

## تحقیقات در صنایع معدنی

نصراله محمودی

مهندس کشوری معادن - استاد دانشکده فنی

**مقدمه** - منظور از انتشار این مقاله عبارتست از بیان کردن مسائل مربوط به درون معادن که در حال حاضر در سراز تحقیقات دنیای متمدن تحت مطالعه میباشند ولی قبلاً مختصری درباره طریقه های متداوله برای تحقیقات گفتگو میشود.

مسائل مختلف معدنی دارای یک جنبه مشترك میباشند و آن کهنه بودن موضوع ها است و از زمانیکه بشر شروع باستخراج معادن نموده همواره مطرح بوده اند و بنا بر این آنچه که سهل تر بوده زودتر مورد توجه و تحقیق قرار گرفته و مسائل مشکل برای امروز باقی مانده است و در ضمن چون دانش الکترونیک مبحث تازه ای را بوجود آورده است بکار بردن اصول آن در معادن تسهیلاتی در پیدا کردن راه حل مسائل فراهم میکند و برای بعضی از مسائل قدیمی نیز پاسخ های جدیدی بدست میدهد.

### الف - طرق مختلف تحقیقات

هدف از تحقیقات بهبودی بخشیدن به کارهای یک واحد صنعتی است که غالباً برای ادامه حیات آن واجب و ضروری است و باید در مدت هرچه کوتاه تر انجام یابد. تحقیقات را بطریقه های زیر انجام میدهند:

۱ - **طریقه تجربی** - در طریقه تجربی مسائل را بترتیبی که پیش میآید مورد بررسی قرار میدهند و با استفاده از مطالعات قبلی و با مطالعاتیکه دیگران در آن رشته انجام داده اند و یا با ترتیب دادن چند آزمایش به نتیجه لازم میرسند. این طریقه که بدون داشتن برنامه قبلی اجرا میشود برای حل مسائل فوری و کوچکی است که از طرف صاحبان صنایع به مرکز تحقیقات ارجاع میشود.

۲ - **طریقه اصولی** - در این طریقه تحقیقات را بر طبق برنامه معینی انجام میدهند و ممکن است مربوط به یک پدیده معدنی مانند: منبع اصلی گریزو - تصاعد آبی - فشارهای زمین - سیلیکوز و غیره و یا بطور فنی درباره یک دستگاه و یا یک روش مانند: اندازه گیری گریزو - لرزش ها - وسائل نگاهداری - اندازه گیری مقدار گرد ها و یا ماشین های حفاری و غیره باشد.

تحقیقات اصولی درباره پدیده های معدنی بدو حالت اجرا میشوند:

حالت اول: طریقه آماری - در این حالت آمار مربوط به پدیده را جمع آوری میکنند و کمیت و کیفیت

مشخصات آنرا اندازه گیری میکنند و بدون آنکه در جستجوی علل تغییرات مشخصات باشند وجوه مشترك و تشابه اصولی آنها را تعیین میکنند و ضمن فرض هائی که تصور میکنند چگونگی پدیده را مورد آزمایش های مکرر قرار میدهند و در نتیجه غالباً به قواعدی میرسند که میتوان آنها را جزو قوانین بشمار آورد و یا لاقلاً دستورالعمل هائی تدوین میکنند که بسیار مفید واقع میشود.

طریقه آماری بسیار مطمئن است ولی طولانی است زیرا اکثر اوقات برای تحقیق کننده امکان ندارد که بتواند عوامل مختلف پدیده را تغییر دهد و یا چند بار با شرایط مساوی آزمایش ها را تکرار کند و باید منتظر و مترصد بماند تا اگر اتفاقاً عوامل مربوطه بطور طبیعی تغییر کرد فوراً خواص لازم را اندازه گیری کند و یا با صرف هزینه و وقت زیاد به معادن و کارگاه های مختلف مراجعه کند.

میدان استفاده از نتایج حاصله از تحقیقات آماری محدود میباشد زیرا چنانچه گفته شد علل بروز پدیده مورد تجزیه و تحلیل واقع نمیشود و بنابراین قواعد موضوعه کلی نیست و اگر در یک معدن صادق باشد در نواحی دیگر ممکن است قابل اجرا نباشد.

حالت دوم: طریقه تحلیلی - در طریقه تحلیلی علل پیدایش پدیده را جستجو میکنند و خواص فیزیکی آنرا در جمیع جهات بررسی کرده و نسبت به مدل های کوچک آزمایش میکنند و سعی میکنند که قواعد و قوانینی بیابند که در داخل معدن نیز صادق باشد و برای این منظور اندازه گیری های مکرر و دامنه داری در کارگاه های مختلف مینمایند و صحت و سقم قوانین مذکور را تأیید میکنند. بدیهی است طریقه تحلیلی را موقعی میتوان بکاربرد که اندازه گیری عوامل مختلف پدیده ها امکان داشته باشد.

