساعت از آغاز واکنش، غلظت کبالت به ۱ppm می رسد. در این مرحله، محلول صاف شده، کبالت از آن جدا می شود. این محلول شامل روی، نیکل و کادمیم است و وارد مرحله ی پالایش سرد می شود. در این مرحله، میزان اسیدی بودن محلول در گستره ی ۳-۳/۵، و دما روی ۶۵°C تنظیم می شود. سپس گرد روی افزوده می شود. در واکنش جانمایی با نیکل و کادمیم شرکت می کند و آن ها را به صورت فلزی رسوب می دهد. واکنش های انجام شده در پالایش سرد به این قرارند:



سرانجام پس از تعیین مقدار نیکل و کادمیم و رسانیدن آن ها به حد مجاز، محلول صاف شده آماده ی وارد شدن به مرحله ی بعد خواهد بود. مشخصات محلول به این شرح است: