نظام مهندسی معدن ۲۸

مجله سراسری سازمان نظام مهندسی معدن ایران

شمارهٔ ۲۸ / پائیز ۱۳۹۴ / شمارهٔ مسلسل ۳۴

ISSN ۲۲۲۸-۶۷۵۶

مقاله

شکافت هیدرولیکی و کاربردهای آن ۳

مطالعات آماری میزان ذخایر، تولید، صادرات و واردات سرب ایران در مقایسه با خاورمیانه، قارهٔ آسیا و جهان ۱۳

تعیین ویژگی‌های سنگ‌ها با استفاده از تصویربرداری پزشکی ۲۴

گفت‌وگو

گفت‌وگو با محمود مهرپرتو ۳۱

گزارش فنی

مجتمع ذوب روی بافق ۴۰

امور سازمانی

اخبار سازمان ۴۹

اخبار سازمان استان‌ها ۵۵

رویدادها

چهارمین همایش و نمایشگاه فرصت‌های سرمایه‌گذاری در معدن و صنایع معدنی ۶۶

تقویم همایش‌ها ۷۰

معرفی کتاب ۷۱

سازمان نظام مهندسی معدن

Iranian Mining Engineering Organization

http://www.ime.org.ir
http://www.imepub.ir
Email: imeo@ime.org.ir
imepub@ime.org.ir
imeo.org.ir@gmail.com

نشانی:
تهران - خیابان استاد نجات‌الهی - خیابان اراک - پلاک ۶۰
تلفن: ۸۸۸۵۴۶۵۶
۸۸۸۵۴۶۷۶ - ۸۸۸۵۴۶۸۶

صاحب امتیاز: سازمان نظام مهندسی معدن

مدیر مسئول و سردبیر: هرمز ناصرنیا

مدیر امور اجرایی: فاطمه شالچیان

زیر نظر شورای سیاست‌گذاری انتشارات و فناوری اطلاعات

شمارهٔ مجوز نشریه: ۱۲۴/۴۴۸۵

هیئت تحریریه:

مهدی ایران نژاد، علیرضا ذاکری
سید حسن مدنی، حسین معماریان، بهزاد مهرابی
محمود مهرپرتو، حسین نعمت الهی
حسن نبوی، هرمز ناصرنیا

همکاران مجله: نرجس علیرضازاده، مهسا سادات موسوی

سازمان آگهی ها: نوید ربی

تلفن: ۸۸۸۵۴۶۷۶

فکس: ۸۸۸۵۴۶۳۶

تلفن همراه: ۰۹۱۲۸۶۱۴۱۲۷

اجرا: انتشارات نظام مهندسی معدن

چاپ و صحافی: چاپ طایفه

شمارگان: ۲۵۰۰۰ نسخه

- درج مقالات و دیدگاه‌ها لزوماً به منزلهٔ تأیید مطالب آن نیست.
- مجله در ویراستاری مطالب ارسالی، آزاد است.
- استفاده از مطالب مجله با ذکر مأخذ بلامانع است.
- متن دستورالعمل‌ها، قوانین و آئین‌نامه‌ها، عیناً در مجله درج می‌شود.

فهرست مطالب

پیام رئیس سازمان

** پنجمین دورهٔ شورای مرکزی سازمان نظام مهندسی معدن از آبان ماه سال جاری کار خود را آغاز کرد.

حضور مقام عالی وزارت صنعت،معدن و تجارت و معاونان و مدیران مرتبط زیرمجموعه وزارت، مدیران اتاق بازرگانی و صنایع و معادن و کشاورزی و چند نمایندهٔ مجلس در مراسم تودیع و معارفه روسای قبلی و جدید سازمان، حاکی از آن بود که سازمان نظام مهندسی در مسیر ۱۲ ساله خود، سیر صعودی داشته و نقش و اهمیت ویژه ای در بخش معدن کشور یافته است. نهال نوپای سازمان اکنون در مسیر بالندگی قرار گرفته و نیازمند هدایت صحیح در مسیر تکامل است و این مسیر نمی‌شود جز با بهره‌گیری از نخبگان و متخصصان معدنی کشور.

توصیه‌های اکید مقام وزارت در خصوص حضور سازمان در برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری‌های کلان معدنی، تربیت نیروهای متخصص و منضبط حرفه‌ای، توجه به بخش آموزش و قیاس سازمان با نهادهای معتبر بین المللی، نقشه راهی را پیش روی نظام مهندسی معدن و سازمان گذاشت.

توجه و نگرش ویژه به سازمان از نظر حاکمیتی، بار مسئولیت سازمان را سنگین‌تر می‌کند. تداوم سیاست‌های سازمانی، حرکت بر مسیر قانون مداری و رعایت انضباط حرفه‌ای همواره مورد نظر مسئولان سازمان بوده و هست.

اینجانب نیز در پنجمین دورهٔ فعالیت سازمان، با تجربهٔ حاصل از چهار دورهٔ گذشته، توجه به این اصول، نظم و انضباط حرفه ای و احترام به شأن دانایی و مهندسی را از اعضای محترم سازمان خواستارم. چرا که تنسیق فعالیت‌های معدنی و افزایش بهره‌وری از منابع طبیعی که ودیعهٔ الهی محسوب می‌شوند، جز با رعایت کامل اصول فنی و حرفه‌ای امکان‌پذیر نیست. نقش و عملکرد سازمان استان‌ها نیز حائز اهمیت و غیر قابل انکار است.

** برنامه سفرهای استانی نیز در این دوره با جدیت بیشتری دنبال می‌شود . هدف از این بازدیدها رسیدگی به مسائل و مشکلات سازمان استان‌ها، دیدار با اعضای سازمان استان و دیدار با مقامات و مسئولان استانی به منظور تعامل بیشتر با نهادها و دستگاه‌های مرتبط است.

** تعامل با نهادها و تشکل‌ها و دستگاه‌های مرتبط با فعالیت‌های معدنی از اولویت‌های سازمان است. یقیناً این افزایش تعامل در مسیر هم افزایی و ارتقاء جایگاه و اعتبار سازمان و با بهره‌گیری از نظرات و پیشنهادهای متولیان بخش معدنی کشور و حفظ اصول و اهداف سازمان و نظام مهندسی معدن صورت خواهد گرفت.

** وظیفهٔ خود می‌دانم که از تلاش‌های بی‌دریغ مسئولان سازمان در دوره‌های گذشته قدردانی کنم. یقیناً با بهره‌گیری از نظرات و تجارب ارزنده این عزیزان می‌توانیم در توسعهٔ صحیح و اصولی بخش معدن کشور موثر باشیم. امید دارم که ضمن تداوم برنامه‌های گذشته، با همکاری اعضای شورای مرکزی بتوانیم در بهبود عملکرد سازمان کوشا باشیم.

شکـافت هیدرولیکـی و کـاربردهـای آن

رسول شیخملی، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی استخراج معدن ، دانشکدۀ مهندسی معدن دانشگاه تهران
حسین معماریان، استاد دانشکدۀ مهندسی معدن دانشگاه تهران
محمدعلی عقیقی، دکتری مهندسی نفت

چکیده

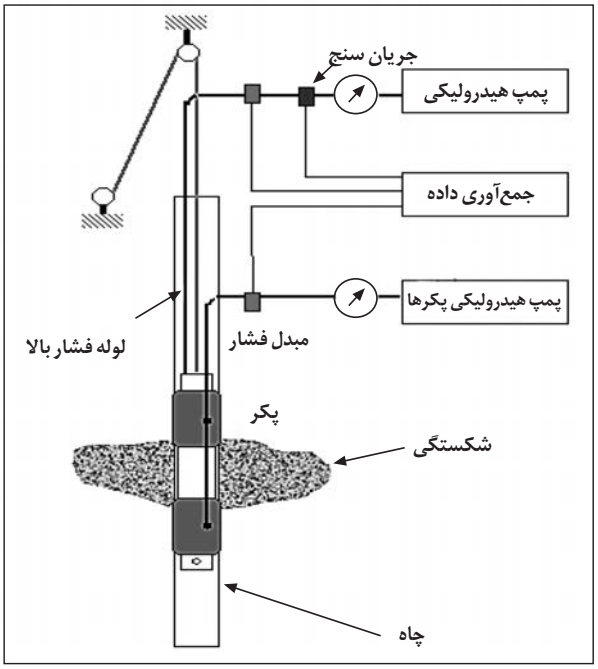
شکـافت هیدرولیکی یـا آبشکافت روش اجـرایـی است که در آن بـا تـزریق یک سیـال پرفشـار بـه زیر زمین شکستگی‌هایی در سنگ، ایجاد می‌شود. شکافت هیدرولیکی اولین بار در صنعت نفت و گاز اجرا شده و گسترش یافته است؛ ولی از دیگر کاربردهای آن می‌توان به اجرای آن در تعیین مقدار و جهت تنش‌های برجای زمین، معدنکاری تخریب بزرگ، تولید انرژی زمین‌گرمایی و تزریق مجدد خرده‌های حفاری اشاره کرد. هدف این مقاله معرفی و بررسی کاربردهای شکافت هیدرولیکی در صنایع مختلف و مقایسۀ عملیاتی آنها از لحاظ میزان حجم سیال تزریق شده، نیاز به مواد افزودنی و فشار متداول بـرای غلبه بر محیط است. همچنین روابط مـربـوط به شروع شکست در یک محیط الاستیک و متخلخل آورده شده است. نگرانی‌های زیست‌محیطی و اقتصادی مرتبط با عملیات شکافت هیدرولیکی، طراحی دقیق این عملیات را می‌طلبد. اگرچه مدل‌های پیش‌بینی هندسۀ شکستگی به‌مرور بهبود یافته؛ ولی به دلیل اینکه این عملیات از جنبۀ فیزیکی پیچیده است، هنوز هم جای کار زیادی باقی است.

واژه‌های کلیدی: شکافت هیدرولیکی، آبشکافت، هندسۀ شکستگی، فشار شروع شکست، حجم سیال تزریق شده

۱- مقدمه

شکـافت هیـدرولیکـی[1]، شکست هیـدرولیکـی و یـا آبشکافت، عبارتست از شروع و گسترش یک شکستگی از چاه به درون سازند، با استفاده از فشار سیال به‌عنوان منبع انرژی به ایـن منظـور بخش مـوردنظـر از چـاه، با نصب مسدودکننده‌هایی از دیگر بخش‌ها جدا شده (در یک چاه باز[2]) و سپس با افزایش تدریجی فشار سیال شکستگی شروع می‌شود (شکل ۱). همچنین این روش می‌تواند در یک چاه دارای پوشش جداری[3] اجرا شود که در این صورت سیال شکافت، سازند را از طریق فضاهای مشبک‌کاری[4] تحت فشار قرار خواهد داد[۱].

اولین عملیات شکافت هیدرولیکی بدون دخالت اسید، سال ۱۹۴۷ در صنعت نفت و گاز آمریکا و برای افزایش تولید یک چاه گازی، انجام شد[۲]. در سـال‌هـای اخیر، ایـن



شکل ۱- تجهیزات عملیات شکافت هیدرولیکی برای تعیین تنش سنگ [۴].

1-Hydraulic fracturing 2-Open hole 3-Cased hole 4-Perforations

روش، به دلیل ترکیب با فناوری‌های حفاری افقی و مشبک‌کاری جهت‌دار[1]، تولید نفت و گاز از مخازن نامتعارف[2]، مورد توجه فراوان قرار گرفته است[۳].

روش شکـافت هیدرولیکـی در عمـل بـاعث افزایش محدودهٔ جریانی[3] می‌شود. محدودهٔ جریانی نقاط تماس مخزن و چاه هستند که هیدروکربورها از طریق آنها به چاه جریان می‌یابند. مسئلهٔ محدودهٔ جریانی یا مناطق تماس با مخزن، دلیل اساسی تبدیل شدن عملیات شکافت به تنها روش تکمیل قابل دوام در بسیاری از مخازن است. مناطق جـریانـی نسبی حـاصل از پیکربندی‌های متداول چـاه، در جـدول ۱ آورده شده است. بـا توجه به این جدول می‌توان مشاهده کرد، حتـی برخی از پیکربندی‌های پیچیدهٔ چاه هنوز هم تنها کسری از منطقهٔ جریانی یک شکستگی هیدرولیکی بسیار کوچک را دارند[۵].

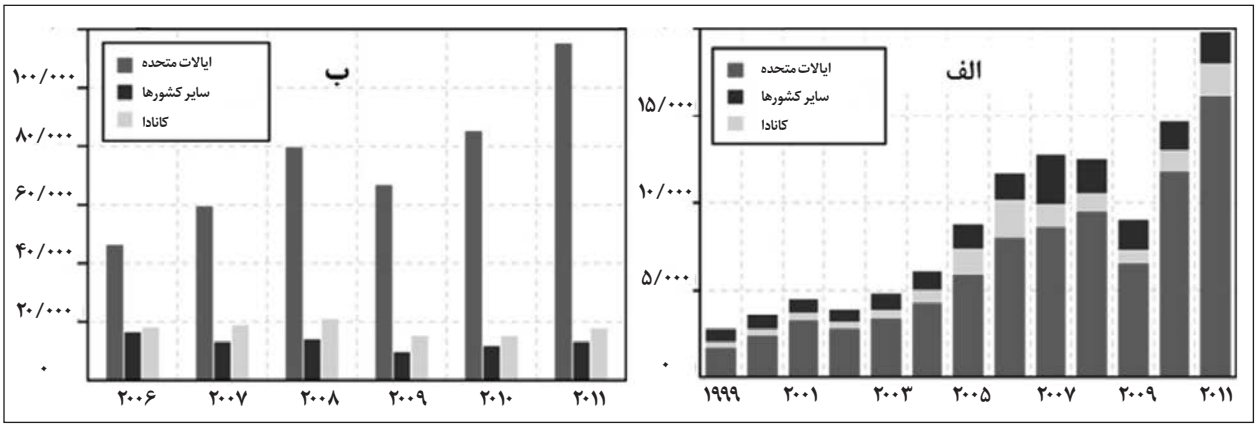
یکی از دلایل اصلی حـرکت صنعت نفت از مخازن متعارف به نامتعارف، به‌ویژه مخازن شیلـی، امکان اجرای عملیات شکافت بزرگ‌تـر و پیچیده‌تـر است. رشـد عظیـم در صنعت شکـافت هیدرولیکی، به‌ویژه در ایالات متحده آمریکا و کانادا، در شکل ۲، نشان داده شده است. خلاصه اینکه، با شکافت هیدرولیکی ذخایر موجود سریع‌تر استخراج می‌شوند[۵].

عملیـات شکـافت هیدرولیکـی عمدتـاً تجربی و با استفاده از روش‌های سعی و خطا، توسعه یافته و پیشرفت کرده است. اگرچه به دلایلی کـه در ادامه آورده شده، ابزارهای تحلیلی و عددی چند فیزیکـی نیـز بـرای بهینه‌سـازی این عملیـات، ارائـه شده‌انـد [۳، ۶ و ۷]:

موانعی چون کسب اطلاعات از عملیات شکافت و عدم تعمیم داده‌ها از یک عملیات موفق شکافت به عملیات دیگر، به دلیـل

جدول ۱- مقایسهٔ منطقهٔ تولیدی برای پیکربندی‌های مختلف چاه[۵]

پیکربندی چاه	میزان منطقهٔ جریانی (ft^2)
قائم، جداره دار، قطر ۸/۵ اینچی، مشبک شده با تمرکز ۲ شلیک در هر فوت spf[4]، ۸ اینچ نفوذ، ۱۰۰ فوت در لایهٔ تولیدی (ارتفاع خالص)[5]	۱۱۱
قائم، بی جداره، قطر ۸/۵ اینچی، ۱۰۰ فوت در لایهٔ تولیدی	۲۲۳
۲۰۰۰ فوت چاه افقی بی جداره، قطر ۸/۵ اینچی	۴۴۵۰
۶ چاه چندجانبه بی جداره با طول ۵۰۰ فوت، قطر ۶/۲۵ اینچی	۴۹۰۹
نصف طول از یک شکستگی هیدرولیکی شعاعی ۵۰ فوتی	۱۵۷۰۸



شکل ۲- شکافت هیدرولیکی در جهان. الف-هزینهٔ عملیات شکافت هیدرولیکی از بازار جهانی در صنعت نفت (میلیون دلار)، ب- تعداد سالانهٔ عملیات شکافت[۵]

1-Oriented perforation 2-Unconventional 3-Inflow area 4-Shut per foot 5-Net height

ویژگی‌های متفاوت سازندها،

- اقتصادی کردن و سرعت بخشیدن به توسعهٔ بیشتر این عملیات؛
- پرداختن به برخی از نگرانی‌های مطرح‌شده در مورد تاثیر بالقوه این عملیات به محیط‌زیست؛
- کاربردهای فراوان شکافت هیدرولیکی که باعث انگیزش صنعت شده است.
- شبیه‌سازی شکافت هیدرولیکی یک مسئله چند فیزیکی است که مکانیک سیالات را با مکانیک جامدات و مکانیک شکست، همبسته می‌کند؛ و برای مثال نمی‌توان همهٔ این شرایط را در آزمایشگاه ایجاد کرد.

هدف این مقاله معرفی کاربردهای متعدد شکافت هیدرولیکی و مقایسهٔ آنها ازلحاظ مقیاس عملیات (حجم سیال تزریق شده و فشار شروع شکست)، مواد افزودنی مورد نیاز و غیره است. همچنین روابط متداول موجود برای شروع شکست در محیط الاستیک و متخلخل آورده شده است.

۲- شروع شکستگی هیدرولیکی

در این بخش به معرفی نظریه‌هایی که برای فشار شروع شکست هیدرولیکی ارائه شده‌اند خواهیم پرداخت.

۲-۱- شروع شکستگی در محیط خشک

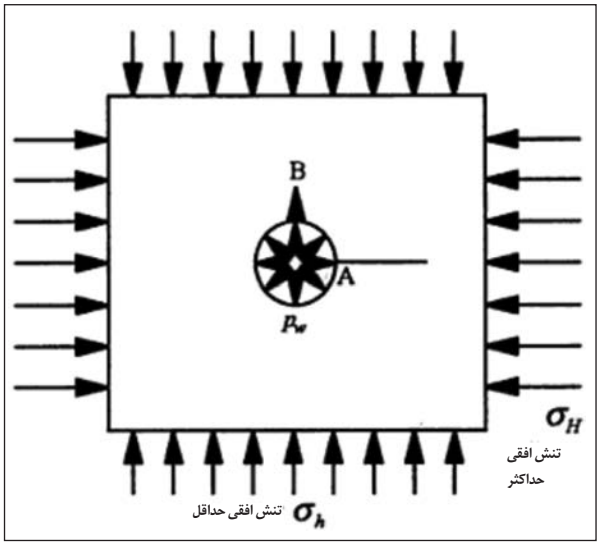
فشار شروع یک شکستگی هیدرولیکی را به‌سادگی می‌توان با استفاده از نظریهٔ الاستیسیتهٔ خطی به دست آورد. در دیواره چاه، تنش محیطی[1] برابر است با:

$$\sigma_{\theta\theta} = (\sigma_H + \sigma_h) - 2(\sigma_H - \sigma_h)\cos 2\theta - P_w \qquad (۱)$$

همان‌طور که در شکل ۳ مشاهده می‌شود، این تنش محیطی از مقدار حداقل در نقطهٔ (A جهت تنش برجای حداکثر) به مقدار حداکثر در نقطهٔ (Bجهت تنش برجای حداقل) تغییر می‌کند:

$$\sigma_{\theta\theta}^{\theta=0} = -\sigma_H + 3\sigma_h - P_w \qquad (۲)$$

$$\sigma_{\theta\theta}^{\theta=\frac{\pi}{2}} = 3\sigma_H - \sigma_h - P_w$$



شکل ۳- نحوهٔ شروع شکستگی هیدرولیکی[۱].

اگر فشار چاه افزایش یابد تنش محیطی در نقطهٔ A، $\sigma_{\theta\theta}^{\theta=0}$، در نهایت کششی می‌شود و شکستگی هیدرولیکی در جهت تنش حداکثر شروع می‌شود[۱]. درواقع، شکافت هیدرولیکی نوعی از گسیختگی کششی است و زمانی اتفاق می‌افتد که فشار سیال از تنش اصلی حداقل محلی[2] فراتر رود[۸]. اگر فرض کنیم T مقاومت کششی سنگ را نشان می‌دهد، فشار شروع شکست (P_b)[3] را می‌توان به‌صورت معادله (۴) نشان داد[۱]:

(۴)

$$\sigma_{\theta\theta}^{\theta=0} = -\sigma_H + 3\sigma_h - P_w = -T \rightarrow P_b = T - \sigma_H + 3\sigma_h$$

۲-۲- شروع شکستگی در محیط متخلخل

بیشتر محیط‌ها در زیرزمین متخلخل هستند و سیال به دلیل اختلاف فشار چاه و سیال منفذی محیط اطراف، می‌تواند از چاه به محیط اطراف نفوذ کند. پس برای پیش‌بینی فشار شکست در این محیط‌ها باید اثر وجود سیال در محیط و همچنین نفوذ سیال تزریقی به محیط متخلخل در نظر گرفته شود. به‌عبارت دیگر باید اثرات پوروالاستیک نیز در نظر گرفته شود. به دلیل وابسته بودن رفتار محیط متخلخل داری سیال منفذی به زمان اعمال بار، در راه‌حل‌های ارائه شده باید اثر زمان نیز لحاظ شود[۱].

فیلیپ چارلز[4] روابطی را برای فشار شروع شکست در عملیات شکافت هیدرولیکی در مدت‌زمان کم (زهکش

1-Hoop stress
2-Local least principal stress
3-Breakdown pressure
4-Philip Charlez

نشده)[1] و طولانی (زهکش شده)[2] ارائه کرده است[۱]:

راه‌حل برای عملیات در مدت زمان کم:

(۵)

$$P_b = \frac{T - \sigma_H + 3\sigma_h - 2(\sigma_H - \sigma_h)(\frac{1-\nu_u}{1-\nu}) - 2G\alpha P}{2(1-G\alpha)}$$

راه‌حل برای عملیات در مدت زمان طولانی:

(۶)

$$P_b = \frac{T - \sigma_H + 3\sigma_h - 2G\alpha P}{2(1-G\alpha)}$$

که ν_u نسبت پواسون زهکش نشده، ν نسبت پواسون زهکش شده، G مدول برشی، P فشار منفذی محیط و α ضریب بایوت هستند.

۳- کاربردهای شکافت هیدرولیکی

امروزه روش شکافت هیدرولیکی علاوه بر افزایش تولید در صنعت نفت و گاز، به‌صورت گسترده‌ای در زمینه‌های مختلف دیگری نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد که عمدتاً عبارتند از [۳ و ۹]:

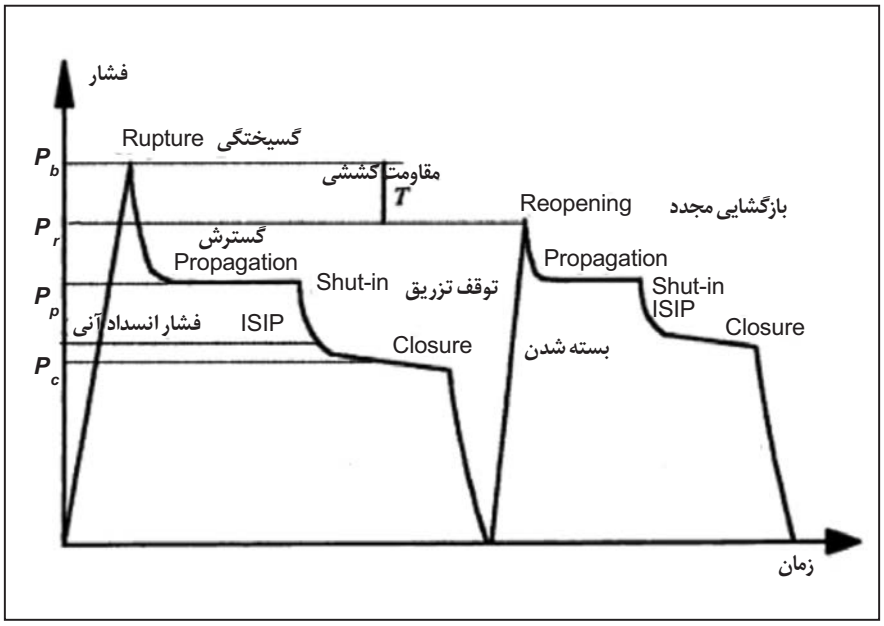
- افزایش تولید از چاه‌های آب،
- معدنکاری تخریب بزرگ (پیش آماده‌سازی هیدرولیکی)[3]،
- تعیین تنش سنگ، برای طراحی‌های ژئوتکنیکی،
- تولید نفت و گاز از مخازن
- تولید انرژی زمین‌گرمایی[4]،
- ذخیره‌سازی کربن دی‌اکسید[5]،
- توسعهٔ متان از لایه‌های زغال‌سنگی[6]،
- زهکشی متان از معادن زغال‌سنگ[7]،
- کاستن خطر انفجار سنگ[8]،
- تحلیل یکپارچگی چاه در عملیات حفاری،
- تزریق مجدد خرده‌های حفاری (IRC)[9].

در ادامه برخی از کاربردها که به‌صورت گسترده در صنایع مختلف اجرا می‌شوند به تفصیل و برخی نیز به دلیل جنبهٔ تحقیقاتی و یا اجرای کم و نبود مطالب و نتایج مناسب به‌صورت مختصر آورده شده است.

۳-۱- تعیین مقدار و جهت تنش‌های زمین

عملیات شکافت هیدرولیکی برای تعیین مقدار و جهت تنش‌های برجا، کاربرد دارد. این عملیات، مینی فرک[10] یا میکروفرک[11] نیز نامیده می‌شوند. در اینجا بخشی از گمانه که بین دو پکر قابل تورم است، جدا و با پمپاژ سیال با یک نرخ کنترل شده به داخل آن، فشار به‌تدریج بالا برده می‌شود تا زمانی که یک شکستگی در دیوارهٔ گمانه رخ دهد (شکل ۱ و شکل ۳) [۴]. همان‌طور که در شکل ۴ مشاهده می‌شود، در اولین چرخهٔ شکستگی با فشار P_b شروع شده، سپس با یک مقدار کمتری P_P گسترش می‌یابد. پس از تزریق حجم معینی از سیال شکافت، پمپاژ، متوقف شده[12] و شکستگی شروع به بسته شدن می‌کند. در طی بسته شدن دو مرحله مشاهده می‌شود: ۱- بلافاصله پس از توقف پمپاژ، یک افت ناگهانی در نمودار فشار-زمان اتفاق می‌افتد؛ ۲- پس در نقطه‌ای که فشار انسداد آنی (ISIP)[13] نامیده می‌شود، نمودار فشار-زمان با شیب کمتری کاهش می‌یابد که بستگی به نفوذپذیری سنگ دارد. زمانی که فشار به σ_h رسید، شکستگی کاملاً بسته می‌شود و سیال تنها می‌تواند از دیوارهٔ چاه به مخزن نفوذ کند که سطح کوچک‌تری نسبت به شکستگی دارد. این نقطه که فشار بسته شدن (P_c) نامیده می‌شود از نظر تئوری برابر با σ_h است [۱]. فرایند تحت فشار قرار دادن سنگ و برداشتن[14] فشار، چندین بار و با حفظ همان میزان جریان، تکرار می‌شود. سپس، مقدار تنش‌های اصلی[15] از قرائت‌های مختلف فشار، محاسبه می‌شود (شکل ۳) [۴]. همان‌طور که در شکل ۴ دیده می‌شود تفاوت اصلی بین چرخهٔ اول و دوم این است که فشار مورد نیاز برای بازگشایی مجدد شکستگی (P_r) به اندازهٔ مقاومت کششی سنگ، کمتر از فشار گسیختگی است[۱]. شکستگی همیشه در جهتی که نیاز به کم‌ترین انرژی دارد باز می‌شود؛ که این جهت تنش برجای حداقل است. شکستگی عمود بر راستای باز شدن خود گسترش می‌یابد. به این ترتیب می‌توان جهت تنش‌های برجا را به دست آورد.

1-Undrained 2-Drained 3-Block cave mining (hydraulic pre-conditioning)
4-Geothermal energy (hot dry rock, or enhanced geothermal) 5-CO_2 sequestration 6-Coal bed methane development
7-Coal mine methane drainage 8-Rock burst mitigation 9-Cutting reinjection 10-Minifracking
11-Microfracking 12-Shut-in 13-Instantaneous shut-in pressure 14-Pressurization/depressurizatio 15-Principal stress



شکل ۴- نمودار فشار-زمان برای تعیین مقدار تنش برجای حداقل[۱].

$$P_b = -\sigma_H + 3\sigma_h + T \quad (۷)$$

$$P_r = -\sigma_H + 3\sigma_h \quad (۸)$$

$$P_P = \sigma_h + \Delta P_K + \Delta P_P \quad (۹)$$

$$ISIP = \sigma_h + \delta P \quad (۱۰)$$

$$P_C = \sigma_h \quad (۱۱)$$

که ΔP_k مقاومت چسبندگی ماده، ΔP_p افت فشار درون شکستگی و δP فشار اضافی مورد نیاز برای باز نگه‌داشتن شکستگی پس از توقف عملیات تزریق هستند.

در این عملیات، به‌طور معمول فقط آب استفاده می‌شود و فشار حداکثر ۴۰ مگاپاسگال است، اما می‌تواند تا مقدار ۱۰۰ مگاپاسگال بالا رود. نرخ جریان در حدود ۱ لیتر در هر دقیقه و حجم کل پمپاژ در هر شکستگی به‌طور معمول کمتر از ۱۰۰ لیتر است. آزمایش اندازه‌گیری تنش، در چاه‌های نفت و گاز نیز انجام می‌شود. در این حالت نرخ و حجم سیال تزریق شده بسیار بزرگ‌تر است. به‌عنوان مثال، تجهیزات موجود سر چاهی، دارای حداقل نرخ جریان ۴۰ تا ۱۶۰ لیتر در دقیقه هستند[۳].

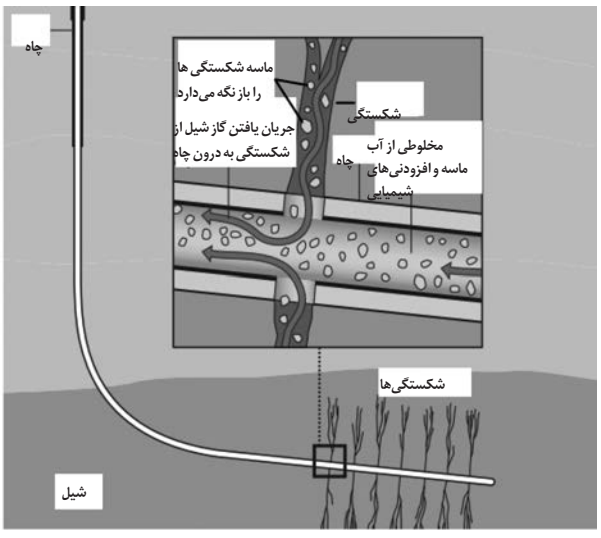
۳-۲- تولید نفت و گاز از مخازن

شکافت هیدرولیکی از سال‌ها پیش در صنعت نفت و گاز برای تحریک مخازن متعارف مواد هیدروکربوری، استفاده شده است. تاکنون حدود ۲/۵ میلیون عملیات شکافت هیدرولیکی در سراسر جهان انجام شده است. برخی معتقدند که حدود ۶۰٪ از تمام چاه‌های حفر شده امروزی شکسته می‌شوند. پس واضح است که شکافت هیدرولیکی ابزار مهمی است که در صنعت نفت و گاز دنیا و نه فقط در زمینه‌های نوین مخازن نامتعارف، استفاده می‌شود. تحریک[۱] شکافت در این صنعت به‌طور معمول با استفاده از سیال اختصاصی و حاوی مواد افزودنی، انجام می‌شود. مهم‌ترین نقش این مواد افزودنی، افزایش ظرفیت حمل پروپانت[۲] (پروپانت‌ها به مواد جامد، معمولاً ماسه و یا دست‌ساز اطلاق می‌شود که برای باز نگه‌داشتن شکستگی تحریک شده در حین و بعد از عملیات شکافت هیدرولیکی استفاده می‌شود) توسط سیال است. پس از ایجاد شکستگی با هندسهٔ دلخواه، برای باز نگه‌داشتن شکستگی‌ها ماسه (پروپانت) تزریق می‌شود. نوع، اندازه و مقدار ماسه، بر اساس تنش بسته شدن[۳] و قابلیت هدایت[۴] شکستگی برای دستیابی به اثرگذاری مورد نظر عملیات تحریک، تعیین می‌شود. چون سازندی که

1-Stimulation 2-Proppant 3-Closure 4-Conductivity

قرار است عملیات شکافت هیدرولیکی در آن انجـام شود نفوذپذیر است، به‌منظور توسعهٔ فشار در منطقهٔ عملیات، نرخ جریان تزریق بسیـار بالایی، لازم است. مادامی‌که مقـاومت در برابر جریان در سازند افزایش می‌یابد، فشـار در چـاه به مقداری بیش از فشار شکست سازند، افزایش می یابد که موجب باز شدن چاه می‌شود. هنگامی‌که سازند گسیخته شود، شکستگی ایجاد می‌شود و سیال شروع به حرکت در شکستگی می‌کند. فشار تزریق به‌طور معمول در محـدودهٔ ۴۰ مگـاپاسگـال است، امـا می‌توانـد تا مقدار ۱۴۰ مگاپاسگال نیز بـالا رود. معمولاً حجم کـل سیال تزریق شده بیشتر از یک میلیون لیتر (۱۰۶ لیتر) است[۳].

