

آزمایشگاه حفاری مکانیزه

آزمایشگاه حفاری مکانیزه دانشگاه تربیت مدرس، در سال ۱۳۹۴ راه‌اندازی شد. هدف از تاسیس این مرکز آزمایشگاهی، انجام تحقیقات بنیادی و کاربردی در زمینه حفاری مکانیکی و مکانیزاسیون در مهندسی معدن و تونل‌سازی با تمرکز بر روی مطالعات پژوهشی، طراحی، ساخت و توسعه آزمون‌های مرتبط با حفاری مکانیزه و ارائه خدمات تخصصی به صورت همزمان به جامعه دانشگاهی و صنعت حفاری مکانیزه کشور می‌باشد.

در این آزمایشگاه، آزمون‌های شاخص قابلیت حفاری و برش پذیری سنگ انجام می‌شود. در حال حاضر این آزمایشگاه قادر به ارائه خدمات مشاوره و تأمین خدمات علمی و آزمایشگاهی در زمینه‌های ذیل می‌باشند:

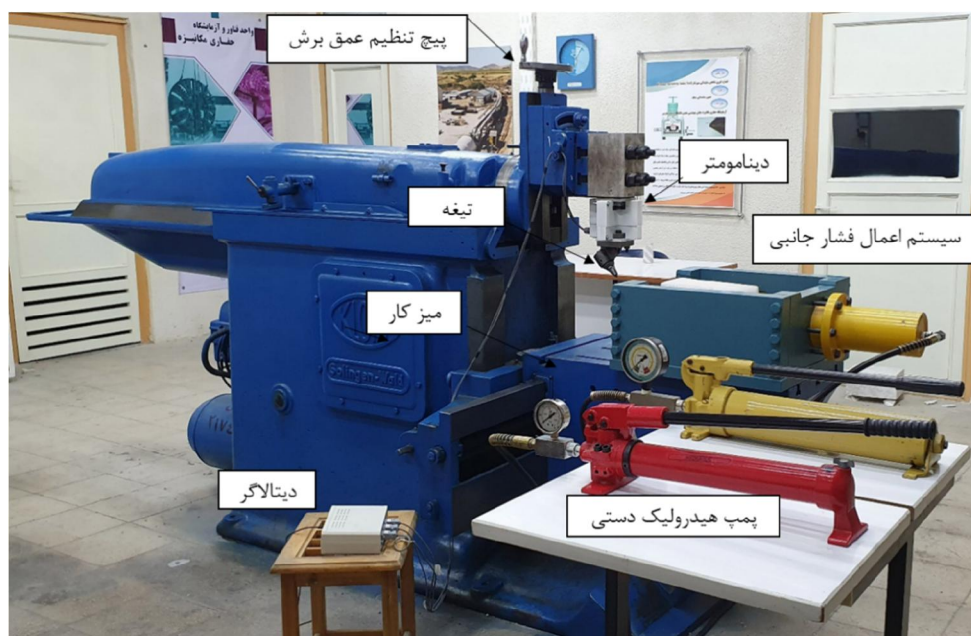
- انجام آزمون‌های شاخص حفرپذیری
- انجام آزمون برش پذیری سنگ با استفاده از ماشین برش خطی کوچک مقیاس ماشین با استفاده از سه نوع تیغه اسکانه‌ای، دیسکی و نوک‌قلمی
- آزمون اندیس ساینده‌گی سنگ با استفاده از دستگاه سرشار
- آزمون مقدار ساینده‌گی (نروژی) شامل AV, AVS و SAT
- تعیین شکنندگی سنگ با استفاده از آزمون نفوذ پانچ
- تعیین تردی سنگ با استفاده از آزمون S₂₀
- آزمون سختی و اجهشی سنگ با استفاده از چکش اشمیت
- تعیین سختی سطحی سنگ در مقابل نفوذ با استفاده از آزمون چالزن مینیاتوری
- تخمین عمر ابزار برش، تعیین شاخص سایش سرمته و نرخ حفاری در سنگ
- انتخاب نوع ماشین حفار، ابزار برش و تعیین پارامترهای طراحی کله حفار
- شبیه‌سازی فرآیند برش سنگ در روش‌های حفر مکانیکی
- تعیین پارامترهای طراحی ماشین‌های حفر مکانیکی شامل تجهیزات زغال تراش در معادن جبهه‌کار طولانی مکانیزه و ماشین‌های حفر تونل
- پیش بینی عملکرد ماشین‌های حفار مکانیکی شامل شیرر لودر، استخراج پیوسته، چالزن، حفار بازویی (رودهدر)، حفار چاه و دوپل و تونل‌بری

معرفی برخی از آزمون‌ها:

۱- آزمون برش خطی سنگ کوچک مقیاس

آزمون برش سنگ کوچک مقیاس یکی از آزمون‌های ساده و درعین حال پرکاربرد است که برای ارزیابی برش‌پذیری سنگ، کنترل و بهینه‌سازی فرایند برش، پیش بینی عملکرد و طراحی کله‌گی ماشین‌های حفاری در مهندسی معدن و عمران استفاده می‌شود.

