



موسسه میراث زمین‌شناختی خاورمیانه
Geoheritage Institute of the Middle East

جزوه مقدماتی میراث معدنکاری

و
زمین‌گردشگری معدنی
(برای راهنمایان زمین‌گردشگری)

گردآوری و تنظیم

سید مهرداد بطحائی

تهران - یوسف‌آباد - انتهای خیابان اسدآبادی - کوچه پنجاه و سوم - پلاک سی و چهار واحد یک

<https://telegram.me/geohim>

۰۲۱ - ۸۸۰۵۳۵۳۰



شماره صفحه	فهرست
۱	۱- کلیات
۱	۱-۱- زمین گردشگری چیست؟
۲	۱-۲- ارتباطات زمین گردشگری
۳	۱-۳- اصول زمین گردشگری
۴	۲- زمین گردشگری معدنی
۴	۱-۲- تقسیم بندی زمین گردشگری معادن
۵	۲-۲- کاربرد زمین گردشگری معادن
۵	۳-۲- فواید زمین گردشگری معادن
۶	۴-۲- امکانات جانبی قابل پیش بینی
۷	۳- آشنایی با معدن
۷	۱-۳- برخی تعاریف
۸	۲-۳- دسته بندی معادن
۸	۱-۲-۳- اهمیت معادن سطحی
۹	۲-۲-۳- استخراج معادن سطحی
۹	۳-۲-۳- مراحل استخراج در روش های سطحی
۹	۴-۲-۳- ذخایر قابل استخراج با روش های سطحی
۱۱	۵-۲-۳- مزایای روش روباز نسبت به زیرزمینی
۱۱	۴- روش های استخراج در معادن روباز یا سطحی
۱۲	۱-۴- روش های مکانیکی
۱۲	۱-۱-۴- روش استخراج با برش های مستقیم، کنتوری، جعبه ای یا آگر
۱۳	۲-۱-۴- روش استخراج پهنه ای یا مسطحی
۱۴	۳-۱-۴- روش کلاسیک استخراج روباز، پله ای یا گود برداری
۱۵	۴-۱-۴- روش استخراج کواری
۱۶	۲-۴- روش های استخراج به کمک مایعات
۱۶	۱-۲-۴- روش های استخراج پلاسری
۱۷	۲-۲-۴- روش های استخراج محلول
۱۸	۵- فلات ایران و میراث معدنکاری
۱۹	۱-۵- گذری بر سوابق تاریخ معدنکاری
۱۹	۲-۵- کاریز
۱۹	۳-۵- تاریخچه معدنکاری در ایران



شماره صفحه	فهرست
۲۳	۵-۴- کانی‌ها با نام ایرانی
۲۶	۶- معادن شدادی و میراث فرهنگی
۲۶	۶-۱- اکتشاف
۲۸	۶-۲- فلزگذاری و فرآوری
۲۸	۶-۲-۱- توتیا و فرآوری آن
۲۹	۶-۲-۲- غال گذاری
۳۱	۷- انواع مواد معدنی و معدنکاری آن در ایران
۳۴	۷-۱- آهن
۳۵	۷-۲- مس
۳۶	۷-۳- طلا
۳۶	۷-۴- نقره
۳۶	۷-۵- سرب و روی
۳۷	۷-۶- قلع
۳۷	۷-۷- نمک
۳۸	۷-۸- گوهرهای قیمتی و نیمه قیمتی
۳۹	۷-۹- معدن سوزنگر، شوشتر
۴۰	۷-۱۰- معدن گوگرد دلایان
۴۱	۸- نمونه معادن فعال ایران فلزی و غیر فلزی
۴۲	۸-۱- معدن مس سرچشمه
۴۳	۸-۲- معدن مس سونگون
۴۴	۸-۳- معدن مس میدوک
۴۴	۸-۴- معدن سرب نخلک
۴۶	۸-۵- معدن زغال سنگ پابدانا
۴۶	۸-۶- معدن سنگ آهن چغارت
۴۷	۸-۷- معدن سنگ آهن چادرملو
۴۸	۸-۸- معدن سنگ آهن گل گهر
۴۸	۸-۹- معدن طلای زرشوران
۴۹	۸-۱۰- معدن فیروزه نیشابور
۴۹	۸-۱۱- معدن سرب و روی انگوران
۵۰	۸-۱۲- معدن سرب و روی مهدی آباد



شماره صفحه	فهرست
۵۰	۸-۱۳- معدن تراورتن سفید آتشکوه محلات
۵۱	۸-۱۴- معدن نمک کوهدشت
۵۳	۹- نمونه‌های موفق گردشگری معادن در جهان و دلایل آن
۵۳	۹-۱- معدن مس بینگهام در ایالات متحده
۵۴	۹-۲- معدن زغال سنگ سلدام سین
۵۵	۹-۳- معدن زغال سنگ اد در پنسیلوانیا
۵۶	۹-۴- معدن زغال سنگ کوئین در آریزونا
۵۷	۹-۵- معدن زغال سنگ پایونیر
۵۸	۹-۶- معدن آهن کوه آهن
۵۹	۹-۷- معدن گارنت بارتون
۶۱	۹-۸- معدن طلای مولی کاتلین
۶۲	۹-۹- معدن طلای کانتری بوی
۶۳	۹-۱۰- معدن طلای کریستال در آیداهو
۶۴	۹-۱۱- معدن متروکه پلاسره‌های رودخانه‌ای طلادار در آمریکا
۶۴	۹-۱۲- معدن طلای متروکه بوئنا اسپرانزا در لاکارولینا
۶۵	۹-۱۳- معدن نقره سی یرا
۶۶	۹-۱۴- معدن الماس کیمبرلی
۶۷	۹-۱۵- معدن نمک ولیچکا، لهستان
۶۸	۹-۱۶- معدن شغابخش رادون در مونتانا
۶۸	۹-۱۷- معدن نمک متروکه یکاترینبورگ
۶۹	۹-۱۸- معدن سونگ جیانگ
۷۰	۹-۱۹- معدن سالاسیلورماین
۷۱	۱۰- موزه‌های معدنکاری در جهان
۷۱	۱۰-۱- موزه ملی ذغال سنگ انگلستان
۷۲	۱۰-۲- موزه ملی معدن لوگزامبورگ
۷۳	۱۰-۳- موزه معدن سالینا توردا
۷۴	۱۰-۴- موزه معدنکاران کیپ برتون
۷۴	۱۰-۵- موزه معدن طلای بوهمیا
۷۵	۱۱- تفسیر میراث معدنکاری و نمونه‌های آن در جهان
۷۵	۱۱-۱- پانزده اصل تفسیر میراث



شماره صفحه

فهرست

۷۶	۱۱-۲- القای شرایط فضای کار در معدن کوبین
۷۷	۱۱-۳- مرکز تفسیر و موزه معدنی کانلاس، پرتقال
۷۸	۱۱-۴- معادن طلای سادو، ژاپن
۷۹	۱۱-۵- معادن طلای مولی کاتلین
۸۰	۱۱-۶- سرزمین حفاری، انگلستان
۸۱	۱۱-۷- شهر صخره‌های طلایی در آفریقای جنوبی
۸۲	۱۲- برندسازی معادن برای زمین گردشگری
۸۲	۱۲-۱- معدن فیروزه نیشابور
۸۳	۱۲-۲- معدن مس سرچشمه
۸۴	۱۲-۳- معدن مس قلعه زری بیرجند
۸۵	۱۲-۴- معدن سرب نخلک
۸۶	۱۲-۵- معدن طلای موته
۸۷	۱۲-۶- معدن زغال سنگ زیرآب



۱- کلیات

۱-۱- زمین گردشگری چیست؟

زمین گردشگری، گردشگری آگاهانه و مسئولانه در طبیعت با هدف تماشا و شناخت پدیده‌ها و فرایندهای زمین شناختی و آموختن نحوه شکل‌گیری و سیر تکامل آنها است (امری کاظمی، علیرضا، ۱۳۸۸). نکاتی که در این تعریف باید مورد توجه قرار گیرند:

آگاهانه: یک زمین گردشگر با هدف مشخص و برنامه قبلی به یک منطقه مسافرت می‌کند. در واقع او می‌داند که از این بازدید چه انتظاری دارد و چه خواهد دید. او از موضوع مورد بازدید شناختی کلی دارد. مسئولانه: زمین گردشگر به ارزش و حساسیت پدیده‌های زمین شناختی آگاه است و در هنگام استقرار در منطقه و بازدید، از وارد نمودن هرگونه آسیب به آنها و طبیعت پیرامون خودداری کرده و دیگران را نیز از این کار باز می‌دارد.

آموزنده: یکی از اهداف زمین گردشگری آموزش مفهوم‌های پایه علوم زمین به همگان به ویژه کودکان و نوجوانان است. آشنایی با پدیده‌های زمین شناختی و ارزش آنها، موجب احساس نزدیکی بیشتر با زمین و طبیعت و افزایش حس مسئولیت فردی و اجتماعی افراد نسبت به حفاظت از این پدیده‌ها خواهد شد.

طبیعت مدار: فعالیت‌های زمین گردشگری در محیط طبیعی انجام می‌شود. بازدید از موزه‌های علوم زمین به تنهایی نمی‌تواند یک فعالیت زمین گردشگری باشد و بیشتر یک فعالیت تکمیلی در کنار زمین گردشگری به حساب می‌آید. البته بازدید از سایت‌های فسیلی نیز در شمار فعالیت‌های زمین گردشگری به شمار می‌رود. پدیده‌های زمین شناختی حاصل عملکرد فرایندهای گوناگونی است که در طول تاریخ زمین شناختی هر منطقه رخ داده است. فرآیندها، سیر تکاملی و روند شکل‌گیری پدیده‌های زمین شناختی و زمین‌ریخت‌شناختی موضوع مورد علاقه و توجه زمین گردشگری است.

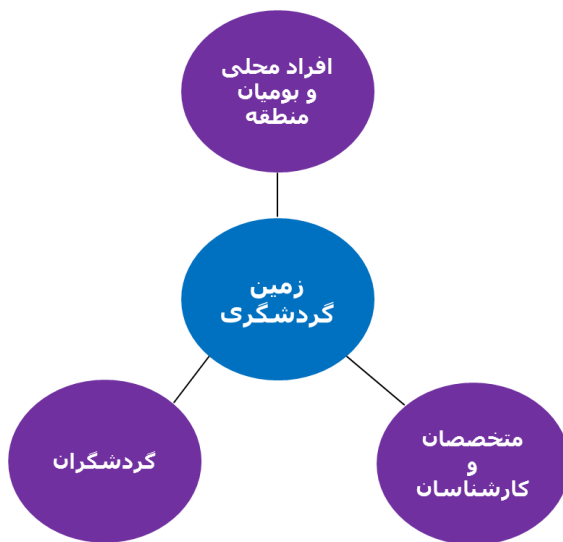


راهنما در حال ارائه توضیحاتی در ارتباط با شکل‌گیری پدیده‌های زمین‌شناختی

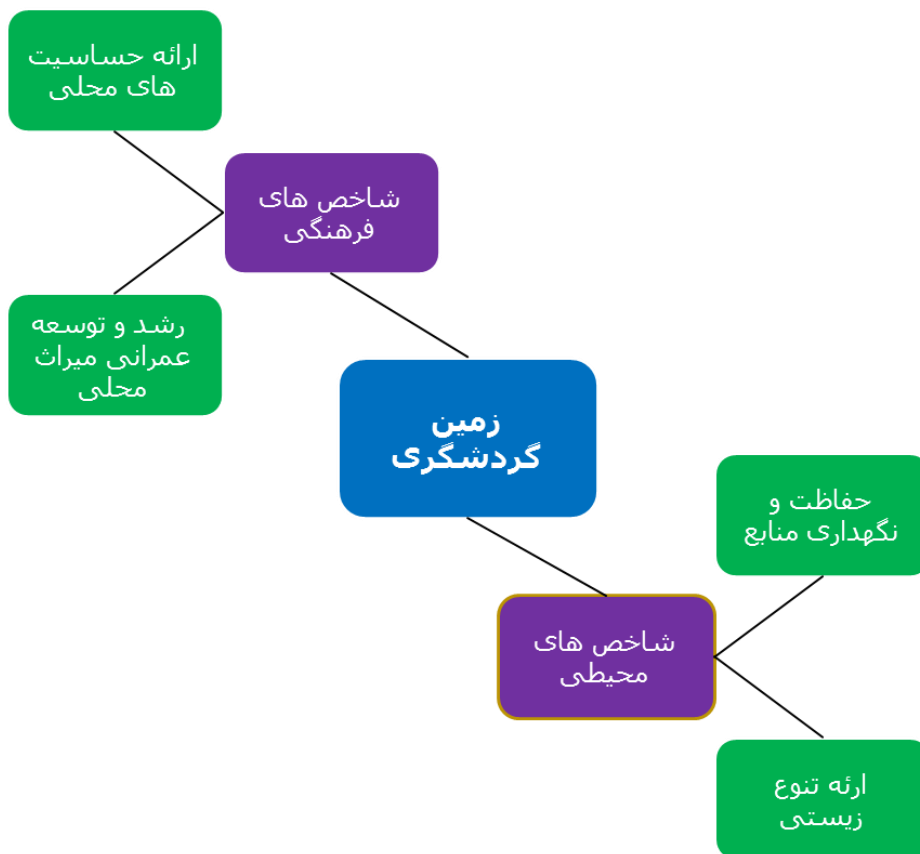


۲-۱- ارتباطات زمین گردشگری

زمین گردشگری با سه دسته از افراد در ارتباط مستقیم است.



زمین گردشگری با دو دسته از عوامل درگیر است.





۱-۳- اصول زمین گردشگری^۱

رشد هماهنگ در منطقه: حفظ و ارتقای خصوصیات جغرافیایی منطقه. پایبندی به اصول و استانداردهای بین المللی: تبعیت از کدهای جهانی اخلاق گردشگری سازمان جهانی گردشگری و اصول منشور گردشگری فرهنگی که توسط شورای بین المللی تاسیس آثار و سایت‌های گردشگری (ICOMOS) تهیه شده است.

بازار انتخابی: برنامه‌ریزی برای گردشگران، نه برای گردشگری! تدوین برنامه‌های گردشگری با بهترین نسبت هزینه/سود. سنجش موفقیت با سود، نه با تعداد گردشگر!

رشد تنوع محصولات: تقویت طیف گسترده‌ای از غذاهای محلی، اسکان بومی و ارزان قیمت و خرده فروشی امکانات تا رسیدن به تمام طیف بازار زمین گردشگری.

تضمین رضایت گردشگر: ایجاد تجربیات خوب و کیفی برای گردشگر که تمایل به اشتراک گذاشتن آن تجربیات با دیگران داشته باشد که در نهایت منجر به جذب گردشگران جدید می‌شود.

درگیر کردن و دخالت دادن جامعه: بنیان نهادن گردشگری بر منابع موجود در جامعه، تشویق کسب و کارهای محلی و گروه‌های مدنی به ترویج و توسعه صادقانه تجربیات گردشگران قدیمی برای گردشگران جدید.

تعیین مزایای اجتماعی: تضمین منافع خاص اقتصادی و اجتماعی از گردشگری که به بومیان محلی، منابع و کسب و کار آنها کمک می‌کند.

حفظ و افزایش هدف اصلی: تشویق شرکت‌های تجاری به ایجاد تعادل در استفاده از منابع و حفاظت از منابع و همچنین مدیریت گردشگری با توافق و ایجاد ظرفیت محدود.

استفاده عاقلانه از زمین: اعمال تکنیک‌های فعال برای جلوگیری از توسعه بیش از حد و تخریب. ایجاد جاذبه‌های مصنوعی در نواحی دارای حداقل سرمایه‌های زیست محیطی، طبیعی، تاریخی یا فرهنگی.

حفظ منابع: تشویق و ترویج شیوه‌های کسب و کار سازگار با محیط زیست.

برنامه ریزی: شناخت و ملاحظه نیازهای فوری اقتصادی بدون فدا کردن اهداف بلند مدت و پتانسیل زمین گردشگری.

تشویق به تفسیر تعاملی: درگیر کردن بازدید کننده و میزبان در فرآیند یادگیری.

ارزیابی تلاش‌های انجام شده: توسعه ارزیابی و شیوه‌های بازاریابی همراه با نظارت و تلاش جهت درک کامل ارزش پایدار اهداف. باید برای هر منطقه سود نهایی و مناسب جامعه و بازگشت مورد انتظار سرمایه از گردشگری تعیین شود.

۱ گردشگری معدنی، آیدین زینالزاده، کارشناس دفتر امور اکتشاف



۲- زمین گردشگری معدنی

از بین جاذبه‌های زمین گردشگری هر کشوری، معادن از اهمیت خاصی برای جاذبه‌های گردشگری برخوردار هستند که با عنوان زمین گردشگری معادن مورد توجه قرار می‌گیرند. چراکه دیدن معادن، روش‌های اکتشاف و استخراج آنها، دستگاه‌ها و ماشین‌آلات مورد استفاده برای استخراج معادن، مشاهده انواع سنگ‌ها به‌ویژه سنگ‌های قیمتی و جواهری برای مردم جذابیت خاصی دارد. همچنین درک مواهب خدادادی به صورت معادن و ظرفیت مناطق و روش‌های معدنکاری و تاریخچه معدنکاری هر منطقه از گذشته‌های دور تا زمان حال، به منظور رونق گردشگری طبیعت‌گرا و پرکردن اوقات فراغت و کمک به درک و استفاده درست از مواهب و حفظ محیط زیست و آموزش همگانی علوم زمین و معدنکاری، از رویکردهای جدید جهان است که خود می‌تواند نقش مهمی در کارآفرینی برای مهندسان معدن و افزایش درآمد جنبی معادن بخش خصوصی و حفظ طبیعت بی‌جان بعد از عملیات معدنکاری داشته باشد.

زمین گردشگری معدنی علاوه بر ایجاد اشتغال و درآمد می‌تواند باعث احیا و رونق اقتصادی و فرهنگی منطقه شده، مناطق زشت را زیبا و مناطق فقیر را غنی کند. همچنین امکان برگزاری برنامه‌هایی را فراهم می‌کند که انجام آنها در هیچ محیط دیگری امکانپذیر نمی‌باشد.

۲-۱- تقسیم بندی زمین گردشگری معادن

به طور کلی زمین گردشگری معادن را می‌توان به شرح زیر تقسیم بندی کرد (زینال زاده ۱۳۹۳):

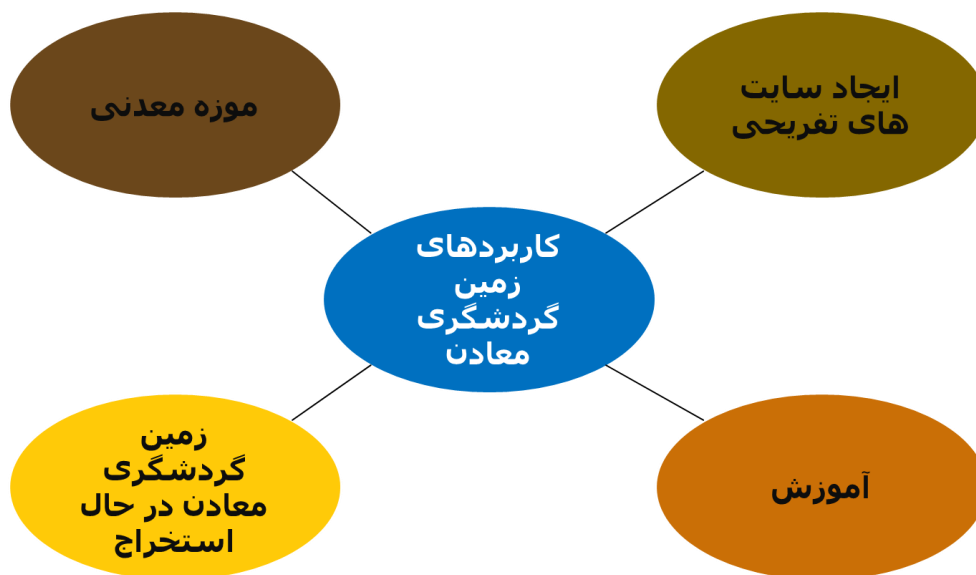
- معادن فعال و در حال بهره برداری.
- معادن متروکه.
- معادن بازسازی شده جهت گردشگری و زمین گردشگری.
- کارخانه‌های کانه آرایبی و فرآوری مجاور معادن.



بیت معدنی معدن کالگورلی در استرالیا



۲-۲- کاربرد زمین گردشگری معادن



۲-۳- فواید زمین گردشگری معادن^۲

- حفظ محیط زیست.
- سوددهی و اقتصادی شدن مجدد معادن متروکه.
- آموزش.
- کارآفرینی و اشتغال زایی.
- ایجاد تعامل مثبت بین جامعه معدنی و ارگان های مرتبط.
- افزایش دانش عمومی نسبت به معدن و معدنکاری.
- افزایش جذب گردشگر.
- افزایش جذب سرمایه گذار معدنی.
- افزایش تعداد تفرجگاه ها.
- افزایش جاذبه های گردشگری مناطق مختلف و شهرها.
- جبران خسارات وارده ناشی از معدنکاری به طبیعت.
- استفاده چندگانه از سایت های معدنی.
- کاهش مهاجرت به شهرها و تمرکز زدایی.

^۲ گردشگری معدنی، آیدین زینالزاده، کارشناس دفتر امور اکتشاف



- رونق مجدد فعالیت‌های اقتصادی رکود یافته در منطقه.
- احیای هزینه‌های انجام شده.
- جذب و گسترش تبلیغات.
- ایجاد اکوسیستم‌های پایدار جدید.



پارک گلد ریفت سیتی، ژوهانسبورگ، آفریقای جنوبی



کودکان در موزه ملی معدنکاری اسکاتلند

۲-۴- امکانات جانبی قابل پیش

بینی^۳

- راه و جاده.
- پارکینگ.
- فضای سبز.
- محل اقامت (هتل، سوئیت، چادر، آلچیق، محل اسکان محلی و...)
- دریاچه مصنوعی (قایقرانی، سایت ماهیگیری و...)
- سایت سوارکاری.
- سایت تیراندازی و پینت بال.
- رستوران و کافی شاپ.
- موزه معدن.
- فروشگاه مواد غذایی، هدایا، یادگاری، سوغاتی و صنایع دستی.
- شهربازی.
- کارگاه‌های آموزشی.
- درمانگاه.
- پیست اسکی (برف و چمن).
- سایت نجوم و ستاره شناسی.
- مراکز آموزشی و کارآموزی تخصصی معدنی (تراش جواهرات و...).
- باغ وحش.

۳ گردشگری معدنی، آیدین زینالزاده، کارشناس دفتر امور اکتشاف



- سایت کوهنوردی و صخره نوردی.
- سایت چتربازی، پاراگلایدر، بالن و...
- پیست دوچرخه سواری، اتوموبیل رانی، کارتینگ و موتورسواری.

۳- آشنایی با معدن

به طور کلی برای اینکه یک استعداد بالقوه موجود در طبیعت که به آن کانسار می‌گوییم، به یک معدن تبدیل شود باید فرایندی را طی کرد به این شرح: پس از پی‌جویی و اکتشاف کانسار و آگاهی از اینکه که کانسار در شرایط فنی و اقتصادی موجود قابل بهره برداری است، بایستی معدن طراحی شود. یعنی اینکه ابتدا مشخص شود بهترین راه دست‌یابی به ماده معدنی چیست. پس از طراحی و انجام حفاریات آماده‌سازی و احداث شبکه معدن، که معمولاً چندین سال طول می‌کشد، آنگاه می‌توان محل مورد نظر را معدن نامید.

۳-۱- برخی تعاریف

نشانه معدنی (index) به معنی محدوده‌ای است که در آن آثار یک یا چند ماده معدنی صرف نظر از اقتصادی بودن آن، مشاهده شده باشد.

کانسار به یک محدوده که در آن برای استخراج یک یا چند ماده معدنی مطالعات تکمیلی صورت می‌گیرد گفته می‌شود. به عبارت دیگر، به مجموعه‌ای از کانی‌های معدنی و سنگ باطله که مستلزم عملیات اکتشافی (جهت بهره برداری) است، کانسار گفته می‌شود.

معدن محدوده‌ای است که از آن یک یا چند ماده معدنی استخراج شده یا می‌گردد.

آنومالی: جمع شدگی بیش از حد معمول یک کانی در یک سنگ را آنومالی گویند.

معادن به صورت رگه، توده، دایک، لایه و طبقه در داخل سنگ‌ها رخمون پیدا می‌کند.

معدن‌کاری یا کان‌گری به عمل استخراج کانی‌ها و یا دیگر مواد ارزشمند از زمین و معمولاً از معادن گفته می‌شود.



لایه‌های نازک گچ در بخشی از معدن گچ زنبورک، قم



رگه‌های گوگرد دار معدن دلازیان



۳-۲- دسته بندی معادن

معادن به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند:

معادن رو زمینی

معادن زیر زمینی

هر کدام از دسته‌های بالا دارای زیر مجموعه‌های مختلفی هستند که با توجه به نوع ماده معدنی و شکل کانسار دسته بندی می‌شوند.

نوع دیگری از دسته بندی معادن بر اساس نوع ماده معدنی ست. در این حالت آنها را به دو دسته زیر تقسیم می‌کند.

معادن فلزی

معادن غیر فلزی



یکی از تونل‌های معدن نمک کوه‌دشت کهن، گرمسار



سینه کار معدن گچ زنبورک، قم

۳-۲-۱- اهمیت معادن سطحی

معادن روباز به دلیل استفاده از ماشین‌آلات بارگیری و حمل بسیار بزرگ که از قدرت و ظرفیت زیاد برخوردارند دارای تولید بالایی می‌باشند، همچنین این روش استخراج برای معادن بزرگ که دارای شرایط ژئومکانیکی سخت و یا بسیار سخت هستند کاملاً مناسب بوده و مورد استفاده قرار می‌گیرد.

امروزه ۷۰-۹۰ درصد آهن، مس، فسفات، آزبست، بوکسیت، منگنز و زغال سنگ قابل بهره‌برداری در معادن روباز استخراج می‌شوند.

تقریباً تمام مواد ساختمانی از معادن روباز برداشت می‌شوند. در مورد زغال سنگ و اورانیوم نیز باید گفت که سهم قابل ملاحظه‌ای به میزان ۲۵-۳۰ درصد، از طریق فنون معدن کاری روباز استخراج می‌گردد.

روش روباز که در معادن سطحی مورد استفاده قرار می‌گیرد در مقایسه با سایر روش‌های استخراج زیرزمینی از هزینه اولیه زیادی برخوردار است اما تولید بالا و هزینه استخراج پایین به ازای هر تن از مزایای عمده این روش است.