در طول سه دههٔ گذشته، استخراج هیدروکربـورها از مخازن نامتعارف[1] شیل گازی به شدت مورد توجه قرار گرفته است. این ذخایر کـه میلیون‌ها سال پیش تشکیل شده‌اند، به‌عنوان سنگ منشا مواد هیدروکربوری شناخته می‌شوند[۶]. به دلیل نفوذپذیری بسیار پایین این ذخایر برای تولید اقتصادی از آنها، باید از عملیات شکافت هیدرولیکی به همراه حفاری افقی استفاده کرد (شکل ۵). در نتیجه، مکـانیزم‌های طبیعی نمـی‌تواند پـاسخگوی تـــولید اقتصادی از این ذخایر باشد. پس از حفر چاه به‌صورت افقی در سازند شیلی و نصب لولهٔ جداری، عملیات مشبک‌کاری برای ارتباط چاه بـا سازند اجرا می‌شود[۷]. بـا فـرض همگن بودن مخزن، هندسهٔ

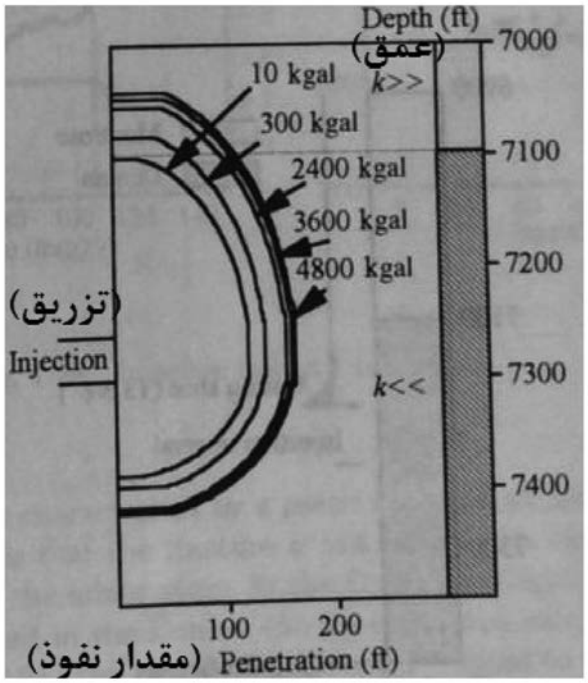


شکل۵- شکافت هیدرولیکی در مخازن شیل گازی توسط حفر چاه‌های افقی[۱۰]

شکستگی حـاصـل از این مشبک‌کاری‌ها به تنش‌های برجای زمین و فشار تزریقی بستگی دارد، بنابراین بایستی جهت حفـر چـاه و مشبک‌کاری‌ها به‌صورت بهینـه طـراحـی شوند؛ زیرا در غیر این صورت، ایجاد هندسهٔ پیچیدهٔ شکستگی در نـزدیکی چاه می‌تواند موجب شکست عملیات شود.

۳-۳- تزریق مجدد خرده‌های حفاری[2] (CRI)

در برخـی کشورها قـوانین بسیـار سختـی بـرای نحـوهٔ دفع خرده‌های حفاری دارای گل حفاری بر پایهٔ نفت در درون دریا اتخاذ شده است؛ زیـرا کـه در بـرخـی مواقع (مخصوصاً وقتی چاه از شیل‌هـا عبـور می‌کـند) استـفـاده از گـل حفـاری بر پـایهٔ آب امکان‌پذیر نیست. چندین راه‌حل برای برطرف کردن این مسئلهٔ زیست‌محیطـی ارائـه شده است. اولیـن راه‌حل، حـمل و انجام عملیات سطحی بـرای دفـع این مـواد در زمین است. همچنین استفاده از گل مناسب برای محیط زیست (برای مثال گل بر پایهٔ استر) بررسی‌شده است اما هزینهٔ بسیار بالایی دارد. راه جایگزین ارائه شده در اینجا، تزریق مجدد این خرده‌ها از طریق عملیات شکافت هیدرولیکی به سازندهای زیرزمینی است. با توجه به حجم



شکل ۶- گسترش شکستگی هیدرولیکی از لایهٔ نفوذناپذیر به یک لایهٔ نفوذپذیر[۱]

1-Unconventional reservoirs

2-Cutting reinjection

بـالای تـزریق (چند هـزار مترمکعب)، کنترل گسترش شکستگی هـم از لحـاظ حفظ یکپـــارچـگـــی مخـزن و هـم از لـــحـاظ زیست‌محیطی ضرورت دارد.

به طورکلی عملیات شکافت هیدرولیکی (برای تحریک مخزن) در سنگ‌های نفوذپذیر اجرا می‌شود و شکستگی به لطف اختلاف تنش مناسب بین مخـزن و لایه‌های دربـرگیرنده، درون لایهٔ هدف گسترش می‌یابد. در مقـابل، تـزریق مجدد خرده‌های حفاری هم شامل گسترش شکستگی هیدرولیکی در یک سازند نفوذناپذیر و هم شامل گسترش شکستگی در لایه‌های دربرگیرندهٔ نفوذپذیر (اغلب ماسه‌سنگ) است. در اینجا به دلیل اختلاف تنش نه چندان زیاد بین سازندهای نفوذناپذیر و نفوذپذیر، شکستگی می‌تواند به درون سازند نفوذپذیر گسترش یابد.

مثالی از یک عملیات تزریق خرده‌های حفـاری به یک سازند نفوذناپذیر در شکل مشاهده می‌شود. عملیات تزریق در عمق ۷۳۰۰ فوتی انجام می‌شود و شکستگی عمدتـاً به سمت بالا گسترش می‌یابد (به دلیل اینکه گرادیان تنش تقریباً ثابت است). به دلیل نفوذپذیری کم ناحیهٔ تزریق شکستگی به سرعت به فصل مشترک می‌رسد (برای حجم تزریق تقریبی ۱۰۰۰۰ گالن) و به داخل سازند نفوذپذیر گسترش می‌یابد. اما با وجود حجم زیاد تزریق (چند میلیون گالن)، شکستگی به شکل عمیق در این لایه گسترش نمی‌یابد. در واقع، ۹۹ درصد از ۴۸۰۰ کیلو گـالن تـزریق‌شده، به‌صورت رطـوبت از راه بخشی از شکستگی که در سـازند نفوذپذیر قرار دارد، تراوش می‌کند. در نتیجه، گسترش قائم شکستگی سازند نفوذپذیر بـا نشت سیـال کنتـرل می‌شود نه به وسیلهٔ اختلاف تنش‌های بین لایه‌ها [۱].

۳-۴- تولید انرژی زمین‌گرمایی

تولید انرژی زمین‌گرمایی پیشرفته [1] (EGS) مستلزم تزریق آب در چاه، گرم شدن آب در زیر سطح زمین و استخراج همان آب به شکل بخار یـا آب گرم، از چاه دوم است. شکافت هیدرولیکی بـرای ایجـاد یک مسیر جریـان بین چاه‌های تزریقی، استفاده می‌شود. مقدار عملیـات شکـافت در EGS، به فـواصل چاه مورد نیـاز بـرای رسیدن به انتقال حرارت مؤثر برای هـر پروژه خاص بستگـی دارد. به‌طور معمول چاه‌های EGS، با تزریق در فشارهای پایین یا تنها بیش از مقدار تنش اصلی حداقل، تحریک می‌شوند. این امـر باعث افزایش فشـار در مخزن و ایجـاد لغـزش برشی در شکستگی‌های طبیعی موجود می‌شود[۳].

۳-۵- ذخیره‌سازی دی‌اکسید کربن

تزریق CO_2 به سازندهای زمین‌شناسی، به‌طور فزاینده‌ای در حال تبدیل‌شدن به یک روش عملی برای کاهش نرخ انتشار گازهای گلخانه‌ای[۲] است. ازجمله سازندهای زمین‌شناسی مناسب در این مورد، مخازن نفت و گاز تخلیه شده[۳] و سفره‌های آب‌شور هستند. مطالعات زیادی برای توسعهٔ این روش در کشورهای مختلف، در جریـان است ولی هنـوز هیچ عملیات اجـرایـی بزرگ مقیاس انجام نشده است. گفتنی است کـه نواحی هدف پیش‌گفته شده، مخازن نفوذپذیری بالایی دارند. پیش‌بینی می‌شود شکافت هیدرولیکی بتواند نقش درخوری در این صنعت ایفا کند. فرض بر این است که دامنهٔ شکافت هیدرولیکی در اینجا، شبیه به مقیاس کار در مخازن نفت و گاز متعارف خواهد بود[۳].

۳-۶ - توسعهٔ متان از لایه‌های زغال‌سنگ

شکافت هیدرولیکی برای استخراج متان از لایه‌های زغال‌سنگ (CBM)[۴]، به‌روشی کم و بیش مشابه با آنچه در چاه‌های نفت و گاز متعارف انجام می‌شود، صورت می‌گیرد. تفاوت عمده شامل موارد زیر است: مقیاس عملیات در مخازن CBM کوچک‌تر است حجم سیال شکافت و مقدار مواد افزودنی به سیال شکافت کمتر است. محل عملیات بـه‌طـور معمـول نزدیک‌تر به سطح زمین است و درنتیجه نیاز به فشارهـای کمتری دارد، در اینجا، فشار شکستگی تا ۳۵ پاسگال بـــالا می‌رود و حجم کل سیال تزریق شده در هر شکستگی تا ۵۰۰ هزار لیتر است[۳].

۳-۷- زهکشی متان از معادن زغال‌سنگ

هدف از زهکشی متـــان از معادن زغال‌سنگ[۵] (CMM)، کاهش محتوای متان زغال‌سنگ قبل از معدنکاری است. این عمل به دلیل ایمنی بیشتر و همچنین مسائل زیست محیطی و نیز با

1-Enhanced geothermal energy production 2-Greenhouse gas 3-Depleted 4-Coal bed methane 5-Coal Mine methane

هدف کسب درآمد اضافی، انجام می‌شود. شکافت هیدرولیکی برای افزایش تولید گاز متان از زغال‌سنگ، همراه و بدون پروپانت، صورت می‌گیرد. این عملیات هم از گمانه‌های قائم و هم افقی، توسط گمانه‌های حفر شده در رگه، انجام می‌شود. مقیاس عملیات در اینجا دامنهٔ گسترده‌ای دارد، اما به‌طور معمول کوچک‌تر از عملیات تحریک CBM است، به‌خصوص اگر از زیرزمین انجام شده باشد [۳].

۳-۸- کاستن خطر انفجار سنگ

جلوگیری از انفجار سنگ، حوزهٔ به نسبت جدیدی از کاربردهای شکافت هیدرولیکی است. این روش در مرحلهٔ ارزیابی اولیه بوده و تاکنون هیچ کاربرد بزرگ مقیاسی نداشته است. در اینجا، شکافت هیدرولیکی به‌عنوان وسیله‌ای است که تعداد و شدت حوادث انفجار سنگ را با کاهش تنش برجای سنگ، کاهش می‌دهد. به‌طور معمول چنین کاری در گمانه‌هایی با قطر کوچک و دارای فشار بالا، اما با نرخ‌های کم جریان، انجام می‌شود. این حالت شبیه به مواردی است که در عملیات اندازه‌گیری تنش پیش می‌آید، با این تفاوت که در اینجا تلاش بیشتری برای گسترش شکستگی می‌شود [۳].

۳-۹- افزایش تولید از چاه‌های آب

شکافت هیدرولیکی به مدت طولانی به عنوان روشی برای بهبود عملکرد چاه‌ها، در سفره‌های آب واقع در سنگ‌های شکسته، استفاده می‌شده است. این روش به‌طور گسترده‌ای در بسیاری از مناطق ایالات متحدهٔ آمریکا و کشورهای دیگری مثل هند، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در شکافت هیدرولیکی چاه‌های آب که اغلب به‌عنوان هیدروفرک[۱] نیز نامیده می‌شود، یک بخشی از چاه با استفاده از پکرها[۲] جدا و آب برای تولید فشار تا حدود ۲۰ مگاپاسگال جهت شستن شکستگی‌های موجود و گسترش آنها، و برقراری ارتباط با دیگر شکستگی‌های درون سفره، تزریق می‌شود. از آنجا که فشار اعمال شده در این موارد محدود است، جای تردید است که این عملیات بتواند شکستگی جدیدی را در سنگ تولید کند؛ هر چند ممکن است در برخی شرایط این امر اتفاق بیفتد. حجم آب تزریق شده به هر شکستگی به‌طور معمول کمتر از ۱۰۰۰ لیتر است. در این عملیات، به‌طور معمول از هیچ مادهٔ افزودنی در آب تزریق شده، استفاده نمی‌شود[۳].

۳-۱۰- معدنکاری تخریب بزرگ

تخریب بزرگ یک روش استخراج زیرزمینی است که در آن استخراج سنگ معدن تا حد زیادی بستگی به عملکرد گرانشی دارد. به این منظور چاه‌های قایم[۳] و گالری‌های افقی[۴] تا زیر مادهٔ معدنی حفر می‌شوند و یک لایهٔ تقریباً نازک افقی از سنگ‌های نگه‌دارنده[۵] (باربر) فوقانی، با استفاده از روش استخراج استاندارد، برداشته می‌شود. برداشتن این لایهٔ نگه‌دارنده اجازه می‌دهد تا سنگ معدن، به سبب وزن خود و نیروی گرانش، به داخل گالری تخریب شود. در این روش، درصورتی‌که با یک تودهٔ بزرگ از مادهٔ معدنی بدون شکستگی روبه‌رو باشیم، نیاز به‌نوعی پیش آماده‌سازی، برای کوچک کردن قطعات تخریب شده، داریم. یکی از روش‌های رایج در این مورد، پیش آماده‌سازی هیدرولیکی، یا انجام شکافت هیدرولیکی در گمانه‌های حفر شده در مادهٔ معدنی است. در اینجا فشار شکست می‌تواند تا ۱۰هزار Psi باشد و حجم آب پمپاژ شده به‌طور معمول حدود ۴ تا ۵ هزار لیتر برای هر شکستگی است. این مقدار می‌تواند، بسته به اندازهٔ پمپ و پاسخ فشار، بسیار بزرگ‌تر نیز باشد[۳].

۳-۱۱- تحلیل یکپارچگی چاه

تحلیل یکپارچگی چاه در عملیات حفاری، یکی دیگر از کاربردهای آبشکافت است و برای جلوگیری از گسترش شکستگی‌های نزدیک چاه که می‌تواند منجر به فرار سیال حفاری به سازند، استفاده می‌شود.

در جدول ۲ کاربردهای مختلف شکافت هیدرولیکی از نظر مقیاس؛ یعنی میزان حجم سیال تزریق شده، وجود مواد افزودنی و پروپانت، مقدار فشارهای متداول شکست و غیره؛ با هم مقایسه شده‌اند.

1-Hydrofracking 2-Packers 3-Shafts 4-Horizontal galleries 5-Supporting rock

جدول ۲- مقایسهٔ کاربردهای مختلف شکافت هیدرولیکی [۳]

کاربردها	حجم تزریق (لیتر)	مواد افزودنی	پروپانت	فشار (MPa)	پدیدهٔ گسترش شکستگی	شکست واقعی
نفت و گاز متراکم	10^{6}	دارد	دارد	تا ۱۰۰	دارد	دارد
چاه‌های آب	$<10^{3}$	ندارد	در مواردی	<۲۰	دارد	کم
معدنکاری تخریبی	10^{4}	ندارد	در مواردی	<۷۰	<۱۰۰	دارد
تعیین تنش سنگ	$<10^{3}$	ندارد	ندارد	<۱۰۰	تا حدودی	دارد
مخازن نفت و گاز متعارف	10^{6}	دارد	دارد	تا ۱۰۰	دارد	دارد
انرژی زمین‌گرمایی	10^{7}	دارد	دارد	تا ۱۰۰	دارد	دارد
محبوس کردن CO2	10^{6}	دارد	دارد	تا ۷۰	دارد	دارد
توسعهٔ متان لایه‌های زغال‌سنگی	$<5'10^{5}$	در مواردی	دارد	<۳۵	دارد	دارد
زهکشی متان معادن زغال‌سنگ	10^{4}	در مواردی	در مواردی	<۳۵	دارد	دارد
جلوگیری از انفجار سنگ	$<10^{3}$	ندارد	ندارد	<۱۰۰	تا حدودی	دارد

۴- شبیه‌سازی شکافت هیدرولیکی

با وجود مزایایی که شکافت هیدرولیکی دارد، در زمان انجام عملیات ممکن است حوادث ناخواسته‌ای پیش بیاید. از آن جمله می‌توان به موارد زیر اشاره کرد: آلودگی سفره‌های آب زیرزمینی، به دلیل گسترش بیش از مقدار پیش‌بینی شدهٔ شکستگی‌ها؛ لغزش گسل‌ها و رخ دادن زمین‌لرزه‌ها، به دلیل تزریق حجم زیادی از سیال پرفشار در زمان اجرای عملیات؛ یا مشکلات دیگری که به دلیل تعیین نادرست پارامترهای ورودی برای طراحی رخ می‌دهد. برای مثال در عملیات شکافت هیدرولیکی در یک چاه جداره‌دار به‌منظور تحریک تولید از مخزن، اگر به طور صحیح جهت تنش‌های برجا تعیین نشوند، ممکن است سوراخ کردن و مشبک‌کاری لولهٔ جداری که برای ورود مواد نفتی به چاه ایجاد می‌شود، در جهت نامناسب صورت گیرد. این امر باعث بالا رفتن فشار شروع، گسترش شکست، چرخیدن[1] شکستگی‌ها و همچنین توقف زودرس و ناخواستهٔ عملیات می‌شود [۱۱ و ۱۲].

با توجه به این نکات، قبل از عملیات شکافت هیدرولیکی باید برآورد صحیحی از مواردی چون حجم و قدرت پمپ مورد نیاز برای ایجاد شکستگی‌هایی با هندسه دلخواه؛ میزان و نوع مواد افزودنی به سیال برای باز نگه‌داشتن شکستگی‌ها پس از متوقف کردن عملیات؛ جهت صحیح مشبک‌کاری‌ها برای به حداقل رساندن فشار شروع و گسترش شکست و همچنین کاهش انحنای شکستگی‌ها، انجام شود. این موارد، با انجام آزمایش‌های تجربی، تحلیل‌های ریاضی و روش‌های عددی، قبل از انجام شدن عملیات واقعی، امکان‌پذیر است. توسعهٔ اولیهٔ عملیات شکافت هیدرولیکی مدیون مطالعات تجربی، ازجمله تجربیات آزمایشگاهی و به‌کارگیری روش‌های سعی و خطا در عملیات آبشکافت، بوده است. البته به دلیل مسائل اقتصادی و زیست‌محیطی و پیچیدگی زیاد این عملیات، ابزارهای تجربی به تنهایی اقناع‌کننده نیستند.

برای رفع این مشکل از مدل‌های تحلیلی دوبعدی یا پیشرفته استفاده می‌شود. اغلب مدل‌های تحلیلی دوبعدی، شکستگی‌های ناشی از شکافت هیدرولیکی را قائم در نظر گرفته‌اند. این مدل‌ها پایهٔ بیشتر مدل‌های تحلیلی و عددی هستند که بعدها توسعه یافته‌اند. در مدل‌سازی عملیات شکافت

1-Tortuosity

هیدرولیکی، تعامل بین چهار پدیدهٔ مختلف: تغییر شکل محیط متخلخل[1]، جریان سیال از منافذ[2]، جریان سیال از شکستگی‌ها[3]، نحوهٔ شروع و گسترش شکستگی[4]، مورد توجه قرار می‌گیرد[۷].

۵- نتیجه‌گیری

عملیات شکافت هیدرولیکی عملیاتی است که از زمان اولین اجرای آن تا زمان حال، به دلیل اهمیت و کاربردهای متنوع در صنایع مختلف، همواره مورد توجه محققان بوده است و پیشرفت‌های زیادی داشته است. کاربردهای متعدد این عملیات از لحاظ مقیاس کار و سایر مشخصات و تجهیزات مورد نیاز ممکن است در سطح و زیرزمین با یکدیگر تفاوت داشته باشند. به دلایل متعددی قبل از عملیات باید یک پیش‌بینی از نحوهٔ شروع و گسترش شکستگی هیدرولیکی داشته باشیم. این پیش‌بینی می‌تواند از آزمایش‌های تجربی، مدل‌های تحلیلی و عددی حاصل شود. از زمان ارائهٔ اولین مدل‌های تحلیلی برای هندسهٔ شکست هیدرولیکی در اواسط قرن بیستم، مدل‌های تحلیلی و عددی بسیاری با وارد کردن شرایط مختلف به مسئله، برای نزدیک شدن به فیزیک واقعی آن، ارائه شده‌اند.

منابع

[۱] Charlez, P. A. (1997). Rock mechanics: petroleum applications, Editions Technip.

[۲] Adachi, J., Siebrits, E., Peirce, A., and Desroches, J. (2007). Computer Simulation of Hydraulic Fractures, International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, Vol. 44, No. 5, PP. 739-57.

[۳] Adams, J. and Rowe, C. (2013). Differentiating Applications of Hydraulic Fracturing, (eds), ISRM International Conference for Effective and Sustainable Hydraulic Fracturing.

[۴] Haimson, B. C. and Lee, M. Y. (1984). Development of a Wireline Hydrofracturing Technique and its Use at a Site of Induced Seismicity, The 25th U.S. Symposium on Rock Mechanics, New York, NY, PP. 194-203.

[۵] Economides, M. J. (2011). Hydraulic Fracturing: The State of the Art, http://www.energytribune.com/8672/hydraulic-fracturing-the-state-of-the-art-2#sthash.MoYiPsBI.BbXUZ9rF.dpbs.

[۶] Grujicic, M., Yavari, R., Ramaswami, S., Snipes, J. S., and Galgalikar, R. (2014). Computational Engineering Analysis of the Hydraulic-Fracturing Process, Advances in Energy Engineering (AEE), Vol. 2, PP. 37-51.

[۷] Haddad, M. and Sepehrnoori, K. (2014). Cohesive Fracture Analysis to Model Multiple-Stage Fracturing in Quasibrittle Shale Formations, (eds), 2014 SIMULIA Community Conference, Providence, Rhode Island, USA, PP. 506-520.

[۸] Zoback, M. D. (2007). Reservoir geomechanics, Cambridge University Press.

[۹] Zielonka, M. G., Searles, K. H., Ning, J., and Buechler, S. R. (2014). Development and Validation of Fully-Coupled Hydraulic Fracturing Simulation Capabilities, (eds), SIMULIA Community Conference, SCC2014, Providence, Rhode Island.

[۱۰] Mair, R., Bickle, M., Goodman, D., Koppelman, B., Roberts, J., Selley, R., *et al.* (2012). Shale gas extraction in the UK: a review of hydraulic fracturing.

[۱۱] Zoback ,M. D. and Arent, D. J. (2014) Shale Gas Development: Opportunities and Challenges. *The Bridge*. 16-23.

[۱۲] Sepehri, J. (2014). Application of Extended Finite Element Method (XFEM) to simulate hydraulic fracture propagation from oriented perforations, Texas Tech University.

1-Porous medium deformation 2-Pore fluid flow 3-Fracturing fluid flow 4-Fracture initiation and propagation

مطالعات آمـاری میزان ذخـایر، تولید، صادرات و واردات سرب ایران در مقایسه با خـاورمیانه، قـارهٔ آسیا و جهان

رضا احمدی، استادیار دانشکدهٔ مهندسی معدن دانشگاه صنعتی اراک
ادیبه کریمی، کارشناس ارشد مهندسی معدن
سجاد نان بده، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی معدن دانشگاه صنعتی اراک

چکیده

در پژوهش حاضر، وضعیت سرب کشور ایران از نظر میزان ذخایر، تولید، مصرف و تجارت جهانی در یک دورهٔ زمانی ۱۵ ساله (۱۳۹۳-۱۳۷۹ شمسی و ۲۰۰۰-۲۰۱۴ میلادی) مورد مطالعه قرار گرفته و جایگاه سرب ایران در خاورمیانه، قاره آسیا و جهان تعیین شده است. سپس در دورهٔ زمانی ۲۰۰۰-۲۰۱۴ میلادی، وضعیت سرب ایران با کشورهای صاحب این صنعت در جهان مقایسه شده است. همچنین سهم نسبی از کل تولید جهان، مقدار وزنی و ارزش ارزی جهانی صادرات سرب کشور و قاره‌های مختلف جهان، مورد مطالعه قرار گرفته است.

نتایج این پژوهش نشان می‌دهند که کشور ایران با ۲/۶ میلیون تن ذخیرهٔ سرب و سهم ۳ درصدی از ذخیرهٔ جهانی سرب، در جایگاه هشتم جهان قرار دارد. ایران با متوسط سهم نسبی ۵۲/۲۴ درصدی تولید سرب خاورمیانه، همراه با ترکیه مهم‌ترین کشورهای تولیدکنندهٔ سرب این منطقه، با ۱/۷۶ درصد تولید سرب قارهٔ آسیا، بعد از چین، هند و قزاقستان، چهارمین تولیدکنندهٔ بزرگ سرب آسیا و با تولید ۰/۷۱ درصد سرب جهان، مقام سیزدهم تولید دنیا را در اختیار دارد. متوسط سهم نسبی ایران از صادرات سرب قارهٔ آسیا حدود ۱۶/۱۷ درصد، متوسط سهم نسبی صادرات جهانی سرب ایران ۱/۷۲ درصد و متوسط سهم نسبی ارزش ارزی صادرات جهانی سرب ایران نیز ۰/۷۲ درصد می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: سرب؛ آمار تولید، مصرف، صادرات و واردات سرب در ایران و کشورهای صاحب صنعت سرب جهان؛

۱- مقدمه

فلزی که در زبان پارسی سرب نام دارد، معادل واژهٔ لاتین Plumbum (با علامت اختصاری Pb) است که در زبان انگلیسی لید (Lead)، در عربی رصاص، و در اوستا سروویا و سروه نامیده می‌شود. سرب، فلـزی براق، بسیـار نـرم و شکـل‌پـذیـر، قابل ریخته‌گری و جوش‌کاری و شدیداً چکش‌خوار است. این فلز از خاصیت هدایت الکتریکـی و حـرارتی، قابلیت کشش، سختی و استحکام پایینی برخوردار بوده، به خوبی صدا و ارتعاش را جذب می‌کند و مانع خوبی برای تشعشعات است. عنصر سرب دارای نقطهٔ ذوب پایین (۳۲۷°c)، چگالی خیلی زیاد (۱۱/۳۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب) و مقاوم در برابر بیشتر اسیدها است [۱،۲].

در طبیعت دو عنصر سرب و روی اغلب به‌صورت همراه در کانسارها مشاهده می‌شوند. کانسارهای اصلی این دو فلز از نوع گرمابی به صورت اپی‌ترمال، مزوترمال و تله‌ترمال هستند. انواع کانسارهای سرب براساس منشاء کانسار عبارتند از: کانسارهای اسکارن، ماسیوسولفید، هیدروترمال، تیپ دره می‌سی‌سی‌پی و استراتی‌باند استراتـی‌فرم رسوبی. سرب در طبیعت به‌صورت سولفید، سولفات، کربنات و نمک‌های سرب یافت می‌شود[۲]. تاکنون ۱۳۰ نوع کانی حاوی سرب شناخته شده که سولفید سرب یا گالن (PbS) مهم‌ترین و اقتصادی‌ترین آنها بـوده و ۹۰ درصد

تولید فلز سرب نیز از کانه‌های دارای این نوع کانی است. دیگر کانی با اهمیت سرب، کربنات سرب یا سروزیت ($PbCO_3$) است [۴،۳].

سرب پس از آهن، آلومینیوم، مس و روی، بیشترین کاربرد را دارد[۵]. در دورهٔ پیش از اسلام از سرب به عنوان ملات در کارهای ساختمانی، سدسازی و پل‌سازی و تهیهٔ برخی از ظروف استفاده می‌شد. سرب کاربردهای زیادی در علم کیمیاگری داشته است، به‌گونه‌ای که کیمیاگران برای آن ۳۷ نام انتخاب کرده‌اند. از سرب در سازه‌های ساختمانی، لوله و مخازن آب، پوشش سقف‌ها، حلبی، مفتول، روکش کابل‌های برق، ساخت مهمات و اسلحه، شیشه، پلاستیک، باتری، خازن‌های اسید سرب، لاستیک، آلیاژهای فلزی، رنگ، کبریت، صنایع شیمیایی، اتاقک سربی، منابع تبخیر، آفت‌کش‌ها، سوخت اتومبیل، حروف چاپ، اتصالات و مواد پرکنندهٔ دندان استفاده می‌شود[۶]. این فلز دارای مقاومت شدید در مقابل پوسیدگی و خوردگی شیمیایی است و به همین دلیل از آن برای نگهداری مایعات فرسایش‌گر (مثل اسید سولفوریک) و به عنوان پوشش مقاوم در برابر خوردگی در محیط‌های خورنده به‌کار می‌رود. با افزودن مقدار خیلی کمی آنتیموان یا فلزات دیگر به سرب می‌توان آن را سخت کرد ۶[.]

۲- وضعیت صنعت سرب ایران

۲-۱- تاریخچه و میزان ذخایر سرب

سرب در ایران از اواخر هزارهٔ سوم پیش از میلاد شناخته شد و چون ذوب کربنات‌های سرب آسان‌تر بود، معادن کربناته سرب استخراج و در معادنی که سولفید و کربنات، توأماً وجود داشت، تنها از سنگ‌های کربناته، بهره‌برداری می‌شد. تقریباً در تمامی کانسارها و معادن سرب یا سرب و روی ایران، آثار معدنکاری قدیمی (کار شدادی) به صورت تونل، چاه، ابزار قدیمی و سرباره‌ها، برجای مانده که گواه بر فعالیت‌های قدیمی استخراج سرب در ایران است. کانسارهای سرب و روی ایران شامل محورهای ملایر – اصفهان و ملایر – اراک واقع در زون سنندج – سیرجان، ایران مرکزی واقع در استان‌های یزد، کرمان و ناحیهٔ انارک، زون البرز واقع در البرز شرقی، مرکزی و غربی (ناحیهٔ زنجان و طارم)، شرق ایران واقع در ناحیهٔ طبس، نیم پهنهٔ زابل – بلوچ (جنوب خراسان تا تفتان)، زون‌کویر – سبزوار، آذربایجان، منطقه حد واسط البرز، ایران مرکزی، سنندج – سیرجان (زون ارومیه‌دختر) و زاگرس است [۲].

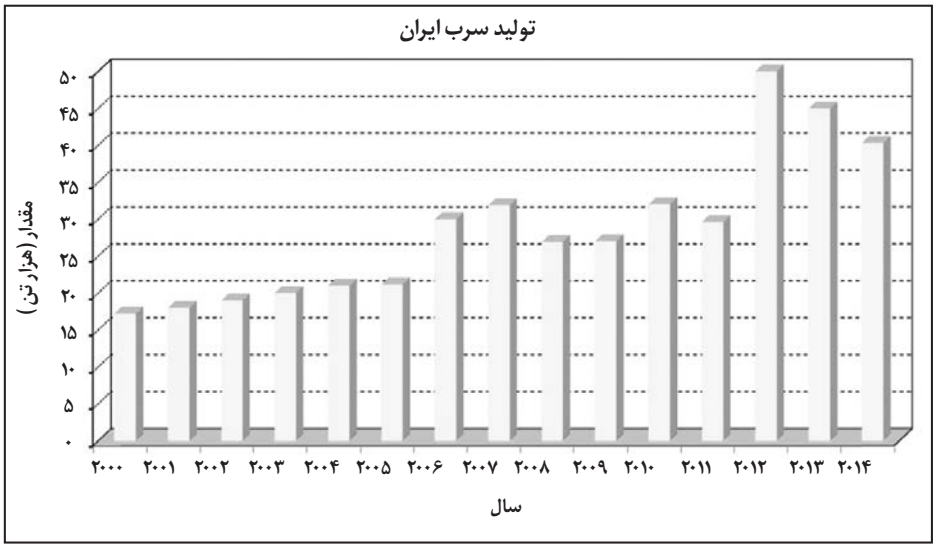
در کشور ما تاکنون حدود ۶۰۰ نشانهٔ معدنی و کانسار سرب شناخته شده، که بعضی از این کانسارها در شمار بزرگ‌ترین کانسارهای سرب جهان هستند. به‌عنوان مثال کانسار سرب و روی مهدی‌آباد یزد، دومین ذخیرهٔ بزرگ سرب و روی جهان و انگوران زنجان از نظر عیار، نخستین و از نظر میزان ذخیره، سومین کانسار سرب و روی جهان است. کانسارهای کوشک یزد و ایران‌کوه اصفهان نیز از کانسارهای بزرگ سرب و روی در جهان محسوب می‌شوند[۴]. به‌طورکلی حدود ۲/۶ میلیون تن یعنی حدود ۳ درصد از کل ذخایر سرب جهان، در ایران قرار دارد[۷].

براساس آخرین آمار وزارت صنعت، معدن و تجارت (۱۳۹۰)، هم‌اکنون ۴۳ معدن سرب و روی در سراسر ایران پراکنده است که تنها ۲۶ فقره از این معادن با حدود ۲۲۳ میلیون تن ذخیرهٔ قطعی، فعال هستند. سالانه فقط ۱/۲ میلیون تن از این مادهٔ معدنی استخراج می‌شود که این میزان، فقط ۰/۵ درصد از ذخایر سرب و روی کشور است[۸]. حدود ۱۰۰ تا ۱۱۰ هزار تن شمش سرب تولیدی، مصرف داخلی دارد و مابقی این میزان به بازارهای هدف صادر می‌شود که به معنای صادرات ۵۰ تا ۶۰ درصدی تولیدات است [۹].

