

# فصل اول

## کلیات

## ۱ - مشخصات کلی و عمومی باریت

## ۱-۱- تاریخچه [۱]

نام باریت از کلمه یونانی باروس به معنی سنگین گرفته شده و برای اولین بار در سال ۱۷۷۱ توسط هامیلتون *Hamilton* و به عقیده برخی از مولفین در سال ۱۷۷۴، توسط شیل *Carl Scheele* به کاررفته است. نامهای محلی دیگر برای این کانی نظیر هوی اسپار، تیف، کوک، باریتس و باریتین به کار رفته است. اکسید باریم در ابتدا به نام *barote* توسط *Guyton de Morveau* نامیده شد که توسط *Antoine Lavoisier* به *baryta* تغییر نام داده است که پس از آن به *barium* تبدیل شد.

باریم در سال ۱۸۰۸ توسط *Sir Humphry Davy* در انگلستان استخراج شد. این ماده معدنی به دلیل وزن مخصوص زیاد از سالهای ۱۹۳۰ در حفاریهای اکتشافی مورد استفاده قرار گرفته است. وزن مخصوص بالا و ختشی بودن آن از نظر شیمیایی موجب بکارگیری گسترده این کانی به عنوان یک عامل وزنی در مایعات یا گلهای حفاری می‌شود. بیشتر مصرف باریت در صنایع حفاری چاههای عمیق نفت و گاز است، به طوری که تقریباً ۸۵٪ تقاضا برای این ماده معدنی را در برمی‌گیرد که بالغ بر ۶ میلیون تن در سال است. گل حفاری در روش دورانی و در مناطقی که فشار گاز یا مایع در اعماق زیاد است، برای محافظت و جلوگیری از فوران چاه یا ریزش دیواره استفاده می‌شود.

خصوصیاتی نظیر وزن مخصوص زیاد، ختشی بودن آن از نظر شیمیایی، فراوانی ذخایر، سهولت استفاده و ارزانی آن سبب شده تا در اکثر نقاط دنیا و در بسیاری از صنایع در ساختن مواد شیمیایی باریم دار، پرکننده های ویژه، سرامیک، لاستیک، شیشه‌های شفاف، کاغذ، لوازم آرایش، پلاستیک، لباسهای عایق، کابل، جوهر سفید، آلیاژها، رنگ، چینی، چاشنی فشنگ، گرانول، لنت ترمز، چراغهای راهنمایی با نور سبز، لیتوپون مورد استفاده قرار گیرد ولی میزان مصرف آن در این صنایع کمتر از یک میلیون تن در سال برآورد شده است.

این کانی در سالهای قبل به عنوان باطله سایر مواد معدنی محسوب می‌شد. با آغاز فعالیت حفاری اکتشاف چاههای نفت در ایران، باریت یک ماده معدنی اقتصادی به شمار آمد. در ایران تا سال ۱۳۳۸ هجری شمسی، باریت مورد نیاز برای شرکتهای نفتی از خارج تامین می‌شد ولی از این تاریخ به بعد، اولین استخراج و بهره برداری از معادن توسط دو کشور عمده باریت ایران و ماگوبار آغاز گردید و در سالهای ۵۶-۱۳۵۵ به اوج تولید خود یعنی ۲۲۰ هزار تن در سال رسید.

در سال ۱۳۴۰، اولین کارخانه تهیه پودر باریت تاسیس و به مرحله بهره برداری رسید و دو کارخانه دیگر تولید پودر باریت، در سال ۱۳۵۳ در پرنسک ساوه و سلفچگان شروع بکار نمودند. در سال ۱۳۵۳ تعداد ۳۰ معدن باریت فعال بوده که اکثریت آنها در استان مرکزی واقع شده‌اند. میزان استخراج این کانی در سال ۱۳۵۳ بالغ بر ۸۰۰۰۰ تن و در سال ۱۳۵۸ بالغ بر ۱۸۰۰۰۰ تن بوده است.

عامل مهم تعیین کننده تقاضا برای باریت، میزان فعالیت صنایع حفاری در جهان است. بنابراین تولید باریت به میزان تقاضا برای نفت بستگی دارد. میزان تولید باریت نوسانات وسیعی را طی دو دهه گذشته نشان می‌دهد. تولید باریت به حداکثر میزان، در سال ۱۹۸۱ رسید که بالغ بر ۸/۵ میلیون تن بود. در اواسط دهه ۹۰، به دلیل کاهش بازدهی، میزان تولید باریت به ۴/۸ میلیون تن رسید.

از سال ۱۹۹۵ تا ۱۹۹۷ یک افزایش پایدار در تولید باریت مشاهده می‌شود، به طوری که در سال ۱۹۹۷ به ۶/۵ میلیون تن می‌رسد و پس از آن میزان تولید کاهش می‌یابد. باید توجه داشت که اکتشاف حوزه های نفتی جدید، اکتشاف مواد معدنی در اعماق بیشتر، رعایت مسائل زیست محیطی در صنایع شیمیایی مصرف کننده باریت نیز بر رشد تولید این کانه تاثیر دارند.

## ۱-۲- مشخصات باریت [۱]

اکسید باریم، *Baryta* نام دارد و به صورت اولیه در کانی باریت  $BaSO_4$  یافت می‌شود اما هرگز به شکل خالص دیده نمی‌شود، زیرا باریم در هوا بسیار واکنش پذیر می‌باشد. باریت (*Barite & Baryte*) یا سولفات باریم طبیعی  $BaSO_4$  از واژه یونانی (*Barus & Barys*) به معنی سنگین یا چگال گرفته شده است (به این کانی *Heavy spar* و گاهی *Tiff* نیز می‌گویند). باریم چهاردهمین عنصر فراوان در پوسته زمین است که در حدود ۰/۰۵٪ پوسته زمین و ۴۲۵ گرم در تن سنگ های رسوبی پوسته را می‌سازد. باریم فلزی است قلیایی (آلکالن) خاکی به رنگ سفید-نقره ای با نماد *Ba*، عدد اتمی ۵۶، وزن اتمی ۱۳۷/۳۲۷، وزن مخصوص ۳/۵۹ گرم بر سانتی متر مکعب، سختی ۱/۲۵ در مقیاس موس، نرم، سنگین، نقطه جوش ۱۸۹۸ درجه سانتی گراد و نقطه ذوب بالا ۷۲۹ درجه سانتی گراد. باریم در گروه ۲ (II) جدول تناوبی به عنوان فلز قلیایی (آلکالن) خاکی *Alkali Earth Metals* بوده و در دوره ۶ قرار دارد.

باریت یکی از سنگین‌ترین کانیهای سولفات است و تنها کانی که در این رده، دارای وزن مخصوص بالاتری نسبت به آن می‌باشد، انگلیت ( $PbSO_4$ ) است. فرم بلورین آن اکثراً "به صورت بلورهای تیغه‌ای، ورقه ورقه مانند، لایه‌ای یا رشته‌ای است. در بیشتر ذخایر تجاری به صورت نودول‌ها، کنکرسیون‌های تجمعات گل سرخ مانند، ورقه‌های نازک تا لایه‌ای مشاهده می‌شود.

### ۳-۱- کانیهای مهم باریت [۱]

مهمترین کانیهای باریم دار عبارتند از: باریت  $BaSO_4$  و ویتريت  $BaCO_3$  میزان فراوانی باریت بیشتر از ویتريت است.

#### • باریت یا باریتین *Barite & Baritine*

باریت یا باریتین با ترکیب شیمیایی  $BaSO_4$  در سیستم اورتورومبیک و رومبیک بی پیرامیدال متبلور می‌شود و به صورت بلورهای تیغه‌ای و بسیار بزرگ و یا در اشکال منشوری، پرماند، توده‌های کنکرسیونی، رزصحرائی، ریزدانه و توده‌ای دیده می‌شوند. وزن مخصوص آن  $4/5 - 4/2$  گرم بر سانتی متر مکعب و سختی آن  $3/5 - 3$  می‌باشد. باریت کانی باطله بسیاری از کانسارهای فلزات پایه را تشکیل می‌دهد.

بلورهای باریت معمولاً شفاف تا نیمه شفاف و کدر بوده و رنگ آنها سفید تا بی رنگ است که گاهی تمایل به زرد شفاف، خاکستری، آبی کم رنگ، قرمز یا قهوه‌ای و بندرت قهوه‌ای تیره است. جلای این کانی شیشه‌ای تا صدفی و گاهی جلای صمغی و مرواریدی دارد. رنگ خاکه آن سفید است که بر اثر مالش، گاهی اوقات بودار می‌شود. باریت خالص از  $65/7\%$  اکسیدباریم ( $BaO$ ) و  $34/3\%$  اکسید سولفور ( $SO_3$ ) تشکیل شده و بندرت به صورت خالص در طبیعت یافت می‌شود.

باریت دارای خاصیت فسفرسانس و فلوئورسانس بوده و ساختمان بلوری آن بر اثر گرما (شعله فوتک) شکسته شده و به سختی گداخته می‌شود. حرارت دادن شدید آن، سبب تظاهر رنگ فلوئورسانس نارنجی درخشان تا متمایل به نارنجی (نشانه وجود هماتیت یا کانی‌های سولفیدی)، قرمز ارغوانی (نشانه وجود عنصر استرانسیم) و سبز متمایل به زرد (نشانه وجود عناصر قلیایی) می‌گردد، بر روی زغال ابتدا پرل *Perle* مشخصی ایجاد می‌نماید ولی با ادامه حرارت، توده هپاتیتی به صورت گسترده بر روی زغال تشکیل می‌شود.

## ۱-۳-۱- ایزومورفهای باریت

باریت از نظر شیمیایی خنثی بوده و وزن مخصوص آن نسبتاً زیاد است و از دیدگاه شکل‌شناسی می‌تواند با کلسیت، سلسنتین، ویتريت، آراگونیت، آلپیت، ژپس، فلئورین و انیدریت تشابه داشته باشد. از کلسیت، ویتريت و ژپس بواسطه غیرقابل حل بودن در اسید، از آلپیت (و بطور اعم از فلدسپارها) بواسطه نرمی، از سلسنتین و انیدریت بواسطه فلئورسانس نارنجی پس از گداخته شدن و سبز نمودن رنگ شعله فوتک، از فلئوریت بواسطه فقدان فلئورسانس و از آراگونیت بوسیله وزن مخصوص بالا و رخ شناخته می‌شود. باریت از نظر ساختمان بلورین تنها با ویتريت (کربنات باریم) مشابه است و از نظر کاربرد در صنایع، ویتريت می‌تواند جایگزین نسبتاً مناسبی باشد ولی تظاهر اتفاقی آن و تجمع با کانه‌های فلزی بویژه سرب و روی از اقتصادی بودن آن می‌کاهد.

• ویتريت ( $BaCO_3$ )

ویتريت با ترکیب شیمیایی  $BaCO_3$  توسط کانی‌شناس برجسته انگلیسی *Withering* کشف شده است، در سیستم اورتورومبیک متبلور می‌شود. وزن مخصوص آن  $4/35 - 4/27$  گرم بر سانتی‌متر مکعب، سختی آن  $3 - 3/75$ ، جلای شیشه‌ای و گاهی صمغی می‌باشد. ویتريت به رنگ سفید، متمایل به زرد و خاکستری با رنگ خاکه سفید و بلورهای شفاف تا نیمه شفاف می‌باشد. این کانی معمولاً نسبت به باریت کمیاب بوده و غالباً رگه‌های گالن را همراهی می‌کند و با اسید سولفوریک تبدیل به سولفات باریم می‌شود.

## • باریتو کلسیت

مونوکلینیک بوده و در اشکال بلورین و توه‌ای دیده می‌شود. فرمول شیمیایی آن  $(Ba, Ca)CO_3$ ، سختی آن ۴ و وزن مخصوص آن  $3/66 - 3/64$  گرم بر سانتی‌متر مکعب است. دو رخ، یکی آشکار و دیگری با وضوح کمتر دارد.

سطح شکست باریت و کلسیت نیمه کونکوئیدال و صدفی، جلای آن شیشه‌ای با تمایل به حالت صمغی، بلورهای آن شفاف تا نیمه شفاف و رنگ آن سفید تا مایل به خاکستری و یا مایل به سبز تا زرد است. رنگ خاکه باریت و کلسیت سفید بوده و در محلول اسید کلریدریک رقیق حل می‌شود.

• نیتروباریت ( $Ba(NO_3)_2$ )

فرمول شیمیایی سیستم بلوری این کانی تتراهدرال و دارای تقارن بوده و به آسانی القاپذیر است. در آب حل می‌شود و بی‌رنگ است. از دیگر ترکیبات باریم دار می‌توان از بنتونیت (*Benitoite*)، اورانوسیرکیت (*Uranocircite*)، بروملیت (*Bromlite*)، هیالوفان، سلسیان (*Celsian*)، کاپلنیت (*Cappelenite*)، هیالوتیکت، باریلیت، ژیل-سپایت (*Gillespite*)، تاراملیت (*Taramlite*)، بروستریت (*Browsterite*)، ول-سایت (*Wellsite*)، هارموتوم (*Harmotome*)، ادینگتونیت (*Edingtonite*)، لئوکسفنیت (*Leucosphenite*)، ولبورتیت (*Volbortite*)، گئورسیکسیت (*Georgeixite*) و فرازیت (*Ferrazite*) نام برد.

## ۴-۱- زمین‌شناسی باریت

## ۴-۱-۱- شرایط تشکیل و ژنز باریت [۱]

باریت متداولترین کانی باریم دار است که به صورت اتفاقی و گاهی در مقادیر بزرگ مانند رگه‌ای یا لایه‌ای تمرکز می‌یابد. این تمرکز می‌تواند به صورت تنها یا ترکیب با کانه‌هایی نظیر فلونورین، سلستین، کوارتز، گالن، اسفالریت، کلسیت، دولومیت و سیدریت در محیط‌های مختلف زمین‌شناسی روی دهد. اگرچه باریت به صورت کانی همراه رگه‌های کانه‌دار سولفیدی در سنگهای رسوبی بسیار متداول است، جایی که گرهک‌های (*Nodules*) کنکرسیونی و بلورهای با رشد آزاد در فضاها یا بین بلوری تشکیل می‌شوند، ذخایر تقریباً خالصی از باریت بوجود می‌آیند که در بسیاری نقاط، ارزش معدنکاری می‌یابند. کانی باریت با حضور عنصر باریم در ذخایر قابل توجه کانه‌های منگنز اغلب با کانه‌های سرب و روی، مس، آرسنیک، نیکل، کبالت، مولیبدن، تنگستن، وانادیوم، آهن، نقره و تیتانیوم همراهی می‌شود.

در خلال هوازدگی کانی‌هایی مانند فلدسپارهای پتاسیم دار، پلاژیوکلازها، مسکوویت و بیوتیت، باریم به صورت ترکیبی از حالت برج‌مانده (باقیمانده) (*Residual*) و رسوبی حضور می‌یابد. گاهی اوقات باریت به شکل توده‌ای در نهشته‌های هماتیتی و ذخایر آن دیده می‌شود. نهشته‌های باریت منشأ گرمابی دارند و ممکن است که ورود سیالات گرمابی غنی از باریم به آب دریایی غنی از سولفات، باعث تشکیل باریت شود.

شکل غالب باریت به صورت رگه‌ای و پرشدگی شکافهاست، چنانچه در ماسه سنگها و سنگهای آهکی، گاه رگه‌های مشخصی را تشکیل می‌دهد که بخشی از سازندهای آن، علاوه بر کلسیت و سلسیت، باریت می‌باشد و بیشتر با کانه‌های مس همراهی می‌شود. باریت گاهی سیمان ذرات را در ماسه سنگها تشکیل داده و نیز توده‌های خاکی را در لایه‌های مارنی بوجود می‌آورد. در برخی موارد به مثابه مواد سنگ‌کننده فسیلها عمل نموده و فضاهای خالی اطراف آنها را پر می‌نماید.

باریت در قشر زمین گسترش زیادی داشته و همراه کانیهای مختلف فلزات یا همراه با سنگهای آهکی، هم به صورت بلورین بی شکل (*Amorphous*) یافت می‌شود. منابع باریت بقدری فراوان است که تنها مهمترین آنها (از نظر بالابودن وزن مخصوص و عیار) و بزرگترین آنها (از نظر حجم و میزان ذخیره) قابل توجه و بهره برداری هستند. همان طوری که قبلاً "نیز گفته شد از نظر زمین‌شناسی باریت در انواع سنگها، شامل سنگهای آذین، رسوبی و دگرگونی یافت می‌شود، ذخایر این کانی در طبیعت به سه صورت مشاهده می‌شود.

باریت در طبیعت به صورت رگه‌ای، لایه‌ای و بر جای مانده یافت می‌شود:

الف) ذخایر رگه‌ای پرکننده فضاهای خالی

ب) تجمع ثانوی یا باقیمانده

ج) ذخایر لایه‌ای

#### ۱-۴-۲- انواع کانسارهای باریت [۱]

الف - باریت تیپ رگه‌ای پرکننده فضاهای خالی

محلولهای که ترکیبات شیمیایی خاصی دارند در گسلها، شکستگیها و به تشکیل باریت منجر می‌شوند. این نوع باریت معمولاً همراه با برخی از کانسارهای گرمابی نقره، سرب - روی و فلوریت تیپ دره می‌سی‌سی‌پی دیده می‌شود و یا در اطراف توده‌های نفوذی تشکیل رگه می‌دهند.

این ذخایر از نظر ژنتیکی متاسوماتیک بوده و معمولاً نهشته‌هایی از سیالات گرمابی یا آبهای لب شور محبوس در اعماق باریت دار با حرارت متوسط و کم می‌باشند. این سیالات کانه دار گرمابی و ماگمایی، اغلب شکستگی‌ها (گسله‌ها، درزه‌ها و زونهای برشی *Brecciated Zones*) سطوح لایه‌بندی، کانالهای محلولی. فضای خالی بین ذرات و قطعات سنگ را در

سنگهای گوناگون و در طول صدها متر (گاهی تا ۲۰۰۰ متر) و با اشکال گوناگون پر می‌نمایند. ضخامت این رگه‌ها از چند دسی متر تا چندین متر تغییر نموده و با همبندی مشخص (در اثر فشارهای طولانی و تورم (*Swelling*) گسترده) که تفاوت‌های آشکاری در طول، عمق و حالت این رگه‌ها بوجود می‌آورد، شناخته می‌شوند.

عامل اصلی رسوب این کانی بر دیواره سنگی آن، کاهش مقدار حرارت محلول، کاهش فشار و واکنش بین محلول گرمابی و سنگ میزبان است، اگرچه این آخری در تشکیل ذخایر غیرفلزی از نقش بسیار کم اهمیت تری برخوردار است و اثر شیمیایی رگه‌های گرمابی باریت و فلئورین بر دیواره‌های سنگی بسیار کم اهمیت تر از اثر فیزیکی محلول می‌باشد.

ویژگی خردشدگی در مناطق برشی زونهای گسله و مقاومت سنگ در جلوگیری از بسته شدن شکستگی‌ها در برابر فشارهای طولانی و حتی تورم (باد کردگی) آن در اثر همبندی پیوسته با سیال گرمابی، بسیار قابل توجه است.

انواع رگه‌ای ذخایر باریت معمولاً توسط فلئورین و سولفیدهای سرب، روی، مس و آهن (پیریت) همراهی می‌شود و به سمت اعماق، اغلب گانگ آن را کوارتز عقیم، کلسیت و سیدریت تشکیل می‌دهد.

در شرایط بخصوصی، واکنش بین محلول و سنگ میزبان چنان شدید بوده که ترکیب تمام سنگ میزبان را دستخوش تغییر می‌سازد و این عمل توسط جاننشینی یا خارج کردن یک کانی و جایگزینی همزمان توسط کانی دیگر انجام می‌گیرد. چگونگی این فرایند بدرستی مشخص نمی‌باشد ولی شاید بتوان تبادل مولکولی یا اتمی را در فاصله زمانی کوتاه و در ابتدای جبهه پیشرونده سیال با پخش یکنواخت و جریان ثابت در نظر گرفت. این شرایط بویژه در سنگهای کربناتی (که بیشترین ظرفیت جایگزینی را دارند) بیشترین امکان اتفاق را دارا بوده و همین دلیل ذخایر بزرگی از باریت در دولومیت‌ها و شیل‌های آهکدار یافت می‌شود. خلاصه آنکه گمان می‌رود ذخایر رگه‌ای باریت به صورت ژنتیکی با محلولهای گرمابی جوان (*Juvenile*) که محتوای  $BaCl_2$  یا  $BaS$  دارند ارتباط داشته باشد. توجه آن بدین گونه است که از برخورد دو محلول با ترکیب شیمیایی مختلف، واکنش شیمیایی صورت گیرد. مثلاً از برخورد سیالات گرمابی بالارو با محتوای ترکیبات باریم و احتمالاً  $BaCl_2$  با آبهای سطحی در حال گردش که دارای سولفاتهای ناشی از فعل و انفعالات منطقه اکسیداسیون می‌باشند، واکنش صورت گرفته و باریت رسوب نماید. نظریه تراوشی جانبی (*Lateral Secretion*) نیز عنوان می‌نماید که وجود سنگهای آذرین در همبندی این رگه‌ها می‌تواند منبعی برای باریم و در نتیجه تشکیل باریت باشد.

رگه‌های اقتصادی زیادی از باریت و فلوتورین در سنگهای آهکی، دولومیت، کوارتزیت و سنگهای آتشفشانی تشکیل می‌گردد و بدلیل تنوع در انواع شکستگی‌ها و هندسه پیچیده این نوع ذخایر، معدنکاری بر روی آنها بسیار مشکل و پرهزینه است. در بیشتر ذخایر رگه‌ای و بویژه در انواع دورگرمایی (*Telethermal*) آن، باریت از باطله‌های درجه ۲ محسوب شده و به صورت محلول جنبی استخراج می‌گردد. به طور مثال در معدن سرب و روی ساردینیا (واقع در ایتالیا) و برخی معادن انگلستان، باریت از همین طریق بدست می‌آید.

در نوع نهفته، باریت توسط سیالات گرمایی و یا شورابه‌های متعلق به نواحی عمیق حمل می‌گردد. محلولهای حاصل از توده آذرین نفوذی در طول گسلها، شکافها، ترکها، سطوح لایه‌بندی، کانالهای انحلالی و دیگر فضاهای باز، بالا آمده و خود همین فضاهای باز، محل تشکیل ذخایر کانیها گردیده‌اند. در این نوع کانسار، ذخایر باریت معمولاً "توسط سولفیدهای سرب، روی، مس، پیریت و همچنین فلوتورین همراهی می‌شوند و در مناطق عمیق‌تر اغلب کانی باطله آن را، کلسیت، سیدریت و کوارتز عمیق تشکیل می‌دهد. یکی از عواملی که در تشکیل این نوع کانسار در فضاهای خالی مؤثر است شامل کاهش تدریجی حرارت و فشار در هنگام بالا آمدن سیالات گرمایی و دور شدن این سیالات از محل خود می‌باشد. عامل دیگر در تشکیل این نوع کانسارها، واکنش بین محلولهای گرمایی و سنگ میزبان است. در برخی موارد واکنش بین محلول و سنگ میزبان بسیار شدید است بطوری که ترکیب تمام حجم سنگ میزبان را تغییر می‌دهد این عمل بوسیله جانشینی یا خارج شدن یک کانی و جایگزینی همزمان توسط کانی دیگر انجام می‌گیرد. سنگهای کربناته بیشترین ظرفیت جایگزینی را در میان سنگهای گوناگون دارند. بنابراین ذخایر بزرگی از باریت در دولومیت‌ها و شیلهای آهک‌دار یافت می‌شود. بیشتر باریتهای موجود در رگه‌ها و پرشدگی حفرات، متراکم و به رنگ خاکستری تا سفید است.

استخراج کانسارهای رگه‌ای، به دلیل هندسه پیچیده آنها بسیار مشکل و پرهزینه است. در اکثر موارد، رگه باریت مانند یک محصول فرعی یا محصول هم‌تراز در معادن سرب و روی استخراج می‌شود. همان طوری که قبلاً ذکر شد بیشتر معادن و ذخایر باریت در ایران از این نوع می‌باشند مانند معدن باریت الیت، معدن باریت دشت ده، معدن باریت نیوک و غیره.

معدن باریت کوتایسی (*Kutaisi*) واقع در جمهوری گرجستان شوروی و معدن مگنت کا و (*Magnet Cove*) در ایالت آرکانزاس آمریکا و بسیاری از دیگر نهشته‌های باریت آمریکا از این دسته‌اند. در معدن کوتایسی، رگه‌های باریت با ضخامت ۱-۳/۰ متر و طول بیش از ۲۰۰۰ متر در

توفهای پورفیری ژوراسیک و تا عمق ۲۵۰ متر ردیابی شده‌اند. این رگه‌ها، کلسیت، به مقدار کمتر کوارتز، پیریت، کالکوپیریت و گالن در بردارند. محتوای سولفات باریم از ۹۸/۶-۸۱/۶٪ تغییر می‌نماید. در کوهستان سالر (*Salair*) ضخامت بخش‌های عدسی شکل رگه‌های باریت در کواتوفیرها و پورفیرها به بیشتر از ۵۰ متر می‌رسد. در عمق ۱۰۰ متری، این رگه‌ها ۵۸٪ باریت، ۱۶٪ کوارتز، ۱۲٪ اسفالریت و ۱۳٪ گالن دارند.

ذخیره مگنت کاو از منشأ جانیشینی متاسوماتیک شیلها (به سن اشکوبهای پنسیلوانین-می‌سی‌سی‌پی که در مجاورت با یک توده نفلین سینیتی به سن کرتاسه به فرم ناودیس گونه‌ای تغییر شکل داده، حاصل شده و محتوای اکسید باریم آن ۰/۳ درصد می‌باشد. ضخامت این توده باریت علاوه بر بقایای جایگزین نشده شیلها، در یالها ۱۵-۱۰ متر در هسته ناودیس ۳۰ متر است. این ذخیره با گسترش لایه ریخت (*Stratiform*) از نوع رسوبی محسوب می‌شود. در چک واسلواکی، بزرگترین ذخایر باریت (به همراه سیدریت) به شکل رگه‌ای در معادن دروژیاک (*Drodiak*)، زلاتنیک (*Zlatnik*) و زاپالنیکا (*Zapalenica*) منطقه رودنایی (*Rudnany*) بوجود آمده است. رگه دروژیاک با متوسط ضخامت ۶ متر تا حداکثر ۳۰ متر، دیابازه و فیلیت‌های کربونifer را در طول حدود ۶۰۰۰ متر و عمق ۹۰۰ متر، قطع می‌نماید. در عمق ۲۰۰-۳۰۰ متری، این رگه انباشته از باریت و سیدریت (فروباریت) می‌باشد در اعماق، باریت به رگه سیدریت و به شکل کیسه‌ای و عدسی بدل می‌شود و به سمت بالا، باریت غلبه می‌یابد. مطالعات نشان داده که باریت در این مجموعه جوانتر از سیدریت است.

ب - ذخایر رسوبی-لایه‌ای (*Bedded*) و رسوبی-آتشفشانی (*Volcano-Sedimentary*) باریت کانسارهای باریت نوع لایه‌ای بیشتر با ذخایر ماسیو سولفید و ذخایر استراتی باند-استراتی فرم رسوبی در ارتباط هستند. در ماسیو سولفیدهای نوع کروکو، باریت در قسمت فوقانی و اطراف ذخیره ماسیو سولفید یافت می‌شود. در بعضی از کانسارهای استراتی باند-استراتی فرم رسوبی، لایه‌ای باریت دار گزارش شده است. باریت به صورت لایه‌ای و گاهی به صورت سیمان سنگ دیده می‌شود. لایه‌های باریت دار بیشتر به رنگ خاکستری هستند که از بالا و اطراف به چرت و شیلهای سیلیسی ختم می‌شوند. میزان باریت بین ۵۰ تا ۹۵ درصد متغیر است. ذخایر بزرگ باریت به صورت لایه‌ای یا عدسی شکل بوده و ممکن است سرب و روی نیز آنها همراهی کند. این نوع ذخایر تحت شرایط خاص شیمیایی که ذرات باریم توسط سیالات گرمابی دارای سولفید هیدروژن ته نشین می‌شوند بوجود می‌آیند. باریت در این نوع ذخایر معمولاً در حاشیه تمرکز می‌یابد و درگذر به سمت داخل پیریت دار می‌شود. در حالت خاص این ذخایر،

نهشته‌های لایه‌ای را تشکیل می‌دهند، بدین صورت که باریت می‌تواند بخشی از توالی رسوبی (هم به صورت سازنده‌های اصلی و هم عامل سیمان‌شدگی) و یا بخشی از تمرکز نهشته‌های سولفیدی توده‌ای - لایه ریخت باشد. باریت در این شکل معمولاً ریزدانه و تیره است (باریت لایه‌ای سیاه) و در لایه‌هایی با ضخامت بیش از ۱۵ متر و گسترش طولی احتمالی بیش از چندین کیلومتر رخنمون دارد.

این نوع ذخایر، طبقاتی رسوبی هستند که در آنها باریت به صورت کانی اصلی یا سیمان در بین قطعات دیگر قرار گرفته باشد. علاوه بر آن، این کانسارها می‌توانند همراه با کانسارهای ماسیو سولفید چینه‌سان (استراتیفرم)، ظاهر شود. کانسارهای باریت لایه‌ای از لحاظ اقتصادی بسیار با اهمیت هستند، برخی از این ذخایر محتوی میلیون‌ها تن باریت هستند. ذخایر عمده دارای ارزش اقتصادی از این نوع، تمرکزهای لایه‌ای باریت بدبو، عموماً "خاکستری تیره تا سیاه رنگ و ریزدانه می‌باشد. لایه‌های باریت سیاه حاوی چندین درصد ماده آلی می‌باشند و وقتی با چکش به آنها ضربه زده می‌شود، بطور مشخصی بوی سولفید تیدوزن ( $H_2S$ ) را می‌دهند. عقیده بر این است که سولفید تیدوزن محصول فساد مواد آلی و احیای سولفات توسط باکتریهای بی‌هوازی است. دانشمندان برای ژنز لایه‌های باریت سیاه بدبو آرکانزاس، مدلی را ارائه داده‌اند که بر مبنای آن شورابها از رسوبهای سکوی قاره‌ای تراوش کرده و در گودیه‌های کف حوزه رسوبی با آب دریا مخلوط شده و سبب ته نشین شدن باریت می‌گردند. یونهای باریم جذب ذرات رس شده، با سولفاتهای موجود در آب دریا ترکیب و سولفات باریم می‌گردند. یونهای باریم جذب ذرات رس شده، با سولفاتهای موجود در آب دریا ترکیب و سولفات باریم تشکیل می‌دهند. منشاء باریم در آب دریا می‌تواند در رابطه با فعالیتهای زیستی و یا بازیافت از سنگهای از پیش تشکیل شده باشند.