۳-۲-۲- استخراج معادن سطحی

روش‌های مورد استفاده برای استخراج آن گروه از معادن که در سطح و یا نزدیک سطح زمین قرار دارند را روش‌های استخراج معادن سطحی یا روباز می‌نامند. در این روش‌ها معمولاً آنقدر از سطح باطله برداری صورت می‌گیرد تا به ماده معدنی دسترسی حاصل شود و چون عملیات باطله برداری و استخراج ماده معدنی در فضای باز صورت می‌گیرد محدودیتی از نظر استفاده از ماشین‌آلات بزرگ با قدرت و ظرفیت زیاد وجود ندارد. به همین دلیل تولید و ایمنی در این روش بالا و هزینه پایین خواهد بود. چون هزینه پایین است امکان استخراج مواد معدنی با عیار کم نیز وجود دارد.



معدن متروکه آهک سرم، قم

۳-۲-۳- مراحل استخراج در روش‌های سطحی

- آماده سازی سطح زمین به کمک بولدوزر و گریدر
- حفاری بر روی باطله و مواد معدنی
- انفجار باطله یا مواد معدنی
- بارگیری باطله یا مواد
- حمل باطله یا مواد
- بازسازی معدنی

۳-۲-۴- ذخایر قابل استخراج با روش‌های سطحی

ذخایر توده‌ای:

ذخایری هستند با حجم زیاد و متراکم که عیار کانی در آنها متغیر و مقدار آن از زون کم عیار به سمت زون پر عیار افزایش می‌یابد. این ذخایر معمولاً بیضوی شکل یا بدون شکل هستند.



ذخایر لایه‌ای:

ذخایری با منشاء رسوبی است و گسترش زیادی دارند، این ذخایر بسته به شرایط زمین‌شناسی، افقی یا شیب‌دار هستند. (زغال سنگ، نمک، بوکسیت، فسفات، آهن، پتاس)

ذخایر آبرفتی:

ذخایری هستند که از تغییر، تجزیه و فرسایش ذخایر دیگر به وجود آمده و منشاء ذخایر فلزات سنگین و قیمتی هستند (ماسه‌های کانهدار، ذخایر پلاستی و پورفیری).

نکته:

نکته قابل توجه در خصوص موادی از قبیل شیل، فسفات، نمک و حتی زغال سنگ است که در برخی از موارد نیازی به حفاری و انفجار نداشته و به راحتی توسط لودر، گریدر، بولدوزر و ... قابل استخراج هستند.



دورنمای معدن آهک کمر کوه، قم



۳-۲-۵- مزایای روش روباز نسبت به زیرزمینی

ایمنی بالاتر به دلیل روشنایی کافی و قدرت دید بالا و عدم نیاز به سیستم نگهداری در فضای باز تولید بالا به دلیل امکان استفاده از ماشین‌های بارگیری و حمل در ظرفیت و قدرت بالاتر به دلیل تولید بالا و پایین بودن هزینه استخراج علیرغم بالا بودن هزینه اولیه امکان استخراج مواد معدنی با عیار پایین وجود دارد ضایعات مواد معدنی در روش‌های روباز کمتر است.



سرکار خانم مهندس مهناز میرزایی رئیس معدن زغال سنگ سراپرده از توابع شهرستان کوهبنان، عکاس حمید صادقی، خبرگزاری مهر



نمایی از ماشین حفاری غول پیکر برداشت زغال سنگ از معدن زغال سنگ قهوه ای در آلمان

۴- روش‌های استخراج در معادن روباز یا سطحی^۴

روش‌های مکانیکی (Mechanical Methods)

الف) روش‌های استخراج با برش‌های مستقیم، کنتوری یا جعبه ای یا آگر

(Auger mining, countour strip mining)

ب) روش‌های استخراج پهنه ای یا مسطحی (Area mining method)

پ) روش کلاسیک استخراج روباز، پله ای یا گودبرداری (Open pit mining)

^۴ مرتضی اصلولو، روش‌های استخراج معادن سطحی



(Quarry mining) روش استخراج کواری (ت)

روش‌های استخراج به کمک مایعات (Aqueous Excavation (Extraction) Mining Methods)

(Placer Mining Methods) روش‌های استخراج پلاسری (الف)

- استخراج هیدرولیکی (Hydraulic)

- استخراج لایه روبی (Dredging)

(Solution Mining) روش‌های استخراج محلول (ب)

- استخراج گمانه‌ای (Borehole mining)

- فروشویی یا لیچینگ (Leaching)

روش‌های استخراج نوین و ابتکاری (Novel and Innovative Mining Methods)

(Automation, robotics) اتوماسیون و رباتیک در معدنکاری (الف)

(Marine Mining) استخراج دریایی یا اقیانوسی (ب)

(پ) استخراج معدن در فضا

۴-۱- روش‌های مکانیکی

روش‌هایی هستند که در آنها از فرآیندهای مکانیکی برای جدا کردن مواد از زمین در محیط‌های خشک استفاده می‌شود. لازم به ذکر است که حدود ۹۰٪ تولیدات معدنی دنیا با استفاده از این روش‌ها به دست می‌آیند. روش‌های مکانیکی در کانسارهای متراکم و با مقاومت‌های متفاوت قابل استفاده هستند.

این روش شامل موارد زیر است:

(Auger mining, countour strip mining) (الف) روش‌های استخراج با برش‌های مستقیم، کنتوری، جعبه‌ای یا آگر

(Area mining method) (ب) روش‌های استخراج پهنه‌ای یا مسطحی

(Open pit mining) (پ) روش کلاسیک استخراج روباز، پله‌ای یا گودبرداری

(Quarry mining) (ت) روش استخراج کواری

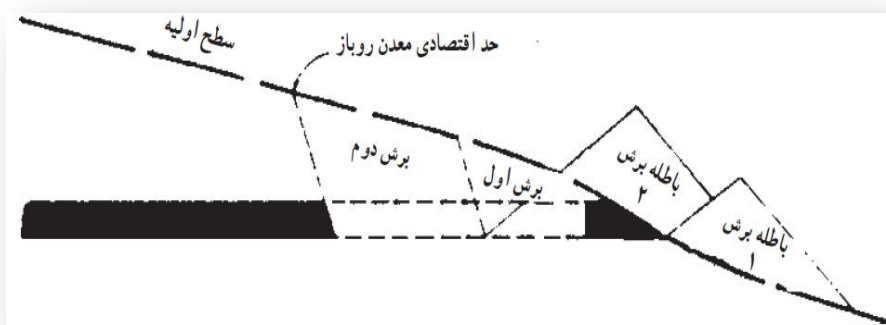
۴-۱-۱- روش استخراج با برش‌های مستقیم، کنتوری، جعبه‌ای یا آگر

این روش در مواردی کاربرد دارد که ماده معدنی به صورت لایه کمابیش افقی و در مناطق کوهستانی با دامنه‌های پرشیب واقع باشد (خصوصاً برای استخراج زغال). در شروع کار ابتدا یک برش در کنار دره، جایی که ماده معدنی رخنمون دارد ایجاد و مواد باطله در پایین دره جمع می‌گردد. ماده معدنی موجود در زیر باطله استخراج شده و در مرحله بعد باطله به دست آمده از برش بعدی را در محل ماده معدنی استخراج شده انباشت می‌کنند، و به به همین ترتیب فرایند ادامه می‌یابد. در اثر برداشت مواد معدنی و انباشت باطله در این روش استخراج، ریخت



شناسی معدن به صورت تپه ماهورهای سینوسی شکل دیده می‌شود. در نهایت ضخامت باطله به حدی می‌رسد که دیگر استخراج به روش روباز مقدور نیست.

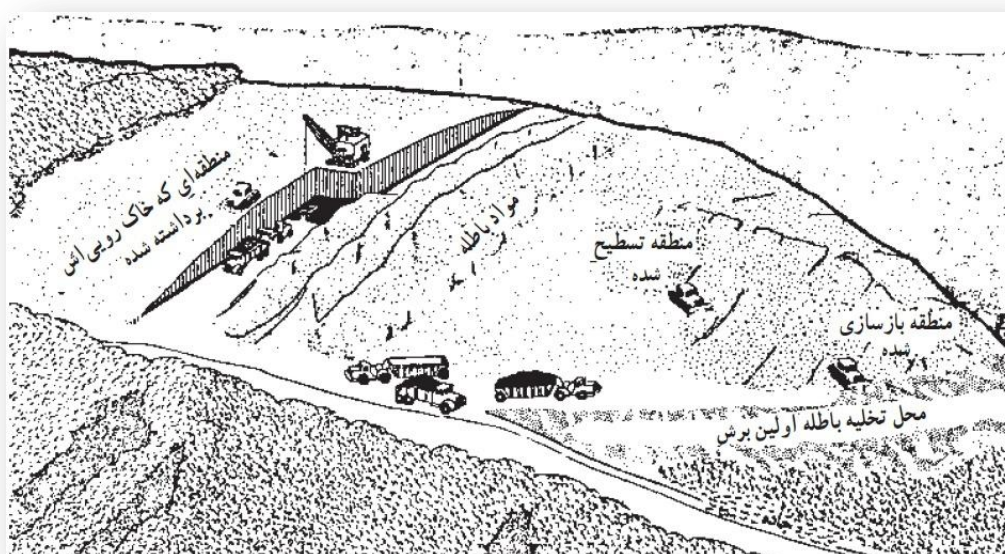
در صورتی که میزان ماده معدنی به جا مانده زیاد باشد باید از روش‌های زیرزمینی استخراج گردد و در غیر اینصورت چنانچه از نظر اقتصادی توجیه پذیر نباشد برای ادامه استخراج از روش استخراجی اگر استفاده می‌شود که معمولا به همراه روش کنتوری مورد استفاده قرار می‌گیرد.



روش استخراج با برش‌های مستقیم، کنتوری

۴-۱-۲- روش استخراج پهنه‌ای یا مسطحی

در این روش نیز مثل روش کنتوری، استخراج به صورت برش‌های جعبه‌ای صورت می‌گیرد (عمدتا برای استخراج لایه زغال سنگ). این روش خصوصا در مواردی که ماده معدنی به صورت لایه‌ای تقریبا افقی و در دو طرف تپه نسبتا مسطح رخنمون داشته باشد مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش ضخامت باطله نباید از ۵۰ متر بیشتر باشد، گرچه با افزایش ضخامت لایه ماده معدنی این روش برای معادنی که بیش از ۵۰ متر باطله دارند نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. در چنین حالتی معمولا تبدیل به گونه‌ای از روش کنتوری می‌شود.



روش استخراج پهنه ای یا مسطحی



۴-۱-۳- روش کلاسیک استخراج روباز، پله‌ای یا گود برداری

روش روباز یکی از روش‌های استخراج معادن سطحی است که ترجیحاً برای کانسارهای فلزی نظیر آهن، مس، سرب و روی و ... به کار برده می‌شود. در این روش، استخراج به صورت پله پله و تا عمقی از ذخیره معدنی که عملیات اقتصادی باشد، ادامه پیدا می‌کند. تصویر افقی پله‌ها معمولاً دایره یا بیضی است و پله‌های مختلف به وسیله جاده‌ای مورب (ramp) به یکدیگر ارتباط دارند. در این روش از سطح معدن آنقدر باطله برداری می‌شود تا به ماده معدنی دسترسی حاصل شود. باطله‌های روی ماده معدنی پس از برداشت باید عمدتاً به خارج از محدوده معدن منتقل شده و در آنجا انبار شوند. تنها آن بخش از این باطله‌ها که ممکن است در امر جاده‌سازی، ترمیم جاده‌ها، پی‌سازی کارگاه‌ها و پر نمودن گودال مورد استفاده قرار گیرند در داخل محدوده معینی قرار می‌گیرند و برای مابقی حتماً باید در خارج از محدوده معدن محل خاص در نظر گرفت و به شیوه معینی انباشت نمود. در بیش از ۸۰٪ معادن روباز سیستم بارگیری شاول و سیستم حمل کامیون استفاده شده و ماده منفجره اصلی آنفو است.



نمایی از چاله معدنی معدن بیگهام، آمریکا



نمایی از معدن زغال سنگ قهوه ای آلمان



۴-۱-۴- روش استخراج کواری

روش کواری عمدتاً برای استخراج سنگ‌ها و مصالح ساختمانی از قبیل آهک، لاشه سنگ، شن و ماسه، مرمر، گرانیت و سنگ‌های آذرین دیگر به کار می‌رود. روش استخراج مشابه روش روباز است، با این تفاوت که از مواد منفجره نه برای خرد کردن بلکه برای ایجاد سطح آزاد استفاده می‌گردد.

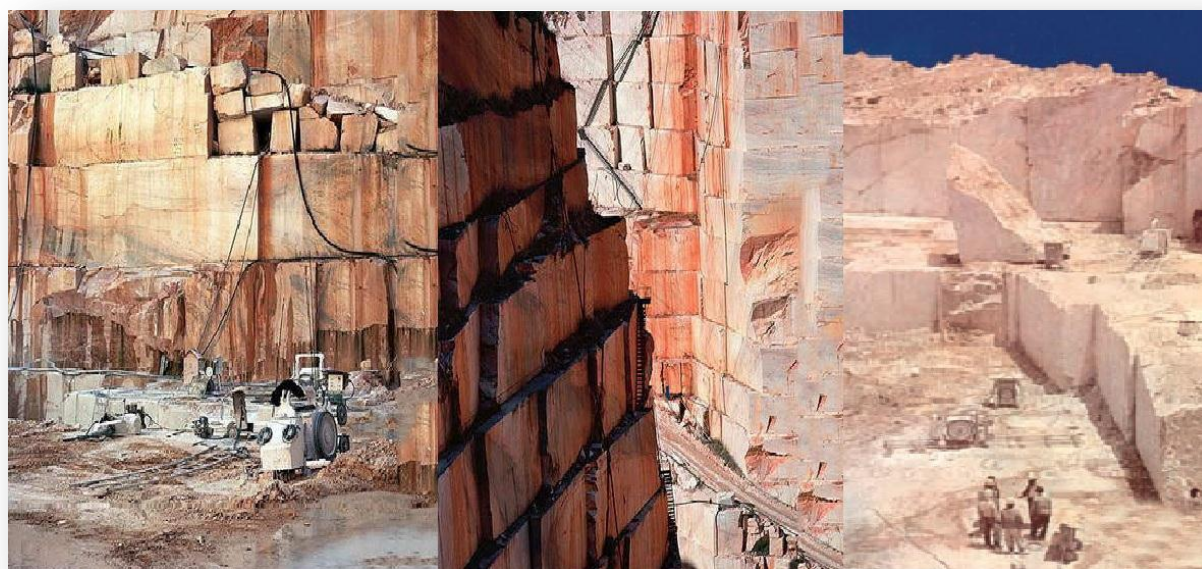


روش استخراج کواری در معدن متروکه آهک سرم، قم

روش کواری در مورد مصالح لایه‌ای و توده‌ای متفاوت است:

الف) مصالح لایه‌ای: مصالح لایه‌ای را به صورت پله‌های پرسیب (قائم) استخراج می‌کنند.

ب) مصالح توده‌ای: مصالح توده‌ای نظیر سنگ‌های آذرین و آهک‌های معمولی را به وسیله آتشباری یا سیم برش و به صورت پله پله استخراج می‌کنند. برای مصالح نرم مانند شن و ماسه مستقیماً از بیل مکانیکی، بولدوزر و لوادر استفاده می‌شود.



روش استخراج کواری در معدن سنگ



۴-۲- روش‌های استخراج به کمک مایعات

روش‌هایی هستند که در آنها برای بازیابی کانی‌ها از زمین، آب یا یک حلال آبی از طریق جریان‌های هیدرولیکی به کار رفته و یا واکنش انحلالی مورد استفاده قرار می‌گیرد. به طور کلی کمتر از ۱۰٪ تولید کانی‌ها در معدنکاری سطحی با این روش‌ها به دست می‌آید. علیرغم وجود محدودیت‌ها در کاربرد این روش‌ها، به دلیل پایین بودن هزینه نسبی، هنوز هم از جذابیت برخوردار هستند.^۵



نمایی از روش استخراج به کمک مایعات در یک معدن

این روش شامل موارد زیر است:

الف) روش‌های استخراج پلاسری (Placer Mining Methods)

- استخراج هیدرولیکی (Hydraulic)

- استخراج لایه رومی (Dredging)

ب) روش‌های استخراج محلول (Solution Mining)

- استخراج گمانه‌ای (Borehole mining)

- فروشویی یا لیچینگ (Leaching)

۴-۲-۱- روش‌های استخراج پلاسری

روش‌هایی هستند برای بازیابی کانی‌های سنگین از کنسارهای اصولاً آبرفتی یا پلاسری، از آب برای کندن، جابه‌جایی و انتقال یا تغلیظ کانی استفاده می‌شود.

برای این که بتوان از فشار آب برای استخراج استفاده کرد باید شرایطی حکم فرما باشد که عبارتند از:

(۱) مواد معدنی قابلیت خرد شدن در اثر فشار آب را داشته باشند.

(۲) آب کافی در دسترس بوده و فشار آن مناسب باشد.

(۳) فضای کافی برای انتقال مواد معدنی در بخش تحتانی آماده شود.



نمایی از روش استخراج پلاسری در یک معدن

^۵ انجمن مهندسين استخراج معادن



۴) کانسار دارای ارتفاع و شیب مناسب باشد.

۵) وضعیت طبیعی منطقه، اجازه انتقال مواد معدنی و باطله کنده شده به این روش را بدهد.

۴-۲-۲- روش‌های استخراج محلول

گونه‌ای از روش استخراج به کمک مایعات است که برای استخراج کانی‌های قابل حمل یا گداز پذیر و یا موادی که نمی‌توانند به صورت دوغاب درآیند مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش از آب یا یک حلال مایع دیگر برای انحلال و نهایتاً استخراج استفاده می‌شود.



نمایی از روش استخراج محلول



۵- فلات ایران و میراث معدنکاری

۵-۱- گذری بر سوابق تاریخ معدنکاری

معدنکاری یکی از قدیمی‌ترین فعالیت‌هایی است که توسط بشر اولیه انجام گرفته. از جمله کارهای معدنی قدیمی می‌توان جدا کردن طلا از شن‌های رودخانه، استخراج و ذوب کانی‌های مس و استفاده از قیر طبیعی را نام برد. اولین کارهای معدنی به صورت ترانشه و حفره‌های روباز بود. بعدها، بشر روش‌های زیرزمینی را برای استخراج کانسنگ‌های فلزی به کار برد و تا اعماق ۱۵ تا ۲۰ متری در داخل زمین فرو رفت. ابزاری که برای این حفاری‌ها مورد استفاده قرار می‌گرفت، کلنگ‌هایی بود که با استفاده از سنگ‌های آتشفشان ساخته می‌شد. بر اساس اطلاعات موجود، در حدود ۳۵۰۰ سال قبل از میلاد مسیح، نقره توسط بابلی‌ها استخراج و به عنوان واحد پول به کار گرفته می‌شده. همچنین اولین فعالیت‌های معدنی توسط مصریان برای استخراج فیروزه در شبه جزیره سینا در حدود ۳۴۰۰ سال قبل میلاد انجام شده است. تحقیقات تاریخی نشان داده که در گذشته دور قسمت عمده طلا از جنوب سودان استخراج می‌گردید. برای استخراج طلا، چاه‌های کوچکی حفر و سپس مخلوط طلا و شن به وسیله سینی‌های چدنی و به روش شست و شو از هم جدا می‌گردید.



نمایی از معدن سوزنگر، شوشتر



۵-۲- کاریز

ساخت کاریز در انحصار ایرانیان بوده است و با توجه به گذشته شش هزار ساله آن در ایران می‌توان صاحبان اصلی کاریز را ایرانیان دانست.

فن استخراج آب‌های زیرزمینی به وسیله کاریزها را می‌توان جزو اولین کارهای معدنکاری در نظر گرفت که مبتکر آن ایرانیان بودند. با توجه به آنکه طول این کاریزها در بعضی از نواحی ایران مرکزی به حدود ۶۰ کیلومتر می‌رسد، اهمیت این فن بیشتر مشخص می‌شود.

معمولا کاریزها از ارتفاعات شروع شده و به مظهر می‌رسند، کاریز دو هزار ساله کیش با بیشینه ارتفاع سی و پنج متری این جزیره یکی از نادرترین کاریزهای دنیا است. با توجه به اینکه کیش ارتفاع چندانی ندارد، حفر و ساخت کاریزی با این دیرینگی به دست ایرانیان خلاق در لایه گل مارن (مرگل) اهمیت و ارزش آن را بیش از پیش نمایان می‌کند.^۶

۵-۳- تاریخچه معدنکاری در ایران

علم معدنکاری و صنایع وابسته به آن در کشور ما سابقه بس طولانی دارد. وجود آثار فعالیت‌های معدنی و ذوب فلزات در نواحی مختلف نشان دهنده سابقه طولانی معدن‌کاری در ایران و شناخت ایرانیان از علوم مربوطه است. صدها نام به جا مانده از روزگاران گذشته مانند آهنگران، کوه زر، زرشوران، کوه سرمه، کوه نقره و تالمسی گواه این مدعاست.

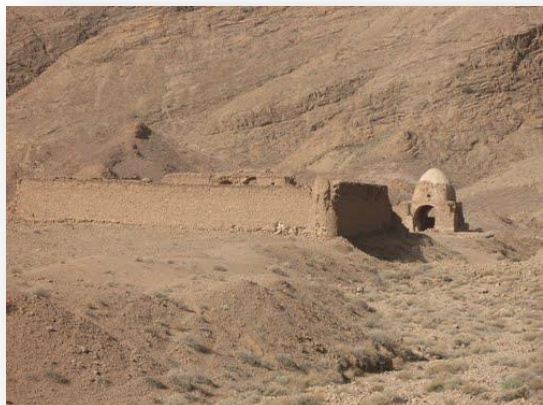
در بسیاری از معادن فعلی ایران آثار معدنکاری قدیمی وجود دارد از جمله این معادن می‌توان معادن سرب و روی نخلک در حوالی انارک، معدن مس عباس آباد در حوالی شاهرود، معدن سرب آهنگران در حوالی ملایر، سرب و روی ایران کوه در نزدیکی اصفهان و معدن سرب و روی نمار در حوالی ده نمار از توابع بلده را نام برد. کوره‌های ذوب و سرباره‌های باقی مانده آنها از دامنه رشته کوه‌های سر به فلک کشیده زاگرس در غرب، البرز در شمال، اعماق کویر مرکزی ایران و دامنه رشته کوه‌های بلوچستان دیده می‌شوند، که دلالت بر فعالیت‌های بی‌وقفه معدن‌کاری در مقیاس وسیع در فلات ایران دارد. سرباره‌های معدن مس چهل کوره واقع در ناحیه کراوه و معادن متروکه مس بین ناحیه خارستان و بیدستر تفتان و بسیاری از مثال‌های دیگر که در ایران دیده می‌شوند (کیا، ۱۳۷۴) شاهدی ست بر این مدعا.

شواهد دیرینه شناسی نشان می‌دهد که شمال و مرکز ایران قدیمی‌ترین مناطق متالوژنی در دنیای قدیم بوده‌اند و ساکنان فلات ایران جزو اولین اقوامی بوده‌اند که به کشف فلز دست یافته‌اند.

۶ مجموعه فرهنگی سیاحتی شهر زیرزمینی کیش کاریز - <http://karizkish.com/history>



معدن کاران ایرانی در استخراج مواد مهارت زیادی داشته‌اند. دلیل این ادعا وجود شبکه وسیع حفاریات زیرزمینی معدن قدیمی فیروزه نیشابور است که طی چند هزار سال به‌وجود آمده و در بعضی مواقع برای پیشگیری از ریزش آن از ستون‌ها و داربست‌هایی استفاده شده است که امروزه مایه حیرت اهل فن می‌باشد (کیا ۱۳۷۴).



نمایی از آتشکده و قلعه بزرگ معدن نخلک



نمایی از معدن تالمسی

آثار سفالینه و سنگینه‌های کشف شده و در برخی معادن دال بر قدمت صنعت معدن‌کاری در ایران پیش و پس از اسلام بوده و از طریق این گونه ابزار کشف شده می‌توان تاریخچه معادن را شناسایی و تاریخ دقیق شروع به کار این حرفه را در کشور تعیین کرد. یکی از قدیمی‌ترین مناطق سکونت در فلات ایران که قدمت آن به هزاره ششم قبل از میلاد می‌رسد، تپه سیلک بوده است که در ۵ کیلومتری غرب کاشان و سر راه فین قرار دارد. کاوش‌های تپه سیلک به وسیله یک هیئت فرانسوی به سرپرستی گیرشمن در سال ۱۹۳۳ میلادی انجام شده که از طرف موزه لوور مأموریت داشته‌اند. در سیلک بهتر از سایر نقاط ایران می‌توان آثار نحوه سکونت انسان‌های ما قبل تاریخ ایران و نیز سیر تکاملی پیشرفت فرهنگ آنها را مشاهده کرد. در سیلک آثار دوران‌های مختلف تکامل بشر اولیه کشف شده‌اند. آثار کشف شده نشان می‌دهد که کشاورزی اولیه، گله‌داری و استفاده از فلزات در این محل بیش از سایر نقاط ایران انجام می‌گرفته است. در سیلک قدیمی‌ترین آثار مسی متعلق به ۴۱۰۰ سال قبل از میلاد کشف شده است که به روش سرد چکش کاری شده‌اند. از این واقعیت چنین استنباط می‌شود که در سیلک گذر از عصر حجر به عصر فلزات در هزاره پنجم پیش از میلاد صورت گرفته است.

عدم کشف کوره‌های ذوب مس متعلق به آن دوران و همچنین شکل ابزارهای کشف شده موید این نظریه است که ابزار آلات ساخته شده در آن دوران در اثر چکش کاری مس آزاد ساخته شده‌اند. در سیلک آثار مربوط به عصر مفرغ (اواخر هزاره چهارم تا عصر آهن یعنی تا هزاره دوم قبل از میلاد)، از جمله سنجاق، دست بند، قلاب کمر و ... کشف شده است (صمصادی مهاجر ۱۳۶۹).



نمونه ای از چراغ های قدیمی موجود در موزه سازمان زمین شناسی



نمونه ای از تیشه ای قدیمی موجود در موزه سازمان زمین شناسی

از بررسی آثاری که از تپه زاغه (سگزآباد قزوین) به دست آمده و نیز برداشتی که از نحوه زندگی ساکنان آن منطقه شده است، چنین استنباط می شود که ساکنان آن از نظر دامداری، کشاورزی و زندگی در ساختمان های گلی جزو پیشرفته ترین اقوام فلات ایران بوده اند. زیرا در این منطقه، یکی از قدیمی ترین روش های احیای سنگ مس و نیز ذوب و ریخته گری مس، کشف شده است که متعلق به ۴۹۰۰ سال قبل از میلاد می باشد. چون آثار کشف شده مبتنی بر وجود کارگاه های متالورژی در سگزآباد، قدیمی تر از آثار پیدا شده در سیلک است، لذا احتمال می رود اولین متالورژیست های ایرانی نخستین تجارب عملی خود را در این محل به دست آورده باشند (صمصادی مهاجر ۱۳۶۹).

