



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۸۶۲۹

چاپ اول

۱۳۹۳

INSO

18629

1st. Edition

2014

تعیین خصوصیات خزشی برجای سنگ -
روش آزمون

**Determination of In Situ Creep
Characteristics of Rock- Test Method**

ICS: 93.020

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است. تدوین استاندارد در حوزهای مختلف در کمیسیونهای فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و موسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمانهای دولتی و غیردولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیونهای فنی مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که موسسات و سازمانهای علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندیهای خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول تضمین کیفیت فرآورده ها و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای فرآورده های تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای فرآورده های کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمانها و موسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سامانه های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاهها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمانها و موسسات را بر اساس ضوابط نظام تایید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تایید صلاحیت به آنها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گران بها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«تعیین خصوصیات خزشی برجای سنگ - روش آزمون»

رئیس:

منوچهریان، سید محمد امین
(دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک سنگ)

سمت و/یا نمایندگی

شرکت ارجان پی

دبیر:

کولیوند، فرشاد
(دانشجوی دکتری مهندسی مکانیک سنگ)

شرکت زمین حفاران کاسیت

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اعظمی، محمدعلی
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک سنگ)

معدن مس سونگون اهر

امیری دهنو، مجید

(کارشناسی شیمی محض)

سازمان ملی استاندارد ایران

جوادی، حامد

(کارشناسی مهندسی نفت)

شرکت زمین حفاران کاسیت

شرفی، عنایت اله

(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

سازمان ملی استاندارد ایران

صداقت، اصغر

(کارشناسی ارشد مهندسی نفت)

شرکت پتروسرویس

طهماسبی، فرید

(کارشناسی مهندسی عمران)

آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان
لرستان

فرجون، محمد

(کارشناسی مهندسی عمران)

شرکت ساختمانی ارسا

کاووسی، بهزاد

(کارشناسی مهندسی عمران)

شرکت نیمرخ

مظفری، مهدی

(کارشناسی ارشد مکانیک سنگ)

شرکت پتروخمسه آسیا

شرکت ساختمانی پرلایت

ناظمی، حمید
(کارشناسی مهندسی عمران)

شرکت زمین حفاران کاسیت

ندری، کیانوش
(کارشناسی مهندسی عمران)

شرکت سنگسرای آذربایجان

نقی پور، رسول
(کارشناسی ارشد مکانیک سنگ)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
د	پیش‌گفتار
و	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ اصول آزمون
۳	۵ محدودیت‌ها و مشکلات
۴	۶ وسایل
۵	۷ اقدام‌های پیشگیرانه ایمنی
۶	۸ شرایط محل آزمون
۶	۹ روش انجام آزمون
۱۱	۱۰ محاسبات
۱۲	۱۱ گزارش آزمون
۱۴	۱۲ دقت و اریبی

پیش‌گفتار

استاندارد «تعیین خصوصیات خزشی برجای سنگ- روش آزمون» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط شرکت زمین حفاران کاسیت تهیه و تدوین شده و در پانصد و سی و هفتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۳/۰۸/۲۷ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن‌ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در مواقع لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی استفاده کرد.

منبع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ASTM D4553: 2008, Standard Test Method for Determining In Situ Creep Characteristics of Rock

تعیین خصوصیات خزشی برجای سنگ - روش آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد ارایه روش آماده‌سازی، تجهیزات، روش انجام آزمون و مستندسازی داده‌ها برای تعیین خصوصیات خزشی^۱ توده‌سنگ با استفاده از صفحه صلب در یک بارگذاری کنترل شده است. انجام این روش آزمون در یک بازکننده زیرزمینی طراحی شده است؛ اما این روش با اصلاحات مناسب در سطح زمین نیز قابل کاربرد است.

- این روش آزمون به طور معمول عمود یا موازی با محور اعمال فشاری انجام می‌گیرد (محورهای تنش‌های اصلی برجا)، که توسط بار طراحی دیکته می‌شود. همچنین ممکن است در سایر راستاها نیز انجام شود.

- نتایج این نوع روش آزمون برای پیش‌بینی خصوصیات تغییرشکل وابسته به زمان توده‌سنگ ناشی از بارگذاری کاربرد دارد. این روش ممکن است به نوع سنگ یا بار مورد انتظار یا هر دو بستگی داشته باشد.

- نتایج این آزمون به طور معمول در تحلیل طراحی سازه‌هایی به کار برده می‌شود که دوره زمانی بارگذاری بسیار طولانی دارند.

- به طور عموم، این روش آزمون در دمای محیط انجام می‌شود، اما می‌توان برای کاربرد در سایر دماها نیز تجهیزات را اصلاح یا جایگزین کرد.

- نتایج این روش آزمون ممکن است برای کنترل نتایج آزمون خزش آزمایشگاهی و نیز تحلیل‌های مدلسازی عددی سازه‌ای قابل کاربرد باشد.