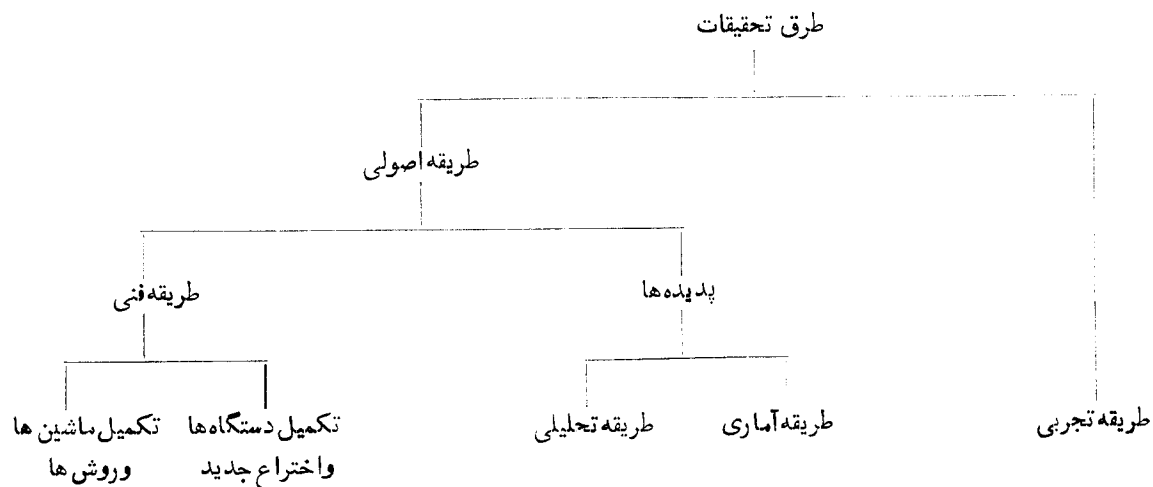
در حال حاضر چون تحقیقات مربوط به پدیده های ساده تر انجام یافته است برای باقیمانده آنها محتاج به دقت بیشتر و صرف هزینه زیادتر میباشد.

تحقیقات اصولی فنی درباره یک دستگاه و یا روش ها نیز برد و حالت زیر انجام میشود:

حالت اول: تکمیل و یا اختراع دستگاه ها - برای اندازه گیری خواص فیزیکی پدیده ها باید دستگاه هائی بکار برد که ممکن است موجود نباشد و لذا دستگاه های موجود را تکمیل میکنند و یا آنکه اصولاً دستگاه جدیدی بوجود میآورند و بنابراین این خود جنبه تحقیقاتی دارد و چه بسا که استعمال این دستگاه ها برای مراقبت در بهره برداری لازم و ضروری است.

حالت دوم: تکمیل ماشینها و روشها - این حالت شامل تحقیقاتی است که مستقیماً مربوط به بهره برداری میشود مانند تحقیقات درباره ماشین های حفاری - افزار کار - فرمان از دور - بدست آوردن اطلاعات از دور مربوط به کار ماشین ها - مراقبت از دور - ایمنی و غیره.

بنابراین مراتب شرح داده شده طریقه های تحقیقات را میتوان بصورت زیر خلاصه کرد:



برای انجام تحقیقات تنها در اختیار داشتن آزمایشگاه و وسائل کافی نیست بلکه مهتر از آن همان داشتن موضوع تحقیق است که صاحبان صنایع در پی حل مسائل آن میباشند و لذا ضمن وجود اعتماد متقابل بین تحقیق کننده و واحدهای صنعتی باید تماس دائمی بین آنان برقرار باشد و مخصوصاً اگر تحقیقات در دانشکده‌ای صورت بگیرد باید بین دانشکده و واحدهای صنعتی همکاری نزدیک وجود داشته باشد چنانچه در اغلب دانشکده‌های مهندسی کشورهای اروپائی و امریکائی کمیته‌هایی مرکب از استادان آن دانشکده و صاحبان صنایع تشکیل میشود که همواره ناظر بر برنامه‌های تعلیماتی و تحقیقاتی میباشند. واحدهای صنعتی مذکور علاوه بر کمک مالی میتوانند کمکهای معنوی نیز بنمایند چه که علم و دانش در انحصار دانشگاه‌ها نبوده و دانشمندان غیر دانشگاهی و مخصوصاً مهندسانی که در رأس واحدهای صنعتی قرار گرفته‌اند در این راه به پیشرفت‌های قابل توجهی نائل شده‌اند.

