

## تعیین سایز مناسب برای نمونه برداری از دپوهای استخراجی با مطالعه موردی معدن سرب و روی چاه میر - بهاباد

مصطفی دهقانی<sup>۱</sup>؛ سید علی نظام الحسینی<sup>۲</sup>؛ سید حسین مجتهدزاده<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد اکتشاف معدن، دانشگاه یزد؛ [m.dehghani2000@gmail.com](mailto:m.dehghani2000@gmail.com)

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد اکتشاف معدن، دانشگاه یزد [ali\\_13067@yahoo.com](mailto:ali_13067@yahoo.com)

۳- عضو هیأت علمی دانشکده مهندسی معدن و متالورژی، دانشگاه یزد؛ [shmojtahed@yahoo.com](mailto:shmojtahed@yahoo.com)

### چکیده

دپوهای استخراجی کانسار سرب و روی چاه میر از جمله محیطهایی هستند که از پیچیدگی خاصی در توزیع عیار برخوردارند. بدین صورت که در ابعاد مختلفی از دانه بندی، عیار به شدت تغییر می کند. عیار سنجی نمونه های برداشت شده از دپوها در محل معدن با عیارسنجی کل دپو در محل کارخانه فرآوری، بعضاً تفاوت زیادی داشتند. با توجه به اینکه از کل دپو پس از حمل به کارخانه کانه آرایی و عملیات خردایش، نمایش و همگن سازی نمونه معرف تهیه و آنالیز می شوند، نتایج از اطمینان زیادی برخوردارند و می توان به عنوان معیاری برای سنجش صحت عملیات نمونه برداری در محل دپو ها بکار روند. بدین جهت، علت اصلی خطای عیارسنجی دپوها در محل معدن اشتباه در روش مرسوم برداشت نمونه از دپوها (تخمین درصد مواد دانه ریز و دانه درشت و گرفتن نمونه معرف متناسب با آن) تشخیص داده شد. این تحقیق به منظور بررسی کنترل صحت روش نمونه برداری مرسوم از دپوها صورت گرفت. از سه دپو با روش مرسوم نمونه برداری شده و پس از تجزیه سرنندی مورد آنالیز قرار گرفتند. نتایج نشان داد که نمونه های درشت تر دارای عیار بیشتری است. همچنین توزیع درصد وزنی فراکسیونهای مختلف ابعادی یکسان نیست. نتایج آنالیز در مورد هر سه دپو نشان داد که بهترین و نزدیکترین عیار نمونه ها به عیار واقعی در سایزهای میانی قرار دارند. از این رو روش نمونه برداری در قالب سایز بهینه نمونه برداری از دپوها ارئه شد. این سایز با محدود کردن نمونه ها بین ابعاد  $۱۲/۷ - ۳/۳۲$  میلیمتر بوسیله سرندها انتخاب شده است.

کلمات کلیدی: نمونه برداری، سایز مناسب، دپوی استخراجی، آنالیز سرنندی، کانه سرب و روی، کانسار چاه میر

## Determining the Appropriate Grain Size for Sampling of Mined Stock Piles, Case Study; Chahmir Pb-Zn Mine-Bahabad

M. Dehghani<sup>1</sup>, S.A. Nezamolhosseini<sup>1</sup>, S.H. Mojtahedzadeh<sup>2</sup>

### Abstract

The assay distribution of the Mined stock piles of Chahmir Pb-Zn deposit is very complicated and varies widely with grain size. The assay of samples obtained from stock piles at mine site, in many cases, are very different from assay of the homogenized stock pile in processing plant. The samples taken from the stock piles that are moved to the processing plant, after crushing, grinding and homogenizing, are more accurate and reliable. Therefore it was verified that the main source of error was in sampling method applied at the mine site.