یادآوری ۱- کیفیت نتایج به دست آمده در این استاندارد به صلاحیت شخص انجام‌دهنده آزمون، مناسب بودن تجهیزات و امکانات مورد استفاده بستگی دارد. به طور معمول نمایندگی‌هایی که معیارهای استاندارد بند ۲-۳ را در نظر می‌گیرند، قادر هستند با شایستگی و به طور علمی، آزمون/نمونه‌برداری/بازرسی و غیره را انجام دهند. به کاربران این استاندارد هشدار داده می‌شود که صرف انطباق با روش استاندارد بند ۲-۳، اطمینانی برای به دست آوردن نتایج قابل قبول وجود ندارد. نتایج قابل اطمینان به عوامل زیادی بستگی دارد؛ استاندارد بند ۲-۳ روشی برای ارزیابی برخی از این عوامل را فراهم می‌کند.

یادآوری ۲- خصوصیات خزشی تحت یک حالت تنش غیریکنواخت تعیین می‌شود.

یادآوری ۳- اگر در طی بررسی‌های برجا، خصوصیات وابسته به زمان تعیین شوند، آن‌گاه باید آزمون خزشی برجا اجرا شود.

یادآوری ۴- اگر تغییرشکل خزشی مورد انتظار در سنگ، در محدوده رواداری جابجایی جک‌های تخت است، می‌توان از وسایل بارگذاری صفحه انعطاف‌پذیر استفاده کرد.

هشدار - این استاندارد تمام موارد ایمنی مربوط به کاربرد این روش استاندارد را بیان نمی‌کند. بنابراین وظیفه کاربر این استاندارد است که موارد ایمنی و اصول بهداشتی را رعایت کرده و قبل از استفاده، محدودیت‌های اجرایی آن را مشخص کند. برای اقدامات پیشگیرانه خاص، بند ۷ را ببینید.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می‌شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۸۶۲۶، تعیین ضریب تغییرشکل‌پذیری برجای توده‌سنگ با استفاده از روش بارگذاری صفحه صلب - روش آزمون

2-2 ASTM D 653 Terminology Relating to Soil, Rock, and Contained Fluids

2-3 ASTM D 3740 Practice for Minimum Requirements for Agencies Engaged in Testing and/or Inspection of Soil and Rock as Used in Engineering Design and Construction

2-4 ASTM D 4403 Practice for Extensometers Used in Rock

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد بند ۲-۲، اصطلاحات زیر نیز به کار می‌رود.

۱-۳ خزش^۱

میزان جابجایی وابسته به زمان صفحه تحت فشار توسط بار عمودی ثابت، به عنوان خزش در نظر گرفته می‌شود. این رفتار به طور مستقیم به داده‌های آزمایشگاهی خزش مرتبط و وابسته نیست، زیرا تنش در توده‌سنگی که زیر صفحه بارگذاری قرار می‌گیرد، غیر یکنواخت است.

۲-۳ جابجایی^۱

حرکت صفحه صلب^۲، بالشتک ملاتی^۳ یا سنگ در پاسخ به بار اعمالی و در جهت اعمال بار را جابجایی گویند.

۳-۳ بار

به نیروی کل اعمالی بر روی سطح سنگ اطلاق می‌شود.

۴-۳ صفحه صلب

صفحه‌ای که در حداکثر بار آزمون، تغییرشکل خمشی مرکز آن نسبت به لبه‌ها کم‌تر از ۰٫۰۱۲۵mm (۰٫۰۰۰۵in) است.

۴ اصول آزمون

۱-۴ ناحیه دو سطح موازی بازکننده مورد آزمون مسطح و صاف می‌شود.

۲-۴ یک بالشتک ملاتی و صفحه فلزی صلب بر روی هر یک از سطوح مقابل هم قرار داده شده و یک سامانه بارگذاری هیدرولیک بین صفحات صلب، بر روی هر دو سطح قرار داده می‌شود.

۳-۴ دو صفحه صلب به سرعت و بدون وارد آوردن شوک، تحت بارگذاری خزشی مطلوب قرار داده می‌شود، بار روی آن ثابت نگه داشته شده و جابجایی صفحه به صورت تابعی از زمان اندازه‌گیری می‌شود.

۵ محدودیت‌ها و مشکلات

۱-۵ به طور معمول ساخت یک صفحه غیرمنعطف و صلب برای بارگذاری بر روی سطوح سنگ مشکل است. به هر حال اگر ضروری است صفحه تا حد امکان صلب ساخته شود، بهتر است سطح سنگ صاف شود و یک مصالح نازک و دارای مدول بالا به عنوان بالشتک استفاده شود، در این صورت خطا در جابجایی‌های اندازه‌گیری شده، به حداقل می‌رسد.