بطور کلی پس از تعیین موضوع تحقیق باید ابتدا تمام نشریه‌های مربوط را جمع‌آوری کرده و در صورت لزوم ترجمه میکنند و بعد دستگاه‌های اندازه‌گیری را بررسی و آماده میکنند و سپس مشغول تحقیق میشوند و نتایج حاصله را در معدن و یا در ساختمان ماشین معدنی بکار میبرند.

### ب - مسائل تحقیقاتی مربوط به درون معادن

۱ - مسائل مربوط به گریزو - نظر باینکه فکر معدن کار همیشه متوجه موضوع گریزو بوده و هست تحقیقات دامنه‌دار بهر طریقی که امکان داشته و دارد در پیرامون آن انجام داده میشود که مهمترین آنها بشرح زیر میباشند :

اول : اندازه‌گیری گریزو - در راه تکمیل و بوجود آوردن دستگاه‌های گریزوسنج کوشش بسیار شده و بجای سیم بقطر ۰ میلیکرون از پلاتین رودیه در گریزوسنج‌ها سیم بقطر ۰۸ میلیکرون از پلاتین خالص بکار میبرند و لذا عیارهای زیاد گریزو را نیز اندازه میگیرند. از طرفی در کوچک و سبک کردن دستگاه نیز تحقیقات بعمل آورده‌اند بطوریکه گریزوسنجی ساخته شده به بزرگی دوعدد قوطی کبریت و بوزن ۳۷ گرم که فعلاً در حال آزمایش میباشند. همچنین دستگاه‌هایی ساخته شده و تحت آزمایش میباشند که مراقب اتمسفر کارگاه

بوده و اگر مقدار گریزو در اتمسفر کارگاه از حدی (که دستگاه را برای آن تنظیم کرده‌اند) تجاوز کند اعلام خطر میکند (بوسیله سوت یا زنگ) و در ضمن میتواند جریان برق آن کارگاه یا بخش معدنی را قطع کند. از طرفی دیگر در حال حاضر در چند معدن، مراکز گریزوسنجی در بیرون معدن تأسیس شده که بوسیله دستگاه‌های گریزوسنج مخابره کننده بیش از ۱۰۰ نقطه از داخل معدن را تحت نظر دارد و هر چند ثانیه یکبار عیار گریزوی آنها را تعیین میکند این دستگاه‌ها در حال تکمیل میباشند و مطالعات درباره تعیین عیار گریزو به مقدار زیاد و یا تعیین سرعت جریان هوا از دور و مخابره آن به مرکز مراقبت ادامه دارد.

دوم: منبع اصلی گریزو - برای شناسائی منبع اصلی گریزو به طریقه آماری و تحلیلی عمل میکنند. از نظر آماری باید مشخصات عوامل مربوط مانند: وزن مخصوص - تغییرات فشار جو و مقدار استخراج روزانه و طریقه استخراج و طرز پر کردن محل استخراج و مقدار گریزوی متصاعد شده و غیره و هدف آنست که چگونگی تأثیر این عوامل را در طرز تصاعد گریزو معین کنند بطوریکه بتوان مقدار و روش تصاعد را در باره یک کارگاه جدید پیش بینی کرد. از نظر تحلیلی باید در آزمایشگاه عملیاتی انجام دهند مثلاً چگونگی ارتباط گاز گریزو با ذغال و یا قوانین تصاعد را تعیین کنند و بنابراین خواص فیزیکی مربوط به جذب شدن گریزو در ذغال و یا متصاعد شدن آن از ذغال را در شرایط مختلف درشتی ذغال و حرارت و درجه تخلخل و تنش‌ها و غیره بررسی میکنند و نتایج بدست آمده را عملاً در معدن بکار میبرند بطوریکه که قاعده‌ای برای کوچ کردن گریزو از لایه‌ای به لایه دیگر بدست آورند.

سوم: تهویه - در مورد تهویه در دو جهت تحقیقات میکنند که عبارتند از تعبیه و سائل اندازه گیری دقیق و سعی در بدست آوردن قوانین تهویه و مخصوصاً طریقه استفاده از آنها. در باره اندازه گیری‌ها هم اکنون دستگاه‌هایی در حال آزمایش است که سرعت‌های بسیار کوچک جریان هوا را تعیین میکند این دستگاه‌ها که موسوم به آنومتر است دارای پروانه‌ای بوزن ۱۰ گرم و دورشمار مجهز به سلول فتوالکتریک میباشد و یا آنومتری است که مانند گریزوسنج مخابره کننده میتواند سرعت هوا را از دور تعیین و مخابره کند.