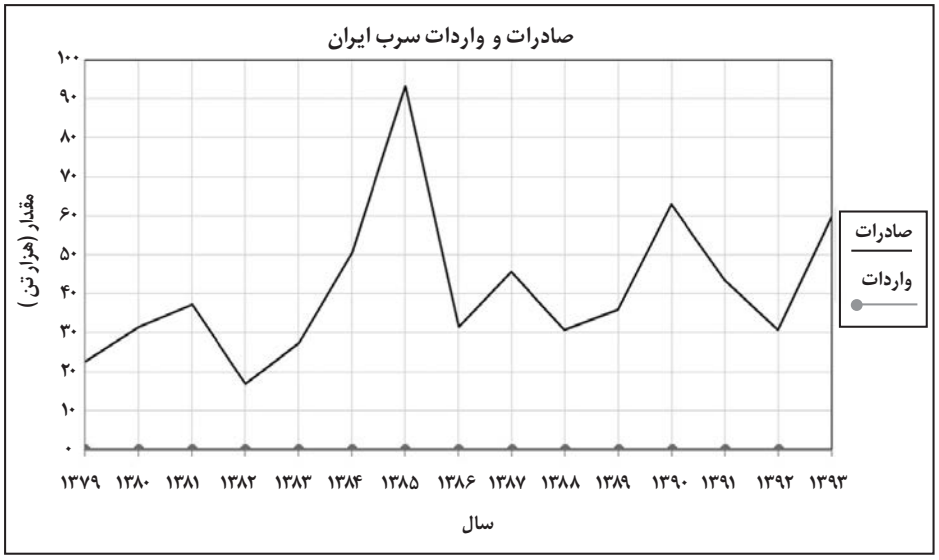
۲-۲- تولید، مصرف و تجارت جهانی سرب ایران

وجود ذخایر قطعی بزرگ سرب و روی، همجواری با کشورهای پهناور و مستعد سرب و روی مانند ترکیه، ارمنستان، قزاقستان و عراق، و از همه مهم‌تر وجود بستر غنی و زنجیرهٔ کامل تولید در کشور یعنی دسترسی به منابع انرژی و آب‌های آزاد، وجود شبکهٔ ریلی و جاده‌ای مناسب و نیز وجود زنجیرهٔ کامل ارزش و تخصص کافی در این صنعت از معدن تا محصول، از مزایای تولید سرب و روی در ایران است[۱۰،۹]. کشور ایران به‌طور متوسط حدود ۱/۷۶ درصد تولید سرب قارهٔ آسیا را تشکیل می‌دهد و چهارمین تولیدکنندهٔ بزرگ سرب در آسیا بعد از چین، هند و قزاقستان است [۱۱]. این کشور با تولید ۰/۷۱ درصد سرب جهان، مقام سیزدهم تولید جهان را نیز در اختیار دارد.

نمودار میزان تولید سرب ایران طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴ میلادی و نمودار میزان صادرات و واردات سنگ سرب و کنسانترهٔ سربی ایران در ۱۳۹۳ تا ۱۳۷۹ شمسی، براساس آمارهای معتبر



شکل ۱- نمودار میزان تولید سرب ایران طی سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۴



شکل ۲- نمودار میزان صادرات و واردات سنگ سرب و کنسانترهٔ سربی ایران طی سال‌های ۱۳۷۹-۱۳۹۳

جهانی ۱۱[، ۱۲، ۱۳، ۱۴، ۱۵، ۱۶، ۱۷] به ترتیب در شکل‌های ۱ و ۲ ترسیم شده است. همان‌گونه که شکل ۱ نشان می‌دهد از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵ تولید سرب ایران روند افزایشی بسیار کندی داشته اما در سال ۲۰۰۶ افزایش قابل توجهی پیدا کرده و از آن به بعد تا سال ۲۰۱۱ تغییرات افزایشی و کاهشی مشابه و نوسانی را پیموده است. بیشترین مقدار تولید سرب ایران در سال ۲۰۱۲، برابر با ۵۰ هزارتن و کمترین آن در سال ۲۰۰۰ حدود ۱۷/۲ هزار تن است. در دو سال اخیر نیز میزان تولید سرب کاهش چشم‌گیری را نشان می‌دهد که دلیل آن مسائل سیاسی و شرایط اقتصادی حاکم بر کشور در این سال‌ها است.

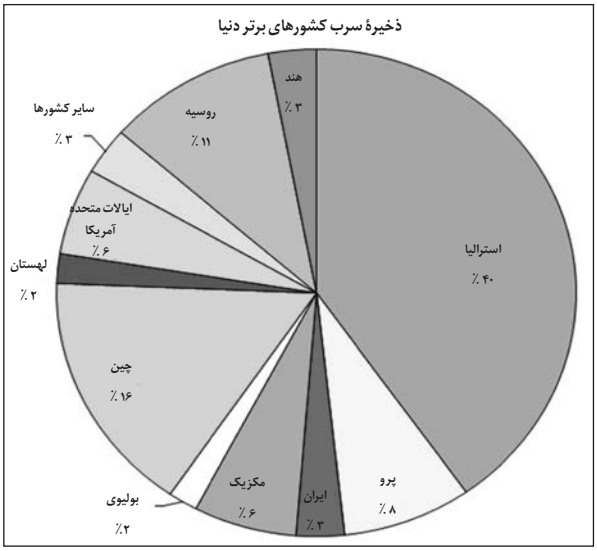
مطابق نمودار شکل ۲، میزان صادرات سنگ سرب و کنسانتره سربی ایران از سال ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۱ افزایش داشته و سپس در سال ۱۳۸۲ با کاهش روبه رو شده و به کمترین مقدار خود در این دورهٔ ۱۵ ساله یعنی حدود ۱۶/۸۷ هزار تن رسیده است. مجدداً از سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۵ میزان صادرات به شدت افزایش پیدا کرده و از حدود ۲۷/۴ هزار تن در سال ۱۳۸۳ به بیشترین مقدار خود یعنی حدود ۹۳/۵۱ هزار تن (تقریباً ۳/۵ برابر) در سال ۱۳۸۵ رسیده است. سپس در سال ۱۳۸۶ با یک افت بسیار شدید مواجه شده و به رقم ۳۱/۶۳ هزار تن تنزل یافته و از آن به بعد، افزایش و کاهش‌های متوالی را طی کرده است. میزان واردات سنگ سرب و کنسانترهٔ سربی ایران

نیز به جز سال ۱۳۹۳ که معادل ۲۳۰ تن بوده، در بقیهٔ سال‌ها صفر است، به‌گونه‌ای که نمودار مربوط به آن به صورت خطی مستقیم منطبق بر محور افقی نمودار، نمایان شده است.

۳- مقایسه

۳-۱- میزان ذخایر کشورهای تولیدکنندهٔ سرب در جهان

در سال ۲۰۱۴ میلادی، میزان کل منابع سرب بیش از ۲ میلیارد تن، ذخایر پایه حدود ۱۷۰ میلیون تن، ذخیرهٔ معدنی حدود ۷۰۰ میلیون تن، ذخیرهٔ اقتصادی حدود ۸۷ میلیون تن و تولید جهانی سرب، حدود ۵/۴۶ میلیون تن بوده است [۱۲،۱۵،۱۸]. شکل ۳ نمودار دایره‌ای میزان ذخیرهٔ سرب کشورهای شاخص این صنعت در دنیا را در سال ۲۰۱۳ نشان می‌دهد. همان‌گونه که از این شکل مشاهده می‌شود، کشور استرالیا با ۳۵ میلیون تن ذخیره محتوای سرب و سهم ۴۰ درصدی از کل ذخایر سرب جهان، در جایگاه نخست، چین با ۱۴ میلیون تن (با اختلاف حدود ۱۵۰ درصدی نسبت به استرالیا) و سهم ۱۶ درصدی، در رتبهٔ دوم و روسیه با ذخیرهٔ ۹/۲ میلیون تن و سهم ۱۱ درصدی در جایگاه سوم جهان جای گرفته‌اند. پرو، مکزیک، ایالات متحدهٔ آمریکا، هند، ایران، لهستان و بولیوی نیز به ترتیب با سهم ۸، ۶، ۶، ۳، ۳، ۲ و ۲ درصدی در جایگاه‌های چهارم تا دهم قرار دارند. میزان ذخیرهٔ محتوای سرب پرو ۷، مکزیک ۵/۶، ایالات متحده آمریکا ۵، هند ۲/۶، ایران ۲/۶، لهستان ۱/۷ و بولیوی ۱/۶ میلیون تن است [۹،۱۲،۱۵،۱۹،۲۰].

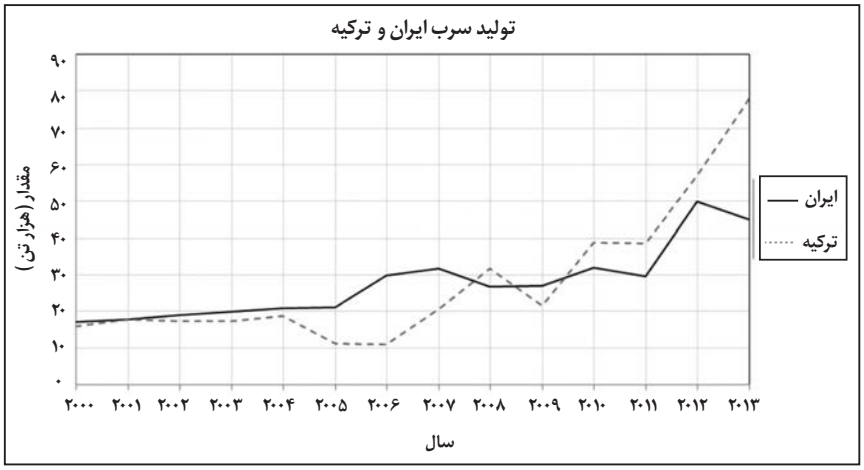


شکل ۳- نمودار مجموع ذخایر سرب کشورهای برتر دنیا در سال ۲۰۱۳

براساس اکتشافات انجام شده توسط شرکت‌های معتبر خارجی و داخلی، میزان ذخایر اکسیده و سولفوره سرب و روی ایران با عیار متوسط ۵/۷ درصد روی و ۵/۲ درصد سرب، به ترتیب حدود ۴۵ و ۱۱۶ میلیون تن تایید شده است [۲۱].

۳-۲- جایگاه سرب ایران در خاورمیانه، آسیا و جهان

ایران و ترکیه مهم‌ترین کشورهای تولیدکنندهٔ سرب خاورمیانه هستند [۱۱]. البته در سال‌های اخیر کشورهایی همچون عربستان سعودی نیز به جمع تولیدکنندگان سرب این منطقه اضافه شده‌است. شکل ۴، میزان تولید سرب کشور ایران و ترکیه را در

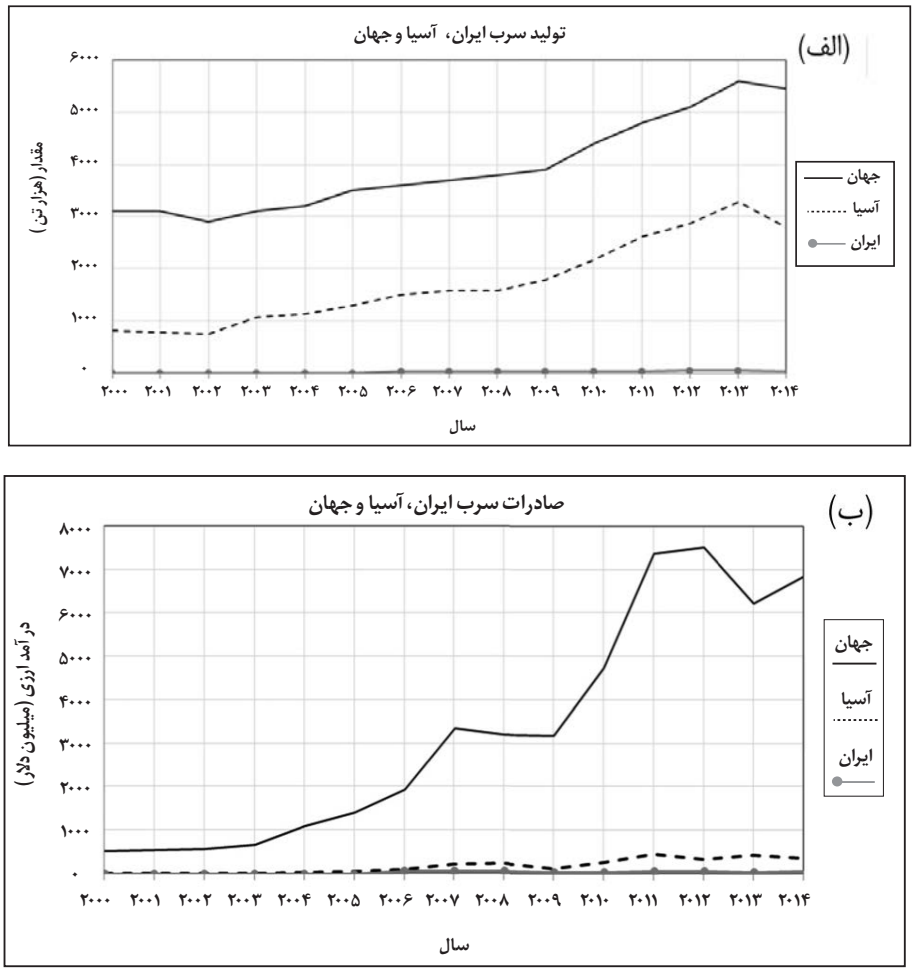


شکل ۴- نمودار میزان تولید سرب ایران و ترکیه طی سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۳

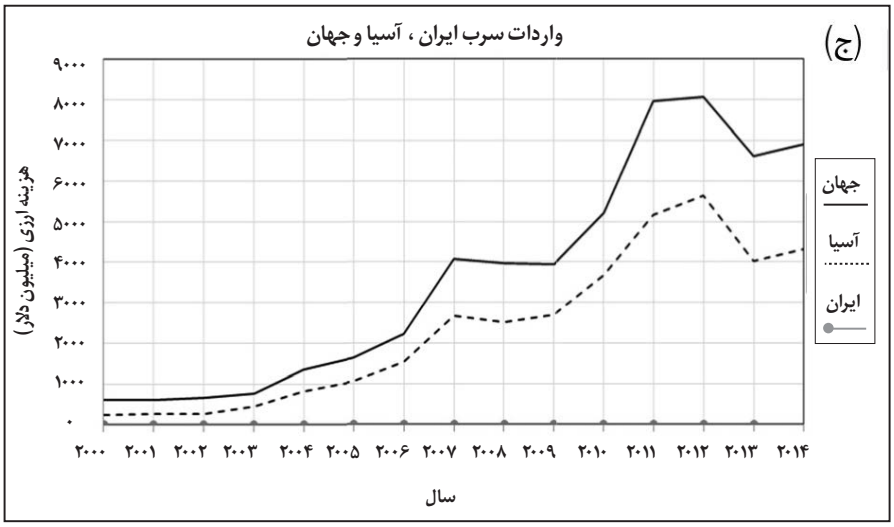
سال‌های ۲۰۰۰ – ۲۰۱۳ میلادی نشان می‌دهد. مطابق این شکل از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷ و نیز در سال ۲۰۰۹ ایران، مقام اول تولید سرب خاورمیانه را دارا بوده اما در سال ۲۰۰۸ و نیز از سال ۲۰۱۰ تاکنون، این مقام در اختیار کشور ترکیه قرار دارد.

شکل ۵، میزان تولید سرب کشور ایران و خاورمیانه را در سال‌های ۲۰۰۰ – ۲۰۱۳ میلادی نشان می‌دهد. کمترین و بیشترین میزان تولید سرب خاورمیانه، به ترتیب در سال‌های ۲۰۰۵ و ۲۰۱۳ برابر با ۳۲/۵ و ۱۲۳ هزار تن بوده است. در طول این دورهٔ ۱۴ ساله، متوسط سهم نسبی تولید سرب ایران در منطقهٔ خاورمیانه، برابر با ۵۲/۲۴ درصد است. همان‌گونه که از این شکل مشاهده می‌شود، در سال‌های اخیر سهم تولید سرب ایران در خاورمیانه با کاهش روبه‌رو شده است. سهم نسبی تولید سرب خاورمیانه از ایران در سال (۲۰۰۶ با ۷۳/۲ درصد) بیشترین و در سال (۲۰۱۳ با ۳۶/۶ درصد) کمترین مقدار بوده است.

شکل ۶ (الف)، نمودار میزان تولید، (ب)، درآمد ارزی صادرات و (ج)، هزینهٔ ارزی واردات سرب ایران، آسیا و جهان را در فاصلهٔ زمانی سال‌های ۲۰۰۰ – ۲۰۱۴ میلادی نشان می‌دهد. با توجه به نمودار شکل ۶ (الف)، میزان تولید سرب جهان از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۹ روند صعودی ملایمی داشته، اما از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۳ شیب تندتری پیدا کرده است. میزان تولید جهانی سرب در سال ۲۰۱۴ با کاهش اندکی نسبت به سال ۲۰۱۳، به حدود ۵۴۶۰ هزار تن رسیده است. میزان تولید سرب آسیا در این دورهٔ ۱۵ ساله، تغییراتی مشابه تولید جهانی داشته که بیشترین مقدار تولید این قاره در سال ۲۰۱۳ در حدود ۳۲۸۶ هزار تن و کمترین آن در سال ۲۰۰۱ و حدود ۷۶۴/۵ هزار تن بوده است. قارهٔ آسیا در این دوره به‌طور متوسط حدود ۴۲ درصد از تولید جهانی سرب را به خود اختصاص داده است. دامنهٔ تغییرات تولید سرب ایران نیز بین ۱۴۰ – ۲۶۲/۵ هزار تن بوده و به صورت خطی مستقیم، بسیار نزدیک به



شکل ۶- نمودار (الف) میزان تولید، (ب) درآمد ارزی صادرات



ادامه شکل ۶ - (ج) هزینهٔ ارزی واردات سرب ایران، آسیا و جهان طی سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۴

محور افقی نمایان شده است.

در نمودار شکل ۶ (ب)، درآمد ارزی صادرات جهانی سرب نیز در تمام سال‌ها به جز سال‌های ۲۰۰۸، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۳ روندی افزایشی داشته و در سال ۲۰۱۲ به بیشترین مقدار خود یعنی ۷۴۹۴/۸۳ میلیون دلار رسیده است. در طول این دورهٔ ۱۵ ساله، درآمد ارزی صادرات سرب آسیا شاهد چند دوره کاهش و افزایش بوده است و برخلاف صادرات جهانی سرب که از سال ۲۰۰۳ به شدت افزایش پیدا کرده، افزایش ناچیزی داشته و در سال ۲۰۱۱ به بیشترین مقدار خود یعنی حدود ۴۶۲/۱ میلیون دلار رسیده است. بیشترین و کمترین سهم نسبی صادرات جهانی سرب قارهٔ آسیا به ترتیب در سال ۲۰۰۸ حدود ۷/۹۶ درصد و در سال ۲۰۰۰ حدود ۱/۱۴ درصد بوده است. در این سال‌ها قارهٔ آسیا به طور متوسط حدود ۴/۷ درصد صادرات سرب به جهان را تامین کرده است. صادرات سرب کشور ایران نیز در سال ۲۰۱۴ به حدود ۲ برابر سال ۲۰۱۳ رسیده است. کشور ایران به‌طور متوسط حدود ۱۶/۱۷ درصد صادرات سرب قارهٔ آسیا و ۰/۷۱ درصد صادرات جهانی را در خود اختصاص داده است.

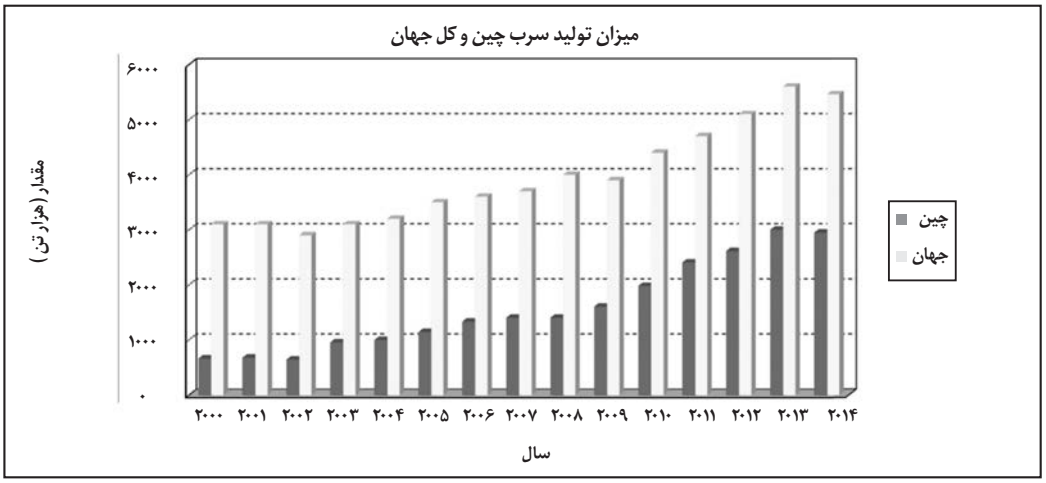
مطابق نمودار شکل ۶ (ج)، واردات سرب آسیا و جهان، روندی همسان داشته و مقدار قابل توجهی (به‌طور متوسط حدود ۶۰/۸۱ درصد) از واردات جهان را قارهٔ آسیا تشکیل می‌دهد. براساس نمودارهای شکل ۶(ب و ج) با وجود اینکه صادرات سرب آسیا در انتهای این دورهٔ ۱۵ ساله به بیش از ۶۵ برابر ابتدای دوره رسیده است، اما در مجموع این قاره بخش بسیار ناچیزی از صادرات جهانی را به خود اختصاص داده و به واسطهٔ داشتن کشورهایی همچون چین که یک ابرقدرت صنعتی جهان محسوب می‌شود، سهم جهانی واردات سرب این قاره بسیار زیاد بوده و همپای واردات جهانی، افزایش پیدا کرده است.

۳-۳- موقعیت سرب ایران در مقایسه با ده کشور برتر جهان

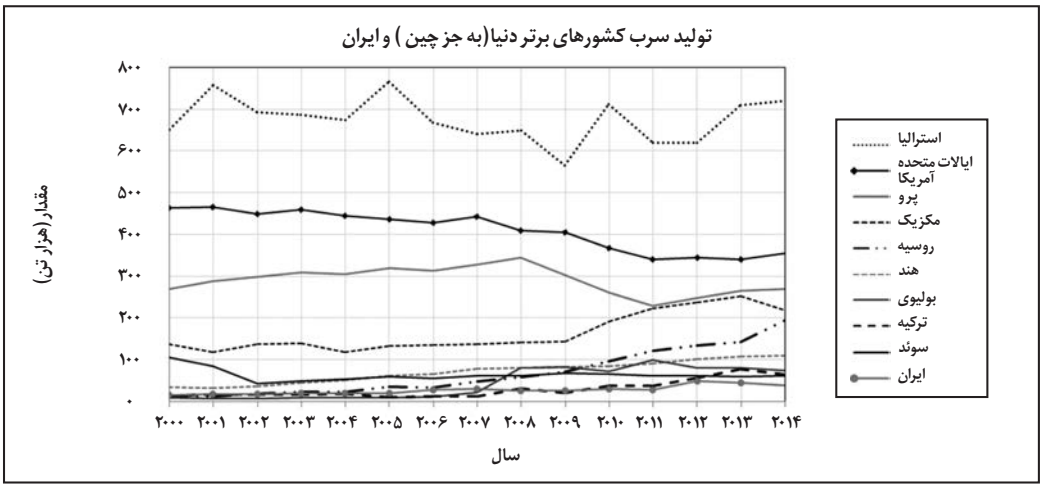
۳-۱-۳- بررسی وضعیت تولید

در شکل ۷ میزان تولید سرب کشور چین همراه با تولید جهان در سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۴ نشان داده شده است. در سال ۲۰۱۴ میلادی چین با تولید ۲/۹۵ میلیون تن سرب [۱۲]، بزرگ‌ترین تولیدکنندهٔ سرب جهان بوده که حدود ۵۴ درصد تولید جهانی سرب را شامل می‌شود. رشد اقتصادی چین در سال‌های گذشته، بی‌سابقه بوده و همین امر، یکی از عوامل اصلی افزایش تقاضای سرب و روی است. در آینده هم تقاضای چین نهایتاً بر تقاضای کل جهان تاثیر خواهد گذاشت و موجب افزایش آن خواهد شد [۱۰]. بیشترین سهم تولید جهانی سرب چین در سال ۲۰۱۴ حدود ۵۴/۰۳ درصد و کمترین آن در سال ۲۰۰۰ حدود ۲۱/۲۷ درصد است. متوسط سهم تولید جهانی سرب چین در این دورهٔ ۱۵ ساله نیز حدود ۳۷/۷ درصد است.

در شکل ۸، میزان تولید سرب کشورهای برتر تولیدکنندهٔ سرب جهان (به جز چین) و ایران را در ۱۵ سال اخیر آورده شده



شکل ۷- میزان تولید سرب کشور چین و کل جهان طی سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۴



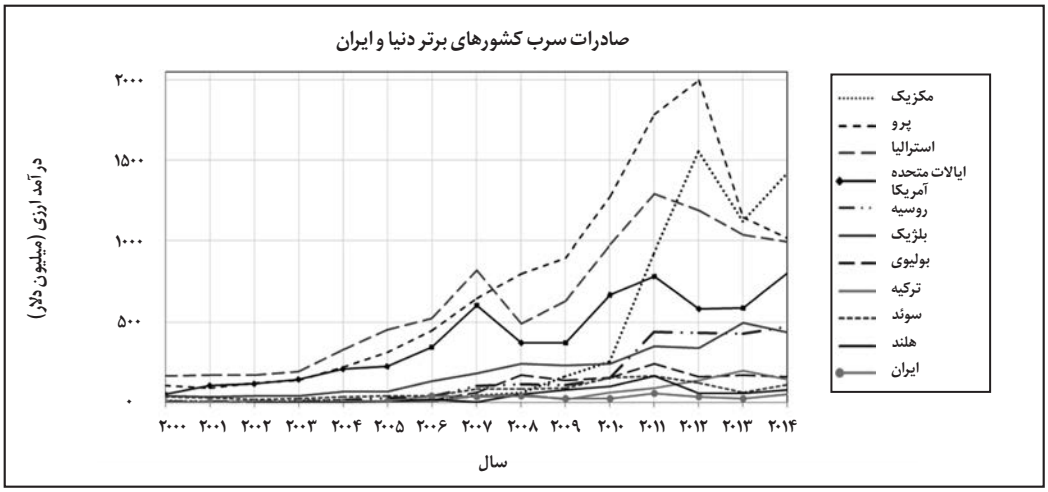
شکل ۸- میزان تولید سرب کشورهای برتر دنیا (به جز چین) و ایران طی سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۴

است. به علت فاصلهٔ بسیار زیاد تولید سرب کشور چین با سایر کشورهای تولیدکننده در سال‌های اخیر، تولید سرب این کشور از نمودار حذف شده است تا تغییرات میزان تولید سرب سایر کشورهای برتر جهان، بهتر مشخص شود. همان‌گونه که از این شکل مشاهده می‌شود در سال ۲۰۱۴ کشورهای استرالیا، ایالات متحدهٔ آمریکا، پرو، مکزیک، روسیه، هند، بولیوی، ترکیه و سوئد به ترتیب با تولید ۷۲۰، ۳۵۵، ۲۲۰، ۲۷۰، ۱۹۵، ۱۱۰، ۷۵، ۶۵ و ۶۲ هزار تن، رتبه‌های دوم تا دهم تولید سرب در جهان را به خود اختصاص داده‌اند. با این‌که استرالیا در رتبهٔ دوم تولید قرار دارد اما میزان تولید کشور چین، حدود ۴/۱ برابر تولید این کشور است.

مطابق شکل ۸ در ۱۵ سال اخیر، میزان تولید کشورهای تولیدکنندهٔ سرب، مسیرهای متفاوتی را پیموده است. برای مثال کشورهای روسیه و هند، روندی همواره صعودی دارند اما ایالات متحدهٔ آمریکا روند تقریباً نزولی را در این دوره نشان می‌دهد. روند تولید سرب ایران نیز به جز افزایش اندکی در سال ۲۰۱۲، روند صعودی بسیار ملایمی داشته است. همچنین در طول سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴ کشورهای استرالیا، ایالات متحدهٔ آمریکا، پرو و مکزیک با وجود تغییراتی در میزان تولید، همواره به ترتیب در رتبه‌های دوم تا پنجم تولید سرب جهان قرار داشته‌اند.

۳-۲-۳- بررسی وضعیت صادرات

براساس آمارهای معتبر جهانی [۱۳،۱۴] در سال ۲۰۱۴ میلادی کشورهای مکزیک، پرو، استرالیا، ایالات متحدهٔ آمریکا، روسیه، بلژیک، بولیوی، ترکیه، سوئد و هلند به ترتیب رتبه‌های اول تا

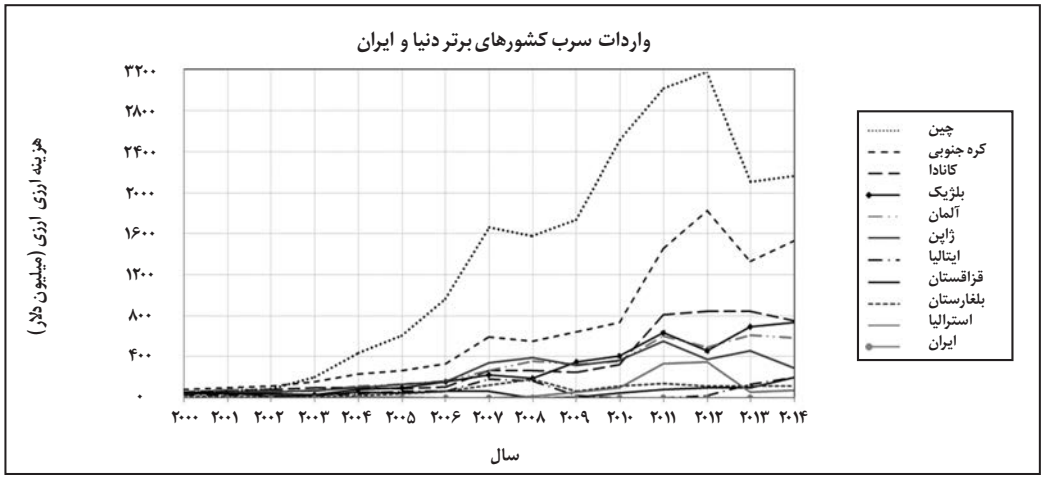


شکل ۹- نمودار درآمد ارزی صادرات سرب کشورهای برتر دنیا و ایران طی سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۴

دهم صادرات سنگ معدن و کنسانترهٔ سرب را به خود اختصاص داده‌اند. شکل ۹، نمودار میزان درآمد ارزی صادرات سرب کشورهای برتر دنیا و ایران را بر حسب میلیون دلار نشان می‌دهد. همان‌گونه که از این شکل ملاحظه می‌شود تا سال ۲۰۰۳ همهٔ کشورها روند تقریباً ثابتی را در صادرات سرب داشته‌اند اما از آن به بعد تا سال ۲۰۱۲ کشور پرو با شیب بسیار تندتری نسبت به سایر کشورها صادرات خود را افزایش داده و با پشت سر گذاشتن کشور استرالیا، به مقام اول صادرات سرب از سال ۲۰۰۸ به بعد دست یافته و با افت شدید در سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۱۴ پس از مکزیک، به دومین صادرکنندهٔ بزرگ سرب جهان در سال ۲۰۱۴ تبدیل شده است. درآمد ارزی صادرات سرب ایران نیز در سال‌های ۲۰۰۰ - ۲۰۱۴ بین حدود ۱۰۰۰ دلار تا ۴۷ میلیون دلار در نوسان بوده است.

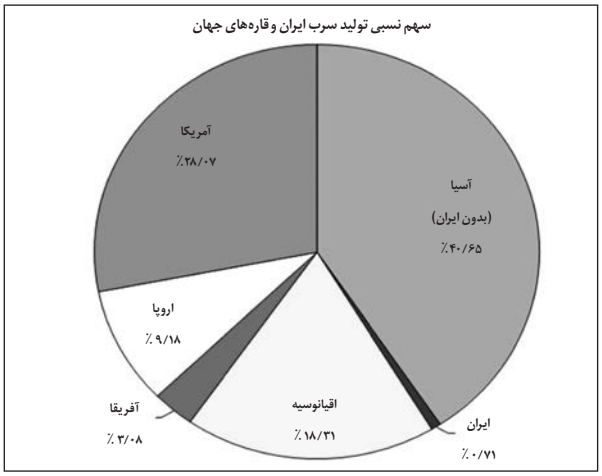
۳-۳-۳- بررسی وضعیت واردات

مطابق آمارهای منتشر شده در سال ۲۰۱۴ [۱۴] کشورهای چین، کرهٔ جنوبی، کانادا، بلژیک، آلمان، ژاپن، ایتالیا، قزاقستان، بلغارستان و استرالیا، رتبه‌های اول تا دهم واردات سرب را به خود اختصاص داده‌اند. شکل ۱۰ نمودار هزینهٔ ارزی واردات سرب کشورهای برتر دنیا و ایران را نشان می‌دهد. با توجه به این شکل کشور چین بزرگ‌ترین واردکنندهٔ سرب جهان بوده و قارهٔ آسیا نیز به واسطهٔ حضور کشورهای چین، کرهٔ جنوبی، ژاپن و قزاقستان، همواره بیشترین واردات سرب را در میان قاره‌های جهان داشته است. افزودنی است که تا سال ۲۰۰۲ کرهٔ جنوبی اولین کشور واردکنندهٔ سرب در جهان بوده ولی از سال ۲۰۰۳ تاکنون این جایگاه در اختیار کشور چین قرار دارد. نمودار هزینهٔ ارزی واردات سرب



شکل۱۰- نمودار هزینهٔ ارزی واردات سرب کشورهای برتر دنیا و ایران طی سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۴

کشور چین از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۷ و از سال ۲۰۰۹ تا ۲۰۱۲ با شیب بسیار تندتری نسبت به سایر کشورها افزایش یافته، به‌گونه‌ای که در سال ۲۰۱۲ به ۳۱۷۴/۵ میلیون دلار یعنی ۱/۷۴ برابر هزینهٔ ارزی واردات سرب کشور کرهٔ جنوبی (دومین واردکنندهٔ بزرگ جهان) رسیده است.