1 - Displacement
2 - Rigid Plate
3 - Grout Pad

۲-۵ به طور معمول سطح توده سنگ تحت بارگذاری، بر خلاف فرضیات نظری، همگن نیست. توده سنگ مطابق با ویژگی‌های تغییرشکل پذیری و جهات ناپیوستگی‌های همان ناحیه، واکنش خواهد داد. چنانچه در محاسبات از میانگین تغییرشکل صفحه استفاده شود، این مشکل کاهش می‌یابد. چنانچه این آزمون خزش بلافاصله پس از آزمون بارگذاری صفحه انجام می‌شود، نتایج آزمون متفاوت از نتایج آزمونی خواهد بود که بر روی سنگ دست نخورده انجام می‌شود.

۶ وسایل

۱-۶ تجهیزات آماده‌سازی سطح^۱، این تجهیزات شامل مجموعه‌ای از وسایل حفاری از قبیل دستگاه‌های حفاری، پتک و چکش‌های مخصوص می‌باشند. توصیه می‌شود در طی آماده‌سازی نهایی سطح آزمون، انجام عملیات آتشباری مجاز نباشد.

۲-۶ وسایل اندازه‌گیری

۱-۲-۶ وسایل اندازه‌گیری جابجایی^۲، برای اندازه‌گیری جابجایی از وسایلی مانند سنجنده‌های (گیج‌های) عقربه‌ای یا تراگذارهای^۳ (ترانس دیوسرهای) تفاضل متغیر خطی (LVDT)^۴ استفاده می‌شود. بهتر است دقت این وسایل با در نظر گرفتن خطای دستگاه‌های خوانش، $\pm 0.0025 \text{ mm}$ ($\pm 0.0001 \text{ in}$) و حساسیت آن‌ها $\pm 0.0013 \text{ mm}$ ($\pm 0.0005 \text{ in}$) باشد. در حالتی که مدول تغییرشکل پذیری توده سنگ بیش‌تر از 35 GPa است، خطای بالای 0.1 mm (0.004 in)، می‌تواند نتایج آزمون را از درجه اعتبار ساقط کند.

۲-۲-۶ سلول بارگذاری (بارسنج)^۵، توصیه می‌شود از یک سلول بارگذاری برای اعمال بار بر روی صفحه باربر استفاده شود. بهتر است با در نظر گرفتن خطای دستگاه‌های خوانش، سلول بار دقتی معادل حداقل $\pm 4.4 \text{ kN}$ ($\pm 1000 \text{ lb}$) و یا پنج درصد حداکثر بار آزمون داشته و حساسیت حداقل $\pm 2.2 \text{ kN}$ ($\pm 500 \text{ lb}$) داشته باشد. باید پایداری بلند مدت سامانه اندازه‌گیری، از طریق آزمون مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد.

۳-۶ تجهیزات بارگذاری

۱-۳-۶ بازوی هیدرولیکی یا جک‌های تخت^۶، این تجهیزات توانایی اعمال بار و نگه‌داشتن بار تا فشار مطلوب سه درصد را داشته و برای اعمال بار استفاده می‌شوند. باید یک یاتاقان کروی مناسب به یکی از

1 - Surface Preparation Equipment

2 - Displacement Measuring Equipment

۳- وسیله‌ای که انرژی یک نوع نشانک / سیگنال را به نوع دیگری از انرژی تبدیل می‌کند (Transducer).

4 - Linear Variable Differential Transformers (LVDT)

5 - Load Cell

6 - Hydraulic Ram or Flat Jacks

صفحات باربر متصل شود. در صورت استفاده از بازوی هیدرولیکی، باید اثرات اصطکاک بازو بر آزمون، با اعمال ضریب تصحیح، تعیین شود. در صورت استفاده از جک‌های تخت، توصیه می‌شود تغییرشکل‌های کلی، بیش‌تر از توانایی انبساطی جک تخت نباشد؛ به طور معمول این انبساط، حدود سه درصد قطر یک جک تخت فلزی است.

۲-۳-۶ تجهیزات بارگذاری شامل وسایلی برای اعمال بار و ستون‌های مهارکننده^۱ (به طور معمول لوله‌های آلومینیومی یا فولادی جدار ضخیم) برای انتقال بار هستند.

۳-۳-۶ تجهیزات ثابت نگه داشتن بار^۲، برای این منظور تجهیزاتی شامل یک سامانه خودکنترل^۳ یا سامانه هوا-روغن هیدرولیکی مورد نیاز است.

۴-۳-۶ بالشتک‌های باربر^۴، بالشتک‌های باربر باید دارای مدول الاستیسیته 30 GPa (4 MPsi) باشند و بتوانند سطح سنگ و صفحات بارگذاری را بر هم منطبق کنند. توصیه شده است که برای این منظور از سیمان زودگیر^۵ یا روش بتن‌ریزی بالشتک‌ها استفاده کرد.