قوانین تهویه تقریباً بدست آمده‌اند ولی مشکل موجود عبارتست از حل معادلات تهویه و استفاده از طریقه هاردی کروس و ماشین‌های حساب الکترونیک که محتاج به صرف وقت زیادی است و یافتن بهترین طریقه تهویه امکان ندارد از این جهت دستگاه‌های تشابهی ساخته‌اند که تغییرات عوامل آنها تابع قوانین تهویه میباشد و مسائل تهویه را در مدت بسیار کوتاه به بهترین وجهی حل میکند.

چهارم: تصاعد آبی - درباره چگونگی تصاعد آبی گریزو و یا انیدرید کربنیک دامنه تحقیقات بسیار وسیع است ولی تا کنون قاعده مشخصی یافت نشده که بتوان تصاعد آبی را قبلاً پیش بینی کنند.

پنجم: علل انفجار گریزو - بطور کلی دو عامل اصلی الکتریسیته و مواد منفجره سبب انفجار گریزو در معادن میباشند و لذا از نظر ایمنی تحقیقات زیادی بعمل آمده و وسائل الکتریکی ضد گریزو

ساخته شده است و همچنین برای بدست آوردن مواد منفجره مناسب کوشش شده و عوامل مربوط به آتشباری را مطالعه کرده‌اند و در حال حاضر در پیرامون انفجار در چال‌های مسدود شده بوسیله آب مشغول بررسی و تحقیق می‌باشند.

۲ - مسائل مربوط به زمین - مسائل مربوط به زمین که طرف توجه است بر سه قسم‌اند :

اول : فشارهای زمین - در این زمینه تحقیقات بطریقه آساری اجرا میشود و منظور از آن شناسائی شرایطی است که بر طبق آنها کارگاه‌ها و گالری‌ها سالم میمانند و بنابراین تغییرات همگرایی سقف را در زمانهای مختلف و با شرایط متفاوت تعیین مینمایند. دانستن قواعد مربوط به تغییرات همگرایی برای انتخاب مناسبترین وسیله نگاهداری و یا تعیین مقطع اولیه گالری‌ها بسیار مفید میباشد.

طریقه تجلیلی را در خصوص اندازه کارگاه‌ها در معادن آهن (طریقه اطاق و پایه) بکار برده‌اند و در آزمایشگاه مشخصات مکانیکی ماده معدنی و سقف و کف لایه را تعیین کرده و در نتیجه حداکثر عرض اطاقهای استخراج را تعیین میکنند.

دوم : ضربه سقف - سقف بعضی از لایه‌ها تولید فشارهای ناگهانی میکنند که غالباً خطرناک است و لذا تحقیقات در باره آن انجام میگردد و معمولاً خاصیت ارتجاعی لایه‌ها را مورد مطالعه و اندازه‌گیری قرار میدهند.

سوم : مسائل نگاهداری - در حال حاضر در اطراف وسائل نگاهداری متحرک و خودرو و فرمان ازدور آنها تحقیقات میکنند.

۳ - مسائل مربوط به حفاری - در باره ماشین‌های حفاری تحقیقات وسیعی انجام یافته و هنوز ادامه دارد و از آنجائیکه مشخصات طبیعی کانسار (ضخامت - سختی - شیب - منظم بودن و غیره) بسیار مختلف است مشکلات در ساختمان ماشین‌های حفاری آشکار میشود و در این راه به پیشرفت‌های زیر نایل شده‌اند :

اول : نوع و شکن افزارهای برنده - علاوه بر آنکه ترکیب شیمیائی انتهای افزار برنده در زماندندان مؤثر است شکل هندسی و طرز سرد کردن افزار و محلی را که در ماشین اشغال میکنند نیز بسیار مهم است و هم اکنون ماشین‌های حفاری مشغول بکارند که افزار برنده آنها با آب خنک میشود و محل آنها را بر حسب قاعده معینی تعیین میکنند. قدرت موتور این ماشین‌ها کمتر ولی دارای توانائی بیشتر بوده و تکه‌های درشت‌تری را حفر میکنند.

دوم : فرمان از دور - برای بدست آوردن ایمنی بیشتر و بنابراین دور ساختن کارگر متصدی ماشین در راه تعبیه کردن وسائل فرمان از دور کوشش زیادی میشود و با استفاده از اصول الکترونیک ماشینهای ساخته شده که بین جبهه کار و رشته ناوبری کار میکنند و فرامین لازم را (به تعداد ۹ تا ۱۳) از دور دریافت میکنند.