هدف از انجام این آزمایش بررسی ارتباط بین نیروهای برش، حجم خرده سنگ حفاری و راندمان برش در آزمایشگاه و ارتباط آن با عوامل عملیاتی ماشین در شرایط واقعی است. این دستگاه شامل یک ماشین هیدرولیکی برای تأمین حرکت خطی، یک تیغه فولادی با هندسه و سختی مشخص برای ایجاد شیار روی سنگ، دینامومتر و دیتالاگر به ترتیب برای اندازه‌گیری و ثبت آنالین نیروهای برش و یک گیره برای استقرار نمونه است. در حال حاضر، امکان انجام آزمون با سه نوع تیغه اسکانه‌ای، دیسکی و نوک-قلمی وجود دارد.



با توجه به کاربرد و اهمیت آزمون برش سنگ کوچک مقیاس، بخش مهندسی معدن دانشگاه تربیت مدرس برای اولین بار در ایران اقدام به طراحی و ساخت تجهیزات این آزمون نموده است. این مدل از ماشین بر اساس دانش بومی و برای شرایط زمین‌شناسی کشور طراحی و ساخته شده است.

آماده‌سازی نمونه، سازوکار جمع‌آوری دقیق خرده‌های حاصل از برش سنگ، دقت و صحت نتایج دینامومتر، تفسیر دقیق نتایج و اطمینان از درستی انجام آزمون و نیاز به تکرار دفعات آزمایش، برش خطی سنگ کوچک مقیاس را به یکی از آزمون‌های دشوار با کار زیاد برای رسیدن به دقت مناسب تبدیل می‌کند.

۲- آزمون تعیین اندیس ساینده‌گی سرشار

آزمایش سرشار به عنوان آزمونی شاخص برای طبقه‌بندی ساینده‌گی سنگ بکار برده می‌شود. در طرح اصلاح شده وست (West) در سال ۱۹۸۹، پین و وزنه (بار مرده) ثابت بوده و نمونه سنگ حرکت داده می‌شود. پس از محکم کردن نمونه سنگ در گیره دستگاه، یک پین فولادی با سختی مشخص و با نوک مخروطی با زاویه نوک (رأس) ۹۰ درجه و تحت بار ۷۰ نیوتن (۷ کیلوگرم) به‌اندازه ۱۰ میلی‌متر طی مدت زمان مشخص روی سطح سنگ کشیده می‌شود. با این کار نوک پین در سنگ فرورفته و خراش (شیاری) ایجاد می‌کند. نوک پین در اثر خراش، حالت تیزی نوک خود را از دست داده و مقداری پهن می‌شود. مقدار پهن‌شدگی با یک میکروسکوپ با حداقل بزرگ‌نمایی 25X اندازه‌گیری می‌شود.

(mm)			(mm)	(mm/s)	(mm)	(درجه)	
۱۲۸	طرح اختلاط مشخص	NX	۶.۵	۰.۰۲۵۴	۳.۱۷۵	۱۲۰	مخروطی

۴- آزمون تردی سنگ S₂₀

این آزمون روش مناسبی برای اندازه گیری مقاومت سنگ در برابر خرد شدن بر اثر ضربات مکرر می باشد. برای انجام آزمون باید ابتدا نمونه سنگ به وسیله سنگ شکن فکی در ابعاد مناسب خرد شود و سپس سنگ های خرد شده را از الک شماره ۱۶ میلیمتر عبور داده و آن دست از نمونه هایی که روی الک شماره ۱۱.۲ میلیمتر باقی می ماند، برای آزمایش انتخاب می شود. بنابراین سائز دانه بندی نمونه های خرد شده بین ۱۶ تا ۱۱.۲ میلیمتر است. وزن نمونه، معادل ۵۰۰ گرم برای سنگ با چگالی ۲.۶۵ است. آزمایش به این صورت است که نمونه داخل هاون ریخته می شود و یک وزنه ۱۴ کیلوگرمی، ۲۰ بار از ارتفاع ۲۵ سانتی متری به نمونه اصابت می کند. درصدی از مواد که بعد از آزمایش از الک شماره ۱۱.۲ میلیمتر عبور می کند به عنوان مقدار تردی یا S₂₀ تعریف می شود. این آزمایش باید ۳ الی ۵ بار تکرار شود و با میانگین گیری، مقدار نهایی تردی به دست می آید. از نتایج این آزمون در تخمین پارامتر شاخص نرخ حفاری (DRI) نیز استفاده می شود.