۵-۳-۶ صفحات باربر^۶، در عمل صفحات باربر باید یک صفحه تقریباً صلب باشند. یک صفحه بارگذاری مطلوب در شکل ۱ نشان داده شده است. اگرچه ممکن است طرح دقیق و مصالح استفاده شده متفاوت با شکل ۱ باشند، اما حداقل صلبیت این صفحات بارگذاری باید به اندازه‌ای باشد که هنگام بارگذاری حداکثری روی این صفحات، انحنای قابل اندازه‌گیری نداشته باشند.

۷ اقدام‌های پیشگیرانه ایمنی

۱-۷ انطباق کلیه تجهیزات و وسایل با ویژگی‌های عملکردی بخش ۶، باید مورد بررسی قرار گرفته و وسایل اعتبارسنجی شوند. اگر هیچ الزامی در بخش ۶ بیان نشده است، توصیه‌های کارخانه سازنده تجهیزات می‌تواند راهنمای مناسبی برای اطمینان از عملکرد صحیح تجهیزات باشد، اما باید به کارایی کافی آن توجه شود. بررسی عملکرد تجهیزات، به طور معمول با واسنجی تجهیزات و سامانه‌های اندازه‌گیری انجام می‌شود (جدول ۱ را ببینید).

۲-۷ اجرای ایمنی با استانداردهای ایمنی قابل اجرا است. برای ممانعت از شکست‌های شدید سامانه فشار، باید خطوط فشار از هوا تخلیه شوند (هواگیری شوند).

-
- 1 - Reaction Members
 - 2 - Load Maintaining Equipment
 - 3 - Servo-Control System
 - 4- Bearing Pads
 - 5 - High Early Strength
 - 6 - Bearing Plates

۸ شرایط محل آزمون

۸-۱ باید سطحی که معرف ساختار زمین‌شناسی توده‌سنگ است، انتخاب شود. صفحات باید در بخش‌های با ساختار زمین‌شناسی مشابه قرار گیرند. طرح آزمون باید طوری طراحی شود که تاثیر عوارض زمین‌شناسی موضعی به روشنی قابل تشخیص باشد.

۸-۲ ابعاد صفحه باربر به زمین‌شناسی محل، فشار اعمالی و ابعاد بازکننده مورد آزمون، بستگی دارد. بهتر است قبل از حفاری بازکننده، این پارامترها مورد بررسی قرار گیرند. ابعاد بهینه بازکننده باید تقریباً شش برابر قطر صفحه بارگذاری باشد. به طور معمول قطری معادل ۰٫۵m تا ۱m (۱٫۵in تا ۳٫۲۵in) برای صفحه بارگذاری توصیه می‌شود. اما می‌توان با توجه به شرایط محل، از صفحه‌ای با سایر قطرهای نیز استفاده کرد.

۸-۳ اثرات ناهمسانگردی^۱ باید با انجام آزمون در جهات مناسب بررسی شود؛ به عنوان مثال در یک جریان بازالتی^۲، آزمون را در جهات عمود یا موازی با محور طولی ستون‌های جریان بازالتی، انجام داد.

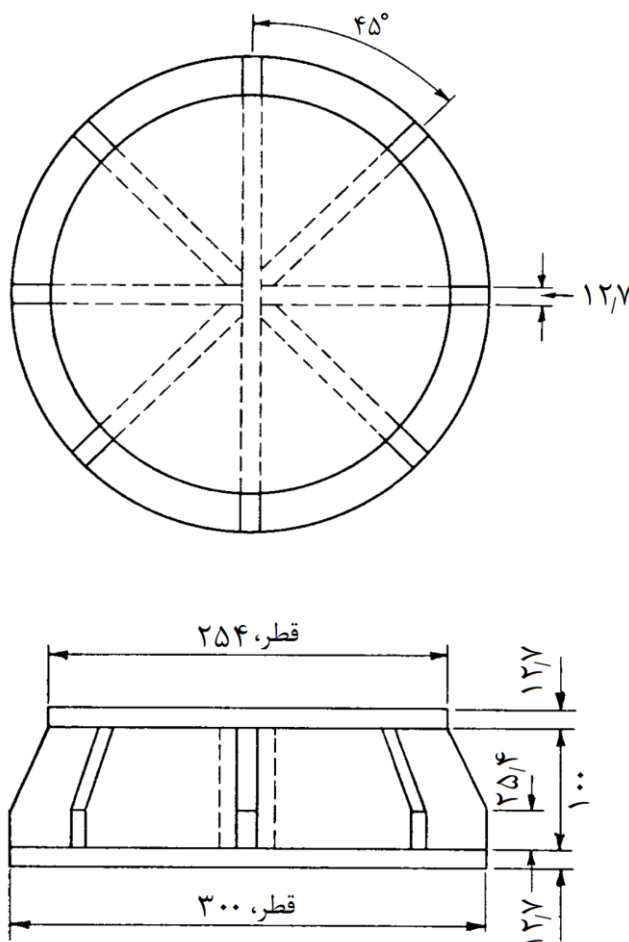
۸-۴ آزمون‌ها باید در محلی انجام شوند که تحت تاثیر تغییرات ناشی از حفاری بازکننده قرار نگرفته است. گستردگی منطقه‌ای از توده‌سنگ که در اثر بارگذاری تغییرشکل می‌یابد، به قطر صفحه بارگذاری و مقدار بار اعمالی بستگی دارد. صفحات بزرگ و بارهای زیاد، امکان اندازه‌گیری تغییرشکل‌ها در فاصله دورتری از سطح بازکننده را فراهم می‌سازد. بنابراین اگر سنگ اطراف بازکننده در اثر فرآیند حفاری دچار آسیب شده است، و هدف اولیه برنامه آزمون اندازه‌گیری خصوصیات خزشی سطح آسیب دیده بازکننده است، استفاده از صفحات با قطر کم در آزمون کفایت می‌کند.