شکل ۱۱ - متوسط سهم نسبی میزان تولید سرب ایران و قاره‌های جهان در طول سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۳

این شکل نشان می‌دهد که همانند نمودار درآمد ارزی صادرات سرب، در سال ۲۰۰۸ نمودار هزینهٔ ارزی واردات سرب همه کشورها نیز با افتی مشابه، مواجه شده است که دلیل آن بحران اقتصادی و رکود مالی کل دنیا است. نمودار هزینهٔ ارزی واردات سرب ایران هم به صورت خطی مستقیم منطبق بر محور افقی نمایان شده است.

تقاضا برای خرید سرب در سال ۲۰۱۴ میلادی، به دلیل افزایش تقاضای باطری‌های سربی - اسیدی از طرف خودروسازان و یا برای ذخیره‌سازی برق یا انرژی، به بالاترین میزان خود رسیده است [۲۲،۱۰]. چین در حال حاضر ۴۰ تا ۵۰ درصد کل مصرف سرب و روی جهان را به خود اختصاص داده که سه برابر سایر مناطق جهان است [۱۹،۸]. قاره‌های آمریکا و اروپا نیز به ترتیب دومین و سومین مصرف‌کنندهٔ سرب هستند. مصرف سرب در اروپا در سال ۲۰۱۴، معادل ۸/۱ درصد جهانی بوده است [۱۹،۱۰].

۴- وضعیت سرب قاره‌های مختلف جهان

متوسط سهم نسبی میزان تولید سرب ایران و قاره‌های مختلف جهان، در طول دورهٔ زمانی ۲۰۰۰-۲۰۱۳ در شکل ۱۱ نشان داده شده است. در این بازهٔ زمانی قاره‌های آسیا، آمریکا، اقیانوسیه، اروپا و آفریقا به ترتیب ۴۱/۳۶، ۲۸/۰۷، ۱۸/۳۱، ۹/۱۸ و ۳/۰۸ درصد از تولید سرب جهان را به خود اختصاص داده‌اند. قارهٔ آسیا به‌واسطهٔ کشورهایی همچون چین، روسیه، هند و ترکیه، و قارهٔ آمریکا با داشتن کشورهای ایالات متحدهٔ آمریکا، پرو و مکزیک، بیشترین سهم تولید سرب جهان را از آن خود کرده‌اند.

براساس آمارهای معتبر جهانی [۱۳،۱۴]، متوسط سهم نسبی میزان و ارزش ارزی صادرات جهانی سرب ایران و قاره‌های مختلف جهان در طول سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۴ در شکل ۱۲ نشان داده شده است. با توجه به شکل ۱۲ (الف) در این دورهٔ ۱۵ ساله، قاره‌های آمریکا، اروپا، اقیانوسیه، آسیا و آفریقا به ترتیب ۳۶/۲۲، ۲۵/۲، ۱۸/۹۲، ۱۲/۴۸ و ۷/۱۸ درصد از میزان صادرات سرب جهان را به خود اختصاص داده‌اند. متوسط سهم نسبی میزان صادرات جهانی سرب ایران در این دوره نیز ۱/۷۲ درصد است.

شکل ۱۲ (ب) نیز نشان می‌دهد که در طول سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۴ قاره‌های آمریکا، اقیانوسیه، اروپا، آفریقا و آسیا به ترتیب ۴۷/۶۲، ۲۳/۸۷، ۱۸/۹۹، ۴/۸۱ و ۴/۷۱ درصد از درآمد ارزی صادرات سرب جهان را داشته‌اند. متوسط سهم نسبی ارزش ارزی صادرات جهانی سرب ایران در این دوره نیز ۰/۷۲ درصد است.

۵- نتیجه‌گیری

بهره‌برداری از منابع طبیعی، استفادهٔ بهینه از آنها و تولید ثروت، به عنوان یک اصل می‌تواند نقش بسیار مهمی در پیشرفت و توسعهٔ اقتصادی، اجتماعی، صنعتی و حتی سیاسی یک جامعه داشته باشد. در پژوهش حاضر وضعیت مادهٔ معدنی سرب ایران، منطقهٔ خاورمیانه، قارهٔ آسیا و کشورهای صاحب این صنعت در جهان از نقطه نظر میزان ذخایر معدنی، تولید، مصرف، صادرات و واردات طی ۱۵ سال اخیر (۱۳۹۳-۱۳۷۹ شمسی و ۲۰۰۰-۲۰۱۴ میلادی) مورد بررسی قرار گرفت. در این راستا سهم نسبی از کل

شکل ۱۲- متوسط سهم نسبی (الف) میزان و (ب) ارزش ارزی صادرات سرب ایران و قاره‌های جهان در طول سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۴

ذخایر جهان، تولید، مصرف، صادرات و واردات قاره آسیا و جهان، مقدار وزنی و ارزش ارزی جهانی صادرات سرب ایران و قاره‌های مختلف جهان، مورد مطالعه قرار گرفت که نتایج حاصل از آن را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد.

از نظر میزان ذخایر معدنی سرب، کشور استرالیا با ۳۵ میلیون تن ذخیرهٔ سرب و سهم ۴۰ درصدی از کل ذخایر سرب جهان، در جایگاه نخست جهان قرار داشته و کشورهای چین، روسیه، پرو، مکزیک، ایالات متحدهٔ آمریکا، هند، ایران، لهستان و بولیوی نیز به ترتیب در جایگاه‌های دوم تا دهم قرار دارند. در واقع کشور ایران با ۲/۶ میلیون تن ذخیرهٔ سرب و سهم ۳ درصدی از ذخیرهٔ جهانی سرب، در جایگاه هشتم جهان قرار دارد.

طی ۱۵ سال اخیر، کشور چین با متوسط سهم ۳۷/۷ درصدی از تولید جهانی سرب، بزرگ‌ترین تولیدکنندهٔ سرب جهان بوده است. در طول سال‌های ۲۰۰۰ - ۲۰۱۳ میلادی، ایران با متوسط سهم نسبی ۵۲/۲۴ درصدی تولید سرب خاورمیانه، همراه با ترکیه مهم‌ترین کشورهای تولیدکنندهٔ سرب این منطقه هستند که در سال‌های اخیر کشورهایی همچون عربستان سعودی نیز به جمع تولیدکنندگان سرب این منطقه اضافه شده‌است. همچنین ایران با متوسط سهم نسبی ۱/۷۶ درصدی تولید سرب قارهٔ آسیا، بعد از چین، هند و قزاقستان، چهارمین تولیدکنندهٔ بزرگ سرب آسیا و با تولید ۰/۷۱ درصدی سرب جهان، مقام سیزدهم تولید دنیا را در اختیار دارد.

هرچند سرب و روی، تولیدکنندگان بسیاری در جهان دارد، با این حال ذخایر قابل بهره‌برداری بیشتر آنها محدود است و معادن بزرگ جهان از تعداد انگشتان دست تجاوز نمی‌کند. کشور ایران منابع اولیه و ثانویه سرب مناسبی دارد. معدن مهدی‌آباد یزد، دومین ذخیرهٔ بزرگ استخراج نشدهٔ سرب و روی جهان است که در آینده می‌تواند بر بازار جهانی این دو محصول تاثیرگذار باشد. اگر روند کنونی پیشرفت پروژه‌های تولید سرب و روی ادامه پیدا کند، به احتمال زیاد ایران تا ۱۰ سال آینده، تبدیل به یکی از ۵ قطب تولید سرب و روی جهان خواهد شد. اگرچه امروزه بخش عمده‌ای از تولید سرب از راه بازیافت باتری‌های سربی - اسیدی در صنعت خودروسازی و قراضه، انجام می‌شود اما افزایش تقاضای صنعت خودروسازی برای باتری و کاهش قراضه سرب برای بازیافت، منجر به افزایش تقاضای سرب تولید شده از ذخایر معدنی شده است. در واقع نیاز بازار، معادن سرب را مجبور به استخراج بیشتر کرده است.

در ۱۵ سال اخیر قارهٔ آسیا به‌طور متوسط حدود ۴/۷ درصد از صادرات جهانی سرب را به خود اختصاص داده که متوسط سهم نسبی ایران از صادرات سرب قارهٔ آسیا، حدود ۱۶/۱۷ درصد، متوسط سهم نسبی صادرات جهانی سرب ایران ۱/۷۲ درصد و متوسط سهم نسبی ارزش ارزی صادرات جهانی سرب ایران نیز ۰/۷۲ درصد است.

کاهش قیمت جهانی روی، افزایش ۴۰۰ درصدی قیمت اسید،

افزایش هـزینه‌های مواد شیمیایی، بـرق، سوخت و در مجموع افزایش سالانهٔ هزینه‌های تولید ماشین‌آلات معدنی و اخذ عوارض گمرکی بالا برای ورود ماشین‌آلات معدنی مورد نیاز، از مهم‌ترین مسائل و مشکلات واحدهای تـولیدی فعـال کشـور در این حوزه است. به هرجهت صنعت سرب ایران با همهٔ موانع و مشکلات موجود، تاکنـون در خـاورمیانه جایگاه ممتازی داشته و با توجه به رشد جهانی تقاضای سرب، صادرات جهانی سرب ایران نیز با رشد همراه خواهد بـود. در بعد جهـانـی نیـز بیشترین مخاطرات این صنعت، مربوط به افت عیار و افزایش هزینه‌های تولید و بی‌ثباتی قیمت‌ها است.

به اعتقاد کارشناسان داخلی، آیندهٔ صنعت سرب ایران با توجه به افزایش تقاضا در بعد جهانـی و ذخایر قابل توجه سرب کشور، روشن است. البته این امر پس از سال ۲۰۱۶ میلادی اتفاق خواهد افتاد، زیـرا رسیدن به آینده‌ای روشن در صنعت سـرب، نیازمند بهره‌برداری از معادن بزرگ (مانند مهدی‌آباد) و فعال‌سازی معادن کوچک در این حوزه است.

مراجع

1-http://www.harmonygrp.com
2-http://www.ngdir.ir
3-http://www.ilzima.org/farsi
4-http://www.zanjangeo.blogfa.com
5-http://daneshnameh.roshd.ir
6-https://fa.wikipedia.org
7-http://www.payeshpress.ir
8-http://forum.talarebourse.com
9-http://www.madan24.com
10- http://www.donya-e-eqtesad.com
11- http://www.bgs.ac.uk
12- http://www.usgs.gov
13- http://www.atlas.media.mit
14- http://www.trademap.org
15- http://www.statista.com
16- http://www.irica.gov.ir
17- http://www.tccim.ir
Review and Outlook for Copper, Nickel, Lead and Zinc.
18- Smale, Don. (2015).
19- http://www.minews.ir
20- http://mojnews.com
21- http://www.iranminehouse.ir
22- http://www.smtnews.ir

اطلاعیه

به اطلاع اعضای گرامی سازمان می‌رساند، با توجه به افزایش هزینه‌های چاپ و توزیع مجله و همچنین رشد مداوم تعداد اعضای سازمان، در نظر است که شمارگان نسخ چاپی مجله کاهش یابد و به جای آن به صورت الکترونیکی به آدرس ایمیل اعضای سازمان ارسال شود.

به این لحاظ از اعضایی که تمایل دارند مجله را همچنان به صورت چاپی دریافت کنند، درخواست می‌شود تا با مراجعه به صفحهٔ وب سایت سازمان استان خود، فرم اشتراک مخصوص اعضا را (بدون پرداخت وجه اشتراک) تکمیل کنند.

برای دریافت منظم مجله، تقاضا می‌شود کلیهٔ اعضا ضمن مراجعه به بانک اطلاعاتی اعضای سازمان، آدرس الکترونیکی خود را به روز رسانی کنند.

تعیین ویـژگی‌های سنگ‌ها بـا استفـاده از تصـویربرداری پزشکی

حسین ایزدی، دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی اکتشاف نفت، دانشکدهٔ مهندسی معدن دانشگاه تهران
بهزاد مهرگینی، دانشجوی دکتری مهندسی معدن، دانشکدهٔ مهندسی معدن دانشگاه تهران
حسین معماریان، استاد دانشکدهٔ مهندسی معدن دانشگاه تهران
حمید سلطانیان‌زاده، استاد دانشکدهٔ مهندسی برق و کامپیوتر دانشگاه تهران

چکیده

تصویربرداری پزشکی یکی از روش‌های غیرمخرب، ارزان، آسان و سریع به‌منظور مطالعهٔ ساختار درونی اجسام و همچنین تهیهٔ نمای سه‌بعدی از درون آنها است. استفاده از تصویربرداری پزشکی برای تعیین مقدار تخلخل و دیگر ویژگی‌های مغزه‌های حفاری و پلاگ‌های سنگی به‌دست‌آمده از حفاری‌های عمرانی، معدنی و مخازن نفتی، رویکردی است که امـروزه مورد تـوجـه قـرار گرفته است. در این مقالـه، الگوریتمـی برمبنای روش‌های نـوین تصویربرداری، پردازش تصاویر دیجیتال و برنامه‌نویسی هوشمند، به‌منظور تعیین مقدار تخلخل مؤثر و کل، که قابل اندازه‌گیری در آزمایشگاه‌های مغزه نمی‌باشد، و همچنین استخراج اطلاعات آماری در پلاگ‌های نفتی تهیه شده از یکی از میادین نفتی جنوب ایران، ارائه شده است. تصاویر مقطعی گرفته شده از این پلاگ‌ها، توسط یک دستگاه تصویربرداری توموگرافی پرتو ایکس پزشکی تهیه شده است. پس از تهیهٔ تصاویر، ویژگی‌های ارزش هر پیکسل در تصاویر و همچنین هیستوگرام تصاویر به‌منظور تعیین مقدار تخلخل استفاده می‌شود. مقدار شدت هر پیکسل دارای رابطهٔ مستقیم با میزان چگالی جسم است و هیستوگرام تصاویر نیز نشان‌دهندهٔ میزان تغییرات فراوانی هر مقدار از پیکسل‌ها در تصاویر هستند. با استفاده از الگوریتم پیشنهادی، اطلاعات آماری و میزان تخلخل مؤثر موجود در تعداد ۱۹ پلاگ سنگی به‌دست آمده از حفاری‌های یک چاه نفت با درستی میانگین ۹۳/۱۳٪ در مقایسه با نتایج آزمایشگاه مغزه تعیین شده است.

واژه‌های کلیدی : ویژگی سنگ‌ها، تصویربرداری پزشکی، پردازش تصویر، سیستم هوشمند

۱- مقدمه

مقدار تخلخل یک جسـم از نسبت حجـم فضای خالی به فضای کل آن جسم قـابل محاسبه است[۱]. مقدار و همچنین هندسـهٔ فضـای متخلخـل[1] نقش مهمـــی در مـدیـریت[2]، بهره‌برداری[3]، بـررسی خصوصیات[4] و ارزیـابـی[5] نمونه‌های سنگـی معدنی، ژئوتکنیکی و نفتی ایـفا می‌کند. به‌عنوان مثـال به‌منظور تعیین میزان تخلخل، روش‌های متعددی از قبیل تزریق جیوه[6] و فشرده‌سازی یا انبساط گاز[7] وجود دارد که امـروزه در صنعت نیز مورد استفاده قرار می‌گیرند[۱]، این روش‌ها گـرچه مستلزم هزینه و زمان زیاد هستند، با این حال داده‌ای در مورد هندسهٔ فضای متخلخل ارائه نمی‌دهند. تصویرداری پزشکی، روشی بر مبنای تابش پرتوهای انرژی به جسم است که قابلیت تهیهٔ اطلاعات تصویری از درون اجسام را فراهم می‌آورد[۲]. تصویربرداری پزشکی یک روش غیرمخرب، ارزان، آسان و سریع برای مطالعهٔ ساختار درونی اجسام و همچنین تهیهٔ نمای سه‌بعدی از درون آنها است[۱۴-۲].

تاکنون تحقیقات زیادی در راستای تعیین میزان تخلخل از تصاویر پزشکی تهیه شده از پلاگ‌های به‌دست آمده از مخازن

1-Porous media
2-Reservoir management
3-Reservoir production
4-Reservoir characterization
5-Reservoir evaluation
6-Mercury injection
7-Gas compression/expansion

مقـالـه

نفتی انجـام شده است [۳، ۵، ۶، ۹-۱۴]. اکثـر این تحقیقات، بـر روی نمـونه‌هـای ماسه‌سنـگـی انجـام گـرفتـه و میـزان تفکیک‌پذیری[۱] تصاویر تهیـه شده توسط تحقیقات قبلی، در ابعاد ۵ تا ۲۰ میکرومتر است. از آنجا که مخازن نفتی ایران اکثراً کربناته و آهکی بوده، و فقط در کشور تنها دستگاه تصویربرداری پزشکی با تفکیک‌پذیری حدود ۲۰۰ میکرومتر وجود دارد، روش‌ها و راهکارهـای پیشنهـاد شده در مطالعات قبلی قابلیت اجرایی مناسبی برای مخازن ایران ندارد. بنابراین، مطالعه بر روی تصاویر گرفته شده از پلاگ‌های نفتی تهیه شده از مخازن هیدروکربوری کربناته و آهکی که دارای تفکیک‌پذیری ۲۰۰ میکرومتر هستند، در پیشبـرد اهـداف بلنـدمدت صنعت نفت کشـور و به‌کارگیری روش‌های نـوین، غیرمخرب، سـریع و کم‌هزینه نقش مؤثری خواهد داشت.

در این مقاله، به‌منظور تعیین مقادیر تخلخل‌های مؤثر و کل، و همچنین تهیهٔ نمـای سه‌بعدی فضـای متخلخل موجـود در پلاگ‌های یکـی از میادین نفتـی جنـوب ایـران بـا استفاده از تصویـربـرداری پـزشکـی بـا تفکیک‌پذیری ۲۰۰ میکـرومتر، الگوریتمی بر مبنـای روش‌های نـوین تصویربرداری، پردازش تصویر و برنامه‌نویسی هوشمند، ارائه شده است. برای استخراج اطلاعات از تصاویر به دست آمده از پلاگ‌ها، ابتدا ناحیهٔ موردنظر تصویـر (قسمتـی از عکس کـه تصویر پلاگ در آنجا قرار دارد) به‌صورت هوشمند جداسازی شده و مقادیر پیکسل‌های آن ذخیره شده است. سپس، با ترسیم هیستوگرام تمامی تصاویـر تهیه شده از هر پلاگ، و برقراری رابطهٔ منطقی بین مقدار بیشینهٔ هیستوگرام و مقدار تخلخل مؤثر گزارش داده شده توسط آزمایشگاه، مقدار تخلخل پلاگ‌ها تعیین شده است.

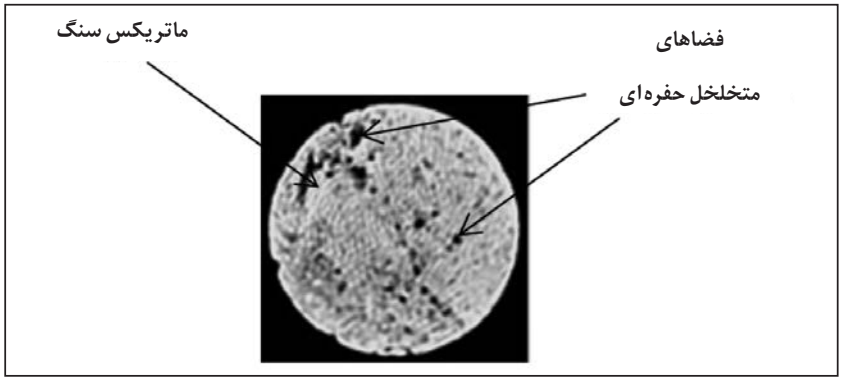
۲- تصویربرداری پزشکی

تصویربرداری پزشکی یکی از روش‌های غیرمخرب، ارزان، آسان و سریع است که قابلیت تصویربرداری سه‌بعدی از درون اجسام را دارا است. تصاویر پزشکی به صورت قطاع‌هایی موازی تهیه می‌شوند. پرکاربردترین دستگاه‌های تصویربرداری پزشکی در علـوم زمین، دستگـاه تومـوگـرافـی پرتو ایکس[۲] و دستگاه تصویـربـرداری تشدید مغنـاطیسی[۳] هستند[۳، ۷]. دستگـاه توموگرافی پرتو ایکس تصاویر مقیاس خاکستری تولید می‌کند که مبنای اندازه‌گیری ضریب تضعیف[۴] پرتوهای ایکس حین عبور از جسم است [۳]. بنابراین، بـا توجه به چگالی جسم، تصاویر حاصل از توموگرافی پـرتـو ایکس دارای شدت روشنایی متفاوتی خواهند بـود. هـر چه جسم متراکم‌تر باشد، تصویـر حاصل از توموگرافی پرتـو ایکس به رنگ سفید نزدیک‌تـر بوده، و هر چه تراکم کمتر باشد تصویر حـاصل به رنگ سیـاه نزدیک‌تر خواهد بود. بنـابراین، ماتریکس سنگ‌ها در تصـاویـر توموگرافی پرتو ایکس، سفیدتر از فضای متخلخل خواهد بود (شکل ۱). تصاویر حاصل از توموگرافی پـرتـو ایکس، تخلخل کل موجود در نمونه شامل تخلخل‌های متصل و غیرمتصل را نشان می‌دهد. تصاویر حاصل از دستگاه تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI) نیز در مقیاس خاکستـری بوده، و بر مبنای اندازه‌گیری پاسخ یون هیدروژن موجود در اجسام است. بنابراین، تصویربرداری MRI در مواردی کاربرد دارد که درون جسم مورد نظر مقادیر زیادی آب یا چربی ،که اشباع از یون هیدروژن هستند، وجود داشته باشد. تصویـربـرداری MRI بـر روی نمونه‌هـایـی کـه آب‌دار شده و سیلاب‌زنی شده باشند قابل استفاده خواهد بود و در این حالت تنها قادر است تخلخل‌های متصل به‌هم را در تصـاویـر حاصله نشان دهد[۷]. در تصاویـر حاصل از MRI، نواحی سفید رنگ نشان‌دهندهٔ فضای متخلخل و نـواحی تیره رنگ نشان دهندهٔ ماتریکس سنگ هستند (شکل ۲) [۷].

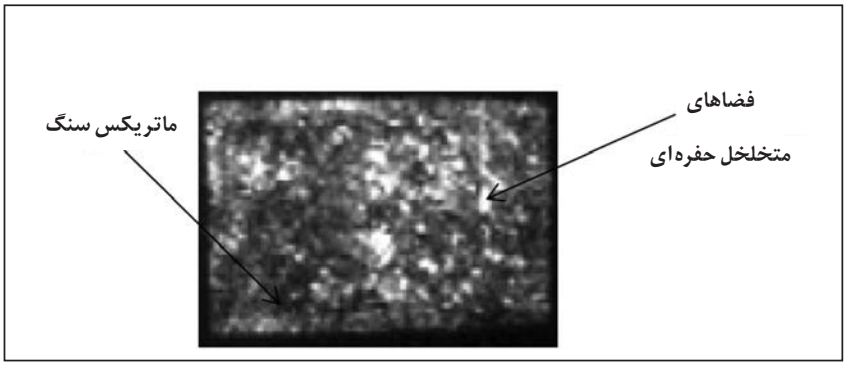
۳- جمع‌آوری پایگاه داده‌ای

به‌منظور جمع‌آوری پلاگ‌های تهیه شده از مخازن نفتی و تصویربرداری از آنها با استفـاده از ابـزارهـای تصویربرداری پزشکی، از تعداد ۱۹ پلاگ تهیه شده از یکی از مخازن نفتی جنوب ایران استفاده شده است. جنس پلاگ‌ها کربناته بوده و میزان تخلخل آنها بین ۱۱/۳۲٪ تا ۳۴/۹۲٪ است. پلاگ‌ها استوانه‌ای شده و قطر هـر پلاگ ۱/۵ سانتـی‌متر و ارتفاع آن ۶ سانتـی‌متر است. از هر پلاگ تعداد ۱۰۰ تصویر در امتداد عمود بر پلاک‌ها تهیه شده است. فاصلهٔ هر تصویر، برابر با ۶۰۰ میکرومتر است.

1-Resolution 2-X-ray computed tomography 3-Magnetic resonance imaging (MRI) 4-Coefficient of attenuation



شکل ۱- تصویر مقطع عمود بر محور پلاگ حاصل از توموگرافی پرتو ایکس



شکل ۲- تصویر مقطعی در راستای محور پلاگ توسط تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI)

میزان تفکیک‌پذیری تصاویر نیز برابر با ۲۰۰ میکرو متر می‌باشد. روند تهیهٔ تصاویر از پلاگ‌ها در شکل ۳ نشان داده شده است.

۴- استخراج اطلاعات آماری و تعیین مقدار تخلخل

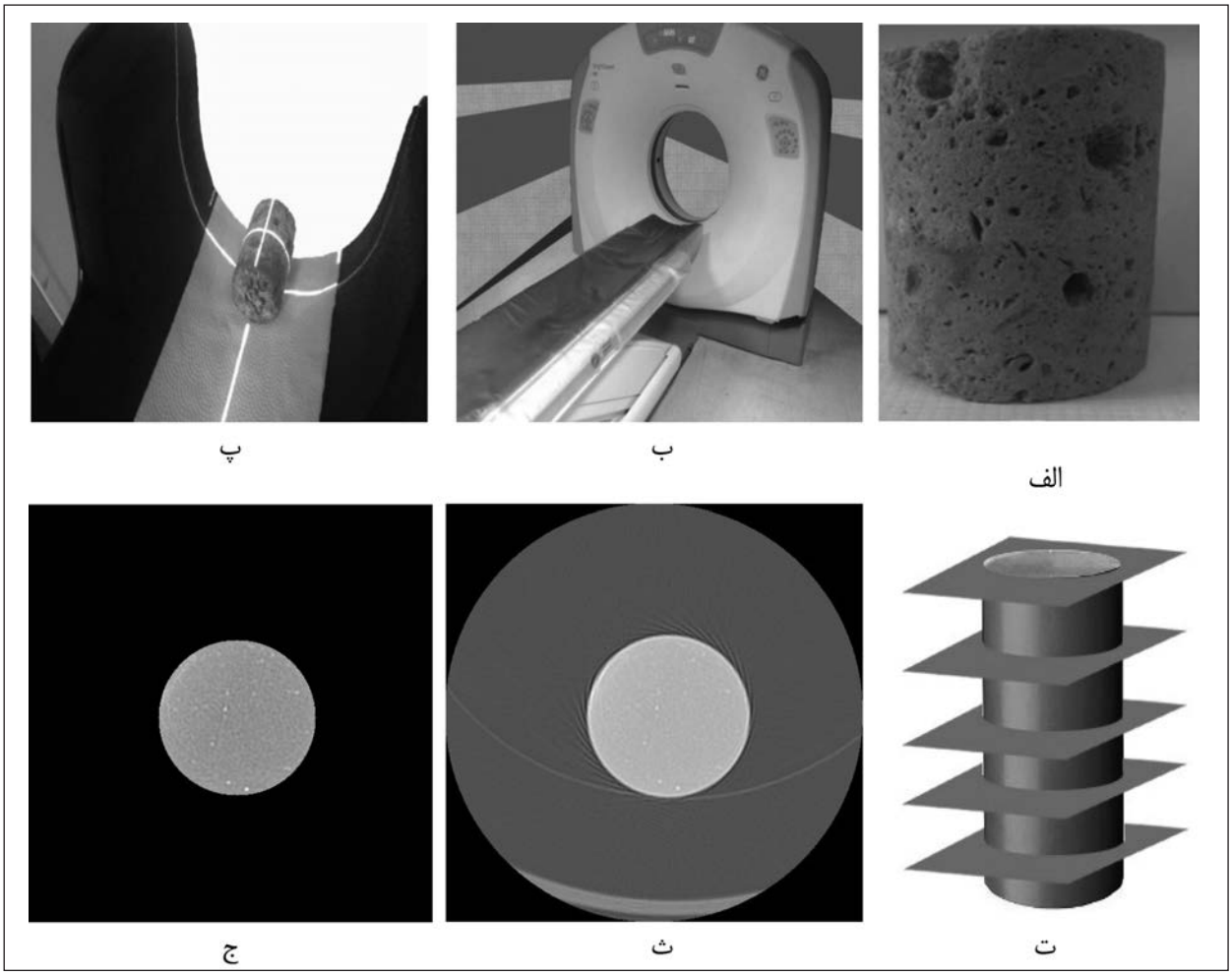
به‌منظور استخراج اطلاعات آماری و تعیین مقدار تخلخل پلاگ‌ها، الگوریتمی برمبنای روش‌های نوین تصویربرداری، پردازش تصاویر دیجیتال و برنامه‌نویسی هوشمند با استفاده از تصاویر توموگرافی پرتو ایکس توسعه داده شد. به این منظور، ابتدا ناحیهٔ مورد نظر از تصاویر حاصله جداسازی (شکل ۳-ج) و اطلاعات آماری شامل بیشینه، کمینه، میانگین، انحراف معیار و مد برای هر قطاع و برای تمام قطاع‌ها استخراج شد. همچنین، هیستوگرام حاصله از تمامی تصاویر هر پلاگ رسم شد. هیستوگرام‌های رسم شده برای هر پلاگ، دارای رابطهٔ منطقی با میزان تخلخل مؤثر گزارش شده توسط آزمایشگاه‌های مغزه برای آن پلاگ هستند. فلوچارت نشان داده شده در شکل ۴، مراحل استخراج اطلاعات آماری و تعیین مقدار تخلخل پلاگ‌های مورد بررسی را با استفاده از تصاویر توموگرافی پرتو ایکس بیان می‌کند.

۴-۱- استخراج ناحیهٔ مورد نظر

به‌منظور استخراج ناحیهٔ موردنظر از تصاویر، الگوریتم‌هایی بر مبنای باینری کردن تصویر و جداسازی ناحیهٔ موردنظر توسعه داده شد. در ابتدا، با تعیین یک حد آستانه بر اساس الگوریتم متداول اوتسو [۱۵] ناحیهٔ مورد نظر به صورت یک دایرهٔ سفید جدا شده و سپس با ضرب این تصویر در تصویر اصلی، ناحیهٔ مورد نظر استخراج شد (شکل ۵).

۴-۲- ترسیم هیستوگرام تمامی تصاویر تهیه شده برای هر پلاگ

هیستوگرام تصاویر، همواره دارای اطلاعات ارزشمندی به‌منظور انجام پردازش‌های مختلف بر روی تصاویر هستند. از هیستوگرام‌ها همچنین می‌توان به‌منظور تعیین مقدار آستانه برای باینری کردن تصاویر تعیین مقدار تخلخل استفاده کرد. هیستوگرام یکی از پلاک‌های موجود در پایگاه داده‌ای با مقدار تخلخل موثر ۱۹/۵۳٪ در شکل ۶ نشان داده شده است.



شکل ۳- روند تهیهٔ تصاویر از پلاگ‌ها توسط دستگاه توموگرافی پرتو ایکس و MRI پزشکی. الف) یکی از پلاگ‌های مورد بررسی؛ ب) دستگاه توموگرافی پرتو ایکس پزشکی؛ پ) قرار دادن پلاگ بر روی دستگاه به‌منظور تهیهٔ تصویر توموگرافی پرتو ایکس؛ ت) تهیهٔ تصاویر توموگرافی پرتو ایکس در راستای صفحات افقی عمود بر محور پلاگ؛ ث) یکی از تصاویر توموگرافی تهیه شده؛ ج: استخراج ناحیهٔ مورد نظر از تصویر به دست آمده از تصویربرداری توموگرافی پرتو ایکس

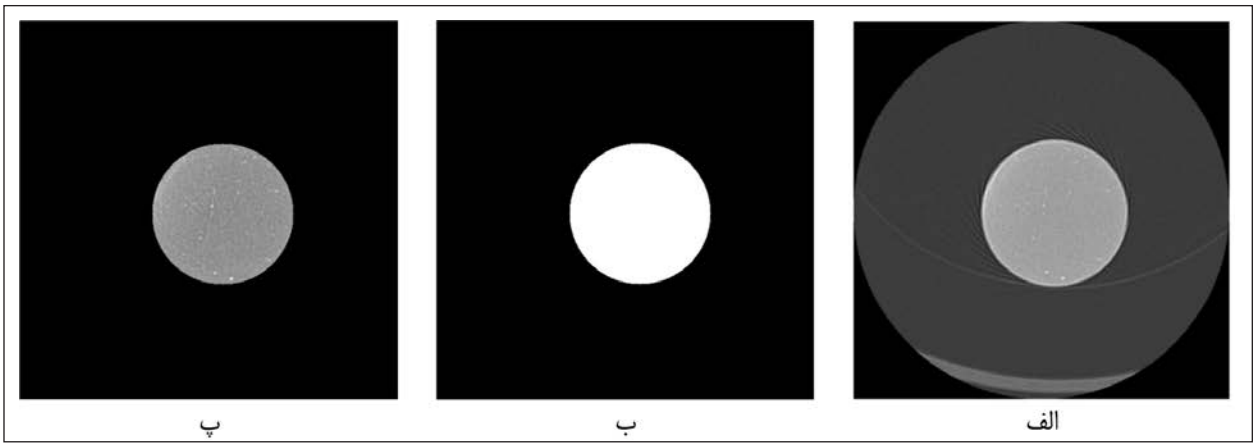
۳-۴- استخراج مقدار بیشینهٔ فراوانی پیکسل‌ها و مقادیر سی‌تی‌اسکن

تصاویر تهیه شده به‌وسیلهٔ تومـوگرافی پرتو ایکس دارای رابطهٔ مستقیم با چگـالی جسـم است. بنابراین، می‌توان رابطه‌ای بین مقدار تخلخـل و مقـادیـر پیکسل‌های تصاویر تهیه شده به‌وسیلهٔ توموگرافی پـرتـو ایکس نیـز بـه‌وجـود آورد. یکـی از شاخص‌ترین ویژگی‌هایی کـه می‌توان از هیستوگرام تصاویـر استخراج کرد، مقدار بیشینه و همچنین مقدار فـراوانـی بیشینهٔ هیستوگرام است. همچنین از مقادیر سی‌تی‌اسکن می‌توان برای استخراج اطلاعات آماری تصاویر نیز بهره برد.