ناحیه دیگر متالورژی در ایران قدیم، تپه حصار در حوالی دامغان در ۳۶۱ کیلومتری تهران بوده است. ساکنان این منطقه همانند مردم سیلک به ساختن آلات و ابزار مسی مانند خنجر، سنجاق، میخ و میله تسلط داشته اند. ابزارهای مسی کشف شده در این منطقه از مس خالص طبیعی می باشد. همچنین در این منطقه اشیای مفرغی نیز پیدا شده است که متعلق به ۳۶۰۰ تا ۳۲۰۰ سال قبل میلاد می باشند. به استناد آثار کشف شده می توان این

دوره را آغاز عصر مفرغ در ایران به شمار آورد. در اواسط هزاره چهارم قبل از میلاد، گویا مردم تپه حصار نیز به روش های ذوب و ریخته گری مس در کارگاه های مس گری آشنا بوده اند و لذا احتمالاً این منطقه نیز می تواند در زمینه متالورژی جزو پیشرفته ترین نقاط ایران قدیم به شمار آید (صمصادی مهاجر ۱۳۶۹).



نمونه ای از تیشه ای قدیمی و قالب ریخته گری آن مربوط به تپه زاغه



سنجاق سری از جنس مس مربوط به تپه حصار

همچنین از قدیمی‌ترین مراکز تولید مس در ایران تل ابلیس واقع در ۸۰ کیلومتری جنوب غربی کرمان، تپه یحیی واقع در ۲۲۵ کیلومتری جنوب کرمان، خبیص کرمان (شهداد کرمان) واقع در حاشیه غربی کویر لوت و تل آتشی در نزدیک بم هستند. دکتر کالدول که در این زمینه در استان کرمان مطالعاتی انجام داده می‌نویسد: «در بین قطعات سفالینی که از طبقات اول و دوم تل ابلیس در کرمان جمع آوری کرده‌ایم، تعدادی از نمونه‌ها دارای بقایای رنگ مس بوده‌اند و چنین به نظر می‌رسد که از بقایای سفالین ذوب فلزات بوده باشند. پس از به دست آوردن نتایج آزمایش‌های رادیوکربن مشخص شد که این قطعات مربوط به توده‌های سفالین ذوب فلز بوده و ۶۰۰۰ سال قدمت دارند. به نظر می‌آید منطقه تل ابلیس قدیمی‌ترین محل صنعت ذوب فلز در دنیا بوده است» (امامی ۱۳۷۵).

در دهه اخیر در خبیص کرمان در بیش از بیست منطقه و در زمینی به وسعت ۶۰ کیلومتر مربع، توده‌های سرباره متعلق به کوره‌های تولید مس، کشف شده است. در این منطقه، کارگاه‌های مس‌گری برای تولید مس، آن هم از سنگ معدنی پیدا شده که در آنها کوره‌ها و بوته‌هایی برای تولید مس وجود داشته است. این کوره‌ها به شکل مکعب مستطیل و به ابعاد ۵۰ سانتی متر و ارتفاعی حدود یک متر بوده و متعلق به هزاره چهارم و یا اواسط هزاره سوم پیش از میلاد می‌باشد. در این منطقه آثار هنری زیادی کشف شده که حدود ۲۰ درصد آنها فلزی است. از جمله این اشیاء می‌توان انواع ظروف، پیاله، دیزی‌های کوچک و بزرگ و درفش از جنس مس و مفرغ و نیز زیورآلاتی نظیر انگشتر، گوشواره و حلقه‌های مسی و نقره‌ای و طلائی و سنگ‌های مزین به طلا را نام برد (صمصادی مهاجر ۱۳۶۹).



کهنترین درفش فلزی جهان مربوط به خبیص شهداد



از دیگر مناطق مهم معدنی ایران قدیم، تالمسی، مسکنی، انارک و نخلک را می‌توان نام برد. در کاوش‌هایی که تیله کوت و همکارانش از این منطقه به عمل آورده‌اند چند توده کوچک سرباره در کنار جاده تالمسی- مسکنی در فاصله ۵/۲ کیلومتری تالمسی و چند توده سرباره در مسکنی در ۵ کیلومتری تالمسی و نیز کوره کوچکی در نزدیکی معدن نو و توده‌های سرباره در فاصله ۲۰ کیلومتری جاده تالمسی- نائین پیدا کرده‌اند. به علاوه، توسط این محققین یک کارگاه تولید مس در ۷ کیلومتری غرب تالمسی و فاصله یک کیلومتری از جاده کشف شده است (صمصادی مهاجر ۱۳۶۹).



مجسمه‌های مسین مربوط به تپه حصار

به طور کلی اشیای کشف شده در سراسر ایران نشان می‌دهد که در بیشتر مناطق ایران معادن مختلفی وجود داشته و مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند. یک کارشناس خارجی در دوره صدارت میرزا تقی خان امیرکبیر می‌گوید: «من کشوری نمی‌شناسم که از حیث غنای فلزات خصوصا مس به پای ایران برسد. تقریبا در تمام استان‌های ایران یک معدن مس وجود دارد».

۵-۴- کانی‌ها با نام ایرانی^۷

جالب است که تعدادی از کانی‌ها و مواد معدنی نیز در ارتباط با ایران و به اسم دانشمندان ایرانی نامگذاری شده‌اند. **کانی بیرونیت (Birunite):** این کانی در سال ۱۹۵۷ میلادی توسط بادالوف و گولوانف کشف و به افتخار

اندیشمند بزرگ ایرانی ابوریحان بیرونی (۹۷۳ - ۱۰۴۸ میلادی) نامگذاری شد. بیرونی چگالی سنج را اختراع و چگالی ۱۸ سنگ و فلز قیمتی را با دقت چشمگیری تعیین کرد کتابی به نام مجموعه دانستنی‌ها درباره‌ی قیمتی به زبان عربی نگاشت "الجماهر فی معرفه الجواهر" بیرونی در این کتاب درباره ۳۰۰ نوع کانی و مواد دیگر شرح مفصلی داده است. وی نخستین کسی بود که به خاصیت چند رنگی تورمالین پی برد.



^۷ شبکه ملی مدارس ایران (رشد)، www.roshd.ir



کانی آویسینیت (Avicennite): این کانی در سال ۱۹۵۸ توسط کارپووا، کونکووا، لارکن، سالیو کشف و به افتخار دانشمند بزرگ ایرانی پورسینا (۹۸۰ – ۱۰۳۷ میلادی) نامگذاری شد. پورسینا اولین طبقه بندی کانی‌ها را در کتاب شفا انجام داد.



کانی تالمسیت (Talmessite): این کانی توسط باریان و هرین در معدن قدیمی "تالمسی" در مجاورت دهی همین نام در بخش انارک کشف شد و به نام این معدن نامگذاری شد. این کانی خاصیت فلئورسنت دارد.



کانی خونیت (Khuniite): این کانی در سال ۱۹۷۰ توسط ادیب و اوتمان در معدن قدیمی خونی واقع در ۵۰ کیلومتری شمال شرقی بخش انارک کشف شد و به نام این معدن نامگذاری شد.



کانی ایرانیت (Iranite): این کانی در سال ۱۹۶۳ توسط باریان و هرین در یکی از معادن قدیمی سبرز واقع در ۱۲ کیلومتری شمال غربی انارک کشف شد و آن را به پاس مهمان نوازی ایرانیان به این نام نامیدند.



کانی انارکیت (Anarakite): این کانی در سال ۱۹۷۲ توسط ادیب و اوتمان در بخش انارک واقع در ۲۰۰ کیلومتری شمال شرقی اصفهان کشف شد و به نام این محل نامگذاری شد.



کانی خادمیت (Khademite): این کانی در سال ۱۹۷۳ توسط باریان و برتلون و سبران و صدرزاده در ساغند واقع در شمال یزد کشف شد و به افتخار مهندس نصراله خادم رئیس وقت سازمان زمین‌شناسی کشور (از بدو تاسیس یعنی از سال ۱۹۵۹ تا ۱۹۷۳) نامگذاری شد.



کانی دلیرانیت (Daliranite): این کانی اولین بار طی تحقیقات خانم دکتر فرحناز دلیران (۱۳۳۲) استاد دانشگاه کارلسروهه آلمان در منطقه زرشوران با همکاری گروهی هشت نفره از دانشگاه سالزبورگ اتریش به سرپرستی پروفیسور پار کشف شد و به افتخار این دانشمند کانی شناس "دلیرانیت" نام گرفته است.



در سال ۱۳۹۲ نیز دو کانی دیگر در معدن طلای باریکا در استان آذربایجان غربی توسط آقای دکتر تاج الدینی کشف شد که به نام‌های **باریکائیت و فردوسیئیت** نامگذاری شدند.



۶- معادن شدادی و میراث فرهنگ

معدنکاری باستانی که در اصطلاح معدن کاری شدادی نیز گفته می‌شود، به طور سنتی در هزاره چهارم قبل از میلاد و احتمالاً قبل از آن انجام می‌شده است. بازمانده چوب‌های مورد استفاده برای کوره‌های ذوب شدادی در چند ناحیه کرمان آزمایش شده و سن رادیومتری را با روش رادیوکربن ۵۰۰۰ سال قبل تعیین کرده است (امامی ۱۳۷۵).



نمایی از تاسیسات قدیمی معدن نخلک

معادن شدادی دارای ویژگی‌های زیر است^۸:

الف) در معدن کاری و معدن جویی، از دانش غربی بهره گرفته نشده و تمام دانش معدن کاری و معدن جویی، توسط ایرانیان انجام گرفته است.

ب) در معدن کاری شدادی، از هیچ گونه مواد انفجاری و ماشین‌آلات که دارای نیرو محرکه بوده است، استفاده نمی‌شد. کانسارهای بزرگ طلای ایران، همان‌هایی هستند که صدها و هزاران سال پیش، برای نیاکان ما شناخته شده بودند و آثار معدن کاری در کنار آنها وجود دارد.

۶-۱- اکتشاف

از چگونگی اصول و روش‌های اکتشاف کانه‌ها در ایران باستان اطلاعات چندانی نداریم. اما وقتی به مناطق اکتشافی، چاه‌ها و تونل‌های اکتشافی معادن باستانی برخورد می‌کنیم، می‌بینیم که بسیار دقیق و منظم اکتشاف

۸ قربانی، منصور، ۱۳۸۱، زمین شناسی اقتصادی ذخایر معدنی و طبیعی ایران



انجام شده است. هم اکنون نیز مهم‌ترین الگوی اکتشاف در مناطقی که معادن باستانی و سایت‌های معدنی باستانی وجود دارد همان الگوی اکتشافی کارهای شدادی قدیمی است. جای شگفتی است که تاکنون، کمتر کانسار فلزی شناخته‌ایم که جای پای گذشتگانمان را در آنجا ندیده باشیم. محله‌ای در مسجد سلیمان، پیش از حفاری و کشف نفت در آنجا، نفتون نام داشت. معدن زره‌شوران پیش از اینکه به عنوان معدن طلا معرفی شود، هزاران سال پیش به خاطر زر (طلا) در آن منطقه، زره‌شوران نام گرفته بود. از این نام‌ها بسیار است از جمله: کوه زر دامغان که اکتشاف طلا در آنجا مراحل تکمیلی را پشت سر گذاشته و در حال استخراج است، زرین در منطقه اردکان یزد، فولاد محله ساری (به دلیل معدن آهن شمال سمنان)، آهنگران ملایر به دلیل وجود معدن سرب، روی و آهن، آسن‌آباد (آسن در زبان کردی به معنی آهن است) مریوان (قربانی، منصور، ۱۳۸۱).

در ادامه نیز به اکتشاف شدادی، فلزگدازی و فرآوری که در ایران باستان رواج داشته اشاره خواهیم کرد.



نمایی از معدن هخامنشی بانس، مرودشت



نمایی از معدن هخامنشی بانس، مرودشت



- پس از قرار دادن سرب، مدتی در کوره را می‌بندند. سپس کمی آن را باز می‌کنند تا شرایط اکسیدکننده درون کوره ایجاد شود (حرارت کوره نزدیک به ۸۷۵ درجه سانتیگراد نگه داشته می‌شود) به این ترتیب سرب مذاب اکسیده شده به صورت لیتاژ به داخل گال نفوذ می‌کند و جذب می‌شود.

- چون نقطه ذوب طلا (۱۰۶۴ درجه) و نقره (۹۶۱ درجه) بیشتر از درجه حرارت کوره (نقطه ذوب لیتاژ ۸۷۵ درجه سانتیگراد) است، پس از جذب کامل لیتاژ در داخل گال گره‌های منجمد شده این فلزات بر سطح گال باقی خواهند ماند.



گال یا کوپل



گال یا کوپل

۷- مناطق معدن کاری در ایران قدیم

ایرانی‌ها از دیرباز با روش‌های متفاوتی قادر به استخراج و ذوب فلزات بوده‌اند. ابتدایی‌ترین روش در معدنکاری شدادی با برپایی آتش برای داغ کردن سنگ‌ها و متعاقباً سرد کردن آنها به منظور ایجاد ترک و در نهایت توسط ضربه زدن بر درزها به وسیله گوه و پتک صورت می‌گرفت. روند استخراج و متالورژی در فلات ایران تا هزاره‌های بعدی ادامه و وسعت یافته، به گونه‌ای که شواهدی از استخراج روباز امروزی، متعلق به دوره پارسی و ساسانی در جنوب "تل ابلیس" در مکانی به نام "تل همی" یافت شده است. همچنین در این نواحی شواهد متالورژی، از قبیل توده بسیار بزرگ از سرباره‌های ذوب مس در حد وسیع مشاهده شده است. در حدود سال‌های ۳۲۰۰ تا ۳۶۰۰ قبل از میلاد، شواهدی از تغییرات مهمی در متالورژی تپه یحیی در "دره سوقون" مشاهده می‌شود. در این دوره پس از مدت‌ها کار با مس طبیعی، روش‌های پیچیده‌تری برای کار با سولفید و پلی‌متال‌های تکوین یافته و به چشم می‌خورد. وجود برنز در معدن "شیخ علی" به مفهوم کشف و متالورژی کانی‌های پیچیده‌تری مانند کالکوپیریت و اسفالریت در این منطقه است. در "کوخت یزد" و در "قلعه زری" در شمال دشت لوت و "چهل کوره" در سیستان شواهدی از بهره‌برداری معادن در دوران ساسانی مشاهده می‌شود که در مقیاس وسیعی مورد استخراج قرار می‌گرفتند. ساسانیان در بهره‌برداری از ذخایر بزرگ کاملاً منظم و از یک سیستم مرکزی استفاده می‌کردند. مواد معدنی استخراج شده در این ادوار از مجموعه معادن پیرامونی، به یک مکان فرآوری مرکزی ارسال می‌شده است که شامل تمامی تاسیسات، از جمله اقامتگاه بوده است. ادامه این روند در دوره اسلامی نیز به چشم می‌خورد با این تفاوت که ضمن شباهت کلی با روش استخراج و فرآوری با دوره پیشین، تفاوت‌هایی از قبیل



۶-۲- فلزگدازی و فرآوری^۹

پاره‌ای از پژوهشگران، مردمان تمدن‌های اولیه دره‌های مصر، بابل، سند و جیحون را نخستین گدازندگان فلزها می‌دانند. چنان‌که در توصیف به کارگیری فلزها و مواد معدنی گفته شد، کاوش‌های اخیر نشان داده است که فعالیت‌های فلزگدازی در این تمدن‌ها نسبت به ایران دیرتر صورت گرفته است. کوره‌های ذوب کهن و سرباره‌های باقیمانده از آنها در مناطق یزد، کرمان، قم، کاشان، اراک، خراسان، همچنین در دامنه رشته کوه‌های بلوچستان مانند سرباره‌های معدنی مس چهل کوره و معادن متروکه سرب و روی بین ناحیه خارستان و بیدستر تفتان حاکی از مهارت نیاکان ما در امر استحصال فلزها از مواد معدنی است و نشان از آن دارد که از هزاران سال پیش، مردم ایران با این فلز آشنا بوده‌اند. همچنین برای جدا کردن طلا و نقره، از استخوان حیوانات استفاده می‌کرده‌اند. در اینجا جهت آشنایی صنعت فلزکاری و فرآوری معدنی در ایران باستان به روش فرآوری تهیه توتیا و غال‌گدازی طلا از سنگ معدن که در ایران باستان وجود داشته و هنوز هم مرسوم است، اشاره می‌کنیم.



نمایی از محوطه باستانی چاهک



نمایی از محوطه باستانی چاهک

۶-۲-۱- توتیا و فرآوری آن^{۱۰}

فلز روی در قرن هفدهم میلادی توسط پاراسلسوس کشف شده است در حالی که براساس تحقیقات «لوفر» توتیا از جمله صادرات ایران در زمان ساسانیان «یعنی حداقل هزار سال قبل از کشف عنصر روی» بوده است. توتیا ماده شیمیایی اکسید روی (ZnO) است. این ماده در ایران باستان به خصوص زمان ساسانیان تولید می‌شد و مصرف طبی و صنعتی داشت و افزون بر مصرف داخلی به اغلب نقاط جهان صادر می‌شده است. اکسید روی در طبیعت به طور نادر وجود دارد؛ ولی بر اثر حرارت در کوره‌های باستانی از سنگ‌های دارای روی تولید می‌گردید. واژه توتیا در اصل معرب کلمه دودها یا دودی‌یای فارسی است که صنعت تولید آن را می‌نماید.

۹ قربانی، منصور، ۱۳۸۱، زمین‌شناسی اقتصادی ذخایر معدنی و طبیعی ایران
 ۱۰ قربانی، منصور، ۱۳۸۱، زمین‌شناسی اقتصادی ذخایر معدنی و طبیعی ایران



در کوره‌های تولید توتیا که ساختمانی دو طبقه داشته‌اند سنگ‌های دارای روی را برای حرارت در قسمت پایینی قرار می‌دادند و آن را حرارت می‌دادند (حدود ۹۰۰ درجه) و در قسمت بالای کوره یک صفحه مشبک بوده که در آنها میخ‌های سفالین می‌چیده‌اند. در اثر حرارت بخارهای روی متصاعد می‌شده و روی میخ سفالین می‌نشسته و در نهایت ماده جامد نهایی که از سطح میخ‌های سفالین تراشیده و جدا می‌شود همان توتیا بوده است. علت عدم امکان تهیه عنصر روی به طور خالص از سنگ معدن این بوده است که برای فرآوری این فلز باید اکسید روی را در حرارت ۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰ درجه سانتی‌گراد در مجاورت زغال و در ظروف سربسته احیا نمود ولی فلز روی در ۹۰۶ درجه بخار می‌شود و از این درجه حرارت به بعد به صورت بخار موجود است که باید بدون مجاور شدن با هوا، سرد شود اما در گذشته به علت این که تمام کارها در مجاورت هوا صورت می‌گرفته محصول نهایی، «اکسید روی» بوده است.



توتیا یا اکسید روی

۶-۲-۲-غال گذاری

فن غال‌گذاری (Cupellation Technic) بعد از عمل طلاشویی، از مهم‌ترین و اولین روش‌های استحصال طلا (و سایر فلزات گرانبها) از سنگ معدن بوده که از دوره‌های پیش از تاریخ در ایران معمول بوده است. استفاده از این روش در دوره رنسانس هم در اروپا (به خصوص جهت استحصال نقره) متداول بود. این شیوه استحصال، حتی امروزه نیز به عنوان بخشی از روش تجزیه حرارتی (Fire assay) در بعضی آزمایشگاه‌های طلا و نقره به کار می‌رود. اساس این روش بر استفاده از خواص شیمیایی و تا حدودی فیزیکی سرب، طلا و ... استوار است. به این ترتیب که سرب مذاب به علت جاذبه شدید شیمیایی نسبت به فلزات گرانبها به عنوان جمع‌آوری‌کننده آنها به کار می‌رود.

خلاصه‌ای از مراحل این فن در دو مرحله عملیاتی به شرح زیر ارائه می‌گردد.
الف) عملیات آماده‌سازی و ذوب سنگ معدن حاوی فلزات گرانبها، به عنوان مرحله قبل از عملیات غال‌گذاری، طی مراحل زیر انجام می‌شود.

۱۱ قربانی، منصور، ۱۳۸۱، زمین‌شناسی اقتصادی ذخایر معدنی و طبیعی ایران



- ابتدا سنگ معدن طلا پودر می‌شود، سپس مخلوطی از پودر سنگ معدن، اکسید سرب (PbO)، زغال و مواد کمک ذوب (خاکستر و بوره، از نمک‌های اسید بوریک) کاملاً با هم مخلوط گردیده و روی این مخلوط به منظور جلوگیری از اکسید شدن به وسیله قشری از نمک طعام پوشانده می‌شود.

- مخلوط فوق را در حدود ۱۰۰۰ درجه سانتیگراد حرارت می‌دادند (این درجه حرارت توسط آزمایش‌های امروزی مشخص شده است).

- در چنین حرارتی یکسری فعل و انفعالات شیمیایی بین مواد کمک ذوب، لیتاژ (PbO) زغال و سنگ معدن صورت گرفته که طی آن لیتاژ به سرب احیا می‌شود. سپس سرب احیاشده از لیتاژ (به علت اختلاف زیاد وزن مخصوص) به صورت ذرات ریز از داخل مواد مذاب و سرباره به طرف پایین سقوط کرده با جمع‌آوری تمام ذرات طلا و نقره در پایین و کف کوره جمع می‌گردد.

- در پایان سرب را همراه با فلز گرانبها و سرباره از کوره خارج کرده و پس از خنک شدن، سرب که در قسمت پایین جمع شده به وسیله چکش از سرباره جدا می‌کردند.



لیتاژ یا اکسید سرب

ب) عملیات غال‌گذاری (Cupellation Technic): در مرحله غال‌گذاری، فلزات گرانبها (طلا و نقره) که طی عملیات ذوب به صورت مخلوط همراه سرب درآمده‌اند، در اثر اکسید شدن سرب به لیتاژ از آن جدا می‌شوند. فرآیند غال‌گذاری به طور خلاصه طی مراحل زیر انجام می‌پذیرد.

- سرب حاصل از مرحله ذوب درون یک غال که شکل امروزی آن کوپل (Cupell) است قرار داده می‌شود. این غال قبلاً در حرارت حدود نقطه ذوب لیتاژ درون کوره گرم شده است. غال ظرفی است با سطح فوقانی مقعر جهت قرار دادن سرب که از ۹۰ درصد خاکستر استخوان و مقداری سیمان و آب ساخته می‌شده است. قدرت جذب غال معادل هم وزن خود، از لیتاژ است.



- پس از قرار دادن سرب، مدتی در کوره را می‌بندند. سپس کمی آن را باز می‌کنند تا شرایط اکسیدکننده درون کوره ایجاد شود (حرارت کوره نزدیک به ۸۷۵ درجه سانتیگراد نگه داشته می‌شود) به این ترتیب سرب مذاب اکسیده شده به صورت لیتاژ به داخل گال نفوذ می‌کند و جذب می‌شود.

- چون نقطه ذوب طلا (۱۰۶۴ درجه) و نقره (۹۶۱ درجه) بیشتر از درجه حرارت کوره (نقطه ذوب لیتاژ ۸۷۵ درجه سانتیگراد) است، پس از جذب کامل لیتاژ در داخل گال گره‌های منجمد شده این فلزات بر سطح گال باقی خواهند ماند.



