

اکتشاف تفضیلی و تعیین عیار حد در معدن باریت کمشچه (اردستان، اصفهان)

امین صدیقی^۱، افشار ضیاء ظریفی^۲

۱- کارشناس ارشد مهندسی اکتشاف معدن

۲- گروه مهندسی اکتشاف معدن دانشگاه آزاد اسلامی واحد لاهیجان

چکیده

معدن باریت کمشچه در شمال شرقی استان اصفهان و جنوب غربی شهرستان اردستان در موقعیت جغرافیایی $30^{\circ}12'$ شمالی و $52^{\circ}02'$ شرقی قرار دارد. ذخایر معدنی در تاقدیس هایی که جهت عمومی محور اصلی آنها تقریباً شمال شرقی- جنوب غربی می باشد، تشکیل گردیده اند. باریت در روی خط الراس ها و به سمت پایین و در پهلوهایی این تاقدیس ها و به شکل پراکنده وجود دارد. ذخائر باریت در زیر یک تپه مخروطی شکل که جنس سنگ آن از دولومیت های تریاس می باشد، قرار گرفته است. بر اساس عملیات اکتشافی انجام شده باریت بصورت سه رگه اصلی و تعدادی فرمهای لایه ای شکل در دولومیت های تریاس قرار دارد که این لایه بندی ها در تطابق با وضعیت لایه های رسوبی می باشد. کلسیت و کوارتز به مقدار کم و فلورین تا حداکثر ۲۰ درصد عیار به طور موضعی در داخل رگه ها وجود دارد، امتداد رگه ها شمالی- جنوبی و شیب آنها تقریباً عمودی و در بعضی نقاط ۸۰ درجه به سمت شرق است. لازم به ذکر است که به طور کلی میزان فلورین موجود در رگه ها بیشتر از نوع تمرکزهای لایه ای شکل و تمرکز باریت به شکل عدسی هایی که در داخل یک فرم لایه ای قرار گرفته اند وجود دارد.

واژه های کلیدی: باریت، عیار حد، معدن کمشچه.

۱. مقدمه

با توجه به پیشرفت‌های روزافزون در صنعت و بخصوص در صنعت نفت و پزشکی و صنایع الکترونیک، نیاز به باریت و فرآورده های آن بیشتر احساس می شود. باریت از نام یونانی باروس به معنی سنگین گرفته شده، زیرا مهمترین مشخصه این کانی وزن مخصوص بالای آن که بین $4/5 \text{ gr/cm}^3 - 4/2$ می باشد، است. سختی این کانی بین ۳ تا $3/5$ و جلای آن شیشه ای تا چرب می باشد. باریت از دسته سولفات‌ها بوده و دارای فرمول شیمیایی BaSO_4 است که عنصر باریت مهمترین جزء تشکیل دهنده آن می باشد [۳]. در کشور عزیزمان، سالیان درازی است که "اقتصاد متکی بر نفت"، بسیاری از فعالیتهای صنعتی و اقتصادی را در جهت اکتشاف، استخراج و فرآوری این طلای سیاه هدایت می کند. با نگاهی به مواد معدنی مورد مصرف در صنعت نفت، مشخص می شود که باریت به عنوان مناسب ترین ماده جهت تهیه گل حفاری، نقش تعیین کننده ای را در این صنعت عظیم داراست. این ناحیه از نقطه نظر ساختمان زمین شناسی جزء ایران مرکزی است و توسط کوهزائی های دوران دوم و دوره زمانی ترشیری مخصوصاً در تریاس فوقانی، اوائل کرتاسه و اوائل ائوسن و همچنین توسط سنگهای آتش فشانی ائوسن - میوسن و ساب ولکانیک ها یا توده های نفوذی گرانیتی و دیوریتی مشخص می گردد [۴]. ناحیه معدن در اصل مشتمل بر تشکیلات رسوبی چین خورده دوران دوم است. براساس گزارشات موجود، چینه شناسی ناحیه از پایین به بالا بشرح زیر می باشد:

۱. دولومیت های تریاس پایینی و میانی

۲. آهک ها و شیست های تریاس پایینی و بالای

۳. شیل های سیاه ژوراسیک محتوی لایه های نازک ماسه سنگ، آهک های سیلیسی نشده و باندهای

چرتی

۴. آهک ها و مارن های کرتاسه پایینی

در این مقاله به بررسی وضعیت زمین شناسی، کارهای اکتشافی انجام شده و تعیین عیار حد معدن کمشچه می پردازیم، زیرا با توجه به اینکه این معدن در نزدیکی جاده های آسفالتی و راه آهن قرار داشته و دارای ذخیره زیاد هرچند با عیار کم می باشد، از پتانسیل اقتصادی قابل توجهی برخوردار است [۴].