محتوای باریت در این ذخایر متجاوز از ۹۵٪ باشد ولی گاهی به حدود ۵۰٪ و یا کمتر رسیده و با مقادیری از کوارتز دانه ریز، رس، پیریت، چرت یا سیلت همراهی می‌شود. کانیهای کربناتی در این نهشته‌ها نادر هستند و احتمال دارد هیدروکربورها و اسیدهای چرب درصدی از سنگ را تشکیل دهند. نهشته‌ها و ذخایر لایه‌ای باریت به عنوان پراهمیت‌ترین و اقتصادی‌ترین نوع ذخایر باریت مطرح می‌باشند و ذخایر وسیع و متعددی را شامل می‌شوند که به تنهایی برای فنون معدنکاری جدید در مقیاس وسیع مساعد هستند. مثالهایی از اینگونه ذخایر در ایالات نوادا و آرکانزاس آمریکا، شیلی، فرانسه و ایالت آندراپرادش (*Andhra pradesh*) هند وجود دارند.

پیدایش نهشته‌های لایه ای باریت بدلیل مغایرت رویدادهای گرمابی و رسوبی مورد بحث و اختلاف است. مطالعه بر روی نهشته گذاری محلی، در جایی که آبهای لب شور خارج از پوسته در گودیه‌های کف حوزه رسوبی با آب دریا مخلوط می‌گردند، بوسیله مدل انجام شده و نتیجه آن ته نشین شدن باریت می‌باشد. در این فرآیند، یونهای باریم جذب ذرات رس شده، با سولفاتهای موجود در آب دریا ترکیب گردیده و رسوب باریم را تشکیل می‌دهند.

صورت‌های دیگر این فرآیند بدینگونه توجیه می‌شود که یونهای باریم می‌توانند بخوبی در شبکه بلوری آراگونیت (حتی در شکل اولیه آن یعنی کربنات کلسیم) جای گیرند. شکل دیگر، آنست که باریم در خلال اولین ته نشست‌هایی کربناتهای دریایی در آراگونیت محبوس می‌شود و در زمانی که آراگونیت به کلسیت یا دولومیت (که برای جایگیری یونهای باریم در شبکه خود مناسب نیستند) تبدیل می‌شود از آنها خارج می‌گردد.

سپس باریم با سولفاتها ترکیب شده و در همانجا باریت تشکیل می‌شود و یا با کلراید، که توانایی مهاجرت دادن یونهای سولفات را دارد، واکنش انجام داده و محصول نهایی آن باریت باشد. این فرضیه شاید به تشریح آنکه چرا باریت در سنگهای کلسیت یا دولومیت دار نادر است، کمک نماید.

از مشهورترین این معادن، که هم اکنون نیز معدنکاری می‌شود می‌توان از مگن (*Meggen*) در آلمان شرقی سابق و راملز برگ (*Rammels-berg*) در آلمان غربی سابق، نهشته های کوروکو (*Kuroko*) در ژاپن و نهشته‌های مشابه از این قبیل در دره نورتومبرلند (*Northumberland*) ایالت نوادای آمریکا نام برد.

ذخیره مگن در ایالت وست فالن (*Westfalen*) آلمان شرقی سابق با شکل کلی عدسی مانند، در اثر فشارهای ساختاری به صورت ناودیس درآمده، در بخشهای میانی حدود ۶-۱/۵ متر ضخامت دارد و به سمت حاشیه حوزه رسوبی اولیه بسته می‌شود. سولفیدهای سرب و روی در این نهشته، گستره کوچکتری را ارائه می‌نمایند. مجموعه ذخایر عدسی شکل در این منطقه، توسط شیل‌های دونین زیرین در زیر و سنگ آهک‌های دونین بالایی در رو احاطه می‌شوند. این همبری می‌تواند مبین آن باشد که عناصر باریم، روی و سرب توسط محلول‌های گرمابی به کف حوزه رسوبی راه یافته است.

ج- کانسارهای باریت ثانوی یا برجای مانده یا پس مانده (*Eluvial or Residual*) این ذخایر حاصل فرسایش یک ذخیره باریت و حمل و ته نشست آن در منطقه دیگری می‌باشد. باریتهای موجود در این نوع ذخایر سفید رنگ بوده و با وزن مخصوص زیاد از سایر کانیهای

اطراف، مشخص می‌شوند. این نوع ذخایر باریت، براساس پایداری شیمیایی مولکولهای آن، در مقابل هوازدگی، تشکیل می‌شوند. اندازه و شکل این ذخایر متفاوت بوده و در بسیاری از موارد شکل توده اصلی که از آن منشاء گرفته است را منعکس می‌کند به طوری که ذخایر تجمع یافته از رگه‌ها به صورت طولی و ذخایر تجمع یافته از توده‌ها گرد تقریباً دایره‌ای مشاهده می‌شوند. این کانسارها بدین طریق تشکیل می‌شوند که سنگ و یا رگه حاوی باریت در سطح زمین هوازده شده، باریت به دلیل وزن مخصوص زیاد و مقاومت شیمیایی در محل باقی می‌ماند و تشکیل کانسار باریت بر جای مانده را می‌دهد.

این نوع ذخایر باریت، بر اساس پایداری شیمیایی مولکول آن تشکیل می‌شود. فرآیند هوازدگی می‌تواند باریت را از جایگاه رگه‌ای خود آزاد نموده و به صورت پرشدگی در رگه‌های باریک متمرکز نماید که این رگه‌ها به تنهایی برای معدنکاری مناسب نمی‌باشند. می‌توان از ذخایر اقتصادی باریت باقیمانده (حاصل هوازدگی نهشته‌های سطحی) که در آن باریت به صورت درون لایه‌ای در رسهای با اجزا آزاد وجود دارد، بهره برداری نمود. در این حالت، قطعات و خرده‌هایی از باریت در مجموعه وجود دارند که حتی اگر محتوای آنها از ۲۰-۱۰ درصد تجاوز نماید می‌توان با شست و شوی تفاله (ته مانده) آن، باریت بدست آورد. بزرگترین این قطعات در قاعده ذخیره پس مانده متمرکز می‌یابند.

در این نوع ذخایر، هم باریت و هم رس از هوازدگی سنگهای سطحی و عموماً دولومیتی مشتق می‌شوند. ابعاد قطعات باریت از اندازه ماسه تا کلوخه ای (*Lump*) که تا ۱۰۰ کیلوگرم و حتی بیشتر وزن دارند، تغییر می‌نماید. این نهشته‌ها به طور مشخص در اندازه و شکل تغییر می‌نمایند، به طور مثال ضخامت آنها از کمتر از ۳ متر تا بیشتر از ۵۰ متر و شکل هندسی آنها (تقارن) از حالت کشیده تا دورانی - حاشیه ای (که بازتابی از شکل ابتدایی رگه و ساختمان تغییر شکل یافته آن است) متفاوت است.

درجه سنگینی یا وزن مخصوص که معمولاً بر حسب گرم بر سانتی متر مکعب و یا کیلوگرم بر متر مکعب ذخیره پس مانده باریت بیان می‌شود، حتی در نقاط مختلف یک ذخیره بسیار متنوع است.

نهشته‌هایی از این دست با کیفیت تجارتي در ایالت‌های مختلف آمریکا یافت می‌شوند و بزرگترین ذخایر از این دست با کیفیت تجارتي در ایالت‌های مختلف امریکا یافت می‌شود و بزرگترین ذخایر از این نوع در میسوری واشنگتن وجود داشته باریت، ۲۵-۱۰ درصد ذخایر باقیمانده را تشکیل می‌دهد. این ذخیره از رگه‌های متعدد با ضخامت از چند میلی متر تا ۰/۶ متر

و در پهنای ۱۰ متر تشکیل شده و در درون دولومیت‌های کامبرین بالایی قرار دارد. نهشته‌های مشابهی در ایالات تنسی، جورجیا، کالیفرنیا مشاهده گردیده است (بروبست، ۱۹۷۹). رایمر (Reimer) در رسوبات لبه قاره ای قزاقستان و اورال شوروی سابق و در ذخایر اولیه آنها و نیز در آفریقای جنوبی ذخایری از این گونه را گزارش کرده است.

#### د- ذخایر برونزاد (*Exogenic*)

ذخایر برونزاد (*Exogenic*) یا زیردریایی برونزاد (*Exhalative*) این نوع ذخایر که معمولاً حفره‌های کارست مانند بین بلوک‌های آهکی ریزشی را پر می‌نماید اولین بار توسط ساپژینسکی (*Sobczynski*) و شواریزینسکی (*Szuwarzynski*) در سال ۱۹۷۳ تشریح گردید. در این گونه ذخایر، یونهای باریم از چشمه‌های داغ زیردریایی مشتق و با سولفات‌های آب دریا ترکیب شده و نهشته شدن باریت را موجب می‌شوند. این ته‌نشست سیمای رسوبی ذخیره را شکل می‌دهد و فعالیت‌های بعدی به جانشینی و دگرسانی منجر می‌شود.

به اعتماد پاک (۱۹۸۴) برای ذخایر باریت آمریکا، منشا زیردریایی برونزاد بسیار غیر متحمل بوده و در بسیاری نقاط دنیا و بویژه در بیشتر کانسارهای سولفیدی-توده‌ای (*Massive Sulfide*) به همراه باریت و یا بدون آن، این منشا صادق است.

از جمله ذخایری که منشا زیردریایی- برونزاد برای آنها تایید گشته می‌توان از ذخایر آرکانزاس در ایالات متحده آمریکا، یوکون (*Yukon*) در کانادا، سیلورماینز (*Silver mines*) در ایرلند و مگن و راملزبرگ در آلمان نام برد. شاید بتوان نهشته بارگا (*Barega*) در ساردینیا را نیز در این رده جای داد.

#### م- ذخایر مرتبط با تکتونیک صفحه‌ای:

پس از پایان یافتن فعالیت‌های آتش‌فشان‌ی پالئوزوئیک در حوزه آلپین، در دورانهای مزوزوئیک و سنوزوئیک در حاشیه پلت فورم‌ها (*Platforms*) در ارتباط با سیستم شکستگی، کانی‌سازی رخ داده و کانسارهای منگنز و باریت را باعث شده است. در میوسن، در اثر پدیده جدایش در دریای سرخ و در کناره‌های شکستگی، کانه‌های سرب و روی، منگنز، فلئورین و باریت به صورت رگه‌ای و اشباعی در داخل توده‌های کناری گرابین و بخشی به صورت تجمعات (*Aggregate*) رسوبی و در داخ لایه‌ها بوجود آمده‌اند. در تشکیل انواع گرابینی این نوع ذخایر، ابتدا یونهای باریم و منگنز آبهای گرم بالارو حاصل از ماگمای بازالتی کف حوزه، به صورت نمک حوزه، به صورت نمک ته‌نشین می‌شوند و در اثر فرآیندهای بعدی به ذخایر باریت و منگنز تبدیل می‌شوند.

از این رده می‌توان از کانسارهای منگنز و باریت جزایر یونان که در ادامه فعالیت‌های ماگمایی پلیوسن بوجود آمده اند نام برد. کانسارهای فلئوئورین و باریت الجزایر و تونس نیز که بر اثر فعالیت‌های گرمایی ضعیف دوره کرتاسه و دوران سنوزوئیک بوجود آمده اند در این رده جای دارند.

ذخایر و معادن متنوعی از باریت وجود دارد که به ذکر نام تعداد محدودی از آنها بسنده می‌شود. - در بخش‌های شمال خاوری انگلستان، معادن بزرگی از باریت به نام‌های آلستون مور (*Alston Moor*)، کلیتورمور (*Cleator Moor*) و فریزینگتون (*Frizington*) وجود دارد. همچنین در بخش‌های جنوب باختری آن و از معادن کورن وال (*Corn Wall*)، ویل مری آن (*Wheal Mary Ann*) و من هنیوت (*Men Heniot*) باریت استخراج می‌گردد. در منطقه معدنی کومبریا (*Cumbria*) و در اگرمنت (*Egre Mont*) انواع باریت یافت می‌شود. باریت طلایی رنگ از معدن دالملینگ تون (*Dalmellington*) و باریت آبی رنگ از محلی بنام معدن موبرای (*Mow bray*) تهیه می‌شود.

- در آلمان و در نهشته چند فلزی فرایبرگ (*Freiberg*)، انواع باریت با رنگ‌های مختلف دیده می‌شود. از ذخایر والدک (*Waldock*)، وست فالن (*Westfulen*) وینا (*Yena*) نیز باریت بدست می‌آید.

- در شرق فرانسه و در محلی موسوم به دوفین (*Dau phine*) بلورهای زردکاهی (*Straw-yellow*) باریت همراه با کوارتز و کالکوپیریت از معدن گاسکینز (*gaskins*) بدست می‌آید. - در آمریکا از معادن استون هام (*Stoneham*) و استرلینگ (*Sterling*) ایالت کلر بلورهای آبی روشن باریت استخراج و در صنعت جواهر سازی بکار می‌رود. مرغوب‌ترین باریت آبی با کاربرد در صنعت جواهر سازی از معدن الک گریک (*elk Greek*) واقع در ایالت داکوتای جنوبی بدست می‌آید. نوع خاصی از باریت بنام رز صحرایی که از باریت و ماسه تشکیل شده و در مکانهایی از ایالت الکلاماها و کانزاس دیده شده است.

- در لهستان و در مناطق معدنی گروب کلارا (*Grube Machow*) و تارنوبرزگ (*Tarnobrzeg*) بلورهای زردرنگ باریت یافت و استخراج می‌شود. در نقاط دیگر جهان مانند جمهوریهای گرجستان، قزاقستان، ترکمنستان، چین، هند، تالند، ایرلند، مصر، اسپانیا، ایسلند و... نیز ذخایر بزرگ و تنوع باریت دیده شده است.

### ۱-۴-۳- زمین‌شناسی و پراکندگی باریت در ایران [۱]

معادن و کانسارهای گوناگونی از باریت در ایران وجود دارد که از لحاظ حجم و کیفیت در سطح جهانی قابل توجه هستند. کانی‌سازی باریت در ایران از پرکامبرین دیده شده است و معادن باریت ایران در اکثر سازندهای زمین‌شناسی یافت می‌شوند.

بیشتر معادن و ذخایر باریت در ایران از نوع رگه‌ای و پرشدگی در شکافهای می‌باشد و انواع دیگر در صورتی که وجود داشته باشند بسیار نادرند. سنگ درونگیر بیشتر ذخایر رگه‌ای در ایران کربناتی و از نوع آهک دولومیتی است و در برخی از موارد توفهای آهکی و توفهای آندزیتی نیز به عنوان سنگ میزبان مشاهده می‌شوند. عیار این نهشته‌ها در سنگ میزبان اغلب پایین‌تر از ۵۰٪ است.

از دیدگاه زمین‌ساختی، پراکندگی ذخایر باریت ایران به ترتیب در زونهای ایران مرکزی و البرز بیشتر از سایر زونها و از دیدگاه زمین‌شناختی نیز عمدتاً "سنگهای دوران سنوزوئیک که در برگیرنده این ذخایر می‌باشد، هر چند این پراکندگی در سایر دورانهای زمین‌شناختی نیز دیده می‌شود.

ذخایر معدنی باریت در بسیاری از نقاط ایران یافت می‌شود ولی بزرگترین و مهمترین آنها در این نواحی قرار دارند:

حاجی‌آباد خور و دره کاشان در استان اصفهان، الیت در استان مازندران، جوشالو و آغجه مزار در استان قزوین، باریت الماس در آذربایجان شرقی، باریتین لار در استان تهران، اردکان و هفتهر عقدا و دشت ده در استان یزد.

علاوه بر اینها عدسی‌ها، لایه‌ها و رگه‌های بسیاری در نقاط مختلف از جمله اطراف فریدون شهر، ساوه، دورود، آباد، سمنان، تربت جام، کرج، آشتیان، ورامین و... کشف شده است، ولی وسعت و حجم این ذخایر محدود است.

### ۱-۵- مصارف عمده باریت [۱]

این کانه در صنایع گوناگونی مورد مصرف قرار می‌گیرد. به دلیل فراوان بودن ذخایر باریت در بیشتر نقاط دنیا و همچنین ویژگیهای خاص آن، این کانه، کاربرد زیادی در صنایع مختلف پیدا کرده است.

باریت عمدتاً به عنوان پرکننده در تهیه گل حفاری، لاستیک، کاغذهای مرغوب، کابل‌سازی، پلاستیک‌سازی، ساخت و پردازش کائوچو، رنگ‌سازی، سرامیک‌سازی، ساخت شیشه‌های شفاف، صنایع چینی‌سازی، لوازم آرایشی، جوهر سفید و لاک غلط‌گیر، ساخت لباس‌های

عایق، لنت ترمز، شمع اتومبیل، لوله های خلاء، وسایل آتش بازی، مواد منفجره، آلیاژ، حفاظت اشعه، در لامپ های فلوروسنت، در راکتوهای هسته ای، داروسازی و پزشکی یافت می‌شود. در جدول ۱ میزان مصرف باریت در کاربردهای مختلف در سال ۱۹۹۸ ارائه شده است.

جدول ۱- میزان مصرف باریت در سال ۱۹۹۸ [۲]

کاربرد	برحسب هزارتن	برحسب درصد
گل حفاری (صنعت نفت)	۵۱۰۰	۸۵
تولید کربنات باریت	۵۰۰	۸
سایر ترکیبات شیمیایی باریت دار	۲۵۰	۴
پرکننده ها و سایر کاربردها	۱۵۰	۳
مصرف کل	۶۰۰۰	۱۰۰

#### ۱-۵-۱- گل حفاری

باریت کانی تمیز، نسبتاً نرم، بی‌اثر و کاملاً ارزان با وزن مخصوص بیش از ۴ گرم بر سانتی متر مکعب است که در گل حفاری مورد استفاده در چاههای عمیق به روش چرخشی می‌تواند ۴۰٪ از مواد تشکیل دهنده را شامل شود. این کاربری ۹۵٪ مصرف باریت را در بر می‌گیرد. باریت یک کانی حیاتی در صنعت حفاری نفت و گاز محسوب می‌گردد. طبق آمار سال ۱۹۸۰، حدود ۹۰ درصد از باریت تولیدی دنیا در گل حفاری به مصرف می‌رسد زیرا باریت به دلیل وزن مخصوص بالا، سادگی مصرف در حین کار، خنثی بودن از نظر شیمیایی، نرمی و مناسب بودن از نظر قیمت، در گل حفاری مورد استفاده قرار می‌گیرد. میزان باریت مصرفی در هر کیلومتر حفاری حدود ۴۲۹ تن گزارش شده است. این کانی برای خنک کردن و روان نمودن مته های حفاری، پوشش درونی چاه، انتقال مواد ناشی از حفاری به داخل زمین و کنترل فشارهای غیرعادی درون چاه های نفت و گاز استفاده می‌شود. به طور محسوسی وزن مخصوص گل را بالا برده و سبب شناور شدن سنگریزه ها می‌شود.

بیشترین مصرف باریت بالاتر از ۸۰٪ در تهیه گل حفاری است. وزن مخصوص بالا، سختی متوسط، پایین، خنثی بودن از نظر شیمیایی، سهولت حمل و نقل، از عواملی است که باعث استفاده باریت به عنوان گل حفاری می‌شود. باریت حدود ۴۰٪ از گل حفاری را تشکیل می‌دهد.

این گل مخلوطی از آب، رس و باریت بوده که براساس تفاوت در شرایط محلی مخزن و نسبت مواد تشکیل دهنده گل حفاری متفاوت خواهد بود. وزن مخصوص این گل باید ۲/۷ باشد. دو نوع اصلی گل از گل حفاری وجود دارد که عبارتند از: سیالات با زمینه آب (دبلیو. بی. ام. اس) و سیالات با زمینه نفت (او. بی. ام. سی).

علاوه بر این دو نوع، سیالات با زمینه ای از چندین ترکیب (اس. بی. ام. اس) نیز وجود دارد که استفاده از آن در برخی از موارد گزارش شده است. انتخاب هر یک از این سیالات به تشکیلات زمین‌شناسی در مسیر چاه حفر شده، فشار تشکیلات، درجه حرارت پایین گودال و عمق چاه بستگی دارد. به طور کلی، گل مورد نظر از میان لوله حفاری به پایین تلمبه می‌شود و از داخل سرمته به کف چاه ریخته و از طریق فضای بین لوله و دیواره چاه به سطح صعود می‌کند. علاوه بر مصرف باریت در گل حفاری، از این کانه در صنایع گوناگونی استفاده می‌کنند که عبارتند از:

#### ۱-۵-۲- پرکننده

باریت به عنوان یک پرکننده صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. باریت خرد شده به صورت شسته شده و یا شسته نشده توسط اسید سولفوریک به عنوان یک عامل پرکننده صنعتی معمولی در مصارف گوناگون مورد استفاده قرار می‌گیرد. مصرف اصلی باریت به عنوان یک عامل پرکننده در رنگسازی و مصارف پوششی است. باریت بی رنگ و پودر شده می‌تواند به عنوان پرکننده در رنگ به کار رود. علاوه بر آن در تهیه لیتوپون یا رنگ دانه های سفید که دارای ۷۰ درصد سولفات باریم و ۳۰٪ سولفید روی می‌باشد و در اثر واکنش سولفید باریم با سولفات روی تشکیل می‌شود، بکار می‌رود. از سال ۱۹۵۰، باریت اهمیت خود را در ساخت لیتوپون از دست داد و  $TiO_2$  در ساختن رنگدانه رنگ سفید به میزان زیادی جایگزین آن شد. علت این امر، قدرت پوششی زیادی است که  $TiO_2$  به رنگ می‌دهد، ولی باید توجه داشت که استفاده از آن در ساخت لیتوپون از نظر قیمت تمام شده گرانتر می‌باشد. سولفات باریم طبیعی با خلوص ۹۵-۹۰ درصد و همراهی کمتر از ۱٪ اکسید آهن بطور عمده برای تولید رنگ سفید و نیز برای سیال کننده رنگ استفاده می‌شود. سولفات باریم مصنوعی (بلنک فیکس)، یک رنگدانه سفید حاصل از رسوب شیمیایی سولفات باریم خالص است که در اثر واکنش نمک گلوبر (سولفات سدیم هیدراته) با سولفید باریم تشکیل می‌شود و به عنوان یک پرکننده در رنگ، کاغذ و پلاستیک، کاربرد وسیعی دارد. بیشترین کاربرد بلنک فیکس و باریتهای با درجه بندی پوششی در صنعت

رنگسازی است. این ترکیب شیمیایی، هیچ گونه تاثیر رنگدانه ای نا مطلوب نداشته و برای تکمیل توزیع یکنواخت ذرات رنگی و جهت تقویت نمودن خواص این ترکیب به عنوان پوشش مقاوم در برابر بازشدگی ترکهای پر شده، عمل می‌نماید. این ماده همچنین در ساخت رنگهای ویژه هنر نقاشی نیز به کار می‌رود.

باریت در رنگ سازی، پلاستیک، کاغذ و لاستیک به عنوان ماده پرکننده به مصرف می‌رسد. همچنین به دلیل وزن مخصوص بالا و خاصیت جذب اشعه رادیواکتیو، در ساخت بلوکهای سیمانی کاربرد دارد. مخلوط لاستیک، آسفالت و ۱۰ درصد باریت را در ساختن ایستگاهها و باند فرودگاه به کار می‌برند.

از ترکیب سولفات باریم به همراه سولفید روی تکلیس شده، ماده‌ای به نام لیتوپون *Lithopone* (رنگدانه های سفید) ساخته می‌شود که ۷۰ درصد  $BaSO_4$  و ۳۰ درصد  $ZnS$  دارد و به عنوان رنگدانه سفید در رنگ سازی و نقاشی به کار می‌رود که قدرت پوششی خوبی دارد و زمانی که در معرض سولفیدها قرار می‌گیرد، تیره نمی‌شود.

نخست مخلوط باریت و زغال که تا ۱۳۱۵ درجه سانتی گراد حرارت می‌بیند تا سولفات باریم به سولفید باریم تبدیل گردد. سپس به آن، آب می‌افزایند تا سولفید باریم به صورت محلول  $Ba(OH)_2$  در آید. سپس محلول را از صافی عبور می‌دهند تا ناخالصی آن جدا شود. به محلول صاف شده سولفات روی اضافه می‌کنند تا رسوب حاوی ۳۰ درصد سولفید روی و ۷۰ درصد سولفات باریم حاصل گردد. رسوب را چند مرتبه شست و شو می‌دهند و سپس آن را کلسینه می‌نمایند تا لیتوفان به دست آید.

خواص بالا به همراه رنگ روشن و جذب کم رطوبت و روغن، اجازه می‌دهد تا از باریت به عنوان پرکننده در ترکیبات آکوستیک، پلاستیک، چسبنده و کالاهای ورزشی مانند توپهای بولینگ، گلف و تنیس، قالی، مواد اصطکاک‌زا، کف پوش (لینولوم) *Linoleum*، انواع شمع، مواد افشان، رنگ سازی (پیش رنگ، اتومبیل، صنایع شیشه‌ای، پوششهای پودری، لاتکس شیشه‌ای و نیمه شیشه‌ای و پوشش‌های صنعتی و معماری)، کاغذ (کاغذ چاپ سخت، کارت بازی)، محافظ تابشی، طناب، لاستیک (کفپوش، تایر سفید، تایر وسایل نقلیه سنگین) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

باریت در صنایع کاغذسازی با خلوص ۹۵-۹۰٪ بوده و مقدار اکسید آهن در کمتر از ۱٪ می‌باشد. هرچه خلوص باریت بیشتر و اندازه پودر آن کوچکتر باشد، کاربرد بیشتری در آستری سفید و اندودکاری کاغذهای مخصوص (به ویژه گلاسه) می‌یابد.

درخشندگی باریت در صورتی که با اسید سولفوریک شسته شود افزایش می‌یابد، در مواردی که درجه خلوص یا درخشندگی بیشتر نیاز باشد از پرکننده‌های باریت سنتزی استفاده می‌شود.

باریت به عنوان منبع  $BaO$  در شیشه‌سازی به منظور روان‌سازی، اکسید کردن و رنگبری شیشه در مراحل پایانی استفاده می‌شود تا به شیشه وضوح و درخشندگی بیشتری بدهد. باریت با وزن مخصوص بالا در صنعت برای پایین کشیدن خطوط لوله زیردریایی کاربرد دارد. همچنین باریت اشعه گاما را جذب می‌کند و می‌تواند به جای سرب در سپرهای هسته‌ای بکار رود.

### ۱-۵-۳- کاغذسازی

بلنک فیکس به عنوان پوششی سطحی در صنایع کاغذسازی در گذشته مورد استفاده قرار می‌گرفت اما به دلیل این که سفیدی یکنواختی را به تمام سطح نمی‌دهد کاربرد آن در حال حاضر بسیار محدود شده است. مصرف این ترکیب بیشتر برای تولید کاغذهای نازک سنگین وزن و کاغذهای پوششی با سطح صاف بود. امروزه مصرف آن در صنایع کاغذسازی رو به کاهش گذاشته است و از اواخر دهه ۱۹۷۰، انواع پوششی دیگری مانند تالک و کربنات کلسیم جایگزین آن شده است.

علاوه بر مصارف پرکننده، بلنک فیکس، کاربردهای دیگر در صنایع دارویی و پزشکی دارد.

### ۱-۵-۴- مصارف دارویی

باریت مورد استفاده در صنایع داروسازی باید درجه خلوص صد در صد داشته باشد. پودر سولفات باریت به علت حاجب بودن در مقابل اشعه ایکس، برای رادیولوژی مورد استفاده قرار می‌گیرد و مقدار استفاده از آن به تکنیک مورد نیاز بیمار بستگی دارد.

از سوسپانسیون‌های سولفات باریت در رادیولوژی مری، معده، اثنی عشر و روده بزرگ استفاده می‌شود و برای هر یک از اندام‌های فوق مقداری بین ۱۵۰ تا ۳۰۰ میلی لیتر سوسپانسیون‌های سولفات باریت با تشخیص طیب یا رادیولوژیست به کار می‌رود.

مصرف سولفات باریت در بیمارانی که دارای انسداد روده، زخم روده و معده هستند، بخصوص از طریق تنقیه توصیه نمی‌شود. ممکن است پس از مصرف خوراکی یا تنقیه ای سولفات باریت یبوست، انسداد و آپاندیسیت نیز رخ دهد که گاهی منجر به عمل جراحی

می‌شود. البته تنقیه باریم در بیماری انواژیناسیون حاد ( در هم رفتگی روده ها ) در بچه ها، موجب تخفیف بیماری می‌شود.

سولفات باریم در برونکوگرافی ( نایژه نگاری ) و یا مکیدن و تخلیه ریه ها (آسپیریشن) که منجر به فرم های گرانولومایی شده نیز کاربرد دارد.

در صورت وجود ویتريت در باریت، محلول به دست آمده سمی بوده و عوارض مسمومیت آن شامل فلج و قطع فعالیت های کلیه هاست.

#### ۱-۵-۵- مواد شیمیایی

از باریت به منظور تهیه انواع ترکیبات باریم دار استفاده می‌شود. باریت با درجه خلوص بالا، پیش ماده صنایع شیمیایی است.

#### ۱-۵-۶- سرامیک

۵ درصد باریت در صنایع شیشه سازی و سرامیک کاربرد دارد. در شیشه سازی به عنوان همگن کننده ماده مذاب، کاهش حباب و درخشندگی و شفافیت محصول کاربرد دارد. شیشه های حاوی باریم شفاف تر و درخشنده تر از شیشه های سربی یا  $CaO$  می‌باشند.

صنایع شیشه سازی از باریت بلورین و خالص در ساخت شیشه های نوری (عینک) و تلویزیون استفاده می‌شود و قطعات خرد شده آن در اندازه ماسه درشت به عنوان کمک ذوب تسهیل کننده کار بر روی شیشه و ایجاد کننده شفافیت است. اکسید باریم به دلیل بالابودن خاصیت محافظت از پرتاب اشعه ایکس در ساخت شیشه تلویزیون به کار می‌رود.

سرامیک های پیشرفته حاوی باریم در صنایع الکترونیک (کندانسور، گوشی، بلندگو و تلفن) و مغناطیس دائم کاربرد دارند.

#### ۱-۵-۷- عایق

باریم قدرت جذب اشعه گاما را دارد به همین علت در تهیه لباس های عایق استفاده می‌شود.