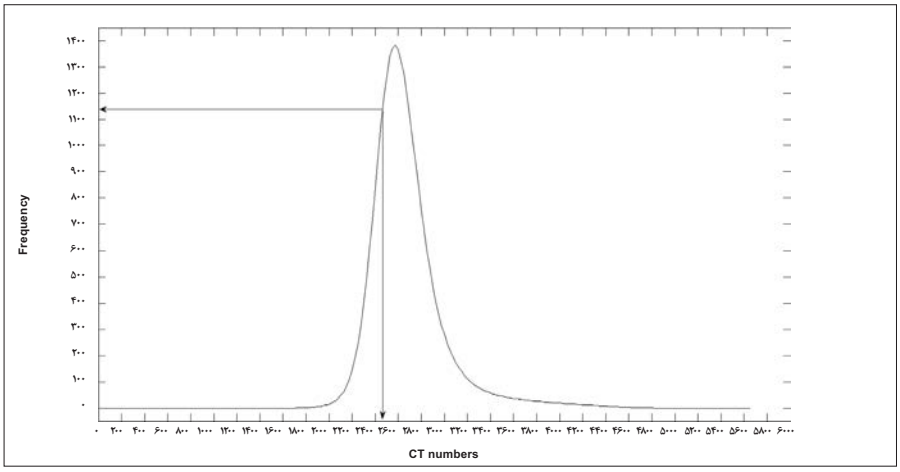
۵- نتایج آزمایشگاهی

پس از استخراج اطلاعات آماری و هیستوگرام‌ها، و همچنین مقادیر بیشینه مقدار فـراوانـی بیشینه هیستوگرام‌ها برای هر پلاگ، رابطه‌ای مستقیم بین مقدار تخلخل گزارش شده توسط آزمایشگاه و مقادیـر بیشینه استخـراج شده از هیستوگرام‌ها مشاهده شد. همان‌گونه که در شکل ۶ نشان داده شده است، به ازای مقدار سـی‌تـی ۲۴۶۶ و مقدار فراوانـی ۱۱۴۰، مقدار تخلخل گزارش شده توسط بـرنـامهٔ هوشمند توسعه داده شده برابر با ۱۹/۴۶٪ و تخلخل کل ۲۰/۵۹٪ است. نمای سه‌بعدی فضای متخلخل پلاگ بـا هیستـوگـرام نشان داده شده در شکل ۶، در شکل ۷ نشان داده شده است.

شکل ۴- فلوچارت الگوریتم پیشنهادی به‌منظور استخراج اطلاعات آماری و تعیین مقدار تخلخل پلاگ‌های مورد بررسی را با استفاده از تصاویر توموگرافی پرتو ایکس



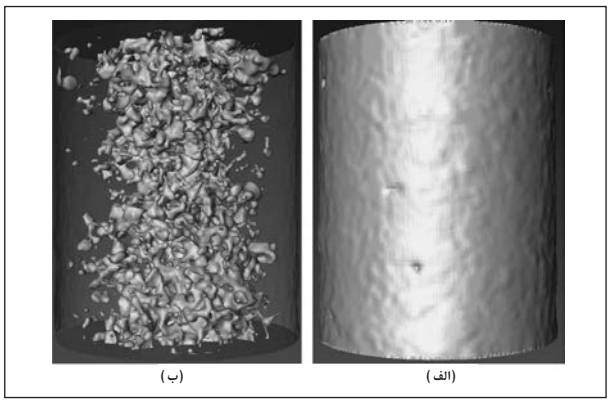
شکل ۵- استخراج ناحیهٔ مورد نظر از تصویر اصلی. الف: تصویر اصلی؛ ب: تصویر باینری با استفاده از روش اوتسو؛ پ: حاصل‌ضرب تصویر باینری شده در تصویر اصلی



شکل ۶- هیستوگرام یکی از پلاک‌های موجود در پایگاه داده‌ای با مقدار تخلخل موثر ۱۹/۵۳٪ به ازای مقدار سی‌تی ۲۴۶۶ و مقدار فراوانی ۱۱۴۰، مقدار تخلخل گزارش شده توسط برنامهٔ هوشمند توسعه داده شده برابر با ۱۹/۴۶٪ و تخلخل کل ۲۰/۵۹٪ است.

۶- نتیجه‌گیری

تعیین میـزان تخلخل و همچنین تهیهٔ نمـای سه‌بعدی از فضای متخلخل، نقش مهمی در شناسایی ویژگی‌های سنگی و به‌ویژه مدیریت و ارزیابی‌های مخازن نفتی ایفـا می‌کند. در این مقاله، الگوریتمـی بـرمبنای روش‌هـای نـوین تصویربرداری، پردازش تصویر و برنامه‌نویسی هوشمند، به‌منظور تعیین مقدار تخلخـل مـؤثـر و کـل و همچنین استخـراج اطلاعات آماری از تصاویر توموگرافی پـرتوایکس تهیـه شده از پلاگ‌هـای نفتی، معرفی شده است. الگوریتم پیشنهادی قابلیت جداسازی هوشمند ناحیهٔ موردنظر از تصاویـر خام توموگرافی پرتوایکس را دارا می‌باشد. پس از استخراج ناحیهٔ موردنظر، اطلاعات آماری تمامی تصاویر مربوط به هـر پلاگ، شامل بیشینه، کمینه، میانگین، انحراف معیار و مد برای هر قطاع و برای تمام قطاع‌ها، استخراج و به‌عنوان خروجی ارائه شد. سپس، با ترسیم هیستوگرام برای هر پلاگ و استخراج نقاط بیشینه و کمینه از نمودار، مقدار تخلخل مؤثر هر پلاگ با استفاده از تصاویر توموگرافی پرتوایکس محاسبه شد. پس از تعیین مقادیر تخلخل مؤثر، تخلخل‌های کل برای هر پلاگ نیز تعیین شد. این در حالی است که مقدار تخلخل کل در آزمایشگاه‌های مغزه قابل اندازه‌گیری نیست. نمای سه‌بعدی فضای متخلخل نیز بـرای هـر پـلاگ شبیه‌سازی شـد. اعمال الگوریتم پیشنهادی برای مطالعهٔ تصاویر توموگرافی پرتوایکس



شکل۷- نمـای سه‌بعدی از یک پلاگ با تخلخل موثر برابـر با ۱۹/۴۶٪ و تخلخل کل ۲۰/۵۹٪ الف: حالت کلی شبیه‌سازی شدهٔ پلاگ؛ ب: فضاهای متخلخل درون پلاگ

۱۹ پلاگ تهیه شده از یکی از مخازن جنوب ایران، مقدار تخلخل مؤثر بـا درستـی میـانگین ۹۳/۱۳٪ را به‌دست داد. الگوریتم پیشنهادی به‌صورت کم‌هزینه‌تر و سریع‌تر نسبت به روش‌های متداول و همچنین با درستی بالا، قابلیت تعیین مقدار تخلخل مؤثر و کل، و همچنین استخراج اطلاعات آماری و تهیهٔ نمای سه-بعدی فضای متخلخل در پلاگ‌های تهیه شده از مخازن نفتی را دارا است.

[1] Tiab, D., Donaldson, E.C., 2004. Petrophysics, theory and practice of measuring reservoir rock and fluid transport properties. Gulf professional publishing (Elsevier).

[2] Ketcham, R.A., Carlos, W.D., 2001. Acquisition, optimization and interpretation of X-ray computed tomography imagery: applications to the geosciences. Computers and Geosciences, 27, 381-400.

[3] Andrä, H., N, Combaret., J, Dvorkin., E, Glatt., J, Han., M, Kabel., Y, Keehm., F, Krzikalla., M, Lee., C, Madonna., M, Marsh., T, Mukerji., E.H, Saenger., R, Sain., N, Saxena., S, Ricker., A, Wiegmann., X, Zhan., 2013, Digital rock physics benchmarks-part 1: Imaging and segmentation. Computers and geosciences, vol. 50, 25-32.

[4] Campello, S.L., Dos samtos, W.P., Machado, V.F., Mota, C.C.B.O., Gomes, A.S.L., De souza, R.E., 2014, Micro structure information of porous materials by optical coherence tomography. Microporous and mesoporous materials, vol. 198, pp: 50-54.

[5] Jia. L., Chen. M., Jin. Y., 2014, 3d imaging of fractures in carbonate rocks using X-ray computed tomography technology. Carbonate evaporates, vol. 29, pp: 147-153.

[6] Kinney, J.H., M.C, Nichols., 1992, X-ray tomographic microscopy (XTM) using synchrotron radiation. Annu. Rev. Mater. Sci. vol. 22, 121–152.

[7] Mitchell, J., Chandrasekera, T.C., Holland, D.J., Gladden, L.F., Fordham. E.J., 2013. Magnetic resonance imaging in laboratory petrophysical core analysis. Physics reports, vol. 526, pp: 165-225.

[8] Machado, A.C., I, Lima., and R.T, Lopes., 2014, Effect of 3d computed microtomography on the reservoir rocks. Radiation physics and chemistry, vol. 95, 405-407.

[9] Ojeda-Magaña, B., J, Quintanilla-Domínguez., R. Ruelas., A.M, Tarquis., L, Gómez-Barba., and D. Andina., 2014, Identification of pore spaces in 3D CT soil images using PFCM partitional clustering. Geoderma, vol. 218, 90-101.

[10] Rabbani, A., Jamshidi, S., Salehi, S., 2014, An automated simple algorithm for realistic pore network extraction from micro tomography images. Journal of petroleum science and engineering, vol. 123, 164 171.

[11] Sezgin, M., B, Sankur., 2004. Survey over image thresholding techniques and quantitative performance evaluation, journal of electronic imaging, vol. 13, 146-165.

[12] Taud, H., R, Martinez-Angeles., J.F, Parrot., and L, Hernandez-Escobedo., 2005. Porosity estimation method by X-ray computed tomography, Journal of petroleum science and engineering, vol. 47, 209-217.

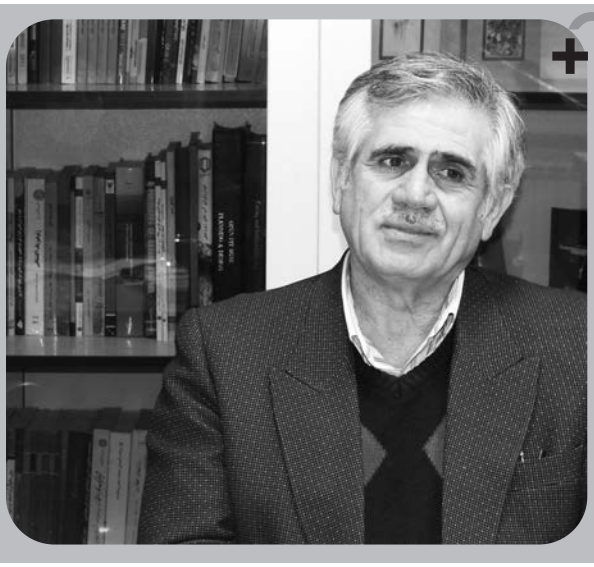
[13] Trong, E.L., O, Rozenbaum., J.L Rouet., and A., Bruand., 2008. A methodology to segment X-ray tomographic images of multiphase porous media: application to building stones, hal-00260435, https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00260435.

[14] Wildwenschild, D., J.W, Hopmans., C.M.P, Vaz., M.L, Rivers., ,D. , Rikard., and B.S.B, Christensen., 2002, Using X-ray computed tomography in hydrology: systems, resolutions, and limitations. Journal of hydrology, vol. 267, 285-297.

[15] Otsu, N, 1979. A threshold selection method from gray-level histograms, IEEE Trans. Syst., Man, Cybern., vol. SMC-9, no. 1, pp. 62–66.

گفت‌وگو با

محمود مهرپرتو



دکتر محمود مهرپرتو ،یکی از پیشکسوتان زمین‌شناس کشور است که خدمات بسیاری را در عرصهٔ پی‌جویی و اکتشاف انجام داده است. وی سال‌ها در بخش‌های مختلف سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور و در سمت‌های گوناگونی از جمله معاونت اکتشاف سازمان فعالیت کرده است. مهرپرتو ده‌ها نقشهٔ زمین‌شناسی و زمین‌شناسی اقتصادی مناطق مختلف ایران را تهیه و یا نظارت کرده است. گفت‌وگوی این شمارهٔ مجله را به ایشان اختصاص دادیم .

خلاصه‌ای از سوابق تحصیلی و فعالیت‌های شغلی خود را بیان کنید.

در سال ۱۳۳۰ در تهران متولد شدم. پدرم یکی از هنرمندان کاشی‌کار، خطاط و طراح کاشی بود و در خیلی از مساجد بزرگ کاشی‌کاری کرده بود. آثار مرمت‌کاری ایشان در کاخ موزه‌های بزرگ کشور هم موجود است. دورهٔ ابتدایی را در مدرسهٔ نظامیه، سه سال اول دورهٔ متوسطه را در دبیرستان فرضی، دو سال در دبیرستان بدر و یک سال هم در دبیرستان مروی تحصیل کردم و در سال ۱۳۴۹ دیپلم گرفتم. علاقه داشتم خلبان بشوم ولی نشد. به سربازی رفتم. دوران سربازی سختی داشتم و بیشتر اوقات در نوار مرزی کردستان بودم که مصادف با درگیری‌های اول ایران و عراق بود.

بعد از سربازی در اولین کنکور ده رشته‌ای شرکت کردم و با توجه به علاقه‌ای که به رشتهٔ زمین‌شناسی داشتم، در دانشگاه تبریز پذیرفته شدم. در طول مدت تحصیل، استادان بسیار مجربی داشتیم. چون در مدت تحصیل با کارهای صحرایی آشنایی و مهارت پیدا کرده بودم در آزمون استخدامی سازمان زمین‌شناسی کشور شرکت کردم. از ۵۵ نفر شرکت‌کننده در آزمون، ۱۰ نفر قبول شدند که من و آقای "باباخانی" هم جزو قبول شدگان بودیم. لذا در سال ۱۳۵۴ به استخدام سازمان در آمدم. البته زمانی که مدرک کارشناسی‌ام را گرفتم، بورس فوق لیسانس از ITC هلند را هم اخذ کردم. ولی به توصیهٔ آقای دکتر "افتخارنژاد" منصرف شدم و ترجیح دادم در سازمان زمین‌شناسی باشم. چون شرایط طوری بود که می‌توانستیم بعد از چند سال کار در سازمان، برای تحصیلات تکمیلی به خارج از کشور برویم. تقریباً به فاصلهٔ دو ماه بعد از استخدام، کار صحرایی را شروع کردم و کارشناس تهیهٔ نقشه‌های زمین‌شناسی شدم. بعد از انقلاب اسلامی، مدتی مسئول روابط عمومی و بین‌الملل و مسئول موزهٔ سازمان بودم.

در سال ۱۳۵۹ مدرک کارشناسی ارشدم را از دانشگاه تهران گرفتم. چند سال بعد برای ادامهٔ تحصیل در آزمون زبان اعزام دانشجو به خارج از کشور شرکت کردم و با بورس وزارت علوم از دانشگاه میشیگان پذیرش دکتری گرفتم. ولی به دلیل ممنوعیت اعزام دانشجو به آمریکا، تصمیم گرفتم که به آلمان بروم. در آلمان از روی خوش‌شانسی با پروفسور "ترکیان" آشنا شدم که جزو شورای ۳ نفره دانشگاه هامبورگ، یکی از دانشگاه‌های معتبر آلمان بود و من توانستم کار دکتریم را آنجا شروع کنم. در سال ۱۳۷۲ پس از اخذ مدرک دکتری به ایران برگشتم.

در ادامهٔ کار در سازمان، قسمت سنگ‌شناسی سازمان را با آقای باباخانی اداره می‌کردیم. علاوه بر تهیهٔ نقشه‌های

زمین‌شناسی و کارهای پژوهشی، هم‌زمان در دانشگاه‌های مختلف تدریس هم می‌کردم. در سال ۱۳۷۷، به عنوان معاون تحقیقات آزمایشگـاهـی منصوب شدم. سال ۱۳۷۹ در سازمان تغییراتی به‌وجود آمد و مدیریت اکتشـاف به معاونت اکتشاف ارتقا یافت. انگیزه‌ای ایجاد شده بود که سازمان به اکتشافات بپردازد. به همین دلیل با هدف تقویت اکتشاف، ۵۶ نفر کارشناس جدید در بخش اکتشاف جذب شد و من نیز سمت معاونت اکتشافات معدنی سازمان را عهده دار شدم. سازمان مسئول تهیهٔ نقشه‌های بنیادی اکتشاف شد و در حقیقت یک روش نوین اکتشاف در سازمان شکل گرفت. قـرار شد بـا تلفیق تمامی لایـه‌هـای اطلاعاتـی مانند اطلاعات ژئوماتیک، زمین‌شناسی، زمین‌شناسی اقتصادی، ژئـوفیزیک و ژئوشیمی، نواحی امید بخش زمین‌شناسی برای کشف کانسارهای جدید را پیدا کنیم. با یک برنامه ریزی دقیق و مدیریت منسجم و تلاش همکاران، در مدت چند سال کانسارهای زیادی شناسایی و معرفی شد که مبنای اکتشافات بعدی قرار گرفت.

در معاونت اکتشاف، آموزش و ارتقا سطح دانشی کارشناسان یکی از اهداف مهم بود و انجام آن برای ما اهمیت ویژه داشت. در شروع کارم تعداد کمی در سطح کارشناس ارشد داشتیم، ولی به مرور سطح دانشی تمام کارشناسان به کارشناسی ارشد و دکتری ارتقا یافت.

در طول مدت فعالیتم مجـری چندین طـرح اکتشـاف در زمینه‌های مس پورفیری، طلای اپی‌ترمال و دیگر مواد معدنی و همچنین مجری طـرح سـراسـری اکتشاف ژئوشیمیایی بودم. پـروژه‌هـای اکتشـافـی متعددی را در سـازمـان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی انجام دادم. تهیهٔ ۷ نقشهٔ زمین‌شناسی ۱:۲۵۰/۰۰۰ و ۱:۱۰۰/۰۰۰ از نواحی مختلف ایـران از قبیل چهارگوش تبـریز، تفتان، بجنورد و... ، نظـارت بر تهیـهٔ ۱۵ نقشهٔ زمین‌شناسی و زمین‌شناسی اقتصادی و داوری بیش از ۵۰ نقشهٔ زمین‌شناسی از آن جمله است.

در آذربایجان بـا همکاری آقـای "باباخـانـی"، مس پورفیری مسجدداغی را پیدا کردیم که یکی از بهترین پتانسیل‌های پورفیری ایران و هم عرض سونگون و سرچشمه است.

از سال ۱۳۷۲ در دانشگاه‌های کرمان، تهران، شهید بهشتی و پژوهشکدهٔ علوم سازمان و در زمینهٔ کانسارهای آذرین و دگرگونی

انجام پروژهٔ آموزشی در معدن کوشک ۱۳۶۱

و مطالعات سیـالات درگیـر، تـدریس کـرده‌ام و در پژوهشکده همچنان فعالیت دارم. تا کنون بیش از ۱۰۰ پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد و دکتری را راهنمایی کردم.

اواخر سـال ۱۳۸۳ بـا درخواست خودم بازنشسته شدم. چون احساس کردم وقتش هست که از سازمـان جدا شوم و به بخش خصوصی روی بیاورم. یک شرکت مشاور تاسیس کردیم و از آن زمان تـاکنون در اجـرای پروژه‌هـای پی‌جویی و اکتشاف فعالیت می‌کنیم.

در طول مدت تحصیل چون به ورزش فوتبال علاقه زیادی داشتم، کاپیتان تیم دانشگاه بودم و در تیم‌های مختلفی همچون تراکتورسازی، راه‌آهن و ورزنده بـازی می‌کـردم. همچنین در انجمن‌ها، شوراها و کمیته‌های معدنی متعددی عضویت دارم و فعالیت می‌کنم.

زمینه تخصصی شما چیست؟

با توجه بـه اینکـه در دوران کـار در سازمـان روی پروژه‌های اکتشاف مس پورفیری کار کرده بودم، علاقه داشتم تا تحصیلات تکمیلی خود را در این زمینه ادامـه دهـم. خوشبختانه، پروفسور ترکیان نیز که خود در زمینهٔ اکتشاف مس پروفیری و عناصر خاکی کمیاب تخصص داشت، موافقت کرد که کانسار مس سونگون را بـرای تز دکتـری خـود انتخـاب کنم. البته هنگـام تهیهٔ نقشهٔ زمین‌شناسی آنجا، با کانی‌سازی مس پورفیری آشنا شده بودم و پروفسور "اطمینان" هم نشانه‌های کانی سازی مس پورفیری را در سونگون مطرح کرده بود. از آنجا که دانشگاه هامبورگ برای این

قبیل کارهای اکتشافی تجهیز شده بود، توانستم در مدتی که در آنجا بـودم، دوره‌هـای سیالات درگیـر را بگـذرانـم و کـار با دستگاه‌های مرتبط را یـاد گرفتم و حتـی در هامبورگ آموزش می‌دادم. در ایران نیز پس از خریداری دستگاه اندازه‌گیری سیالات درگیر توسط دانشگاه تربیت مدرس، چندین ترم این دوره را در آنجا آموزش دادم.

در پایان‌نامهٔ کارشنـاسـی ارشد و دکتـری خودتان روی چه موضوع‌هایی کار کردید؟

در پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشدم کار خیلی خوبی روی کپه داغ انجام دادم (جدایش کپه داغ - بینالود) و علاوه بر معرفی مقاطع زمین‌شناسی تیپ و تکتونیک منطقه، با مطالعه روی محدودهٔ زمانی ژوراسیک، گونه‌های فسیل‌های گیاهی جدیدی را معرفی کردم.

چون روی مس پرفیری کار کرده بودم و چندین برگه نقشهٔ زمین‌شناسی و سنگ شناسی منطقهٔ آذربایجان هم توسط خودم تهیه شده بود، وقتی در ورقهٔ "ورزقان" به مس پورفیری برخوردیم، آنجا را برای تز دکتری انتخاب کردم و بـا راهنمـایـی پـروفسـور "ترکیان" و ۲ نفر دیگر از استادان آلمانی، روی این موضوع مطالعه کردم. کار نسبتاً خوبی برای مس پورفیری انجام شد که به صورت الگویی، تـمـامی مـراحـل پی‌جویی و اکتشـاف و آزمـایشگاهی و تحقیقاتی در آن منظور شده است.

فعالیت‌های سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی را چگونه ارزیابی می‌کنید؟

اگر بخواهم به‌طور خـلاصه بگویم سازمان زمین‌شناسی در طول مدت فعالیت، همواره در انجام برنامه‌های خود موفق بوده است ولـی زمـانـی کـه کمیت تولید نقشه‌های زمین‌شنـاسـی، ژئوشیمیایی و زمین‌شناسی اقتصادی افزایش یافت، اوج شکوفایی سازمان بود. بخش اعظم اطلاعاتی که هم اکنون در سازمان موجود است، در این مقطع تولید شد. بـا تکمیل نقشه‌هایی با مقیاس ۱:۲۵۰/۰۰۰ تعداد زیادی از پتانسیل‌های معدنی شناخته و زون‌های اکتشافی معرفی شد و سازمان بـا بهره‌گیری از بخش خصوصی، بخش اعظمـی از نقشـه‌هـای ژئـوشیمـی و زمین‌شنـاسـی و زمین‌شناسی اقتصادی را با مقیاس ۱:۱۰۰/۰۰۰ را تولید کرد که کار عظیمی بود. مدیریت ژئوماتیکس سازمان به وجود آمد. دامنهٔ فعالیت سازمان در این سال‌ها شامل بخش‌های مختلفی مانند لرزه‌زمین سـاخت، ژئـوتکنیک و مخـاطرات لـرزه، مهنـدسی زمین‌شناسی، زمین‌شناسی دریایی و تاسیس بخش ژئوفیزیک دریایی نیز می‌شد. در آن زمان شاید این بهترین گزینه برای انجام پروژه‌های اکتشـافی بود و به نظرم احتمالاً به سبب تمرکز بالا،

توان کارشناسی و کمبود نیـروی کارشنـاسی در بخش خارج از سازمان بود. به این دلیل دامنهٔ فعالیت سازمان از تولید اطلاعات بنیادین فراتر رفت. در حـال حاضر بـا توجـه به تربیت و آموزش نیروهای کارشناسی شاید بهتر باشد سازمان زمین‌شناسی مجدداً به تولید اطلاعات پایه بپردازد و همانند گذشته در حیطهٔ معاونت ریاست جمهوری قـرار بگیرد تا این سـازمـان به‌سوی اهداف تحقیقاتی سوق داده شود.

آیا سازمان هم از این پروژه‌های اکتشافی، محدوده‌هایی را از آن خود کرد؟

برای محدوده‌هایی که سازمان اکتشاف می‌کرد گواهی کشف صادر می‌شد ولی قانوناً سازمان نمی‌توانست از آن بهره‌برداری کند. در آن زمان برای مطالعات تفصیلی و نیمه تفصیلی مجبور بودیم در محدوده‌های معدنی کار بکنیم تا به گواهی کشف برسیم ولی چون به بهره‌برداری نمی‌رسید، علاقه‌ای وجود نداشت. چون

خودم آنجا کار می‌کردم، یادم نیست که هیچ وقت کسی بیاید و محدوده‌ای از ما بخواهد. این خواستن محدوده در واقع در این چند سال اخیر و با رشد اکتشاف در معدنکاری و فرآوری شکل گرفته است. در کمیتهٔ تخصیص وام، منتظر بودیم کسی از ما وام بخواهد. ضمن اعطای وام، خودمان هم برای بازرسی منطقه و کمک به مکتشفان همراهشان می‌رفتیم.

در آن زمان طبق مصوبه و دستـور وزارت، در تمامی مراحل اکتشافی کـه انجام می‌شد، چنانچه متقاضی حقیقی به سازمان مراجعه می‌کرد، سازمان موظف بود که محدوده را واگذار کند. در ایـن راستـا تعداد زیـادی از محدوده‌ها واگذار شدند که البته هزینه‌های اکتشافی از متقاضـی دریـافت می‌شد. شاید اگر این وضعیت کنونی را داشتیم سازمان زمین‌شناسی اصلاً دنبال این مسائل نمی‌رفت. به نظر من باید این امور برای بخش خصوصی جذابیت داشته باشد، تا آنها را انجام دهد.

الان برخی می‌گویند این کار نباید انجام می‌شد، اما من فکر می‌کنم در آن زمان، وزارت کار درستی انجام داد؛ و اکتشاف را جذاب کرد، راه انداخت و مسیرش را تسهیل کرد.

سازمان در آن مرحله، زون‌های اکتشافی زیادی را پیدا کرد. چون هم‌زمان به صورت استانی، موضوعی و موضعی کار می‌کرد. یعنی به طور مثال اگـر یک معدن را اکتشـاف می‌کـردیم، سعی می‌شد هم تیپ آن معدن، در آن زون، پروژه‌های اکتشافی تعریف کنیم.

در راستای دستیابی به این اطلاعات بنیادی گسترده، سازمان سعی کرد از بخش خصوصی استفاده کند و با توجه به توانی که بخش خصوصی داشت، تهیهٔ نقشه‌های ژئوشیمی را به این بخش می‌سپردیم. حدود ۱۰۰ نقشهٔ زمین‌شناسی را بخش خصوصی انجام داد ولی بعضی کارها مثـل ژئوفیزیک هوایی از بخش خصوصـی بر نمی‌آمد. در حقیقت این پتانسیل‌ها خیلی خوب شناسایی شده است و تا زمانی‌کـه مـا در سازمـان بودیم سازمـان در کار اکتشاف موفق بود.

با توجه به اینکه هدف اصلی واگذاری اکتشافات پایه به سازمان، تهیهٔ اطلاعات بنیادی بوده است، آیا این اطلاعات به وجود آمده و در دسترس عموم است؟

من فکر می‌کنم اگر اطلاعات الان در اختیار بخش خصوصی قرار نمی‌گیرد علتش نبودش نیست، بلکه علت در اختیار نگذاشتن است. یادم است تمام تحقیقاتی که انجام می‌شد در ۵ نسخه تکثیر می‌شد: ۲ نسخه برای سازمان برنامه و بودجه، ۲ نسخه برای کتابخانه و ۱ نسخه برای مدیریت سازمان. قرار بود کتابخانه این اطلاعات را در اختیار همه قـرار بدهد. الان اگـر شما به سازمان زمین‌شناسی مراجعه کنید، متاسفانه نمی‌توانید اطلاعاتی دریافت کنید. در همه جای دنیا اطلاعات تا ۶ ماه نگه‌داری می‌شود ولی بعد در اختیار همگان قرار می‌گیرد. همین الان بـروید کتابخانهٔ سازمان، بعید می دانم اطلاعاتی را در اختیار کسی قرار بدهند. ولی من می‌دانم که اطلاعات تمامی بخش‌های کار شده موجود است ولی متولی وجود ندارد که بتوان اطلاعات را اخذ کرد. بارها من دانشجویان را فرستـادم که بروند و این اطلاعات را بگیرند، ولی اصلاً در دسـترس آنها قـرار نمی‌گیرد؛ یـا اصلاً نمی‌دانند این اطلاعات وجود دارد و یا نمی‌خواهند در دست کسی قرار بگیرد.

فرمودید مدتی در بخش روابط عمومـی و بین‌الملل سازمان زمین‌شناسی کشور فعالیت داشتید، اقدامات انجام شده در بخش بین‌الملل سازمان را چگونه ارزیابی می‌کنید.

در زمانی که من عهده‌دار این مسئولیت شدم با توجه به شرایط خاص کشور، تمام بورس‌ها و ارتباطات بین‌المللی سازمان قطع شده بود و سازمان از این نظر در تنگنا بود. ارتباطات بین‌المللی سازمان زمین‌شناسی قبلاً بسیار گسترده بود و سازمان زمین‌شناسی قراردادهای همکاری زیادی با دانشگاه‌های داخل و خارج کشور و همچنین مـراکـز علمی بین‌المللی و سازمان‌های زمین‌شنـاسـی داشت و در ایـن راستـا تعداد زیـادی دانشجو و کارشناس توانستند دوره‌های دکتری و کارآموزی را ببینند. همه ساله تعداد زیادی از کارشناسان در برنامه‌های آموزشی کوتاه و بلند مدت مؤسسات وابسته به سازمان ملل شرکت می‌کردند. نتیجهٔ این تحقیقات منجر به تولید اطلاعات و حل مسائل مهم علوم زمین شد. در رکودی که بعد از انقلاب به‌وجود آمد سعی شد تا با کمک مدیران سازمان این خلا را پـر و ارتباط‌های بین‌المللی علمی گذشته را تا حدودی بازسازی کنیم.

من معتقدم اکنون نیز می‌تـوان خیلی از قـراردادهـایـی که

همایش و کارگاه آموزشی در انستیتو درادون در هند

متوقف هستند را مجدداً فعال و با توجه به تحولات جدید، ارتباطات را مستحکم‌تر کرد. باید از حق عضویت‌هایی که به یونسکو می‌پردازیم بتوانیم حداکثر استفاده را ببریم. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور، سازمان نظام مهندسی معدن و وزارت صنعت، معدن و تجارت می‌توانند متولیان اصلی احیای این قراردادها باشند.

تربیت نیروهای متخصص چه میزان بار مالی برای سازمان در پی داشت؟

بیاوریم، برخلاف حالا که استادان خارج از کشور با پول، وارد مملکت می‌شوند و همه توقع کمک مالی دارند. در بحث آموزشی که ما راه انداختیم با همهٔ دانشگاه‌ها قرارداد داشتیم و آنها می‌توانستند برای کار آموزی به ما دانشجو بدهند. در بیشتر پروژه‌های اکتشافی دانشجوی دکتری داشتیم. به خاطر همین به پروژه‌های اکتشافی سازمان که نگاه کنید در هرکدام، ۲ یا ۳ تا پایان‌نامهٔ دکتری یا فوق‌لیسانس مستتر هست. این یکی از کارهای خیلی خوبی بود که انجام شد. با شرکت‌های BHP، ریوتینتو و ... کار می‌کردیم و به آنها کارشناس می‌دادیم که تربیت می‌شدند و در پروژه‌ها از همین کارشناسان استفاده می‌شد. یکی از معضلاتی که الان وجود دارد، انقطاع ارتباط یا ارتباط خیلی ضعیف با دانشگاه‌های خارج از کشور است که موجب شده استادان اگر هم به ایران بیایند یا توقعات مالی دارند و یا به لحاظ سیاسی، وارد مملکت می‌شوند.

ما باید با توجه به تنوع مسائل زمین‌شناسی، اکتشاف و معدنکاری که در ایران وجود دارد، این جذابیت را به وجود بیاوریم و کاری کنیم که آنها به درخواست خودشان وارد مملکت بشوند و سرمایه‌گذاری بکنند.

شما چه راهکارهایی را پیشنهاد می‌کنید که این انگیزه ایجاد شود؟

مسئولان مملکت باید این را بخواهند و چراغ سبز را به بخش‌های علمی ما بدهند و شرایط را طوری فراهم کنند که دانشگاه‌های خارج با علاقه وارد کشور بشوند تا بتوانیم قراردادهای خوب و در چهارچوب آن، تبادل دانشجو با آنها داشته باشیم. در زمان قدیم خیلی از دانشجوهای فرانسوی که می‌خواستند دوران سربازی را بگذرانند به ایران می‌آمدند و در سازمان زمین‌شناسی در امر تهیهٔ نقشه با ما همکاری می‌کردند و خیلی هم خوب بود. البته دانشجویانی بودند که قبلاً کار کرده بودند و کارهای دکتریشان را در ایران انجام می‌دادند که منجر به نقشه‌های خیلی خوبی برای سازمان شد. الان در دنیا خیلی از دانشجویان می‌توانند یک ترم را در یک کشور دیگر و به عنوان میهمان بگذرانند. ما باید کاری کنیم که آنها به ایران بیایند چون کشور ما بهشت زمین‌شناسی و معدن دنیا است و همه این موضوع را می‌دانند و قابل توصیف نیست.