۸-۵ ممکن است شرایط برجا دیکته کند که بلافاصله پس از حفاری، آماده‌سازی محل و ساخت بالشتک انجام شود.

۹ روش انجام آزمون

۹-۱ طرح شماتیکی از چیدمان تجهیزات آزمون در شکل ۲ نشان داده شده است. یک سکو که به خوبی محکم شده است (در شکل نشان داده نشده است)، موجب می‌شود بتوان کلیه اجزا آزمون را چیده و برپا کرد.

1 - Anisotropy
2 - Basalt Flow



یادآوری - کلیه درزها، به طور کامل جوش شده‌اند.

شکل ۱- طرح چیدمان آزمون صفحه باربر انعطاف‌پذیر

۲-۹ آزمون را در امتداد قطر یا وتر بازکننده با دو سطح باربر موازی هم و در صفحات عمود بر جهت بارگذاری انجام دهید.

۳-۹ آماده‌سازی سطح

۱-۳-۹ روش آماده‌سازی، سطح مورد آزمون توسط روشی که حداقل آسیب را به سطح سنگ وارد کند، آماده‌سازی شود. در آماده‌سازی اولیه سطح آزمون پرداخت شده، برای برداشتن قطعات سنگ باقیمانده درون چال‌های حفاری، ممکن است به سوراخ‌های کوتاه زیادی نیاز باشد. می‌توان قطعات سنگ باقیمانده درون چال‌های حفاری با استفاده از مهره زدن^۱ یا حرکت دادن سرتمه به جلو و عقب برداشت، تا زمانی که یک سطح صاف به دست آید.

جدول ۱- برگه پیش نویس داده های آزمون خزش برجا

شماره آزمون:		پروژه:			
نوع سنگ:		ویژگی:			
قطر صفحه بارگذاری:		محل آزمون:			
انجام دهنده آزمون:		جهت یابی آزمون:			
بار تحمل شده:					
تاریخ واسنجی بعدی		شماره سریال		توصیف تجهیزات	
جابجایی صفحه			دما	بار	زمان
شماره ۳	شماره ۲	شماره ۱			
خوانش جابجایی					
شماره ۳:	شماره ۲:	شماره ۱:	خوانش بار	زمان	
توضیحات:					
تاریخ:		ناظر آزمون:			
تاریخ:		مهندس پروژه:			

برای برداشتن زواید سنگی در سنگ‌های سخت و متراکم، روش آتشباری کنترل شده^۱ با خرج ویژه بسیار پایین توصیه می‌شود. در مصالح نرم‌تر نیز می‌توان از ساینده‌های زبر^۲ یا وسایل برشی استفاده کرد.

۹-۳-۲ ابعاد، بهتر است ابعاد سطح آماده‌سازی شده به گونه‌ای باشد که حداقل به اندازه نصف قطر جک تخت، از لبه‌های آن گسترش داشته باشد.

۹-۳-۳ کیفیت سنگ، سطح باربری را حتی‌الامکان در قسمت بکر سنگ آماده‌سازی کنید. مواد سست و شکسته از سطح حفاری برداشته شود. شکستگی‌های عمیق را می‌توان با توجه به صدای کم و خفه ناشی از ضربه چکش به سطح سنگ تشخیص داد، چنین مصالحی برداشته شوند.

۹-۳-۴ صافی سنگ، سطح آماده‌سازی شده سنگ را تا حد امکان صاف کنید. توصیه می‌شود پرداخت نهایی سطح به گونه‌ای باشد که اختلاف بین پستی و بلندی‌های آن از ۲۵mm (۱ in) بیش‌تر نباشد.

۹-۳-۵ تمیزی سنگ، پس از آماده‌سازی سطح، برای برداشتن هر گونه ذرات سست سنگ یا گرد و غبار ناشی از عملیات صاف کردن، آن را تمیز کرده و با آب تمیز شستشو دهید.