گال یا کوپل



گال یا کوپل

۷- انواع مواد معدنی و معدنکاری آن در ایران

ایرانی‌ها از دیرباز با روش‌های متفاوتی قادر به استخراج و ذوب فلزات بوده‌اند. ابتدایی‌ترین روش در معدنکاری شدادی با برپایی آتش برای داغ کردن سنگ‌ها و متعاقباً سرد کردن آنها به منظور ایجاد ترک و در نهایت توسط ضربه زدن بر درزها به وسیله گوه و پتک صورت می‌گرفت. روند استخراج و متالورژی در فلات ایران تا هزاره‌های بعدی ادامه و وسعت یافته، به گونه‌ای که شواهدی از استخراج روباز امروزی، متعلق به دوره پارسی و ساسانی در جنوب "تل ابلیس" در مکانی به نام "تل همی" یافت شده است. همچنین در این نواحی شواهد متالورژی، از قبیل توده بسیار بزرگ از سرباره‌های ذوب مس در حد وسیع مشاهده شده است. در حدود سال‌های ۳۲۰۰ تا ۳۶۰۰ قبل از میلاد، شواهدی از تغییرات مهمی در متالورژی تپه یحیی در "دره سوقون" مشاهده می‌شود. در این دوره پس از مدت‌ها کار با مس طبیعی، روش‌های پیچیده‌تری برای کار با سولفید و پلی‌متال‌های تکوین یافته و به چشم می‌خورد. وجود برنز در معدن "شیخ علی" به مفهوم کشف و متالورژی کانی‌های پیچیده‌تری مانند کالکوپریت و اسفالریت در این منطقه است. در "کوخت یزد" و در "قلعه زری" در شمال دشت لوت و "چهل کوره" در سیستان شواهدی از بهره‌برداری معادن در دوران ساسانی مشاهده می‌شود که در مقیاس وسیعی مورد استخراج قرار می‌گرفتند. ساسانیان در بهره‌برداری از ذخایر بزرگ کاملاً منظم و از یک سیستم مرکزی استفاده می‌کردند. مواد معدنی استخراج شده در این ادوار از مجموعه معادن پیرامونی، به یک مکان فرآوری مرکزی ارسال می‌شده است که شامل تمامی تاسیسات، از جمله اقامتگاه بوده است. ادامه این روند در دوره اسلامی نیز به چشم می‌خورد با این تفاوت که ضمن شباهت کلی با روش استخراج و فرآوری با دوره پیشین، تفاوت‌هایی از قبیل



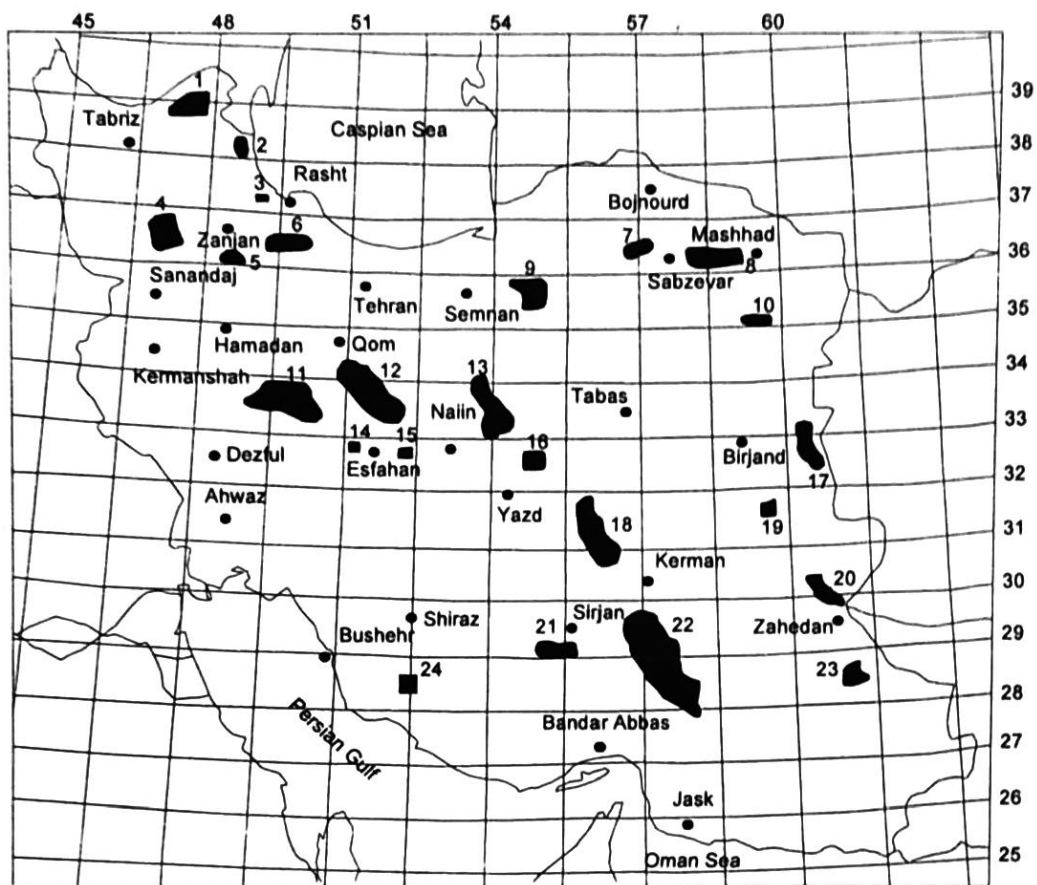
عمیق‌تر شدن چاه‌ها و احداث دسترسی‌های شیب‌دار نیز در این معادن مشاهده می‌شود. استخراج پسر و حتی استخراج طبقات فرعی و همچنین وجود حفره‌های روشنایی و چاه‌های تهویه در این دوران گزارش شده است. در "ارجین" زنجان نیز مجموعه کاملی از تاسیسات فرآوری به شکل فوق‌الذکر به همراه اقامتگاه مربوطه کشف شده است. این نحوه آماده‌سازی معادن که در هزاره اول قبل از میلاد در ایران شکل گرفته بود عملاً تا معرفی روش‌های نوین معدن‌کاری اروپایی در قرن نوزده و بیست میلادی حفظ شده است. در دوران ساسانی در محلی به نام "دره چشمه گل" استخراج آهن به کمک تونل‌زنی صورت گرفته و ذوب در کوره‌ها به کمک دمش انجام شده است. وضعیت سرباره‌های ذوب و نازل Y شکل دمش، حاکی از عملکرد مطلوب کوره و تکنولوژی پیشرفته به کار رفته در عصر خود هستند. استخراج طلا در دوران ساسانی با کمک شیار خارهای هم‌مرکز برای آسیا کردن طلای حاوی ماسه‌های کوارتزی انجام می‌شده است. این آسیاها متعددند و ماده معدنی پس از آسیا شدن با آب شسته شده و یا بدون شستشو و به کمک ملقمه‌سازی توسط جیوه فرآوری می‌شده است. منابع سینابر HgS به عنوان منبعی برای تامین جیوه در این ناحیه در "کوه‌های افشار" در نزدیکی "تخت سلیمان" وجود دارند. در مناطق زیر آثار معدن‌کاری کهن پیدا شده است که در روی نقشه مناطق معدنکاری در ایران قدیم^{۱۲} نیز مشخص شده‌اند:

- اهر (مس، طلا، آهن)
- اردبیل (مس)
- ماسوله (آهن)
- تکاب (طلا، آرسنیک، جیوه)
- زنجان (آهن، طلا)
- طارم (مس، طلا، سرب)
- عباس‌آباد (مس)
- نیشابور (فیروزه، طلا)
- شرق دامغان (طلا، مس، فیروزه)
- تربت حیدریه (طلا، آرسنیک)
- آهنگران - شمس‌آباد (شمال لرستان - سرب، طلا، نقره، آهن، قلع)
- قم - کاشان (مس، طلا، آهن)
- انارک (مس، سرب، جیوه، طلا)
- داران - نجف‌آباد (سرب، روی)
- اصفهان (روی، سرب)
- زرین (اردکان - طلا)
- آهنگران (سرب، طلا، نقره، آهن، قلع)

۱۲ قربانی، منصور، ۱۳۸۱، زمین‌شناسی اقتصادی ذخایر معدنی و طبیعی ایران



- بافق - کوهبنان (مس، طلا، آهن)
- قلعه زری (مس، طلا)
- لار - آساجی (مس، طلا)
- نیریز (آهن)
- کرمان (مس، طلا، فیروزه)
- خارستان (سرب، جیوه، طلا)
- کوه سرمه (سرب، روی)



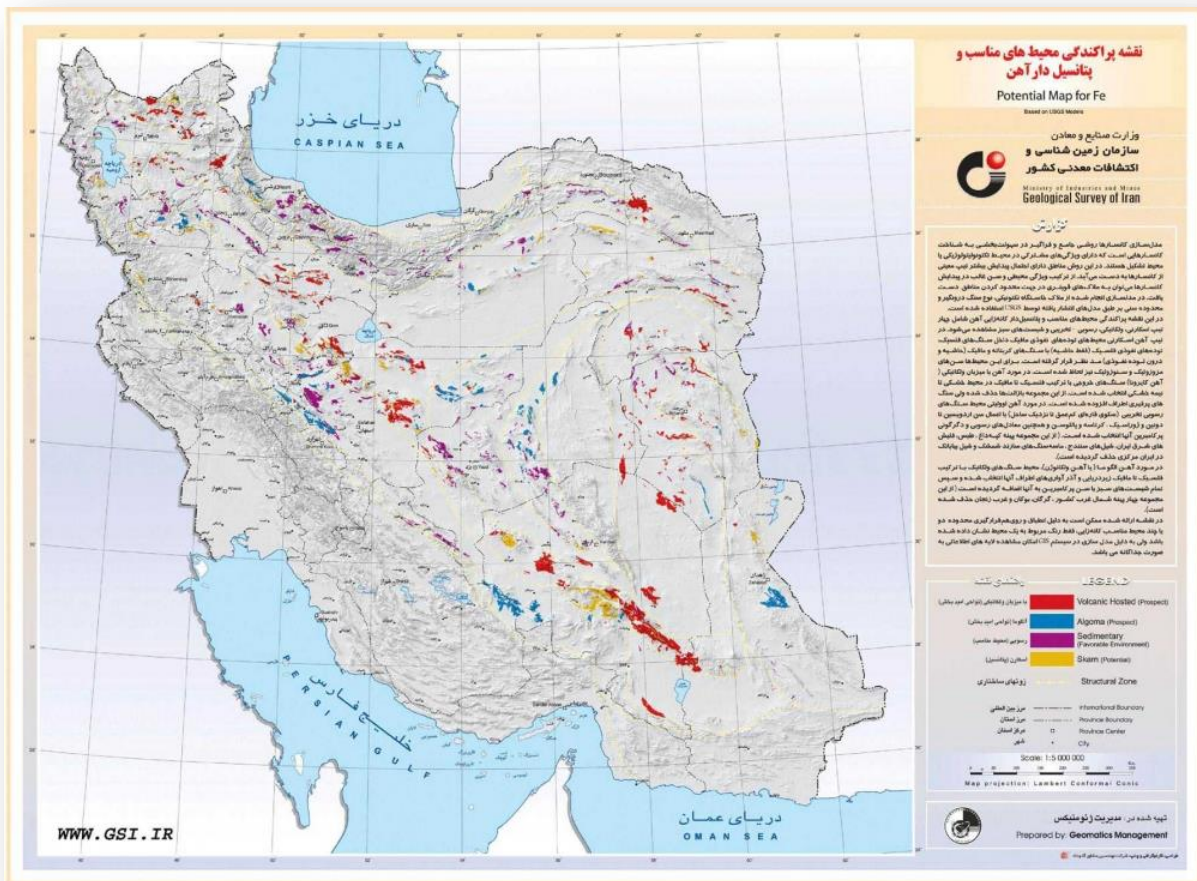
1- Ahar area (Cu, Au, Fe), 2- Ardabil area (Cu), 3- Masooleh area (Fe), 4- Takab area (Shiz) (Au, As, Ag), 5- Zanjan area (Fe, Au), 6- Tarom area (Cu, Au, Pb), 7- Abbas Abad area (Cu), 8- Neyshabour area (Tr, Au), 9- West of Damghah (Au, Cu, Tr), 10- Torbat areas (Au, As), 11- Ahangaran-Shamsabad (North area of Lorestan) (Pb, Au, Ag, Fe, Sn), 12- Qom-Kashan area (Cu, Au, Fe), 13- Anarak area (Cu, Pb, Ag, Au), 14- Daran - Najaf Abad (Pb, Zn), 15- Esfahan area (Zn, Pb), 16- Zarin area (Ardakan) (Au), 17- Ahangaran area (Cu, Fe, Pb, Ag), 18- Bafq - Kuh Banan (Zn, Pb), 19- Ghaleh Zari area (Cu), 20- Lar - Asagi area (Cu, Au), 21- Neyriz area (Fe), 22- Kerman area (Cu, Au, Tr), 23- Kharestan area (Pb, Ag, Au), 24- Kuh Sormeh area (Pb, Zn).

مناطق معدنکاری در ایران قدیم



۷-۱- آهن

یافته‌های باستان‌شناسی بر این گواهی می‌دهند که شناخت و کاربرد آهن تاریخی ۶ هزار ساله دارد. گلوله‌های متعدد آهنی از جنس هماتیت طبیعی از هزاره پنجم پیش از میلاد در تپه سیلک کاشان کشف شده‌اند. یکی دیگر از قدیمی‌ترین شواهد مربوط به استخراج آهن متعلق به دوره پیش از تشکیل امپراتوری هخامنشی در هنشک واقع در شصت کیلومتری شمال پاسارگاد است. مصرف آهن احیا شده به وسیله ذوب در اواخر هزاره دوم پیش از میلاد آغاز شده و تنها پس از قرون ۱۰ و ۱۱ پیش از میلاد است که اشیاء آهنی به مرور در اشکالی از قبیل ابزار، سلاح و حتی به صورت زیورآلات مورد استفاده قرار گرفته‌اند. بررسی منطقه‌ای به نام حسنلو متعلق به قرن نهم پیش از میلاد نشان می‌دهد که در این دوره آهن برای تولید ابزار و مصارف نظامی به کار رفته است. در دوران ساسانی استخراج آهن از منابع چند فلزی متداول شد و آهنگران ملایر و کوه غار قزوین شواهدی بر این مدعا می‌باشند. آثاری از استخراج معادن آهن مربوط به دوران اسلامی در غور واقع در فیروزآباد، دماوند و همدان گزارش شده است. نیریز و گل گهر نیز از جمله نواحی هستند که در این دوره برای استحصال آهن مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند. در خصوص منابع بزرگ فعلی آهن در کشور همچون چغارت، چادرملو، گل گهر و سنگان، همگی در عهد باستان مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند و از کانسارهای کوچک امروزی می‌توان به ماسوله، کاوند، آهنگران، شمس آباد و خوگان اشاره کرد.



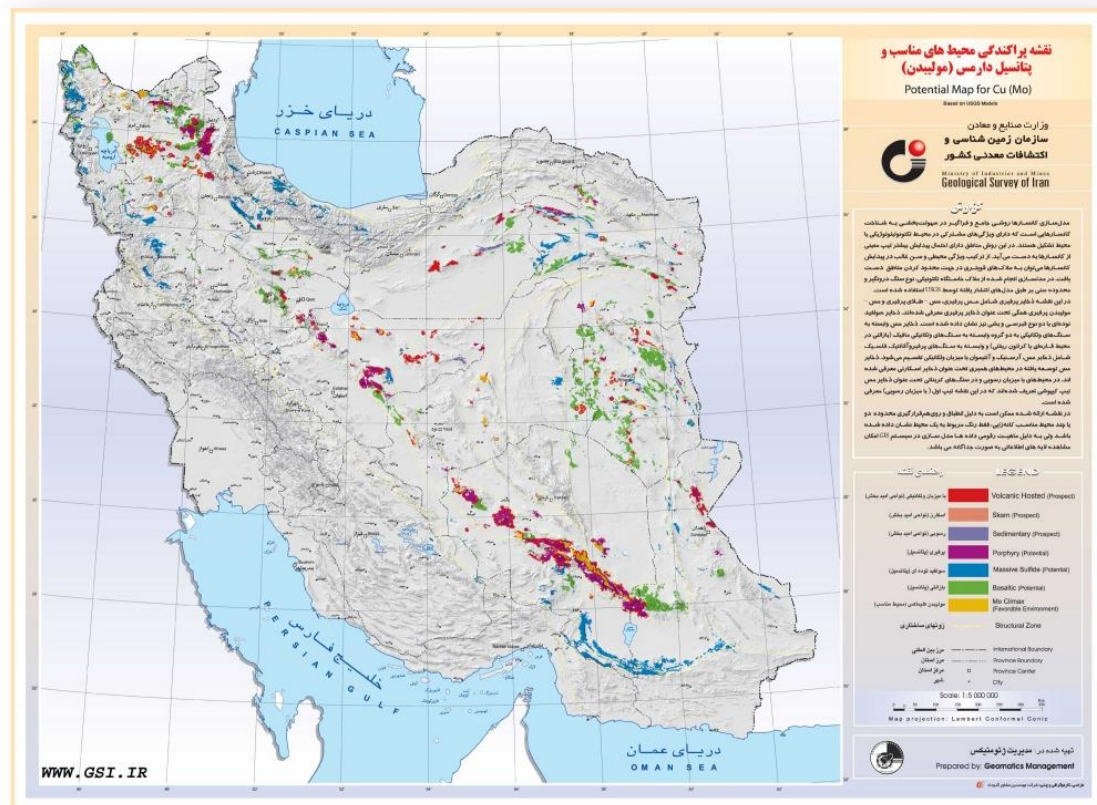


۷-۲- مس

به نظر می‌رسد که مس نخستین بار در ایران شناخته شده و به کار رفته است؛ قدیمی‌ترین معدن مس ایران، معدن مس تل‌مسی در نزدیکی انارک بوده و نقطه‌ای که تاکنون قدیمی‌ترین اطلاعات را درباره ذوب مس از آنجا به دست داده، "تپه سیلک" کاشان می‌باشد.

از دیدگاه متالورژی در هزاره چهارم و پنجم پیش از میلاد، صنعتگران ایرانی، می‌توانستند حرارت کافی را برای ذوب تمام فلزهای شناخته شده آن عصر ایجاد نمایند و پس از آن قادر به ذوب کوپریت و مالاکیت به وسیله زغال شدند. در تپه اریسمان کوره‌های ذوب زیادی که متعلق به هزاره سوم پیش از میلاد هستند همراه توده بزرگی از سربار ذوب یافت شده است که منبع تامین ماده معدنی این تاسیسات، معدن وشنوه قم بوده است. نظیر این تاسیسات در هزاره سوم پیش از میلاد در کل فلات ایران تنها در شهداد کرمان کشف شده است. در دوره‌های بعد، صنعت ذوب فلز رو به تکامل نهاد، به گونه‌ای که در دوره هخامنشی، توانستند نمونه‌های جالبی از اشیاء و ابزار مسی و مفرغی تهیه نمایند، در این دوره، از مس، سکه نیز ضرب شده است.

از نقطه نظر نوع کانی سازی مس، ایرانیان باستان متوجه انواع کانسارهای مس طبیعی، رگه‌ای و پورفیری بوده‌اند. منابع بزرگ مس در انارک، مس تلمسی و مسکنی و ذخایر مس ارسنیکی در تکنار، مرکز ایران و وشنوه قم گزارش شده است. دامن جلا و وشنوه مثال‌هایی از استخراج مس رگه‌ای در ایران قدیم هستند و از قلعه زری نیز می‌توان به عنوان ذخایر باستانی پورفیری نام برد. اشیای مسی و مفرغی که در نقاط مختلف ایران در اثر کاوش‌های باستان‌شناسی به دست آمده، نشان می‌دهد که در عهد باستان در بخش‌های زیادی از کشور معادن مس استفاده می‌شده است.





۷-۳- طلا

استفاده از طلا در ایران از هزاره‌های پیش از میلاد نیز فراتر بوده است. نخستین بار در ایران سکه طلا در دوره هخامنشی ضرب شد و در دوره ساسانی، ظروف، ابزار و اشیای ایرانی از طلا ساخته می‌شد. شواهد تاریخی به معدنکاری باستانی طلا در خویناری آذربایجان، معدن خرابه در شمال زره شوران، کوه زر در سمنان و زرتشت در جنوب کرمان دلالت دارد. شواهد نشان می‌دهد که در هزاره سوم پیش از میلاد، کرمان یکی از منابع مهم طلای تمدن سومر بوده است. باطله‌های انباشته شده در زره شوران و یار عزیز واقع در شمال غرب تخت سلیمان، حاکی از تلاش‌های انجام شده برای جداسازی طلا از ماسه است. در معدن طلای "موته" شواهدی از دوره ساسانی یافت می‌شود. در حال حاضر ۱۳ منبع استحصال مستقیم طلا در ایران وجود دارد که در تمامی آنها شواهد استخراج در عهد باستان وجود دارد.

۷-۴- نقره

نقره در ایران از اواخر هزاره چهارم و اوایل هزاره سوم پیش از میلاد شناخته و استخراج شده است. در دوره ساسانیان، نقره کاری در ایران پیشرفت نمود و هم‌اکنون بسیاری از ظروف نقره‌کاری آن عهد، در موزه‌ها وجود دارد. در این دوره، توجه به ظروف نقره‌ای و صنعت نقره‌کاری، رونق معادن نقره را نیز در پی داشت. از آنجایی که ایرانیان عموماً نقره را همراه با کانسنگ‌های سرب یافته بودند، کانسنگ‌های سرب نقره‌دار بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند؛ و وجود نام‌های جغرافیایی دره‌نقره، کوه‌نقره و کمرنقره در بسیاری از مناطق سرب و روی‌دار ایران و یا کوه زردان نقره‌ای در شمال خاور تفتان، حاکی از این نکته است. پس از اسلام و با محدود شدن ساخت ظروف نقره‌ای، صنعت‌گران به ساختن ظروف برنجی همت گماشتند.

۷-۵- سرب و روی

سرب در معدن نخلک از هزاره چهارم قبل از میلاد تا هزاره اول بعد از میلاد همواره مورد توجه معدن‌کاران فلات ایران بوده است. در شهرهای سیال، اریسمان، حصار و شکین نیز شواهدی از معدن‌کاری و متالورژی سرب در دوران باستان دیده شده است. در عهد باستان از فلز روی علاوه بر مصرف به عنوان فلز، برای تهیه توتیا نیز استفاده می‌شده است. در رشته کوه‌های البرز، دنا و الیکا آثاری از استخراج روی متعلق به دوره ساسانی و دوران اسلامی گزارش شده است. در معادن "کوه سرمه" و "خانه سرمه"، سولفید سرب (گالن) مستقیماً و بدون ذوب کردن برای تولید سرمه مورد استفاده قرار می‌گرفته است. در دوره پیش از اسلام، سرب به عنوان ملات در کارهای ساختمانی، سدسازی و پل‌سازی و نیز ساختن برخی ظروف نیز استفاده می‌شد.



۷-۶- قلع

از منظر باستان‌شناسان، قلع از اواخر هزاره سوم قبل از میلاد در ایران برای ساختن مفرغ به کار می‌رفته است. در اشیای مفرغی به دست آمده از کاوش‌های باستانی تا ۲۵ درصد قلع وجود داشته است. مورخان از ۷ نقطه ایران شامل شمال خراسان، استرآباد، سیستان، اطراف دریای خزر، لرستان، نزدیک کوهبنان کرمان و نزدیک تبریز نام برده‌اند که در آنها معادن قلع وجود داشته است.

۷-۷- نمک

نمک در ایران شاید از شش هزار سال قبل از میلاد مورد استفاده قرار گرفته باشد، از زمان استقرار آریایی‌ها نمک در ایران مصرف می‌شده است. در دوره‌های بعد در کتب مورخین یونانی (مثلاً هرودوت) به معادن نمک ایران اشاره شده است. یکی از جاذبه‌های زمین‌گردشگری کشورمان، معدن نمک چهرآباد زنجان می‌باشد که در حال حاضر نمک صنعتی از آن استخراج می‌شود اما ارزش و دارایی ملی این معدن بیش از ذخیره موجود نمک آن است که برای پاشیدن بر روی جاده‌ها و ممانعت از یخ زدگی سطح معابر خیابانها از آن استفاده می‌شود. این سایت معدنی دارای ارزش‌های مربوط به میراث معدنکاری کشور است که طبق سن یابی مومیایی‌های معدنکاران یافت شده در آن ۲۵۰۰ سال تاریخ معدنکاری در منطقه زنجان و کشور ایران را نشان می‌دهد، برگزاری تورهای زمین‌گردشگری و توضیحات راهنمایان زمین‌گردشگری که در این خصوص از میان مهندسان معدن نیز انتخاب می‌شوند، ارزش شگرفی در شناسایی قدمت معدنکاری ایران در کنار مسایل فنی مربوط به گذشته معدنکاری و مسایل فرهنگی آن دوران به مردم داخل کشور و جهانیان خواهد داشت. این معدن در مقایسه با نمونه‌های جهان دومین معدن نمک جهان از لحاظ وجود آثار معدنکاری باستانی و تنها معدن نمک جهان از نظر کشف ۶ مومیایی با قدمت ۱۷۰۰ تا ۲۳۰۰ مربوط به کارگران و ناظران معدن است.

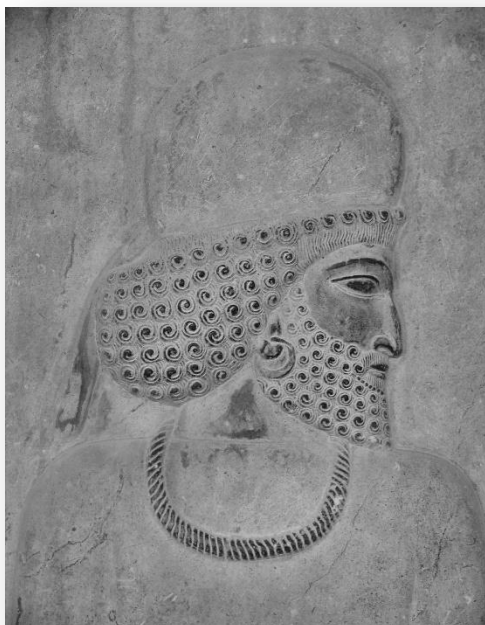


نمایی از معدن نمک چهرآباد، زنجان



۷-۸ - گوهرهای قیمتی و نیمه قیمتی

از همان آغاز تاریخ، همواره گوهرها و زیورها مورد توجه مردم ایران بوده است. فیروزه از هفت هزار سال پیش در ایران شناخته شده بود. نمونه‌ای که در کاوش‌های باستان‌شناسی به دست آمده، نشان می‌دهد که فیروزه در هزاره دوم پیش از میلاد، به عنوان سنگ زینتی استفاده شده است. به جز معدن فیروزه نیشابور، از معادن فیروزه کرمان، زنجان، دامغان، فرغانه، خوارزم، غزنین و ... می‌توان نیز یاد کرد. لاجورد در دوره مادها فراوان بوده است و معدن آن را نزدیک کوه دماوند می‌دانستند؛ اما تاکنون در آنجا نشانی از این کانی دیده نشده است. در دوره هخامنشی، لاجورد را کبوتکه می‌نامیدند. در دوره ساسانی، مصرف لاجورد زیادتر شد، به گونه‌ای که سقف تاق تیسفون و همچنین مجسمه‌های مختلف از لاجورد ساخته شده بود. البته در بدخشان که جزو سرزمین ایران آن زمان بوده، لاجورد فراوان است. مالاکیت که به دهنه مشهور است، بسیار پیش از دوره هخامنشی در ایران شناخته شده بود. در نوشته‌های آشوری اشاره شده است که ایرانیان، مالاکیت را احیا و از آن مس به دست می‌آوردند. در دوره ساسانی و هخامنشی از مالاکیت ظروف و زینت‌آلات می‌ساختند. در خصوص یشم، پزشکان ایرانی معتقد به خاصیت دارویی آن بوده و این کانی را برای معالجه امراض کلیه، مفید می‌دانستند. همچنین در خصوص زیرکن نیز به گمان بسیاری از محققان این ماده معدنی ریشه ایرانی دارد، زیرا بلورهای زیبای زیرکن، رنگ زرد یا همان زرین طلایی دارند و در فارسی به آن زرگون گفته شده است. همچنین در مستندات تاریخی از معادن لعل بدخشان نیز یاد شده است.



نقش برجسته بر دیوار تخت جمشید، نشان از استفاده پادشاهان از زیور آلات است



گردنبند دوره ساسانی که با سنگ لاجورد تزیین شده است.



۷-۹- معدن سوزنگر، شوشتر

آفرینش سازه‌های آبی شوشتر که امروزه آن‌ها را، بنا به اسناد یونسکو، به عنوان «شاهکاری از نبوغ و خلاقیت بشری» می‌شناسیم، شاید در جغرافیا و محیطی دیگر، دست‌کم به این شکل، ممکن نمی‌بود. این «شاهکارها» که طی دوره‌های مختلف و در زمانی دراز پدید آمده‌اند، به همان میزان که مدیون خلاقیت و پشتکار سازندگانشان هستند، وام‌دار زیست‌بوم و منابعی هستند که مواد و مصالح این آثار را تأمین کرده‌اند. بنابراین، ده‌ها و صدها هزار قطعه سنگی که اجزای کالبد و جسم این «شاهکار» را تشکیل داده جزو لاینفک این اثر جهانی محسوب می‌شوند. اما، این مکعب‌های سنگی تراش‌خورده کوچک و بزرگ از کجا آمده‌اند؟ در یک کیلومتری شرق پل بند میزان، شمالی‌ترین سازه آبی این پرونده، در محلی به نام «چشمه سوزنگر»، محدوده‌ای گسترده با بستری از صخره‌های ماسه‌سنگی وجود دارد که در جای‌جای آن رد و نشان معدنکاری باستانی دیده می‌شود. به نظر می‌رسد که این محدوده یکی از عمده‌ترین منابع و معادن تأمین مواد و مصالح برای خلق «شاهکار» سازه‌های آبی شوشتر بوده است. شواهد نشان می‌دهد که برای برداشت سنگ از معدن باستانی سوزنگر غالباً از روش شکاف‌اندازی (splitting) استفاده شده است. در واقع، با حفر چاله‌های کوچک در امتداد محدوده‌ای که مطلوب شناخته می‌شده و سپس قرار دادن گوه‌های آهنی در درون آن‌ها اقدام به جداسازی و برداشت بلوک‌های سنگی می‌کرده‌اند.