ما معادن خیلی خوبی داریم، معادن کلاسیک و غیر کلاسیک، معادن کهن. تاریخ زمین‌شناسی ما تاریخ روشنی است . در پروژهٔ معدنکاری کهن که دکتر مومن‌زاده نمایندهٔ ایران بود، من هم در خدمت ایشان کار می‌کردم و منجر به ۲ یا ۳ تا گزارش خوب

بین‌المللی شد و همایش‌های پرباری هم در اشتوتکارت و آخن برگزار شد. این مسائل منجر بـه ایـن می‌شود کـه ایـران در دنیا شناخته شود. بنده فکر می‌کنم بسیاری از استادان خارج از کشور علاقه دارند خودشـان و یا دانشجوهایشان به ایران بیایند و از امکانات این کشور استفاده کنند.

در اروپا باید خیلی از مناطق را وجب به وجب گشت تا یک فسیل را بتوان برحسب اتفاق دید، ولی در ایران خیلی از مناطق باز هستند و به راحتی می‌توانیم فسیل را ببینیم. این خودش می‌تواند یک منبع درآمد باشد و شما بهتر از من می‌دانید که ژئوتوریسم یکی از بین

فعالیت صحرایی - آذر ۱۳۷۴

رشته‌ای‌هایی است که خیلی کاربرد دارد.

در هر صورت ارتباطات خارجی ما الزامی است. اگر کسی بگوید که ما از نظر علمی می‌توانیم خودکفا باشیم اشتباه است و باید بدانیم که علم زمین‌شناسی نیاز به تبادل دارد.

یکی از معضلات ما عدم دسترسی به دستگاه‌های جدید است. آیا ما کارهای ژئوفیزیکی که الان انجام می‌دهیم همگی‌اش به نتیجه می‌رسد؟ یعنی واقعاً توانستیم به نتیجه برسیم؟ غیر از ۲ یا ۳ نفر که واقعاً ژئوفیزیسین هستند آیا ما توانستیم واقعاً آموزش لازم را به ژئوفیزیسین‌ها بدهیم؟

ولی متاسفانه دائماً ارتباطات بین‌المللی ما سخت‌تر شده و یکی از دلایلش شرایط سیاسی مملکت بوده است که دانشگاه‌های خارجی از ما فاصله گرفتند و به نوعی به صورت واهی از ما ترسیدند و فکر می‌کنم که خود ما باعث این ماجرا بودیم.

پایگاه داده‌های علوم زمین تا چه حد در اهداف خود موفق بوده است؟

پایگاه ملی داده‌ها با هدف ارائه اطلاعات بنیادی به متقاضیان تتشکیل شد و واقعاً هدف خوبی بود. قرار بود مسئولان این پایگاه بهترین متخصصان کشور باشندکه اگـر بودند، می‌توانستند این اطلاعات را دستچین و پردازش کنند و اطلاعات صحیح و مورد نیاز را ارائه کنند. ولـی متاسفانه در پـایگـاه ملی داده‌ها، اطلاعات یا ناقص است و جور نشده یا بعضاً ناصحیح است و اطلاعات باری به هر جهت است و به صورت سیستماتیک نیست.

اگر هدف این باشد که اطلاعات در اختیار همگان قرار بگیرد، باید گروهی از متخصصان خبره برای تجهیز پایگاه ملی داده‌ها کار کنند و باید تمامی اطلاعات بنیادی که در سازمان زمین‌شناسی به‌دست آمده در آنجا ذخیره شود. به علاوه تمام اطلاعاتی که در خارج از سازمان زمین‌شناسی هست و جنبهٔ ملی دارد نیـز به آن افزوده شود و با یک سیستم اطـلاع رسـانی استاندارد، به صورت رایگان در اختیار همگان قرار بگیرد.

ولی فکر می‌کنم الان پایگاه ملی داده‌ها و یا کتابخانهٔ سازمان، به درستی این وظایف را انجام نمی‌دهند و من نمی‌دانم پس هدف از انباشتن این اطلاعات چه بوده است.

آیا شما در فعالیت‌هایتان در بخش خصوصی موفق بودید؟

از زمانی که به فعالیت در بخش خصوصی وارد شدم آنچنان دنبال معدن‌داری نبودم و با علاقه‌ای که به پی‌جویی و اکتشاف

داشتم، پروژه‌های متعدد اکتشافی انجام دادیم. اخیراً دو محدوده ثبت کردیم ولی هنوز به گواهی کشف نرسیده است. در حقیقت هدف ما از تاسیس شرکت مشاور، کسب درآمد زیاد نبود. هدف بیشتر انتقال تجربیات و دانسته‌ها به نسل جوان و کارآفرینی بود. به این منظور کسانی را استخدام کردیم که اصلاً تجربهٔ کار زمین‌شناسی نداشتند. یکی دیگر از اهدافمان، ارتقا سطح علمی فارغ‌التحصیلان است . به این دلیل، پروژه‌هایمان را در چهارچوب پایان‌نامه به دانشجویان ارائه می‌کنیم و یا در پروژه‌های بزرگ‌تر، دانشجویان نیز مشارکت می‌کنند. در وضعیت رکود فعلی که خیلی‌ها تعطیل یا تعدیل نیرو کردند، ما اصلاً تعدیل نیرو نکردیم.

وضعیت دانشگاه‌ها نسبت به قبل چگونه است؟ آیا پیشرفت داشتیم؟

به نظر من سیاست‌گذاری‌های قبلی باعث شد تعداد دانشجویان زیاد شود که توجیهی نداشت و نتایج آن بسیار بد بود. ما اگر می‌خواستیم دانشجو تربیت کنیم حتماً باید متناسب با نیاز مملکت عمل می‌کردیم. تعداد فارغ‌التحصیلانی که در کار تخصصی خود جذب می‌شوند زیاد نیست و برای بقیه، مدرکی که گرفته‌اند کاربری ندارد. بسیاری از دانشگاه‌ها به‌ویژه در زمینهٔ کارشناسی و بعضاً کارشناسی ارشد از کیفیت آموزش بسیار ضعیفی برخوردارند. چون تعداد زیادی در دانشگاه پذیرفته می‌شوند، کادر آموزشی زمانی که باید برای هر دانشجو اختصاص دهد مناسب نیست. از نظر تجهیزات آزمایشگاهی نیز خیلی از دانشگاه‌ها ضعیف هستند. دانشجویان مجبور می‌شوند خیلی از کارهای تحقیقاتیشان را از تحقیقات دیگران کپی‌برداری کنند.

ما به مواردی برخورد می‌کنیم که فارغ‌التحصیل دورهٔ کارشناسی، کانی‌های یک سنگ را نمی‌شناسد. در حقیقت دانشجویان کارشناسی ما نیاز دارند که حتماً کارشناسی ارشد بگیرند. من یادم هست موقعی که دورهٔ کارشناسی ارشد را می‌گذراندیم، معلومات زیادی از دوران کارشناسی بلد بودیم. زمین‌شناسی و تکنونیک را به‌خوبی بلد بودیم، ولی الان دانشجوها فقط محفوضات دارند.

از سوی دیگر بخش دولتی نیرو استخدام نمی‌کند و بخش خصوصی هم افراد ماهر و باتجربه را ترجیح می‌دهد. من فکر می‌کنم به وزارت صنعت، معدن و تجارت و وزارت علوم، تحقیقات و فناوری پیشنهاد شود که در چارچوب برنامه‌ای، شرکت‌های مشاور و شرکت‌های بزرگ خصوصی و دولتی درگیر در پروژه‌های عملیات صحرایی، موظف به پذیرش یک دانشجوی مستعد مرتبط با علوم زمین برای آموزش در هر پروژه باشند.

وقتی دانشجو در یک پروژهٔ اکتشافی فعال می‌شود، هزینه‌هایی دارد. یک راهکار این است که وزارت دارایی بپذیرد، هزینه‌هایی را که هر مرکزی برای دانشجویان متحمل می‌شود، از مالیات آن شرکت کسر کند. این کار در خیلی از کشورها نیز متداول است. الان هیچ علاقمندی و اجباری برای آموزش دانشجو در هیچ مرکزی وجود ندارد. وجود یک دانشجو در یک شرکت، به‌ویژه خصوصی، نیروی اضافی محسوب می‌شود. چون کاری بلد نیست و فقط هزینه‌بر است.

فکر می‌کنم اگر سازمان نظام مهندسی معدن نیز برای هر شرکت، به ازای استفاده از دانشجو در پروژه‌ها، امتیاز قائل شود، در رسیدن به این هدف مؤثر باشد. ما برای ارزیابی یک شرکت می‌گوییم چه قدر توان مالی دارید ؟ چند نفر کارشناس دارید ؟ دیگر در نظر نمی‌گیریم که چه شاخصه‌های دیگری این شرکت را از دیگر شرکت ها متمایز می‌کند.

ایمیدرو هم می‌تواند در کارهایی که به شرکت‌ها واگذار می‌کند، آنها را مکلف کند در هر پروژه از یک یا چند دانشجو استفاده کنند. شرکت‌ها هم باید به دانشجو اهمیت بدهند، صرف‌نظر از اینکه بعد از فارغ‌التحصیلی برای آن شرکت کار می‌کند یا نه.

متاسفانه در حال حاضر شرکت‌های بزرگ تازه تاسیس هم که کار بیشتری دارند، این فرهنگ در آنها نیست. استادان هم معمولاً علاقه‌ای به ارتباط با بخش خصوصی ندارند. اگر دانشگاه، اساتید را موظف کند تا هزینهٔ خرید تجهیزات و راه اندازی آزمایشگاه‌ها را اساتید از بخش خصوصی تامین کنند، این سبب رونق ارتباط صنعت و دانشگاه از یک سو و اشتغال و به‌کارگیری دانشجویان در پروژه‌های گوناگون خواهد شد.

به نظر می‌رسد در مقاطع تحصیلی بالاتر از کارشناسی هم، با مشکل تعداد دانشجو مواجهیم.

بله. سیاست افزایش دانشجو، شامل تمام مقاطع بوده است.

یک نگاه گذرا به مجلس شورای اسلامی بکنید. ببینید ما چند نفر نماینده با تخصص زمین‌شناسی و معدن داریم. متاسفانه فقط یکی دونفر در هر دوره. نتیجه این می‌شود که مشکلات ریشه‌ای اصلاً دیده نمی‌شود. نتیجه‌اش سیاست‌گذاری غیر منطقی و افزایش بی رویه فارغ‌التحصیلان می‌شود. از طرفی ما تکنیسین ماهر و آموزش دیده هم نداریم. در خیلی از کشورها، تکنیسین‌ها عمده‌ترین کارهای فنی را انجام می‌دهند. ما هم در ایران افرادی داشتیم به عنوان تکنیسین که در حد کارشناس تجربی بودند ولی حالا این بخش را حذف کردیم. افزایش دانشجو شاید به این منظور بود که جوانان مدتی سرگرم تحصیل باشند و سربار جامعه نشوند. اما نتوانستیم برایشان شغل درست کنیم. آنها را تشویق به گرفتن کارشناسی ارشد کردیم، بازهم نشد. اکنون آنها را به گرفتن دکتری تشویق می‌کنیم. بدون آنکه برآوردی از نیاز مملکت داشته باشیم. منطقاً هر چه تحصیلات بالاتر رود، توقعات نیز بیشتر می‌شود. آنها کجا باید مشغول کار شوند. دانشگاه‌ها نمی‌توانند آنها را جذب کنند و در بخش خصوصی هم برای این سطح تحصیلی، کاری ندارند. این بلا بدتر هم خواهد شد. وقتی فارغ‌التحصیل دکتری از نظر علمی خوب آموزش ندیده باشد، نمی‌تواند خوب تحقیق و تفحص کند و ارزشی ندارد.

اگر در اجتماع نهادینه شود که مدرک دکتری فقط مخصوص کسانی است که می‌خواهند در دانشگاه تدریس کنند، دیگر تقاضای عمومی برای اخذ مدرک دکتری وجود نخواهد داشت.

در سازمان نظام مهندسی معدن، یکی از اهداف برنامهٔ آموزشی این بود که نقایص آموزش دانشگاهی را با آموزش کاربردی تکمیل کنیم. اما در اینجا هم اعضا، بیشتر دوره‌های نظری و آسان را انتخاب می‌کنند. بازنگری برنامه‌های آموزشی را اخیراً آغاز کرده‌ایم. در این باره چه توصیه‌ای می‌کنید؟

حقیقت این است که من فکر می‌کنم چارچوب و روند فعالیت‌های معدنی احتیاج به بازنگری دارد. مثلاً برای اینکه کسی بتواند یک طرح صحیح تدوین کند، باید دورهٔ تخصصی ویژه‌ای را بگذراند. کار عظیمی برای تشکیل، سازماندهی و برنامه‌ریزی نظام مهندسی معدن انجام شده که جز با همت، پشتکار و علاقه‌مندی مدیریت آن میسر نبود. ما باید این راه و برنامه را

اکتشاف کانسار مسجد داغی ۱۳۸۱

ادامه دهیم. باید به نقطه‌ای برسیم که در هر جا اعم از سازمان زمین‌شناسی، ایمیدرو و یا وزارت‌خانه، طرحی ارائه می‌شود، تصویب آن منوط به تایید سازمان نظام مهندسی معدن و در یک کمیته متشکل از کارشناسان خبره باشد. اگر در حین عملیات، طرح یا اجرا ، مورد تایید سازمان نظام مهندسی نباشد، طراح یا مجری مجبور خواهد شد که سطح علمی و حرفه‌ای خود را ارتقا دهد و ناچار به آموزش نیاز پیدا می‌کند.

ما موظف هستیم که وجههٔ سازمان نظام مهندسی معدن را ارتقا بدهیم. برای بهبود فعالیت‌های معدنی، رعایت چارچوب‌ها و مقررات فنی که تاکنون توسط سازمان نظام مهندسی معدن برقرار شده و تکامل آنها، ضروری است.

خاطره‌ای از دوران کاری خود را تعریف کنید.

خاطره که خیلی زیاد هست، هم تلخ هم شیرین. شرایط عملیات صحرایی در آن زمان به سبب عدم وجود راه‌های قابل دسترسی به مناطق عملیاتی و شرایط سخت اسکان در کمپ‌ها و اقامت‌های مستمر و طولانی در عملیات صحرایی باعث می‌شد تمام لحظات برای ما خاطره باشد و اگر قرار بود این خاطرات ثبت شود، می‌توانست شامل چندین کتاب قابل خواندن باشد. یکی از خاطره‌های تلخ که یادآوری آن خاطره هنوز برایم دردناک است، شهید شدن دو تن از همکارانم در نواحی سیستان و بلوچستان بود که این دو عزیز به‌طرز غریبانه‌ای در آن ناحیه به‌دست اشرار به شهادت رسیدند و یادآوری این خاطره همیشه برایم دردناک است.

مطلب دیگری که لازم می‌دانم بگویم این است که من تلاش کرده‌ام در زندگی حرفه‌ای از الگوی رفتاری همکاران ارشدم تبعیت کنم: یکی دکتر افتخارنژاد که هم مدیر خوب و هم کارشناس و عالم خوبی هستند و دانش خود را به راحتی در اختیار دیگران قرار می‌دهند. دیگری پروفسور ترکیان در آلمان است که واقعاً ویژگی‌های دکتر افتخارنژاد را دارند، به‌ویژه اینکه از یک پشتکار مثال زدنی هم برخوردارند. دیگری مهندس ناصرنیا است که به واسطهٔ دانش، مدیریت، نظم و پشتکار یکی از تاثیرگذارترین افراد در زندگی من هستند.

شما به ژئوتوریسم اشاره کردید. برای گسترش آن چه کار باید بکنیم؟

ژئوتوریسم در دنیا یک صنعت است و در اقتصاد کشور ما می‌تواند موثر باشد. خیلی از کشورها از نظر زمین‌شناسی چیزی برای عرضه ندارند. ولی ایران با توجه به ویژگی‌ها و سابقهٔ معدنکاری و پدیده‌های زمین‌شناسی خوبی که دارد، می‌تواند در دنیا منحصر به فرد باشد. مثلاً قشم یا بندرعباس از نظر فرسایش، جایگاه ویژه‌ای دارند. گنبدهای نمکی، چشمه‌های آب‌گرم و کویرهای ما جذاب‌ترین جاهایی هستند که می‌توانند گردشگران داخلی و خارجی زیادی داشته باشند. باید مراکزی را تاسیس کرد که در این زمینه تبلیغ کنند. امنیت توریسم را نیز باید بالا ببریم. جایگاه ژئوتوریسم در مملکت هنوز مشخص نیست و مراکز و مراجع تصمیم‌گیری، نمی‌توانند در این زمینه برای پیشرفتش برنامه‌ریزی کنند. باید زیرساخت‌های لازم هم باید درست شود. سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی و سازمان میراث فرهنگی، شاید متولیان اصلی باشند. می‌توان با تاسیس شرکت‌های خصوصی و نظارت و برنامه‌ریزی مستمر سازمان‌های ذی‌ربط، صنعت ژئوتوریسم را به طور اساسی پایه‌گذاری و راه‌اندازی کرد که این می‌تواند عامل مهم و تاثیرگذاری در اشتغال‌زایی در زمینه‌های گوناگون باشد.

در پایان اگر توصیه‌ای دارید ارائه فرمائید.

با توجه به اینکه این مصاحبه در سازمان انجام شده است، باید بگویم من همیشه اصرار دارم که این سازمان متولی نظام‌مند کردن فعالیت‌های معدنی در کشور است. یعنی این سازمان باید آن‌قدر قدرت داشته باشد که هیچ‌کس نتواند بدون نظارت سازمان فعالیت معدنی انجام دهد. تا کنون زحمت زیادی کشیده شده است تا این ارکان ایجاد و منسجم شود و برای برقراری و رعایت مقررات فنی تلاش زیادی شده است. ولی برای ارتقای آن همه باید تلاش کنند. همه باید با قبول مقررات، یکسان و همگون عمل کنند. ما باید قانون و مقررات را در تمام سازمان استان‌ها یکسان اجرا کنیم و سلیقه‌ای عمل نشود. تاکید من بر این است که با وجود چنین سازمانی در کشور، حتماً باید همهٔ مراحل فعالیت‌های معدنی، با نظارت این سازمان انجام شود. توصیهٔ دیگر این است که باید علاقه‌مندی زمین‌شناسان به سازمان را بیشتر جلب کنیم.

از توجه و علاقه‌مندی شما به سازمان و فرصتی که به ما دادید بسیار سپاس‌گزاریم.

مجتمع ذوب روی بافق

باتشکر از مهدی فقیه خراسانی مدیر عامل مجتمع ذوب روی بافق، محمدرضا بلورفروش، رئیس واحد فرآوری مواد معدنی، امان‌الله ریواز، کارشناس امور معادن و علی فلاح، سرپرست برنامه‌ریزی تولید این مجتمع که در تهیهٔ این گزارش ما را یاری کردند.

مقدمه

شرکت ذوب و روی بافق در سال ۱۳۷۰ به عنوان یک شرکت سهامی خاص و با سرمایهٔ اولیه ۵/۲ میلیارد ریال تاسیس شد. عملیات ساخت مجتمع در سال ۱۳۷۹ پایان یافت و در مردادماه همان سال افتتاح و راه اندازی شد. این کارخانه در مساحت بیش از ۲۰۰هکتار با زیربنای ۷۰هزار متر مربع و حدود ۳۰ هزار مترمزبع فضای سبز بنا شده است. ظرفیت رسمی تولید سالانه ۳۰۰۰۰ تن شمش روی و ۵۰۰۰۰ تن اسید سولفوریک به عنوان محصولات اصلی مبتنی بر تکنولوژی و دانش فنی و ماشین‌آلات ساخت شرکت NFC چین است. در فاصلهٔ سال‌های ۱۳۸۴ - ۱۳۸۲، به دلیل کاهش قیمت جهانی شمش روی و عدم توجیه اقتصادی، عملیات تولیدی مجتمع متوقف شد. به دنبال از سرگیری تولید کارخانه، عملیات بازسازی و تعمیرات اساسی و تغییر خط تولید از سولفوره به اکسیده در سال ۱۳۸۵ انجام شد و تولید محصول با خاک اکسیده تا سال ۱۳۹۲ ادامه یافت. در آبان ماه سال ۱۳۹۲ مجدداً خط تولید بر مبنای خاک سولفوره راه اندازی شد که تا کنون نیز ادامه دارد. در سال‌های اخیر منابع عمده تامین خاک سولفوره شرکت به وسیلهٔ تهاتر با شرکت‌های باما و شاهین و تیران بوده است. در حال حاضر ۳۹۵ نفر در این مجتمع مشغول به کار هستند که ۲۳۵ نفر در خط تولید و ۱۶۰ نفر در بخش پشتیبانی تولید فعالیت می کنند.

خط مشی کیفیت شرکت بر مبنای گواهی‌نامه‌های IMS اخذ شده از شرکت QMS، تولید شمش روی با بالاترین کیفیت منطبق با استانداردهای ملی و بین‌المللی با پایبندی به موازین اخلاقی، کرامت انسانی، رعایت اصول زیست محیطی و بهداشتی و برآورده‌سازی نیازمندی‌های ذی‌نفعان شرکت است.

موقعیت جغرافیایی

این مجتمع در ۴۵ کیلومتری جنوب شرقی شهر یزد در مجاورت جاده یزد - بافق و ایستگاه راه آهن چاه خاور، بعد از گردنه

فهرج قرار گرفته است. فاصلهٔ آن تا معدن سرب و روی انجیره در حدود ۶۲ کیلومتر، تا معدن سرب و روی بافق (کوشک) در حدود ۸۰ کیلومتر و با معدن مهدی آباد در حدود ۵۰ کیلومتر و فاصله با خط راه آهن ۳۰۰ متر است.

بخش‌های مجتمع

- معدن سرب و روی انجیره
- خردایش اولیه و هوی مدیا
- خردایش ثانویه و انبار کنسانتره
- تشویه
- اسید سولفوریک
- لیچینگ
- تولید کنسانتره
- تصفیه محلول
- الکترولیز
- ذوب و ریخته گری
- تولید پودر روی
- پشتیبانی (بویلرر تصفیه آب و نمک‌زدایی - کمپرسور هوای فشرده برق، ...)

معدن سرب و روی انجیره

معدن انجیره در ۶۲ کیلومتری شمال شرق شهرستان یزد و در حاشیهٔ کویر و در قسمت کوهستانی با ارتفاع حدود ۱۸۰۰ متری از سطح دریا و طول جغرافیایی ۳۲ و ۵۴ شرقی و عرض جغرافیایی ۱۰ و ۳۲ شمالی واقع شده است. این محدوده بخشی از حوزهٔ آبریز دربید است و مساحت آن در حدود ۶۰ کیلومتر مربع است. بلندترین نقطهٔ منطقه ۳۰۶۰ متر و پست‌ترین نقطهٔ آن ۱۴۴۰ متر از سطح دریا ارتفاع دارند. راه دسترسی به این معدن، جادهٔ آسفالتهٔ یزد اردکان تا سه راهی طبس به طول ۱۷ کیلومتر، سپس بخشی از جادهٔ آسفالته اردکان طبس به طول ۳۵ کیلومتر و از آنجا ۱۰ کیلومتر در امتداد جادهٔ خاکی دربید به سمت جنوب است.

ژنز کانسار و شکل مادهٔ معدنی

کانی‌سازی در این معدن در داخل آهک‌های دولومیتی و دولومیت‌های پرمین انجام شده است. ضخامت این طبقات در حدود ۲۰۰ متر، امتداد آن شمالی جنوبی و شیب متوسط آن ۳۰ درجه به سمت غرب است. سنگ میزبان در مرحلهٔ نخست دولومیتی شده و تخلخل آن تا حد زیادی افزایش یافته و سپس تحت تاثیر محلول‌های گرمابی تا حدی سیلیسی شده است. پدیدهٔ سیلیسی شدن موجب شده است که سنگ‌ها ترد و شکننده شوند. چنین سنگ‌هایی بر اثر تنش‌های تکتونیکی که طی کوهزایی‌های بعدی به آن اعمال شده ، خرد و شکسته شده‌اند. محلول‌های کانه‌داری که در زمان‌های بعد وارد سنگ‌ها شده است ضمن عبور از درون گسل‌ها ، درزه‌ها، مناطق برشی، سطوح ضعیف بین لایه‌ها و فضاهای خالی بین سنگ‌های دولومیتی با سنگ میزبان واکنش داده و مواد همراه خود را ته نشین ساخته‌اند. ساخت رگه ای، بافت پرکنندهٔ فضای خالی و آلتراسیون شدید سنگ‌ها ، نشانگر تشکیل کانسنگ از محلول‌های گرمابی است.

کانی‌های اصلی زون سولفیدی کانسار: گالن، اسفالریت، پیریت و کالکوپیریت ، کانی‌های زون سوپرژن کانسار: انگلزیت، سروزیت، اسمیت زونیت، همی مورفیت، هیدروزینکیت، ویل لمیت، و.... و باطله‌های کانسار، دولومیت، کلسیت و کوارتز هستند.

مدل ژنتیکی کانسار از نوع اگزوژن اپی‌ژنتیک است. کانی‌سازی توده‌ای شکل در داخل حفرات انحلالی و کارستی دیده می‌شود. با توجه به آلتراسیون کانی‌ها و سنگ‌ها و همچنین پاراژنز کانسار، وجود گالن با اسفالریت، کوارتز، کلسیت، کالکوپیریت و سیلیکات‌های دیگر نشانه هیدروترمال با حرارت پایین است. بنابراین کانسار از نوع گرمابی تیپ رگه‌ای و از نوع اپی ترمال تا تله ترمال است.

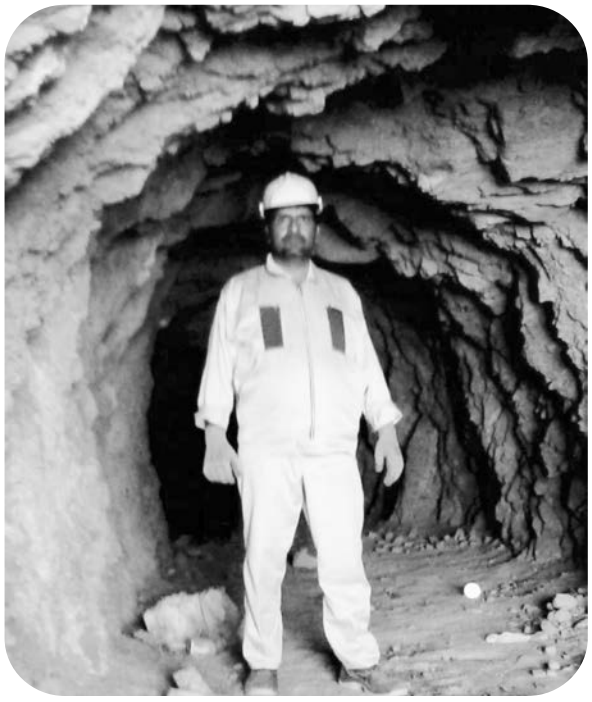
سابقهٔ کار در معدن

این معدن یکی از معادن قدیمی منطقه است که تاریخ شروع به کار در آن مشخص نیست. مشاهدهٔ آثار به جای مانده از ساختمان‌های مسکونی، حمام، نانوایی، آب انبار، کوره کلسینه، سنگرهای سنگ جوری و سربارهای ذوب نشانگر یک دوره فعالیت و رونق معدنکاری در این معدن بوده که با حداقل امکانات و تجهیزات معدنکاری و در سخت‌ترین شرایط اقدام به استخراج مادهٔ معدنی می‌کرده‌اند. آثار ساختمانی در عملیات استخراجی در قالب ساخت ناوهای سنگی و سیمانی در سه محل در دامنه کوه و در

خروجی تونل‌های باربری مشاهده می‌شود که پس از گذشت سال‌ها هنوز از استحکام کافی برخوردار بوده و قابل استفاده است. در سال ۱۳۳۰ پروانهٔ بهره‌برداری معدن به نام شرکت فروردین صادر شده و تا سال ۱۳۴۸ فعالیت استخراجی ادامه داشته است ولی پس از آن به دلیل پایین آمدن عیار مادهٔ معدنی و یا دلایل دیگر، معدن تعطیل شده است. در حال حاضر پروانهٔ بهره‌برداری این معدن به نام شرکت ذوب و روی بافق صادر شده است.

استخراج

روش استخـراج در ایـن معدن به صورت زیرزمینی و به شکل تونل‌های منفـرد است. در بـرخـی از قسمت‌ها با توجه به افزیش ضخامت رگه‌ها و باز کردن کارگاه در کمر بالا و کمر پایین تونل، به‌صورت اتاق – پایه انجام شده است. تونل‌ها عمدتاً عمود بر رگهٔ مادهٔ معدنی هستند کـه بعد از رسیدن بـه رگـهٔ معدنی در امتداد آن ادامه پیدا کرده و تقریباً دنبالهٔ تمام حفره‌هایی کـه به اشکال مختلف حاوی مادهٔ معدنی هستند را در بـرگرفته است. بعضی از تونل‌ها در ابتدا به صورت اکتشافی حفر شده و سپس با ارتباطی که با طبقه‌های پایین‌تر داده شده، به عنوان تونل ورودی و خدماتی مورد استفاده قرار گرفته‌اند.



تصویر داخل یکی از تونل‌های قدیمی معدن سرب و روی انجیره

کانه‌آرایی و فرآوری

مادهٔ معدنی برای اینکه به عنوان خوراک ورودی بخش‌های بعدی بـه کـار رود باید دارای ابعاد ۱ تا ۱۰ میلی‌متر باشد. به این منظور یک واحد خردایش قبل از هوی مدیا طراحی و احداث شده کـه شـامـل یک سنگ‌شکن فکـی، دو سنگ‌شکن مخروطی (هیدروکن) ، دو سرند دو طبقه و یک سرند یک طبقه و همچنین واحد تیکنر و فیلتراسیون است.

واحد هوی مدیا

در واحد هوی مدیا ،فرآیند پرعیارسازی بر مبنای جداسازی ثقلی و به روش واسطهٔ سنگین انجام می‌شود. در این واحد یک واسطه مانند فروسیلیس یا منیتیت پالپی که چگالی آن بین چگالی کانه روی و کانی‌های باطله است، به‌کـار می‌رود. ایـن واسطـه باعث ته‌نشینی کانه‌های روی که دارای چگالی بالاتری هستند، شده و به این صورت کانه‌های روی از باطله با راندمان حدود ۷۰ درصد

بخش خردایش اولیه
(قبل از هوی مدیا)

بخش هوی مدیا

جدا می‌شود. عیار خوراک ورودی، ۹ تا ۱۰ درصد و عیار روی محصول خروجی در حدود، ۲۰ تا ۲۲ درصد است. ظرفیت این واحد ۱۰۰۰ تن خوراک ورودی است که روزانه در حدود ۳۵۰ تا ۴۰۰ تن کنسانترهٔ تولید می‌کند.

واحد خردایش ثانوی و انبار کنسانتره ورودی

به‌منظور آزادسازی کانی‌های روی موجود در خاک معدن، خوراک ورودی باید تا اندازه ممکن ریز شود تا خوراک با ابعاد مناسب به واحد انتقال فرستاده شود. در این بخش از یک دستگاه کوبیت و دو دستگاه آسیاب ریموند برای پودر کردن محصول ورودی از هوی مدیا، استفاده می‌شود.

واحد تشویه

در این واحد، ابتدا کوره تا دمای ۷۵۰ درجه به کمک مشعل‌های گازوئیل سوز، پیش‌گرم و سپس کنسانترهٔ سولفید روی (ZnS) به کمک نوار نقاله از انبار کنسانتره به داخل کوره شارژ می‌شود . با انتقال خاک به داخل کورهٔ تشویه، گوگرد موجود در خاک شروع به سوختن کرده و گاز So۲ تولید می‌کند. هوای مورد نیاز برای سوختن گوگرد توسط دو عدد دمندهٔ هوا با ظرفیت ۱۴۰۰۰ متر مکعب در ساعت تامین می‌شود. گاز So۲ حاصل از سوختن گوگرد توسط مکنده‌های موجود از انتهای کوره خارج شده و وارد بویلر بازیافت حرارت می‌شود . با توجه به دمای بالای حدود ۹۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد، در حدود ۸ تن بخار آب، ۷ bar در ساعت تولید می‌شود. بخشی از غبار خاک خارج شده از کوره در واحد (ESP غبارگیر) به کمک غبارگیرهای الکترواستاتیکی از گاز، گرفته خواهد شد.

خروجی اصلی کورهٔ تشویه خاک، حدود ۵۵٪ عیار (کلسین) دارد که پس از خروج از کوره و عبور از کولر استوانه‌ای به منظور خشک شدن، وارد آسیاب بالمیل می‌شود تا به دانه‌بندی مناسب

بخش خردایش ثانوی

واحد تشویه

برسد. با گذر خاک از بالمیل، با استفاده از پمپ‌های پنوماتیکی، خاک به سیلوی کلسین با ظرفیت ۳۰۰۰ تن ارسال می‌شود.

واحد تصفیهٔ گاز

از آنجا که گاز خروجی از واحد تشویه مقداری گازهای مزاحم و خورنده همچون کلر، آرسنیک، . . . به همراه دارد، قبل از ورود این گاز به واحد تبدیل اسید سولفوریک، در واحد تصفیه، چندین مرحلهٔ شستشو داده می‌شود تا خوراک تصفیه شده برای واحد اسید سولفوریک آماده شود.

بخش تصفیهٔ گاز

واحد تولید اسید سولفوریک

واحد اسید شامل بخش‌های زیر است:

۱- بخش تصفیه: این بخش دارای ۳ برج خنک‌کننده برای کاهش دما است.