The objective of this research was to propose an appropriate sampling method. Sampling has been done at mine site from three stock piles, with the current method. Samples then were sieved and analyzed, after preparation. It was realized that the coarse grains contain higher grade ore. In all samples of three stock piles, the nearest assay to the plant samples was in medium grain size. Therefore, it was concluded that the correct size range that represent the whole stock pile was 3.32 to 12.7 mm.

Key Word: Sampling, correct size, stock pile, sieving, Pb-Zn ore, Chahmir deposit

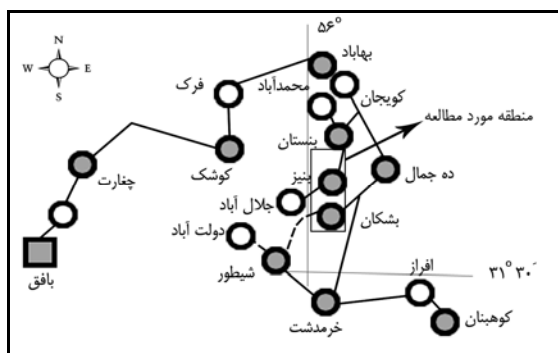
## ۱- مقدمه

نمونه برداری یکی از فرایندهایی است که در سلسله مراتب فرایندهای معمول در صنعت معدن، اعم از اکتشافی، استخراجی و فرآوری اغلب در ابتدای زنجیره تصمیم گیری قرار می گیرد. باید گفت که وجود خطاهای بیش از حد استاندارد، صحت کل فرایندها و تصمیم گیری های بعدی را در جهت نامطلوبی تحت تاثیر قرار می دهد. این مجموعه عملیات باید به نحوی انجام پذیرد که مقدار کمیت اندازه گیری شده از نمونه را بتوان، در سطح اعتماد معین به واحد نمونه برداری نسبت داد. در این رابطه منظور از روش نمونه برداری، ارائه مجموعه راهکارهایی برای دستیابی به تناسب لازم بین متغیرهایی نظیر تعداد نمونه، وزن بهینه، توزیع زمانی یا مکانی جزء نمونه ها و احتمال برداشت جزء نمونه های سازنده نمونه معرف است. در هر کانسار تفکیک بخش های کانی سازی شده، بر اساس پیچیدگی های زمین شناختی و ژئوشیمیایی انجام می شود. در اثر این پیچیدگیها در بخش های مختلف کانسار، غالباً طبقات از نظر ترکیب عنصری، ساخت و بافت، نوسانات و اختلافات زیادی دارند. این نوسانات در کیفیت مناطق کانی سازی شده، گاهی سبب ارزشمندی صنعتی بخشی از کانسار شده و برعکس قسمتهای دیگری از آن را عملاً فاقد ارزش صنعتی می سازد. ممکن است تغلیظ مواد معدنی به علت تنوع و جنس آنها به تکنولوژی خاصی نیاز داشته باشد. این مسائل بر اساس اطلاعات حاصل از نمونه برداری همراه با مطالعه زمین شناسی کانسار روشن می شود [۱].

نمونه برداری از دیوها به منظور تعیین عیار میانگین ماده معدنی استخراج شده انجام می شود. روشهای مختلفی برای نمونه برداری از دیوها وجود دارد که متأثر از حجم، دانه بندی، نوع ماده معدنی و .. است. با توجه به روش استخراج معدن چاه میر که مواد استخراجی به صورت دپو جمع آوری و آماده بارگیری می شوند، می بایست روش مناسبی برای نمونه گیری با حداقل خطا بکار گرفت. دیوهای مورد بررسی دارای ماهیت خاصی هستند، به گونه ای که رابطه مستقیمی بین ابعاد دانه ها و عیار آنها وجود دارد. بخشهای دانه ریز دارای عیار پایین تر و بخشهای دانه درشت پرعیارترند. نمونه گیری که با روشهای معمول (تخمین درصد خاک و سنگ و گرفتن نمونه معرف متناسب با آن) از این دیوها انجام می شود خطایی حدود ۳۰ درصد دارند. این مشکل به صورت ریشه ای بررسی شد که عمده خطا در اثر روش نمونه برداری است. به نحوی که توجه نداشتن به ابعاد مواد نمونه برداری شده باعث اختلاف بین عیار واقعی گزارش شده از بخش کانه آرایبی با نمونه ها می شود. با این حال با توجه به تجارب و وضعیت دیوها بهترین روش برای نمونه برداری که شرایط اقتصادی و عملیاتی را مد نظر دارد روشی است که بر مبنای انتخاب سایز بهینه نمونه برداری مطرح شده است. این روش در ادامه مورد بحث قرار می گیرد.