نمایی از معدن و تاسیسات سوزنگر، شوشتر



۱۰-۷- معدن گوگرد دلازیان

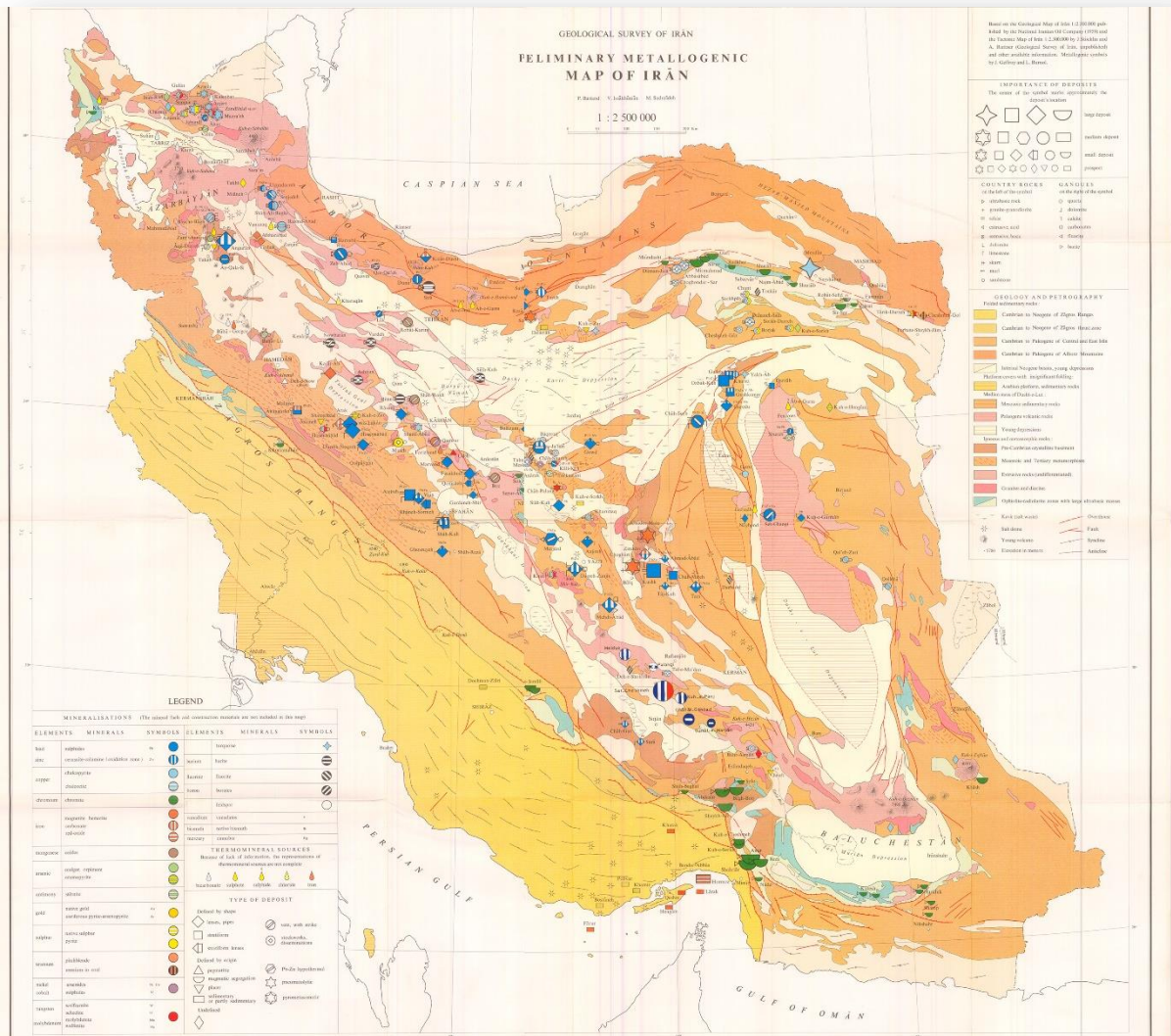
در این معدن، غارهایی از حدود ۴۰۰ سال قبل با دست‌کنده شده و ستون‌های زیبایی برای جلوگیری از ریزش سقف آن تعبیه شده است. سوراخ‌هایی به قطر یک متر از سطح زمین به سقف غارها به ارتفاع ۱۰ الی ۵۰ متر حفاری شده که مقداری از نور داخل تالارهای غار را تامین کرده و در عین حال مانند یک سیستم تهویه بسیار قوی عمل می‌کند. بنا بر کتب تاریخی این معدن زیبا از زمان صفویه بهره‌برداری و تا حدود ۳۰ سال قبل نیز به صورت دست‌کن فعال بوده است. از آن زمان به همین شکل رها شده و متروکه گشته است، در صورتی که معدن‌های دست‌کن محدودی در ایران وجود دارد که ارزش تاریخی دارند. در این معدن گمانه‌هایی وجود دارد که در واقع چاه‌های قائمی هستند که هم به عنوان سیستم اکتشافی رگه‌های غنی از گوگرد به کار می‌رفته و هم حکم مجاری تهویه هوا از دخمه‌های استخراج معدن را داشته است. تونل‌های بزرگ زیر زمینی قبل از پیدایش و ورود لودر و بلدوزر به منطقه، تماماً با ابزار ابتدایی و بعد از حفر چاه‌های عمودی در زیر زمین حفر شده‌اند. علیرغم اینکه سال‌هاست که با حفاری ماشین‌آلات جدید دهانه این تونل‌ها به سطح باز شده اما همچنان بوی گوگرد در این حفره‌ها آزار دهنده است. متأسفانه طی سال‌های اخیر این معدن جهت بهره‌برداری روباز به بخش خصوصی اجاره داده شد و حاصل آن تخریب قسمت‌های زیادی از تونل‌های زیبای آن بود. لازم به ذکر است این معدن به شماره ۳۱۱۴۱ در فهرست میراث ملی ثبت شد.



نمایی از معدن متروکه گوگرد دلازیان، سمنان



۸- نمونه معادن فعال ایران (فلزی و غیر فلزی)^{۱۳}



نقشه متالوژنی ایران

نتایج آمارگیری سال ۱۳۹۲ معادن کشور نشان می‌دهد که در این سال تعداد ۵۴۴۵ معدن در حال بهره‌برداری در کشور وجود داشته است. از این تعداد، معادن شن و ماسه، سنگ تزئینی و سنگ لاشه به ترتیب با ۱۴۳۷، ۸۵۹ و ۷۷۱ معدن بیش‌ترین تعداد را دارا بوده‌اند.

توزیع استانی معادن می‌دهد که استان‌های کرمان، خراسان رضوی، اصفهان به ترتیب با ۴۸۷، ۴۷۹ و ۴۱۲ معدن بیش‌ترین تعداد معادن در حال بهره‌برداری را داشته‌اند.

۱۳ پایگاه ملی داده‌های علوم زمین کشور



ایران با دارا بودن ۳۷ میلیارد تن ذخایر قطعی معدنی یکی از غنی‌ترین کشورهای معدنی دنیاست به طوری که وجود معدنی چون مس سرچشمه و سنگ‌آهن چادرملو سبب شده تا ایران دو معدن از پر عیارترین و منحصر به فردترین معادن دنیا را به نام خود ثبت کند.

۸-۱- معدن مس سرچشمه

در ۱۶۰ کیلومتری جنوب غربی کرمان و ۵۰ کیلومتری جنوب رفسنجان و در ناحیه مرکزی رشته کوه زاگرس قرار گرفته‌است.

این معدن یکی از بزرگترین معادن روباز جهان و نیز یکی از بزرگترین مجتمع‌های صنعتی معدنی جهان شمار می‌رود و در عین حال بزرگ‌ترین تولیدکننده مس ایران می‌باشد.

ذخیره زمین‌شناسی معدن بالغ بر یک میلیارد و دویست میلیون تن سنگ سولفوری با عیار متوسط ۰/۷ درصد برآورد گردیده.

معدن مس سرچشمه از دیدگاه زمین‌شناسی بر روی کمربند جهانی مس قرار داشته و پهنه گسترش آن از جنوب خاوری تا شمال باختری به صورت یک محدوده بیضوی با ابعاد ۱۲۰۰×۲۳۰۰ متر و ژرفای ۱۶۱۲ متر می‌باشد. ساختار معدنی در این منطقه به صورت چند بافتی (پورفیری) بوده و نوع سنگ منطقه از نوع گرانودیوریت و زمان تشکیل آن حدود ۲۵ میلیون سال پیش می‌باشد.

بخش‌های تولیدی مجتمع مس سرچشمه عبارت از معدن، تغلیظ، ذوب، پالایشگاه و ریخته‌گری‌ها و لیچینگ است.



نمایی از معدن مس سرچشمه



۸-۲- معدن مس سونگون

معدن مس سونگون و کارخانه تولید مس سونگون در استان آذربایجان شرقی واقع شده و فاصله این کانسار از شهر تبریز ۱۳۰ کیلومتر، از اهر ۷۵ کیلومتر و از ورزقان ۳۰ کیلومتر بوده و در محدوده روستای تخریب شده سونگون واقع است. این معدن در یک منطقه کوهستانی با متوسط ارتفاع ۲۰۰۰ متر بالای سطح دریا واقع شده و در شمال باختری ایران بر روی کمر بند مس جهانی قرار دارد.

این کانسار به صورت توده نفوذی، بر روی رشته کوه‌های ارسباران (قره داغ) قرار گرفته است، بدین ترتیب اختلاف ارتفاع در محدوده معدن حدود ۷۵۰ متر می‌باشد که سبب ایجاد توپوگرافی شدید و دامنه‌های پرشیب شده است. کانسار شامل کانی‌های مس و مولیبدن است و دومین تولید کننده مس ایران می‌باشد.

ذخیره احتمالی این معدن بیش از یک میلیارد تن و ذخیره قابل استخراج آن حدود ۷۹۶ میلیون تن برآورد شده است که در مجموع کل ذخایر قطعی، احتمالی و ممکن در محدوده کانسار سونگون حدود ۱/۷ میلیارد تن سنگ مس با عیار ۰/۶۱٪ است.

در این معدن غیر از فلز با ارزش مس؛ مولیبدن، طلا، نقره و دیگر عناصر با اهمیت به صورت فلزات همراه وجود دارند.



نمایی از معدن مس سونگون



۸-۳- معدن مس میدوک

معدن مس میدوک در ۴۲ کیلومتری شمال شرقی شهر بابک از توابع استان کرمان و در فاصله ۱۳۲ کیلومتری شمال غرب معدن مس سرچشمه قرار گرفته است. نام قدیمی این معدن مس لاجاه بوده که به سبب نزدیکی به روستای میدوک به این نام تغییر یافته است. میزان ذخیره زمین شناسی کانسار مس میدوک ۱۷۰ میلیون تن با عیار ۸۳ درصد محاسبه گردیده که از این مقدار به میزان ۱۴۴ میلیون تن آن با عیار ۸۵ درصد قابل استخراج است. عیار حد معدن ۲۵ درصد در نظر گرفته شده و نسبت باطله به ماده معدنی ۲/۴ به ۱ می باشد. شیب نهایی معدن ۳۸ درجه، ارتفاع پله‌ها ۱۵ متر و شیب پله‌ها ۶۴ درجه می باشد.



نمایی از معدن مس میدوک

۸-۴- معدن سرب نخلک

مجتمع معدنی سرب نخلک در ۱۲۰ کیلومتری شمال شرقی شهر نایین و در ۴۵ کیلومتری شمال شرق انارک در استان اصفهان و حاشیه کویر مرکزی ایران واقع شده است، در حال حاضر این مجتمع تحت پوشش شرکت تهیه و تولید مواد معدنی ایران اداره می شود. ماده معدنی نخلک، عمدتاً گالن (PbS) است که در این معدن به صورت ۴۱ رگه شناسایی شده و در حال حاضر عملیات استخراج از افق‌های ۱۲۵، ۱۶۵، ۲۰۰ و ۲۴۰- متری به روش انبارهای و پرشونده انجام می شود. پس از استخراج، ماده معدنی به کارخانه فرآوری حمل و با استفاده از روش‌های ثقیلی (جیگ) و فلوتاسیون، فرآوری گردیده و کنسانتره‌ای با عیار ۵۲-۵۰ درصد سرب و ۶۰۰-۴۵۰ گرم در تن نقره تولید می گردد.

تولید اصلی معدن نخلک کنسانتره سرب با عیار ۵۵٪ است. مواد معدنی استخراجی حاوی کانی‌های گالن یا سولفور سرب و سروزیت یا کربنات سرب است. مواد معدنی از کارگاه‌های استخراج از عمق ۲۰۰ متری زمین با تلاش و کوشش کارگران زحمتکش این مجتمع استخراج شده و توسط اسکپ به سطح زمین منتقل می شود.

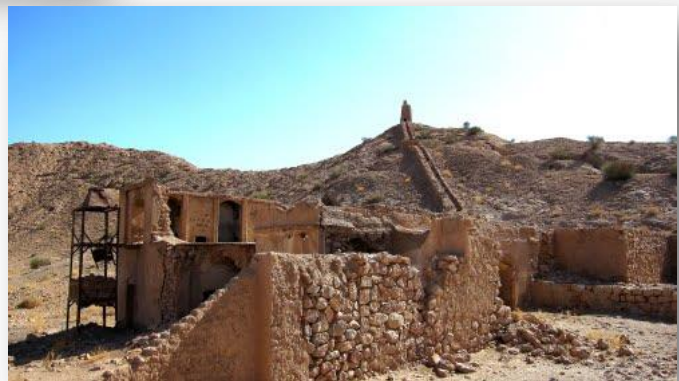
معدن سرب نخلک از زمان‌های باستانی مورد بهره برداری قرار گرفته و تعداد زیادی آثار کارهای قدیمی، ابزار سنگی و وسائل ساخته شده از آهن خام که در این ناحیه یافت شده، موید این نظر است. به علاوه وجود یک



کارونسرای مخروبه قدیمی می تواند مبین عبور یک راه ارتباطی از جنوب شرقی معدن باشد. قدمت این کارها که عمق ۱۲۵ متری (نزدیک سطح آب زیرزمینی) دیده شده حدود ۲۰۰۰ سال حدس زده می شود. این معدن در حال تبدیل شدن به نخستین موزه معادن ایران است و عملیات اجرایی این کار نیز آغاز شده است.



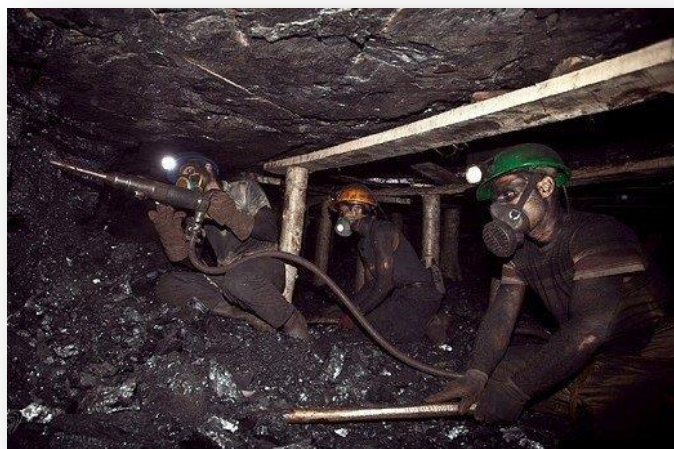
معدن سرب و روی نخلک





۸-۵- معدن زغال سنگ پابدانا

معدن زغال سنگ پابدانا، با عمقی در حدود ۶۰۰ متر عمیق‌ترین معدن زیرزمینی زغال سنگ ایران است که در شهرستان کوهبنان و در فاصله ۱۷۰ کیلومتری مرکز استان کرمان قرار دارد. محصول این معدن زغال کک‌شو است که پس از استخراج به کارخانه زغالشویی زرنده ارسال می‌شود. این کارخانه قابلیت تولید کنسانتره زغال سنگ با ظرفیت ۴۷۵ هزار تن در سال را دارد. در طراحی کارخانه افزایش راندمان، کاهش آلودگی زیست محیطی و کاهش هزینه‌های تولید و اشتغال زایی در معادن بخش خصوصی مد نظر قرار گرفته شده است.



معدن زغال سنگ پابدانا

۸-۶- معدن سنگ آهن چغارت

معدن سنگ آهن چغارت در ۱۲ کیلومتری شمال شرقی شهرستان بافق و در ۱۲۵ کیلومتری جنوب شرقی مرکز استان یزد واقع شده است. عملیات اکتشافی در این منطقه در سال ۱۳۴۱ آغاز شده است و از سال ۱۳۴۷ مطالعات ژئوفیزیکی، زمین شناسی، حفاری و نقشه برداری به طور گسترده‌ای آغاز گردید که نتیجه این فعالیت‌ها اکتشاف بیش از ۵/۲ میلیارد تن سنگ آهن و منگنز در بافق و مناطق مختلف کشور می‌باشد که از این میان حدود ۳۸ آنومالی آهن‌دار با ذخیره زمین شناسی بالغ بر ۱/۷ میلیارد تن در منطقه ایران مرکزی برآورد گردید. روش استخراج در این معدن، روباز و پلکانی به صورت انتخابی بوده و ارتفاع پله‌های استخراجی ۱۲/۵ متر است. سنگ‌های حاصل از انفجار پس از بارگیری توسط شاول‌ها، به وسیله تراک‌های ۳۰ تنی به انبارهای مخصوص انتقال می‌یابند و سنگ آهن عیار بالا به بونکر کارخانه سنگ شکن با حجم ۲۵۰ متر مکعب حمل می‌شود. سنگ ارسالی به کارخانه در سه مرحله به وسیله سنگ شکن‌های فکی، مخروطی درشت دانه و دو مخروطی ریزدانه خرد و سپس توسط سرندها به دو فراکسیون آگلومره (۱۰ تا ۱۰۰ میلیمتر) و کوره بلند (۱۰ تا ۲۵ میلیمتر) با شرایط فنی توافق شده با ذوب آهن اصفهان در انبارهای ۳۵۰۰۰ تنی به طور جداگانه انباشته و آماده حمل می‌گردد. عمده مصرف کننده محصولات کارخانه دانه بندی چغارت، ذوب آهن اصفهان می‌باشد.



نمایی از معدن سنگ آهن چغارت

۸-۷- معدن سنگ آهن چادرملو

معدن سنگ آهن چادرملو که در حال حاضر بزرگترین تولیدکننده کنسانتره سنگ آهن در کشور است با ذخیره قابل استخراج به مقدار ۳۲۰ میلیون تن در قلب کویر مرکزی ایران و در ۱۸۰ کیلومتری شمال شرقی شهرستان یزد قرار گرفته است.



نمایی از معدن سنگ آهن چادرملو



۸-۸- معدن سنگ آهن گل گهر

معدن سنگ آهن گل گهر در شهرستان سیرجان، ۵۵ کیلومتری جاده سیرجان- شیراز واقع شده است. این معدن با ذخیره زمین شناسی ۱۰۱۹ میلیون تن، ذخیره قطعی ۱۰۰۰ میلیون تن و ذخیره احتمالی ۲۱۹ میلیون تن بزرگترین معدن شناخته شده سنگ آهن خاورمیانه است. تولیدات حاصل از سنگ استخراجی این معدن شامل گندله سنگ آهن، کنسانتره سنگ آهن و سنگ دانه بندی شده می باشد.



نمایی از معدن سنگ آهن گل گهر

۸-۹- معدن طلای زرشوران

معدن طلای زرشوران به عنوان بزرگترین معدن طلای ایران در کیلومتر ۳۵ جاده تخت سلیمان و ۱۵ کیلومتری مجموعه سازمان میراث فرهنگی و گردشگری تخت سلیمان واقع شده است. واحد فرآوری و استحصال طلا با ظرفیت سالانه سه تن شمش طلا در منطقه زرشوران تکاب فعال است. بر اساس مطالعات نهایی، ذخیره قطعی معدن طلای زرشوران تکاب چهار میلیون تن کانسنگ طلا با عیار ۵/۸ ppm (گرم در تن) برآورد شده است. ذخیره احتمالی این معدن ۳۰ میلیون تن با عیار متوسط ۵ ppm است.



نمایی از معدن طلای زرشوران



۸-۱۰- معدن فیروزه نیشابور

معدن فیروزه نیشابور نه تنها در کشور بلکه در سطح جهان بزرگترین معدن فیروزه است که مرغوب‌ترین سنگ‌ها را داراست تا جایی که در تمام کشورها ارزش فیروزه خود را با فیروزه نیشابور ایران مقایسه می‌کنند. معدن فیروزه نیشابور از قدیمی‌ترین معادن فیروزه جهان است که از ۲۰۰۰ سال پیش از آن سنگ فیروزه استخراج می‌شده است و در شمال غرب نیشابور قرار دارد. سنگهای فیروزه این معدن به دو دسته خاکی و سنگی تقسیم می‌شوند. فیروزه خاکی دارای رنگ و مرغوبیت بالاتر است. فیروزه عجمی، فیروزه شجری و چغاله از دیگر انواع فیروزه هستند.



نمایی از ورودی تونل معدن فیروزه نیشابور

این معدن با ذخیره ۹ هزار تن و ظرفیت تولید سالانه ۱۹ تن در ۵۵ کیلومتری شمال غربی نیشابور، در جاده قدیم سبزوار و در روستای «معدن» قرار دارد. محاسبات نشان داده از هر تن سنگ فیروزه خام این معدن ۸ تا ۱۰ کیلوگرم فیروزه به دست می‌آید.

۸-۱۱- معدن سرب و روی انگوران

معدن سرب و روی انگوران در ۱۳۵ کیلومتری غرب شهر زنجان واقع شده و بزرگ‌ترین تولید کننده سرب و روی ایران و بزرگ‌ترین معدن سرب و روی خاورمیانه است.



نمایی از معدن سرب و روی انگوران

میزان ذخایر معدن انگوران در بخش روباز هشت میلیون تن و در بخش زیرزمینی چهار میلیون تن روی با عیار بالا است. با احتساب استخراج سالانه یک میلیون تن ماده معدنی در سال، عمر مفید معدن انگوران تا سال ۱۴۰۷ ارزیابی می‌شود. معدن انگوران از نظر عیار بالای فلز محتوی، از معادن نادر در جهان است.



با توجه به اینکه ذخایر این معدن رو به پایان است، مقرر شده معدن مهدی‌آباد یزد جایگزین آن شود. انگوران به دلیل خلوص بالای روی آن یکی از استثنایی ترین معادن روی دنیا به شمار می‌آید.

۸-۱۲- معدن سرب و روی مهدی آباد

معدن سرب و روی مهدی آباد پس از انگوران دارای بزرگترین ذخایر سرب و روی کشور است که هم اکنون بالاترین میزان استخراج باریت کشور را هم به خود اختصاص داده است. قرار است با به پایان رسیدن ذخایر معدن انگوران معدن مهدی‌آباد جایگزین این معدن سرب و روی شود. احداث کارخانجات ۱۰۰ هزار تنی شمش روی و ۱۰۰ هزار تنی کنستانتره روی از برنامه‌های آینده این معدن است. ذخیره زمین شناسی معدن ۷۱۶ میلیون تن و میزان ذخیره قابل استخراج برابر با ۱۵۴ میلیون تن است.



نمایی از معدن طلای سرب و روی مهدی آباد

۸-۱۳- معدن تراورتن سفید آتشکوه محلات

این معدن در شهرستان نیمور در ۱۰۰ کیلومتری شهرستان اراک در فاصله ۳ کیلومتری شرق نیمور و ۱۵ کیلومتری شرق محلات واقع که طی چندین سال فعالیت به یکی از بهترین معادن منطقه و حتی کشور مبدل شده است. بی شک یکی از با کیفیت‌ترین سنگ‌های تراورتن حال حاضر کشور در این معدن قرار گرفته است. معادن سنگ تراورتن فعال در این شهرستان آتشکوه، تخت مهدی، عباس آباد، حاجی آباد، دره بخاری، علی آباد، آبگرم می باشد که در این بین به جرات می‌توان گفت که معدن باغ ملک (آتشکوه) از لحاظ کیفیت ذخیره یکی از بهترین این معادن است.



محصول تولیدی کوپ سنگ تراورتن سفید و کرم در ابعاد درجات کیفی مختلف (درجات ۱ تا ۴) تولید می‌گردد. ظرفیت استخراج سالیانه این معدن ۵۰۰۰۰ تن انواع درجات تراورتن بوده و روش استخراج به کار رفته نیز سیم برش است.

تراورتن در منطقه محلات حاصل فعالیت چشمه‌های آبگرم است. نحوه تشکیل ذخایر تراورتن در این منطقه بیشتر تحت تاثیر پدیده‌های فیزیکی، شیمیایی و یا تبخیر بوده است. آب‌های جوی با انحلال دی اکسید کربن در خود و عبور از درون شکستگی‌ها و درزه‌ها به سطح زیرین زمین راه یابد. در این مسیر سنگ‌های سر راه خود را حل و نهایتاً به هنگام خروج از زمین به صورت چشمه‌های آهک ساز، مواد آهکی محلول در خود را رسوب می‌دهد. کانی اصلی تراورتن، کلسیت می‌باشد و ترکیب شیمیایی آن CaCO_3 است.



نمایی از معدن تراورتن آتشکوه، محلات

۸-۱۴- معدن نمک کوه‌دشت

معدن کوه‌دشت در جنوب شرقی گرمسار و در شرق تهران واقع و جزء سازند قم است. معدن مذکور محل بالا آمدن گنبد نمکی با پوشش گچ و نمک است. در این معدن اقدام به استخراج از افقی بالاتر نموده اند تا در کف دچار نفوذ آب و مجبور به تخلیه آن نگردند. علت روباز نبودن معدن مذکور بارندگی در منطقه است که موجب تخریب معدن روباز و شسته شدن نمک می‌گردد. معدن کوه‌دشت یک شیفت کاری در روز فعال است. نمک سازنده این معدن از رسوبات تبخیری است و این رسوب متعلق به اینفرا کامبرین است. دارای نمک با درجه خلوص ۹۸ درصد بوده و در حدود ۸۰ درصد نمک استان را تامین می‌کند. میزان استخراج ۱۵۰۰۰۰ تن در سال و ارتفاع تقریبی گنبد از سطح جاده دسترسی در حدود ۳۰ متر است.