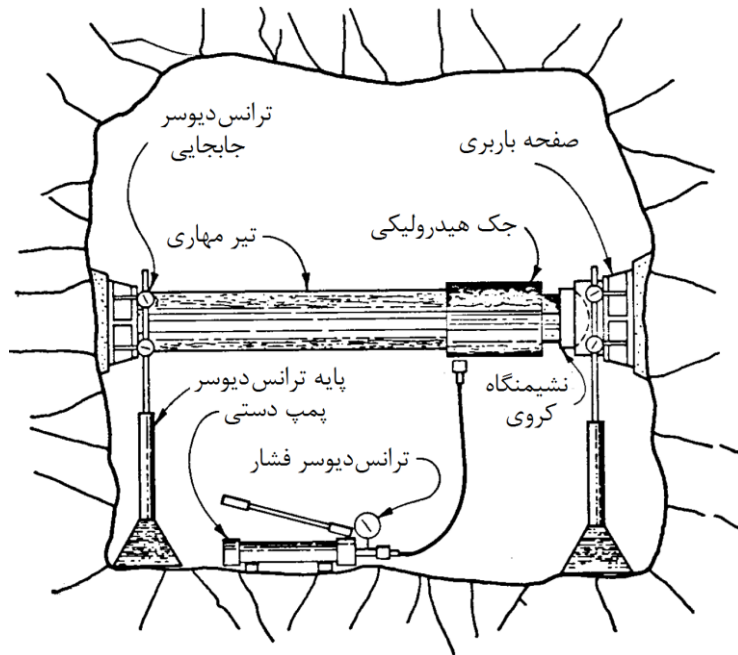
۹-۴ ساخت بالشتک باربر، در حالتی که صفحه باربر در محل خود قرار گرفته است، با ریختن مصالح بین سطح سنگ و صفحه باربر، بالشتک باربر را بسازید. مصالح ساخت بالشتک توسط قالب‌های مناسب اطراف لبه‌های صفحه نگه داشته شوند. این روش در مورد آزمون‌هایی که در جهات نزدیک به قائم (جایی که از بالشتک‌های سیمانی استفاده می‌شود) انجام می‌گیرند، قابل اجرا نیست. در چنین شرایطی صفحه باربر پایینی، قبل از گیرش سیمان، به طور مستقیم روی محل بالشتک قرار می‌گیرد. در کلیه حالات باید مراقب بود که هیچ گونه حفره یا حباب هوایی در بالشتک باقی نماند. ضخامت بالشتک نباید در هیچ قسمتی، از ۱۵ درصد قطر صفحه تخت بیش‌تر شود. الزامات ابعاد در شکل ۳ نشان داده شده است.

۹-۵ نقاط اندازه‌گیری جابجایی

۹-۵-۱ نقاط اندازه‌گیری سطحی، نقاط اندازه‌گیری جابجایی صفحه باربر، باید حداقل در سه موقعیت مختلف با فواصل مساوی اطراف صفحه قرار داده شوند. تراگذارهای جابجایی را طوری مستقر کنید که فقط جابجایی صفحه را اندازه‌گیری کنند. این بدان معناست که پایه ثابت تراگذارها در خارج از محدوده تاثیر بارگذاری قرار داده شوند. در هیچ حالتی نباید تراگذارها بر روی وسایل بارگذاری سوار شوند. نقاط و تجهیزات اندازه‌گیری، از قبیل آن چه در استاندارد بند ۲-۴ توصیف شده است، در امتداد بازکننده نصب شوند.

1 - Controlled Blasting

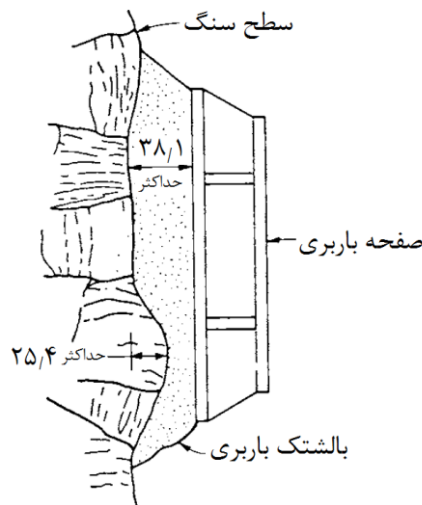
2 - Coarse Grinding



یادآوری - چال‌های حفاری شده نشان داده نشده‌اند

شکل ۲- طرح چیدمان آزمون بارگذاری صفحه صلب

ابعاد بر حسب میلی‌متر



شکل ۳- ابعاد مجاز سطح سنگ و بالشتک باربر

۶-۹ کنترل‌های قبل از آزمون، پس از نصب وسایل اندازه‌گیری در چال‌های حفاری شده، کلیه قسمت‌های مکانیکی، هیدرولیکی و الکترونیکی کنترل نهایی شده و از کارایی آنها اطمینان حاصل شود. این کنترل پس از نصب وسایل بارگذاری مجدداً تکرار شود. هم‌چنین بعد از ساخت بالشتک‌های بتنی و قبل از اولین بارگذاری، لازم است که کلیه اجزا مکانیکی، هیدرولیکی و الکترونیکی سامانه کنترل شود.