## ۲- موقعیت جغرافیایی

منطقه معدنی چاه میر بخش گسترده ای از ورقه ۲۵۰۰۰ : ۱ بنستان در حدود ۳۰ کیلومتری جنوب شهرستان بهاباد را می پوشاند. از دیدگاه بلوک شناسی کشوری جزو چهارگوش 7253IIINW از بلوک ۸۱ راور و در محدوده ۴۵° ۳۶' تا ۳۱° ۳۰' ۴۲ عرض شمالی و ۵۶° ۰۰' تا ۵۶° ۰۵' طول شرقی قرار دارد. دسترسی به آن از طریق جاده آسفالت بهاباد-کوهبنان و از مسیر بنستان- بیروئیه و روستاهای بنیز و بشکان امکانپذیر می باشد (شکل ۱) [۴].



شکل ۱- کروکی راه های منتهی به محدوده مورد مطالعه

### ۳- زمین شناسی منطقه

بلوک بهاباد - کوهینان، در شرق و جنوب شرقی بلوک بافق و غرب بلوک طبس قرار دارد و به طور عمده از سنگ های پالئوزوئیک بالا متشکل از ماسه سنگ و شیل سازند های جمال و سرخ شیل (پرمین) و مزوزوئیک (تریاس- ژوراسیک زیرین) متشکل از دولومیت های سازند شتری (تریاس) تشکیل شده اند. در این بلوک، حدود ۴۰ کانسار و نشانه معدنی سرب و روی شناخته شده که کانسنگ غالب آنها ترکیب اکسیدی دارد. عیار روی اغلب بیش از عیار سرب بوده و عیار مجموع بیش از ۱۲ درصد است. تقریباً همه کانسارها و نشانه های معدنی این بلوک، دارای سنگ میزبان دولومیتی است و دولومیت ها اغلب به سازند شتری (با سن تریاس زیرین- میانی) تعلق دارند. پدیده راندگی در این منطقه از شدت بسیار بالایی برخوردار است و واحدهای سنگی رورانده کوچک تا غول پیکر بر روی پیکره های قدیمی کامبرین رانده شده اند. واحدهای سنگی درگیر با کانسار شامل: دولومیت های تیره و خاکستری سازند شتری، سری توفی نخودی رنگ، ماسه سنگ های قرمز سری لالون، سنگ اهنک بیتومینه سیاه تا خاکستری، توف های سبز و سیلیسی و واحد امفیبول منزو دیوریت است. کانه به طور عمده از اسمیت زونیت و گانگ همراه، بیشتر توفهای سبز است که دارای سختی پائینی هستند [۴].

### ۴- روش استخراج

با توجه به اینکه عمق روباره کم می باشد و کانسار در یک زون گسله و برشی شده وجود آمده، بخشهای باطله و ماده معدنی به شدت با هم مخلوط شده، که کار تفکیک و استخراج انتخابی را با مشکل روبه رو ساخته است. بنابراین از روش روباز بوسیله بولدزر برای استخراج و دیپوی مواد معدنی استفاده می شود. از روی اطلاعات گمانه ها و حفاریهای پودری، موقعیت تقریبی رگه های معدنی مشخص شده است. برای دسترسی به ماده معدنی ابتدا باطله ها برداشته شده و اطراف ماده معدنی تا حد امکان خالی می شود. سپس ماده معدنی توسط بولدزر دیپو داده می شود. این شیوه استخراج سرآغاز ایجاد محیطی ناهمگن و البته اجتناب ناپذیر است [۳].