نحوه استخراج این معدن به روش اتاق و پایه با پایه‌های نامنظم است و پایه‌ها به وسیله باقی گذاشتن ستون‌های نمکی ایجاد شده است. در مرحله ابتدای استخراج اقدام به حفر تونل به عرض ۵ و ارتفاع ۱۵ متر است. در این معدن قطر پایه‌ها در حدود ۱۵ متر در نظر گرفته شده است تا در زمان محاسبات صرفه جویی و ایمنی معدن بالا برود. اتاق‌های قسمت‌های مختلف به وسیله رمپ‌هایی با شیب‌های ۱۰-۵ درجه به یکدیگر متصل می‌شوند. در این معدن دو جبهه کار با ارتفاع سه متر وجود دارد که به وسیله حفاری اولیه دو پله در دو جهت مختلف ایجاد می‌شود که بعد از چالزنی و خرج گذاری در یک جبهه آتشیاری انجام و در زمان بارگیری و حمل و نقل در جبهه دوم آتشیاری انجام می‌شود و به طور مداوم این آتشیاری و بارگیری در دو جهت انجام می‌شود. به دلیل وجود ارتفاع ۲۰ متری اتاق‌ها و تونل‌ها تهویه به شیوه طبیعی انجام می‌شود و به همین دلیل در آخر ساعت کاری انفجار انجام و در شیفت بعدی اقدام به بارگیری و تخلیه می‌نمایند.

نحوه استخراج نمک از آن باعث شکل‌گیری غاری دست‌کن شده و گردشگران می‌توانند با هماهنگی‌های از پیش انجام شده توسط آژانس‌های مسافرتی از آن بازدید کنند.



نمایی از معدن نمک کوه‌دشت، گرمسار



۹- نمونه‌های موفق گردشگری معادن در جهان و دلایل آن^{۱۴}

۹-۱- معدن مس بینگهام در ایالات متحده

این معدن در ۲۵ مایلی شهر سالت لیک (Salt Lake city) قرار گرفته است. معدن مس بینگهام بزرگ‌ترین معدن روباز دنیا بوده و بزرگ‌ترین حفره معدنی ایجاد شده را، در جهان داراست. در خارج از معدن چشم انداز زیبایی از فعالیت‌های اولین معدن مس روباز جهان قابل مشاهده است. در داخل معدن مراکز گردشگری وجود دارد که این مراکز ویژگی‌ها و مشخصات معدن را به صورت نوشته‌هایی در معرض دید مردم قرار داده‌اند. همچنین این ویژگی‌ها و مشخصات به صورت تصویری نیز به بازدید کنندگان ارائه می‌شوند.

حفره‌ای که در این معدن برای استخراج ایجاد شده است به چاله ریچست (Richest) معروف است که بیش از ۹۷۰ متر عمق و ۴ کیلومتر عرض دارد.

میلیون‌ها تن باطله برای اولین بار از معدن خارج شده است تا به ماده معدنی برسند. این باطله‌ها در محل انباشت خود کوه بزرگی را ایجاد کرده است. ذخیره این معدن بیش از ۱۷ میلیون تن فلز مس به همراه ۶۵۰ تن طلا، ۵۳۸ تن نقره و ۳۸۵ هزار تن مولیبدن است.

بزرگ‌ترین ماشین‌آلات معدن کاری شامل ماشین‌آلات حمل مواد معدنی، حفاری در معدن، بیل‌های مکانیکی و سایر دستگاه‌های معدن کاری را می‌توان در این معدن مشاهده نمود. از جمله وسایل حمل مواد معدنی دام تراک را می‌توان نام برد که می‌تواند روزانه نزدیک به ۴۵۰۰۰۰ تن ماده معدنی را حمل کند. در معدن مس بینگهام فعالیت آتشیاری هم با ایجاد چاله‌هایی به عمق ۱۴۰ سانت متر، ۲ تا ۴ بار در روز انجام می‌شود و بازدیدکنندگان می‌توانند با استخراج به روش انفجار آشنا شوند.

در این معدن کارخانه فرآوری برای تغلیظ مواد استخراج شده از معدن، احداث شده است که گردشگرهای معدن را با جنبه‌های دیگری از فعالیت‌های معدنی آشنا می‌کند.



نمایی از حفره معدنی معدن مس بینگهام

۱۴ گردشگری معدنی، آیدین زینالزاده، کارشناس دفتر امور اکتشاف



به طور کلی در مورد معدن مس بینگهام می توان گفت که این معدن به دلایل زیر مورد توجه زمین گردشگری قرار گرفته است:

- این معدن بزرگترین معدن روباز جهان است.
- این معدن بزرگترین چاله حفر شده به دست بشر است.
- نمای زیبای معدن.
- کوه عظیمی از باطله های استخراج شده از معدن به وجود آمده است.
- تماشای فعالیت آتشفباری در معدن.
- وجود عظیمترین دستگاههای معدن کاری دنیا در این معدن.
- وجود کارخانه فرآوری مواد معدنی در داخل معدن.

۹-۲- معدن زغال سنگ سلدام سین

معدن زغال سنگ سلدام سین با وجود کوچکتر بودن نسبت به سایر معادن ذکر شده، سایت کاملی بوده و معدن بی نظیری است. این معدن به حد کافی برای بازدیدکنندگان کوچک است که آنها به راحتی بتوانند فعالیت های استخراج و حمل زغال سنگ را مشاهده کنند. این معدن خدماتی همچون انواعی از تجهیزات و تورهای زیرزمینی را ارائه می کند.

در این معدن، معدن کاران قدیمی و با تجربه معدن به عنوان راهنمایان تورها حضور دارند و تجربیات خود را در اختیار بازدید کنندگان قرار می دهند تورهایی که در این معدن برگزار می شود بیشتر برای مدارس، سازمان های مرتبط و گروه های اکتشافی است.

در حال حاضر:

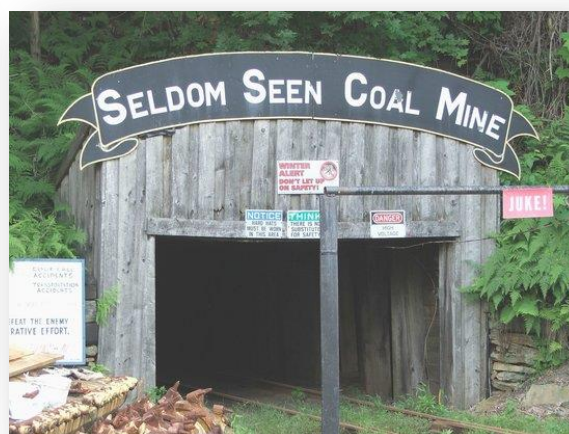
ماه های برگزاری تور: ماه های سپتامبر، می و اکتبر

مدت زمان تور: یک ساعت

ورودی: برای بزرگسالان ۹ دلار، برای افراد ۴ تا ۱۲ سال ۶ دلار و برای کودکان زیر ۴ سال رایگان است. همچنین برای تورهای گروهی بیش از ۲۵ نفر ۱ دلار تخفیف داده می شود.



نمایی از معدن سلدام سین و یکی از تونل های آن



موسسه میراث زمین شناسی حاور میاز



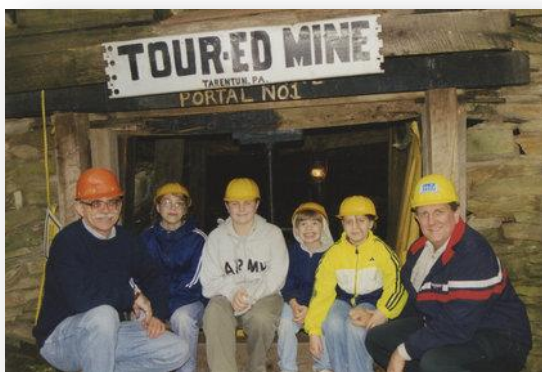
۹-۳- معدن زغال سنگ اد در پنسیلوانیا

اولین فعالیت بهره برداری از این معدن در سال ۱۸۵۰ بوده است ولی شروع فعالیت‌های گردشگری معدن در سال ۱۹۷۰ صورت گرفت.

قبل از انجام تور زیر زمینی، راهنما توضیحاتی در خصوص چگونگی بهره برداری از معادن زغال سنگ و لوازم و تجهیزات مورد استفاده برای استخراج زغال سنگ، به افراد ارائه می‌دهد. برای رفتن به داخل معدن از واگن‌های حمل زغال سنگ استفاده می‌کنند و حدود یک مایل زیر زمین می‌روند. همچنین افراد می‌توانند از سوار شدن بر ترنی که در بیرون معدن وجود دارد لذت ببرند. به علاوه کودکان می‌توانند با دستگاه‌های معدن کاری آشنا شوند و بر آن‌ها سوار شوند.

موزه و فروشگاه هدایا نیز در داخل معدن وجود دارد. در موزه هزاران قطعه قدیمی و تاریخی برای نمایش وجود دارد. در فروشگاه هدایا، سوغاتی و هدایایی برای هر سنی، کلاه ایمنی معدن، آب نبات، نوشیدنی و انواع غذاهای فوری عرضه می‌شود.

در محل معدن پارکی برای تورها در نظر گرفته شده است که افراد از این که در زیر درختان پیک نیکی با دوستان و همکلاسی‌های خود دارند لذت می‌برند. مدارس ممکن است امکانات ورزشی هم برای فعالیت‌های بعد از غذا نیز در نظر بگیرند. چادر صحرایی سرپوشیده‌ای برای استراحت در نظر گرفته شده است و بهتر است قبلاً برای استفاده از آن هماهنگی‌های لازم به عمل آید.



نمایی از معدن زغال سنگ اد

اطلاعات زیر را می‌توان در خصوص معدن زغال سنگ ”اد“ به بازدید کنندگان ارائه نمود:
معدن محیط امنی برای بازدید تورهای گروهی است.

در این معدن بازدید کنندگان می‌توانند شاهد استخراج زغال سنگ توسط معدن کاران باشند و یک تجربه فراموش نشدنی را کسب کنند.

ابزارها و دستگاه‌های واقعی معدن کاری از سال ۱۸۵۰ تا به امروز را می‌توان مشاهده نمود.

دمای داخل معدن ۵۲ تا ۵۵ درجه فارنهایت است. همراه داشتن کلاه ایمنی و یک ژاکت مناسب و سبک برای بازدید از معدن ضروری است.

تعداد اعضای تورهای گروهی ۲۵ نفر یا کمتر است.



این معدن یک محیط آموزشی و سفر صحرایی و اکتشافی بی نظیری برای بازدید کنندگان فراهم می‌آورد. چادر صحرایی‌هایی برای استراحت افراد وجود دارد. ماه‌های بازدید: زمان بازدید از معدن از ماه می تا سپتامبر می‌باشد و اوج فعالیت معدن در ماه اکتبر است. ورودیه: برای بزرگتر ها ۸ دلار، برای بچه ها تا ۱۲ سال ۶/۵ دلار گروه‌های ۲۵ نفره: بزرگترها ۶/۵ دلار و بچه‌ها تا ۱۲ سال ۵/۵ دلار.



موزه داخل معدن زغال سنگ اد

۹-۴- معدن زغال سنگ کوئین در آریزونا

این معدن مجهز به تجهیزات ایمنی از جمله کلاه ایمنی و لامپ‌هایی برای بازدید کنندگان است. راهنمای تور که سال‌ها تجربه معدن کاری دارد، بازدیدکنندگان را به ۳۰۰ متری داخل معدن هدایت می‌کند و روش‌های استخراج و خطرات آن را برای آن‌ها توضیح می‌دهد. در معدن محلی برای پارک ماشین‌های بازدیدکنندگان اختصاص یافته است. نقشه راهنمای معدن نیز برای بازدیدکنندگان تهیه شده است که در آن مسیرهای دسترسی به معدن همراه با فواصل آن‌ها به خوبی شرح داده شده است.

تعداد تورها: در طول هفته هر روز ۴ تور برگزار می‌شود.

ساعات بازدید از معدن: صبح‌ها ساعت ۹:۰۰ و ۱۰:۳۰ و بعد از ظهرها ساعت ۱۴:۰۰ و ۱۵:۳۰

ورودیه: برای افراد بزرگ سال ۱۲ دلار، افراد ۱۲-۴ سال ۵ دلار و کودکان زیر ۴ سال رایگان می‌باشد.



نمایی از معدن زغال سنگ کوبین در آریزونا



۹-۵- معدن زغال سنگ پایونیر

این معدن در ایالت پنسیلوانیای آمریکا در کوه های ماهانوی (Mahanoy) قرار دارد. هر ساله ۴۰۰۰۰ نفر از این معدن بازدید می کنند. بیشتر این بازدید کنندگان دانشجویان دانشگاه ها و مراکز آموزشی هستند. تقریباً در هر فصل از سال ۳۵۰ اتوبوس برای بازدید به این معدن می آید.

بازدید کنندگان بعد از ورود به معدن از تونل ها و راهروهای معدن، که اشکال متعددی دارند، عبور می کنند و رگه های متعدد زغال سنگ را مشاهده می کنند. بعضی از تونل ها از سنگ های سخت عبور کرده اند. برای حمل زغال سنگ از واگن های مخصوص استفاده می کنند. در بیرون معدن لوکوموتیو هنری کلی (Henry Clay) متعلق به سال ۱۹۲۰ وجود دارد که به وسیله این لوکوموتیو شما به زمان گذشته می روید.

در محل معدن پارک، زمین بازی، چادرهای صحرایی و اتاق هایی برای استراحت و پذیرایی وجود دارد. در طی بازدید از معدن لیست نهار و غذاهای فوری هم به شما داده می شود. محلی نیز برای صرف غذا وجود دارد که می توان از آن استفاده نمود.

فروشگاه هدایا و سوغات این معدن هدایای متنوع و بی نظیری دارد که به بازدید کنندگان ارائه می کند. بیشتر سوغاتی ها صنایع دستی هستند که توسط هنرمندان محلی تهیه شده اند. بعضی لوازم موجود در فروشگاه از زغال سنگ و آنتراسیت ساخته شده اند که بیشتر مورد توجه مردم قرار دارند. این لوازم شامل ست مداد، ساعت، حیوانات و ... می باشند. بیشتر هدایا سفارشی بوده و هنر کنده کاری هم روی آن ها انجام شده است. این موارد شامل درخت ساخته شده از جواهرات، حیوانات مینیاتوری، مجسمه، قطار و سایر موارد جذاب هستند که بیشتر آن ها روی قطعات زغال سنگ یا عقیق سوار شده اند. همچنین کلاه های مخصوص مورد استفاده کارمندان راه آهن و سوت مخصوص قطار در اشکال و اندازه های متفاوت موجود است. این موارد برای کودکان جالب توجه هستند چون هزاران دانش آموز از این معدن بازدید می کنند. مسئولین مربوطه می کوشند هدایایی در این فروشگاه ها ارائه کنند که علاوه بر جذاب و بی نظیر بودن جنبه آموزشی نیز داشته باشد. کلکسیونی از انواع سنگ ها، کانی های جواهری و فسیل وجود دارد که دیدن و خریدن آن ها برای همه لذت بخش است. به علاوه در این فروشگاه کلاه،



پیراهن و تی شرت هم عرضه می شود. مورد جالب توجه در این فروشگاه آب نبات هایی است که شبیه لامپ های معدن تهیه شده است و علاقه مندان زیادی دارد.



نمایی از معدن زغال سنگ پایونیر

۹-۶- معدن آهن کوه آهن

این معدن مدت ۶۸ سال فعال بوده و ۲۱۶۲۵۰۰۰ تن سنگ آهن برای کارخانه های بزرگ تولید فولاد تولید نموده است. در سال ۱۹۵۶ به پیشنهاد سه نفر از تاجران، یکی از تونل های اکتشافی معدن که از سال ۱۸۰۰ فعالیتی در آن صورت نگرفته بود، برای بازدید و تبدیل شدن به سایت موزه معدنی و گردشگری انتخاب گردید. معدن بازسازی شده و ماشین آلات قدیمی در بخش های مختلف آن قرار گرفتند. دو بنا جهت پذیرش (ویزیتور سنتر) و فروشگاه هدایا و سوغاتی های معدنی احداث گردید و در کنار آن موزه ای برای نمایش تجهیزات معدن، ابزار معدن و ماشین آلات، سنگها و کانی ها تاسیس شد.



واگن های آماده شده برای بازدیدکنندگان معدن آهن کوه آهن

بازدید از معدن به دو صورت انجام می شود، بازدیدهای پیاده که از ۱۹۵۸ شروع شده و تور با ترن که از سال ۱۹۶۵ تا کنون ادامه دارد. بازدید کنندگان در گردش سی و پنج دقیقه ای، در درون تونل هایی به عمق ۱۲۰ متری زیر زمین به همراه راهنمایان باتجربه که در معدن فعالیت داشته اند به مشاهده سازندهای سنگی شگفت انگیز و غارهای زیرزمینی می پردازند. همچنین تماشای حفره ایجاد شده (۱۸۰ متر طول، ۹۰ متر عرض و بیش از ۵۰ متر ارتفاع، از کف تا سقف) بسیار وسیع توسط معدنکاران که محل دپوی حدود ۲۲ میلیون تن سنگ معدن بوده نیز بسیار دیدنی ست.



نمایی از ورودی تونل معدن آهن کوه آهن

۹-۷- معدن گارنت بارتون

این معدن در کوه گر (Gore) قرار گرفته که منظره و نمای جالبی برای بازدید دارد. زیباترین، درشت‌ترین و نادرترین گارنت‌های جهان در این معدن یافت می‌شوند. گارنت‌ها رنگ ارغوانی زیبایی دارند که در خورشید می‌درخشند.

در این معدن، تورها توسط راهنماها همراهی می‌شوند. راهنمای تور توضیحاتی در خصوص تاریخچه فعالیت اکتشاف و بهره‌برداری معدن، همراه با تصاویری از این فعالیت‌ها در زمان‌های گذشته و نیز فعالیت‌های روزانه معدن به بازدید کنندگان ارائه می‌کند. نقشه راهنمای معدن نیز به منظور راهنمایی افراد وجود دارد. در این معدن به راحتی می‌توان گارنت‌ها را پیدا کرد و از سنگ میزبان‌شان جدا نمود، به طوری که کودکان نیز می‌توانند به راحتی این کار را انجام دهند. بعد از بازدید از معدن، افراد برای وزن کردن گارنت‌هایی که پیدا کرده‌اند به فروشگاه‌های جواهر و کانی می‌روند. در این مکان‌ها متخصصین، افراد را در تشخیص گارنت کمک می‌کنند.

به طور کلی این معدن دارای ویژگی‌هایی به شرح زیر می‌باشد:

معدن گارنت بارتون یکی از بزرگ‌ترین معادن گارنت دنیا است.

درشت‌ترین بلورهای گارنت دنیا در این معدن وجود دارد.

هر فردی می‌تواند گارنت‌های جواهری را بدون استفاده از ابزار خاصی پیدا کند.

معدن چشم انداز زیبایی دارد.

دسترسی به معدن آسان می‌باشد.

شروع فعالیت‌های گردشگری معدن از سال ۱۹۳۳ بوده است.

نهشته‌های گارنت کوه‌گر به عنوان محیط زمین‌شناسی معروف در جهان شناخته شده‌اند.

محیط معدن برای راه رفتن مسطح و صاف می‌باشد.



معدن گارنت بارتون



۹-۸- معدن طلای مولی کاتلین

در کلرادوی آمریکا معدن طلای مولی کاتلین به افتخار کاشف آن نام گذاری شده است. این معدن بی‌نظیرترین و جذاب‌ترین توره‌های معدنی را دارد.

به محض ورود به معدن، شما با یک معدن کار یا راهنمای با تجربه آشنا می‌شوید. در طی بازدید از معدن، راهنمای شما در مورد فعالیت‌های معدن توضیحات لازم را می‌دهد. تراموایی در داخل معدن برای انتقال معدن کاران و مواد معدنی وجود دارد که بازدیدکنندگان سوار بر این ترامواها از بخش‌های مختلف معدن بازدید می‌کنند. در طی مسیر بازدید، مهمانان از پلکان‌های مارپیچ و تونل‌های قائم و دنباله‌دار، که حاوی رگه‌های طلا هستند، عبور می‌کنند. بازدیدکنندگان در این معدن شاهد استخراج مواد معدنی توسط تجهیزات متعدد معدن کاری هستند که با قدرت هوا کار می‌کنند. تجهیزات شامل مته‌های حفاری تونل، نقاله معدنی، دوغاب ریزه‌ها، مته‌های حفاری، پله‌های استخراج، جک‌های بالابر و سایر دستگاه‌های معدن کاری می‌باشد.

در داخل معدن نمایشگاه کانی وجود دارد که در این نمایشگاه نمونه‌های متعددی از طلا، در داخل ویتترین‌ها وجود دارد که توسط مولی کاتلین، اولین کاشف معدن در سال ۱۹۸۱ به معدن اهدا شده است. همچنین نمونه‌هایی از اولین معدن طلای منطقه، معدن طلای کریپل کریک (Cripple Creek) که در سال ۱۹۸۰ کشف شد، وجود دارد.

در طی بازدید از نمایشگاه کانی زیرزمینی، به بازدیدکنندگان نمونه‌هایی از معدن طلای مولی کاتلین به عنوان هدیه اهدا می‌شود. این نمونه‌ها یادگار معدن کاری است که توسط دست، به منظور اطمینان از میزان طلای آن‌ها طبقه بندی و غربال شده‌اند.



معدن طلای مولی کاتلین





۹-۹- معدن طلای کانتری بوی

این معدن یکی از بزرگترین و معروفترین معادنی ست که در قلب کوه‌های عظیم راکی قرار گرفته است. این معدن نیز همانند سایر معادن امکانات و تسهیلاتی برای بازدید کنندگان فراهم آورده است. این معدن به روش زیر زمینی استخراج می‌شود و بازدید کنندگان به همراه راهنما، به عمق ۳۰۰ متری زیر زمین می‌روند. رعایت موارد ایمنی از جمله داشتن کلاه ایمنی برای افراد الزامی است.

بعد از بازدید از معدن، افراد بازدید کننده می‌توانند طلاهایی را که پیدا کرده‌اند از سنگ همراه جدا کنند. برای این کار محل‌هایی جهت طلا شویی تعبیه شده است. در فصل تابستان طلا شویی در رودخانه اورکا (Eureka) انجام می‌شود و برای فصل زمستان محل گرم و راحتی برای این امر در نظر گرفته شده است. راهنمای تور در این زمینه راهنمایی‌های لازم را به افراد می‌دهند.

به منظور جذابیت بیشتر تور، در فصل زمستان، در روی برف‌ها سورتمه سواری هم انجام می‌شود که این امر نیز تور را برای بازدید کنندگان خاطره انگیز می‌کند. همچنین حیوانات اهلی نیز برای عکس گرفتن با آن‌ها در محل معدن وجود دارد. این فعالیت‌ها برای خانواده‌ها و به ویژه بچه‌ها بسیار لذت بخش است.

فروشگاه هدایا، عکس‌های قدیمی، ابزار آلات قدیمی مورد استفاده برای استخراج طلا و اجرای نمایش‌های خنده‌دار از جمله دیگر امکانات موجود در معدن طلای کانتری بوی می‌باشد که برای بازدید کنندگان فراهم شده است. مدت زمان بازدید از معدن ۴۵ دقیقه می‌باشد.

نکته قابل توجه در مورد معدن طلای کانتری بوی این است که این معدن در شبکه‌های معروف تلویزیونی و همچنین روزنامه‌ها بارها معرفی شده است. این امر نیز به شناخت هرچه بیشتر معدن و جذب گردشگر کمک شایانی نموده است.



بازدید کنندگان از معدن طلای کانتری بوی





۹-۱۰- معدن طلای کریستال در آیداهو

در سال ۱۸۷۹ تام ایروین، کاشف طلا، رگه طلا داری را در این معدن کشف کرد. وی به مدت سه سال از این رگه طلا دار، طلا استخراج نمود. ولی بعد از سه سال معدن را ترک کرده و معدن به مدت ۱۰۰ سال به فراموشی سپرده شد. در سال ۱۹۹۶ این معدن به مالک کنونی آن که یک معدن کار خستگی ناپذیر بود واگذار گردید. او ذخیره باقیمانده معدن را مشخص نمود و آن را برای فعالیت‌های گردشگری بازسازی کرد. در دیواره‌های معدن بلورهای زیبای اسمیت‌زونیت وجود دارد. در بعضی بخش‌ها میزان طلا به ۴۸۰ گرم در هر تن می‌رسد. این معدن به دلایل زیر می‌تواند برای بازدیدکنندگان جذابیت داشته باشد:

کسب تجربه بی‌نظیر و پر ماجرا در معدن طلای واقعی

یک تفریح آموزنده برای همه اعضای خانواده

محیط مناسب برای پیک نیک

داشتن فروشگاه هدایای زیر زمینی

جذاب بودن برای هر سنی

امنیت محیط معدن

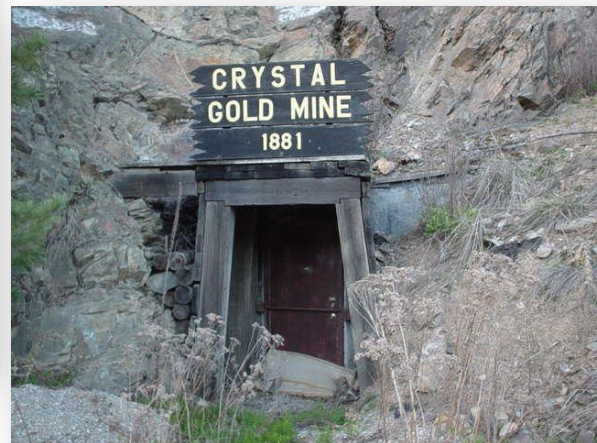
دارای روشنایی کافی

امکان همراه داشتن دوربین عکاسی و فیلمبرداری

ماه‌های بازدید از معدن: اکتبر، آوریل، دسامبر و مارس

روزهای بازدید: شنبه و یکشنبه هر هفته

ساعات بازدید: در فصل تابستان از ۹ صبح تا ۱۸ بعد از ظهر و در زمستان از ۱۰ صبح تا ۱۶ بعد از ظهر
ورودی: بزرگسالان ۱۴ دلار، افراد ۴ تا ۱۷ سال ۵/۸ دلار، زیر ۴ سال رایگان، سالمندان ۱۲ دلار و خانواده‌های پنج نفره ۴۵ دلار، اقامت در معدن به ازای هر شب ۳۰ دلار و یک ساعت استخراج طلا به صورت لاوک شویی رایگان می‌باشد.

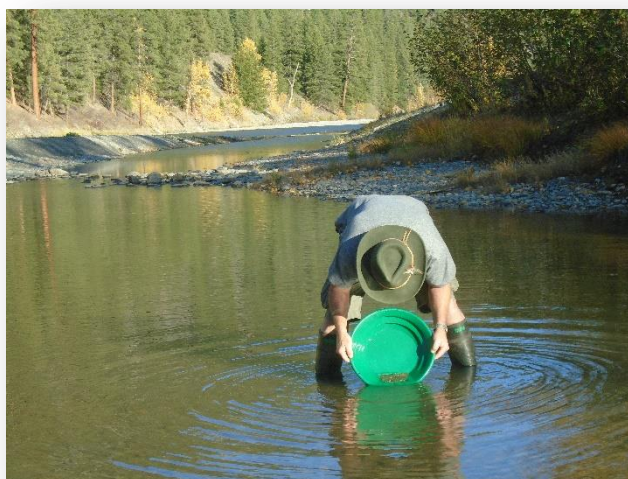


معدن طلای کریستال آیداهو



۹-۱۱- معدن متروکه پلاسره‌های رودخانه‌های طلا دار در آمریکا

در این مورد ذکر عملکرد کشور ایالات متحده در ارتباط با این معدن جالب می‌باشد. چرا که در آن درآمد ناشی از اخذ ورودیه و کرایه وسایل و تشت‌های طلا شویی برای استحصال اتفاقی ذرات طلا به همراه ماهی‌گیری قابل توجه است. در این معدن افراد بیش از جداسازی طلا با روش‌های معدن کاری آشنا می‌شوند.