۷-۹ اعمال فشار (بارگذاری)

۱-۷-۹ کلیه وسایل اندازه‌گیری قبل از شروع بارگذاری صفر شوند.

۲-۷-۹ بار را به سرعت و بدون ایجاد ضربه و شوک تا رسیدن به مقدار مورد نیاز آزمون افزایش دهید. به طور معمول این کار در مدت یک دقیقه انجام می‌شود.

۳-۷-۹ بلافاصله پس از رسیدن بار به حد مورد نظر آزمون، خوانش تراگذارهای اندازه‌گیری جابجایی یادداشت شوند. سپس در فواصل زمانی مناسب و مشخصی مجدداً خوانش‌ها ثبت شوند. در طول وقوع پدیده خزش میرا (شکل ۴)، در هر چند دقیقه تا چند ساعت خوانش‌هایی انجام شود تا وقتی که نرخ جابجایی تقریباً ثابت شود. پس از آن باید خوانش‌ها به صورت روزانه و یا مطابق نظر مهندس انجام شود.

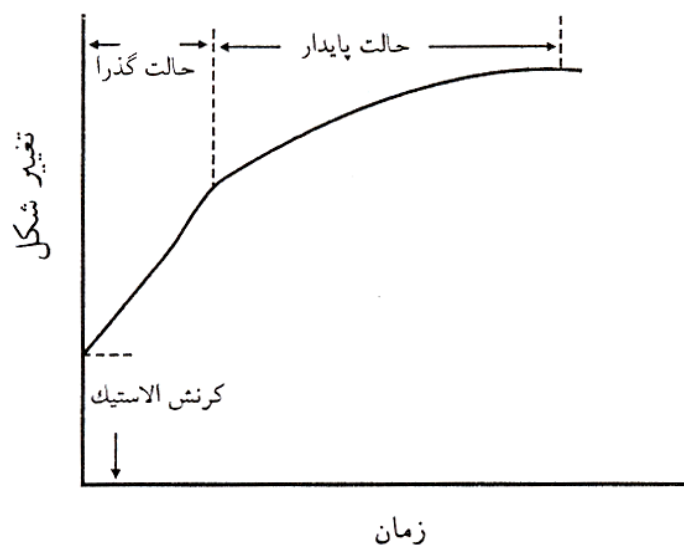
۴-۷-۹ هم‌زمان با خوانش جابجایی‌ها، مقادیر بار و درجه حرارت محیط را نیز یادداشت کنید.

۸-۹ داده‌ها، برای هر آزمون، داده‌های نشان داده شده در جدول ۱ را ثبت کنید.

۱۰ محاسبات

۱-۱۰ جابجایی در هر فاصله زمانی با میانگین‌گیری از سه خوانش ثبت شده در جدول ۱ برای جابجایی صفحه باربر، تعیین می‌شود.

۲-۱۰ متوسط منحنی جابجایی-زمان، مطابق شکل ۴ ترسیم می‌شود. چنانچه زمان آزمون طولانی است، ممکن است نیاز باشد که محور زمان به صورت لگاریتمی انتخاب شود.



شکل ۴- منحنی خزش

۱۱ گزارش آزمون

۱-۱۱ هدف این بخش ارایه حداقل الزامات مورد نیاز برای گزارش کامل و کاربردی است. قابل ذکر است که در صورت نیاز می‌توان اطلاعات بیش‌تری را به طور مناسب اضافه کرد و بعضی اقلام را تغییر داد. کاربردهای نتایج آزمون، فراتر از اهداف این روش آزمون است و ممکن است بخش داخلی از بعضی برنامه‌های آزمون باشد. در چنین مواردی، بهتر است یک بخش کاربردهای متناسب با فرمت توصیف شده زیر، در گزارش در نظر گرفته شود.

۲-۱۱ بخش مقدماتی گزارش، در این بخش اهداف و دامنه کاربرد آزمون و مشخصات مصالح مورد استفاده در آزمون تشریح شده است. بخش مقدماتی شامل موارد زیر است:

۱-۲-۱۱ هدف برنامه آزمون.

۲-۲-۱۱ موقعیت آزمون، شامل موقعیت محل و راستای تجهیزات آزمون است؛ نمودار گرافیکی محل آزمون توصیه شده است.

۳-۲-۱۱ پایه و اساس آزمون، ارایه دلایل منطقی برای انتخاب محل آزمون است

۴-۲-۱۱ محدودیت‌های برنامه آزمون، به طور کلی تشریح مشخصاتی از محل مورد نظر برای آزمون که با این مفروضات هم‌خوانی ندارد و محدودیت‌های استفاده از نتایج آزمون در این نواحی نیز باید توضیح داده شود.