۲- برج تبدیل: در این برج گاز دی اکسید گوگرد در مجاورت کاتالیست‌های پنتا اکسید وانادیم و دمای بالای ۴۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد تبدیل به گاز تری اکسید گوگرد می‌شود.

۳- برج‌های جذب: در این قسمت گاز تری اکسید گوگرد تولیدی برج تبدیل، در مجاورت اسید سولفوریک به اولئوم تبدیل می‌شود.

۴- مخازن سیرکوله جذب: اولئوم تولیدی در مخازن سیرکوله جذب در مجاورت آب تبدیل به اسید سولفوریک می‌شود.

واحد لیچ

محصول اصلی این واحد، محلول سولفات روی و محصولات فرعی کیک PbAg و جاروزایت است. مراحل عملیاتی این واحد عبارتند از:

- ذخیرهٔ کلسین و غبار
- مرحلهٔ لیچ خنثی

بخش اسید سولفوریک

واحد لیچ

- مرحلهٔ لیچ اسیدی ۱
- مرحلهٔ لیچ اسیدی (۲گرم)
- شستشو و فیلتراسیون کیک PbAg
- مرحلهٔ پیش خنثی‌سازی
- جدایی آهن به وسیلهٔ فرایند جاروزایت
- شستشو و فیلتراسیون کیک جاروزایت

مواد اصلی و فرعی مورد استفاده در این قسمت عبارتند از: کلسین، غبار، دی اکسید منگنز، سولفات سدیم، سولفات آهن، فلوکولانت، اسید سولفوریک، الکترولیت برگشتی از واحد الکترولیز (اسپنت) و هوای فشره، بخار آب برای تنظیم دما و ...

فرآیندهای صورت گرفته در این بخش شامل موارد زیر است:

انحلال اکسید روی (کلسین) در محلول اسید سولفوریک و اسپنت (لیچ خنثی) - تحت فرایند قرار دادن پسماندهای لیچ خنثی برای بالا بردن راندمان روی و سایر فلزات ارزشمند (لیچ اسیدی ۱) انحلال کامل فریت روی تولیدی در محلول اسید سولفوریک با غلظت بالا (لیچ اسیدی ۲) که در این مرحله، دما و اسیدیته محلول بسیار حائز اهمیت است. - جداسازی فاز جامد و مایع محلول و حذف سرب و نقره و باطله و SiO_2 از سیستم و بازیابی بخشی از روی هیدرولیز (فیلتراسیون کیک - PbAg) پایین آوردن اسیدیته سرریز لیچ اسیدی گرم با هدف کاهش مصرف کلسین در قسمت ترسیب جاروزایت و افزایش راندمان استحصال روی از محلول (پیش خنثی‌سازی) - و سپس جداسازی آهن موجود در محلول از روی (جاروزایت)

واحد تصفیهٔ محلول

محلول سولفات روی تولیدی واحد لیچ دارای ناخالصی‌هایی مانند مس، کادمیوم، کبالت، نیکل، آرسنیک، آنتیموان و یون کاتیونی فلوئور و کلر است و عدم حذف آنها از محلول باعث بروز مشکل در فرایند الکترولیز و خوردگی و ... می‌شود. در این واحد با استفاده از پودر روی و تری اکسید آنتیموان در شرایط دمایی مناسب فرایند تصفیه صورت می‌گیرد .

بخش الکترولیز

محلول سولفات روی تصفیه شده به واحد الکترولیز فرستاده می‌شود تا از راه جریان الکتریسیته، یون‌های روی مثبت موجود در محلول بر روی کاتد رسوب کنند. پس از جذب لایهٔ روی بر روی کاتد به ضخامت معین (زمان آن معمولاً ۲۴ساعت است) کاتدها به وسیلهٔ چرثقیل سقفی از محلول الکترولیت خارج شده و عملیات ورق‌کنی انجام می‌شود.

بخش ذوب و ریخته‌گری

ورق روی تولید شده در واحد الکترولیز قابلیت فروش در بازار را نداشته و باید تحت عمل ذوب و ریخته گری با استفاده از کوره القایی ۲۵ تنی قرار گرفته و به صورت شمش درآید که این عمل در واحد ذوب صورت می‌گیرد.

بخش تولید پودر روی

با توجه به نیاز واحد تصفیه محلول به پودر روی برای تصفیه کبالت و همچنین کم کردن هزینه های مربوط به خرید پودر روی، فرآیند تولید پودر روی با استفاده از شارژ مذاب کوره القایی به کوره دو تنی و افزایش دما تا ۶۰۰ درجه، صورت می‌پذیرد.

بخش الکترولیز

بخش ذوب و ریخته‌گری

بخش کنسانتره BZS

به منظور تامین بخشی از خوراک کارخانه، واحد تولید کنسانتره BZS از ابتدای سال ۱۳۹۲ راه‌اندازی شد. در این واحد ابتدا کیک‌های پسماند لیچ با عیار پایین ۵ تا ۷٪ با استفاده از نوار نقاله به داخل مخازن همزن‌دار شارژ می‌شود. پس از انجام فرآیند لیچینگ در pH=۳، دوغاب به دست آمده به کمک فیلتر پرس‌های اولیه، یک مرحله فیلتر خواهد شد. محلول حاصل بعد از اضافه کردن کربنات سدیم یا آهک برای رسوب دادن روی در pH= ۶-۶/۵، وارد فیلتر پرس‌های ثانویه شده، کیک حاصل در این مرحله به عنوان کنسانتره ۵۰٪ یا ۲۵٪ روی، آماده برای استفاده در واحد لیچینگ است.

بخش‌های جانبی

این شرکت با توجه به تعدد واحدهای تولیدی و ضروت تامین نیازهای اولیهٔ آنها دارای بخش‌های جنبی است که وظیفهٔ تامین بخار، هوای فشرده، سوخت، برق و انرژی مورد نیاز را دارند. جدول ۱ مشخصات این بخش‌ها را به تفکیک آنها نشان می‌دهد.

منابع تامین خاک کلوخه و کنسانترهٔ ورودی مجتمع

خاک کلوخه مورد نیاز از معادن انجیره، تاجکوه و مهدی‌آباد تامین می‌شود. نیاز کنسانتره سولفوره از معادن انگوران، شاهین، باما و تیران و همچنین از کشورهای ارمنستان و تاجیکستان برآورده می‌شود. کنسانترهٔ اکسیدهٔ پرعیار هم از معادن منصور آباد و تیران خریداری می‌شود.

جدول ۱ - بخش‌های جانبی

ردیف	نام واحد	تعداد تجهیزات	تعداد کل	وضعیت تجهیزات			ظرفیت تجهیزات	میزان ظرفیت عملیاتی
				فعال	آماده‌بکار	خراب		
۱	واحد تولید بخار	بویلر	۳ عدد	۱			۶ تن در ساعت	۴ تن در ساعت
				۱			۶ تن در ساعت	۳ تن در ساعت
				۱			۱۱ تن در ساعت	۸ تن در ساعت
۲	واحد تولید هوای فشرده	رسیور	۳ عدد	۲		۱	۶۰ تن در ساعت با فشار ۱۰ بار	۶۰ تن در ساعت با فشار ۱۰ بار
		کمپرسور HP	۴ عدد	۲		۲	۴۰ مترمکعب در دقیقه با فشار ۷ بار	۴۰ مترمکعب در دقیقه با فشار ۷ بار
		کمپرسور LP	۲ عدد			۲	۱۵ مترمکعب در دقیقه	۱۵ مترمکعب در دقیقه
۳	واحد ذخیرهٔ سوخت	مخزن ذخیرهٔ گازوئیل	۲ عدد	۲			۴۰۰ مترمکعب	
		مخزن ذخیرهٔ مازوت	۲ عدد	۲			۸۰۰ مترمکعب	

تولید در سال ۱۳۹۳

میزان تولید مجتمع در سال ۱۳۹۳ به صورت جدول زیر ارائه شده است:

جدول ۲ - میزان تولید مجتمع در سال ۱۳۹۳

ورق روی	۱۵۴۰۰۴۷۹ کیلوگرم
شمش روی	۱۴۶۳۰۱۸۲ کیلوگرم
اسید سولفوریک	۱۳۴۷۳۳۰۰ کیلوگرم
بازیابی فلز از خاک تا شمش	۸۶/۷ درصد

طرح‌های توسعه‌ای

در طرح توسعه‌ای این مجتمع پروژه‌های گوناگونی تعریف شده‌اند که عبارتند از:

● پروژهٔ واحد تولید اکسید روی

به منظور افزایش سبد محصول و با توجه به نیاز صنایع کاشی و سرامیک در استان یزد، مقرر شد یک واحد تولید اکسید روی احداث شود. این پروژه در اواخر سال ۱۳۹۳ مورد تصویب قرار گرفت و تجهیزات آن در سال جاری خریداری و نصب شد تا در دی ماه به بهره‌برداری برسد. ظرفیت تولید این واحد ۵ تن اکسید روی با خلوص ۹۹/۹۸٪ به بالا است. خوراک این واحد، ورق روی تولیدی در واحد الکترولیز است. میزان سودآوری آن، حدود ۲/۵ میلیارد ریال در سال برآورد شده است.

● پروژهٔ احداث واحد فلوتاسیون

با توجه به نزدیکی این کارخانه به معدن سرب و روی مهدی آباد و همچنین استفاده از کنسانترهٔ سولفوره روی به عنوان خوراک اصلی این کارخانه، احداث واحد فلوتاسیون ضروری به نظر می‌رسید. ظرفیت پیشنهادی برای خوراک ورودی این طرح، ۱۰۰۰تن مادهٔ معدنی در شبانه روز و محصول آن کنسانترهٔ ۵۰درصد روی و ۶۰درصد سرب می‌باشد. این طرح مورد تصویب هیئت مدیرهٔ شرکت قرار گرفته و درحال تامین بودجه آن از طریق منابع بانکی می‌باشد.

● پروژهٔ احداث واحد کورهٔ ولز

کورهٔ ولز یکی از روش‌های نوین فرآوری خاک‌ها و منایع کم عیار روی در جهان می‌باشد که محصول آن کنسانترهٔ روی ۴۰٪ تا ۵۰٪ می‌باشد. این کوره حدود ۶۰ متر طول و ۳/۵ متر قطر داشته و دمای آن به ۱۲۰۰ درجه می‌رسد. مواد معدنی ورودی به آن دارای ابعاد ۰ تا ۲۰ میلی‌متر و عیار حداقل ۸٪ هستند. مقادیر مجازی از عناصر آهن، سیلیس و ... نیز باید وجود داشته باشد تا مانع از تشکیل و یوتکتیک فازی و گرفتگی بدنهٔ کوره شود. عنصر روی در داخل کانسنگ بر اثر دمای بالا تبدیل به بخار شده و به همراه سایر ناخالصی‌ها توسط فن مکنده موجود در آن به بک فیلترها هدایت می‌شود. این پروژه با توجه به وجود منابع کم عیار موجود در کارخانه و همچنین معادن استان در اولویت پروژه‌های شرکت قرار گرفته و از ابتدای سال ۱۳۹۵ شروع خواهد شد.

● پروژهٔ تولید فلزات با ارزش از پسماندهای کارخانه

پسماندهای حاصل از فرآیند تولید روی شامل کیک‌های تصفیهٔ گرم حاوی کبالت و منگنز، کیک‌های تصفیهٔ سرد حاوی

کادمیوم و نیکل و کیک‌های پسماند لیچ سولفوری حاوی نقره و سرب است. این پسماندها در سالیان گذشته به صورت دپوهای جداگانه ذخیره‌سازی شده و پتانسیل‌های خوبی برای استحصال این فلزات با ارزش وجود دارد. مطالعات و تحقیقات در این زمینه انجام شده و در حال تدوین طرح‌های توجیهی برای برآورد میزان سرمایه‌گذاری و ارزش افزوده در دست اقدام است.

اقدامات زیست محیطی

مهم‌ترین اقدامات زیست محیطی انجام شده در این مجتمع عبارتند از:

- اجرای برنامه‌های مدیریت صنعت سبز و اخذ جایزهٔ مربوطه از انجمن مدیریت سبز ایران
- نصب آنالایزر گاز بر روی دودکش واحد اسید و مشاهدهٔ آنلاین خروجی‌ها
- نصب فیلتر بر روی دودکش واحد اسید به منظور جذب کامل گازهای خروجی
- ایجاد سیستم آبیاری قطره‌ای برای جلوگیری از اتلاف آب
- اجرای طرح تفکیک پسماند
- نصب سیستم تهویه در واحد الکترولیز
- برگزاری دوره‌های آموزشی محیط زیست به منظور بالا بردن سطح دانش زیست محیطی کارکنان
- راه‌اندازی سیستم تصفیهٔ فاضلاب
- اقدام برای راه‌اندازی سایت ورمی‌کمپوست و تولید زیست کود برای درختان مجتمع
- اقدام برای راه اندازی دفتر مدیریت سبز

فضای سبز محوطهٔ مجتمع با الهام از بادگیرهای یزد

اخبار سازمان

ابلاغ حکم ریاست سازمان

طی حکم شمارهٔ ۹۰۰۳۳ مورخ ۹۴/۰۷/۲۹، نادعلی اسماعیلی‌دهج از سوی رئیس جمهوری به سمت رئیس شورای مرکزی و رئیس سازمان نظام مهندسی معدن منصوب شد. متن حکم به شرح زیر است.

بسم الله الرحمن الرحیم

جناب آقای مهندس نادعلی اسماعیلی دهج

در اجرای مادهٔ (۲۳) قانون نظام مهندسسی معدن مصوب ۱۳۷۹/۱۱/۲۵ مجلس شورای اسلامی، نظر به تخصص و تجربیات ارزنده جناب‌عالی و بنا به معرفی وزیر محترم صنعت، معدن و تجارت به موجب این حکم برای مدت سه سال به عنوان "رئیس شورای مرکزی و رئیس سازمان نظام مهندسی معدن" منصوب می‌شوید.

توفیق شما و سایر اعضای محترم آن شورا را در انجام وظایف محوله با رعایت اصول قانون‌مداری، اعتدال‌گرایی و منشور اخلاقی دولت تدبیر و امید، از خداوند متعال مسألت می‌نمایم.

حسن روحانی

رونوشت: جناب آقای هرمز ناصرنیا با تشکر از مساعی جناب‌عالی در طول مدت ریاست شورای مرکزی و سازمان نظام مهندسی معدن

مجلهٔ نظام مهندسی معدن ، این انتصاب را به ایشان تبریک می‌گوید.

مراسم تودیع و معارفهٔ رؤسای قبلی و جدید سازمان نظام مهندسی معدن ایران

مراسم تودیع و معارفهٔ رؤسای قبلی و جدید سازمان نظام مهندسی معدن ایران، روز سه شنبه ۲۶ آبان ماه، در تالار اجتماعات اتاق بازرگانی و صنایع و معادن و کشاورزی ایران برگزار شد.

در این برنامه، محمدرضا نعمت‌زاده وزیر صنعت، معدن و تجارت و چند نفر از معاونان این وزارت، چند نمایندهٔ مجلس شورای اسلامی، رئیس اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی، رؤسای دانشکده‌های معدن کشور، رؤسای تشکل‌های صنفی، علمی و حرفه‌ای، برخی از رؤسای سازمان‌های نظام مهندسی معدن استان‌ها و تعدادی از فعالان برجستهٔ معدنی کشور نیز حضور داشتند.

در این برنامه محمدرضا بهرامن؛ رئیس خانهٔ معدن ایران، عبدالوهاب سهل‌آبادی‌زاده؛ رئیس خانهٔ صنعت، معدن و تجارت ایران، محسن جلال پور؛ رئیس اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی ایران، حسینی؛ نمایندهٔ مجلس شورای اسلامی، نادعلی اسماعیلی دهج؛ رئیس سازمان نظام مهندسی معدن و هرمز ناصرنیا؛ رئیس سابق این سازمان و جعفر سرقینی؛ معاون امور معادن و صنایع معدنی وزارت، سخنرانی کردند.

در این مراسم محمدرضا نعمت‌زاده، وزیر صنعت، معدن و تجارت ضمن قدردانی از تلاش‌ها و خدمات ارزندهٔ هرمز ناصرنیا، اعلام کرد که وی را به عنوان مشاور خود در امور معادن انتخاب کرده است. وی همچنین علاوه بر بیان توصیه‌های لازم و ارائهٔ رهنمودهایی برای ادامهٔ کار سازمان، حکم ریاست نادعلی اسماعیلی را به وی اعطا کرد.

در پایان مراسم، نهادها، سازمان‌ها، همکاران سازمان نظام مهندسی معدن و وزارت صنعت معدن و تجارت به پاس قدردانی، هدایایی را به هرمز ناصرنیا، تقدیم کردند.

انتصاب هرمز ناصرنیا، به سمت مشاور وزیر صنعت، معدن و تجارت در امور معادن

محمدرضا نعمت‌زاده، وزیر صنعت، معدن و تجارت در تاریخ ۹۴/۸/۲۷ طی حکمی، هرمز ناصرنیا را به عنوان مشاور خود در امور معادن منصوب کرد. در متن این حکم آمده است :

جناب آقای هرمز ناصرنیا

باسلام

با توجه به تعهد، تخصص و سوابق جنابعالی به موجب این حکم به عنوان " مشاور وزیر در امور معدن " منصوب می‌شوید. امید است با اتکال به خداوند متعال و بهره‌گیری از توانایی‌های موجود در انجام وظایف محوله موفق و موید باشید . توفیق روز افزون شما را از ایزد متعال خواستارم.

محمدرضا نعمت‌زاده

مجلهٔ نظام مهندسی معدن، این انتصاب را به ایشان تبریک می‌گوید.

بازدیدهای رئیس سازمان نظام مهندسی معدن از سازمان استان‌ها

با توجه به آغاز کار شورای مرکزی دورهٔ پنجم و به منظور آشنایی با فعالیت‌های سازمان استان‌ها، نادعلی اسماعیلی دهج ، رئیس سازمان نظام مهندسی معدن ایران، بازدید از سازمان استان‌ها را در برنامه‌های خود قرار داده است. در هر بازدید، ضمن ملاقات با اعضای هیئت مدیرهٔ سازمان استان حسب مورد با سایر کمیته‌های استانی و تعدادی از اعضا نیز تشکیل جلسه داده و با هم‌اندیشی برای رفع مشکلات موجود و بهبود فعالیت‌ها چاره‌جویی شده است. فهرست سازمان استان‌های مورد بازدید و ملاقات‌ها با مقامات و مسئولان خارج از سازمان استان، در سه ماههٔ پائیز به این قرار بوده است:

● **استان خراسان رضوی**

تاریخ ۹۴/۹/۳- همراهان: حسین مدبرنیا، مدیر هماهنگی سازمان استان‌ها

ملاقات‌ها: معاون معدنی سازمان صنعت، معدن و تجارت، رئیس اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی - دبیر کل خانهٔ صنعت، معدن و تجارت استان - مدیر سازمان زمین‌شناسی منطقه و بازدید از پارک موزهٔ علوم زمین.

● **استان قزوین**

تاریخ ۹۴/۹/۱۵ - همراهان: عباسعلی ایروانی، مدیر کل دفتر نظارت امور معدنی وزارت صنعت، معدن و تجارت

ملاقات‌ها: نمایندهٔ ولی فقیه و امام جمعهٔ قزوین - حضور در گردهمایی معدنکاران استان

● **استان آذربایجان غربی**

تاریخ ۹۴/۹/۲۴- همراهان : حسین مدبرنیا، مدیر امور هماهنگی سازمان استان‌ها

ملاقات‌ها: معاون برنامه‌ریزی استاندار، رئیس سازمان صنعت، معدن و تجارت ، مدیران تعدادی از تشکل‌ها

● **استان آذربایجان شرقی**

تاریخ ۲۶ / ۹/ ۹۴ - همراهان حسین مدبرنیا، مدیر امورهماهنگی استان‌ها

ملاقات‌ها: اعضای هیئت مدیرهٔ سازمان استان، نشست خبری با رسانه‌ها و صدا و سیمای استان، نشست مشترک با اساتید دانشگاه‌ها

برگزاری ۱۴۱ دوره در مرحلهٔ دوم آموزش ایمنی عمومی برای کارگران معادن

بنا به گزارش امور آموزش و پژوهش سازمان نظام مهندسی معدن، مرحلهٔ اول آموزش ایمنی عمومی معادن (HSE) در سطح کارگری که از مرداد ماه سال جاری شروع شده بود، با برگزاری ۳۰ دوره در ۷ استان کشور (یزد، سمنان، همدان، اصفهان، فارس، خراسان رضوی و زنجان) پایان یافت. در مرحلهٔ اول جمعاً ۵۰۰ نفر کارگر معدن، آموزش یافتند و بیشتر این دوره‌های آموزشی در محل معادن برگزار شد.

طرح فراگیر آموزش ایمنی، بهداشت و محیط زیست در معادن روباز و زیرزمینی، از سال گذشته به اهتمام سازمان نظام مهندسی معدن به عنوان دستگاه نظارت، سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای کشور به عنوان مجری و سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی کشور به عنوان تامین‌کنندهٔ اعتبار مالی شروع شده است.

به دنبال اجرای موفق اولین مرحلهٔ این طرح، فاز دوم آموزش کارگری معادن در سطح کل کشور از اواخر سال جاری آغاز می‌شود.

به منظور تحلیل نتایج حاصل از برگزاری دوره‌ها، فرم‌هایی در اختیار سازمان‌های نظام مهندسی معدن ۷ استان مذکور قرار گرفته است تا با جمع‌بندی نظرات ناظران در فاصلهٔ زمانی باقی مانده تا اجرای مرحلهٔ دوم، اقدامات لازم جهت ارتقای کیفی دوره‌های مذکور صورت گیرد. طبق برنامه‌ریزی‌های انجام شده، در مرحلهٔ دوم، ۱۴۱ دورهٔ آموزشی ایمنی عمومی معادن در سطح کشور برگزار می‌شود. نحوهٔ توزیع دوره‌ها در کارگروهی که به این منظور تشکیل شده است، بررسی و اعلام خواهد شد.

دیدارهای مقامات و گروه‌های مختلف با رئیس جدید سازمان

به مناسبت آغاز به‌کار نادعلی اسماعیلی دهج به عنوان رئیس جدید سازمان نظام مهندسی معدن ایران، مقامات، مدیران و مسئولان بخش‌های مختلف وزارت صنعت، معدن و تجارت، رؤسا و اعضای تشکل های مختلف فعال در بخش معدنی کشور ، طی دیدارهای جداگانه‌ای در محل سازمان نظام مهندسی معدن با ایشان ملاقات کرده و ضمن تبریک انتصاب ایشان، آمادگی خود را برای تداوم و گسترش همکاری در زمینه‌های مشترک اعلام کردند. مهم‌ترین این دیدارها عبارت بودند از:

- اعضای ستاد بزرگداشت روز صنعت و معدن در تاریخ ۱۳۹۴/۹/۱
- مهدی کرباسیان، معاون وزیر صنعت معدن و تجارت و رئیس هیئت عامل سازمان ایمیدرو و هیئت همراه در تاریخ ۱۳۹۴/۹/۵
- علی یزدانی، معاون مدیریت توسعه و منابع انسانی وزارت صنعت، معدن و تجارت و مدیران زیرمجموعه در تاریخ ۱۳۹۴/۹/۷
- اعضای کمیسیون معدن خانهٔ اقتصاد ایران در تاریخ ۱۳۹۴/۹/۹
- اعضای کمیتهٔ بانوان خانهٔ معدن در تاریخ ۱۳۹۴/۹/۱۸

اعضای ستاد بزرگداشت روز صنعت و معدن

مهدی کرباسیان، معاون وزیر صنعت معدن و تجارت و رئیس هیئت عامل سازمان ایمیدرو و هیئت همراه

علی یزدانی، معاون مدیریت توسعه و منابع انسانی وزارت صنعت، معدن و تجارت و مدیران زیرمجموعه

اعضای کمیسیون معدن خانهٔ اقتصاد ایران

اعضای کمیتهٔ بانوان خانهٔ معدن

گردهمایی فصل پائیز روسای سازمان استان‌ها

گردهمایی فصل پائیز روسای سازمان نظام مهندسی معدن استان‌ها روز پنج‌شنبه مورخ ۱۳۹۴/۹/۵ در محل وزارت صنعت، معدن و تجارت و با حضور اعضای شورای مرکزی برگزار شد.

عباسعلی ایروانی، مدیر کل دفتر نظارت امور معدنی وزارت صنعت، معدن و تجارت، حسن مدنی مدیر امور آموزش و پژوهش و مونا فرشچی مسئول آموزش سازمان نیز در این جلسه حضور داشتند.

در ابتدای جلسهٔ نادعلی اسماعیلی دهج، رئیس سازمان، ضمن خوشامدگویی و ابراز تشکر از ارسال پیام‌های تبریک استان‌ها، مطالبی را در رابطه با شروع فعالیت‌های دورهٔ پنجم سازمان ارائه کرد.

چگونگی تعیین حسابرس سازمان، بازنگری در روند فعلی مسئولان فنی، بررسی وضعیت آموزش و پژوهش سازمان از مهم‌ترین موضوع‌های مطرح شده در این گردهمایی بود. مسئولان بخش آموزش و پژوهش سازمان با ارائهٔ گزارش عملکرد این امور، نکاتی را در مورد آموزش کارگری، به اطلاع رسانده و با توجه به اهمیت آموزش، خواستار توجه بیشتر سازمان استان‌ها شده و به پرسش‌های حاضران پاسخ دادند.

مدیر کل دفتر نظارت امور معادن وزارت صنعت، معدن و تجارت نیز اقدامات وزارت را در رابطه با امور مسئولان فنی و نحوهٔ به‌کارگیری آنها در معادن تشریح کرد و گفت: اقدامات لازم برای الزام به‌کارگیری مسئول فنی در واحدهای صنایع معدنی نیز صورت گرفته و اجرایی شدن آن در حال پی‌گیری است. وی همچنین خواستار بالابردن سطح دانش مسئولان فنی معادن شد.

برگزاری گردهمایی رابطان فناوری اطلاعات سازمان استان‌ها

گردهمایی آموزشی رابطان فناوری اطلاعات سازمان نظام مهندسی معدن استان‌ها روز چهارشنبه ۱۳۹۴/۹/۲۵ در محل وزارت صنعت، معدن و تجارت و با حضور رسول سید حسینی، عضو شورای مرکزی و نمایندهٔ رئیس سازمان، الناز بلوری فرد، مسئول وب سایت سازمان، محمدعلی جباری طراح و مدرس بانک‌های اطلاعاتی و رابطان فناوری اطلاعات سازمان استان‌ها برگزار شد. رسول سید حسینی که در ابتدای این جلسه حضور داشت، ضمن خوشامدگویی، مطالبی را در رابطه با اهمیت فعالیت این حوزه در جمع‌آوری اطلاعات، به روزرسانی، پردازش و ارائهٔ آمار و اطلاعات و تولید دانش به عنوان مرجع قابل اتکا در بخش معدنی کشور ارائه کرد. در ادامه دو کلاس آموزشی با محوریت بانک‌های اطلاعاتی و پرتال سازمان برگزار شد. در پایان گردهمایی، پیشنهادها و مشکلات سازمان استان‌ها در حوزهٔ عملکرد بخش فناوری اطلاعات بررسی و جمع‌بندی شد.

اخبار سازمان استان‌ها

استان البرز

آغاز به کار سازمان نظام مهندسی معدن استان البرز

اولین جلسهٔ هیئت مدیرهٔ منتخب سازمان استان، به دعوت رئیس سازمان صنعت، معدن و تجارت این استان در تاریخ ۱۳۹۴/۸/۱۰ تشکیل شد. در این جلسه نادعلی اسماعیلی، رئیس سازمان نظام مهندسی معدن ایران، ایرج موفق، رئیس سازمان صنعت، معدن و تجارت استان و مجید امامی پور، معاون امور معادن و صنایع معدنی آن استان، ابوالفتح اصغری؛ معاون مدیر کل دفتر نظارت امور معدنی وزارت صنعت، معدن و تجارت و حسین مدبرنیا مدیر امور هماهنگی سازمان استان‌ها نیز حضور داشتند.

پس از مراسم رسمی شروع به کار سازمان، اعضای هیئت مدیره اولین جلسهٔ خود را تشکیل داده و هیئت رئیسهٔ سازمان را به شرح زیر انتخاب کردند.

- مهناز راشد شبگاهی: رئیس هیئت مدیره و رئیس سازمان استان
- فرهنگ صادقی: نایب رئیس
- شعله ملک شاهی: منشی

آغاز به کار سازمان نظام مهندسی معدن استان البرز را تبریک می‌گوییم.

استان اصفهان

اجرای دوره‌های ایمنی عمومی برای کارگران معادن

پیرو هماهنگی‌های قبلی و به‌منظور اجرای آموزش ایمنی، بهداشت و محیط زیست (HSE) به کارگران معدنی استان، ۳ دورهٔ آموزشی « رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی در معادن سطحی و زیرزمینی » در معادن سرب و روی باما، مجتمع معدنی لایبید و شرکت معدنی و صنعتی فولادسنگ مبارکه اصفهان برگزار شد و جمعاً ۷۱ نفر کارگر شاغل در معادن در این دوره‌ها شرکت کردند.

حضور در چهارمین همایش و نمایشگاه فرصت‌های سرمایه‌گذاری در فراگیر معدن و صنایع معدنی MINEX ۲۰۱۵

به منظور ایجاد و گسترش زمینه‌های همکاری در حوزهٔ معدن و صنایع معدنی و در راستای وظایف سازمان و به منظور نیل به اهداف سازمانی، سازمان استان با حضور فعال خود در چهارمین همایش و نمایشگاه فراگیر معدن و صنایع معدنی در مهرماه ۱۳۹۴ مشارکت کرد.

برگزاری جلسات فنی در محل غرفهٔ سازمان با اعضای جدید شورای مرکزی، مدیران و نمایندگان شرکت‌های مستقر در نمایشگاه، از برنامه‌های سازمان در مدت برگزاری نمایشگاه بود.

بازدید اعضای گروه تخصصی معدن سازمان استان از پروژهٔ احداث کارخانهٔ آهک کلسینه شرکت معدنی و صنعتی فولاد سنگ مبارکه اصفهان

در راستای اجرای وظایف گروه‌های تخصصی، در تاریخ ۱۳۹۴/۹/۴ اعضای گروه تخصصی معدن استان اصفهان در محل شرکت معدنی و صنعتی فولاد سنگ مبارکه اصفهان جلسهٔ مشترک با مدیران و کارشناسان معدنی برگزار کردند. هدف از برگزاری این جلسه بازدید از معدن سنگ آهک حوض ماهی و نیز پروژهٔ احداث کارخانهٔ آهک کلسینه به ظرفیت روزانه ۱۲۰۰ تن ، شامل ۳ کوره با ظرفیت ۴۰۰ تن در روز، و بررسی مسائل فنی معدن و ارائهٔ راهکارها و پیشنهادهای سازنده در راستای رفع موانع و مشکلات موجود بود.

استان آذربایجان غربی

بازدید از پروژهٔ حفاری مکانیزه با دستگاه (TBM) انتقال آب از سد کانی سیب به دریاچهٔ ارومیه

هیئتی از ارکان و پیشکسوتان سازمان استان، روز دوشنبه مورخ ۹۴/۰۷/۲۰ از پروژهٔ حفاری مکانیزهٔ انتقال آب از سد کانی‌سیب به دریاچهٔ ارومیه، به محل پروژه واقع در شهرستان نقده بازدید کردند.

این دستگاه TBM توسط ستاد احیای دریاچهٔ ارومیه خریداری و به جنوب آذربایجان غربی منتقل شده و آغاز عملیات اجرایی این پروژه می‌تواند نقطهٔ عطفی در برنامه‌های احیای دریاچه باشد و قرار است عملیات حفاری در دو مرحله و به طول‌های ۲۱ و ۱۵ کیلومتر صورت پذیرد.

بازدید از معدن طلای آق‌دره تکاب و کارخانهٔ فرآوری آن

یک گروه ۸۱ نفره متشکل از اعضا، هیئت مدیره و پرسنل سازمان استان در تاریخ ۹۴/۰۷/۲۳ از معدن طلای آق‌دره واقع در شهرستان تکاب بازدید کردند. در جریان این بازدید، اعضا پس از شرکت در کلاس آموزشی، با حضور در محل معدن از نزدیک با نحوهٔ استخراج طلا در محل کارخانهٔ فرآوری آشنا شدند.

معدن طلای آق‌دره به عنوان یکی از بزرگ‌ترین معادن طلای کشور در ۳۵ کیلومتری شمال غربی شهرستان تکاب و ۱۲ کیلومتری غرب معدن زرشوران واقع شده است و سالانه ۲/۲ تن طلای ۲۴ عیار به همراه محصولات فرعی نقره و جیوه از آن استحصال می‌شود. کارخانهٔ استحصال نیز در ۱۲ کیلومتری معدن واقع شده است.

استان تهران

عقد تفاهم‌نامه با سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

به منظور گسترش همکاری در حوزه‌های علمی، آموزشی و پژوهشی، در تاریخ ۱۳۹۴/۸/۲۷، تفاهم‌نامهٔ مشترکی بین روسای سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور و سازمان نظام مهندسی معدن استان تهران، منعقد شد. استفاده از امکانات علمی و تحقیقاتی طرفین، همکاری در زمینه‌های مشترک تحقیقاتی و برگزاری نشست‌ها و سمینارهای مشترک از مهم‌ترین مفاد این تفاهم‌نامه است.

برگزاری کارگاه‌های آموزشی

به منظور ارتقا دانش اعضا، سازمان استان برگزاری کارگاه‌های آموزشی با موضوع‌های مرتبط با بخش معدن را در برنامه‌های خود قرار داده است. در این راستا دو کارگاه آموزشی در پائیز سال جاری توسط این سازمان استان برگزار شد که عبارت بودند از:

"استراتژی اکتشافی و آشنایی با استانداردهای بین‌المللی گزارش‌های معدنی" تاریخ برگزاری: ۱۳۹۴/۹/۲، مدرس: بهمن رشیدی

-کاربرد نانـوفناوری در علـوم زمین - تـاریـخ بـرگـزاری: ۱۳۹۴/۹/۱۶، مدرس: مرادیان

- حقـوق دولتـی معـادن،توجیهات، تعاریف و روش‌ها - تاریخ برگزاری : ۱۳۹۴ / ۹ /۲۹، مدرس: سید امیر پرهام موسوی

مـباحث مطرح شده در این کارگاه‌ها مورد استقبال شرکت‌کنندگان قرار گرفت .