## ۱-۵-۸- تولید کربنات باریم

مصرف عمده باریت بعد از گل حفاری در ساخت کربنات باریم است (۵۰۰ هزارتن در سال ۱۹۹۸). تا سال ۱۹۶۹ این ترکیب، به صورت طبیعی مورد استخراج قرار نگرفته بود و تنها راه به دست آوردن آن ساخت مصنوعی از باریت و یا سولفید باریم بود. این ترکیب در ساخت تیتاناتها، فریت ها، دیرگدازها کاربرد دارد. از کاربردهای دیگر این ترکیب، توانایی آن در جذب اشعه ایکس در جهت محافظت و جلوگیری از انتشار به ویژه در محیطهای عکسبرداری پزشکی است و به همین دلیل نیز از این ترکیب در جداره لوله های اشعه کاتدی و به ویژه در سلولهای نوری تلویزیون استفاده می‌شود. کاربرد آن سبب کیفیت بهتر و درخشندگی بالاتر در رنگهای تصویر تلویزیون، به جهت پتاسیلهای کاتدی بزرگتر، می‌شود.

علاوه بر کاربردهای ذکر شده، کربنات باریم در ساخت شیشه های طبی کاربرد دارد. افزودن آن به شیشه، شفافیت شیشه را بیشتر کرده و پراکنش نوری را در آن کاهش می‌دهد. علاوه بر آن سختی بیشتری به شیشه بخشیده و آن را در برابر خراشیدگی مقاوم می‌سازد. این ترکیب بصورت بخشی یا کلی، می‌تواند سرب را از شیشه بلورین جدا سازد. از دیگر کاربردهای این ترکیب، بهبود بخشیدن روان شدگی در شیشه های مذاب است.

کاربرد دیگر کربنات باریم در صنعت سرامیک است این ترکیب دو مورد استفاده مهم در صنایع سرامیک دارد که عبارتند از:

تبدیل سولفاتهای محلول به سولفات باریم غیرقابل حل ترکیب اکسید باریم در داخل سرامیک یکی از موارد استفاده کربنات باریم در ساخت وسایل سفالی پخته شده است. در صورت عدم استفاده از کربنات باریم در ساخت این وسایل، سولفاتهای قابل حل موجود در سفالها، رطوبت هوا را جذب نموده و انبساط حاصل می‌کنند و سرانجام خرد می‌شوند. علاوه بر این در اثر خشک شدن سولفاتهای محلول موجود در سرامیکها، حبابهایی بر سطح سرامیک ایجاد می‌شود. سولفات محلول موجود در توده سرامیکی مانع یکنواختی توده سرامیکی می‌شود و مانع چسبندگی لعاب بر روی سرامیک می‌شود. اضافه کردن کربنات باریم به این مواد باعث تبدیل سولفاتهای محلول به سولفات باریم غیرقابل حل شده و مشکلات ذکر شده را برطرف می‌کند. برای ساخت لعاب مورد مصرف در سرامیک سازی نیز از کربنات باریم استفاده می‌شود. این ترکیب به مخلوط لعاب در جریان گداختن اضافه شده و سبب تبدیل کربنات باریم به اکسید باریم شده که این امر باعث افزایش سطح واکنش و غلظت لعاب ذوب شده می‌گردد و نهایتاً منجر به شفافیت سطح لعاب خواهد شد.

کاربرد دیگر کربنات باریم در ساخت الکتروسرامیکها است. این نوع سرامیکها از اکسید و کربنات آهن به همراه باریم یا استرانسیم و سرب ساخته می‌شود. بخش کوچک ولی مهمی از کربنات باریم در این صنعت مورد استفاده قرار می‌گیرد. در ساخت الکتروسرامیکها، کربنات باریم به تیتانات باریم  $BaTiO_2$  تبدیل می‌شود. این ترکیب در اثر واکنش میان کربنات باریم با اکسید تیتانیم در حالت جامد و در درجه حرارت بالا بوجود می‌آید. مورد استفاده تیتانات باریم در ساخت دی الکتریکها است.

فریت باریم نیز بخشی از مصرف کربنات باریم را تشکیل می‌دهد. از این ترکیبات در صنعت الکترونیک استفاده می‌شود و رشد این صنعت باعث افزایش میزان تقاضا برای کربنات باریم در سالهای اخیر شده است. برخی از ترکیبات فریت باریم برای ساخت حافظه کامپیوتر استفاده می‌گردند.

ترکیبات باریم شامل کربنات، نترات، اکسید، پراکسید، هیدروکسید، سولفید، سولفات، استات، آلومینات، کرومات، فلورید، هیدرات، متاسفات، پرکلرات، اکسالات، سیلیکات، فسفات، سیلیکو فلئورید، تیوسیانات و تیوسولفات است.

هر کدام از این ترکیبات کاربردهای گوناگونی در صنایع مختلف دارد به عنوان مثال کلرید باریم در سختی بخشیدن به فولاد مورد استفاده در حمامهای کربوری، زدودن ناخالصیه به ویژه یونهای سولفات در صنایع شیمیایی، ساخت دانه های رنگی از مواد آلی مورد استفاده قرار می‌گیرد. از اکسید باریم در شیشه سازی، کوره های الکتریکی متالورژی، ریخته گری قالب سازی و از هیدروکسید باریم در تصفیه و تهیه شکر از ملاس و ساخت پلاستیکهای پی.وی. سی و از نترات باریم در ساخت گلوله های منور، چاشنی های انفجاری و چراغهای راهنمایی با نور سبز استفاده می‌شود. ترکیبات باریم دار در تولید منسوجات ضد آب و آتش، براق کردن و آهار زدن مورد استفاده قرار می‌گیرند. در صنایع دارویی در ساختن ویتامین ها، هورمونها و داروهای انعقاد خون از ترکیبات باریم دار استفاده می‌شود. از سایر موارد مصرف ترکیبات باریم می‌توان تثبیت کننده چسب آهار، انعقاد پلاستیکهای مصنوعی، حشره کش ها، میکروب کشها و سموم کشاورزی، عامل ذوب کننده در جوشکاری، در ذوب کردن و تصفیه منیزیم، در استحصال ایندیم، بازیافت روی از تفاله اشاره کرد.

فلز باریم به عنوان دی اکسید کننده در جریان گاز زدایی، طی فرایند تولید گاز در تلویزیون و دیگر لامپهای خلاء به کار می‌رود. باریم به همراه سایر فلزات مانند آلومینیوم،

مینیزیم، سرب و کلسیم تشکیل آلیاژ می‌دهد. آمیخته‌ای از باریم، سرب، کلسیم جهت استفاده در مقاوم کننده‌ها به کار می‌رود.

علاوه بر مصرف باریت در ساخت گل حفاری، کربنات باریم، پرکننده و سایر ترکیبات شیمیایی باریم دار، این کانه مصارف دیگری نیز دارد. یکی از موارد استفاده آن در صنعت سازه می‌باشد. برخی از کلوخه‌های باریت در بتنی و محکم کردن خرده سنگهای اطراف خط لوله‌های دفن شده، به منظور ثابت کردن آنها در نواحی باتلاقی به کار برده می‌شود. علاوه بر آن، به علت وزن مخصوص بالای باریت، از آن در پایداری و ثابت نگهداشتن سدها و پلها در برابر فشار آب و زلزله استفاده می‌شود.

باریم قدرت جذب اشعه گاما را دارد، بنابراین برای تهیه لباسهای عایق نیز استفاده می‌شود. به علاوه نوع مخصوص آن در ساخت دیوارهای سپر امواج رادیواکتیویته در نیروگاه‌ها، اماکن حاوی ضایعات اتمی، مراکز تحقیقات اتمی و آزمایشگاههای رادیوتراپی استفاده می‌شود. استفاده از باریت باعث می‌شود که از مصرف سپرهای گران سرب کاسته شود.

از دیگر موارد مصرف باریت در پزشکی استفاده از سولفات باریم با درجه خلوص بالا در عکسبرداری است. سولفات باریم خالص همان بلنک فیکس است که قبلاً درباره آن توضیح داده شد. این ترکیب باید فاقد نمکهای قابل حل باریم، سولفیدها، فسفاتها، آرسنیک باریم و فلزات سنگین باشد و اسیدیته و قلیائیت آن نیز باید مورد تأیید باشد. باریت طبیعی می‌تواند با سولفات باریم رسوبگذاری شده مخلوط شود تا اینکه خصوصیات مورد نیاز برای استفاده در عکسبرداری بدست بیاید. مهمترین مورد استفاده آن در آزمایشات *X-ray* در ناحیه روده است. سالیانه حدود ۱۵-۲۰ هزار تن سولفات باریم به مصرف عکسبرداری پزشکی می‌رسد. اگر چه مصرف آن به علت سایر تکنیکهای تشخیصی مانند آندوسکوپي و اسکنهای (ام، آر، آی) و (سی، ای، تی) رو به کاهش گذاشته است، اما همچنان استفاده از پودر سولفات باریم در عکسبرداری از روده به عنوان یک روش با ارزش و مؤثر در پزشکی محسوب می‌شود.

از سایر مصارف باریت در تهیه نوعی کف پوش بنام لینولئومری، انواع مشمع‌ها، لوازم آرایش جوهر سفید، گرانول و لنت ترمز است. از باریت در جداسازی آلومینیوم از فلزات پوشش سیمانی لوله‌های نفتی و انتقال دهنده‌های نفت و گاز در زیر آب، در فرش کردن پارکها، جاده‌ها، باند فرودگاهها و تهیه مواد نسوز و صنایع چینی سازی استفاده می‌شود. قسمتی از تایرهای متعلق به تجهیزات سنگین جاده سازی توسط مخلوط باریت خرد شده، تا باعث افزایش وزن آنها گردد.

از باریت در کارخانجات ریخته‌گری مس نیز استفاده می‌شود. وقتی که عیار مس به ۹۸٪ رسید، در کوره ذوب و سپس در قالب‌های مورد نیاز ریخته می‌شود. به منظور جلوگیری از جوش خوردن مذاب به قالب و سهولت در غلتیدن در کف قالب و توزیع یکنواخت بار در قالب، قبل از ریختن مذاب مس به داخل آن، مقداری پودر باریت توسط اسپری در کف قالب پاشیده می‌شود. این امر در سهولت جدایش مس قالب شده از قالب به ریخته‌گر کمک می‌کند.

#### ۹-۵-۱- کربنات باریم

در شیشه‌های نوری (عینک) و تلویزیون، لعاب کاری، سرامیک سازی، چینی، فریت، کنترل تفاله در آجرسازی و تهیه سم موش. از پودر کربنات باریم در تولید سموم کشاورزی برای از بین بردن جوندگان استفاده می‌شود.

#### ۱۰-۵-۱- کلرید باریم

نمک سخت‌کننده فولاد، تولید منیزیم، تصفیه آب، در چرم سازی و پارچه بافی.

#### ۱۱-۵-۱- اکسید یا هیدروکسید باریم

از اکسید باریم خالص (با خلوص ۹۹/۹۹٪) در آبگیری و اسیدزدایی روغن‌ها (روانکاری)، چربی‌ها و واکس، متالورژی، افزودنی‌های گریس و روغن، پیش‌ماده نمک‌های باریم آلی و از اکسید باریم با خلوص کمتر در شیشه سازی، کوره‌های الکتریکی، متالورژی، ریخته‌گری، قالب سازی و از هیدروکسید باریم  $Ba(OH)_2$  در تصفیه و تهیه شکر از مولاس استفاده می‌شود.

#### ۱۲-۵-۱- سولفید باریم $BaS$

انواع نسبتاً خالص سولفید باریم با نام تجاری خاکستر سیاه (*Black ash*) به عنوان ماده احیا کننده ترکیبات هیدروکربوری مانند زغال، کک نفتی و متان کاربرد دارد.

#### ۱۳-۵-۱- نترات باریم $Ba(NO_3)_2$

لامپ‌های سبز، گلوله‌های رسام (منور)، چاشنی‌های انفجاری، چراغ‌های راهنمایی با نور سبز و میناکاری استفاده می‌شود.

## ۱-۵-۱۴- فلز باریم

آلیاژهای الکترونیکی

## ۱-۵-۱۵- تیتانات باریم

ماده فروالکتریک با ثابت دی‌الکتریک بالا، نیمه هادی و پیزوالکتریک

## ۱-۵-۱۶- سولفات باریم

سولفات باریم ناخالص بعد از قرار گرفتن در معرض نور، تابندگی (درخشندگی) خاصی ایجاد می‌کند، به رنگ سفید است و در رنگ کاری (نقاشی)، در کارهای تشخیص اشعه  $X$  و در شیشه سازی استفاده می‌گردد.

سولفات سدیم هیدراته (بلنک فیکس *Blank Fix*) در ساخت مصنوعی سولفات باریم و ترکیبات آندی باطری ها به جای سرب استفاده می‌شود.

## ۱-۵-۱۷- کلرات باریم

لامپ‌های سبز، چاشنی، رنگهایی در وسایل آتش بازی

## ۱-۵-۱۸- نمک های باریم

برخی اوقات در روشهای پزشکی مانند اشعه  $X$  در دستگاه گوارش استفاده می‌شود.

## ۱-۶- استانداردها [۱]

باریت با کاربری گل حفاری انستیتو نفت آمریکا: حداقل وزن مخصوص ۴/۲، بیشینه مقدار کلسیم ۲۵۰ پی پی ام، ۹۵ درصد ۳۲۵ مش (۴۵ میکرون). کانه‌های همراه با باریت که می‌توانند به حداقل برسند مانند ژیپس، سیدریت و دولومیت در دمای بالا آزاد می‌شوند و پیرویتیت در شرایط  $pH$  بالا آزاد می‌شود.

باریت با کاربری در رنگ: حداقل ۹۵ درصد  $BaSO_4$ ، حداکثر ۰/۰۵ درصد  $Fe_2O_3$ ، ۲ درصد مواد اضافه، ۵/۰٪ آب، درخشندگی ۸۰٪ و جذب روغن ۵ کیلوگرم بر ۴۵ کیلوگرم استاندارد *ASTM*.

مشخصات کامل در زیر ارائه شده است.

## ۱-۶-۱- مشخصات باریت در صنایع حفاری [۱]

همان طوری که قبلاً ذکر شد نوعی گل حفاری مورد مصرف در حفاریهای گاز، آب یا نفت با تغییر سازندهای زمین‌شناسی در برگیرنده آن، فشار سازند، حرارت زمین گرمایی و عوامل دیگر تغییر نموده و بر ترکیب و میزان استفاده از آن تأثیر می‌گذارد. مقدار گل حفاری مورد نیاز نیز بستگی به فشار زمین و سازندهای زمین‌شناسی دارد و این مقدار برحسب تن بر متر اژ چاه حفر شده و یا تن بر ۱۰۰۰ فوت حفاری به نحو قابل ملاحظه ای تغییر می‌نماید. باریت مورد استفاده در صنایع حفاری باید دارای مشخصات خاصی باشد که طبق استاندارد اوسسی.ام.ای در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- مشخصات باریت در صنایع حفاری طبق استاندارد

PH (در حرارت معمولی)	۶/۵
وزن مخصوص	حداقل ۱/۲
دانه بندی یا الک تر ASTM	حداکثر ۷۳
(۱) باقیمانده روی الک ۲۰۰ مش	حداکثر $10 \pm 5\%$
(۲) باقیمانده روی الک ۳۲۵ مش	حداکثر ۰/۱٪
نمکهای محلول در آب	حداکثر ۱۲۵ سانتی پراز
گرانروی ظاهری بعد از اضافه کردن گچ	حداکثر ۲۵۰ میلی گرم در لیتر
غلظت عناصر قلیایی خاکری برحسب یون کلسیم	

باریت مورد استفاده در گل حفاری باید دارای حداقل وزن مخصوص ۴/۲ باشد که به معنای حدود ۹۲ تا ۹۶ درصد  $BasO_4$  است. تنها کمتر از ۰/۱٪ نمک های محلول و درصد کمی اکسید آهن مجاز بوده و حداقل ۹۰ تا ۹۵ درصد از باریت خرد شده باید از الک ۳۲۵ مش عبور کند.

## ۱-۶-۲- مشخصات باریت در صنایع غیر حفاری [۱]

## ۱-۶-۲-۱- شیشه سازی:

مشخصات عمومی باریت مورد استفاده در صنایع شیشه در جدول ۳ آورده شده است.

جدول ۳- مشخصه های عمومی برای باریت مورد استفاده در صنعت شیشه سازی طبق استاندارد *A.P.S*.

مشخصات	حد مجاز
مقدار سولفات باریم	حداقل ۹۵٪
مقدار $SiO_2$	حداکثر ۱٪
مقدار $Fe_2O_3$	حداکثر ۰.۱۱۵٪
مقدار $Al_2O_3$	حداکثر ۰.۱۱۵٪
عبررکننده از الک ۱۰۰ مش	حداقل ۵٪ و حداکثر ۱۰٪
ابعاد ذرات	حداقل ۹۵٪ با ابعاد ۸۵۰ میکرون و کمتر از ۵٪ ذرات با ابعاد ۱۵۰ میکرون*

\* ماده‌ای که در اندازه ریزتر است، نامطلوب بوده زیرا معمولاً در مذاب گلوله می‌شود.

## ۱-۶-۲-۲- پرکننده‌ها:

بیشتر مصرف کنندگان این کانه به عنوان یک ماده پرکننده، خواهان محصول ریزدانه‌ای هستند که همگی دانه‌ها دقیقاً ۳۲۵ مش باشند. مشخصه رنگ متغیر بوده و بستگی به کاربرد آن دارد. مشخصات این کانه به عنوان پرکننده در صنایع مختلف طبق استاندارد *A.P.S* در جدول ۴ ذکر شده است.

جدول ۴- مشخصات عمومی باریت بعنوان یک پرکننده در صنایع مختلف طبق استاندارد A.P.S

مصارف صنعتی	پلاستیکها		رنگها - پلاستیکها	پودرهای پرشونده	BaSO <sub>4</sub>
۹۱ - ۹۲	۹۷-۹۸	۹۱-۹۶	۹۸	۹۸	
۷۸ - ۷۹					SiO <sub>2</sub>
	۰/۲	۲/۵	۰/۸۲	۰/۸۲	کل سیلیکاتها
۱/۵ - ۰/۱					SrSO <sub>4</sub>
۰/۵ - ۰/۲	۰/۱۵	۰/۱	۰/۰۱	۰/۰۱	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
۰/۰۳ - ۰/۰۵					MgO
۰/۰۳ - ۰/۲					CaO
۰/۰۵ - ۰/۳	۰/۱	۰/۵	۰/۰۱	۰/۰۱	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
			۰/۰۵	۰/۰۵	کل فلزات سنگین
< ۰/۱			۰/۱۵	۰/۱۵	رطوبت
	۰/۲۵	۰/۷۵	۰/۷۵	۰/۷۵	L.O.I
۸-۹ - ۹-۱۰	۱۱-۱۲	۷-۹	۱۱	۱۰	جذب سطحی نفت
	۲/۰-۳/۰	۸/۵-۹/۵	۲/۵	۱/۸	میانگین اندازه ذرات (μ)
۹۷۰ - ۹۹۸					عبور کننده از الک ۲۰۰ مش (۱)
۸۵۰ - ۹۸۰					عبور کننده از الک ۳۲۵ مش (۲)

## ۱-۶-۲-۳- داروسازی:

مشخصات عمومی باریت مورد استفاده در مصارف داروسازی در جدول ۵ ارائه شده است.

جدول ۵- مشخصه های عمومی باریت مورد استفاده در مصارف

مشخصات	حد مجاز
خلوص سولفات باریت	حداقل ۹۷/۵ درصد
حد مجاز L.O.I در حرارت ۶۰۰ درجه سانتیگراد	کمتر از ۲ درصد
فلزات سنگین (مانند سرب)	حداکثر ۰/۰۰۱ درصد
سولفیدها	کمتر از ۰/۱ppm
آرسنیک	کمتر از ۰/۱ppm
ابعاد ذرات	۹۰ درصد ذرات در حد ۲۰ میکرون
رنگ	سفید یا نزدیک به سفید
عطر (بو)	بی بو

## ۱-۶-۲-۴- مورد استفاده در کارخانجات شیمیایی:

معتبرترین استاندارد جهانی برای موارد مصرف باریت در صنایع مختلف ای.پی.اس است که در قسمت قبلی مشخصه های کمی و کیفی باریت در صنایع غیر حفاری طبق این استاندارد ذکر شد. در ایران پودر باریت براساس دو استاندارد او.سی.ام.ای و ای.پی.آی توسط

شرکتهای تولید کننده آزمایش و آماده سازی شده و ناخالصیهای آن کنار گذاشته می‌شود. استاندارد مورد توجه در شرکت ملی حفاری ایران (اوس.سی.ام.ای اسپیک دی.اف.سی.پی-۳) است.

### ۷-۱- جایگزینهای باریت در گل حفاری [۱]

سلستیت، ایلمنیت، کانه آهن و ترکیبات هماتیت (که در آلمان ساخته می‌شود) است. در ایران ماده استفاده شده جایگزین باریت در گل حفاری فر-او-بار با وزن مخصوص حداقل ۳/۷۴ گرم بر سانتی متر مکعب است.

کانی سلستین  $SrSO_4$ ، بدلیل قیمت بالا و وزن مخصوص پایین تر (۳/۹۵ تا ۳/۹۷) کمتر استفاده می‌شود. کانسنگهای آهن نیز ساینده تر بوده و به دلیل رنگشان چندان برای استعمال مناسب نیستند.

برخی از جایگزین های باریت و ترکیبات شیمیایی حاصل از آن در صنایع مصرف کننده:

در صنایع رنگ سازی، به جای بلنک فیکس می‌توان از کربنات کلسیم، دولومیت و دی اکسید تیتانیم استفاده کرد. در سالهای اخیر، به علت وزن اضافی، که بلنک فیکس به رنگ می‌دهد مصرف آن محدودتر گشته و به جای آن از پرکننده های ارزاتر و کم چگال تر مانند کربنات کلسیم و دولومیت استفاده می‌شود. در سالهای آخر دهه ۱۹۸۰ جایگزینی آن توسط دی اکسید تیتانیم، مصرف بلنک فیکس را به نحو قابل ملاحظه ای کاهش داده است.

در صنایع کاغذ سازی مصرف بلنک فیکس در اواخر دهه ۱۹۷۰ کاهش یافته و امروزه انواع پوششی دیگری مانند تالک و کربنات کلسیم جایگزین آن شده است.

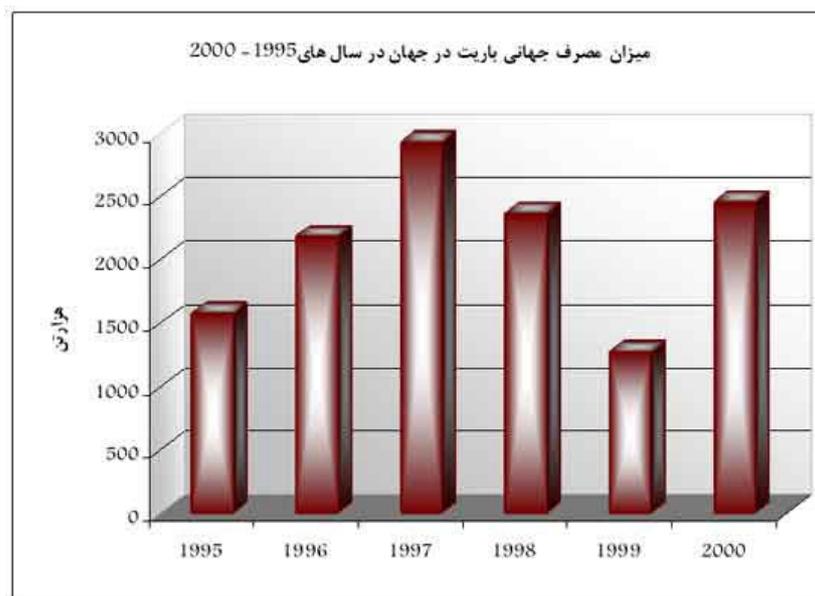
به جای کربنات باریم در سرامیک سازی می‌توان از کلرید و هیدروکسید باریم نیز استفاده کرد. در لعاب مورد استفاده برای سرامیک سازی می‌توان به جای کربنات باریم از اکسید سرب استفاده کرد ولی استفاده از کربنات باریم در لعاب بهتر بوده و باعث افزایش مقاومت در برابر هوازگی می‌گردد.

از کربنات باریم جهت رسوبگذاری بلنک فیکس مورد استفاده در کاغذهای نقشه برداری استفاده می‌شود. در اینجا به جای باریم می‌توان از کلرید باریم نیز استفاده کرد.

میزان مصرف ظاهری باریت در جهان در طی این دوره (۱۹۹۵ - ۲۰۰۰) از ۱۵۸۰۰۰۰ تن در سال ۱۹۹۵ به ۲۹۳۰۰۰۰ تن در سال ۱۹۹۷ و ۲۴۶۰۰۰۰ تن در سال ۲۰۰۰ افزایش یافته است (جدول ۶).

جدول ۶- میزان مصرف جهانی باریت در جهان در سال‌های ۱۹۹۵-۲۰۰۰ (برحسب تن) [۳].

سال	۱۹۹۵	۱۹۹۶	۱۹۹۷	۱۹۹۸	۱۹۹۹	۲۰۰۰
مصرف جهان	۱۵۸۰۰۰۰	۲۱۹۰۰۰۰	۲۹۳۰۰۰۰	۲۳۷۰۰۰۰	۱۲۸۰۰۰۰	۲۴۶۰۰۰۰

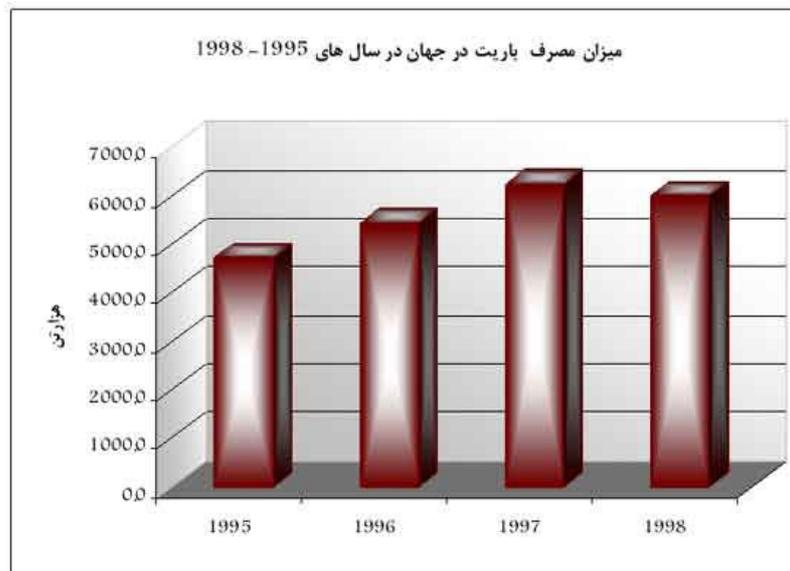


شکل ۱- میزان مصرف جهانی باریت در جهان در سال‌های ۱۹۹۵-۲۰۰۰

میزان مصرف ظاهری باریت در جهان در طی این دوره (۱۹۹۵ - ۱۹۹۸) از ۴۷۳۲/۲ هزارتن در سال ۱۹۹۵ به ۶۲۳۴/۶ هزارتن در سال ۱۹۹۷ و ۶۰۰۵/۳ هزارتن در سال ۱۹۹۸ افزایش یافته است (جدول ۷).

جدول ۷- میزان مصرف باریت در جهان در سال‌های ۱۹۹۵-۱۹۹۸ (برحسب هزارتن) [۲].

سال	۱۹۹۵	۱۹۹۶	۱۹۹۷	۱۹۹۸
مصرف جهان	۴۷۳۲/۳	۵۴۳۹/۳	۶۲۳۴/۶	۶۰۰۵/۳

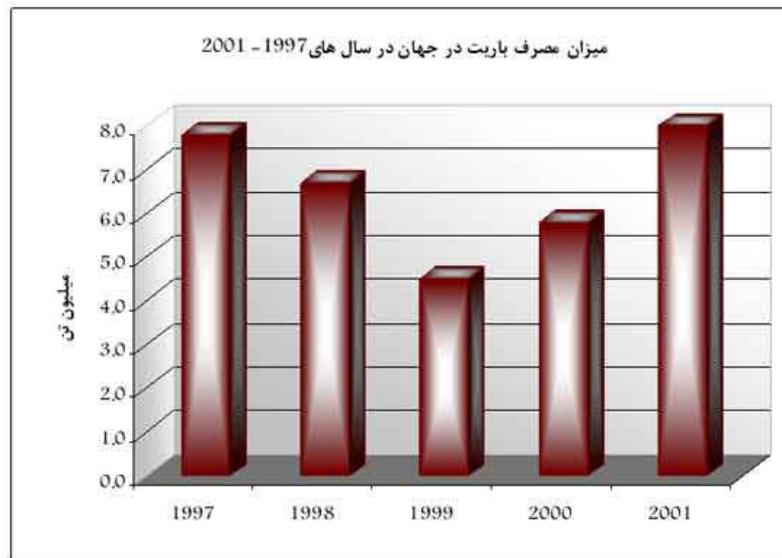


شکل ۲- میزان مصرف باریت در جهان در سال‌های ۱۹۹۵-۱۹۹۸

میزان مصرف ظاهری باریت در جهان در طی این دوره (۱۹۹۷-۲۰۰۱) از ۷/۸ میلیون تن در سال ۱۹۹۷ به ۴/۵ میلیون تن در سال ۱۹۹۹ و ۸ میلیون تن در سال ۲۰۰۱ افزایش یافته است (جدول ۸). بیشترین مقدار مصرف باریت در سال ۲۰۰۱ معادل ۸ میلیون تن بوده است که نسبت به مصرف در سال ۱۹۹۷ در حدود ۲۰۰ هزار تن افزایش داشته است.

جدول ۸- میزان مصرف باریت در جهان در سال‌های ۱۹۹۷-۲۰۰۱ (میلیون تن) [۴].