۵-۲-۱۱ توصیف زمین‌شناسی محل آزمون، توصیه شده است که تشریح کامل شرایط زمین‌شناسی محل آزمون، هم قبل و هم بعد از آزمون شامل: لاگ مغزه‌ها، عکس مغزه‌ها، عکس از سطح آماده‌سازی شده آزمون و توضیحی در مورد صدمات موضعی ناشی از آتشباری و تشریح میکروسکوپی انواع سنگ ارایه شود. هم‌چنین عوارض ساختاری موثر در آزمون توصیف شود. رسم نقشه زمین‌شناسی محل آزمون، قبل و بعد از آزمون توصیه شده است.

۳-۱۱ بخش روش آزمون

۱-۳-۱۱ تجهیزات و وسایل، فهرست کاملی از کلیه تجهیزات مورد استفاده در آزمون شامل نام، شماره مدل، ویژگی‌های اساسی هر قطعه اصلی ارایه شود.

۲-۳-۱۱ فرآیند انجام آزمون، توصیف کاملی از گام‌های انجام شده در فرآیند واقعی آزمون ثبت شود.

۳-۳-۱۱ تغییرات، چنانچه تجهیزات یا فرآیندهای واقعی مورد استفاده در آزمون، نسبت به الزامات اشاره شده در این روش آزمون تغییر داده شوند، باید این تغییرات همراه با دلایل آن در این قسمت گزارش ثبت شود؛ همچنین تاثیر این تغییرات بر نتایج آزمون باید مورد بحث قرار گیرد.

۴-۱۱ مبانی نظری آزمون

۱-۴-۱۱ معادلات ساده‌سازی صورت مسئله (داده‌گاهی)^۱، کلیه معادلات ریاضی مورد استفاده برای ساده‌سازی صورت مسئله (داده‌گاهی) باید به وضوح ارائه شده و به طور کامل تعریف شوند؛ کلیه فرضیات در این معادلات یا محدودیت‌های کاربرد آن و نیز بحث در مورد تاثیر این‌ها بر نتایج آزمون، در این بخش یادداشت شود.

۲-۴-۱۱ اثرات ویژه در محل

۱-۲-۴-۱۱ فرضیات، اختلاف بین شرایط واقعی محل آزمون و شرایط فرض شده در معادلات ساده‌سازی صورت مسئله (داده‌گاهی) به طور دقیق بحث شود. تا حد امکان، تاثیر چنین اختلافاتی بر نتایج آزمون تخمین زده شود.

۲-۲-۴-۱۱ ضرایب تصحیح، هر ضریب یا روش اعمال شده بر روی داده‌ها برای تصحیح یک وضعیت غیر ایده‌آل، به طور کامل تشریح شود.

۵-۱۱ بخش نتایج

۱-۵-۱۱ جدول داده‌های برجها، یک جدول خلاصه شده شامل خصوصیات مصالح سنگی، بارهای تحمل شده که در آزمون‌های انجام شده محاسبه شده‌اند، جابجایی‌های ثبت شده و زمان متناظر با آن‌ها و عدم قطعیت‌ها یادداشت شود.

۲-۵-۱۱ نمایش گرافیکی، یک منحنی جابجایی- زمان برای هر بار تحمل شده یا برای هر نوع سنگ یا هر دو، ارائه شود.

۳-۵-۱۱ سایر اطلاعات، بهتر است که سایر انواع تحلیل‌ها و ارزیابی‌های زیر ارائه شود:

۱-۳-۵-۱۱ رابطه خزش نسبت به تنش اعمالی.

۲-۳-۵-۱۱ بحث در مورد وابستگی خزش به شرایط زمین‌شناسی.

۳-۳-۵-۱۱ مقایسه نتایج خزش آزمایشگاهی یا نتایج سایر روش‌های آزمون خزش برجها.

۴-۴-۵-۱۱ مقایسه نتایج با نتایج آزمون بر روی سایر انواع سنگ‌ها یا مطالعات قبلی.

۱۲ دقت^۱ و اریبی^۲

۱-۱۲ دقت، به علت ماهیت مصالح سنگی آزموده شده توسط این روش آزمون، در این زمان فراهم کردن چندین آزمون که ویژگی‌های یکنواختی داشته باشند، یا امکان‌پذیر نیست یا بسیار پر هزینه است. بنابراین، از آن جایی که نمی‌توان آزمون‌های با عملکرد مشابه را مورد آزمون قرار داد، نمی‌توان اختلاف بین آزمون‌ها را تعیین کرد، زیرا احتمالاً تغییرات مشاهده شده در نتایج فقط به علت تغییرات آزمون، اپراتور یا تغییرات آزمون آزمایشگاهی است.

۲-۱۲ اریبی، هیچ مقدار مرجع پذیرفته شده‌ای برای این آزمون وجود ندارد؛ بنابراین نمی‌توان اریبی را تعیین کرد.