۲. مراحل اکتشاف تفصیلی در معدن کمشچه

بعد از انجام عملیات اکتشاف مقدماتی و به منظور اکتشاف هر چه بیشتر باریت در فاز اکتشاف تفصیلی، تعداد ۸ گمانه اکتشافی با مشخصات موجود در جدول ۱ در محدوده معدن حفر گردید. طبق برآوردهای حاصل از نتایج این گمانه ها مشخص شد که ادامه عملیات اکتشافی باید به ترتیب اهمیت در دو منطقه تپه شمالی و تپه جنوبی متمرکز شود. با توجه به نتایج حفاریهای انجام شده مشخص شد که مینرالیزاسیون و تمرکز ماده معدنی در تپه شمالی بیشتر از سایر نقاط بود، لذا عملیات اکتشافی در محدوده تپه شمالی ادامه پیدا کرد و گمانه های سری K و B.H در این محدوده حفر گردید (جدول ۲).

جدول ۱: مشخصات و موقعیت گمانه های سری F

| شماره گمانه | مشخصات دهانه گمانه | | | عمق گمانه برحسب متر (تقریبی) |
|-------------|--------------------|----------|-----------------|------------------------------|
| | X | Y | ارتفاع تقریبی Z | |
| F1 | ۲۰۰۵۰.۶۵ | ۲۹۹۰۰.۴۵ | ۱۵۱۴.۹۶ | ۱۰۱ |
| F2 | ۲۰۱۰۹.۲۵ | ۲۹۹۰۳.۷۵ | ۱۵۰۰.۸۸ | ۸۰.۲ |
| F3 | ۲۰۱۴۹.۳ | ۲۹۷۱۲.۰۵ | ۱۵۰۵.۱۹ | ۹۷ |
| F4 | ۱۹۹۵۵ | ۲۹۳۳۰.۷۵ | ۱۵۱۹.۱۰ | ۱۰۶.۳ |
| F5 | ۱۹۹۴۴ | ۲۹۲۷۰ | ۲۵۱۱.۳۷ | ۱۴۸.۵ |
| F6 | ۲۰۰۳۶.۵ | ۲۹۳۲۳ | ۱۵۰۰.۵۶ | ۹۴.۵ |
| F7 | ۲۰۲۲۶.۲۷ | ۲۹۹۰۴.۰۸ | ۱۴۷۷.۶۶ | ۴۷ |
| F8 | ۲۰۰۸۴ | ۲۹۷۰۷.۵ | ۱۵۲۸ | ۱۳۶ |
| جمع | - | - | - | ۸۱۰.۵ |

جدول ۲: موقعیت گمانه های سری K و B.H

| شماره گمانه | مشخصات دهانه گمانه | | | عمق گمانه برحسب متر |
|-------------|--------------------|---------|-----------------|---------------------|
| | X | Y | ارتفاع تقریبی Z | |
| B.H 10 | ۲۰۲۰۳.۵ | ۲۹۷۴۳.۵ | ۱۴۸۵.۷۸ | ۳۳ |
| B.H 11 | ۲۰۱۲۹ | ۲۹۷۳۶ | ۱۴۹۸.۹۸ | ۳۴ |
| B.H 12 | ۲۰۰۷۶.۵ | ۲۹۷۷۷ | ۱۵۰۲.۷۰ | ۳۱ |
| B.H 15 | ۲۰۱۲۵ | ۲۹۶۴۹ | ۱۵۱۰.۷۹ | ۸۶ |
| B.H 16 | ۲۰۰۴۹.۵ | ۲۹۶۸۵.۵ | ۱۵۲۲.۲۳ | ۹۲ |
| B.H 17 | ۱۹۹۷۵ | ۲۹۶۶۹ | ۱۵۱۸.۶۸ | ۸۷ |
| K.18 | ۲۰۰۰۸.۵ | ۲۹۷۳۸.۵ | ۱۵۴۵.۴۱ | ۸۴.۵ |
| K.19 | ۲۰۰۰۹ | ۲۹۷۳۵.۵ | ۱۵۴۳.۳۶ | ۸۴.۵ |
| K.20 | ۲۰۰۸۳.۵ | ۲۹۷۰۱ | ۱۵۲۸.۳۷ | ۱۱۵ |
| K.21 | ۲۰۰۴۷.۵ | ۲۹۸۹۴ | ۱۵۱۵.۴۱ | ۱۴۹.۷ |
| K.22 | ۲۰۲۳۷ | ۲۹۹۰۶ | ۱۴۷۷.۶۶ | ۵۸ |
| جمع | -- | -- | -- | ۸۵۴.۷ |