سال	۱۹۹۷	۱۹۹۸	۱۹۹۹	۲۰۰۰	۲۰۰۱
جهان	۷/۸	۶/۷	۴/۵	۵/۸	۸



شکل ۳- میزان مصرف باریت در جهان در سال‌های ۱۹۹۷-۲۰۰۱

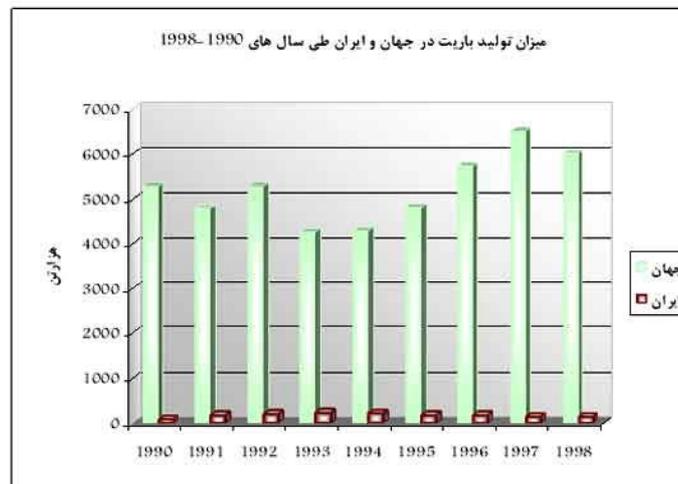
#### ۸-۱- بررسی جایگاه معادن در جهان [۱]

چین بزرگترین کشور تولید کننده باریت می‌باشد که در حال حاضر به تنهایی حدود ۵۵ درصد باریت جهان را تولید می‌کند و همچنان به میزان تولید خود نیز می‌افزاید. کشورهای هند و آمریکا در رتبه‌های بعدی قرار دارند. در کشورهای مذکور تولید هر یک از شرکت‌های بزرگ تولید کننده باریت، چند برابر میزان تولید در ایران می‌باشد. با این وجود ایران از نظر میزان استخراج و تولید باریت در جایگاه نسبتاً مناسبی قرار گرفته و جزو ۷ کشور اول (چین، هند، آمریکا، مکزیک، مراکش، ایران و ترکیه) تولید کننده باریت محسوب می‌شود. در جدول ۹ و شکل ۴ میزان تولید باریت در جهان و ایران طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۸ مقایسه شده است چنانچه مشاهده می‌شود بیشترین سهم ایران در تولید جهانی در سال ۱۹۹۳ و حدود ۵/۳ درصد بوده است.

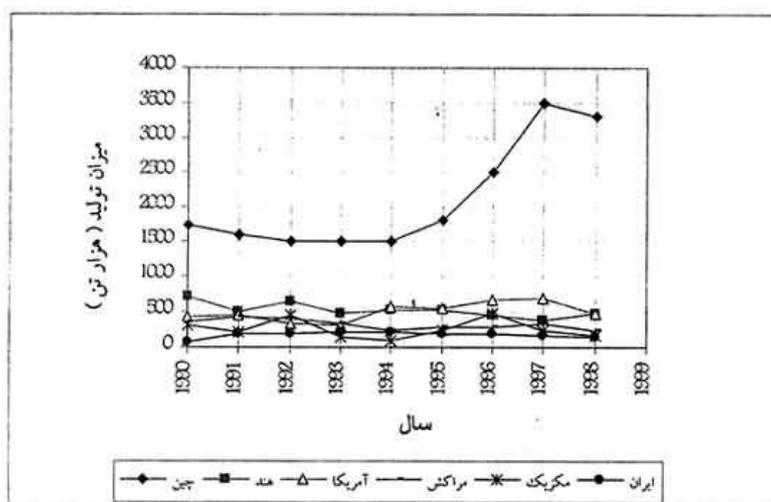
در شکل ۵ نیز روند تولید باریت در کشورهای چین، هند، آمریکا، مکزیک، مراکش و ایران مورد مقایسه واقع شده‌اند. چنانچه ملاحظه می‌شود، روند تولید در سالهای اخیر به استثنای کشور چین در بقیه کشورها از یک روند نزولی برخوردار است.

جدول ۹- میزان تولید باریت در جهان و ایران طی سال‌های ۱۹۹۰-۱۹۹۸

سال	جهان (هزارتن)	ایران (هزارتن)
۱۹۹۰	۵۲۷۸	۷۷
۱۹۹۱	۴۷۹۴	۱۹۱
۱۹۹۲	۵۲۷۶	۲۰۰
۱۹۹۳	۴۲۵۵	۲۲۶
۱۹۹۴	۴۳۰۰	۲۲۵
۱۹۹۵	۴۷۹۷	۱۸۵
۱۹۹۶	۵۷۴۱	۱۹۰
۱۹۹۷	۶۵۱۰	۱۶۰
۱۹۹۸	۶۰۳۵	۱۵۰



شکل ۴- مقایسه روند تولید باریت در جهان و ایران طی سالهای ۱۹۹۰ - ۱۹۹۸



شکل ۵- مقایسه تولید باریت در ایران با سایر کشورهای عمده تولید کننده طی سالهای ۱۹۹۰-۱۹۹۸

از نظر سطح تجهیز و تکنولوژی نیز معادن ایران با معادن عمده تولید کننده باریت در جهان قابل مقایسه می‌باشد چرا که در معادن بزرگ ایران همانند سایر معادن دنیا اغلب جهت بهره برداری از ترکیب آتشیاری - بولدزر - لودر - کامیون استفاده می‌شود. البته حجم تجهیزات و ماشین آلات مذکور متناسب با ظرفیت تولید متفاوت می‌باشند. لازم به ذکر است که در برخی معادن بزرگ باریت در کشورهای نظیر چین و آمریکا... از شاول های برقی جهت بارگیری و کامیونهای بزرگ معدنی جهت حمل استفاده می‌شود که در کانسارهای باریت ایران مقرون به صرفه نبوده و به کار گرفته نمی‌شود.

بنابراین در مجموع با عنایت به مشخصات کانسارهای باریت ایران، جهت استخراج آنها، نیازی به تجهیزات پیشرفته و مدرن نخواهد بود بلکه آنها را می‌توان با تجهیزاتی کمتر و ساده تر مورد بهره برداری قرار داد.

### ۹-۱- مطالعات کانه آرایی [۱]

هدف از فرآوری باریت، تولید محصول با دانه بندی و ترکیب شیمیایی مشخص و مورد نیاز در صنایع مختلف می‌باشد و شامل خردایش مرحله ای توسط سنگ شکن و آسیا، جدایش ناخالصیهای همراه و نیز دانه بندی و خشک کردن آن می‌باشد و اغلب ناخالصیهای آن به روشهای ثقلی نظیر جیگ، میز، واسطه سنگین و... حذف می‌گردد.

علیرغم آنکه در حال حاضر معادن فراوان و متعددی در کشور به تولید باریت می‌پردازند ولی شرکتهای و کارخانجات اندکی در زمینه فرآوری باریت و تولید پودر باریت فعالیت می‌نمایند که از این واحدها نیز، عمده باریت فرآوری شده را شرکت درین کاشان، کارخانجات

سلفچگان، پرندک (شرکت باریت فلات ایران) و کارخانه فرآوری الیت (مازندران) تولید می‌کنند که اکثر معادن، کانسنگ باریت استخراجی خود را به نزدیکترین واحد از واحدهای مذکور تحویل می‌دهند. بنابراین اگر ذخایر مناسب جدیدی در نزدیکی این واحدها شناسایی و کشف شود می‌تواند منجر به توسعه واحدهای مذکور گردد. البته کارخانجات درین کاشان، سلفچگان و پرندک قبلاً به دلایلی از جمله افزایش ظرفیت بهبود کیفیت محصول و تولید محصولات جدید و متنوع توسعه یافته‌اند.

با توجه به اینکه بیش از ۸۵ درصد مصرف باریت در گل حفاری می‌باشد در ایران نیز بیشتر واحدهای موجود، پودر باریت مورد مصرف در گل حفاری تولید می‌نمایند ولی از آنجا که باریت دارای مصارف متعدد دیگری نیز می‌باشد و احتمالاً در آینده به کاربردهای آن باز هم افزوده خواهد شد لذا توسعه واحدهای فرآوری باریت جهت تولید محصولات متنوع لازم و ضروری به نظر می‌رسد.

همچنین افزایش طرحها و پروژه های اکتشاف و استخراج نفت در داخل کشور و نیز در کشورهای حوزه خلیج فارس و کشورهای آسیای میانه و اطراف دریای خزر، باعث افزایش مصرف گل حفاری خواهد شد که بالطبع افزایش تولید باریت در کشور جهت تامین گل حفاری مورد نیاز در کشور و صادرات آن به کشورهای مذکور از نظر اقتصادی مقرون به صرفه خواهد بود. لذا افزایش تولید کانسنگ باریت منجر به توسعه واحدهای فرآوری موجود و یا احداث واحدهای جدید خواهد شد.

همانگونه که قبلاً نیز اشاره گردید بیشتر معادن و واحدهای تولید باریت ایران در استانهای مرکزی، تهران، اصفهان، یزد، قم و... قرار دارند ولی ذخایر و پتانسیل هایی نیز در سایر استانهای کشور نظیر کرمان، زنجان، مازندران، لرستان و... مورد شناسایی واقع شده‌اند که در صورت اقتصادی بودن این ذخایر جهت قابل مصرف کردن باریت استخراجی از آنها در صنایع و کاربردهای مختلف، احداث کارخانه های فرآوری باریت در استانهای مذکور لازم و ضروری خواهد بود.

در انجام تحقیقات در زمینه فرآوری باریت، در وهله اول لازم است که بازار مصرف باریت و مصارف عمده آن در ایران و مشخصات کمی و کیفی و استانداردهای محصولات مورد مصرف به طور دقیق مورد مطالعه قرار گرفته و سپس مشخصات فیزیکی و شیمیایی ذخایر باریت موجود مورد بررسی قرار گیرد و کاربردهای مناسب این باریت ها شناسایی گردد تا متناسب با مصرف و کاربردهای آنها، مراحل مورد نیاز در عملیات فرآوری پیش بینی گردد.

از طرف دیگر، کانسارهای باریت ایران دارای ناخالصیهای متفاوتی می‌باشند لذا جهت دستیابی به پودر باریت با کیفیت مطلوب و استانداردهای مورد نیاز، لازم است که عمل حذف ناخالصیها نیز بر روی آنها صورت گیرد لذا جهت انتخاب روش مناسب فرآوری انجام مطالعات کانه آرایی در مقیاس آزمایشگاهی و در صورت امکان در مقیاس پایلوت بر روی ذخایر شناخته شده ضرورت دارد. البته پتانسیل های شناسایی شده در استانهای جنوبی شمالی کشور و نیز کشورهای حاشیه خلیج فارس و دریای خزر نزدیک می‌باشند می‌توانند در اولویت اول قرار گیرند.

همچنین جهت رقابت با سایر کشورهای صادر کننده پودر باریت ، تولید محصول با کیفیت مورد نظر مصرف کنندگان می‌تواند عامل موفقیت در این زمینه باشد لذا بهینه سازی کیفیت و مشخصات پودر باریت تولیدی در واحدهای مختلف تولید کننده در صورت لزوم می‌تواند در اولویت بعدی قرارگیرد. در جدول ۱۰ عمده ذخیره و کشورهای تولیدکننده ارائه شده است.

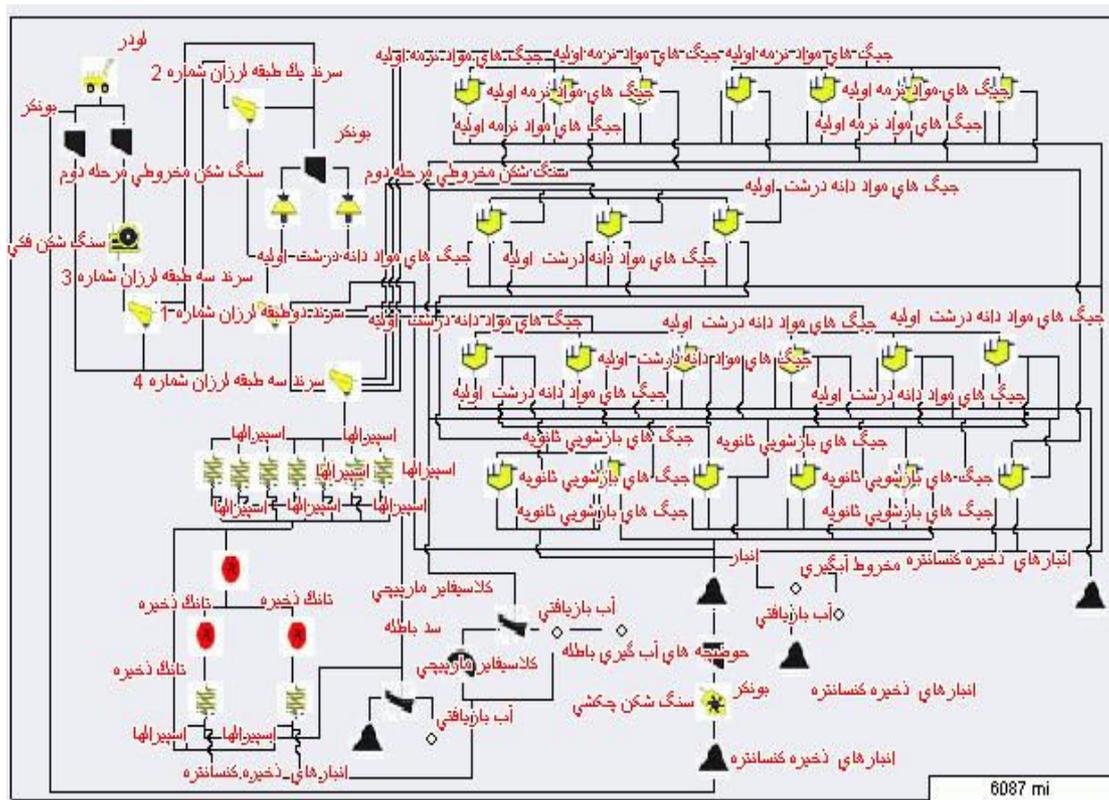
جدول ۱۰- عمده ذخیره و کشورهای تولیدکننده باریت [۳].

	Mine production		Reserves <sup>5</sup>	Reserve base <sup>5</sup>
	2004	2005 <sup>6</sup>		
United States	532	500	25,000	55,000
Algeria	48	48	9,000	15,000
Brazil	55	55	2,100	5,000
Bulgaria	95	95	NA	NA
China	3,900	3,900	62,000	360,000
France	82	82	2,000	2,500
Germany	110	94	1,000	1,500
India	<sup>6</sup> 723	1,000	53,000	80,000
Iran	204	210	NA	NA
Korea, North	70	70	NA	NA
Mexico	300	290	7,000	8,500
Morocco	357	360	10,000	11,000
Russia	60	60	2,000	3,000
Thailand	125	210	9,000	15,000
Turkey	120	135	4,000	20,000
United Kingdom	60	60	100	600
Vietnam	101	100	NA	NA
Other countries	<u>296</u>	<u>350</u>	<u>14,000</u>	<u>160,000</u>
World total (rounded)	7,240	7,620	200,000	740,000

آمار نشان می‌دهد در سال ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ کشورهای چین، هند و آمریکا در صدر کشورهای تولیدکننده و دارای ذخیره باریت در جهان قرار دارند. و کشورهای مراکش و مکزیک و الجزایر جزو رتبه های بعدی می‌باشند. از نظر ذخیره ترکیه و تایلند نیز حائز اهمیت می‌باشند.

### ۱-۹-۱- باریت پرنده

کارخانه باریت پرنده شامل مدار جدایش ثقلی، آسیا و بسته بندی می‌باشد. مدار جدایش ثقلی شامل جیگ و میز لرزان بوده و مدار آسیا شامل ۳ خط موازی می‌باشد که هر خط شامل سیلوی اولیه، آسیای غلطکی، سیکلون هوایی، کوره، فیلتر کیسه‌ای، فن، سیستم بسته بندی و سیلوهای ذخیره محصول می‌باشد. وزن مخصوص مورد نیاز باریت برای کاربرد به عنوان گل حفاری بالای ۴/۲ گرم بر سانتیمتر مکعب می‌باشد. خوراک مدار جدایش ثقلی سنگ های باریت استخراج شده از معادن با وزن مخصوص ۳/۹-۴ گرم بر سانتیمتر مکعب می‌باشد. این مواد پس از خردایش اولیه توسط سنگ شکن فکی وارد سرند لرزان دو طبقه می‌شوند. مواد دانه درشت سرند به عنوان بار درگردش توسط سنگ شکن چکشی خرد شده و به سرند برگشت داده می‌شوند. مواد میانی سرند برای عملیات جدایش ثقلی به مدار جیگ انتقال داده می‌شود. ته ریز سرند که حاوی مواد دانه ریز باریت با وزن مخصوص پایین است، پس از نرمة گیری و کاهش ذرات کلسیم برای مخلوط شدن با باریت با وزن مخصوص بالا ذخیره می‌شود. باطله جیگ های بادی معدن کمشچه نیز به عنوان خوراک میزهای لرزان محسوب می‌شود. سنگ باریت فرآوری شده با وزن مخصوص بالای ۴/۲ گرم بر سانتیمتر مکعب به همراه سنگ خام بتونیت و کربنات کلسیم استخراج شده از معادن وارد مدار آسیای غلطکی می‌شود. در مدار آسیا مواد خرد شده توسط آسیای غلطکی به وسیله جریان هوای تولید شده توسط فن ها وارد سیکلون هوایی شده و ته ریز سیکلون وارد سیستم بسته بندی می‌شود. سرریز سیکلون پس از عبور از فیلتر کیسه ای به آسیا برگشت داده می‌شود. در شکل ۶ شمایی از کارخانه کانه آرایی ارائه شده است.

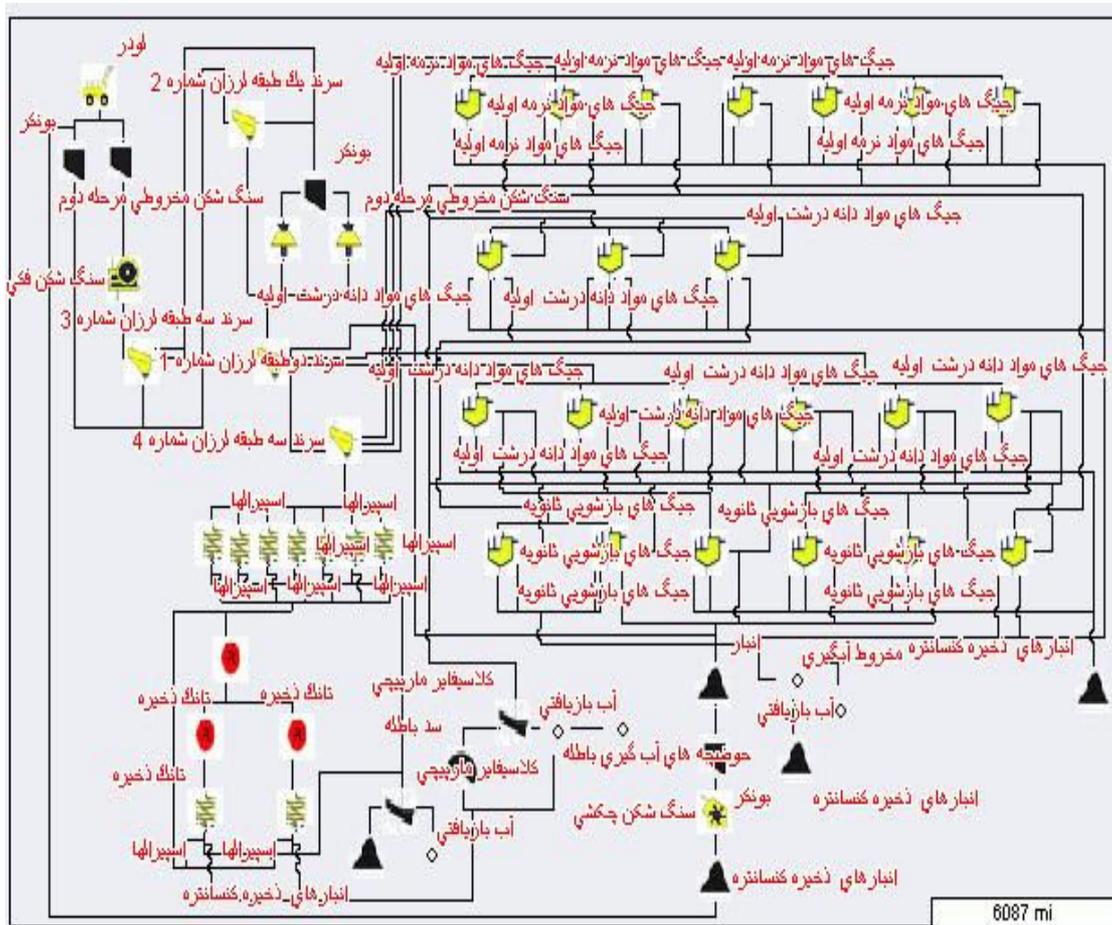


شکل ۶- شمایی از فلو شیت کانه آرایی کارخانه باریت پرندک

### ۱-۹-۲- باریت درین کاشان

معدن باریت درین کاشان در فاصله ۱۳ کیلومتری جنوب غربی کاشان در ۳ کیلومتری روستای دره قرار دارد. کارخانه فرآوری باریت درین کاشان شامل مدارهای مختلف خردایش و فرآوری می‌باشد. مدار شامل بونکر اولیه، کوره دوار، آسیای گلوله‌ای، سیکلون هوایی، سپراتور، غبارگیر، سیلوی محصول، سیستم بسته بندی و مدار کوره می‌باشد. سنگ باریت خام استخراجی از معادن با وزن مخصوص حدود ۳/۵ در مدار جیگ ۱ و ۲ مورد فرآوری قرار گرفته و پس از افزایش وزن مخصوص باریت تا میزان ۴/۲ وارد مدار خردایش و بسته بندی باریت می‌شود. مدار جیگ ۱ شامل بونکر اولیه، سردند دو طبقه، سنگ شکن فکی، سنگ شکن استوانه‌ای، بونکر خوراک جیگ، جیگ‌های دیافراگمی، کلاسیفایر ماریچی پریکار و باطله، حوضچه‌های آب‌گیری باطله و سد باطله می‌باشد. مدار جیگ ۲ شامل بونکر اولیه، سنگ شکن فکی، سردند اولیه، سنگ شکن مخروطی، سردند ثانویه، جیگ‌های دیافراگمی، کلاسیفایرهای ماریچی پریکار و باطله و حوضچه‌های آب‌گیری باطله می‌باشد. مدار خردایش و بسته بندی باریت شامل بونکر اولیه، سنگ شکن فکی، سردند یک طبقه، سنگ شکن استوانه‌ای، بونکر آسیا، آسیای غلطکی،

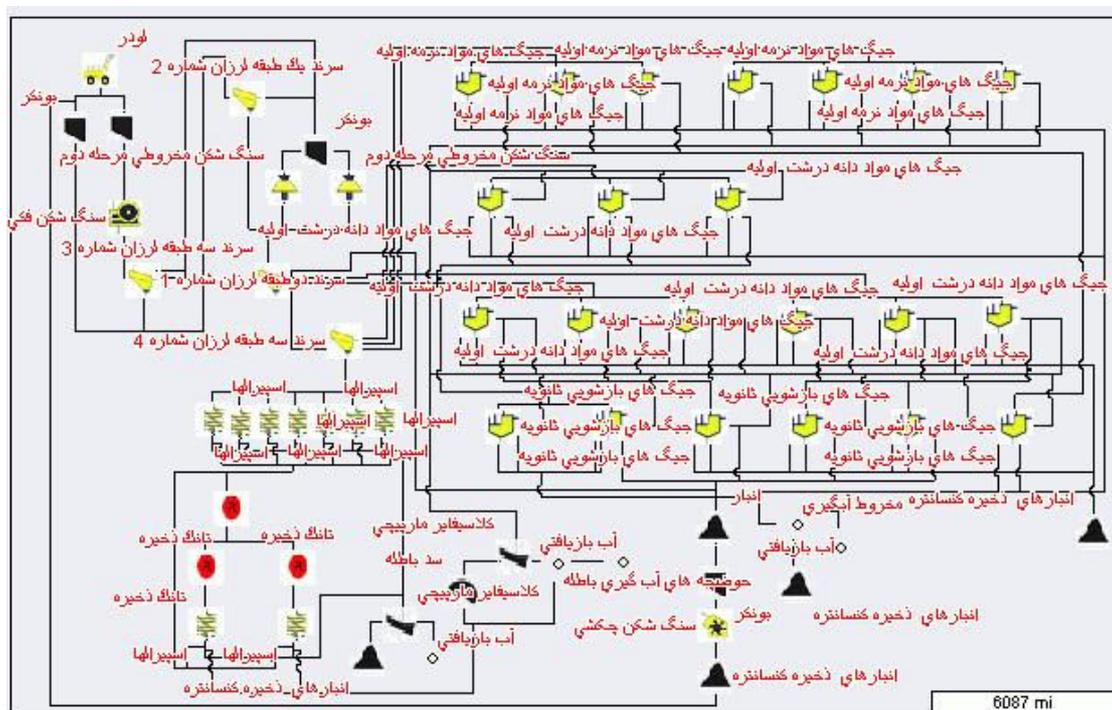
سیکلون هوایی، غبارگیر، سیلوی محصول و سیستم بسته بندی می‌باشد. مدار خریدایش و بسته بندی بنتونیت نیز مشابه خط باریت شامل بونکر آسیا، آسیای غلطکی، سیکلون هوایی، غبارگیر، سیلوی محصول و سیستم بسته بندی می‌باشد. در مدار بال میل ۲ خط تولید مشابه خط تولید فروبار بوده و خوراک آن بسته به نیاز مشتری شامل باریت، بنتونیت، زغال و کربنات کلسیم می‌باشد. در مدار هیدراتور، آهک هیدراته تولید شده و مدار آن شامل بونکر اولیه، سنگ شکن فکی، سنگ شکن چکشی، بونکر خوراک هیدراتور، هیدراتور، سرند لرزان، سپراتور، سیکلون هوایی، سیلوی محصول و سیستم بسته بندی می‌باشد. در شکل ۷ شمایی از کارخانه کانه آرایی ارائه شده است.



شکل ۷- شمایی از فلوشیت کانه آرایی کارخانه باریت درین کاشان

## ۱-۹-۳- باریت سلفچگان

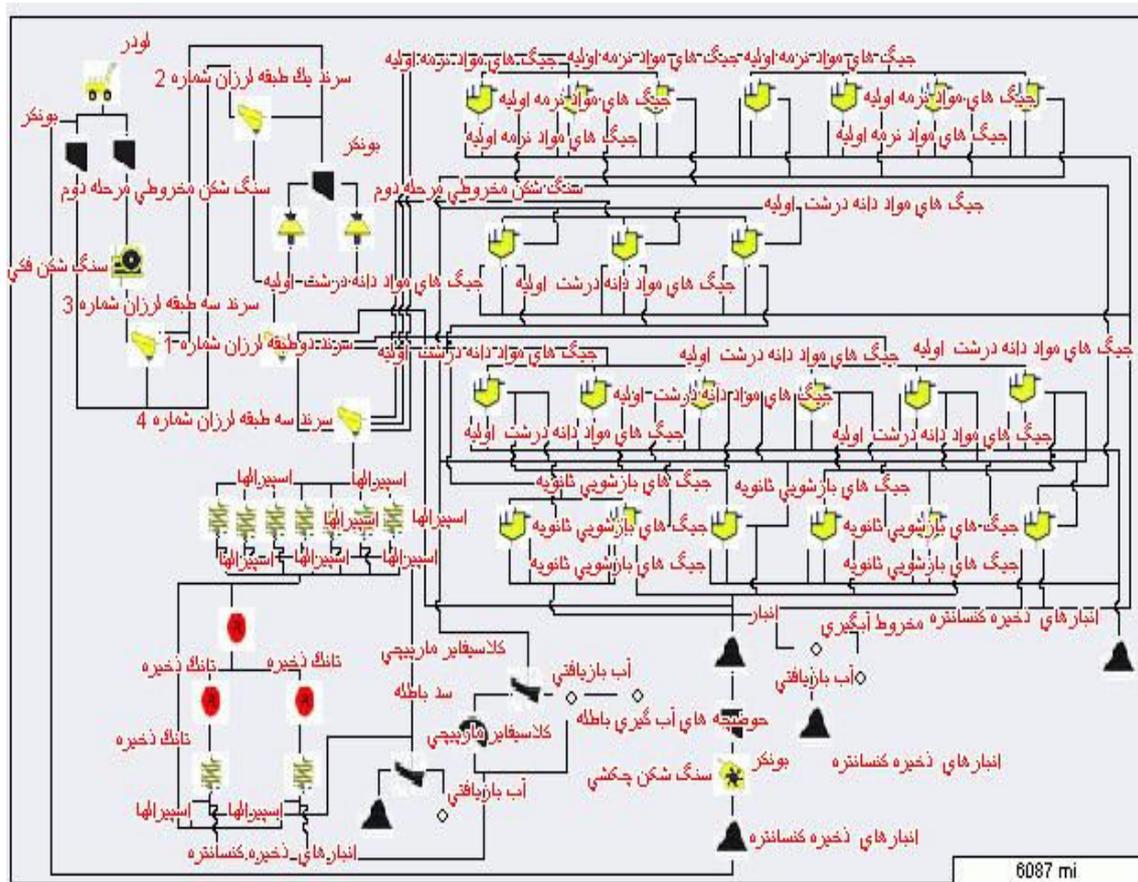
کارخانه فرآوری باریت سلفچگان در استان مرکزی در ۵۰ کیلومتری شهرستان قم و در ۱۲ کیلومتری روستای سلفچگان قرار گرفته است. کارخانه باریت سلفچگان شامل مدار خردایش و بسته بندی می‌باشد. مدار خردایش شامل ۵ خط موازی می‌باشد که هر خط شامل بونکر ذخیره سنگ خام، سنگ شکن چکشی، سیلوی ذخیره خوراک آسیا، آسیای غلطکی، سیکلون هوایی، کوره، فیلتر کیسه ای، فن، سیستم بسته بندی و سیلوهای ذخیره محصول می‌باشد. خط ۱ به علت فرسودگی و پایین بودن ظرفیت از خط خارج شده است و خط ۲ برای خردایش باریت، خطوط ۳ و ۵ برای خردایش بنتونیت و خط ۴ برای خردایش سنگ آهن هماتیته به کاربرده می‌شود. مدار سنگ شکن چکشی خطوط ۳ و ۵ مشترک می‌باشد. در این مدار ابتدا مواد توسط سنگ شکن چکشی خرد شده و سپس به مدار آسیا ارسال می‌شود. در مدار آسیا مواد خرد شده توسط آسیای غلطکی به وسیله جریان هوای تولید شده توسط فن ها وارد سیکلون هوایی شده و ته ریز سیکلون وارد سیستم بسته بندی می‌شود. سرریز سیکلون پس از عبور از فیلتر کیسه ای به آسیا برگشت داده می‌شود. در شکل ۸ شمایی از کارخانه کانه آرایی ارائه شده است.