### ۵- روش کار

#### ۵-۱- نمونه گیری از دیپوها

به منظور ارزیابی و کنترل عملیات نمونه برداری از دیپوهای استخراجی، مقایسه ای بین نتایج حاصل از نمونه برداری به روش معمول (گرفتن نمونه از دیپوها با نسبت مشخص سنگ و خاک) و عیار واقعی دیپو ها در کارخانه کانه آرایی انجام شد. برای این کار تعداد ۳ دیپو از ماده معدنی که به صورت روزانه استخراج می شدند، انتخاب و از هر دیپو به روش معمول، و با دقت نمونه گیری شد. وزن کلی هر دیپو به طور متوسط ۲۰۰ تن بوده است که ۳ نمونه از هر دیپو و از نقاط مختلف آن گرفته شد. هر نمونه به طور متوسط ۱۰ کیلوگرم وزن دارد. نمونه ها به آزمایشگاه ارسال شدند و هر نمونه به طور جداگانه مورد تجزیه سرنندی قرار گرفت. سپس هر بخش به طور مستقل بوسیله دستگاه جذب اتمی برای عنصر روی مورد تجزیه قرار گرفتند. نتایج این تجزیه ها در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- نتایج نمونه برداری از دیوهای استخراجی

شماره فراکسیون	ابعاد (میلیمتر)	دیو شماره ۱		دیو شماره ۲		دیو شماره ۳	
		درصد وزنی	درصد عیار	درصد وزنی	درصد عیار	درصد وزنی	درصد عیار
۱	+ ۵۰/۸	۹/۲۶	۲۸/۳۶	۱۲/۴۷	۲۵/۱۴	۱۴/۹۲	۲۷/۴۶
۲	۲۵/۴-۵۰/۸	۳۷/۴۹	۲۵/۱۴	۲۵/۳۶	۲۲/۹۸	۲۳/۳۵	۲۴/۱۷
۳	۱۲/۷-۲۵/۴	۱۵/۵۱	۲۲/۰۲	۱۹/۹۷	۲۰/۴۷	۲۱/۰۹	۱۹/۶۴
۴	۶/۶۸-۱۲/۷	۱۰/۲۸	۱۸/۸۹	۹/۸۸	۱۶/۸۲	۸/۹۶	۱۸/۰۱
۵	۴/۷۰-۶/۶۸	۸/۷۹	۱۷/۳۸	۱۲/۴۵	۱۲/۹۴	۱۱/۴۱	۱۴/۳۲
۶	۳/۳۲-۴/۷۰	۷/۸۷	۱۲/۵۷	۸/۰۵	۱۱/۸۶	۹/۸۳	۱۱/۹۳
۷	۲/۳۶-۳/۳۲	۷/۶۳	۹/۲۹	۸/۶۸	۹/۴۵	۵/۷۶	۱۱/۶۵
۸	-۲/۳۶	۳/۱۷	۱۰/۴۸	۳/۱۴	۱۱/۰۳	۴/۶۸	۱۲/۴۵
میانگین عیار		۲۰/۹۷		۱۸/۴۴		۱۹/۵۶	

همانطور که مشاهده می شود عیارها در بخشهای مختلف متفاوت بوده و با کوچک شدن ابعاد عیار کاهش می یابد.