با توجه به نتایج حاصل از مطالعات آزمایشگاهی و کانی شناسی (XRD) و آزمایشات XRF که شرح چند نمونه از آنها در جدولهای ۳ و ۴ آمده است، مشخص شد که منطقه دارای درصد قابل قبولی باریت، با توجه به وسعت زیاد، و مقدار کمی فلورین (شکل ۱) و مقدار ناچیزی سرب و مس می باشد. درون باریت، سرب بصورت گالن و مس بصورت کانیه های مالاکیت و آزوریت وجود دارد (شکل ۲).

جدول ۳: آنالیز نتایج مطالعات آزمایشگاهی و کانی شناسی (XRD)

| ردیف | CaO | BaO | SO ₃ | SiO ₂ | CaF ₂ | Pb* | Cu** |
|------|------|------|-----------------|------------------|------------------|-------|-------|
| ۱ | ۵.۶۹ | ۲۵.۲ | ۱۲.۲ | ۳.۴ | ۷.۳۴ | ۲.۱۰۸ | ۱.۰۶۲ |
| ۲ | ۴.۶ | ۲۲.۳ | ۱۱.۴۱ | ۳.۲ | ۶.۶ | ۲.۱۷۱ | ۱.۲۵۹ |
| ۳ | ۴.۶۸ | ۲۶.۴ | ۱۱.۲۴ | ۳.۳ | ۰.۲ | ۳.۱۰۶ | ۰.۹۷۴ |
| ۴ | ۵.۳۳ | ۲۴.۱ | ۱۰.۸ | ۳.۱ | ۸.۴ | ۲.۲۲۵ | ۰.۸۴۵ |
| ۵ | ۳.۷۲ | ۲۲.۴ | ۱۵.۶ | ۳ | ۳.۵ | ۳.۲۳۲ | ۱.۰۸۸ |
| ۶ | ۴.۶ | ۲۲.۱ | ۱۱.۱ | ۳.۵ | ۲.۱ | ۳.۱۷۸ | ۲.۰۷۲ |
| ۷ | ۴.۷۱ | ۲۳.۴ | ۱۲.۲۳ | ۳.۳ | ۰.۰۷ | ۱.۱۹۳ | ۱.۰۸۷ |
| ۸ | ۳.۷۲ | ۲۳.۱ | ۱۲.۱۶ | ۳.۲ | ۱.۴ | ۲.۳۱ | ۰.۹۱ |
| ۹ | ۵.۶۳ | ۲۴.۳ | ۱۰.۵ | ۳.۱ | ۷.۳ | ۲.۲۹۵ | ۱.۲۴۵ |
| ۱۰ | ۴.۶۹ | ۲۵.۲ | ۱۵.۱ | ۱.۲ | ۰.۵ | ۲.۲۲۸ | ۲.۰۸۲ |

* Pb بصورت PbS (گالن) می باشد. ** Cu بصورت $2CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ (آزوریت) و $CuCO_3 \cdot Cu(OH)_2$ (مالاکیت) می باشد



شکل ۲: نمونه ای از باریت همراه با گالن (رگه های قهوه ای)، مالاکیت (نقاط سبز) و آزوریت (نقاط آبی)