تشت شویی در معدن طلا

۹-۱۲- معدن طلای متروکه بوئنا اسپرانزا در لاکارولینا

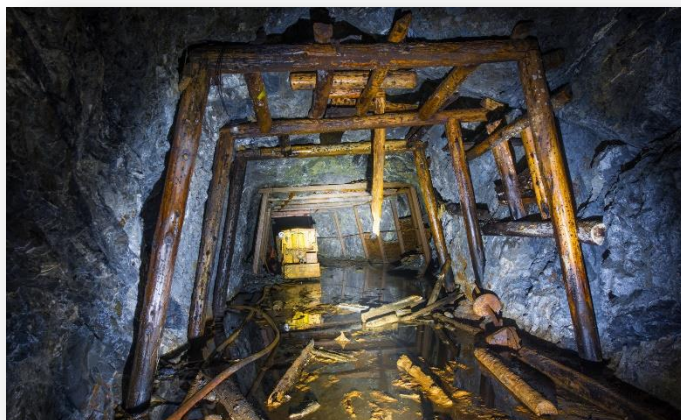
بعد از چندین سال غیر فعال بودن، این معدن برای نوع دیگری از فعالیت دوباره باز شد، یعنی گردشگری معدنی. یک تجربه فراموش نشدنی در عمق زمین. بازدیدکنندگان از این معدن شانس تجربه توربسم معدن کاری منحصر به فردی را خواهند داشت. این معدن با این که یک معدن غیر فعال است ولی در یک ناحیه زیبا قرار گرفته که بازدیدکنندگان را شگفت زده می‌کند. در این ناحیه یک روستای گردشگری هم وجود دارد. زمانی که معدن کشف شد و طلا استخراج گردید این روستا به دوران اوج خود رسید. در نزدیکی ناحیه زمزمه رودخانه کارولینا هم به گوش می‌رسد که انتظار شستشوی طلا را می‌کشد. در نزدیکی معدن مغازه‌های خواربار فروشی و صنایع دستی وجود دارد که بازدیدکنندگان می‌توانند از آن‌ها خرید کنند.

برای ورود به معدن و راهنمایی بازدیدکنندگان یک متصدی محلی در معدن حضور دارد. برای لذت بردن بیشتر از گردش در داخل معدن و ایمنی بیشتر، همه بازدیدکنندگان باید وسایل مناسب برای این کار را فراهم کنند، این اسباب شامل کلاه‌های ایمنی لامپ‌دار و کفش‌های ایمنی می‌شود.

در محل معدن واگن‌های فرسوده، تونل‌های غیرفعال و انبارهای تخریب شده دیده می‌شود. بازدید از معدن شامل مشاهده چاه‌های قدیمی معدن است که در این چاه‌ها در عمق ۳۰۰ متری انواع کانی‌ها و استالاکتیت‌ها و استالاکمیت‌ها را می‌توان مشاهده نمود. افراد در هر سنی می‌توانند از معدن بازدید داشته باشند چرا که مشکلی برای افراد ایجاد نمی‌کند.



مدت زمان بازدید از معدن یک ساعت است. برای استراحت افراد، محلی تعبیه شده است که این محل قبلاً و در زمان فعالیت معدن، محل استراحت کارکنان آن بوده است.



نمایی از یکی از تونل‌های معدن طلای بوئنا اسپرانزا

۹-۱۳- معدن نقره سی یرا

این معدن که در آیداهو قرار گرفته است، اولین بار در سال ۱۹۰۰ کشف شد. بعد از اکتشاف معدن و انجام آزمایش‌های لازم مشخص گردید که ذخیره کانسار معدن سی یرا به حدی نیست که بتوان آن را استخراج نمود. مالکیت معدن چندین بار تغییر یافته است. این معدن بعضی وقت‌ها برای فعالیت اکتشافی به منظور پیدا کردن ذخیره بیشتر فعال می‌شد. ولی بعد از فعالیت اکتشافی کامل که در سال ۱۹۶۰ صورت گرفت معلوم شد که نمی‌توان از معدن به منظور بهره‌برداری استفاده نمود. بنابراین از آن به عنوان محیط آموزشی برای تدریس به دانشجویان دانشگاه برای کسب مهارت‌های معدن کاری استفاده شد. در سال ۱۹۸۲ یک گروه از تجار محلی زمین‌گردشگری معدنی را در آن به راه انداختند.

برای انتقال بازدیدکنندگان به ورودی معدن از وسیله‌ای شبیه به اتوبوس استفاده می‌شود. قبل از ورود به معدن، راهنمای معدن توضیحاتی در خصوص معدن کاری سنگ سخت به افراد می‌دهد. در داخل معدن افراد از نزدیک با فعالیت‌های معدن کاری سنگ سخت آشنا می‌شوند. راهنمای معدن درباره روش‌های معدن کاری قدیمی و مدرن توضیحاتی داده و تجهیزات معدن کاری قوی را که با هوای فشرده کار می‌کنند، نشان می‌دهد. این معدن سطح صاف و کمی شیب دارد و بازدیدکنندگان برای دیدن معدن از تونل‌های U شکل عبور می‌کنند. برای ورود به معدن همراه داشتن کلاه ایمنی و ژاکت سبک ضروری است. شما می‌توانید دوربین عکاسی‌تان را هم با خود به همراه ببرید.

ورودی: بزرگترها ۵/۱۰ دلار، افراد بالای ۶۰ سال ۵/۹ دلار، بچه‌ها تا ۱۶ سال ۵ دلار.
 زمان فعالیت معدن: ماه می تا سپتامبر و ژوئن تا آگوست از ساعت ۱۰ صبح تا ۱۴ بعد از ظهر.



نمایی از معدن نقره سی پرا



۹-۱۴- معدن الماس کیمبرلی

این معدن که شامل یک معدن روباز و یک معدن زیرزمینی است در کیمبرلی در آفریقای جنوبی قرار گرفته است و در برخی منابع ادعا می‌شود بزرگ‌ترین گودال کنده شده توسط دست در جهان است (و البته در آن اختلاف نظر وجود دارد). این معدن در سال ۱۸۷۱ افتتاح شده و در ۱۹۱۴ تعطیل شد. عمر این معدن ۴۳ سال بوده و حدود ۵۰ هزار نفر در آن مشغول به کار بودند که با کمک بیل و کلنگ ۲۲/۵ میلیون تن از زمین را جابه‌جا کرده و ۱۳ میلیون قیراط الماس را از دل آن استخراج کردند. پهنای این معدن ۴۶۳ متر و عمق آن ۲۴۰ متر بود هر چند بعدها ریزش آوار منجر به پر شدن بخشی از معدن شده و عمق آن به ۲۱۵ متر کاهش یافت. در حدود ۴۰ متر آن با آب پر شده و هم اکنون ۱۷۵ متر آن قابل مشاهده است.



گودال کیمبرلی



۹-۱۵- معدن نمک ولیچکا، لهستان

معدن نمک ولیچکا در منطقه جنگلی کارلک در جنوب لهستان و نزدیک شهر کراکوف قرار دارد. این معدن که بهره‌برداری از آن از قرن ۱۳ میلادی آغاز شده تا سال ۲۰۰۷ فعال بوده است. جالب است بدانید که حدود ۲/۱ میلیون نفر در سال از این معدن بازدید می‌کنند.

ویژگی‌های آن عبارت است از:

۲۴۰۰ گالری و تونل در اعماق مختلف، از ۶۴ تا ۳۲۷ متر.

راه پله‌های چوبی، کنده‌کاری‌ها، مجسمه‌ها و لوسترهای نمکی و یک کلیسای حفاری شده در داخل نمک

نمایشگاهی از تاریخچه معدن نمک

بازسازی آسانسور قرن هفدهم برای رفتن به عمق معدن



نمایی از سالن‌های بازسازی شده معدن نمک ولیچکا



۹-۱۶- معدن شفابخش رادون در مونتانا

این معدن در سال ۱۹۲۴ برای استخراج نقره و سرب ایجاد شد اما مدتی بعد به دلیل داشتن مواد رادیواکتیو و گازهای مضر رادون تعطیل شد. در سال ۱۹۴۹ یک خانم که از معدن بازدید می‌کرد بعد از چند بار رفت و آمد متوجه شد که بیماری نادرش درمان شده و هیچ اثری از آن نیست. بعد از تحقیقات متوجه شدند که دوز این مواد بسیار کم است و مکان مناسب برای پرتو درمانی و درمان بیماری‌های نادر است. صاحبان این معدن به شما توصیه می‌کنند برای ساعاتی در این مکان استراحت کنید و لذت ببرید.



فضای داخلی معدن رادون

۹-۱۷- معدن نمک متروکه یکاترینبورگ

معدن نمک متروکه یکاترینبورگ در شهر یکاترینبورگ روسیه و در ژرفای بیش از ۶۵۰ متری سطح زمین قرار دارد. این معدن به دلیل لایه بندی‌های زیبایی که سنگ‌های داخل آن دارند، شهرتی جهانی یافته است. این معدن متروکه سرشار از مواد معدنی متفاوت بوده و در حال حاضر برای ورود به آن نیاز به مجوز دارید اما یک عکاس روسی این محل وهم انگیز را به تصرف خود در آورده تا عکس‌های زیبایی از این محل را خلق کند.



نمایی از تونل‌های معدن یکاترینبورگ



۹-۱۸- معدن سونگ جیانگ

دره حاصل از معدن کاری روباز که به مرور زمان، پر از آب شده و متروکه رها گردیده بود، سرمایه‌گذاران چینی را ترغیب کرد تا به فکر راهکاری جدید برای جذب گردشگران باشند. ساخت مجموعه بزرگ تفریحی - ورزشی با نام «سونگ جیانگ شیمائو» در دستور کار قرار گرفت تا بخش بزرگی از آن به یک هتل پنج ستاره اختصاص یافته و البته بخش‌هایی دیگر از آن در زیر آب بماند.

این هتل با سرمایه‌گذاری یک شرکت اروپایی در حومه شهر پکن، پایتخت چین در حال احداث است. چینی‌ها که قصد دارند کشورشان را در سال‌های آتی به یکی از پنج مقصد برتر گردشگری جهان تبدیل کنند، همواره به دنبال ساخت هتل‌های متفاوت هستند که آخرین آنها این هتل لوکس زیرزمینی در معدن متروکه سنگ است. این هتل پنج ستاره که بیشتر آن در زیرزمین قرار دارد، از امکانات رفاهی متنوعی از جمله یک دریاچه اختصاصی برای قایقرانی بهره می‌برد و در ساخت آن از فناوری‌های مدرن استفاده می‌شود. این هتل همچنین به عنوان یک هتل سبز هیچگونه آلودگی زیست‌محیطی نخواهد داشت و تامین انرژی آن نیز با استفاده از صفحات خورشیدی و چمن به عنوان عایق در سقف انجام خواهد شد.



نمایی از معدن سونگ جیانگ و هتل ساخته شده در آن





۹-۱۹- معدن سالا سیلورماین

هتل سالا سیلورماین معدنی بود که فعالیت آن از قرن ۱۵ آغاز و تا سال ۱۹۰۸ ادامه یافت. همچنین در سال‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۵۱ و سال‌های ۱۹۴۵ تا ۱۹۶۲ در نزدیکی این معدن فعالیت‌های معدنی انجام می‌شد. این معدن در شهر سالا در وست منلند کانتی در ۱۲۰ کیلومتری استکهلم، پایتخت سوئد قرار گرفته است. برای مدت طولانی این معدن اصلی‌ترین منبع تامین نقره مورد نیاز سوئد بود و هم اکنون به یک اتاق هتل زیرزمینی، جایی برای تجربه ناهار خوردن در اعماق زمین، موزه، تئاتر زنده و فعالیت‌های اکتشافی متعدد تبدیل شده است. البته اگر می‌خواهید داخل این اتاق هتل شوید باید از پوشیدن لباس‌های گرم مطمئن شوید، چرا که دمای هوا در آن در کل طول سال تنها دو درجه سانتیگراد است. البته چندان هم نگران نباشید چرا که با استفاده از سیستم‌های گرمایشی دمای هوای محیط به ۱۸ سانتیگراد افزایش یافته است تا بتوانید شب را در این مکان خاص راحت بخوابید. ناگفته نماند که تلفن‌های همراه در این هتل کار نمی‌کنند اما شما می‌توانید با استفاده از یک سیستم رادیویی داخلی با سطح زمین ارتباط برقرار کنید. این اتاق هتل در عمق ۱۵۵ متری زمین واقع شده است. همچنین مسیریایی در داخل معدن برای گذراندن تورهای ماجراجویی وجود دارد که می‌تواند هیجان شما را دوچندان کند.



نمایی از فضای داخلی معدن سالا سیلور



۱۰- موزه‌های معدنکاری در جهان

۱۰-۱- موزه ملی زغال سنگ انگلستان

موزه ملی زغال سنگ انگلستان در منطقه West Yorkshire واقع شده است.

این معدن در سال ۱۹۸۸ به عنوان موزه شروع به فعالیت نمود و در سال ۱۹۹۵ به عنوان یکی از موزه‌های ملی ثبت گردید.

موزه ارائه‌کننده تورهای زیرزمین می‌باشد که در این تورها بازدیدکنندگان با شرایط کار معدنکاران، ماشین‌آلات و تجهیزات معدنی آشنا می‌شوند.

در این معدن برخی از تجهیزات معدنی قدیمی که معدنکاران از آن استفاده می‌کردند از قبیل چراغ‌های معدنکاری، تندیس‌های کوچک از معدنکاران شاغل در معدن زغال‌سنگ و برخی نشریات، کتب و مجلات تولید و به فروش می‌رسد.

بازدیدکنندگان قبل از شروع بازدید مبلغ ۳ پوند به صورت ودیعه پرداخت می‌نمایند که پس از اتمام بازدید در زمان خروج می‌توانند انتخاب کنند که در ازای آن ۳ پوند یک سوغاتی از مجموعه با خود برده و یا آن ۳ پوند را پس بگیرند. با این سیاست سال قبل (۲۰۱۵) مجموعه موزه ۱۳۹,۰۱۶ پوند از محل اعطای مبلغ ۳ پوند اولیه بازدیدکنندگان درآمدزایی داشته است.



تصاویری از موزه ملی معدنکاری انگلستان





۱۰-۲- موزه ملی معدن لوگزامبورگ

در این موزه تمامی ابزارالات، ماشین‌های معدنی، تجهیزات و مجموعه مدارک و اسناد مربوط به استخراج سنگ آهن که از قرن ۱۹ وجود داشته است را به نمایش گذاشته‌اند.

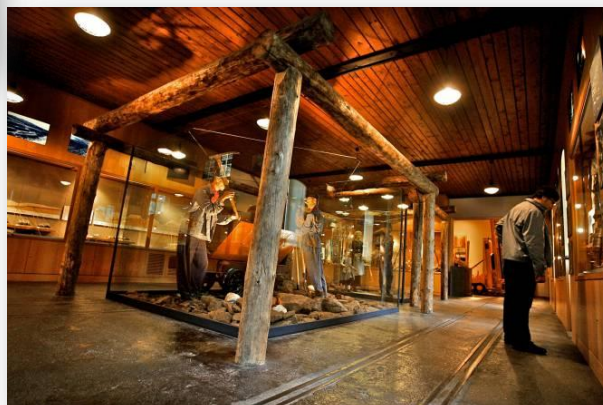
هزینه‌های بازدید این معدن به شرح زیر می‌باشد:

بازدیدهای گروهی ۲۳۲ یورو

برای گروه‌های ۱۵ نفره ۱۲۰ یورو

برای گروه‌های ۱۵ تا ۲۹ نفره ۸ یورو به ازای هر نفر

بازدیدهای انفرادی هر نفر ۹ یورو



تصاویری از موزه ملی معدن لوگزامبورگ



۱۰-۳- موزه معدن سالینا توردا

معدنی که زمانی منبع ثروت غنی برای رومیان در قرن ۱۷ میلادی بود هم اکنون بزرگترین موزه تاریخی نمک در دنیاست.

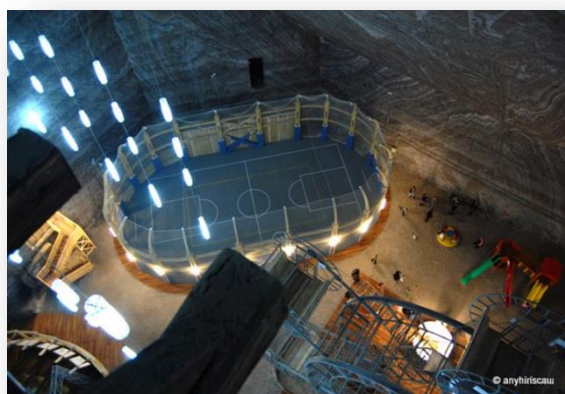
در این معدن سه موزه معدنی وجود دارد که شامل: موزه نمک تریزا (Terezia) در عمق ۱۲۰ متری، موزه آنتون (Anton) در عمق ۱۰۸ متری و موزه رودلف (Rudlof) در عمق ۴۲ متری است.

بازدیدکنندگان به وسیله شفت‌های عمودی که در گذشته هزاران تن نمک را به سطح انتقال می‌دادند، جابجا می‌شوند.

مجموعه مجهز به سالن نمک درمانی، استخر آبگرم و دریاچه سطحی، سالن بولینگ، سالن آمفی تئاتر، مینی گلف، چرخ و فلک و قایقرانی در دریاچه زیرزمینی است.

بخش درونی معدن فاقد هر گونه حساسیت زا و باکتری است.

تجهیزات و سازه‌های زیبای چوبی بازسازی شده قدیمی توجه را به خود جلب می‌کند.



تصاویری از موزه معدن سالینا توردا





تصاویری از موزه معدنکاران گیپ برتون

۴-۱۰- موزه معدنکاران گیپ برتون

آغاز به کار این معدن به ۲۵۰ سال پیش برمی گردد. برگزاری تور در این معدن به صورت روزانه است. هزینه بازدید از معدن در طول هفته از نفری ۴ دلار تا ۱۳ دلار متغیر می باشد.



۵-۱۰- موزه معدن طلای بوهمیا

موزه در منطقه تاریخی - ملی Cottage Grove واقع گردیده است. این موزه مجموعه ای از تصاویر، ابزار، سنگ ها را در خود نگهداری می نماید. موزه توسط داوطلبان اداره می شود.



ساختمان موزه معدن طلای بوهمیا



۱۱- تفسیر میراث معدنکاری و نمونه‌های آن در جهان

۱۱-۱- پانزده اصل تفسیر میراث^{۱۵}

در سال ۱۹۷۵، تیلدن یکی از بزرگترین دانشمندان علم تفسیر هفت اصل را در تفسیر میراث بنا نهاد و در سال ۱۹۹۴، دو دانشمند به نام‌های لری بک و تد کیبل هشت اصل را به اصول هفت گانه تیلدن اضافه نمودند تا علم تفسیر را در این اصول پانزده گانه تکمیل نمایند. این پانزده اصل به قرار زیر است:

۱. تفسیر به نحوی که چیزی را توصیف کند یا به نمایش بگذارد، اگر باعث ایجاد ارتباط با شخصیت درونی یا تجربه بازدید کننده نشود، بی‌فایده است.
۲. اطلاعات به همان شکل که وجود دارد تفسیر نیست. در واقع تفسیر با تکیه بر این اطلاعات انجام می‌شود.
۳. تفسیر هنر است و بسیاری از هنرها را با هم تلفیق می‌کند.
۴. هدف اصلی تفسیر، آموزش نیست بلکه برانگیزش است.
۵. هدف تفسیر باید یک کل به جای یک جزء باشد.
۶. تفسیر کودکان نباید خلاصه و ساده شده تفسیر بزرگسالان باشد.
۷. هر مکان تاریخچه‌ای ویژه دارد.
۸. استفاده از فن آوری و روش‌های نوین در تفسیر به آن قدرت می‌بخشد.
۹. کمیت و کیفیت اطلاعات بسیار مهم هستند.
۱۰. دانش مهارت مفسر در ارائه اطلاعات و برقراری ارتباط حائز اهمیت است.
۱۱. متون تفسیری باید به گونه‌ای باشند که توجه خوانندگان را جلب نمایند.
۱۲. تفسیر باید به گونه‌ای باشد که منجر جذب حمایت‌های مالی گردد.
۱۳. تفسیر باید توانایی، علاقه و درک بازدید کنندگان را ترغیب کند.
۱۴. مفسر می‌تواند بهترین تجارب را گسترش بدهد.
۱۵. عشق عامل اصلی در تفسیر قدرتمند و موثر است.

۱۵ اصول تفسیر میراث در صنعت گردشگری، ترجمه نکویی صدر



۱۱-۲- القای شرایط فضای کار در معدن کویین

در معدن زیرزمینی کویین گردشگران را بر قطارهای مخصوص این کار که در معدن استفاده می‌شده سوار و آنها را ملبس به لباس‌های ساده معدنکاری، کلاه و چراغ پیشانی می‌کنند. این کار بر هیجان، تاثیر گذاری و ایمنی بازدید می‌افزاید.



تصاویری از قطار مخصوص و لباس‌های ساده معدنکاری، کلاه و چراغ پیشانی که برای بازدید کنندگان استفاده می‌شود



۱۱-۳- مرکز تفسیر و موزه معدنی کانلاس، پرتقال

این مرکز نمونه‌ای است از ترکیب و همکاری صنعت، آموزش و علم که به توسعه منطقه خود کمک بزرگی کرده است. این مرکز که در سال ۲۰۰۶ گشایش یافت یکی از مهمترین جاذبه‌های ژئوپارک آروکا است. در این موزه معدنی سالنی برای نمایش فیلم و انیمیشن‌های زمین شناسی مربوط به تریلوبیت‌های یافت شده در معدن اسلیت در نظر گرفته شده است. همچنین بازدیدکنندگان که عمدتاً دانش آموزان هستند می‌توانند ماکت‌هایی از این تریلوبیت‌ها را در اختیار داشته باشند.



تصاویری از فضای موزه معدنی کانلاس





۱۱-۴- معادن طلای سادو، ژاپن

کشوری که زمانی با نام سرزمین طلا شناخته می‌شد، امروزه معادن طلای متروکه خود را به معرض نمایش می‌گذارد. متوقف شدن تولید طلا در این معادن، پایان راه ثروت‌آفرینی برای ژاپن نبود و پس از آن هم، این معادن که اکنون تبدیل به موزه‌های طلا شده بودند، همچنان برای ژاپن درآمدزایی و ارزآوری داشتند؛ آن هم درآمدی دائمی و باثبات، درآمدی که با گذشت زمان به انتها نخواهد رسید.

آنها از این طریق به حفظ تاریخ و فرهنگ خود هم اقدام می‌کنند؛ موضوعی که یکی از بزرگترین مشکلات کشورهای در حال توسعه با ورود گردشگران است.

چقدر احتمال دارد که یک فرد در طول زندگی خود، یک معدن طلای زیرزمینی را از نزدیک ببیند، با نحوه حفاری در آن و شرایط معدنچیان آشنا شود و خودش هم با در دست گرفتن یک تشتک، به زرشویی و جدا کردن شن از قطعات طلا بپردازد؟ در موزه‌های طلای ژاپن این فرصت برای آنها مهیا است که خواننده‌ها و شنیده‌های خود را در مورد معادن طلا، با چشمانشان ببینند و با دستانشان لمس کنند.



معادن طلای سادو، ژاپن



۱۱-۵- معادن طلای مولی کاتلین

معدن طلای مولی کاتلین یک معدن عمودی تاریخی در کلرادو است. شفت معدن ۳۰۰ متر (به ارتفاع ساختمان امپایر استیت) پایین می‌رود. این معدن در سال حدود ۴۰,۰۰۰ نفر بازدید کننده دارد. در این معدن نیز بازدیدکنندگان در بدو ورود در شرایطی قرار می‌گیرند که شرایط کار در معدن را با تمام وجود حس کنند.



معدن طلای مولی کاتلین





۱۱-۶- سرزمین حفاری، انگلستان

پارک‌های زنجیره‌ای دیگرلند در انگلستان به صورت یک برند و نام تجاری است و امریکا در سال ۲۰۱۴ درخواست تاسیس شعبه‌ای از این پارک و استفاده از این برند را داده است. رانندگی با انواع ماشین‌های واقعی حفاری و سایر ماشین‌های بزرگ و کوچک تجربه انجام حفاری و برداشت در سایت با ماشین حفاری هدایت تمامی امکانات سرگرمی و بازی با ماشین آلات حفاری امکان عکاسی از مناظر اطراف با هدایت ماشین آلات حفاری در سال نخست راه اندازی (۲۰۰۰) بیش از ۲۰۰۰۰ نفر بازدیدکننده داشت. شعب پارک در مناطق مختلف بسته به مکان و شرایط دارای تم و طرح‌های متفاوت هستند.



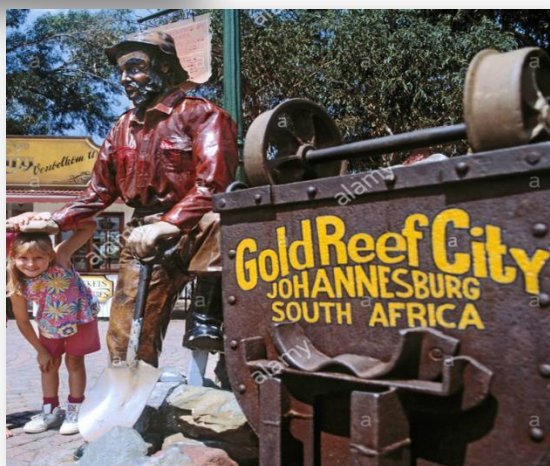
سرزمین حفاری دایگرلند



۱۱-۷- شهر صخره‌های طلایی در آفریقای جنوبی

یکی از بزرگ‌ترین پارک‌های موضوعی- تفریحی آفریقای جنوبی در محل یک معدن طلا که از سال ۱۹۷۱ متروک و تعطیل شده ساخته شده است.