شکل ۸- شمایی از فلوشیت کانه آرایی کارخانه باریت سلفچگان

## ۱-۹-۴- پودر بتونیت، باریت و کربنات کلسیم

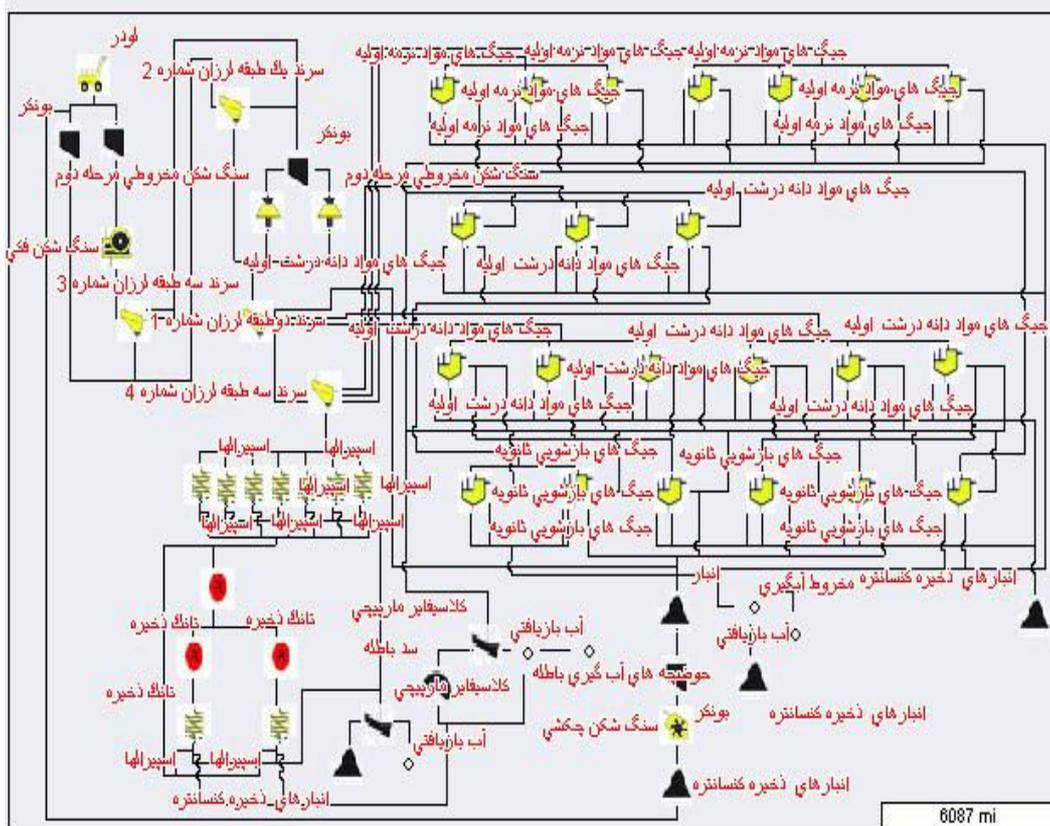
کارخانه تهیه پودر میکرونیزه بتونیت و کربنات کلسیم گرمسار در ۲۰ کیلومتری شرق گرمسار واقع شده است. خوراک کارخانه، شامل کربنات کلسیم از معدن ویدرکاسیو ساوه، بتونیت از معادن اطراف و باریت تغلیظ شده (جیگ شده) از کارخانه کائولن باریت سمنان تامین می‌شود. هدف کارخانه تهیه پودر میکرونیزه کربنات کلسیم، بتونیت و باریت است. کارخانه در دو خط فعالیت دارد که خط اول مربوط به کربنات کلسیم و خط دوم تولید پودر بتونیت و باریت است. کارخانه ۱۰۰۰۰ تن در سال پودر میکرونیزه بتونیت تولید می‌نماید. تجهیزات اصلی خط تولید در این واحد عبارتند از: بونکر، سنگ شکن فکی، سنگ شکن چکشی، کوره خشک کن، آسیای گلوله ای، سپراتور و سیکلون. در شکل ۹ شمایی از کارخانه کانه آرایی ارائه شده است.



شکل ۹- شمایی از فلوشیت کانه آرایی کارخانه گرمسار

## ۱-۹-۵- کائولن- باریت سمنان

کارخانه فرآوری و تهیه پودر کائولن باریت سمنان در ۲۰ کیلومتری شرق سمنان واقع شده است. خوراک کارخانه شامل باریت از معدن کائولن باریت در نزدیکی کارخانه و معدنی از طبس می‌باشد. هدف کارخانه تهیه پودر میکرونیزه باریت و باریت جیگ شده برای مصرف واحدهای دیگر تولید کننده پودر مانند کارخانه تهیه پودر بتونیت و باریت گرمسار می‌باشد. کارخانه در دو خط فعالیت دارد که خط اول مربوط به خردایش و جیگ باریت می‌باشد و خط دوم تولید پودر باریت است. کارخانه ماهیانه ۱۵۰۰ تن باریت جیگ شده و ۶۰۰-۷۰۰ تن پودر باریت تولید می‌کند. تجهیزات اصلی خط تولید در این واحد عبارتند از: بونکر، سنگ شکن فکی، سرند، سنگ شکن چکشی، جیگ، کلاسیفایر، خشک کن، آسیای گلوله‌ای و سپراتور. در شکل ۱۰ شمایی از کارخانه کانه آرایی ارائه شده است.



شکل ۱۰- شمایی از فلوشیت کانه آرایی کارخانه کائولن- باریت سمنان

# فصل دوم

## مطالعات میکروسکپی و کانی‌شناسی دستگاهی

## ۲- مطالعات میکروسکپی و کانی شناسی دستگاهی

### ۲-۱- مقدمه

به منظور تعیین کانی شناسی و درجه آزادی کانه هدف (باریت) از نمونه کانسنگ خرد شده یا اولیه و فراکسیون‌های دانه‌بندی این کانسار تعداد ۹ نمونه مقاطع نازک و نازک صیقلی تهیه شد.

### ۲-۲- نتایج مطالعه

۱- مهمترین کانی‌های تشکیل دهنده این کانسار شامل باریت، کوارتز، کلسیت، فلوریت و گالن است. کانی‌های هیدرووکسیدی آهن، سریسیت و احتمالاً کانی‌های رسی نیز به مقدار ناچیز قابل مشاهده می‌باشد.

۲- کانی باریت به لحاظ رخ مشخص از کانی کوارتز که فاقد رخ است براحتی قابل تفکیک می‌باشد. اندازه بلورهای باریت در نمونه اولیه نسبتاً درشت است.

۳- کوارتز در نمونه اولیه و فراکسیون‌های درشت دانه‌بندی مهمترین کانی درگیر با باریت محسوب می‌شود. کوارتز به دو گونه متمایز از هم، به صورت ریزبلور تا نهان بلور در سیمایی رگچه‌ای در امتداد سطوح رخ کانی باریت و یا گسیختگی‌هایی که در این کانی وجود داشته رخنه کرده، و یا به شکل انکلوزیون‌هایی از بلورهای نسبتاً درشت در ابعاد متوسط بیش از ۲۰۰ تا ۳۰۰ میکرون در زمینه بلورهای باریت مشاهده می‌شود.

۴- بلورهای کوارتز تقریباً در دانه‌بندی‌های ریزتر که مقاطع آن‌ها از کیفیت مناسبی برخوردار هستند، از درجه آزادی بالایی برخوردارند و کمتر دیده می‌شود که با کانی دیگری درگیر باشند.

۵- کانی کدر اصلی در این کانسار گالن است که مقدار آن تا حداکثر ۳-۲ درصد قابل پیش بینی می‌باشد.

۶- وجه تمایز کانی فلورین از همزاد آن باریت در مطالعه با میکروسکوپ نوری صفحات مثلثی شکلی است که به سبب زاویه بین رخ‌ها (رخ‌های اکتائدری *octahedral cleavag* که همدیگر را تحت زاویه ۷۰ تا ۱۱۰ قطع می‌کند) در فلوریت بوجود می‌آید. زاویه بین رخ‌های در باریت تقریباً عمود برهم می‌باشد. بلورهای فلوریت نسبتاً درشت است و در دانه‌بندی‌های ریز اغلب آزاد و بدون درگیری با باریت می‌باشد

۷- مقدار سریسیت بسیار ناچیز است.

۸- با وجود آن که مقاطع از کیفیت مطلوبی به لحاظ بررسی‌های با میکروسکوپ پلاریزان برخوردار نمیباشد ولی به نظر می‌رسد دانه بندی شماره *BK-SI-6* که در آن ابعاد دانه بندی بیش از ۱۰۰ مش (۱۵۰ میکرون) است دارای دانه‌های تقریباً آزاد باریت به مقدار فراوان و تقریباً بدون درگیری قابل ملاحظه‌ای با باطله است.

عکس‌های ۱ تا ۱۳ نماهایی از کانی‌ها و درگیری‌های کانی‌های مختلف این کنسار را

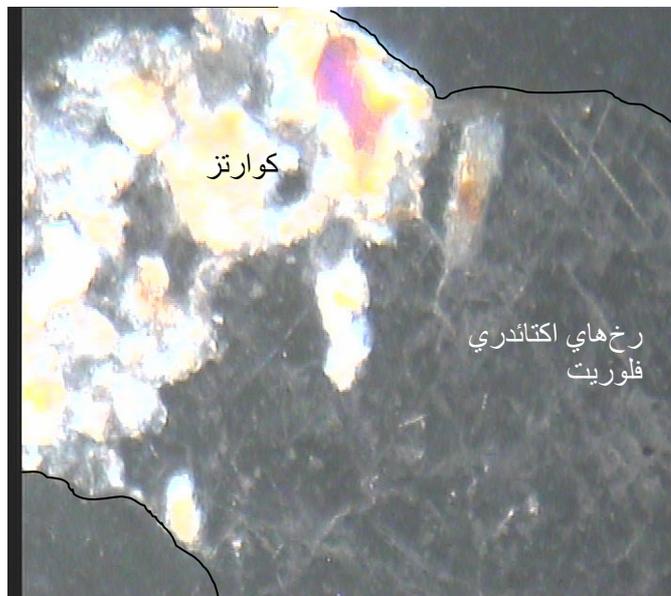
با هم نشان می‌دهد.



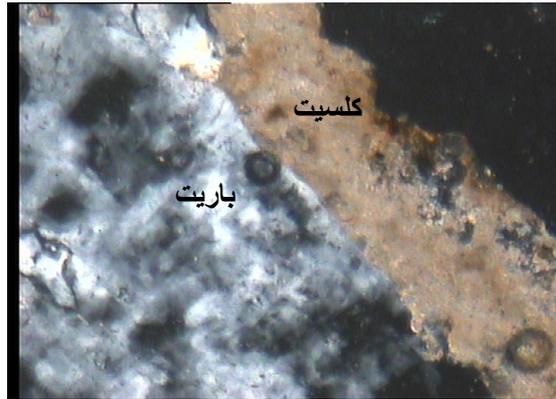
عکس ۱- نماهایی از بلورهای اکتاندری فلوریت (*octahedral cleavage*) برگرفته شده از

<http://z.about.com/d/geology/1/0/J/L/fluorite.jpg>

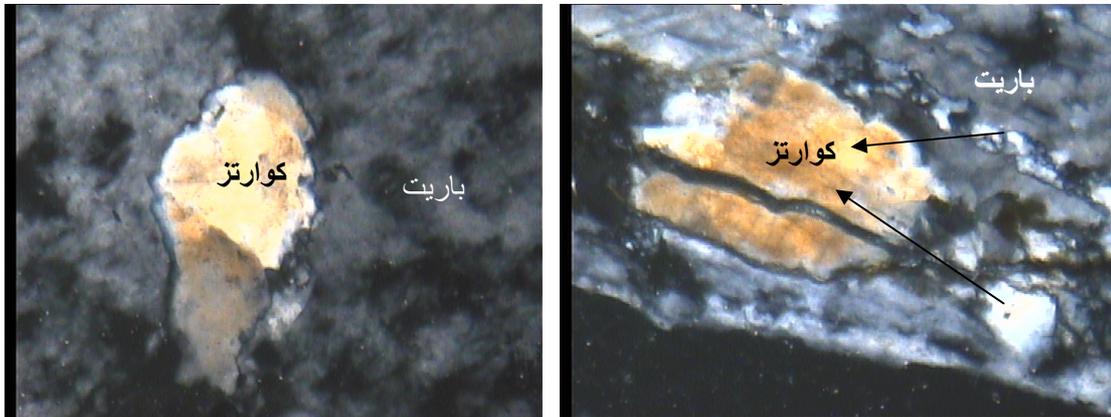
<http://www.gc.maricopa.edu/earthsci/imagearchive/fluorite3555.jpg>



عکس ۲- نمایی از رخ‌های اکتاندری بلور فلوریت (ایزوتروپ و تاریک) درگیر (دوطرفه) با بلورهای کوارتز در دانه‌ای در نمونه اولیه کنسار باریت. طول تصویر ۹۰۰ میکرون است.



عکس ۳- درگیری دوطرفه باریت با کوارتز در نمونه داته‌بندی شماره *BK-SI-1* طول عکس ۹۰۰ میکرون است.



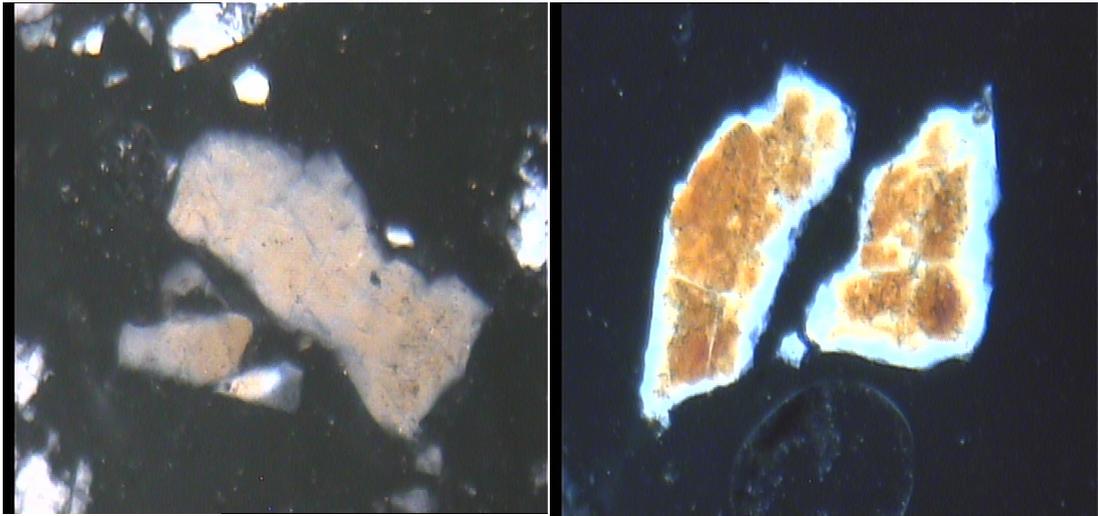
عکس ۴- بلورهای کوارتز درشت و رگچه‌های ظریف آن که به صورت انکلوزیون و یا در امتداد رخ‌های باریت دیده می‌شود. طول بلور درشت کوارتز در هر دو نما حدود ۵۰۰ میکرون است. طول نماها ۹۰۰ میکرون می‌باشد. در نمونه

داته‌بندی شماره *BK-SI-1*

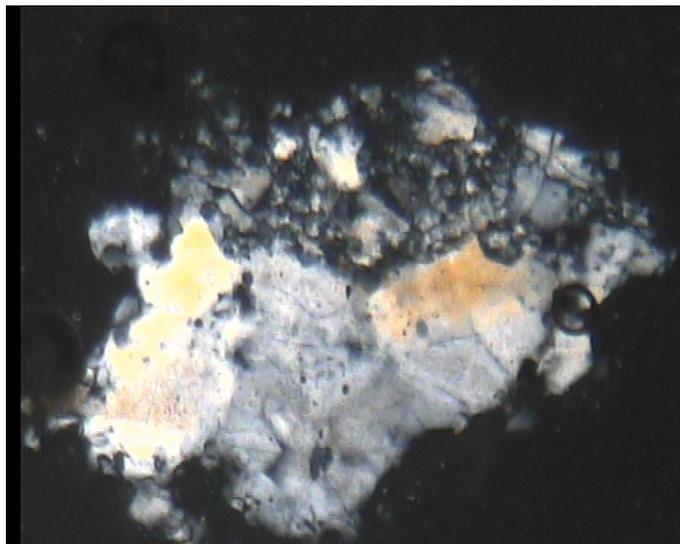


عکس ۵- نمایی از بلورهای کوارتز که توسط کلسیت درشت بلور به هم متصل شده اند. طول عکس ۹۰۰ میکرون است.

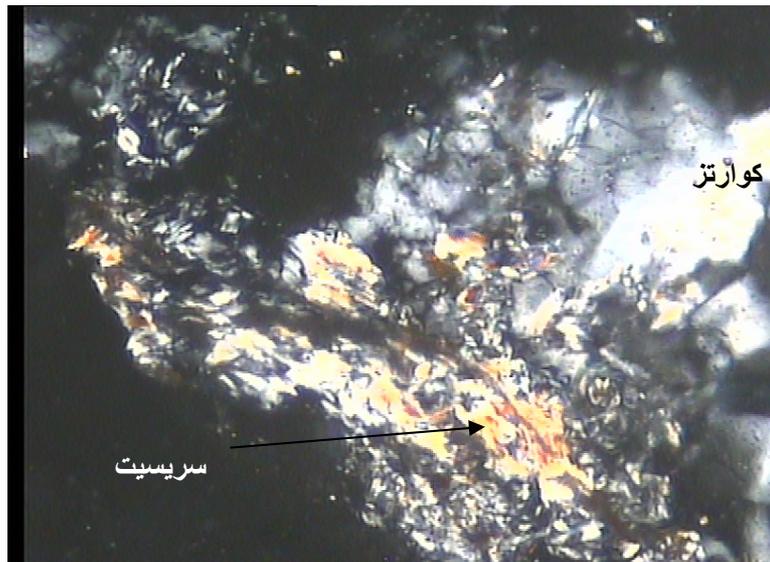
در نمونه داته‌بندی شماره *BK-SI-1*



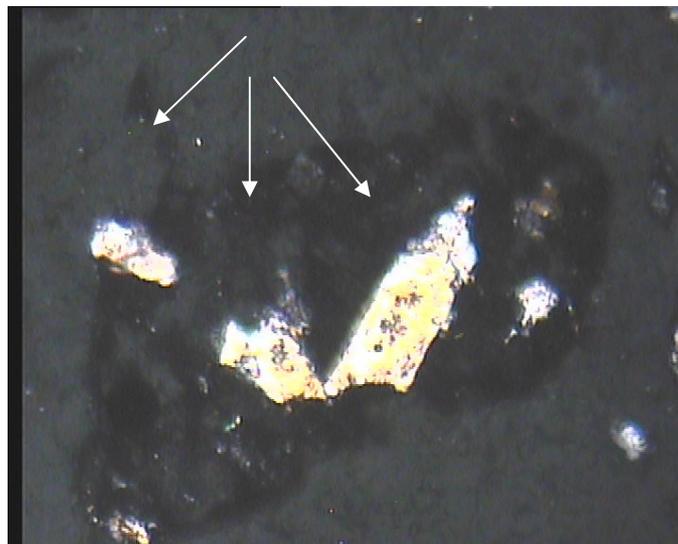
عکس ۶- بلورهای درشت و آزاد کوارتز در نمونه دانه‌بندی شماره *BK-SI-3* و *BK-SI-4* طول عکس‌ها ۹۰۰ میکرون



عکس ۷- نمایی از یک دانه کوارتز که در آن بلورهای درشت در معیت بلورها ریز و نهان بلور کوارتز دیده می‌شوند. طول عکس ۹۰۰ میکرون است. در نمونه دانه‌بندی شماره *BK-SI-3*.



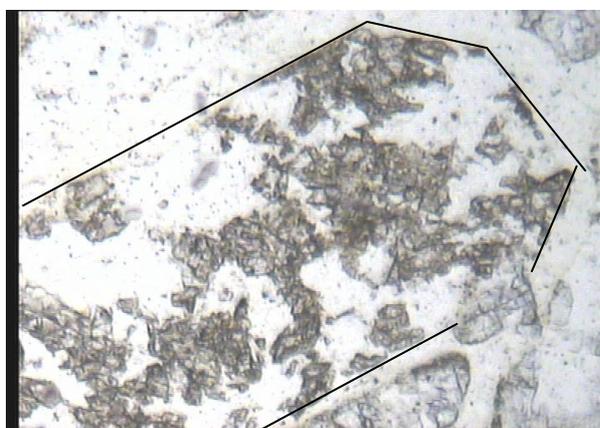
عکس ۸- آلتراسیون سریسیتی-کوارتزی در دانه‌های شامل کوارتز و سریسیت در نمونه دانه‌بندی شماره *BK-SI-3*. طول عکس ۳۴۰ میکرون است..



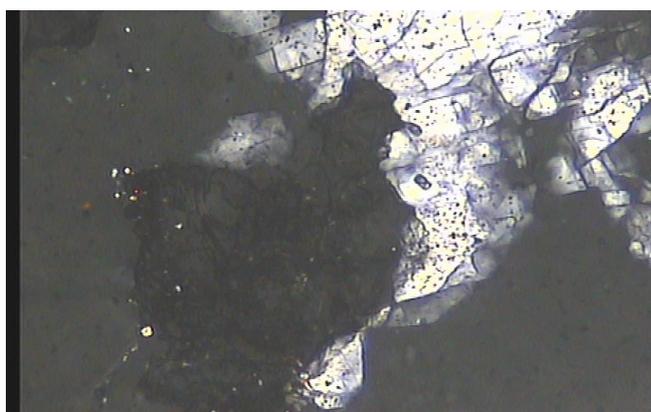
عکس ۹- درگیری فلوریت با کوارتزهای شکل‌دار منشوری و بی شکل در نور عادی و با تارهای صلیب. نمونه *BK-SI-3*. طول عکس ۹۰۰ میکرون.



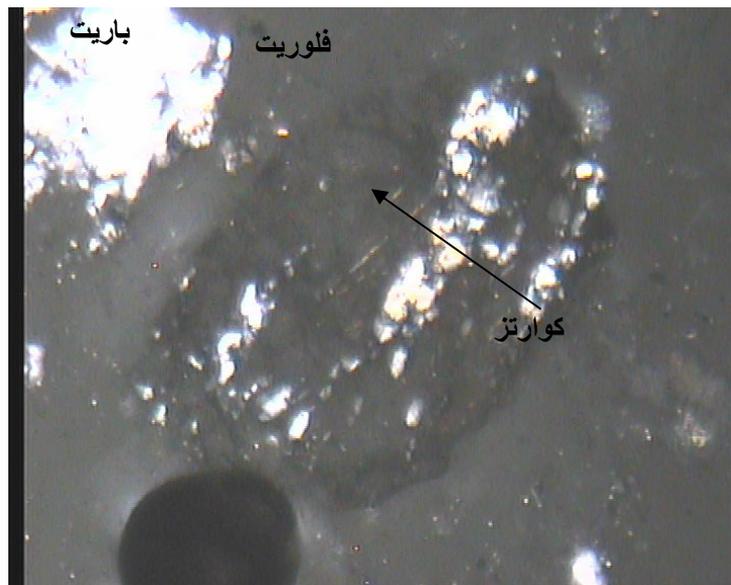
عکس ۱۰- درگیری باریت با کوارتز و فلوریت در نور عادی و با تارهای صلیب در نمونه شماره *BK-SI-3*. طول عکس ۹۰۰ میکرون.



عکس ۱۱- بلور شکل‌دار درشت فلوریت در معیت بلورهای باریت. بخش‌های سفید در محدوده کانی فلوریت آثار کنده شده از فلوریت و از جنس شیشه مقطع می‌باشد. طول تصویر ۹۰۰ میکرون می‌باشد.



عکس ۱۲- درگیری باریت با فلوریت در نور عادی و با تارهای صلیب در نمونه شماره *BK-SI-3*. طول عکس ۹۰۰ میکرون.



عکس ۱۳- درگیری کوارتز با فلوریت در نور عادی و با تارهای صلیب در نمونه شماره BK-SI-4. طول عکس ۹۰۰ میکرون.

## ۳-۲- شناسایی نمونه

### ۱-۳-۲- مقدمه

به منظور انجام مطالعات فرآوری، ضروری است که ماهیت نمونه ماده معدنی مورد شناسایی قرار گیرد. به این منظور باید از مقدار ماده با ارزش و همچنین فازهای کانی سازی موجود در نمونه ماده معدنی اطلاع دقیق حاصل نمود. به طور کلی برای اطلاع از موارد فوق معمولاً در آغاز پروژه فرآوری انجام آزمایشهای عیارسنجی به روش شیمیایی و آنالیزهای *XRF* در دستور کار قرار می‌گیرد، که در این بخش به آنها پرداخته شده است.

### ۲-۳-۲- آنالیزهای شیمیایی، *XRD* و *XRF*

پس از نمونه‌برداری از کانسار، نمونه توسط سنگ‌شکن های مراحل اول (فکی بزرگ)، دوم (فکی کوچک)، مخروطی و غلطکی به ابعاد حدود ریزتر از ۳ میلی‌متر رسانده شد. سپس نمونه‌ها با استفاده از ریفل تقسیم شده و نمونه های حدود ۲ کیلوگرمی تهیه شد. یکی از نمونه‌های ۲ کیلوگرمی به صورت تصادفی برداشته شد و سه نمونه معرف از آن تهیه شده و بر روی آنها آنالیزهای شیمیایی، *XRD* و *XRF* انجام شد. یکی از نمونه های معرف، مورد آنالیز کامل شیمیایی قرار گرفت که نتایج حاصل از آن در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- آنالیز کامل شیمیایی نمونه معرف کانسنگ باریت کرمان.

ترکیب شیمیایی	عیار %
$SiO_2$	۱۲/۸۶
$Al_2O_3$	۰/۰۱
$Fe_2O_3$	۰/۱۱
$CaO$	۷/۱۱
$MgO$	۰/۰۲
$BaO$	۴۲/۳۸
$P_2O_5$	۰/۰۶
$MnO$	<i>n.d</i>
$SO_3$	۳۱/۹۶
$Na_2O$	۰/۰۳
$K_2O$	۰/۰۴
<i>L.O.I</i>	۲/۳۷
$SrO$	۲/۲۵
<i>Total</i>	۹۹/۲

با توجه به آنکه در ترکیب کانسار باریت،  $BaO$  و  $SiO_2$  دارای بیشترین عیار است که از نظر فرآوری نیز دارای اهمیت می‌باشد، لذا در آزمایش‌های فرآوری این دو ترکیب مورد آنالیز و بررسی قرار گرفت.

بررسیهای مبتنی بر آنالیز  $XRD$ ,  $XRF$  با اهداف زیر انجام شدند:

- الف - آگاهی از ترکیب شیمیایی ( آنالیز عناصر اصلی و کمیاب) نمونه‌های منتخب.
- ب - انجام بررسیهای مقایسه‌ای بین نتایج مطالعات میکروسکوپی از نظر پتروگرافی و مینراگرافی، با نتایج حاصل از آزمایشات  $XRF$  و بویژه  $XRD$ .
- دو نمونه معرف دیگری که از کل نمونه‌ها تهیه شده بود، مورد آنالیز  $XRD$ ,  $XRF$  قرار گرفتند. نوع دستگاه در آنالیز  $XRF$ ،  $S4$  و ساخت شرکت بروکر (*Bruker*) می‌باشد. توان لامپ دستگاه یک کیلووات و جدایش بر مبنای طول موج صورت می‌پذیرد. همچنین در آنالیز  $XRD$  ترکیب کانی‌های مختلف بر اساس اندازه‌گیری تغییر زوایای پرتو نوری که بر سطح بلورهای کانی موجود در نمونه مورد نظر تابیده شد، شناسایی شد. نوع دستگاه مورد استفاده  $D4$  و ساخت شرکت بروکر می‌باشد. برای آشنایی بیشتر، نتایج حاصل در جدول ۲ آورده شده است.

جدول ۲- آنالیز *XRF* نمونه معرف کانسنگ باریت کرمان.

ترکیب شیمیایی	عیار %
<i>SiO<sub>2</sub></i>	۸/۱۱
<i>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	۰/۳۲
<i>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></i>	۰/۲۳
<i>CaO</i>	۴/۰۴
<i>MgO</i>	۴/۹۶
<i>CaF<sub>2</sub></i>	۵/۱۹
<i>SrSO<sub>4</sub></i>	۴/۹۰
<i>BaSO<sub>4</sub></i>	۶۸/۹۵
<i>PbO</i>	۰/۳۸
<i>L.O.I</i>	۲/۷۷
<i>Total</i>	۹۹/۸۵

همچنین نتایج حاصل از آزمایشهای *XRD* در جدول ۳ آورده شده است. غیر از این اکسیدها، امکان دارد اکسید دیگری هم وجود داشته باشد که در اینجا آورده نشده است به این دلیل مقدار کلی چه در تجزیه شیمیایی و چه در *XRF* به عدد ۱۰۰ نرسیده است.

جدول ۳- نتایج حاصل از آزمایشهای *XRD*

<i>XRD- Results</i>
<i>Barite+Fluorite+Quartz+Calcite</i>

لازم به تذکر است که در شناسایی کانی‌های تشکیل دهنده توسط دستگاه *XRD*، کانی‌هایی که مقدار آنها کمتر از ۵ درصد باشد قابل شناسایی توسط این دستگاه نمی‌باشد.

### ۲-۳-۳- وزن مخصوص

وزن مخصوص ظاهری و واقعی نمونه اولیه ۲/۱۴ و ۳/۷۵ گرم بر سانتی متر مکعب برآورد

شد.

# فصل سوم

## آماده سازی و مطالعات کانه‌آرایی

### ۳- آماده سازی و مطالعات کانه آرایی

#### ۳-۱- آماده سازی

در آزمایش های کانه آرایی و فرآوری مواد معدنی، بخش آماده سازی نمونه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. زیرا آماده سازس صحیح و دقیق، دقت آزمایش ها را بالا و در نتیجه آزمایش ها با کمترین خطا گزارش خواهد شد. یکی از بخش های آماده سازی نمونه، خردایش و تقسیم نمونه هاست. نمونه پس از نمونه برداری از منطقه به بخش کانه آرایی سازمان آورده شد. سپس تمام نمونه از سنگ شکنهای فکی بزرگ، کوچک و غلطکی عبور داده شد تا به زیر ۷ مش برسد. نمونه خرد شده به روش مخروطی به دو قسمت شده، یک بخش آن به بایگانی سپرده شده و بخش دیگر آن توسط تقسیم کننده شانه ای به نمونه های حدود ۳ کیلو گرمی تقسیم شد. در شکل ۱ نمایی از محصولات آماده سازی و تقسیم نمونه ها ارائه شده است.