#### ۲-۵- تعیین عیار واقعی دیوها

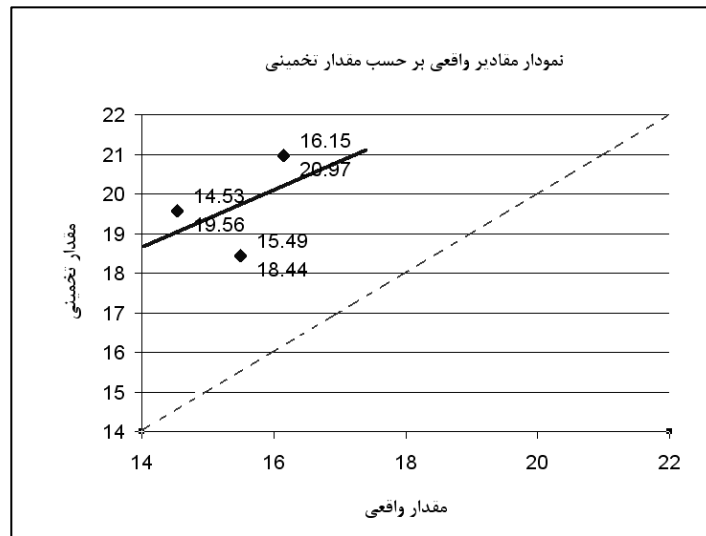
دیوها پس از بارگیری بوسیله کامیون، به بخش خردایش کارخانه ذوب روی بافق حمل شدند و پس از همگن سازی اولیه، از سنگ شکن فکی عبور کرده و بوسیله رطوبت گیر خشک شدند. مواد بوسیله آسیای چکشی تا ابعاد ۷۵ میکرون آسیا شده و بوسیله نوار نقاله سیار به طور یکنواخت داخل انبار ریخته و همگن شدند، بگونه ای که هر دیو در محل مشخص به خود انبار شد که در این حالت می توان با دقت زیاد، نمونه معرف تهیه کرد. از هر دیو ۳ نمونه ۵۰ گرمی (به علت بسیار دانه ریز بودن مواد این مقدار کفایت می کند) با فواصل زمانی ۲۰ دقیقه و از نقاط مختلف آن به منظور آنالیز عنصر روی، گرفته شد که نتایج آن در جدول ۲ آمده است.

#### ۳-۵- تحلیل و مقایسه نتایج

نتایج بدست آمده از نمونه برداری معمول و عیار واقعی دیوها به صورت نمودار شکل ۲ با هم مقایسه شده است. همانگونه که از روی نمودار قابل تشخیص است، برای هر سه دیو عیار نمونه گیری بالاتر از عیار واقعی بدست آمده است.

جدول ۲- عیار واقعی دیوها

شماره دیو	شماره نمونه	درصد روی	میانگین دیو
۱	$h_1$	۱۵/۹۷	۱۶/۱۵
	$h_2$	۱۶/۰۵	
	$h_3$	۱۶/۴۲	
۲	$h_4$	۱۵/۶۰	۱۵/۴۹
	$h_5$	۱۵/۱۲	
	$h_6$	۱۵/۷۷	
۳	$h_7$	۱۴/۲۵	۱۴/۵۳
	$h_8$	۱۴/۶۹	
	$h_9$	۱۴/۶۴	



شکل ۲- مقایسه عیار نمونه برداری با عیار واقعی دپوها - خط تیره، خط معیاری است با شیب ۴۵ درجه. خط پر رنگ، خط برازش شده از سه نقطه است. در حالت اخیر هر سه نقطه بالای این خط قرار دارند که نشان‌دهنده وضعیت بیش تخمینی است.