مجهز به سینمای چهار بعدی برای نمایش مراحل مختلف استحصال و استخراج طلا تور زیرزمینی از معدن و آشنایی با ثروت آفریقای جنوبی امکانات استحصال طلا درون پارک برای بازدیدکنندگان از دورن گودال‌های آب گل آلود سریع‌ترین، بزرگ‌ترین و پرپیچ و خم‌ترین مسیر ترن هوایی (آناکودا) با عبور از مسیرهای بازسازی شده قدیمی مرکز آموزشی اکتشاف و خانه میراث برای کودکان و نوجوانان، بخش چرخه طلا (استخراج، ریخته‌گری) چرخ و فلک و قایق رویایی، حلقه طلایی، بازی‌های گروهی، خانه سوغاتی و یادگاری برج وحشت: سقوط از یک استیج به ارتفاع ۵۰ متر با سرعت ۱۰۰ کیلومتر در ساعت به درون یکی از شفت‌های معدن باز



شهر صخره‌های طلایی



۱۲- برندسازی معادن برای زمین گردشگری در ایران

از آنجایی که معدن کاری در ایران از قدمت بالایی برخوردار است و تعداد معدنی که دارای آثار باستانی معدنکاری هستند، پرشمار است؛ می توان با برندسازی از معادن فوق الذکر به ویژه آن معدنی که متروکه هستند، این بخش از گردشگری و در واقع زمین گردشگری را در کشور فعال نموده و از آن بهره برد. در ادامه تعدادی از این معادن معرفی می گردند.

۱۲-۱- معدن فیروزه نیشابور^{۱۶}

معدن فیروزه در استان خراسان رضوی در بخش تحت جلگه، در ۵۳ کیلومتری شمال غرب شهرستان نیشابور واقع شده است. برای دسترسی به معدن ۴۱ کیلومتر راه آسفالت درجه دو و بقیه، راه خاکی است. به تازگی برای آسفالت آن اقداماتی در حال انجام است. محدوده معدن، چند ضلعی، به مساحت تقریبی ۴۰ کیلومتر است و آب و هوای منطقه، سرد کوهستانی و ارتفاع آن ۱۵۵۰ تا ۲۹۵۰ متر می باشد. شاید معدن فیروزه نیشابور، قدیمی ترین معدن فعال دنیا باشد و سابقه بهره برداری از آن، به استناد کشف جسدی در شهر قدیمی تپه برج، به بیش از ۵۰۰۰ سال برسد.

ویژگی ها

معدن فیروزه نیشابور تنها معدن فیروزه کشور است که بهره برداری می شود. فیروزه نیشابور معروف ترین فیروزه جهان است به طوری که ارزش فیروزه سایر کشورها را نسبت به آن می سنجند. این معدن به روش زیرزمینی و با حفر چاه و تونل هایی استخراج می شود، لذا برای بازدید گردشگری می تواند جذاب باشد. همچنین با فراهم آوردن لوازم ایمنی مثل کلاه ایمنی معدن و نیز لباس گرم و مناسب می توان به گردشگران خدماتی را ارائه داد. در معدن برای استخراج ماده معدنی فعالیت انفجاری نیز صورت می گیرد، بنابراین مشاهده چگونگی این امر می تواند برای گردشگران جالب توجه باشد. وجود کارگاه صنایع دستی در معدن می تواند کمک قابل توجهی به جذب گردشگر نموده و بدین صورت بازدید کنندگان از معدن با روش های برش سنگ فیروزه آشنا می شوند. همچنین می توان در مدت زمان معین و کوتاه کارگاه آموزش برش فیروزه را هم برگزار نمود. هنرمندان در کارگاه صنایع دستی سفارش هایی را هم برای تهیه موارد دلخواه مشتریان خود می پذیرند لذا با ایجاد فروشگاه می توان محصولات حاصل را با قیمتی مناسب برای جذب گردشگر به آنان عرضه کرد. به علاوه می توان در فروشگاه فوق، صنایع دستی نیشابور و انواع مواد غذایی و نوشیدنی را هم به بازدید کنندگان ارائه نمود.

۱۶ گردشگری معدنی، آیدین زینالزاده، کارشناس دفتر امور اکتشاف



۱۲-۲- معدن مس سرچشمه

مجتمع مس سرچشمه در ۱۶۰ کیلومتری جنوب غرب کرمان و ۵۰ کیلومتری جنوب رفسنجان قرار دارد. ارتفاع این ناحیه از سطح دریا به طور متوسط ۲۶۰۰ متر و بلندترین نقطه آن ۳۰۰۰ متر است. کانسارهای سرچشمه در قسمت مرکزی سلسله جبال زاگرس قرار گرفته و متشکل از سنگ‌های چین خورده گسله، سنگ‌های رسوبی و مواد آتشفشانی اوایل دوره سوم است. کانسار مس سرچشمه از نوع پورفیری است. این معدن یکی از بزرگ‌ترین معادن روباز جهان به شمار می‌رود که در ۲۵ میلیون سال پیش در امتداد رشته کوه زاگرس تشکیل شده است. میزان ذخیره این معدن در حدود ۱ میلیارد و دویست میلیون تن سنگ سولفوری با عیار متوسط ۰/۷ درصد برآورد شده است.

در این معدن دستگاه‌های عظیم حفاری، بارگیری و حمل مواد معدنی وجود دارد. این معدن به روش روباز و پلکانی استخراج می‌شود که ارتفاع پله‌ها ۱۲/۵ متر و عرض آن‌ها ۱۵ متر می‌باشد. مراحل استخراج در این معدن شامل چهار مرحله حفاری، انفجار، بارگیری و باربری می‌باشد. برای عملیات حفاری در معدن چاله‌هایی را با قطر و طول مشخص توسط دستگاه‌های حفاری حفر می‌کنند و داخل آن‌ها را با مواد منفجره پر نموده و سپس آن‌ها را منفجر می‌کنند. پس از عملیات انفجار، ماده معدنی توسط بیل‌های الکتریکی با قدرت بالا به داخل کامیون‌های بزرگ با ظرفیت ۱۲۰ تن بارگیری شده و به سنگ شکن اولیه منتقل می‌شود.

همچنین کارخانه فرآوری ماده معدنی نیز وجود دارد که در آن انواع دستگاه‌های سنگ شکن، آسیاها و سرنده و نیز سایر دستگاه‌های فرآوری ماده معدنی وجود دارد که محصول نهایی فرآوری، مس آند و کاند می‌باشد که جهت تولید شمش مس و تولید کابل و صنایع الکترونیک کاربرد دارد.

ویژگی‌ها

معدن مس سرچشمه به دلایل زیر می‌تواند به لحاظ گردشگری برای بازدید مناسب باشد:

معدن مس سرچشمه یکی از بزرگترین معادن روباز جهان است که به روش پلکانی استخراج می‌شود. عظیم‌ترین دستگاه‌های معدن کاری ایران (دستگاه‌های حفاری، بارگیری و حمل و نقل ماده معدنی) در این معدن وجود دارد که دیدن آن‌ها برای هر بازدید کننده‌ای جالب خواهد بود.

وجود کارخانه فرآوری مواد معدنی و مشاهده چگونگی روند تولید محصولات در این کارخانه برای افراد به ویژه دانشجویان و دانش آموزان لذت بخش و آموزنده است.

مشاهده چگونگی انجام عملیات انفجار جهت استخراج ماده معدنی نیز می‌تواند جذابیت گردشگری این معدن را بالا ببرد.

پیشنهادات زیر می‌تواند به جذب بیشتر گردشگر نیز کمک شایان توجهی نماید:

ایجاد فروشگاه‌هایی برای عرضه صنایع دستی استان و به ویژه محصولاتی که از فلز مس تهیه شده‌اند. عرضه لوازم ایمنی، فیلم‌های آموزشی، کتاب‌هایی در خصوص رشته معدن و زمین‌شناسی برای دانشجویان و به ویژه به زبان ساده و قابل فهم برای دانش آموزان.

عرضه مواد غذایی و نوشیدنی در این فروشگاه‌ها.



تهیه نقشه های راهنمای معدن.
ایجاد محیطی برای استراحت بازدید کنندگان.

۱۲-۳- معدن مس قلعه زری بیرجند

مس قلعه زری در مجاورت ده قلعه زری در شمال شرق کویر لوت و در حدود ۱۸۰ کیلومتری جنوب شهرستان بیرجند در استان خراسان جنوبی واقع شده است. بلندترین نقطه آن ۱۵۳۹ متر از سطح دریا ارتفاع دارد و راه اصلی ارتباطی معدن با شهرستان بیرجند جاده‌ای است که ۳۶ کیلومتر ابتدای آن (تا شهر خوسف) آسفالت بوده و ۱۴۴ کیلومتر دیگر خاکی می‌باشد و در مسیر آن روستاهای نسبتاً بزرگ هومند، سرچاه و بصیران قرار می‌گیرد. معدن قلعه زری از بزرگ‌ترین معادن رگه‌ای مس ایران است که از روزگاران قدیم مورد بهره‌برداری قرار گرفته است. سابقه کاوش‌های معدنی در این منطقه بر اساس اطلاعات باستان‌شناسی به دست آمده، بالغ بر ۸۰۰ سال قبل می‌باشد، کارهای شدادی بسیار پراکنده که بعضاً چندین کیلومتر طول و چند ده متر عمق دارند، گواهی بر تلاش وصف ناپذیر پیشینیان ما در جهت دستیابی به مواد معدنی و مهارت آن‌ها در استخراج معادن با روش‌های ابتدایی می‌باشد. آن چه مسلم است علاوه بر مس، طلا نیز به عنوان محصول اصلی معدن جایگاه ویژه‌ای داشته به نحوی که وجه تسمیه قلعه زری بر همین اساس بوده و در منابع علمی زمین‌شناسی همواره به عنوان کانسار مس - طلا از آن یاد شده است. قلعه نسبتاً بزرگ و باستانی منطقه که در اطراف آن سرباره‌های ذوب مشاهده می‌شود حکایت از وجود نوعی کارگاه‌های استحصال مواد معدنی در مجاورت معدن دارد. فعالیت‌های جدید و منظم معدن کاری در این منطقه در سال ۱۳۴۹ توسط یک شرکت ایرانی - ژاپنی (شرکت لوت ایران و نتیتسو ژاپن) آغاز گردید و بعدها تحت عنوان میناکان ادامه یافت تا اینکه در سال ۱۳۷۱ سهم طرف ژاپن خریداری و ادامه کار با مشارکت بخش خصوصی و شرکت صنایع مس ایران پی‌گیری گردید. سپس از سال ۱۳۴۹ تا سال ۱۳۵۴ تأسیسات معدن کارخانه در حوالی معدن ایجاد شد.

ویژگی‌ها

به طور کلی می‌توان گفت دلیل انتخاب معدن مس قلعه زری برای فعالیت‌های گردشگری ویژگی‌های زیر می‌باشد: معدن مس قلعه زری از بزرگ‌ترین معادن رگه‌ای مس ایران است که از زمان‌های قدیم مورد بهره‌برداری قرار گرفته است.

این معدن به روش زیر زمینی و با حفر چاه‌ها و تونل‌هایی استخراج می‌شود که به واسطه آنها می‌توان عمق ۱۰۰ متری زیر زمین را مشاهده نمود.

انواع کانی‌های مس را می‌توان در این معدن مشاهده نمود.

دیدن گسل واقعی و مشاهده کانی سازی در درون آن قطعاً برای بازدید کنندگان جالب خواهد بود.

وجود کارخانه فرآوری مس و مشاهده انواع تجهیزات و دستگاه‌های موجود در این کارخانه شامل انواع سنگ شکن‌ها، آسیاها و سرندها و چگونگی فرایند فرآوری مس جالب و قابل توجه است.



به دلیل وجود قلعه باستانی در منطقه می‌توان موزه‌ای را در این محل ایجاد نمود که در آن ابزار آلات قدیمی مورد استفاده برای استحصال مس و همچنین انواع کانی‌ها را در آن به نمایش گذارد. با ایجاد فروشگاه‌هایی در کنار موزه، صنایع دستی منطقه و نیز انواع غذاها و نوشیدنی‌ها را عرضه نمود. با فراهم نمودن لوازم ایمنی در معدن برای افراد بازدیدکننده می‌توان به جذابیت گردشگری آن افزود. استفاده از واگن‌های حمل مواد معدنی برای جابجایی بازدیدکنندگان بر جذابیت گردشگری معدن خواهد افزود.

۱۲-۴- معدن سرب نخلک

معدن و کارخانه سرب نخلک در ۴۰ کیلومتری شهر انارک و در استان اصفهان واقع شده است. این معدن از جمله معادن باستانی کشور بوده و سابقه معدن کاری در آن به دوره ساسانیان مقارن با پادشاهی انوشیروان دادگستر باز می‌گردد. در محوطه معدن سرب نخلک عبادتگاهی وجود دارد که تاریخ بنای این چهار طاقی به قرن دوم میلادی بر می‌گردد. این بنا عبادتگاه کسانی بوده است که در دژ روبروی آن و در قلعه بزرگ نخلک زندگی می‌کرده‌اند و به کار استخراج سرب از دل کوه و جداسازی نقره آن مشغول بوده‌اند.

ذخیره قطعی معدن با در نظر گرفتن عیار حد ۹٪ در سال ۱۳۶۴، حدود ۸۵۰ هزار تن برآورد شده است و میزان تولید سالیانه این معدن ۱۲۵۰ تن کنسانتره سرب است.

سابقه راه اندازی کارخانه فرآوری این معدن به سال ۱۳۳۰ می‌رسد و می‌توان از آن به عنوان اولین کارخانه فرآوری مواد معدنی کشور نام برد. معدن نخلک از سال ۱۳۲۲ توسط دولت اداره شده و در سال ۱۳۳۵ کارخانه فرآوری آن راه اندازی گردید.

ویژگی‌ها

با توجه به اینکه معدن سرب نخلک در استان اصفهان قرار دارد و به دلیل اینکه شهر اصفهان یک شهر گردشگری است لذا می‌تواند از نظر جذب گردشگر بیشتر مورد توجه باشد.

کارخانه فرآوری سرب نخلک اولین کارخانه فرآوری مواد معدنی کشور می‌باشد لذا مشاهده اولین دستگاه‌های فرآوری در این کارخانه جالب می‌باشد.



۱۲-۵- معدن طلای موته

معدن طلای موته در ۲۷۰ کیلومتری جنوب غرب تهران، در ۸ کیلومتری روستای موته و روستای رباط ترک و در فاصله ۵۰ کیلومتری از شهر میمه قرار دارد. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۹۰۰ تا ۲۳۰۰ متر می‌باشد. موته از حدود ۴۰۰۰ سال قبل شناخته شده بود. کاوش‌های باستان‌شناسی در منطقه با کشف ابزارهای قدیمی استخراج این حقیقت را ثابت کرده است. در دوره قاجاریه مخصوصاً در زمان امیر کبیر، اقداماتی برای بهره‌برداری از معادن طلا به عمل آمد و از آن بهره‌برداری شد. بهره‌برداری از معدن موته بعد از انقلاب آغاز شده است. مساحت معدن موته زاید بر ۲۵ کیلومتر مربع برآورد شده است و در آن در حدود ۲ میلیون تن سنگ طلا وجود دارد و دارای ۹ کانسار طلا دار می‌باشد. این معدن به روش روباز و انجام عملیات آتشی‌باری بهره‌برداری می‌شود. ماده معدنی پس از انفجار توسط بولدوزر به داخل کامیون می‌ریزند و به سمت کارخانه حمل می‌کنند. مجتمع طلای موته به عنوان اولین کارخانه استحصال طلای ایران در سال ۱۳۷۲ توسط شرکت استرالیایی BHP راه اندازی گردید. کارخانه طلای موته به عنوان مهم‌ترین تولید کننده شمش طلا در ایران در ۱۵۰ کیلومتری شهر اصفهان و ۵۰ کیلومتری گلپایگان واقع شده است. تولید سالیانه این واحد در حدود ۳۰۰ کیلوگرم طلا و ۳۶ کیلوگرم نقره می‌باشد. خوراک این کارخانه از دو معدن سنجده و چاه خاتون تامین می‌شود و عیار متوسط آن ۲ ppm می‌باشد. ظرفیت کارخانه به طور متوسط ۶۰۰ تن در روز است. در کارخانه طلای موته انواع دستگاه‌ها شامل سنگ شکن، آسیا و سایر دستگاه‌های تغلیظ و تولید طلا وجود دارد.

ویژگی‌ها

بر اساس شواهد باستان‌شناسی، معدن طلای موته از حدود ۴۰۰۰ سال قبل شناخته شده و مورد بهره‌برداری قرار گرفته است، بنابراین ایجاد موزه و به نمایش گذاشتن ابزار آلات قدیمی استحصال طلا در این موزه ضروری به نظر می‌رسد.

این معدن در استان اصفهان قرار دارد که خود استان و به ویژه شهر اصفهان به عنوان یک شهر گردشگری برای همه مردم شناخته شده است، لذا می‌تواند از نظر جذب گردشگر در رتبه بالاتری نسبت به سایر معادن قرار گیرد. مشاهده یک معدن طلای واقعی و چگونگی استحصال طلا و مهم‌تر از همه دیدن طلا در یک معدن طلا برای همه جذاب و دیدنی است.

ایجاد فروشگاه‌هایی برای عرضه صنایع دستی اصفهان که شهره جهانی دارد و نیز فروش محصولات تولیدی مرتبط با جاذبه‌های طبیعی و زمین‌شناختی منطقه مناسب می‌باشد. محلی در معدن برای استراحت بازدیدکنندگان از معدن ایجاد شود.



۱۲-۶- معدن زغال سنگ زیرآب

معدن زغال سنگ زیرآب گرچه نسبت به معادن شدادی از قدمت و سن کمتری برخوردار است اما به دلیل تجهیزات کامل در زمان خود و ویژگی‌هایی، می‌تواند به یک قطب گردشگری تبدیل گردد.

اطلاعات اولیه در رابطه با وجود زغالسنگ در منطقه زیرآب به سال‌های ۱۳۱۰ تا ۱۳۱۳ به هنگام ایجاد راه آهن سراسری تهران شمال برمی‌گردد. در سال‌های ۱۳۴۱-۱۳۳۸ جهت شناخت دقیق و تکمیل اطلاعات، عملیات اکتشافی توسط شرکت دماغ آلمان شروع گردید و از سال ۱۳۴۷ زمین‌شناسان شرکت ذوب آهن ایران، با همکاری کارشناسان روسیه توانستند نتایج بسیار خوب و درخشانی را به ثبت رسانند که نتیجه آن شروع بهره‌برداری از معادن کارمزد در سال ۱۳۵۰ می‌باشد.

این معدن با مقایسه با سایر معادن در زمان خود از تجهیزات معدنی و رفاهی بالایی برخوردار بوده است ضمن اینکه نزدیکی آن به راه آهن مرکزی یکی از امتیازات این معدن به شمار می‌آید. با غیرفعال و متروکه شدن این معدن، ایده دیگری جهت استفاده از این مجموعه شکل گرفت و بالاخره مطالعه اولیه برای ساخت پارک علمی تحقیقاتی (پردیس زیراب) دانشگاه شهید بهشتی از سال ۱۳۷۹ آغاز شد و در سال ۱۳۸۱ بستر این پارک در اراضی جنگلی شهر زیراب سوادکوه شناسایی و به تملک دانشگاه شهید بهشتی در آمد. پارک علمی تحقیقاتی پردیس زیراب در بهار سال ۱۳۸۱ توسط وزیر علوم وقت افتتاح شد و در همین سال نیز اساسنامه آن به تصویب هیأت امناء دانشگاه شهید بهشتی رسید و همچنین این پارک در همین سال هم به عضویت انجمن پارک‌های علمی - تحقیقاتی (IASP) در آمد.

پارک علمی - تحقیقاتی دانشگاه شهید بهشتی در شهر 'زیراب' در فاصله ۱۸۰ کیلومتری شمال شرقی تهران و ۷۰ کیلومتری دریای مازندران و بستر پارک در حاشیه جنوبی شهر زیراب واقع است. وسعت این بستر به حدود یکصد هکتار می‌رسد و عرصه جنگلی کوهپایه‌ای حد فاصل شهر زیراب و جنگل‌های صنعتی هم مساحتی برابر یکهزار و ۷۰۰ هکتار دارد.

تاسیسات و امکانات قابل بهره‌برداری این مجموعه که اغلب همان تاسیسات مجموعه معدنی هستند، پس از مرمت و بازسازی مورد بهره‌برداری قرار گرفته‌اند. این مجموعه شامل ساختمان‌هایی با زیر بنای بیش از ۹ هزار متر مربع شامل ساختمان‌های آموزشی، خوابگاه‌های پژوهشگران و اساتید، کارگاه فنی، آزمایشگاه‌های شیمی چوب و خمیر و کاغذ، کتابخانه، آشپزخانه و غذاخوری، تالار اجتماعات و سامانه رایانه است که تماماً بناها معدنی تغییر کاربری یافته است.

این مجموعه قابل بازدید و اقامت برای مجموعه‌های آموزشی است.



معدن زغال سنگ زیراب



- امری کاظمی، علیرضا، ۱۳۸۸، اطلس توانمندی های ژئوپارک و ژئوتوریسم ایران: میراث زمین شناختی ایران، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- قربانی، منصور، ۱۳۸۱، دیباچه ای بر زمین شناسی اقتصادی، پایگاه ملی داده های علوم زمین کشور.
- اسمیرنوف، ۱۹۸۳، زمین شناسی ذخایر معدنی، ترجمه علی پور، ۱۳۶۷، مرکز نشر دانشگاهی.
- زاوش، م.، ۱۳۴۸، کانی شناسی در ایران قدیم (جلد اول و دوم)، پژوهشگاه علوم انسانی و فرهنگی.
- علی پور، ک.، ۱۳۷۲، تاریخ دانش زمین شناسی و معدن در ایران، طرح تدوین کتاب، سازمان زمین شناسی کشور.
- گیرشمن، ترجمه محمد معین، ۱۳۵۵، ایران از آغاز تا اسلام، بنگاه ترجمه و نشر کتاب.
- مجیدزاده، ی.، ۱۳۶۷، آغاز شهرنشینی در ایران، مرکز دانشگاهی خواجه نصیرالدین طوسی.
- بربریان، م.، ۱۳۷۶، جستاری در پیشینه دانش کیهان و زمین در ایران و یج، نشر بلخ.
- بهار، م.، ۱۳۷۶، پژوهشی در اساطیر ایران، انتشارات آگاه.
- قربانی، م.، ۱۳۷۹، ذخایر سرب و روی در ایران، سازمان زمین شناسی کشور.
- قربانی، م.، ۱۳۷۴، آنتیموان، آرسنیک، جیوه، طرح تدوین کتاب، سازمان زمین شناسی کشور.
- قربانی، م.، ۱۳۸۰، گوهرشناسی و تاریخ گوهر در ایران، جزوه درسی، دانشکده علوم زمین دانشگاه شهید بهشتی.
- قربانی، م.، ۱۳۸۹، زمین شناسی اقتصادی طبیعی ایران و ذخایر معدنی"، آراین زمین، تهران.
- قربانی، م.، ۱۳۸۷، زمین شناسی اقتصادی نشانه های معدنی و کانسارها ایران"، آراین زمین، تهران.
- قربانی، م.، ۱۳۸۷، زمین شناسی اقتصادی کانسارهای و نشانه های معدنی ایران"، تهران.
- قربانی، م.، ۱۳۸۷، منابع معدنی ایران"، مرکز دائره المعارف بزرگ اسلامی، تهران.
- اصانلو، مرتضی، ۱۳۹۳، روشهای استخراج معادن سطحی، دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- اصانلو، مرتضی، ۱۳۸۰، بازسازی معادن، مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر.
- احسانی، افسانه، ۱۳۹۵، اکوتوریسم؛ راهی برای گردشگری پایدار، انتشارات مهکامه.
- نکوئی صدری، ب.، ۱۳۸۵، "معادن و پتانسیل ژئوتوریستی آنها".



- حسنی پاک، علی اصغر، ۱۳۸۱، گزارش اکتشافات ژئوشیمیایی سیستماتیک در محدوده ورقه ۱:۱۰۰، ۰۰۰ قروه، سازمان زمین شناسی و اکتشافات معدنی کشور.
- مومن زاده، مرتضی، ۱۳۶۱، پیشنهاد ادامه طرح اکتشاف میدوک و گزارش درباره پیشرفت کارهای اکتشافی، کنسارهای مس حوزه میدوک، سازمان زمین شناسی کشور.
- مومن زاده، مزده، ۱۳۸۱، گزارش مقدماتی مطالعات فلزکاری و معدن کاری کهن در محوطه های باستانی پیش از تاریخ اریسمان و وشنوه (کاشان، قم)، کمیته مطالعات معدن کاری و فلزکاری کهن، پژوهشگاه سازمان میراث فرهنگی کشور.
- نکوئی صدری، بهرام، ۱۳۸۷، میراث معدن کاری در معدن نمک چهرآباد: دریچه ای به توسعه ژئوتوریسم معادن شدادی، فصلنامه ژئوماین سازمان های نظام مهندسی معدن استان های شمال غرب کشور.
- نکوئی صدری، بهرام، ۱۳۹۰، لزوم صیانت از میراث معدنکاری و زمین شناختی و بهره برداری، مجله نظام مهندسی معدن، سازمان نظام مهندسی معدن.
- نکوئی صدری، بهرام، ۱۳۸۶، معادن و پتانسیل ژئوتوریسمی آنها، مجله نظام مهندسی معدن ایران.
- زینالزاده، آیدین، ۱۳۹۲، گردشگری معدنی؛ پتانسیل خفته ی اقتصاد غیرنفتی، مجله توسعه معادن.
- زینالزاده، آیدین، ۱۳۹۵، مشکلات توسعه پروژه های گردشگری معدنی: مطالعه موردی معدن لایونیون (جنوب شرق اسپانیا)، مجله توسعه معادن.
- زینالزاده، آیدین، ۱۳۹۵، کیمبرلی: توسعه اقتصادی به واسطه تبدیل شهر معدنی به مقاصد گردشگری، مجله توسعه معادن.



- Larry Beck, Ted T. Cable, Interpretation for the 21st Century: Fifteen Guiding Principles for Interpreting Nature and Culture, Second Edition Paperback – July 1, 2002
- <http://www.goldmine-idaho.com/>
- <http://countryboymine.com/>
- <https://museum.wales/bigpit/>
- <http://www.bohemiagoldminingmuseum.com/>
- <http://www.minersmuseum.com/>
- <http://www.visitluxembourg.com/en/place/museum/mining-museum-rumelange>
- <http://nationalminingmuseum.com/>
- <http://www.goldminetours.com/index.html>
- <http://www.tour-edmine.com/museum.htm>
- <http://www.queenminetour.com/Mine-Tours>
- <http://www.pioneertunnel.com/>
- http://ngdir.ir/SiteLinks/Abandoned_Mines/index.asp
- <http://ngdir.ir/MiningInfo/PMiningInfo.asp>
- <http://www.ngdir.ir/GeoportalInfo/PSubjectInfoDetail.asp?PID=1279>
- www.tebebartar.ir
- http://danesh.roshd.ir/mavara/mavara-view_forum_threads2.php?comment=116854&SSOReturnPage=Check&Rand=0#ref116854
- <http://karizkish.com/history/>