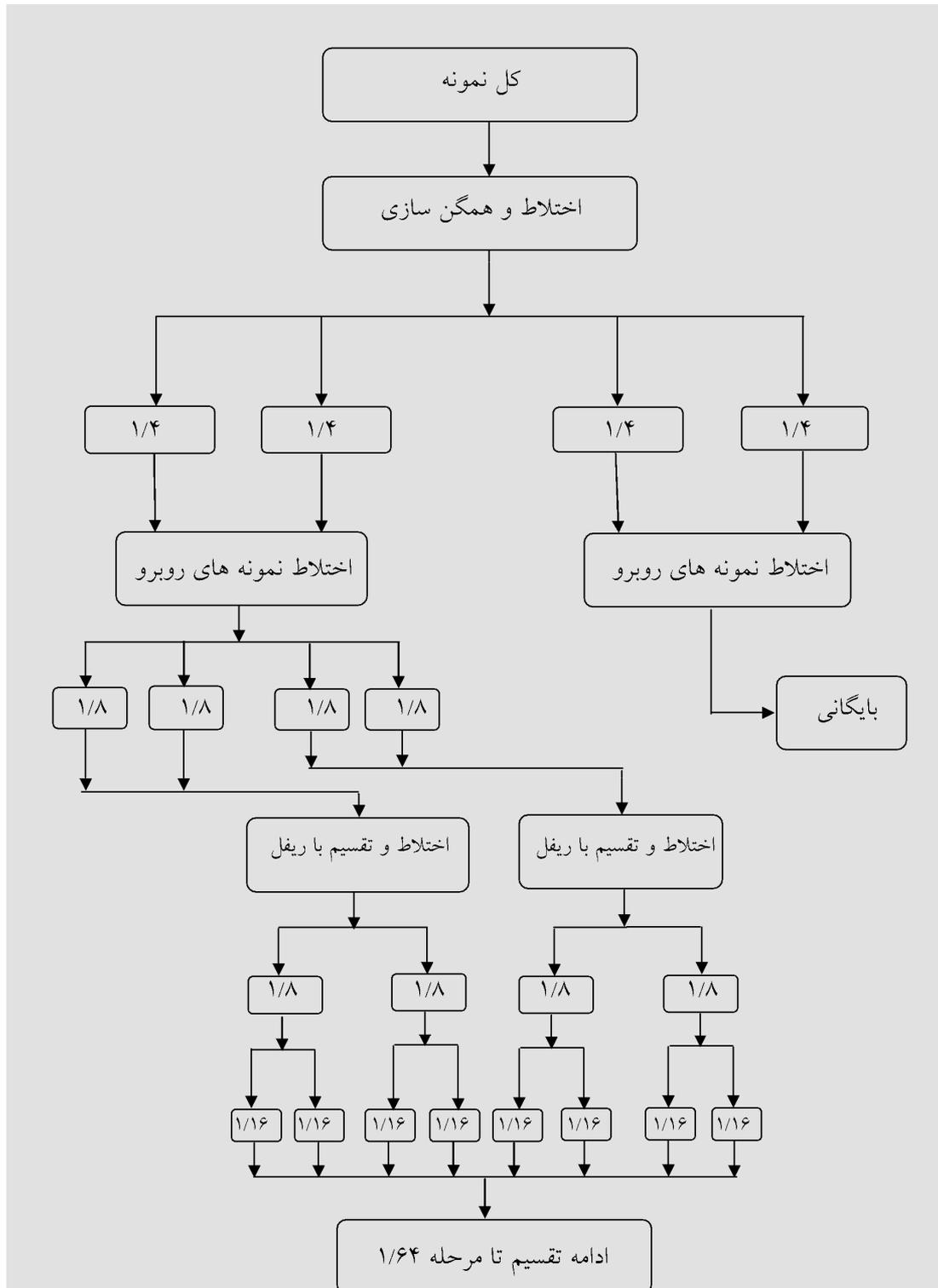


شکل ۱- تهیه نمونه های معرف ۲-۳ کیلوگرمی توسط ریفل

#### ۳-۲- آنالیز دانه بندی نمونه اولیه

یکی از مهمترین مراحل در آماده سازی نمونه ها، تجزیه سرندي است. با تجزیه سرندي نحوه خردایش، نحوه توزیع دانه ها و درصد وزنی در هر فراکسیون مشخص شده و با داشتن عیار  $BaO$  و  $SiO_2$  می‌توان به نحوه توزیع  $BaSO_4$  در فراکسیون های مختلف پی برد. سرندهای انتخابی جهت انجام آنالیز سرندي ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۵۰، ۷۰، ۱۰۰، ۱۴۰، ۲۰۰، ۴۰۰ مش بودند. همچنین جهت افزایش دقت کار در تجزیه سرندي، روش تر پیشنهاد شد. جهت آشنایی

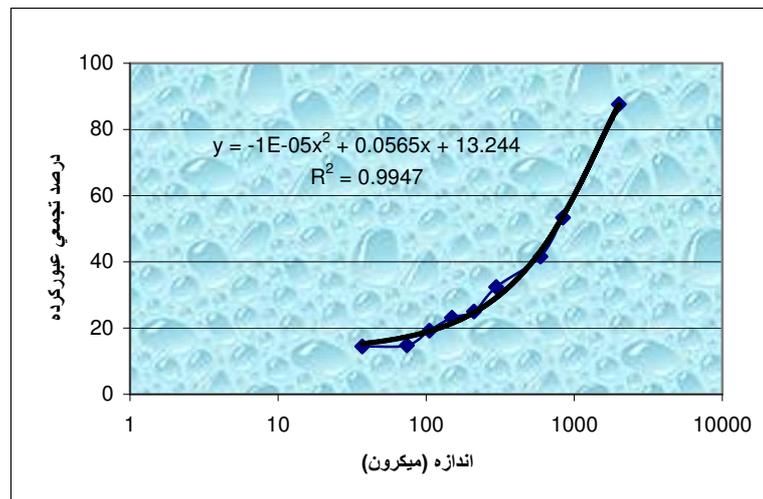
بیشتر فلوشیت آماده سازی نمونه (خردایش و تجزیه سرنندی) در شکل ۲ و نمودار دانه بندی در جدول ۱ و شکل ۳ ارائه شده است.



شکل ۲- آماده سازی و تهیه نمونه های ۳ کیلوگرمی

جدول ۱- داده‌های مربوط به تجزیه سرنندی و نحوه توزیع  $BaSO_4$  و  $SiO_2$  در فراکسیون‌های مختلف

$BaSO_4$ (%)		$SiO_2$ (%)		تجمعی باقیمانده (%)	تجمعی عبور کرده (%)	درصد وزنی	وزن (گرم)	میکرون	مش
توزیع	عیار	توزیع	عیار						
۱۱/۲۸	۶۸/۳۳	۱۸/۴۶	۱۳/۷۷	۱۲/۴۱	۸۷/۵۹	۱۲/۴۱	۴۹۲	+۲۰۰۰	-۷+۱۰
۳۵/۳۰	۷۷/۵۱	۲۹/۱۷	۷/۸۸	۴۶/۶۵	۵۳/۳۵	۳۴/۲۴	۱۳۵۸	-۲۰۰۰+۸۴۰	-۱۰+۲۰
۱۱/۸۴	۷۵/۹۷	۱۱/۵۹	۹/۱۵	۵۸/۳۷	۴۱/۶۳	۱۱/۷۲	۴۶۵	-۸۴۰+۵۹۰	-۲۰+۳۰
۸/۴۴	۶۸/۹۲	۱۱/۷۸	۱۱/۸۴	۶۷/۵۸	۳۲/۴۲	۹/۲۱	۳۶۵	-۵۹۰+۲۹۷	-۳۰+۵۰
۶/۹۸	۷۰/۸۷	۸/۲۲	۱۰/۲۶	۷۴/۹۹	۲۵/۰۱	۷/۴۱	۲۹۵	-۲۹۷+۲۱۰	-۵۰+۷۰
۱/۹۸	۷۸/۹۰	۱/۳۹	۶/۸۴	۷۶/۸۸	۲۳/۱۲	۱/۸۹	۷۵	-۲۱۰+۱۴۹	-۷۰+۱۰۰
۴/۱۱	۷۹/۵۰	۲/۸۸	۶/۹۰	۸۰/۷۶	۱۹/۲۴	۳/۸۸	۱۵۴	-۱۴۹+۱۰۵	-۱۰۰+۱۴۰
۴/۷۶	۸۰/۳۱	۳/۱۱	۶/۴۵	۸۵/۲۲	۱۴/۷۸	۴/۴۶	۱۷۷	-۱۰۵+۷۴	-۱۴۰+۲۰۰
۰/۳۲	۷۶/۱۱	۰/۳۲	۹/۷۱	۸۵/۵۳	۱۴/۴۷	۰/۳۱	۱۲	-۷۴+۳۷	-۲۰۰+۴۰۰
۱۴/۹۹	۷۷/۹۱	۱۳/۰۸	۸/۳۶	۱۰۰	۰	۱۴/۴۷	۵۷۴	-۳۷	-۴۰۰
۱۰۰	۷۵/۱۹	۱۰۰	۹/۲۵	-----	-----	۱۰۰	۳۹۶۷	-----	کل

شکل ۳- منحنی دانه بندی نمونه باریت و محاسبه  $d_{80}$ 

با توجه به جدول ۱، توزیع عیاری  $SiO_2$  در فراکسیون‌های درشت‌تر بیشتر بوده و همچنین عیار نیز از حدود ۱۴ درصد به حدود ۶ درصد در فراکسیون‌های پائین‌تر رسیده است.  $d_{80}$  در حدود ۱۶۸۲ میکرون می‌باشد.

## ۳-۳- آزمایش های کانه‌آرایی

با توجه به وضعیت کانی شناسی و بررسی های اولیه، آزمایش های ثقلی در دستور کار قرار گرفت. این آزمایش ها شامل میز لرزان، میز نرمه، ماریچ همفری و جیگ می‌باشد. همچنین آزمایش های ترکیبی نیز انجام گرفت که نتایج و نحوه کار در مراحل بعدی ارائه شده است. عیار سنجی در این آزمایش ها توسط *XRF* انجام گرفت. جهت بررسی آزمایش ها نیاز به عیار و بازیابی  $BaSO_4$  می‌باشد لذا باید داده های مربوط به  $BaO$  که توسط *XRF* اندازه گیری شده است در عدد  $1/522$  ضرب کرد تا مقدار عددی  $BaSO_4$  بدست آید. و جهت تبدیل  $SrO$  به  $SrSO_4$  عدد مربوط در  $1/77$  ضرب می‌شود.

## ۳-۳-۱- آزمایش اول میز لرزان ویلفلی

هدف: جدایش کانی های سبک (سیلیس و فلورین) از کانی های سنگین (باریت و گالن)

شرایط کار آزمایش اول میز لرزان

- آب شستشو: ۷ لیتر در دقیقه

- آب خوراک: ۱۱ لیتر در دقیقه

- شیب: ۶ درجه

- ابعاد بار ورودی: سنگ اولیه آسیا شده تا ۵۰- مش

جدول ۲- داده های مربوط به آزمایش اول میز لرزان

% $BaSO_4$		عیار %						وزن مخصوص $Gr/cm^3$	درصد وزنی (%)	وزن (گرم)	محصول
بازیابی	عیار	$SrSO_4$	$BaO$	$CaO$	$SiO_2$	$Pb$	$F$				
۱۰/۵۲	۸۹/۰۲	۵	۵۸/۴۹	۰/۹۷	۱/۴۸	۱/۴۸	۰/۱۵	۴/۵۵	۸/۳۱	۲۴۲/۱	۱
۲۷/۷۰	۸۶/۸۳	۴/۷۳	۵۷/۰۵	۱/۲۵	۳/۷۴	۰/۱۷	۰/۴	---	۲۲/۴۴	۶۵۳/۸	۲
۳۴/۹۹	۷۱/۷۲	۳/۸۰	۴۷/۱۲	۳/۴۸	۱۰/۷۹	۰/۱۳	۲/۴۲	---	۳۴/۳۱	۹۹۹/۴	۳
۴/۴۰	۲۹/۹۸	۱/۶۵	۱۹/۷۰	۲/۹۰	۳۸/۶۵	۰/۱۷	۶/۱۵	---	۱۰/۳۲	۳۰۰/۸	۴
۲۲/۳۹	۶۳/۹۵	۳/۴۳	۴۲/۰۲	۳/۸۲	۱۶/۰۸	۰/۲۸	۲/۴۸	۳/۹۶	۲۴/۶۲	۷۱۷/۱	۵
۱۰۰	۷۰/۳۳	۳/۷۳	۴۶/۲۱	۲/۷۹	۱۲/۶۱	۰/۲۹	۲/۱۸	---	۱۰۰	۲۹۱۳/۲	مجموع

## نتیجه گیری:

۱- عیار و بازیابی  $BaSO_4$  با توجه به ترکیب دو محصول پرعیار اول ۸۷/۴۲ و ۳۸/۲۲ درصد بدست آمد.

۲- وزن مخصوص محصول پرعیار اول و باطله به ۴/۵۵ و ۳/۹۶ گرم بر سانتی متر مکعب رسیده است.

۳- عیار  $CaO$  و  $SiO_2$  به ترتیب به حدود ۱ و ۲ درصد در محصول پرعیار رسیده است.

۴- با احتساب عیار  $SrSO_4$  (کانی سلسستین)، عیار در محصول پرعیار به ۹۲/۲۲ درصد افزایش پیدا می کند.

## ۳-۳-۲- آزمایش دوم میز لرزان ویلفلی

هدف: جدایش کانی های سبک (سیلیس و فلورین) از کانی های سنگین (باریت و گالن)

شرایط کار آزمایش دوم میز لرزان

- آب شستشو: ۴ لیتر در دقیقه

- آب خوراک: ۳ لیتر در دقیقه

- شیب: ۶ درجه

- ابعاد بار ورودی: سنگ اولیه آسیا شده تا ۷۰- مش

جدول ۳- داده های مربوط به آزمایش دوم میز لرزان

% $BaSO_4$		% عیار						وزن مخصوص $Gr/cm^3$	درصد وزنی (%)	وزن (گرم)	محصول
بازیابی	عیار	$SrSO_4$	$BaO$	$CaO$	$SiO_2$	$Pb$	$F$				
۱۷/۲۵	۸۸/۵۰	۵/۶۳	۵۸/۱۵	۱/۱۱	۱/۴۶	۰/۹۸	۲/۲۶	---	۱۳/۶۸	۴۰۷/۷	۱
۲۵/۳۸	۸۶/۹۹	۵/۴۰	۵۷/۱۶	۱/۵۸	۲/۲۱	۰/۲	۰/۷۸	---	۲۰/۴۹	۶۱۰/۶	۲
۲۱/۴۲	۷۶/۵۹	۴/۷۱	۵۰/۳۲	۴/۳۹	۴/۶	۰/۱۷	۲/۵۹	---	۱۹/۶۴	۵۸۵/۳	۳
۱۳/۱۳	۴۳/۳۵	۲/۵۵	۲۸/۴۸	۸/۳۹	۲۵/۵۵	۰/۱۵	۶/۰۴	---	۲۱/۲۷	۶۳۳/۸	۴
۲۲/۸۲	۶۴/۳۰	۳/۸۲	۴۲/۲۵	۵/۳۷	۱۳/۴۰	۰/۲۶	۳/۳۳	---	۲۴/۹۲	۷۴۲/۶	۵
۱۰۰	۷۰/۲۲	۴/۳۰	۴۶/۱۴	۴/۴۶	۱۰/۳۳	۰/۳	۳/۰۹	---	۱۰۰	۲۹۸۰	مجموع

## نتیجه گیری:

- ۱- عیار و بازیابی  $BaSO_4$  با توجه به ترکیب دو محصول اول ۸۷/۵۹ و ۴۲/۶۳ درصد بدست آمد. بازیابی در این حالت بالاتر از آزمایش اول می‌باشد.
- ۲- مقدار عیاری  $F$  در محصول پرعیار بالا بوده و نشان دهنده حضور فلوئورین در محصول پرعیار می‌باشد. نمایی از خطوط جدایش در شکل ۴ ارائه شده است.
- ۳- با احتساب عیار  $SrSO_4$  (کانی سلسنتین)، عیار در محصول پرعیار به ۹۳/۰۸ درصد افزایش پیدا می‌کند.



شکل ۴- نمایی از آزمایش میز لرزان روی نمونه باریت

## ۳-۳-۳- آزمایش سوم میز لرزان ویلفلی

- هدف: جدایش کانی‌های سبک (سیلیس و فلورین) از کانی‌های سنگین (باریت و گالن) شرایط
- شرایط کار آزمایش سوم میز لرزان
- آب شستشو: ۴ لیتر در دقیقه
  - آب خوراک: ۸ لیتر در دقیقه
  - شیب: ۵ درجه
  - ابعاد بار ورودی: سنگ اولیه آسیا شده تا ۱۰۰-مش

جدول ۴- داده های مربوط به آزمایش سوم میز لرزان

% $BaSO_4$		عیار %						وزن مخصوص $Gr/cm^3$	درصد وزنی (%)	وزن (گرم)	محصول
بازیابی	عیار	$SrSO_4$	$BaO$	$CaO$	$SiO_2$	$Pb$	$F$				
۸/۳۹	۸۹/۶۰	۵/۱۵	۵۸/۸۷	۰/۴۲	۱/۲۴	۱/۸۱	n.d	۴/۶	۶/۳۷	۱۷۸/۶	۱
۱۷/۹۱	۸۵/۸۶	۴/۷۳	۵۶/۴۱	۱/۲۵	۴/۲۴	۰/۲۴	۰/۴۸	---	۱۴/۱۸	۳۹۷/۶	۲
۲۷/۵۹	۸۰/۴۲	۴/۳۷	۵۲/۸۴	۲/۱۳	۶/۵۷	۰/۱۶	۱/۳۰	---	۲۳/۳۳	۶۵۴/۳	۳
۹/۶۳	۵۳/۳۰	۲/۹۷	۳۵/۰۲	۳/۶۵	۲۱/۵۹	۰/۱۶	۴/۸۶	---	۱۲/۲۹	۳۴۴/۵	۴
۳۶/۴۸	۵۶/۵۹	۳/۰۸	۳۷/۱۸	۴/۰۴	۲۱/۰۴	۰/۲۳	۳/۲۶	۳/۷۶	۴۳/۸۳	۱۲۲۹/۱	۵
۱۰۰	۶۸/۰۰	۳/۷۳	۴۴/۶۸	۲/۹۲	۱۴/۰۹	۰/۳۱	۲/۴۰	---	۱۰۰	۲۸۰۴/۱	مجموع

## نتیجه گیری:

- ۱- عیار و بازیابی  $BaSO_4$  با توجه به ترکیب دو محصول اول ۸۷/۰۲ و ۲۶/۳۰ درصد بدست آمد.
- ۲- وزن مخصوص محصول پرعیار اول و باطله به ۴/۶ و ۳/۷۶ گرم بر سانتی متر مکعب رسیده است.
- ۳- عیار  $CaO$  به کمتر از یک درصد در محصول پرعیار رسیده است. همچنین عیار  $F$  به صفر رسیده است.
- ۴- با احتساب عیار  $SrSO_4$  (کانی سلسنتین)، عیار در محصول پرعیار به ۹۱/۸۸ درصد افزایش پیدا می کند.

## ۳-۳-۴- آزمایش چهارم میز لرزان ویلفلی

هدف: جدایش کانی های سبک (سیلیس و فلورین) از کانی های سنگین (باریت و گالن)

شرایط کار آزمایش چهارم میز لرزان

- آب شستشو: ۳/۵ لیتر در دقیقه

- آب خوراک: ۴ لیتر در دقیقه

- شیب: ۵ درجه

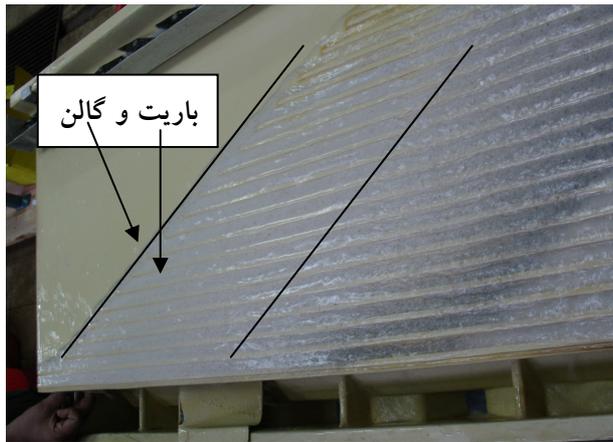
- ابعاد بار ورودی: سنگ اولیه آسیا شده تا ۱۴۰- مش

جدول ۵- داده های مربوط به آزمایش چهارم میز لرزان

% $BaSO_4$		% عیار						وزن مخصوص $Gr/cm^3$	درصد وزنی (%)	وزن (گرم)	محصول
بازیابی	عیار	$SrSO_4$	$BaO$	$CaO$	$SiO_2$	$Pb$	$F$				
۲	۸۶/۹۲	۵/۶۳	۵۷/۱۱	۰/۵۶	۰/۷۴	۳/۹۸	۰/۰۸۳	---	۱/۶۰	۹۶	۱
۱۲/۶۰	۹۲/۴۱	۵/۸۸	۶۰/۷۲	۰/۵۳	۰/۱	۰/۴۱	۰/۰۸۹	---	۹/۴۶	۵۶۷/۶	۲
۱۹/۳۰	۸۶/۵۴	۵/۳۴	۵۶/۸۶	۱/۹۴	۱/۸۲	۰/۲۱	۰/۸۸	---	۱۵/۴۴	۹۲۶/۴	۳
۱۶/۷۲	۶۹	۴/۱۴	۴۵/۳۴	۵/۷۶	۸/۵۶	۰/۲۱	۳/۳۵	---	۱۶/۸۱	۱۰۰۸/۶	۴
۴۹/۳۸	۶۰/۴۱	۳/۵۹	۳۹/۶۹	۴/۷۸	۱۶/۶۰	۰/۳۷	۳/۲۴	---	۵۶/۶۹	۳۴۰۱/۴	۵
۱۰۰	۶۹/۳۴	۴/۲۰	۴۵/۵۶	۴/۰۴	۱۱/۱۵	۰/۳۸	۲/۵۴	---	۱۰۰	۶۰۰۰	مجموع

## نتیجه گیری:

- ۱- در این آزمایش با توجه به نزدیکی عیار  $BaSO_4$  در سه محصول اول میز وهمچنین مشابه بودن عیار  $SiO_2$  می‌توان این محصولات را یکی در نظر گرفت. در این صورت عیار محصول پرعیار ۸۸/۶۶ درصد با بازیابی کلی ۳۳/۹ درصد بدست می‌آید.
  - ۲- عیار  $CaO$  و  $SiO_2$  به حدود ۱ درصد در محصول پرعیار رسیده است.
  - ۳- با توجه به عیار  $pb$  و  $F$  مشخص است محصول پرعیار حاوی کانی سرب دار می‌باشد و کانی فلوتور دار بیشتر در باطله متمرکز شده است.
  - ۴- بنظر می‌رسد با توجه به ابعاد کم دانه های بار ورودی، مقدار زیادی از باریت وارد باطله شده است.
  - ۵- با احتساب عیار  $SrSO_4$  (کانی سلسنتین)، عیار در محصول پرعیار به ۹۴/۲۱ درصد افزایش پیدا می‌کند.
- در شکل ۵ نمایی از خطوط جدایش روی میز لرزان ارائه شده است.



شکل ۵- نمایشی از خطوط جدایش باریت و گالن روی میز لرزان

### - نتیجه گیری کلی برای چهار آزمایش میز لرزان

با توجه به عیار و بازیابی بدست آمده از چهار آزمایش میز لرزان در چهار دانه بندی ۵۰، ۷۰، ۱۰۰ و ۱۴۰ مش، بنظر می رسد که عیار در فراکسیون ۱۴۰ مش با ۸۸/۶۶ درصد  $BaSO_4$  (۹۴/۲۱ درصد مجموع عیاری  $BaSO_4$  و  $SrSO_4$ ) و بازیابی در فراکسیون ۷۰ مش با ۴۲/۶۳ درصد  $BaSO_4$ ، بالاترین عیار و بازیابی می باشند. ولی در حالت کلی بنظر می رسد فراکسیون ۷۰ مش با عیار و بازیابی ۸۷/۵۹ و ۴۲/۶۳ درصد  $BaSO_4$  (۹۲/۲۲ درصد مجموع عیاری  $BaSO_4$  و  $SrSO_4$ ) بهینه ترین حالت را بخود اختصاص داده است.

### ۳-۳-۵- آزمایش اول میز نرمه

هدف: جدایش کانی های سبک (سیلیس و فلورین) از کانی های سنگین (باریت و گالن)

شرایط کار آزمایش اول میز نرمه

- آب شستشو: ۸/۸ لیتر در دقیقه

- آب خوراک: ۳ لیتر در دقیقه

- شیب: ۵ درجه

- ابعاد بار ورودی: سنگ اولیه آسیا شده تا ۷۰- مش

جدول ۶- داده‌های مربوط به آزمایش اول میز نرمه

% $BaSO_4$		% عیار						وزن مخصوص $Gr/cm^3$	درصد وزنی (%)	وزن (گرم)	محصول
بازیابی	عیار	$SrSO_4$	$BaO$	$CaO$	$SiO_2$	$Pb$	$F$				
۳۷/۳۶	۸۸/۲۶	۵/۶۸	۵۷/۹۹	۱/۳۵	۱/۴۹	۰/۶۴	۰/۳۱	---	۲۹/۸۵	۴۳۵/۸	۱
۲۷/۹۲	۶۶/۲۸	۴/۱۲	۴۳/۵۵	۵/۶۹	۱۰/۷	۱/۰۹	۳/۳۳	---	۲۹/۷۱	۴۳۳/۷	۲
۱۰/۴۳	۶۰/۴۲	۳/۶۵	۳۹/۷	۵/۷۶	۱۸/۰۴	۰/۲۲	۳/۱۳	---	۱۲/۱۷	۱۷۷/۷	۳
۱۹/۵۸	۶۰/۳۵	۳/۶۳	۳۹/۶۵	۶/۲	۱۵/۷	۰/۲۵	۳/۸۹	---	۲۲/۸۸	۳۳۴/۱	۴
۲/۱۶	۶۳/۳۳	۳/۸۰	۴۱/۶۱	۵/۶۵	۱۴/۴	۰/۳۴	۲/۹۷	---	۲/۴۱	۳۵/۲	۵
۲/۵۵	۶۰/۳۹	۳/۶۱	۳۹/۶۸	۶/۳۱	۱۶/۱	۰/۳۹	۲/۹۳	---	۲/۹۸	۴۳/۵	۶
۱۰۰	۷۰/۵۲	۴/۳۹	۴۶/۳۴	۴/۵۴	۱۰/۲۴	۰/۶۲	۲/۵۱	---	۱۰۰	۱۴۶۰	مجموع

## نتیجه گیری:

- ۱- عیار و بازیابی  $BaSO_4$  در این حالت ۸۸/۲۶ و ۳۷/۳۶ درصد بدست آمد.
- ۲- عیار  $SrSO_4$  در محصول پرعیار به ۵/۶۸ درصد رسیده است که با احتساب عیار  $BaSO_4$  عیار محصول پرعیار به ۹۳/۹۴ درصد می باشد.
- ۳- بازیابی پائین در این شرایط امکان دارد به دلیل بالا بودن دبی آب شستشو باشد.

## ۳-۳-۶- آزمایش دوم میز نرمه

هدف: جدایش کانی‌های سبک (سیلیس و فلورین) از کانی‌های سنگین (باریت و گالن)

شرایط کار آزمایش دوم میز نرمه

- آب شستشو: ۴/۶ لیتر در دقیقه

- آب خوراک: ۱/۸ لیتر در دقیقه

- شیب: ۳ درجه

- ابعاد بار ورودی: سنگ اولیه آسیا شده تا ۱۰۰-مش

جدول ۷- داده های مربوط به آزمایش دوم میز نرمة

% $BaSO_4$		% عیار						وزن مخصوص $Gr/cm^3$	درصد وزنی (%)	وزن (گرم)	محصول
بازیابی	عیار	$SrSO_4$	$BaO$	$CaO$	$SiO_2$	$Pb$	$F$				
۶۴/۷۸	۸۶/۲۷	۵/۵۲	۵۶/۶۸	۱/۸۹	۲/۰۴	۰/۳۸	۰/۸	---	۵۲/۱۱	۱۰۴۲/۲	۱
۹/۸۲	۴۶/۱۸	۲/۶۴	۳۰/۳۴	۷/۷۷	۲۰/۶۴	۰/۱۶	۷/۴۵	---	۱۴/۷۵	۲۹۵	۲
۱۷/۹۸	۵۱/۴۴	۳/۰۴	۳۳/۸۰	۷/۱۱	۲۱	۰/۲۳	۴/۹۶	---	۲۴/۲۶	۴۸۵/۲	۳
۱/۳۸	۵۸/۲۵	۳/۴۰	۳۸/۲۷	۶/۰۵	۱۷/۹۵	۰/۳۷	۳/۱۴	---	۱/۶۴	۳۲/۸	۴
۱/۳۸	۵۸/۲۲	۳/۴۳	۳۸/۲۵	۶/۱۵	۱۷/۶۶	۰/۳۶	۳/۳۵	---	۱/۶۵	۳۳	۵
۴/۶۶	۵۷/۸۴	۳/۴۰	۳۸	۶/۲۹	۱۷/۶۶	۰/۴۸	۳/۳۵	---	۵/۵۹	۱۱۱/۸	۶
۱۰۰	۶۹/۳۹	۴/۳۰	۴۵/۵۹	۴/۴۱	۱۰/۷۷	۰/۳۲	۳/۰۱	---	۱۰۰	۲۰۰۰	مجموع

## نتیجه گیری:

۱- با این آزمایش و با شرایط ذکر شده عیار و بازیابی  $BaSO_4$  معادل ۸۶/۲۷ و ۶۴/۷۸ درصد بدست آمد.

۲- عیار  $CaO$  و  $SiO_2$  به حدود ۲ درصد در محصول پرعیار رسیده است.

۳- عیار  $F$  و  $Pb$  در محصول پرعیار به زیر ۱ درصد رسیده است.

۴- با احتساب عیار  $SrSO_4$  (کانی سلسنتین)، عیار در محصول پرعیار به ۹۱/۷۹ درصد افزایش پیدا می کند.