شکل ۱: نمونه ای از فلورین موجود در معدن باریت کمشچه

جدول ۴: آنالیز XRF چند نمونه (حد حساسیت ppm)

| | Bi | Be | Sn | Ba | Fe | Ti | Pb | Zn | Cu | Au | Ag |
|-----|----|-----|-----|------|-----|-----|------|-----|----|-------|------|
| ۱ | | ۳.۵ | ۰.۴ | ۸۴۰ | ۱۱۰ | ۲.۳ | ۱۵ | ۲ | ۱۰ | ۰.۰۰۸ | ۰.۰۴ |
| ۲ | | ۲.۳ | ۰.۲ | ۹۸۰ | ۱۱۵ | ۳.۱ | ۱۷ | ۱ | ۱۲ | ۰.۰۰۸ | ۰.۰۳ |
| ۰.۹ | | ۰.۸ | ۰.۲ | ۱۱۰۰ | ۱۰۰ | ۴.۵ | ۲۴ | ۰.۵ | ۱۹ | ۰.۰۰۳ | ۰.۰۴ |
| ۰.۳ | | ۱.۴ | ۰.۳ | ۱۶۵۰ | ۱۲۰ | ۱.۲ | ۲۰ | ۰.۷ | ۱۵ | ۰.۰۰۴ | ۰.۰۲ |
| ۱.۵ | | ۱.۵ | ۰.۵ | ۱۱۳۰ | ۱۱۲ | ۵ | ۲۵ | ۴ | ۱۱ | ۰.۰۰۲ | ۰.۰۷ |
| ۲.۲ | | ۳.۳ | ۰.۴ | ۹۷۰ | ۱۱۸ | ۳.۴ | ۲۸.۵ | ۲ | ۸ | ۰.۰۰۶ | ۰.۰۳ |
| ۰.۴ | | ۱.۷ | ۰.۳ | ۱۵۲۰ | ۱۱۳ | ۵.۸ | ۱۵.۵ | ۰.۹ | ۱۸ | ۰.۰۰۳ | ۰.۰۶ |
| ۰.۳ | | ۲.۳ | ۰.۶ | ۲۲۰۰ | ۱۱۵ | ۲ | ۳۱ | ۱.۵ | ۹ | ۰.۰۰۷ | ۰.۰۲ |
| ۰.۷ | | ۰.۹ | ۰.۳ | ۱۷۹۰ | ۱۱۹ | ۳.۵ | ۱۷ | ۳ | ۱۰ | ۰.۰۰۲ | ۰.۰۲ |
| ۱.۱ | | ۱.۲ | ۰.۲ | ۱۲۵۰ | ۱۱۳ | ۴.۱ | ۲۸ | ۲ | ۱۳ | ۰.۰۰۲ | ۰.۰۵ |

ادامه جدول ۴: آنالیز XRF چند نمونه (حد حساسیت ppm)

| Co | Ni | Mn | Cr | Sr | As | W | Sb | Mo | Hg | B |
|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| ۰.۴ | ۴.۵ | ۸ | ۴ | ۵.۳ | ۱.۵ | ۲.۲ | ۱.۲ | ۱.۳ | ۰.۰۷ | ۱۵ |
| ۰.۵ | ۳.۲ | ۱۰ | ۳.۵ | ۴.۲ | ۱.۷ | ۱.۸ | ۱.۳ | ۰.۹ | ۰.۰۵ | ۱۲.۲ |
| ۰.۴ | ۳ | ۶.۳ | ۲.۲ | ۱.۶ | ۲.۱ | ۰.۹ | ۰.۹ | ۰.۷ | ۰.۰۸ | ۵ |
| ۰.۳ | ۲.۸ | ۷.۸ | ۴.۱ | ۲.۵ | ۲.۲ | ۲.۱ | ۰.۵ | ۰.۸ | ۰.۰۵ | ۷.۳ |
| ۰.۲ | ۴.۶ | ۱۰.۲ | ۳.۶ | ۰.۷ | ۰.۶ | ۱.۶ | ۲.۲ | ۰.۶ | ۰.۰۶ | ۸.۴ |
| ۰.۲ | ۳.۷ | ۹.۴ | ۲.۷ | ۱.۴ | ۰.۵ | ۳.۳ | ۱.۳ | ۱.۱ | ۰.۰۶ | ۱۲ |
| ۰.۴ | ۲.۴ | ۶.۶ | ۲.۴ | ۳.۶ | ۰.۸ | ۱.۸ | ۱.۴ | ۲.۱ | ۰.۰۷ | ۷ |
| ۰.۳ | ۴.۲ | ۵.۷ | ۳.۱ | ۱.۷ | ۱.۲ | ۱.۶ | ۱.۲ | ۱.۴ | ۰.۰۵ | ۱۱.۱ |
| ۰.۵ | ۲.۵ | ۷.۵ | ۵.۳ | ۲.۱ | ۱.۱ | ۱.۹ | ۰.۸ | ۰.۸ | ۰.۰۹ | ۱۴.۵ |
| ۰.۴ | ۲.۸ | ۹.۳ | ۲.۷ | ۴.۳ | ۱.۳ | ۲ | ۱.۱ | ۰.۵ | ۰.۰۶ | ۹ |