سوم : ماشین های جدید - برای استفاده در لایه های باریک و یا در لایه های پرشیب ماشینهای حفاری بطور نمونه ساخته شده و در حال آزمایش میباشند .

چهارم : استفاده از هیدرولیک - در ماشین های حفاری تا ممکن است از اصول هیدرولیک استفاده میکنند ولی اشکال بزرگی که در این راه وجود دارد آنست که تا کنون سیال مناسبی که نسوز باشد یافت نشده و در این مورد تحقیقات ادامه دارد .

۴ - مسائل مربوط به الکتریسیته - در این قسمت نیز تحقیقات بسیار وسیع انجام میشود که اصولاً بر سه دسته باین شرح تقسیم میشوند :

اول : ایمنی - شبکه برق در داخل معدن با شبکه های عادی که در خارج معدن نصب میکنند تفاوت دارد زیرا در داخل معدن تعداد انشعابها زیاد بوده و محل ماشینها دائماً در تغییر است و کابلها مربوطه در معرض ریزش سنگ قرار دارند و موتورها که عموماً از نوع با قفس موش خرما میباشد هنگام شروع به حرکت بی نظمی در شبکه تولید میکند و از طرفی دیگر چون اتمسفر معدن گرم و مرطوب و دارای گریز است و چون باید ایمنی برقرار بماند و مسائل مخصوصی لازم است که پس از تحقیقات قسمتی از آنها را بوجود آورده اند بطوریکه علاوه بر حفظ موتورها، و مسائل مذکور میتوانند محل یک اتصالی اتفاقی را از دور تعیین کنند .

دوم : استفاده از اصول الکترونیک - علاوه بر تعبیه و مسائل فرمان از دور هم اکنون و مسائل انتقال صدا در معدن دارای گریزوی ساخته شده که موسوم به پیکوفن و ژیگافن میباشند .

سوم : مراقبت از دور - مراقبت از دور را تله ویژیل مینامند و در معدن در حال توسعه میباشد . تله ویژیل عبارتست از مراقبت کردن در مورد کار ماشین و یا وسیله ای، از دور و لذا باید تعداد زیادی علائم که هر یک از آنها یکی از مشخصات را تعیین میکنند را با فاصله ای مخایره کنند این علائم مثلاً وضع کاریک ماشین حفاری و یا نوار باربری و یا مقدار ماده معدنی موجود در یک مخزن و یا تعداد واگن های خالی و پر موجود در یک گاراژ معدنی و غیره را تعیین میکنند و همچنین میتوان اطلاعات دیگری از دور بوسیله آن بدست آورد مثلاً تعیین فشار جریان برق در نقاط حساس یک شبکه و یا تعیین عیار گریز و یا سرعت هوا و غیره .

برای صرفه جوئی و احتراز از اشکالاتیکه سیم های متعدد بوجود میآورد علائم مذکور را بوسیله یک رشته سیم که معمولاً همان شبکه . . . ولتی معدن و سپس یک سیم تلفن تا خارج است انتقال میدهند و برای این منظور جریان برق با پس آمد . . . تا ۱۰ کیلوهرتزس به شبکه . . . ولتی معدن وارد میکنند و این جریان را بطریقی میبرند که در یک لحظه و با طول موج معینی میتوان ۶ نوع مختلف را مخایره کرد و چون از چند جریان با پس آمد مختلف استفاده میکنند دیده میشود که بوسیله یک سیم میتوان ۱۲ نوع علامت مختلف را در یک لحظه به فاصله ای مثلاً به بیرون معدن مخایره کرد .

وسائل مراقبت از دور در خود کار ساختن بعضی از عملیات معدنی مانند آب کشی - تهویه با بری  
و غیره تسهیلات زیاد فراهم میکنند .

۵ - مسائل مربوط به سیلیکوز - این بیماری را که اصولاً پنوموکونیوز می ناسند در اثر وجود  
گردهای مختلف در اتمسفر معدن تولید می شود و برای شناسائی و درمان آن تحقیقات ادامه دارد .  
از نظر پیش گیری نیز دستگاه هائی تعبیه شده که مقدار گرد معلق در هوا را تعیین میکنند و طریقه هائی  
که مانع از تولید شدن و انتشار گرد در اتمسفر معدن بشود نیز در حال آزمایش میباشد و هم اکنون طریقه های  
تزریق آب در لایه ها و آب پاش های مخصوص بموقع اجرا گزارده میشود .