## ۳-۷- آزمایش ترکیبی اول جیگ و میز لرزان

هدف: بررسی جدایش کانی ها در دو دانه بندی و توسط دو روش جداگانه

شرایط کار با جیگ

- دبی آب: ۱۹/۲ لیتر در دقیقه

- ابعاد بار ورودی: ۱۸+۷- مش

شرایط کار با میز لرزان

- آب شستشو: ۸ لیتر در دقیقه
- آب خوراک: ۱۰ لیتر در دقیقه
- شیب: ۶ درجه
- ابعاد بار ورودی: ۱۸- مش

جدول ۸- داده‌های مربوط به آزمایش ترکیبی جیگ و میز لرزان

% $BaSO_4$			% عیار						درصد وزنی	وزن (گرم)	محصول	
بازیابی کلی	بازیابی نسبی	عیار	$SrSO_4$	$BaO$	$CaO$	$SiO_2$	$Pb$	$F$				
۳۴/۸۹	۹۳/۲۶	۷۱/۹۴	۴/۴۶	۴۷/۲۷	۳/۶۸	۱۰/۷۰	۰/۲۷	۲/۲۲	۸۲/۷۹	۱۲۱۷	۱	گرم
۲/۵۳	۶/۷۴	۲۵/۰۲	۱/۶۳	۱۶/۴۴	۷/۸۹	۴۱/۳۹	۰/۴۵	۷/۷۸	۱۷/۲۱	۲۵۳	۲	
۳۷/۴۲	۱۰۰	۶۳/۸۶	۳/۹۷	۴۱/۹۶	۴/۴۰	۱۵/۹۸	۰/۳	۳/۱۸	۱۰۰	۱۴۷۰	مجموع	
۸/۷۷	۱۴/۰۱	۸۰/۹۵	۵/۲۲	۵۳/۱۹	۲/۵۲	۵/۴۳	۰/۹۳	۰/۸۱	۱۱/۸۱	۲۷۲	۱	گرم
۲۵/۲۱	۴۰/۲۸	۷۹/۴۸	۴/۹۷	۵۲/۲۲	۲/۹۵	۶/۰۱	۰/۱۹	۱/۳۸	۳۴/۵۸	۷۹۶	۲	
۶/۴۸	۱۰/۳۶	۵۲/۸۳	۳/۲۴	۳۴/۷۱	۵/۷۲	۲۳/۱۷	۰/۲۰	۴/۵۰	۱۳/۳۸	۳۰۸	۳	
۲۲/۱۲	۳۵/۳۵	۵۹/۹۵	۳/۹۱	۳۹/۳۹	۵/۰۴	۱۸/۰۲	۰/۳۳	۳/۴۹	۴۰/۲۳	۹۲۶	۴	
۶۲/۵۸	۱۰۰	۶۸/۲۳	۴/۳۴	۴۴/۸۳	۴/۱۱	۱۳/۰۷	۰/۳۳	۲/۵۸	۱۰۰	۲۳۰۲	مجموع	
۱۰۰	۱۰۰	۶۶/۵۳	۴/۱۹	۴۳/۷۱	۴/۲۲	۱۴/۲۰	۰/۳۲	۲/۸۱	۱۰۰	۳۷۷۲	مجموع کلی	

## نتیجه گیری:

- ۱- عیار و بازیابی نسبی در آزمایش جیگ ۷۱/۹۴ و ۹۳/۲۶ درصد و در آزمایش میز لرزان با توجه به ترکیب دو محصول اول به ۷۹/۸۵ و ۵۴/۲۹ درصد رسید.
- ۲- عیار و بازیابی کلی با توجه به مجموع سه محصول پر عیار بترتیب ۷۵/۶۴ و ۶۸/۸۷ درصد بدست آمد.
- ۳- با احتساب عیار  $SrSO_4$  (کانی سلسنتین)، عیار در محصول پرعیار به ۸۰/۳۷ درصد افزایش پیدا می کند.

۴- عیار  $SiO_2$  و  $F$  در محصول پرعیار جیگ ۱۰/۷ و ۲/۲۲ درصد است که نشان دهنده درگیری کانی‌ها می‌باشد. در مورد محصول پرعیار میز لرزان، عیار این دو عنصر پائین‌تر است. نمایی از محصول پرعیار و باطله آزمایش جیگ روی نمونه باریت در شکل ۶ و ۷ ارائه شده است.

۵- محصول پرعیار اول میز لرزان دارای وزن مخصوص ۴/۳۱ گرم بر سانتی متر مکعب می‌باشد. این افزایش وزن مخصوص امکان دارد به دلیل حضور کانی‌های دیگر از قبیل ترکیب  $SrSO_4$  باشد. این وزن مخصوص قابل قبول در صنعت حفاری می‌باشد.



شکل ۶- نمایی از آزمایش جیگ روی نمونه باریت



شکل ۷- نمایی از آزمایش جیگ روی نمونه باریت

### ۳-۳-۸- آزمایش ترکیبی جیگ، میز لرزان و مولتی گراویتی

هدف: بررسی جدایش کانی‌های سبک و سنگین در سه فراکسیون با سه روش مختلف

شرایط کار آزمایش جیگ

- دبی آب: ۲۰/۴ لیتر در دقیقه

- ابعاد بار ورودی: ۷+۱۸- مش

شرایط کار آزمایش میز لرزان

- آب شستشو: ۸ لیتر در دقیقه

- آب خوراک: ۱۰ لیتر در دقیقه

- شیب: ۶ درجه

- ابعاد بار ورودی: ۱۰۰+۱۸- مش

شرایط کار آزمایش مولتی گراویتی

- آب شستشو: ۴ لیتر در دقیقه

- آب خوراک: ۲/۵ لیتر در دقیقه

- شیب: ۵ درجه

- ابعاد بار ورودی: ۱۰۰- مش

جدول ۹- داده های مربوط به آزمایش ترکیبی جیگ، میز لرزان و مولتی گراویتی

% $BaSO_4$			عیار %						درصد وزنی	وزن (گرم)	محصول	
بازیابی کلی	بازیابی نسبی	عیار	$SrSO_4$	$BaO$	$CaO$	$SiO_2$	$Pb$	$F$				
۳۲/۶۷	۸۹/۴۴	۶۶/۹۴	۴/۱۹	۴۳/۹۸	۴/۵۳	۱۳/۴۰	۰/۲۴	۲/۵۴	۷۹/۸۲	۱۱۸۷	۱	پیرگ
۳/۸۵	۱۰/۵۶	۳۱/۲۵	۲	۲۰/۵۳	۸/۳۵	۳۵/۵۳	۰/۳۷	۷/۰۴	۲۰/۱۸	۳۰۰	۲	
۳۶/۵۲	۱۰۰	۵۹/۷۴	۳/۷۵	۳۹/۲۵	۵/۳۰	۱۷/۸۶	۰/۲۷	۳/۴۵	۱۰۰	۱۴۸۷	مجموع	
۲۳/۷۳	۶۰/۵۵	۷۳/۸۰	۴/۵۷	۴۸/۴۹	۳/۸۱	۹/۴۱	۰/۳۶	۱/۷۶	۵۱/۷۲	۷۸۲	۱	میز لرزان
۱۲/۹۲	۳۲/۹۸	۶۰/۱۰	۳/۶۸	۳۹/۴۹	۵/۳۴	۱۸/۷۹	۰/۱۹	۳/۱۲	۳۴/۵۹	۵۲۳	۲	
۲/۵۴	۶/۴۷	۲۹/۸۰	۱/۹۱	۱۹/۵۸	۷/۶۳	۳۶/۱۵	۰/۲۵	۸/۲۳	۱۳/۶۹	۲۰۷	۳	
۳۹/۱۹	۱۰۰	۶۳/۰۴	۳/۹۰	۴۱/۴۲	۴/۸۶	۱۶/۳۱	۰/۲۹	۳/۱۲	۱۰۰	۱۵۱۲	مجموع	
۱۵/۱۵	۶۲/۳۸	۷۵/۲۲	۴/۹۶	۴۹/۴۲	۴/۲۲	۸/۱۰	۰/۳۶	۱/۱۴	۵۵/۲۴	۴۹۰	۱	مولتی گراویتی
۶/۹۳	۲۸/۵۴	۶۶/۸۹	۴/۳۷	۴۳/۹۵	۵/۵۷	۱۱/۲۰	۰/۳۰	۲/۵۵	۲۸/۴۲	۲۵۲	۲	
۲/۲۱	۹/۰۸	۳۷/۰۴	۲/۳۷	۲۴/۳۴	۷/۵۲	۳۲/۶۱	۰/۲۸	۵/۵۲	۱۶/۳۴	۱۴۵	۳	
۲۴/۲۹	۱۰۰	۶۶/۶۱	۴/۳۷	۴۳/۷۷	۵/۱۴	۱۲/۹۸	۰/۳۳	۲/۲۶	۱۰۰	۸۸۷	مجموع	
۱۰۰	۱۰۰	۶۲/۵۹	۳/۹۵	۴۱/۱۳	۵/۰۹	۱۶/۱۴	۰/۲۹	۳/۰۵	۱۰۰	۳۸۸۶	مجموع کلی	

## نتیجه گیری:

۱- نتایج این آزمایش ترکیبی در جدول ۷ ارائه شده است. عیار در این سه آزمایش مختلف به ترتیب ۶۶/۹۴، ۷۳/۸۰ و ۷۵/۲۲ و بازیابی نسبی به ترتیب ۸۹/۴۴، ۶۰/۵۵ و ۶۲/۳۸ درصد می‌باشد.

۲- عیار و بازیابی کلی با توجه به مجموع سه محصول پر عیار بترتیب ۷۰/۷۷ و ۷۱/۵۵ درصد بدست آمد.

۳- با احتساب عیار  $SrSO_4$  (کانی سلسستین)، عیار در محصول پرعیار به ۷۵/۲۳ درصد افزایش پیدا می‌کند.

۴- عیار  $SiO_2$  در محصول پرعیار سه روش به ترتیب ۱۳/۴، ۹/۴۱ و ۸/۱ درصد می‌باشد که نشان دهنده حضور کانی سیلیکاته در محصول پرعیار سه روش می‌باشد.

## ۳-۹- آزمایش ترکیبی اول میز لرزان ویلفلی و میز نرمه

هدف: بررسی جدایش کانی‌های سبک از سنگین با دو روش مختلف

شرایط کار آزمایش میز لرزان

- آب شستشو: ۷ لیتر در دقیقه

- آب خوراک: ۸ لیتر در دقیقه

- شیب: ۶ درجه

- ابعاد بار ورودی: ۱۴۰+۵۰- مش

شرایط کار آزمایش میز نرمه

- آب شستشو: ۷ لیتر در دقیقه

- آب خوراک: ۴/۵ لیتر در دقیقه

- شیب: ۴ درجه

- ابعاد بار ورودی: ۱۴۰- مش

جدول ۱۰- داده های مربوط به آزمایش ترکیبی اول میز لرزان و میز نرمة

% $BaSO_4$			% عیار						وزن مخصوص ( $g/cm^3$ )	درصد وزنی	وزن (گرم)	محصول	
بازیابی کلی	بازیابی نسبی	عیار	$SrSO_4$	$BaO$	$CaO$	$SiO_2$	$Pb$	$F$					
۲۹/۱۸	۵۳/۰۲	۸۲/۲۶	۵/۱۹	۵۴/۰۵	۱/۹۶	۵/۶۲	۰/۳۳	۰/۷۴	۴/۴۰	۴۱/۸۴	۸۹۸	۱	میز لرزان
۱۹/۰۴	۳۴/۶۲	۶۳/۳۶	۳/۸۰	۴۱/۶۳	۵/۱۳	۱۶/۵۰	۰/۱۴	۲/۶۶	۳/۹۸	۳۵/۴۶	۷۶۱	۲	
۶/۰۴	۱۰/۹۹	۳۸/۴۵	۲/۳۰	۲۵/۲۶	۷/۳۶	۳۱/۶۴	۰/۱۷	۶/۱۵	۳/۴۳	۱۸/۵۵	۳۹۸	۳	
۰/۷۶	۱/۳۷	۲۱/۵۱	۱/۳۳	۱۴/۱۳	۸/۹۸	۳۶/۵۲	۰/۲	۱۱/۲۷	۳/۱۸	۴/۱۵	۸۹	۴	
۵۵/۰۲	۱۰۰	۶۴/۹۱	۴	۴۲/۶۵	۴/۳۸	۱۵/۵۹	۰/۲۳	۲/۸۶	---	۱۰۰	۲۱۴۶	مجموع	
۱۶/۵۷	۳۶/۸۲	۸۴/۷۴	۵/۵۶	۵۵/۶۸	۱/۳۸	۳/۵۸	۰/۴۸	۰/۷۳	۴/۴۴	۲۸/۷۶	۴۹۵	۱	میز نرمة
۶/۰۷	۱۳/۴۹	۶۹/۲۳	۴/۳۷	۴۵/۴۹	۴/۵۹	۱۲/۵۰	۰/۲۲	۱/۸۳	---	۱۲/۹۰	۲۲۲	۲	
۱۲/۱۴	۲۷	۵۳/۹۵	۳/۳۳	۳۵/۴۵	۶/۲۱	۲۲/۶۰	۰/۲۳	۳/۴۰	۳/۸۶	۳۳/۱۲	۵۷۰	۳	
۱۰/۲۰	۲۲/۶۹	۵۹/۵۲	۳/۶۶	۳۹/۱۱	۵/۴۴	۱۹/۰۹	۰/۳۱	۲/۷۹	---	۲۵/۲۲	۴۳۴	۴	
۴۴/۹۸	۱۰۰	۶۶/۱۸	۴/۱۹	۴۳/۴۹	۴/۴۲	۱۴/۹۴	۰/۳۲	۲/۲۷	---	۱۰۰	۱۷۲۱	مجموع	
۱۰۰	۱۰۰	۶۵/۴۷	۴/۰۸	۴۳/۰۲	۴/۴۰	۱۵/۳۰	۰/۲۷	۲/۶۰	---	۱۰۰	۳۸۶۷	مجموع کلی	

## نتیجه گیری:

۱- نتایج حاکی از عیار و بازیابی نسبی ۸۲/۲۶ و ۵۳/۰۲ درصد در میز لرزان و ۸۴/۷۴ و ۳۶/۸۲ درصد در میز نرمة می‌باشد. عیار در این دو روش به بالای ۸۰ درصد رسیده است ولی بازیابی پائین می‌باشد.

۲- عیار و بازیابی کلی با توجه به مجموع دو محصول پر عیار بترتیب ۸۳/۱۴ و ۴۵/۷۵ درصد بدست آمد.

۳- با احتساب عیار  $SrSO_4$  (کانی سلسنتین)، عیار در محصول پر عیار به ۸۸/۴۶ درصد افزایش پیدا می‌کند.

۴- وزن مخصوص در دو محصول پر عیار بترتیب ۴/۴۰ و ۴/۴۴ گرم بر سانتی متر مکعب رسیده است. محصول های پر عیار با این وزن مخصوص ها قابل استفاده در صنعت حفاری می‌باشد.

## ۳-۳-۱۰- آزمایش دوم میز لرزان و میز نرمه

هدف: بررسی جدایش کانی‌های سبک از سنگین با دو روش مختلف در دو فراکسیون با شرایط دیگر

شرایط کار آزمایش میز لرزان

- آب شستشو: ۷ لیتر در دقیقه

- آب خوراک: ۸ لیتر در دقیقه شیب: ۶ درجه

- ابعاد بار ورودی: ۲۰۰+۷۰- مش

شرایط کار آزمایش میز نرمه

- آب شستشو: ۴/۵ لیتر در دقیقه

- آب خوراک: ۴ لیتر در دقیقه شیب: ۴ درجه

- ابعاد بار ورودی: ۲۰۰- مش

جدول ۱۱- داده‌های مربوط به آزمایش دوم و ترکیبی میز لرزان و میز نرمه

% $BaSO_4$			عیار %						وزن مخصوص ( $g/cm^3$ )	درصد وزنی	وزن (گرم)	محصول	
بازیابی کلی	بازیابی نسبی	عیار	$SrSO_4$	$BaO$	$CaO$	$SiO_2$	$Pb$	$F$					
۱۴/۴۴	۲۹/۱۳	۸۳/۲۴	۵/۴۰	۵۴/۶۹	۲/۰۳	۴/۸۶	۰/۵۷	۰/۴۶	۴/۳۶	۲۲/۳۷	۴۲۵	۱	میز لرزان
۲۰/۶۴	۴۱/۶۴	۷۹/۱۶	۵/۰۳	۵۲/۰۱	۳/۲۲	۶/۱۹	۰/۱۵	۱/۲۳		۳۳/۶۳	۶۳۹	۲	
۹/۳۲	۱۸/۷۹	۵۵/۶۷	۳/۵۴	۳۶/۵۸	۶/۱۱	۱۹/۸۰	۰/۱۵	۴/۰۹	---	۲۱/۵۸	۴۱۰	۳	
۵/۱۸	۱۰/۴۴	۲۹/۷۷	۱/۸۸	۱۹/۵۶	۸/۲۸	۳۷/۶۶	۰/۱۷	۶/۸۳	---	۲۲/۴۲	۴۲۶	۴	
۴۹/۵۸	۱۰۰	۶۳/۹۳	۴/۰۸	۴۲	۴/۷۱	۱۵/۸۸	۰/۲۵	۲/۹۳	---	۱۰۰	۱۹۰۰	مجموع	
۷/۶۴	۱۵/۱۸	۸۱/۱۰	۵/۳۳	۵۳/۲۹	۲/۳۷	۵/۸۱	۰/۸	۰/۴۸	۴/۳۹	۱۱/۴۱	۲۳۱	۱	میز نرمه
۷/۴۳	۱۴/۷۴	۶۶/۲۵	۴/۲۱	۴۳/۵۳	۴/۹۸	۱۴/۹۰	۰/۲۸	۱/۷۹	---	۱۳/۵۷	۲۷۵	۲	
۲۲/۳۵	۴۴/۳۱	۵۶/۹۷	۳/۵۶	۳۷/۴۳	۵/۹۶	۲۰/۳۰	۰/۲۶	۳/۰۴	---	۴۷/۴۳	۹۶۱	۳	
۱۳	۲۵/۷۷	۵۶/۹۷	۳/۴۵	۳۷/۴۳	۵/۵۶	۲۱/۰۸	۰/۳۲	۲/۹۲	۳/۹۴	۲۷/۵۹	۵۵۹	۴	
۵۰/۴۲	۱۰۰	۶۰/۹۸	۳/۸۲	۴۰/۰۷	۵/۳۱	۱۸/۱۳	۰/۳۴	۲/۵۴	---	۱۰۰	۲۰۲۶	مجموع	
۱۰۰	۱۰۰	۶۲/۴۱	۳/۹۵	۴۱	۵/۰۲	۱۷/۰۴	۰/۳۰	۲/۷۳	---	۱۰۰	۳۹۲۶	مجموع کلی	

## نتیجه گیری:

- ۱- نتایج نشانگر رسیدن به عیار و بازیابی نسبی ۸۰/۷۹ و ۷۰/۷۷ درصد در میز لرزان با احتساب مجموع دو محصول اول و ۸۱/۱۰ و ۱۵/۱۸ درصد در میز نرمه می‌باشد.
- ۲- عیار و بازیابی کلی با توجه به مجموع سه محصول پر عیار بترتیب ۸۰/۸۴ و ۴۲/۷۲ درصد بدست آمد.
- ۳- با احتساب عیار  $SrSO_4$  (کانی سلسستین)، عیار در محصول پرعیار به ۸۶/۰۴ درصد افزایش پیدا می‌کند.
- ۴- وزن مخصوص محصول پرعیار میز لرزان و میز نرمه ۴/۳۶ و ۴/۳۹ گرم بر سانتی متر مکعب است. در صورتیکه وزن مخصوص محصول باطله میز نرمه ۳/۹۴ گرم بر سانتی متر مکعب می‌باشد.
- ۵- بنظر می‌رسد فراکسیون انتخابی آزمایش اول (۳-۳-۹) بهتر عمل کرده و نتایج مناسبتری بدست آمده است.

## ۳-۱۱- آزمایش ماریچ همفری

هدف: امکان جدایش باریت با استفاده از ماریچ

شرایط کار آزمایش ماریچ

- ابعاد بار ورودی: ۵۰- مش

جدول ۱۲- داده های مربوط به آزمایش ماریچ همفری

% $BaSO_4$		% عیار						وزن مخصوص $Gr/cm^3$	درصد وزنی (%)	وزن (گرم)	محصول
بازیابی	عیار	$SrSO_4$	$BaO$	$CaO$	$SiO_2$	$Pb$	$F$				
۶۲/۳۶	۶۹/۳۹	۴/۵۷	۴۵/۵۹	۳/۷۰	۹/۷۶	۰/۲۴	۳/۴۷	---	۵۶/۲۸	۵۷۰۰	۱
۱۶/۵۸	۴۵/۹۲	۳/۰۴	۳۰/۱۷	۶/۱۹	۲۳/۱۶	۰/۲۹	۶/۷۹	---	۲۲/۶۱	۲۲۹۰	۲
۲۱/۰۶	۶۲/۴۸	۴/۰۷	۴۱/۰۵	۴/۳۱	۱۴/۷۰	۰/۳۹	۳/۸۲	---	۲۱/۱۱	۲۱۳۸	۳
۱۰۰	۶۲/۶۲	۴/۱۲	۴۱/۱۴	۴/۳۹	۱۳/۸۳	۰/۲۸	۴/۲۹	---	۱۰۰	۱۰۱۲۸	مجموع

## نتیجه گیری:

- ۱- عیار و بازیابی نسبی محصول پرعیار در این آزمایش ۶۹/۳۹ و ۶۲/۳۶ درصد بدست آمد. در این آزمایش عیار محصول پایین بوده و قابل قبول نمی‌باشد.
- ۲- با احتساب عیار  $SrSO_4$  (کانی سلسستین)، عیار در محصول پرعیار به ۷۳/۹۶ درصد افزایش پیدا می‌کند.
- ۳- پائین بودن بازیابی و بالا بودن عیار  $SiO_2$  در محصول پرعیار امکان دارد به دلیل درگیری کانی‌ها باشد. در شکل ۸ شمایی از آزمایش ماریچ روی نشان داده شده است.



شکل ۸- شمایی از آزمایش ماریچ روی نمونه باریت

## ۳-۱۲- آزمایش ترکیبی ماریچ همفری و میز نرمه

هدف: بررسی ترکیب دو روش ماریچ همفری و میز نرمه در جدایش باریت

شرایط کار آزمایش ماریچ

- ابعاد بار ورودی: ۲۰۰+۵۰- مش

شرایط کار آزمایش میز نرمه

- آب شستشو: ۳ لیتر در دقیقه

- آب خوراک: ۳ لیتر در دقیقه

- شیب: ۴ درجه

- ابعاد بار ورودی: ۲۰۰- مش

جدول ۱۳- داده‌های مربوط به آزمایش ترکیبی ماریچ همفری و میز نرمة

% $BaSO_4$		عیار %							درصد وزنی (%)	وزن (گرم)	محصول	
بازیابی کلی	بازیابی نسبی	عیار	$SrSO_4$	$BaO$	$CaO$	$SiO_2$	$Pb$	$F$				
۴۷/۰۳	۷۸/۹۴	۷۷/۴۱	۵/۱۵	۵۰/۸۶	۲/۸۹	۵/۶۴	۰/۲۴	۲/۳۰	۶۲/۰۳	۴۱۵۰	۱	ماریچ همفری
۱۰/۰۵	۱۶/۸۷	۳۲/۰۲	۲/۱۲	۲۱/۰۴	۸/۶۶	۳۰/۸۲	۰/۱۹	۸/۷۰	۳۲/۰۴	۲۱۴۴	۲	
۲/۵۱	۴/۱۹	۴۲/۹۷	۲/۷۱	۲۸/۲۳	۵/۱۲	۳۱/۰۷	۰/۱۹	۵/۸۷	۵/۹۳	۳۹۷	۳	
۵۹/۵۹	۱۰۰	۶۰/۸۲	۴/۰۳	۳۹/۹۶	۴/۸۷	۱۵/۲۱	۰/۲۲	۴/۵۶	۱۰۰	۶۶۹۱	مجموع	
۶/۳۸	۱۵/۷۷	۸۳/۸۶	۵/۸۲	۵۵/۱۰	۲/۱۶	۳/۲۴	۰/۷۷	۰/۴۳	۱۲/۲۹	۵۱۹	۱	میز نرمة
۵/۴۹	۱۳/۵۹	۷۳/۴۱	۴/۹۴	۴۸/۲۳	۳/۳۶	۹/۱۹	۰/۳۲	۲/۱۱	۱۲/۱۰	۵۱۱	۲	
۱۶/۷۵	۴۱/۴۵	۶۱/۵۵	۴/۱۴	۴۰/۴۴	۴/۶۴	۱۵/۶۰	۰/۲۸	۳/۹۰	۴۴/۰۲	۱۸۵۹	۳	
۱۱/۷۹	۲۹/۱۹	۶۰/۳۹	۳/۹۱	۳۹/۶۸	۴/۵۷	۱۷/۰۷	۰/۳۴	۳/۸۲	۳۱/۵۹	۱۳۳۴	۴	
۴۰/۴۱	۱۰۰	۶۵/۳۶	۴/۳۷	۴۲/۹۴	۴/۱۶	۱۳/۷۷	۰/۳۶	۳/۲۳	۱۰۰	۴۲۲۳	مجموع	
۱۰۰	۱۰۰	۶۲/۵۸	۴/۱۶	۴۱/۱۱	۴/۵۹	۱۴/۶۵	۰/۲۷	۴/۰۴	۱۰۰	۱۰۹۱۴	مجموع کلی	

## نتیجه گیری:

۱- آزمایش ترکیبی ماریچ همفری و میز نرمة در فراکسیون های  $۲۰۰+۵۰-$  و  $۲۰۰-$  انجام شد. نتایج بدست آمده حاکی از عیار و بازیابی نسبی  $۷۷/۴۱$  و  $۷۸/۹۴$  درصد برای ماریچ و  $۸۳/۸۶$  و  $۱۵/۷۷$  درصد برای میز نرمة می باشد.

۲- عیار و بازیابی کلی با توجه به مجموع دو محصول پرعیار بترتیب  $۷۸/۱۳$  و  $۵۳/۴۱$  درصد بدست آمد.

۳- با احتساب عیار  $SrSO_4$  (کانی سلسنتین)، عیار در محصول پرعیار به  $۸۳/۳۵$  درصد افزایش پیدا می کند.

۴- وزن مخصوص محصول پرعیار ماریچ و میز نرمة  $۴/۲۳$  و  $۴/۴۳$  گرم بر سانتی متر مکعب است. در صورتیکه وزن مخصوص محصول میانی ماریچ  $۳/۴۲$  گرم بر سانتی متر مکعب می باشد.

## ۳-۳-۱۳- آزمایش ترکیبی دوم جیگ و میز لرزان

هدف: پرعیار سازی اولیه با ترکیب دو روش و آزمایش تکمیلی میز نرمه جهت افزایش عیار

شرایط کار با جیگ

- دبی آب: ۱۵ لیتر در دقیقه

- ابعاد بار ورودی: ۱۸+۷- مش

شرایط کار با میز لرزان

- آب شستشو: ۸ لیتر در دقیقه

- آب خوراک: ۱۲ لیتر در دقیقه

- شیب: ۵ درجه

- ابعاد بار ورودی: ۱۸- مش

جدول ۱۴- داده های مربوط به آزمایش ترکیبی جیگ و میز لرزان

% $BaSO_4$			% عیار						درصد	وزن	محصول	
بازیابی کلی	بازیابی نسبی	عیار	$SrSO_4$	$BaO$	$CaO$	$SiO_2$	$Pb$	$F$	وزنی (%)	(گرم)		
۲۶/۷۵	۷۷/۶۴	۷۳/۳۲	---	۴۸/۱۸	---	---	---	---	۶۶/۱۵	۱۴۴۲/۲	۱	گرم
۷/۷۱	۲۲/۳۶	۴۱/۲۶	۲/۳۲	۲۷/۱۱	۴/۰۶	۲۹/۸۶	۰/۲۷	۵/۵۹	۳۳/۸۵	۷۳۸	۲	
۳۴/۴۶	۱۰۰	۶۲/۴۷	---	۴۱/۰۵	---	---	---	---	۱۰۰	۲۱۸۰/۲	مجموع	
۴۷/۰۷	۷۱/۸۲	۸۱/۵۵	---	۵۳/۵۸	---	---	---	---	۶۱/۰۲	۲۲۸۱/۱	۱	گرم لرزان
۱۸/۴۷	۲۸/۱۸	۵۰/۰۹	۲/۸۵	۳۲/۹۱	۴/۴۰	۲۴/۱۴	۰/۲۸	۴/۳۵	۳۸/۹۸	۱۴۵۷/۲	۲	
۶۵/۵۴	۱۰۰	۶۹/۲۹	---	۴۵/۵۲	---	---	---	---	۱۰۰	۳۷۳۸/۳	مجموع	
۱۰۰	---	۶۶/۷۸	---	۴۳/۸۷	---	---	---	---	---	۵۹۱۸/۵	مجموع کلی	

۱- محصول پرعیار جیگ و میز لرزان با هم ترکیب و آزمایش میز نرمه روی آن انجام گرفت. با توجه به اینکه از محصولات پرعیار جیگ و میز لرزان، نمونه بطور جداگانه گرفته نشده بود مقادیر میانگین محاسباتی مجموع این دو محصول پرعیار در جدول ۱۵ ارائه شده است.

۲- عیار و بازیابی بدست آمده در این جدول با توجه به آزمایش قبلی مشابه (۳-۳-۷) و بطور محاسباتی بدست آمده است.

جدول ۱۵- مقادیر میانگین محاسباتی مجموع دو محصول پرعیار جیگ و میز لرزان

وزن (گرم)	% $SiO_2$	% $CaO$	% $BaO$	% $BaSO_4$
۳۷۲۳/۳	۸/۲۲	۲/۰۰	۵۱/۷۱	۷۸/۷۰

۳- وزن مخصوص باطله های جیگ و میز لرزان به ترتیب ۳/۴۵ و ۳/۷ گرم بر سانتی متر مکعب می باشد.