مراحل طولانی آزمون از سنگ شکنی برای تأمین حداکثر سائز نمونه در بازه مورد نیاز، انجام سرنند قبل و بعد از ضربه، رعایت دقیق ارتفاع سقوط وزنه و نیاز به تکرار دفعات آزمایش، S₂₀ را به یکی از آزمون های پیچیده و نیازمند توجه و دقت بالا تبدیل می کند.

مشخصات آزمون تردی سنگ S ₂₀ در آزمایشگاه حفاری مکانیزه							
وزن نمونه اولیه (kg)	وزن نمونه هر آزمون (gr)	ابعاد نمونه (mm)	تعداد ضربه	سیستم اعمال ضربه	ارتفاع سقوط وزنه (cm)	شاخص تراکم	تعداد تکرار
۱۵-۲۰	۵۰۰±C	۱۶ <-- < ۱۱.۲	۲۰	اتوماتیک	۲۵	قابل ارائه	۳-۵

۵- آزمون چالخوری مینیاتوری سیورز جی (SJ)

این آزمایش توسط سیورز در سال ۱۹۵۰ توسعه داده شد. آزمون چالخوری مینیاتوری سیورز برای اندازه گیری سختی سطح سنگ (مقاومت در برابر فرورفتگی) است. آزمایش بر روی نمونه سنگ برش خورده انجام می شود. آزمایش به این صورت است که یک مته مینیاتوری با هندسه مشخص و با سرعتی معین، ۲۰۰ دور دوران می کند و یک چال در سنگ حفر می کند. بار اعمال شده برای حفر سنگ ثابت و معادل ۲۰ کیلوگرم است. این آزمون ۴ الی ۸ بار تکرار می شود و مقدار میانگین عمق چال های به دست آمده به عنوان مقدار سیورز جی (SJ) گزارش می شود.

نکته حائز اهمیت در این آزمون آن است که برای حصول نتایج دقیق، بایستی پس از هر آزمایش تمامی مته‌ها مجدداً و مطابق با استاندارد تیز شود. این کار با توجه به جنس این مته‌ها، باعث بالا رفتن قیمت تمام شده این آزمون می‌شود.

مشخصات آزمون چالخوری مینیاتوری سیورزجی (SJ) در آزمایشگاه حفاری مکانیزه						
تعداد تکرار	دقت اندازه‌گیری عمق چال (mm)	تعداد دوران	سرعت دوران (rev/min)	جنس مته	زاویه راس مته (گرادیان)	قطر مته (mm)
۴-۸	۰.۱	۲۰۰	قابل تنظیم- آزمون با سرعت ۱۸۰	کرباید تنگستن	۱۱۰	۸.۵

۶- آزمون مقدار ساینده‌گی نروژی (AVS)

در این آزمون مقدار سایش تیغه فولادی ساخته شده از جنس حلقه دیسک کاتر به عنوان معیاری برای ساینده‌گی سنگ در نظر گرفته می‌شود. در این آزمایش ذرات پودر شده سنگ با اندازه کوچکتر از یک میلیمتر بر روی صفحه دوار که با سرعت ۲۰ دور بر دقیقه در حال دوران است ریخته می‌شود. یک تیغه از جنس حلقه برش با ابعاد مشخص تحت بار ۱۰ کیلوگرمی با پودر ریخته شده بر روی صفحه دوار در تماس بوده و دچار سایش می‌شود. مقدار وزن از دست رفته تیغه آزمون به عنوان سایش آن در نظر گرفته می‌شود. این کار را برای دو تا چهار تیغه انجام داده و میانگین سایش‌های به دست آمده به عنوان مقدار سایش یا پارامتر AVS گزارش می‌شود.

مشابه آزمون SJ، پس از هر بار آزمایش قطعه کار بایستی از محل خود خارج شده و سطح سایشی مطابق با استاندارد تیز شود. این کار با توجه به سختی و ابعاد هندسی خاص قطعه کار باعث بالا بودن هزینه انجام این آزمون می‌شود. عدم رعایت دقیق استاندارد، نتایج غیرواقعی را به دنبال خواهد داشت.

مشخصات آزمون سایش نروژی (AVS) در آزمایشگاه حفاری مکانیزه							
تعداد تکرار	دقت اندازه‌گیری (gr)	تاثیر فوم روی سایش	سرعت دوران (rev/min)	نرخ جریان ذرات (gr/min)	ابعاد ذرات (mm)	جنس تیغه	ابعاد تیغه (mm)
۲-۴	۰.۰۰۱	قابل اندازه‌گیری	۲۰	۸۰	<۱	حلقه دیسک کاتر	۱۰*۳۰

همچنین آزمون AV با تیغه کرباید تنگستن و آزمون SAT برای خاک انجام می‌شود.