۳. تعیین عیار حد جهت تخمین ذخیره معدن

برای محاسبه تعیین عیار حد ابتدا باید ارزش ویژه را محاسبه کرد، که در اینجا به عنوان مثال ارزش ویژه برای عیار ۳۵٪ $BaSO_4$ بطور کامل نشان داده شده است، ارزش ویژه برای سایر عیارها در جدول ۵ آورده شده است.

باریتین خالص موجود در یک تن کانه استخراج شده $1000 \times 0.35 = 350$ کیلوگرم

باریتین خالص بازیابی شده از یک تن کانه در واحد کانه آرائی $350 \times 0.7 = 245$ کیلوگرم

اگر وزن محصول نهایی جیگها را $4/2$ یا معدل $83/5$ درصد $BaSO_4$ منظور نماییم، میزان محصول جیگها که قابل حمل بکارخانه تولید پودر سلفچگان می باشد، می شود:

$$245 \div 0.835 = 293.4 \text{ کیلوگرم}$$

میزان کل تلفات در مسیر حمل به سلفچگان، مراحل پودر در گردش و کیسه گیری حدود ۵ درصد مقدار

فوق منظور می گردد، لذا محصول قابل عرضه به بازار:

$$293 \times 0.95 = 278 \text{ کیلوگرم}$$

قیمت یک تن باریت پودر با وزن مخصوص $4/2 \text{ gr/cm}^3$ و بسته بندی شده در پاکتهای ۲۵ کیلوئی ۱۳۰۰۰۰۰ ریال در محل کارخانه است، لذا داریم:

ارزش محصول بازیابی شده و از یک تن کانه $1300000 \times 0.278 = 361400$ ریال

از ارزش فوق هزینه هائی به شرح زیر کسر می شود:

- هزینه استخراج کانه از کارگاههای استخراج و حمل آن تا کارخانه که در فاصله تقریبی و متوسط ۷۵۰ متر از یکدیگر قرار گرفته اند ۲۷۵۰۰ ریال.
- هزینه های کارخانه ای (خرد، سرنده و جیک کردن) به ازاء هر تن سنگ معدن ۲۰۰۰۰ ریال.
- هزینه بارگیری و حمل به سلفچگان از قرار هر تن کنسانتره ۱۵۰۰۰۰ ریال، که در نتیجه برای محصول بدست آمده از جیکها می شود: ریال $150000 \times 0.293 \times 0.98 = 43071$
- هزینه پودر کردن تا ۹۰٪ زیر ۲۰۰ تن: ریال $150000 \times 0.293 \times 0.98 \times 0.9 = 38764$
- هزینه کیسه کردن به ازاء هر تن کانه: ریال $150000 \times 0.278 = 41700$
- حقوق دولتی به ازاء هر تن باریت $4/2 \text{ gr/cm}^3$ حدود ۲۰۰۰۰ ریال است، بنابراین داریم: ریال $20000 \times 0.293 = 5860$

بنابراین ارزش ویژه برای عیار ۳۵٪ BaSO_4 برابر است با:

$$\text{Value Net} = 361400 - (27500 + 20000 + 43071 + 38764 + 41700 + 5860) = 184505 \text{ ریال}$$

هزینه باطله برداری ۲۷۰۰۰ ریال به ازای هر تن منظور میگردد، بنابراین نسبت باطله برداری سر به سر، برابر است با:

$$\text{B.E.S.R} = 184505 \div 27000 = 6.83$$

جدول ۵: مقدار ارزش ویژه و باطله برداری سر به سر برای عیارهای مختلف

| ردیف | عیار کانه | ارزش ویژه (ریال) | باطله برداری سر به سر |
|------|-----------|------------------|-----------------------|
| ۱ | ۴۰ | ۲۰۵۵۰۰ | ۷۶ |
| ۲ | ۳۵ | ۱۸۴۵۰۵ | ۶۸۳ |
| ۳ | ۳۰ | ۱۱۹۴۵۰ | ۴۴۲ |
| ۴ | ۲۵ | ۷۸۶۰۰ | ۲۹۱ |
| ۵ | ۲۰ | ۳۵۹۵۰ | ۱۳۳ |
| ۶ | ۱۵ | -۱۰۶۴۰ | ۰ |