استان زنجان

برگزاری دوره‌های کارگری ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی در معادن استان

به منظور اجرای آموزش ایمنی، بهداشت و حفظ محیط زیست به کارگران معدنی استان، دورهٔ آموزشی « رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و زیست محیطی برای کارگران معادن سطحی و زیرزمینی » با همکاری سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای استان زنجان برگزار شد و تعدادی از کارگران شاغل در معادن، در این دوره‌ها شرکت کردند. پیشگیری از زیان‌های عوامل فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی محیط کار، رعایت اصول ارگونومیک، کنترل و کاهش مخاطرات محیط با وسایل حفاظت، اطفاء حریق، پیش‌بینی و پیشگیری از خطرات، واکنش به شرایط اضطراری، کمک رسانی - امداد و نجات، رعایت بهداشت فردی و عمومی و حفاظت از محیط زیست مهم‌ترین سرفصل‌های ارائه شده در این دوره بود.

تفاهم‌نامهٔ بیمهٔ مسئولیت مدنی حرفه‌ای مسئول فنی و ایمنی معادن استان

به منظور حمایت از مسئولان فنی معادن و جبران خسارات حوادث معدنی که مسئولیت آن طبق شرح وظایف مسئول فنی، متوجه وی می‌باشد، سازمان استان، بیمهٔ مسئولیت مدنی حرفه‌ای مسئولان فنی و ایمنی معادن و مسئولان فنی صنایع معدنی را با بیمهٔ کارآفرین منعقد کرد و از این پس اعضا سازمان می‌توانند از این خدمات استفاده کنند.

بازدید علمی از معدن فسفات سعید کندی

به‌منظور ارتقاء سطح علمی اعضا و تبادل اطلاعات و تجربیات در تاریخ ۱۳۹۴/۷/۲۸ یک گـروه از اعضـای سـازمـان استـــان با همـراهـــی اعضـــای گـــروه تخصصـــی زمین‌شناسی، از معدن فسفات سعید کندی بازدید کردند.

حضـور در چـهـارمین همایش و نـمـایشگـاه فرصت‌هـای سرمایه‌گذاری در معدن و صنایع معدنی ایران ۲۰۱۵ MINEX

با عنایت به برگزاری چهارمین دورۀ همـایش و نمایشگـاه بین‌المللی فرصت‌های سرمایه‌گذاری در معدن و صنایع معدنی ایران، ۲۰۱۵ MINEX تهران، در تاریخ ۷ الی ۹ مهرماه سال ۹۴، سازمان استان زنجان نیز در این نمایشگاه مشارکت داشت. در طول مدت برپایی این نمایشگاه، مدیران و مسئولان دولتی و گروه‌های مختلف کارشناسان از غرفۀ استان بازدید کردند.

هم‌زمان با حضور در نمایشگاه، اعضای هیئت مدیرۀ سازمان استان در کارگاه‌های آموزشی نمایشگاه نیز شرکت کردند.

تکمیل طراحی نرم‌افزار معدنیار و ارائۀ تمامی خدمات ارجاع کار به اعضا توسط این نرم‌افزار

در راستـای توزیع عـادلانۀ کار بین اعضاء، فـرآیند ارجـاع کـار به اعضـای سـازمـان به صـورت کـاملاً دیجیتالی و به شکـل وب سایت راه‌اندازی شده است تا اعضا علاوه بر کنترل کمیت ارجاع، برکیفیت ارجاع کار خویش و سازمان، نظارت کنند. این سامانه خدمات ارجاع، آموزش، عضویت، پروانۀ اشتغال و مـالـی را به صـورت کامل ارائه می‌کند و قابلیت هرگونه گزارش‌گیری را نیز دارا است. این امر علاوه بر شفاف‌سازی حداکثری این امکان را فراهم آورده است تا اعضای سازمان استان کارکرد خود و دیگر اعضا را رؤیت کنند. ارجاع بر اساس طرح نوبت‌بندی انجام می‌پذیرد.

برگزاری اولین همایش محیط زیست معدن استان

در راستای تفاهـم‌نـامۀ چهارجانبۀ محیط زیست فی‌مـابین سـازمـان صنعت، معدن و تجارت، سازمان حفاظت محیط زیست، خانۀ صنعت، معدن و تجارت و سازمان نظام مهندسی معدن استان، اولیـن همـایش محیط زیست معـادن استـان زنجـان در تـاریخ ۱۳۹۴/۳/۲۶ با حضور بیش از یکصدنفر از صاحبان معادن، مدیران ارشد معادن، کارشناسان دستگاه‌های اجرایی و مسئولان فنی معادن استان در محل سـالن همـایش اتـاق بازرگانی، صنـایع، معادن و کشاورزی استان زنجان برگزار شد. دبیر این همایش رئیس سازمان استان بود.

استان خراسان شمالی

بازدید از معدن بوکسیت و کارخانهٔ تولید آلومینای جاجرم

سازمان استان خراسان شمالی با توجه به اهمیت معادن بوکسیت جاجرم و کارخانهٔ تولید آلومینا که یکی از قطب‌های صنعتی در خراسان شمالی است و همچنین به منظور آشنایی با روند اجرای عملیات معدنی وسیعی که توسط شرکت آلومینای ایران در این منطقه صورت گرفته، در تاریخ ۱۳۹۴/۹/۴ بازدیدی را برای یک گروه ۱۶ نفره از اعضای استان برگزار کرد. در این بازدید شرکت‌کنندگان با عملیات اکتشافی انجام شده در محدوده‌های تازه کشف شده، روند اجرای عملیات استخراج، کانه آرایی و فرآوری بوکسیت و همچنین خط تولید آلومینا، هیدروکسید آلومینیوم و آلومینیوم آلفا آشنا شدند.

استان سمنان

بازدید گروهی از چهارمین نمایشگاه فرصت‌های سرمایه‌گذاری در معدن و صنایع معدنی MINEX ۲۰۱۵

در تاریخ ۱۳۹۴/۷/۹ یک گروه ۴۰ نفره از اعضای سازمان استان از چهارمین نمایشگاه سالانهٔ فرصت‌های سرمایه‌گذاری در معدن و صنایع معدنی (MINEX ۲۰۱۵) که در تهران برگزار شد بازدید و در کارگاه‌های آموزشی آن شرکت کردند.

استان گلستان

عقد تفاهم‌نامهٔ همکاری با شرکت آب منطقه‌ای گلستان

به منظور بهره‌گیری بیشتر از خدمات مهندسان عضو سازمان و با توجه به اهمیت کنترل و هدایت آب‌های سطحی و تغذیهٔ آب زیرزمینی، با هدف حصول اطمینان از رعایت ضوابط و استانداردهای ایمنی و فنی کنترل حریم رودخانه‌ها در تاریخ ۱۳۹۴/۷/۲۸، تفاهم‌نامهٔ همکاری بین سازمان استان و شرکت آب منطقه‌ای گلستان منعقد شد. براساس این تفاهم‌نامه خدمات نقشه‌برداری حریم رودخانه‌ها نیز توسط اعضای نقشه‌بردار سازمان استان انجام می‌گیرد.

لازم به ذکر است در تاریخ ۱۳۹۴/۸/۱۱، در راستای اجرای این تفاهم‌نامه، دورهٔ آموزشی "نحوه نقشه‌برداری و کنترل حریم و بستر مجاری آبی" برای اعضای نقشه‌بردار برگزار شد.

استان مرکزی

انعقاد قرارداد بیمهٔ تکمیلی با بیمهٔ کارآفرین

براساس تفاهم‌نامه فی مابین سازمان استان و بیمهٔ کارآفرین، اعضای سازمان استان و خانوادهٔ تحت تکلفشان می‌توانند از بیمهٔ تکمیلی استفاده کنند. همچنین برای مسئولان فنی معادن که تمایل دارند نیز بیمهٔ مسئولیت صادر می‌شود. تاکنون برای ۹۷ نفر از مسئولان فنی، کارت بیمهٔ مسئولیت صادر شده است.

واگذاری امور غیرحاکمیتی به سازمان استان

در پی ابلاغیه وزارت صنعت، معدن و تجارت نسبت به واگذاری امور غیرحاکمیتی، از طرف سازمان صنعت، معدن و تجارت استان مرکزی به سازمان نظام مهندسی معدن این استان تفویض اختیار شد تا مکاتبات مربوط به مسئولان فنی و ایمنی با بهره‌برداران معادن را مستقیماً انجام دهد.

برگزاری دورهٔ ایمنی در معدن

در پی اجرای برنامهٔ آموزش کارگری در معادن نخستین دورهٔ ایمنی، بهداشت و محیط زیست(HSE) در معادن روزباز و زیرزمینی در تاریخ ۱۳۹۴/۷/۱ در سازمان آموزش فنی و حرفه‌ای شهرستان محلات و برای ۲۰ نفر از کارگران برگزار شد. آزمون این دوره نیز در تاریخ ۹۴/۹/۶ برگزار شد.

مشارکت در هشتمین نمایشگاه سنگ محلات

سازمان استان در هشتمین نمایشگاه بین‌المللی سنگ ساختمانی ایران که تاریخ ۹۴/۷/۱۹ و در محل دائمی نمایشگاه‌های نیم‌ور محلات با حضور شرکت‌های معدنی از سراسر ایران برگزار شد، حضور یافت و در جریان برپایی این نمایشگاه در تاریخ ۹۴/۷/۲۲ ، سازمان استان، سه مقاله در خصوص سنگ‌های ساختمانی و به‌کارگیری دستگاه هاواژ نیز ارائه داد.

برگزاری دورهٔ بررسی طرح‌های معدنی

در پی انعقاد تفاهم‌نامه با صندوق بیمهٔ سرمایه‌گذاری فعالیت‌های معدنی در تاریخ ۹۴/۷/۲۳ در سالن اجتماعات سازمان صنعت، معدن و تجارت استان مرکزی، دورهٔ بررسی طرح‌های معدنی- در دو مبحث استخراج و اکتشاف برای ۲۸ نفر از اعضای سازمان استان برگزار شد. در این دوره به روند بهبود کیفیت گزارش طرح‌های معدنی پرداخته و در آخر در مورد شرایط و مدارک متقاضیان برای صدور انواع بیمه نامه‌های معدنی اطلاعات لازم داده شد.

بازدید از معادن مکانیزهٔ زغال‌سنگ طبس

گروهی از اعضای سازمان استان در تاریخ‌های ۲۴و ۲۵ مهر ماه از معادن زغـال‌سنگ طبس بـازدید کـردند. بازدیدکنندگان با نحوهٔ کـار ماشین‌آلات مکانیزهٔ زیرزمینی استخراج زغال‌سنگ از جمله کانتینیوس مـاینـر، رودهدر، شیرر و .. آشنا شدند. این برنامه با همکاری مدیرعامل شرکت زغال‌سنگ پرودهٔ طبس و پرسنل آن مجموعه صورت گرفت.

استان همدان

بازدید از معدن و کارخانهٔ سنگبری معدن تراورتن عباس‌آباد (محلات)

در تاریخ ۱۳۹۴/۷/۱۹ یک گروه ۳۰ نفره از اعضای سازمان استان به همراه هیئت مدیره از معدن سنگ تراورتن سفید عباس‌آباد و همچنین کارخانهٔ سنگبری واقع در محلات (۵کیلومتری شهر نیم ور) بـازدید کـردند. در ایـن بـرنـامهٔ بازدیدکنندگان با نحوهٔ استخراج سنگ‌های تزئینی نرم، بارگیری، دسته‌بندی، نحـوهٔ بـرش و تبـدیـل به سنگ ساختمـانـی آشنـا شدند. شرکت‌کنندگان در ادامه، از هشتمین نمایشگاه بین‌المللی سنگ ساختمانی ایران (محلات/نیم ور) نیز بازدید کردند.

گردهمایی هیئت مدیره‌ها و مسئولان آموزش منطقهٔ غرب کشور

گـردهمـایی دو روزهٔ هیئت مدیـره‌ها و مسئولان آمـوزش منطقهٔ غـرب کشـور در روزهای ۲۸ و ۲۹ آبان ماه سال جاری در همـدان برگـزار شد. مسئولان امور آموزش سازمـان مـرکـزی، از کـارگاه‌های آموزشی معدن بـازدیـد و در رابطـه بـا معدن و معدنکاری توضیحاتی برای شرکت‌کنندگان در کـارگـاه ارائـه کردند. نمایندگان شورای مرکزی نیز با حضور در دورهٔ ایمنی شرکت سیمان هگمتان (معدن شاهنجرین) که یکی از پنج دورهٔ آموزشی ایمنی کارگران معدن در استان است، با روند برگزاری این دوره‌ها آشنا شدند.

گردهمایی استان‌های منطقهٔ غرب کشور در تاریخ ۱۳۹۴/۸/۲۹ و در سالن جلسات سازمان صنعت، معدن و تجارت استان، با حضور مسئولان امور آموزش و پژوهش سازمان، نمایندگان شورای مرکزی، هیئت مدیره‌ها و مسئولان آموزش استان‌های ایلام، کرمانشاه، لرستان، مرکزی و همدان برگزار شد. بیان پیشنهادها و بررسی مشکلات و ارائهٔ راهکار، با محوریت آموزش، موضوع این گردهمایی بود.

برگزاری دوره‌های آموزشی کوتاه مدت

به‌منظور ارتقـاء سطح دانش کـاربردی و افـزایش بهره‌وری مسئولان فنـی و اعضـا، سازمان استان با همکاری سازمان صنعت، معدن و تجارت و دانشگاه صنعتی استـان همدان از ابتدای فصـل پاییز سال جاری، روزهـای پنج شنبـه هـر هفتـه، دوره و کارگاه‌های آموزشی رایگان برگزار می‌کند. بـر پایی این سمینارها مورد استقبال اعضای استان قرار گرفته و بحث و بررسی مسائل موجود در معادن و ارائهٔ راهکارهای مناسب، موجب شده تا پاره‌ای از مشکلات مسئولان فنی و بهره‌برداران مطرح و مرتفع شود.

استان یزد

برگزاری دورهٔ آموزشی ایمنی عمومی کارگران معادن

بـا حضور مدیـر کل سازمـان آمـوزش فنـی و حرفه‌ای استان و نمایندگان سازمان صنعت ، معدن و تجارت و سازمـان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی استان یزد ، دوره‌های آموزشی عمومی کارگران معادن در محل سازمان استان به صورت نمادین آغاز شد. این دوره که در راسـتـای بـرنامهٔ جامع آموزش کـارگـری در مـعادن است، به صورت عملی در معادن کوشک، چادرملو و برای معادن کوچکتر، در محل سازمان برگزار شد.

بازدید گروهی از معدن خاک صنعتی چشمهٔ عربون

گروهی از اعضای سازمان استان در تاریخ ۱۳۹۴/۸/۲۷ از معدن خـاک صنعتی چشمهٔ عربون بازدید کردند. در این بازدید که با هدف بالابردن اطلاعات فنی اعضا انجام گرفت، همکاران با روند فنی و اجرایی فعالیت‌های این واحد معدنی آشنا شدند.

برگزاری کارگاه آموزشی توسط شرکت north west mining & exploration

شرکت چـینـی exploration north west mining & در تاریخ ۱۳۹۴/۹/۷ با برگزاری گردهمایی، دستاوردهای علمی و حرفه‌ای خود را در جمع گروهی از اعضای سازمان و در محل سازمان استان ارائه کرد.

کارگاه آموزشی تجهیزات نوین استخراج زیرزمینی و فرآوری توسط شرکت اشمیت کرانتس

با حضور جمعی از معدنکاران استان و همچنین تعدادی از اعضای سازمان استان، کارگاه آموزشی یک روزه تجهیزات نوین استخراج زیرزمینی و فرآوری توسط هولدینگ آلمانی اشمیت کرانتس برگزار شد. در این جلسه که در دو سالن مجزا و به‌صورت تخصصی اجرا شد به تفکیک مباحث مرتبط با تجهیزات فرآوری و استخراج زیرزمینی مطرح شد.

امضای تفاهم نامهٔ همکاری با پژوهشکدهٔ پوشش‌های نانو ساختار

با توجه به اهمیت کاربرد تکنولوژی نانو در معدن و صنایع معدنی، تفاهم‌نامهٔ همکاری بین پژوهشکدهٔ پوشش‌های نانو ساختار و سازمان نظام مهندسی معدن استان یزد منعقد شد. ایجاد فعالیت‌های پژوهشی و کاربردی مشترک برای ارتقای توان فنی معادن و صنایع معدنی استان، موضوع اصلی این تفاهم‌نامه می‌باشد.

کارگاه سرمایه‌گذاری کامپوزیت جدید معدنی

ارائهٔ تکنولوژی تبدیل بازالت به فیبرهای کامپوزیتی و بعد از آن محصولات جانبی همانند میلگرد، بدنهٔ هواپیما، لوله و ... توسط شرکت STM و با حضور جمعی از اعضا و سرمایه‌گذاران در محل سازمان استان برگزار شد.

برگزاری سمینارهای آموزشی

سه سمینار آموزشی با عناوین دورسنجی ، ملاحظات محیطی با تاکید مرمت محیط در معادن و بررسی حضور آب زیرزمینی در معادن، مخاطرات و راهکارها، در پاییز امسال در سازمان استان و با حضور اعضای سازمان برگزار شد.

برگزاری افتتاحیهٔ دورهٔ راهنمایان طبیعت گردی استان

موسسهٔ هفت اقلیم مجری طرح آموزش راهنمایان طبیعت گردی استان، اولین کلاس آموزشی خود را در تاریخ ۱۳۹۴/۹/۲۳ و در محل سازمان استان برگزار کرد. این دوره با هدف تربیت راهنمایان تورهای گردشگری و توجه به مزیت توسعهٔ اقتصادی در این بخش برگزار می‌شود. مدرس این دوره محمد شریفی است.

چهارمین همایش و نمایشگاه فرصت‌های سرمایه‌گذاری در معدن و صنایع معدنی

زمان: ۹-۷ مهرماه ۱۳۹۴

مکان: تهران - بخش جنوبی مصلی امام خمینی

برگزارکننده: شرکت آرکا همایش پارس

با مشارکت : سازمان نظام مهندسی معدن ایران، وزارت صنعت، معدن و تجارت، سازمان توسعه و نوسازی معادن و صنایع معدنی ایران(ایمیدرو)، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی کشور

با پشتیبانی :

- موسسات تابعه وزارت صنعت، معدن و تجارت
- تشکل‌های صنفی و حرفه‌ای
- دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی مرتبط

EXPOPARS
Arka Hamayesh Pars Exhibition Co.

در بند ح از مادهٔ ۲۲ قانون نظام مهندسی معدن، "تلاش در جهت جلب مشارکت و تشویق به سرمایه‌گذاری اشخاص حقیقی و حقوقی در فعالیت‌های معدنی" به عنوان یکی از وظایف سازمان برشمرده شده است.

سازمان از سال ۱۳۹۱ تلاش‌های خود را به منظور انجام این وظیفه آغاز کرد و با برگزاری نشست‌های متعدد با مسئولان و کارشناسان دستگاه‌های ذی‌ربط، راهکارهای رشد سرمایه‌گذاری در بخش معدن و صنایع معدنی را بررسی کرد.

برگزاری همایش و نمایشگاه به عنوان یکی از راه‌های موثر برای معرفی توانمندی‌های معدنی ایران به منظور جلب مشارکت سرمایه‌گذاران داخلی و خارجی شناخته شد. به این ترتیب برگزاری همایش و نمایشگاه فرصت‌های سرمایه‌گذاری در معدن و صنایع معدنی در برنامهٔ سالانهٔ سازمان قرار گرفت.

استقبال خوبی که در سال‌های قبل به عمل آمد، سازمان را برآن داشت که تلاش خود را در این زمینه، گسترده‌تر و هدفمندتر کند.

همان‌طور که ذکر شد یکی از اهداف اصلی این برنامه، انجام وظیفهٔ قانونی سازمان مبنی برتشویق به سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های معدنی بود که بازخورد بخش‌های مختلف معدنی و استقبال فعالان اقتصادی داخلی و خارجی از فضای مثبت ایجاد شده و افزایش و رضایت شرکت‌های حاضر در دوره‌های بعدی نمایشگاه، حاکی از آن است که در اهداف خود موفق بوده است.

خوشبختانه چهارمین دورهٔ این رویداد بین‌المللی در سال ۱۳۹۴ مورد توجه فعالان اقتصادی و دانشگاه‌ها قرار گرفت و فراتر از حد انتظار سازمان بود.

نمایشگاه بین‌المللی سالانهٔ معدن و صنایع معدنی ایران و چهارمین همایش فرصت‌های سرمایه‌گذاری در معدن و صنایع معدنی ایران از ۷ تا ۹ مهرماه سال جاری و با مشارکت حداکثری فعالان اقتصادی و تولیدکنندگان این حوزه توسط سازمان نظام مهندسی معدن ایران و شرکت آرکا همایش پارس و با همکاری سازمان‌ها و نهادهای مرتبط برگزار شد.

این برنامه در سه بخش همایش، نمایشگاه و کارگاه‌های آموزشی برگزار شد.

همایش

در همایش که صبح روز ۷ مهرماه بود علاوه بر تعدادی از مسئولان بلند پایه در حوزه‌های ذی‌ربط، بیش ۶۰۰نفر از مدیران، کارشناسان و فعالان بخش معدن حضور داشتند.

حضور بیش از ۳۰ نفر از سفرا و نمایندگان سفارتخانه‌های کشورهای مختلف و همچنین هیئت‌های تجاری و میهمانان خارجی از دیگر ویژگی‌های این رویداد بین‌المللی بود.

هرمز ناصرنیا، (رئیس وقت سازمان نظام مهندسی معدن ایران) مهدی کرباسیان (رئیس هیئت عامل سازمان ایمیدرو)، محمد

خزاعی (معاون وزیر اقتصاد و رئیس سازمان سرمایه‌گذاری و کمک‌های فنی و اقتصادی ایران)، مدیر اروپا، آفریقا و خاورمیانه کمپانی افل اشمیت، سام درکیان، قائم مقام کمپانی اشمیت کرانتس آلمان و رضا اشرف سمنانی مشاور ارشد هولدینگ میدکو، سخنرانان این همایش بودند. با توجه به اهداف این برنامه، سخنرانان علاوه بر بیان دستاوردهای خود در زمینهٔ سرمایه‌گذاری در بخش معدن، ضمن بررسی وضعیت سرمایه‌گذاری در این حوزه، از پتانسیل‌ها، قابلیت‌ها و همچنین مسائل موجود در ایران برای سرمایه‌گذاری خارجی در کشور سخن گفتند. موضوع‌های ارائه شده توسط سخنرانان کاملاً منطبق با اهداف برنامه و در راستای جلب سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های معدنی بود. (فایل صوتی این سخنرانی‌ها در وب سایت مجله به نشانی www.imepub.ir موجود است)

کارگاه‌های آموزشی

در طول برپایی این برنامه ۱۰ کارگاه توسط متخصصان ایرانی و ۱۰ کارگاه توسط متخصصان خارجی به منظور ارائه آخرین دستاوردها در چهار محور طلا از اکتشاف تا فرآوری، عناصر نادر خاکی، تونل و فضاهای زیرزمینی و تجهیزات و ماشین‌آلات معدنی در دو کلاس مجزا و به طور هم‌زمان برگزار شد که با توجه به عناوین و محتوی بسیار مورد توجه قرار گرفتند. در مجموع بیش از ۴۵۰ نفر در این کارگاه‌ها شرکت کردند و برای ۲۰۰ نفر گواهینامه صادر شد.

نمایشگاه

نمایشگاه سالانهٔ معدن و صنایع معدنی نیز بیش از ۳۰درصد رشد نسبت به سال‌های گذشته را تجربه کرد. نمایشگاه در ۶

سالن مسقف و روباز و فضای کلی ۲۰۰۰۰مترمربع برگزار شد و قریب به ۲۰۰ شرکت داخلی و خارجی در نمایشگاه زمینه‌های فعالیت و خدمات خود را ارائه کردند که برخی از آنها به صورت هولدینگ و یا کمپانی‌های خارجی و متشکل از چندین شرکت زیر مجموعه بودند. یکی از نکات حائز اهمیت در این نمایشگاه مشارکت قوی بخش خصوصی فعال در حوزهٔ معدن بود. شرکت‌های خارجی حاضر نیز عمدتاً از آلمان، استرالیا، چین، ژاپن، لهستان، آمریکا، آفریقای جنوبی، عمان، روسیه، دانمارک، ترکیه و قزاقستان بودند. استقبال زیادی در نمایشگاه شد و بیش از ۴۰۰ نفر در مدت برگزاری از نمایشگاه بازدید کردند.

حضور چشم‌گیر هیئت‌های تجاری از کشورهای گوناگون در این برنامه نیز کاملاً مشهود بود. بنا به اذعان شرکت‌کنندگان در نمایشگاه، در طول مدت برپایی این نمایشگاه قراردادهای تجاری نیز با سرمایه‌گذاران در جریان بوده است. تحقق این امر نشان از تبیین اهمیت و تاثیر سازمان نظام مهندسی معدن به عنوان نهاد فراگیر در بخش معدن دارد. توجه به تجاری‌سازی پروژه‌های پژوهشی در حوزهٔ معدن نیز از دیگر برنامه‌هایی بود که در این دوره با جدیت بیشتری اجرایی شد.

برای دیدن آرشیو عکس‌های همایش و نمایشگاه به وب سایت مجله به نشانی www .imepub.ir مراجعه شود.

تقویم همایش‌ها

عنوان	تاریخ برگزاری	محل برگزاری	پایگاه اطلاع رسانی
اولین کنفرانس خدمات حفاری ایران	۳۰ دی الی ۱ بهمن ۹۴	مرکز همایش‌های صدا و سیما	http://www.drillingservices.ir
دومین کنفرانس ملی فناوری های معدنکاری	۳۰ دی الی ۲ بهمن ۹۴	دانشگاه یزد	http://confs.yazd.ac.ir/IMT/۲۰۱۶defauit.aspx
دومین نمایشگاه بین المللی فرصت‌های سرمایه گذاری در معدن / سیمان و متالورژی و صنایع وابسته کیش	۶ الی ۹ بهمن ۹۴	جزیرهٔ کیش	http://www.kish fair.com
بیست و سومین همایش بلورشناسی و کانی‌شناسی ایران	۷ الی ۸ بهمن ۹۴	دانشکدهٔ علوم زمین دامغان	http://conf.du.ac.ir/index.php/crystall
اولین کنفرانس مدیریت مخاطرات در معادن و فضاهای زیرزمینی	۲۷ الی ۲۹ بهمن ۹۴	تهران دانشگاه امیرکبیر	http://hmmu۱.ndri.ir
اولین نمایشگاه بین‌المللی فولاد کیش	۵ الی ۷ اسفند ۹۴	جزیرهٔ کیش	http://www.kishfair.com
همایش ملی ژئوتکنیک	۱۹ الی ۲۰ اسفند ۹۴	دانشگاه آزاد اسلامی واحد بافق	http://conference.bafgh-iau.ac.ir/Congress/UIPanel/Index
همایش ملی منابع معدنی و محیط زیست	۲۰ اسفند ۹۴	اصفهان	http://khuisf.ac.ir
دومین همایش ملی زمین‌شناسی و اکتشاف منابع	۲۰ اسفند ۹۴	شیراز	http:geoconf.ir
دهمین کنفرانس دانشجویی مهندس معدن	۷ الی ۹ اردیبهشت ۹۵	دانشگاه کاشان	http://۱۰smec.ir
اولین کنفرانس دانشجویی چالش‌های حوزهٔ معدن - محیط زیست	۲۸ الی ۲۹ اردیبهشت ۹۵	میاندوآب / مرکز آموزش عالی شهید باکری	http://mineengineering۹۳.vcp.ir

معرفی کتاب

نام کتاب: پیش تغلیظ و پرعیارسازی فیزیکی در فرآوری مواد معدنی

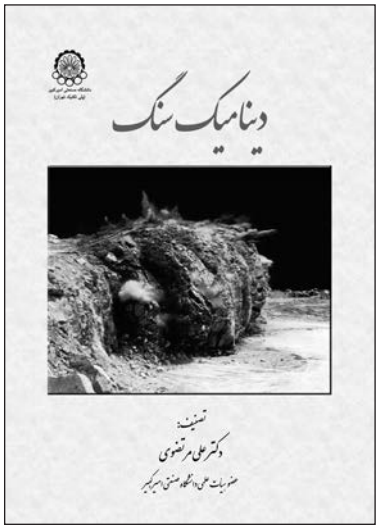
نویسنده: دکتر بهرام رضایی

ناشر: انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر

نوبت چاپ: اول

تاریخ چاپ: ۱۳۹۴

این کتـاب در ۶۱۸ صفحه و ۹ فصـل تهیـه شده است. فصل اول این کتاب به کلیات روش‌های پرعیارسازی و اهمیت آنها و فصل دوم، به فناوری جدید مایکروویو اختصاص دارد. در فصول سوم تا پنجم کتاب مباحث فراصوت، پالس‌های الکتریکی فشار قوی و فصل پنجم، سنگ جوری ارائه شده است. در فصول ششم و هفتم، روش‌های الکتریکی و الکترواستاتیکی و مغناطیسی، تشریح شده است. فصل هشتم به روش‌های ثقلی اختصاص داده شده و در فصل نهم، ارزیابی و تحلیل نتایج حاصل از آزمو ن‌های به‌کارگرفته در فرآیندها به تصویر کشیده شده است که نه تنها در پیش تغلیظ، بلکه در جداسازی فیزیکی نیز اهمیت زیادی دارد. در انتهای کتاب نیز واژه نامه انگلیسی – فارسی آمده است.



نام کتاب: دینامیک سنگ

نویسنده: دکتر علی مرتضوی

ناشر: دانشگاه صنعتی امیرکبیر

نوبت چاپ: اول

تاریخ چاپ: ۱۳۹۴

در بسیاری از پروژه‌های مهندسی، سنگ رفتار دینامیکی سنگ و فرآیند بارگذاری دینامیکی سازه یکی از مقوله‌های اصلی و کلیدی در طراحی سازه است. هدف اصلی این کتاب شناخت دقیق‌تر و کامل‌تر از رفتار دینامیکی و بارگذاری دینامیکی سازه‌های ژئومکانیکی است. در این کتاب ابتدا تعاریف و مفاهیم پایه در مکانیک عملی بیان شده و سپس قوانین حرکت و تئوری انتشار امواج الاستیک در اجسام جامد با تمرکز بر محیط‌های سنگی ارائه شده است. فصول اولیهٔ کتاب با تمرکز بر معادلهٔ موج و اندرکنش موج با ناپیوستگی‌ها متمرکز شده و نتایج حاصله از مطالعات نظری و تجربی و شرایط مرزی حاکم بر اندرکنش موج با ناپیوستگی‌ها تشریح شده است. سپس رفتار دینامیکی و بارگذاری دینامیکی سازه‌های ژئومکانیکی بررسی شده و پارامترهای دینامیکی طراحی سازه‌های سنگی ارائه شده است. بارگذاری ناشی از فرآیند انفجار، بارگذاری ناشی از زلزله و بارگذاری ناشی از ضربه بحث شده و در انتها کاربرد روش‌های لرزه‌ای در طراحی معادن و سازه‌های زیرزمینی عمیق نشان داده شده است.

آگهی‌ها، تبلیغات، معرفی، نیازمندی‌ها

شرکت‌ها و موسسات مرتبط می‌توانند فعالیت‌های خود را در این محل معرفی کنند.

شما می‌توانید آگهی‌ها و نیازمندی‌های خود را با درج لوگوی شرکت به مجله سفارش دهید

افراد حقیقی نیز می‌توانند خدمات تخصصی مرتبط با فعالیت‌های معدنی خود را در این صفحه درج کنند

برای کسب اطلاعات بیشتر با بخش پذیرش آگهی ها تماس گرفته شود.

به اطلاع خوانندگان گرامی می‌رسانیم، در تلاش هستیم تا بتوانیم مجله نظام مهندسی معدن را به جای فصلنامه به‌صورت دو ماهنامه منتشر کنیم. منتظر دریافت مقاله‌ها و مطالب حرفه‌ای شما هستیم.

فرم اشتراک

نام و نام خانوادگی: رشتهٔ فعالیت: نام شرکت:

مسئولیت: ○ مدیر ○ پرسنل ○ سایر

شماره مورد نظر برای شروع اشتراک:

نشانی: استان: شهرستان: تلفن:

خیابان:

کدپستی (حتماً قید شود):

برای اشتراک فصلنامهٔ نظام مهندسی معدن

هزینهٔ اشتراک ۴ شمارهٔ مجله و ارسال با پست سفارشی برای تهران ۲۰۰/۰۰۰ ریال و برای شهرستان‌ها ۳۰۰/۰۰۰ ریال است. خواهشمند است مبلغ فوق را به حساب جاری سیبا ۰۱۰۸۴۷۹۸۱۶۰۰۲ نزد بانک ملی به نام موسسهٔ انتشارات سازمان نظام مهندسی معدن واریز کنید. رسید بانکی را همراه با اصل یا فتوکپی فرم اشتراک به نشانی زیر ارسال یا فاکس کنید. لطفاً از ارسال وجه نقد، خودداری شود.

نشانی: تهران - خیابان استاد نجات‌الهی - خیابان اراک - پلاک ۶۰ - دفتر مجلهٔ نظام مهندسی معدن

تلفن: ۸۸۸۵۴۶۵۶ - ۸۸۸۵۴۶۸۶ - ۸۸۸۵۴۶۷۶