۳-۳-۱۴- آزمایش میز نرمه روی نمونه پرعیار میز لرزان و جیگ (آزمایش ۳-۳-۱۴) پس از

خردایش تا ۷۰ مش

هدف: افزایش عیار کنسانتره

شرایط کار آزمایش میز نرمه

- آب شستشو: ۸ لیتر در دقیقه

- آب خوراک: ۶ لیتر در دقیقه

- شیب: ۴ درجه

- ابعاد بار ورودی: ۷۰- مش

جدول ۱۶- داده های مربوط به آزمایش میز نرمه

% $BaSO_4$			عیار %						وزن مخصوص $Gr/cm^3$	درصد وزنی (%)	وزن (گرم)	محصول
بازیابی کلی	بازیابی نسبی	عیار	$SrSO_4$	$BaO$	$CaO$	$SiO_2$	$Pb$	$F$				
۳۰/۶۱	۴۱/۴۷	۹۱/۳۶	۵/۱۱	۶۰/۰۳	۰/۵۷	۰/۹۱	۰/۵۷	۰/۰۷	۴/۶۷	۳۵/۷۲	۱۳۳۰/۱	۱
۱۳/۷۵	۱۸/۶۳	۸۴/۴۴	۴/۷۳	۵۵/۴۸	۱/۵۶	۴/۶۲	۰/۱۴	۰/۶۵	۴/۴۴	۱۷/۳۷	۶۴۶/۶	۲
۱۹/۴۷	۲۶/۳۷	۶۴/۷۵	۳/۵۲	۴۲/۵۴	۳/۴۶	۱۶/۲۴	۰/۱۸	۲/۷۱	۳/۹۸	۳۲/۰۵	۱۱۹۳/۳	۳
۹/۹۹	۱۳/۵۳	۷۱/۶۲	۳/۸۸	۴۷/۰۶	۲/۸۳	۱۲/۷۱	۰/۲۹	۱/۲۵	۴/۱۶	۱۴/۸۶	۵۵۳/۳	۴
۷۳/۸۲	۱۰۰	۷۸/۷۰	۴/۳۵	۵۱/۷۱	۲/۰۰	۸/۲۲	۰/۳۳	۱/۱۹	---	۱۰۰	۳۷۲۳/۳	مجموع

۱- عیار و بازیابی نسبی محصول پرعیار با توجه به ترکیب دو محصول اول، ۸۹/۰۹ و ۶۰/۱ درصد  $BaSO_4$  بدست آمد. وزن مخصوص در این حالت ۴/۵۹ گرم بر سانتی متر مکعب بدست خواهد آمد.

۲- وزن مخصوص محصول پرعیار اول با عیار ۹۱/۳۶ درصد  $BaSO_4$  ۴/۶۷ گرم بر سانتی متر مکعب می باشد. این وزن مخصوص بالاترین وزن مخصوص بدست آمده در این پروژه می باشد.

۳- بازیابی کلی به ۴۴/۳۶ درصد رسیده است.

۴- عیار  $SrSO_4$  در محصول پرعیار به ۵/۱۱ درصد رسیده است و با توجه به اینکه جدایش سلسترین از باریت مشکل می باشد و دارای وزن مخصوص بالایی است می توان این کانی را نیز به عنوان محصول پرعیار در نظر گرفت در این صورت عیار محصول پرعیار اول ۹۶/۴۷ و در حالت مجموع دو محصول اول و دوم به ۹۴/۰۸ درصد رسیده است.

# فصل چهارم

## نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادات

## نتیجه‌گیری کلی

### - کانی‌شناسی

۱- مهمترین کانی‌های تشکیل دهنده این کانسار شامل باریت، کوارتز، کلسیت، فلوریت و گالن است. کانی‌های هیدرووکسیدی آهن، سریسیت و احتمالا کانی‌های رسی نیز به مقدار ناچیز قابل مشاهده می‌باشد.

۲- کوارتز در نمونه هد و در فراکسیون‌های درشت (دانه بندی) مهمترین کانی درگیر با باریت محسوب می‌شود. کوارتز به دو گونه متمایز از هم، به صورت ریزبلور تا نهان بلور در سیمایی رگچه‌ای در امتداد سطوح رخ کانی باریت و یا گسیختگی‌هایی که در این کانی وجود داشته رخنه کرده، و یا به شکل انکلوزیون‌هایی از بلورهای نسبتا درشت در ابعاد متوسط بیش از ۲۰۰ تا ۳۰۰ میکرون در زمینه بلورهای باریت مشاهده می‌شود.

۳- بلورهای درشت کوارتز تقریبا در فراکسیون‌های دانه‌بندی ریزتر که مقاطع آن‌ها از کیفیت مناسبی برخوردار بوده از درجه آزادی بالایی برخوردارند و کمتر دیده می‌شود که با کانی دیگری درگیر باشند.

۴- کانی کدر اصلی در این کانسار گالن است که مقدار آن تا حداکثر ۳-۲ درصد قابل پیش بینی می‌باشد.

۵- وجه تمایز کانی فلورین از همزاد آن باریت در مطالعه با میکروسکوپ نوری صفحات مثلثی شکلی است که به سبب زاویه بین رخ‌ها (رخ‌های اکتاندری *octahedral cleavag* که همدیگر را تحت زاویه ۷۰ تا ۱۱۰ قطع می‌کند) در فلوریت بوجود می‌آید. زاویه بین رخ‌های در باریت تقریبا عمود برهم می‌باشد. بلورهای فلوریت نسبتا درشت است و در فراکسیون‌های دانه‌بندی ریز اغلب آزاد و بدون درگیری با باریت می‌باشد

۶- مقدار سریسیت بسیار ناچیز است.

۷- به نظر می‌رسد فراکسیون دانه بندی شماره *BK-SI-6* که در آن ابعاد دانه‌بندی بیش از ۱۰۰ مش (۱۵۰ میکرون) است دارای دانه‌های تقریبا آزاد باریت به مقدار فراوان و تقریبا بدون درگیری قابل ملاحظه‌ای با باطله است.

۸- آنالیز شیمی‌تر روی نمونه معرف حاکی از وجود ۴۲/۳۸ درصد *BaO* و آنالیز دستگاهی *XRF* وجود ۶۸/۹۵ درصد *BaSO<sub>4</sub>* و ۸/۱۱ درصد *SiO<sub>2</sub>* در نمونه اولیه را نشان می‌دهد. همچنین نتایج *XRD* نشان دهنده وجود کانی‌های باریت، فلوریت، کوارتز و کلسیت می‌باشد.

## - کانه آرایی

۱- آزمایش های ثقلی از قبیل میز لرزان، میز نرمه، جیگ، ماریپچ و مولتی گراویتی بصورت منفرد و ترکیبی روی نمونه ها انجام شد. پارامترهایی از قبیل دانه بندی، دبی آب شستشو و غیره مورد بررسی قرار گرفت.

۲-  $d_{80}$  نمونه اولیه (پس از خردایش تا ۷- مش) پس از تجزیه سرندی حدود ۱۶۸۲ میکرون بدست آمد.

۳- توزیع عیاری  $SiO_2$  و  $BaSO_4$  در دانه بندی اولیه از روند خاصی تبعیت نمی‌کند ولی مشخص است در فراکسیون های بالاتر دارای مقادیر بیشتری می‌باشد.

۴- آزمایش میز لرزان بر روی نمونه اولیه خرد شده تا ۵۰، ۷۰، ۱۰۰ و ۱۴۰ مش انجام شد. در شرایط بهینه با خردایش تا ابعاد ۷۰- مش، عیار و بازیابی محصول پرعیار ۸۷/۵۹ (۹۳/۰۸ با احتساب عیار  $SrSO_4$ ) و ۴۲/۶۳ درصد بدست آمد.

۵- آزمایش میز نرمه بر روی نمونه اولیه خرد شده تا ۷۰- و ۱۰۰- مش انجام شد. در شرایط بهینه (۱۰۰- مش) عیار و بازیابی  $BaSO_4$  معادل ۸۶/۲۷ (۹۱/۷۹ با احتساب عیار  $SrSO_4$ ) و ۶۴/۷۸ درصد بدست آمد. عیار  $CaO$  و  $SiO_2$  به حدود ۲ درصد در محصول پرعیار رسیده است.

۶- آزمایش ترکیبی جیگ و میز لرزان در دانه بندی های ۱۸+۷- مش و ۱۸- مش انجام گرفت. در بهینه ترین حالت عیار و بازیابی نسبی  $BaSO_4$  در آزمایش جیگ ۷۱/۹۴ و ۹۳/۲۶ درصد و در آزمایش میز لرزان (با توجه به ترکیب دو محصول اول) ۷۹/۸۵ و ۵۴/۲۹ درصد بدست آمد. عیار و بازیابی کلی در اینحالت ۷۵/۶۴ (۸۰/۳۷ با احتساب عیار  $SrSO_4$ ) و ۶۸/۸۷ درصد بدست آمد. محصول پرعیار میز لرزان دارای وزن مخصوص ۴/۳۱ گرم بر سانتی متر مکعب می‌باشد.

۷- آزمایش ترکیبی جیگ، میز لرزان و مولتی گراویتی در دانه بندی های ۱۸+۷- مش، ۱۸+۱۰۰- مش و ۱۰۰- مش انجام گرفت عیار  $BaSO_4$  در این سه آزمایش مختلف به ترتیب ۶۶/۹۴، ۷۳/۸۰ و ۷۵/۲۲ و بازیابی نسبی به ترتیب ۸۹/۴۴، ۶۰/۵۵ و ۶۲/۳۸ درصد می‌باشد. عیار و بازیابی کلی در این حالت ۷۰/۷۷ (۷۵/۲۳ با احتساب عیار  $SrSO_4$ ) و ۷۱/۵۵ درصد بدست آمد. عیار  $SiO_2$  در محصول پرعیار سه روش به ترتیب ۱۳/۴، ۹/۴۱ و ۸/۱ درصد می‌باشد که نشان دهنده پراکندگی کانی سیلیکاته در محصول پرعیار سه روش می‌باشد.

۸- آزمایش ترکیبی میز لرزان و میز نرمه در فراکسیون های ۱۴۰+۵۰- و ۱۴۰- مش انجام شد که نتایج حاکی از عیار و بازیابی نسبی  $BaSO_4$  ۸۲/۲۶ و ۵۳/۰۲ درصد در میز لرزان و ۸۴/۷۴ و ۳۶/۸۲ درصد در میز نرمه می‌باشد. عیار و بازیابی کلی در اینحالت ۸۳/۱۴ (۸۸/۴۶ با احتساب

عیار  $SrSO_4$  و  $45/75$  درصد بدست آمد. نتایج میز لرزان نسبتاً قابل قبول بوده ولی بازیابی در میز نرمه پایین می‌باشد. وزن مخصوص در دو محصول پرعیار به بالای  $4$  گرم بر سانتی متر مکعب رسیده است.

۹- آزمایش ماریچ همفری بر روی نمونه اولیه خرد شده تا  $50$ - مش انجام شد. عیار و بازیابی  $BaSO_4$  در این آزمایش  $69/39$  ( $73/96$  با احتساب عیار  $SrSO_4$ ) و  $62/36$  درصد بدست آمد. در این آزمایش عیار محصول پایین بوده و قابل قبول نمی‌باشد. پائین بودن بازیابی و بالا بودن عیار  $SiO_2$  در محصول پرعیار امکان دارد به دلیل درگیری کانی‌ها و یا مناسب نبودن شرایط باشد.

۱۰- آزمایش ترکیبی ماریچ همفری و میز نرمه با دانه بندی های  $200+50$ - و  $200$ - مش انجام شد. نتایج بدست آمده حاکی از عیار و بازیابی نسبی  $BaSO_4$   $77/41$  و  $78/94$  درصد برای ماریچ و  $83/86$  و  $15/77$  درصد برای میز نرمه می‌باشد. عیار و بازیابی کلی در این حالت  $78/13$  ( $83/35$  با احتساب عیار  $SrSO_4$ ) و  $53/41$  درصد بدست آمد. وزن مخصوص محصول پرعیار ماریچ و میز نرمه  $4/23$  و  $4/43$  گرم بر سانتی متر مکعب است. در صورتیکه وزن مخصوص محصول میانی ماریچ  $3/42$  گرم بر سانتی متر مکعب می‌باشد.

۱۱- آزمایش ترکیبی جیگ و میز لرزان در دانه بندی های  $18+7$ - مش و  $18$ - مش انجام گرفت. سپس محصول پرعیار جیگ و میز لرزان تا ابعاد  $70$ - مش خرد شد و با استفاده از میز نرمه مورد جدایش قرار گرفت در بهینه ترین حالت عیار و بازیابی نسبی  $BaSO_4$  در آزمایش میز نرمه  $89/09$  ( $94/08$  با احتساب عیار  $SrSO_4$ ) و  $60/1$  درصد و بازیابی کلی  $44/36$  درصد بدست آمد. محصول پرعیار میز نرمه (با ترکیب دو محصول پرعیار اول) دارای وزن مخصوص  $4/59$  گرم بر سانتی متر مکعب می‌باشد.

xxx در حالتهای بهینه، روشها و عیار و بازیابی نسبی و کلی در جدول زیر ارائه شده است.

عیار با احتساب $SrSO_4$	$BaSO_4$ % (کلی)		$BaSO_4$ % (نسبی)		ابعاد (مش)	روش	آزمایش
	بازیابی	عیار	بازیابی	عیار			
۹۳/۰۸	۴۲/۶۳	۸۷/۵۹	۴۲/۶۳	۸۷/۵۹	-۷۰	میز لرزان	۱
۹۱/۷۹	۶۴/۷۸	۸۶/۲۷	۶۴/۷۸	۸۶/۲۷	-۱۰۰	میز نرمه	۲
۸۰/۳۷	۶۸/۸۷	۷۵/۶۴	۹۳/۲۶	۷۱/۹۴	-۷+۱۸	جیگ	۳
			۵۴/۲۹	۷۹/۸۵	-۱۸	میز لرزان	
۷۵/۲۳	۷۱/۵۵	۷۰/۷۷	۸۹/۴۴	۶۶/۹۴	-۷+۱۸	جیگ	۴
			۶۰/۵۵	۷۳/۸۰	-۱۸+۱۰۰	میز لرزان	
			۶۲/۳۸	۷۵/۲۲	-۱۰۰	مولتی گراویتی	
۸۸/۴۶	۴۵/۷۵	۸۳/۱۴	۵۳/۰۲	۸۲/۲۶	-۵۰+۱۴۰	میز لرزان	۵
			۳۶/۸۲	۸۷/۷۴	-۱۴۰	میز نرمه	
۷۳/۹۶	۶۲/۳۶	۶۹/۳۹	۶۲/۳۶	۶۹/۳۹	-۵۰	مارپیچ همفری	۶
۸۳/۳۵	۵۳/۴۱	۷۸/۱۳	۷۸/۹۴	۷۷/۴۱	-۵۰+۲۰۰	مارپیچ همفری	۷
			۱۵/۷۷	۸۳/۸۶	-۲۰۰	میز نرمه	
۹۴/۰۸	۴۴/۳۶	۸۹/۰۹	۶۰/۱	۸۹/۰۹	-۷۰	میز نرمه روی محصول پرعیار جیگ و میز لرزان	۸

۱۲- به نظر می رسد روش هشتم (آزمایش ترکیبی جیگ و میز لرزان و سپس میز نرمه روی محصول پرعیار و خرد شده دو روش قبلی) جواب مناسبتری دارد. عیار به ۹۴/۰۸ درصد  $SrSO_4+BaSO_4$  رسیده است. بازیابی کلی نیز در حدود ۴۵ درصد می باشد.

۱۳- آزمایش میز نرمه روی نمونه ۱۰۰- مش نیز جواب مناسبی دارد و با عیار و بازیابی ۹۱/۷۹ و ۶۴/۷۸ درصد  $SrSO_4+BaSO_4$  دارای پتانسیل جهت پرعیارسازی این ماده معدنی می باشد.

## پیشنهادات

- ۱- مطالعات کانی‌شناسی دقیق‌تری روی این ماده انجام گیرد تا دقیقاً وضعیت درگیری و درجه آزادی کانی‌ها مشخص شود.
- ۲- با توجه به اینکه وزن مخصوص در محصول پرعیار در بعضی از روش‌ها به بالاتر از ۴ رسیده است لذا آزمایش‌های دیگری روی محصول میانی جهت افزایش بازیابی با حفظ وزن مخصوص انجام گیرد.
- ۳- آزمایش‌های دیگر کانه‌آرایی از قبیل فلوتاسیون بر روی این ماده انجام گیرد. و یا بصورت ترکیبی با دیگر روش‌ها انجام شده و نتایج آن بررسی شود.
- ۴- جهت بررسی دقیق‌تر پیشنهاد می‌شود قبل از انجام تست‌ها طراحی آزمایش شود.
- ۵- کاربرد آن در صنایع مختلف مخصوصاً در صنعت گل‌حفاری مورد بررسی قرار گیرد.
- ۶- لازم بذکر است با توجه به اینکه نتایج در بعضی از آزمایش‌ها قابل قبول می‌باشد لذا آزمایش‌های بهینه و تکمیلی روی نمونه معرف معدن با حجم نمونه برداری بیشتر و در مقیاس نیمه صنعتی انجام گیرد.

منابع و مراجع

- 1- [WWW.ngdir.com](http://WWW.ngdir.com).
- 2- The Economics of Barite, Roskill, 2000.
- 3-Donald, W.Olson, "Barite", U.S.Geological Survey, Mineral Commodity summaries, January, 2005.
- 4- World Mineral Statistics ([www.bgs.ac.uk/mineralsuk/commodity](http://www.bgs.ac.uk/mineralsuk/commodity)).

# پیوست

## چکیده

مهمترین کانی‌های تشکیل دهنده این کانسار شامل باریت، کوارتز، کلسیت، فلوریت و گالن است. کانی‌های هیدرووکسیدی آهن، سریسیت و احتمالاً کانی‌های رسی نیز به مقدار ناچیز قابل مشاهده می‌باشد.

کوارتز در نمونه هد و فراکسیون‌های درشت دانه‌بندی مهمترین کانی درگیر با باریت محسوب می‌شود. کانی کدر اصلی در این کانسار گالن است که مقدار آن تا حداکثر ۳-۲ درصد قابل پیش بینی می‌باشد. آنالیز شیمی‌تر روی نمونه حاکی از وجود ۴۲/۳۸ درصد  $BaO$  و آنالیز دستگامی  $XRF$  وجود ۶۸/۹۵ درصد  $BaSO_4$  در نمونه اولیه نشان می‌دهد. همچنین نتایج  $XRD$  نشان دهنده وجود کانی‌های باریت، فلوریت، کوارتز و کلسیت می‌باشد.

آزمایش میز لرزان بر روی نمونه اولیه خرد شده تا ۵۰، ۷۰، ۱۰۰ و ۱۴۰ مش انجام شد. در شرایط بهینه با خردایش تا ابعاد ۷۰- مش، عیار و بازیابی محصول پرعیار ۸۷/۵۹ (۹۳/۰۸ درصد با احتساب عیار سلسنتین) و ۴۲/۶۳ درصد بدست آمد. آزمایش میز نرمه بر روی نمونه اولیه خرد شده تا ۷۰- و ۱۰۰- مش انجام شد. در شرایط بهینه با خردایش ۱۰۰- عیار و بازیابی  $BaSO_4$  معادل ۸۶/۲۷ (۹۱/۷۹ درصد با احتساب عیار سلسنتین) و ۶۴/۷۸ درصد بدست آمد. آزمایش ترکیبی جیگ و میز لرزان در دانه بندی‌های ۱۸+۷- مش و ۱۸- مش انجام گرفت. در بهینه ترین حالت عیار و بازیابی نسبی  $BaSO_4$  در آزمایش جیگ ۷۱/۹۴ و ۹۳/۲۶ درصد و در آزمایش میز لرزان (با توجه به ترکیب دو محصول اول) ۷۹/۸۵ و ۵۴/۲۹ درصد بدست آمد. عیار و بازیابی کلی در اینحالت ۷۵/۶۴ (۸۰/۳۷ درصد با احتساب عیار سلسنتین) و ۶۸/۸۷ درصد بدست آمد.

آزمایش ترکیبی جیگ، میز لرزان و مولتی گراویتی در دانه بندی های ۱۸+۷- مش، ۱۰۰+۱۸- مش و ۱۰۰- مش انجام گرفت عیار  $BaSO_4$  در این سه آزمایش مختلف به ترتیب ۶۶/۹۴، ۷۳/۸۰ و ۷۵/۲۲ و بازیابی نسبی به ترتیب ۸۹/۴۴، ۶۰/۵۵ و ۶۲/۳۸ درصد می‌باشد. عیار و بازیابی کلی در اینحالت ۷۰/۷۷ (۷۵/۲۳ درصد با احتساب عیار سلسستین) و ۷۱/۵۵ درصد بدست آمد. عیار  $SiO_2$  در محصول پرعیار سه روش به ترتیب ۱۳/۴، ۹/۴۱ و ۸/۱ درصد می‌باشد که نشان دهنده پراکندگی کانی سیلیکاته در محصول پرعیار سه روش می‌باشد. آزمایش ترکیبی میز لرزان و میز نرمه در فراکسیون های ۱۴۰+۵۰- و ۱۴۰- مش انجام شد که نتایج حاکی از عیار و بازیابی نسبی  $BaSO_4$  ۸۲/۲۶ و ۵۳/۰۲ درصد در میز لرزان و ۸۴/۷۴ و ۳۶/۸۲ درصد در میز نرمه می‌باشد. عیار و بازیابی کلی در اینحالت ۸۳/۱۴ (۸۸/۴۶ درصد با احتساب عیار سلسستین) و ۴۵/۷۵ درصد بدست آمد. آزمایش ماریچ همفری بر روی نمونه اولیه خرد شده تا ۵۰- مش انجام شد. عیار و بازیابی  $BaSO_4$  در این آزمایش ۶۹/۳۹ (۷۳/۹۶ درصد با احتساب عیار سلسستین) و ۶۲/۳۶ درصد بدست آمد. آزمایش ترکیبی ماریچ همفری و میز نرمه با دانه بندی های ۲۰۰+۵۰- و ۲۰۰- مش انجام شد. نتایج بدست آمده حاکی از عیار و بازیابی نسبی  $BaSO_4$  ۷۷/۴۱ و ۷۸/۹۴ درصد برای ماریچ و ۸۳/۸۶ و ۱۵/۷۷ درصد برای میز نرمه می‌باشد. عیار و بازیابی کلی در اینحالت ۷۸/۱۳ (۸۳/۳۵ درصد با احتساب عیار سلسستین) و ۵۳/۴۱ درصد بدست آمد. آزمایش ترکیبی جیگ و میز لرزان در دانه بندی های ۱۸+۷- مش و ۱۸- مش انجام گرفت. سپس محصول پرعیار جیگ و میز لرزان تا ابعاد ۷۰- مش خرد شد و با استفاده از میز نرمه مورد جدایش قرار گرفت در بهینه ترین حالت عیار و بازیابی نسبی  $BaSO_4$  در آزمایش میز نرمه ۸۹/۰۹ (۹۴/۰۸ درصد با احتساب عیار سلسستین) و ۶۰/۱ درصد و بازیابی کلی ۴۴/۳۶

درصد بدست آمد. محصول پرعیار میز نرمة (با ترکیب دو محصول پرعیار اول) دارای وزن مخصوص ۴/۵۹ گرم بر سانتی متر مکعب می‌باشد.

### مقدمه

هدف از فرآوری باریت، تولید محصول با دانه بندی و ترکیب شیمیایی مشخص و مورد نیاز در صنایع مختلف می‌باشد و شامل خردایش مرحله ای توسط سنگ شکن و آسیا، جدایش ناخالصیهای همراه و نیز دانه بندی و خشک کردن آن می‌باشد و اغلب ناخالصیهای آن به روشهای ثقلی نظیر جیگ، میز، واسطه سنگین و... حذف می‌گردد.

این کانه در صنایع گوناگونی مورد مصرف قرار می‌گیرد. به دلیل فراوان بودن ذخایر باریت در بیشتر نقاط دنیا و همچنین ویژگیهای خاص آن، این کانه، کاربرد زیادی در صنایع مختلف پیدا کرده است.

باریت عمدتاً به عنوان پرکننده در تهیه گل حفاری، لاستیک، کاغذهای مرغوب، کابل سازی، پلاستیک سازی، ساخت و پردازش کائوچو، رنگ سازی، سرامیک سازی، ساخت شیشه های شفاف، صنایع چینی سازی، لوازم آرایشی، جوهرسفید و لاک غلط گیر، ساخت لباس های عایق، لنت ترمز، شمع اتومبیل، لوله های خلاء، وسایل آتش بازی، مواد منفجره، آلیاژ، حفاظت اشعه، در لامپ های فلوروسنت، در راکتوهای هسته ای، داروسازی و پزشکی یافت می‌شود.

در سال ۱۳۸۵ حدود ۲۰۰ کیلوگرم نمونه باریت به گروه کانه آرایی سازمان زمین شناسی جهت امکان سنجی پرعیارسازی تحویل داده شد.

سایر همکاران این تحقیق:

آنالیز دستگاهی *XRD* و *XRF*: جعفری، امیری، احمدی

تجزیه شیمی: آجوری، سلگی، مجاوری

تکنسین: مجتبی عباسی، غلامرضا رعنارفتار، ابوالفضل عرب شیرازی

ویراستار علمی: علیرضا رئیسی، احمد امینی

ویراستار رایانه: فریبا حلمی

## فهرست مطالب

## فصل اول کلیات

۱ - مشخصات کلی و عمومی باریت .....	۲
۱-۱- تاریخچه [۱] .....	۲
۲-۱- مشخصات باریت [۱] .....	۳
۳-۱- کانیهای مهم باریت [۱] .....	۴
۱-۳-۱- ایزومورفهای باریت .....	۵
۴-۱- زمین‌شناسی باریت .....	۶
۱-۴-۱- شرایط تشکیل و ژنز باریت [۱] .....	۶
۲-۴-۱- انواع کانسارهای باریت [۱] .....	۷
۳-۴-۱- زمین‌شناسی و پراکندگی باریت در ایران [۱] .....	۱۶
۵-۱- مصارف عمده باریت [۱] .....	۱۶
۱-۵-۱- گل حفاری .....	۱۷
۲-۵-۱- پرکننده .....	۱۸
۳-۵-۱- کاغذسازی .....	۲۰
۴-۵-۱- مصارف دارویی .....	۲۰
۵-۵-۱- مواد شیمیایی .....	۲۱
۶-۵-۱- سرامیک .....	۲۱
۷-۵-۱- عایق .....	۲۱
۸-۵-۱- تولید کربنات باریم .....	۲۲
۹-۵-۱- کربنات باریم .....	۲۵
۱۰-۵-۱- کلرید باریم .....	۲۵
۱۱-۵-۱- اکسید یا هیدروکسید باریم .....	۲۵
۱۲-۵-۱- سولفید باریم $BaS$ .....	۲۵
۱۳-۵-۱- نترات باریم $Ba(NO_3)_2$ .....	۲۵

۲۶	..... فلز باریم..... ۱۴-۵-۱
۲۶	..... تیتانات باریم ..... ۱۵-۵-۱
۲۶	..... سولفات باریم ..... ۱۶-۵-۱
۲۶	..... کلرات باریم ..... ۱۷-۵-۱
۲۶	..... نمک های باریم ..... ۱۸-۵-۱
۲۶	..... [۱]..... استانداردها [۱]..... ۶-۱
۲۷	..... [۱]..... مشخصات باریت در صنایع حفاری [۱]..... ۱-۶-۱
۲۸	..... [۱]..... مشخصات باریت در صنایع غیر حفاری [۱]..... ۲-۶-۱
۲۸	..... شیشه سازی: ۱-۲-۶-۱..... ۱-۲-۶-۱
۲۸	..... پرکننده‌ها: ۲-۲-۶-۱..... ۲-۲-۶-۱
۲۹	..... داروسازی: ۳-۲-۶-۱..... ۳-۲-۶-۱
۲۹	..... مورد استفاده در کارخانجات شیمیایی: ۴-۲-۶-۱..... ۴-۲-۶-۱
۳۰	..... جایگزینهای باریت در گل حفاری [۱]..... ۷-۱
۳۳	..... [۱]..... بررسی جایگاه معادن در جهان [۱]..... ۸-۱
۳۵	..... [۱]..... مطالعات کانه آرایی [۱]..... ۹-۱
۳۸	..... باریت پرندک ..... ۱-۹-۱
۳۹	..... باریت درین کاشان ..... ۲-۹-۱
۴۱	..... باریت سلفچگان ..... ۳-۹-۱
۴۲	..... پودر بتونیت، باریت و کرینات کلسیم ..... ۴-۹-۱
۴۳	..... باریت سمنان ..... ۵-۹-۱

### فصل دوم مطالعات میکروسکپی و کانی شناسی دستگاهی

۴۵	..... ۲- مطالعات میکروسکپی و کانی شناسی دستگاهی..... ۴۵
۴۵	..... ۱-۲- مقدمه ..... ۴۵
۴۵	..... ۲-۲- نتایج مطالعه ..... ۴۵
۵۱	..... ۳-۲- شناسایی نمونه ..... ۵۱

۵۱	..... ۱-۳-۲ مقدمه
۵۱	..... ۲-۳-۲ آنالیزهای شیمیایی، <i>XRD</i> و <i>XRF</i>
۵۳	..... ۳-۳-۲ وزن مخصوص

### فصل سوم آماده‌سازی و مطالعات کانه‌آرایی

۵۵	..... ۳- آماده‌سازی و مطالعات کانه‌آرایی
۵۵	..... ۱-۳-۱ آماده‌سازی
۵۵	..... ۲-۳-۱ آنالیز دانه بندی نمونه اولیه
۵۸	..... ۳-۳-۱ آزمایش های کانه‌آرایی
۵۸	..... ۱-۳-۳-۱ آزمایش اول میز لرزان ویلفلی
۶۰	..... ۳-۳-۳-۱ آزمایش سوم میز لرزان ویلفلی
۶۱	..... ۴-۳-۳-۱ آزمایش چهارم میز لرزان ویلفلی
۶۳	..... ۵-۳-۳-۱ آزمایش اول میز نرمه
۶۴	..... ۶-۳-۳-۱ آزمایش دوم میز نرمه
۶۷	..... ۸-۳-۳-۱ آزمایش ترکیبی جیگ، میز لرزان و مولتی گراویتی
۶۹	..... ۹-۳-۳-۱ آزمایش ترکیبی اول میز لرزان ویلفلی و میز نرمه
۷۱	..... ۱۰-۳-۳-۱ آزمایش دوم میز لرزان و میز نرمه
۷۲	..... ۱۱-۳-۳-۱ آزمایش مارپیچ همفری
۷۳	..... ۱۲-۳-۳-۱ آزمایش ترکیبی مارپیچ همفری و میز نرمه
۷۵	..... ۱۳-۳-۳-۱ آزمایش ترکیبی دوم جیگ و میز لرزان
	..... ۱۴-۳-۳-۱ آزمایش میز نرمه روی نمونه پریار میز لرزان و جیگ (آزمایش ۳-۳-۱۴)
۷۶	..... پس از خردایش تا ۷۰ مش

### فصل سوم نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادات

۸۴	..... منابع و مراجع
----	---------------------

### فصل چهارم پیوست