ارقام مندرج در جدول ۵ حاکی از این است که استخراج عیار ۱۵ درصد حتی اگر مستلزم باطله برداری نباشد به ازاء هر تن آن ۱۰۶۴۰ ریال ضرر در بر خواهد داشت. حال برای پیدا کردن عیار حد فرض می کنیم که مقدار بازیابی بین عیارهای ۱۵ و ۲۰ درصد خطی بوده و لذا با استفاده از روش انتریولاسیون با اجزاء متناسب عیار حد به صورت زیر محاسبه می شود:

$$n_0 = n_2 \frac{a_0 - a_1}{a_2 - a_1} + n_1 \frac{a_2 - a_0}{a_2 - a_1}$$

$$n_0 = 0 = (35950 \cdot ((a_0 - 20) \div (20 - 15))) - (10640 \cdot ((20 - a_0) \div (20 - 15)))$$

$$(179750 \cdot (a_0 - 15)) - (53200 \cdot (20 - a_0)) = 0$$

$$(69.2 \times 15) + (20.8 \times 20) = (69.2 + 20.8) a_0$$

بنابراین مقدار عیار حد برابر است با:

$$a_0 = 16.15\%$$

۴. نتیجه گیری و پیشنهادها

با توجه به ازدیاد ذخیره باریت در این منطقه هر چند با عیار کم و توانایی استخراج روباز بیشتر ذخیره و نیز نزدیکی معدن به راه آهن و وجود جاده های آسفالته، این معدن دارای پتانسیل بالایی بوده و از نظر اقتصادی مقرون بصره می باشد. همچنین شرکت باید اقدامات لازم جهت اکتشاف هر چه بیشتر تپه جنوبی را انجام دهد. با توجه به وجود رگه های باریت کریستال در محدوده معدن، شرکت باید جهت تولید دو نوع باریت با مشخصات موجود در جدول ۶ اقدام نماید. باریت حفاری در صنایع حفاری و غیر حفاری و باریت کریستال در صنایع پزشکی و دارویی کاربرد دارند.

جدول ۶: انواع باریت مورد نظر برای تولید

| درصد باقیمانده روی الک | | وزن مخصوص (گرم بر سانتیمتر) | مواد جامد محلول در آب % | BaSO ₄ % | مشخصات نوع |
|------------------------|--------|-----------------------------|-------------------------|---------------------|------------|
| ۲۰۰ مش | ۳۲۵ مش | | | | |
| ۱۵ | ۵ | ۴/۲۰ Min | ٪۱ | ۸۴ Min | حفاری |
| ۱۵ | ۵ | ۴/۳۵ Min | ٪۱ | ۹۲ Min | کریستال |

همانطور که مشخص گردید یک سری از ذخائر محاسبه شده در تپه های شمالی و جنوبی بصورت ممکن بود و جهت قطعیت یافتن ذخایر نیاز به حفر گمانه های اکتشافی بیشتری می باشد. همچنین مطالعه دقیق ناپیوستگی ها جهت عدم ریزش شیب دیواره های کارگاه الزامی است. بنابراین پیشنهاد می شود پس از مرحله اول بهره برداری عملیات زیر انجام شود:

- ۱- تهیه نقشه زمین شناسی جدید با مقیاس ۱:۵۰۰.
- ۲- تکمیل پروفیل های قبلی تهیه شده با توجه به اطلاعات بدست آمده در بهره برداری.
- ۳- تعیین محل حفر گمانه ها و یا ترانشه های بیشتر و عمق مورد نیاز حفاری جهت اخذ اطلاعات جامع.
- ۴- حفر چاه های گمانه و تکمیل پروفیل های موجود.
- ۵- برداشت ناپیوستگی ها و مشخص نمودن جهت و امتداد شکستگیهای موجود و جهت عمومی کلیه ناپیوستگی ها.
- ۶- مشخص نمودن شیب دیواره های کیف با توجه به عملیات اکتشافی انجام شده مذکور و عمق کف کیف و نسبت باطله به ماده معدنی و در نهایت مشخص نمودن حریم و محدوده اقتصادی استخراج روباز. همچنین برای اکتشاف کاملتر و حین استخراج تپه شمالی حفر گمانه هایی پیشنهاد شده است (جدول ۷).