#### ۵-۴- ارائه راهکار

همانگونه که قبلاً ذکر شد عیارها به شدت تحت تأثیر ابعاد دانه بندی قرار دارند. یکی از دلایل این امر، نرم بودن باطله و روش استخراج می باشد. اگر بتوان به روشی ابعاد بهینه ای را پیدا کرد که با آنالیز آن بخش، عیاری نزدیک به واقعیت بدست آورد، آنگاه می توان آنرا به دپوهای دیگر نیز تعمیم داد. چون منطقه از لحاظ کانی سازی و کانگ تقریباً همگن به نظر می رسد. با این روش برای هر کدام از دپوها سایز بهینه ای برای نمونه برداری به دست می آید. بدین معنی که پس از نمونه بردای فقط لازم است نمونه بوسیله دو سرند معرف تفکیک شود. با این عمل، مولفه های ترقیق و بیش تخمینی اثر همیدیگر را خنثی می کنند. برای این کار به روش تجربی و با مراجعه به جدول شماره ۱ و ۲ مشاهده می شود که میانگین بخشهای نمونه، که بین ابعاد ۱۲/۷ - ۳/۳۲ میلیمتر قرار دارند و بوسیله سرند جدا شده اند، عیاری نزدیک به واقعیت دارند. البته این نتیجه دور از ذهن نیست، چرا که این مقادیری حول مقدار میانگین پراکنده‌اند. به بیان دیگر بخشهایی که باعث چولگی در مقادیر می شوند کنار گذاشته شده اند. این نتایج برای دپوها در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳- نتیجه انتخاب سایز بهینه نمونه برداری

ابعاد بهینه	عیار متناسب با بخش	عیار واقعی
۳/۳۲-۱۲/۷	۱۶/۲۸	۱۶/۱۵
	۱۴/۸۷	۱۵/۴۹
	۱۴/۷۵	۱۴/۵۳

#### ۶- نتیجه گیری

تحقیق اخیر نشان می دهد در بعضی از موارد ممکن است شکاف زیادی بین مقادیر واقعی و تخمینی، بوسیله روشهای معمول نمونه برداری وجود داشته باشد که از اصول به نظر ساده ای پیروی می کنند. به طور کلی خطایی که در اثر نمونه برداری از دپوهایی با حجم زیاد بوجود می آید تحت تأثیر اندازه ذرات و تعداد نمونه ها قرار می گیرد. چون نمی توان تعداد بسیار زیادی نمونه را برای آنالیز تهیه کرد و همچنین دامنه تغییرات ابعاد گسترده است، روش ارائه شده (استفاده از سایز بهینه) هر دو پارامتر را کنترل می کند. در مجموع در این پژوهش به طور عمده اصل اساسی زیر در نمونه برداری مورد توجه قرار گرفته

است: «در یک نمونه گیری ضروری است دانه بندی مواد نمونه با دانه بندی محیط نمونه برداری مشابه باشد». با توجه به نتیجه این تحقیق، سایز مناسب برای دپوهای معدن چاه میر، با محدود کردن نمونه ها بین ابعاد  $۱۲/۷ - ۳/۳۲$  میلیمتر بوسیله سرندها بدست آمده است.

به منظور کاهش خطای نمونه برداری علاوه بر روش ارائه شده، پیشنهاد می شود روش استخراج به طریق مناسبی تصحیح شود بگونه ای که دپوها همگن تر شده و مواد باطله باعث مشکل نشوند.

### تقدیر و تشکر

انجام این تحقیق به منظور رفع مشکلات واحد معدنی سرب و روی چاه میر وابسته به شرکت معدنکاران انگوران صورت گرفته که بدینوسیله نگارندگان این مقاله از همکاری آنها صمیمانه سپاسگذاری می نماید.

### ۷- مراجع

- ۱- حسنی پاک، علی اصغر؛ (۱۳۷۱)؛ نمونه برداری معدنی؛ انتشارات دانشگاه تهران.
- ۲- شرکت معدنکاران انگوران، واحد جنوب؛ (۱۳۷۸-۱۳۸۶)؛ گزارشات ماهیانه.
- ۳- میرزایی، علیزاده؛ (۱۳۸۵)؛ گزارش نقشه زمین شناسی ۱:۱۰۰۰ معدن چاه میر.
- ۴- نعمت الهی، حسین؛ (۱۳۸۱)؛ کانه آرای، جلد اول؛ انتشارات دانشگاه تهران.