جدول ۷: موقعیت گمانه هائیکه برای اکتشاف کامل تپه شمالی در مرحله توسعه پیشنهاد شده است

| توجیه حفر گمانه | حدود عمق گمانه (متر) | موقعیت دهانه گمانه | | نام گذاری |
|--|-------------------------|--------------------|-------|-----------|
| | | Y | X | |
| E2 تعیین چگونگی گسترش | ۳۵ | ۲۹۷۰۰ | ۲۰۲۰۰ | DDH1 |
| E2 تعیین چگونگی گسترش | ۴۰ | ۲۹۶۷۵ | ۲۰۱۷۵ | DDH2 |
| در این محل به خوبی قابل تعیین نیست با ادامه بیشتر ۱۵-۱۰ متر E2 وضعیت نیز روشن تر می شود E4 و E3 موقعیت | ۳۵ | ۲۹۶۵۰ | ۲۰۲۰۰ | DDH3 |
| E4 و E3 مشخص کردن وضعیت | ۲۵ | ۲۹۶۰۰ | ۲۰۱۵۰ | DDH4 |
| E4 و E3 و E2 تعیین دقیق تر | ۴۰ | ۲۹۶۵۰ | ۲۰۰۷۵ | DDH5 |
| که وجود آنها براساس نتایج W3, W4 و احتمالاً W2 مشخص کردن زونهای مشخص شده است B.H 17 حاصل از گمانه | ۳۵ | ۲۹۶۲۵ | ۱۹۹۷۵ | DDH6 |
| W3, W4 و B.H 17 در شرق W2 تعیین دقیق موقعیت زون | ۳۰ | ۲۹۶۷۵ | ۲۰۰۰۰ | DDH7 |
| W3, W4 تعیین دقیق موقعیت زونهای | ۴۳ | ۲۹۶۵۰ | ۱۹۹۲۵ | DDH8 |
| B.H 17 در شمال غرب W2 تعیین دقیق مشخصات | ۳۵ | ۲۹۶۷۵ | ۱۹۹۵۰ | DDH9 |
| E4 و E3 و E2 تعیین دقیق موقعیت | ۴۵ | ۲۹۶۷۵ | ۲۰۱۲۵ | DDH10 |
| E4 و E3 و E2 تعیین دقیق موقعیت | ۴۲ | ۲۹۶۵۰ | ۲۰۱۰۰ | DDH11 |
| B.H 17 و تایید نتایج حاصل از E2 تعیین دقیق موقعیت | ۴۰ | ۲۹۷۵۰ | ۲۰۱۷۵ | DDH12 |
| و مشخصات دقیق تر آنها E4 و E3 و E2 نحوه توسعه | ۴۵ | ۲۹۷۵۰ | ۲۰۱۵۰ | DDH13 |
| B.H 17 و تایید نتایج حاصل از E2 تعیین دقیق موقعیت | ۳۰ | ۲۹۷۷۵ | ۲۰۲۰۰ | DDH14 |
| W3, W4 و احیاناً W2 وضعیت و موقعیت | ۴۶ | ۲۹۷۰۰ | ۱۹۹۷۵ | DDH15 |
| E2 تعیین دقیق موقعیت | ۳۰ | ۲۹۷۵۰ | ۲۰۲۲۵ | DDH16 |

منابع

1. Evans, Antony M., 2000, "Ore Geology and Industrial Mineral: An Introduction", Wiley-Blackwell Publishing, New York, USA, 3rd Edition, 390 Pages.
2. Schumann, Walter, 2008, "Mineral of The World", Sterling Publishing Company, Austin, Texas, USA, 2nd Edition, 224 Pages.
3. خوش خو، امیر، ۱۳۸۷، "کانسارهای باریت ایران"، نشریه سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور، تهران، ایران، ۱۶۳ صفحه، فصلهای ۱ و ۲ و ۳.
4. شرکت باریت فلات ایران، ۱۳۸۸-۱۳۸۷، "گزارشات معدن باریت کمشجه".