



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۸۶۳۱

چاپ اول

۱۳۹۳

**INSO**

**18631**

**1st. Edition**

**2014**

تعیین تحمل بارگذاری بلندمدت  
پیچ‌سنگ - روش آزمون

**Determination of Long-Term Loading  
Retention of Rock Bolt - 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 پیشنهادهای 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)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> 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 تحمل بارگذاری بلندمدت پیچ‌سنگ - 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 پرلیت

ناظمی، حمید  
(کارشناسی مهندسی عمران)

سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی  
کشور

ناوی، پدرام  
(دکتری زمین‌شناسی)

شرکت زمین حفاران کاسیت

ندری، کیانوش  
(کارشناسی مهندسی عمران)

شرکت سنگسرای آذربایجان

نقی‌پور، 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
۳	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ اصول آزمون
۴	۵ وسایل
۵	۶ روش انجام آزمون
۷	۷ محاسبات
۹	۸ گزارش آزمون - ورق داده(ها) یا فرم(های) آزمون
۱۰	۹ دقت و اریبی

## پیش‌گفتار

استاندارد «تعیین تحمل بارگذاری بلندمدت پیچ‌سنگ - 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 D4436: 2013, Standard Test Method for Rock Bolt Long-Term Load Retention Test

## تعیین تحمل بارگذاری بلندمدت پیچ‌سنگ (میل‌مهار) - روش آزمون

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد ارزیابی روش آزمون برای تعیین مدت زمانی است که در آن، تنش کششی در پیچ‌سنگ از مقدار اولیه‌ای که در هنگام نصب داشته است، به مقدار حداقل طراحی شده کاهش می‌یابد.

- این روش آزمون در مورد کلیه سامانه‌های مهاری اعم از سامانه‌های مهاری مکانیکی، روان‌ملات سیمانی، رزینی (اپوکسی<sup>۱</sup>، پلی‌استر<sup>۲</sup> و موارد شبیه به آن) یا سایر سامانه‌های مشابه، قابل کاربرد است.

- پیچ‌سنگ‌ها برای نگهداری در انواع ساختگاه‌های مهندسی معدن و عمران کاربرد دارند. به طور معمول پس از نصب پیچ‌سنگ، بار اولیه در پیچ‌سنگ در اثر عواملی مانند تخریب دیواره‌های چال، خزش و سایر عوامل کاهش می‌یابد. به شرط حفاظت کامل پیچ‌سنگ بلافاصله پس از نصب، می‌توان از این فرآیند جلوگیری کرد. حفاظت پیچ‌سنگ به طور معمول با پمپ کردن روان‌ملات سیمان در چال انجام می‌شود، هر چند که ممکن است از رزین‌ها نیز استفاده شود. نرخ افت بار تعیین کننده فواصل زمانی است که باید پیچ‌سنگ را در طول اجرا نگهداری کرد.

در اجرای یک آزمون و برنامه‌ریزی برای آن، موارد زیر باید مد نظر قرار داده شوند:

الف- توصیه می‌شود آزمون‌های نگهداشت بار، بر روی کلیه سنگ‌هایی که در آن‌ها پیچ‌سنگ نصب می‌شود، انجام شود. در سنگ‌های ناهمسانگرد<sup>۳</sup> مانند سنگ‌های لایه‌ای<sup>۴</sup> یا متورق<sup>۵</sup>، بهتر است آزمون نسبت به ناهمسانگردی در راستای واقعی پیچ‌سنگ‌ها، انجام شود.

ب- برای هر نوع سنگ، در هر راستا و برای هر سامانه مهاری، لازم است که تعداد آزمون‌های کافی برای تعیین میانگین ظرفیت پیچ‌سنگ‌ها با عدم قطعیت<sup>۶</sup> ثابت در سطح اطمینان<sup>۷</sup> ۹۵ درصد انجام شود. محدوده عدم قطعیت مجاز به نوع پروژه وابسته است و دربرگیرنده پارامترهایی مانند کیفیت سنگ، عمر مورد انتظار برای پروژه و اهمیت سطوحی است که باید با پیچ‌سنگ تقویت و نگهداری شوند. تعیین میزان عدم قطعیت‌ها نیازمند قضاوت مهندسی خواهد بود. به عنوان یک راهنمای کلی، برای برآورده کردن الزامات آماری، حداقل شش مورد آزمون درازمدت، برای هر سری از متغیرها ضروری است.

- 
- 1 - Epoxy
  - 2 - Polyester
  - 3 - Anisotropic
  - 4 - Bedded
  - 5 - Schistose
  - 6 - Uncertainty
  - 7 - Confidence Level

ج- توصیه می‌شود بار طراحی و بار نصب روی پیچ‌سنگ، از قبل مشخص شده باشند. بار نصب روی پیچ‌سنگ، از ظرفیت پیچ‌سنگ که مطابق با استاندارد بند ۲-۱ تعیین می‌شود، کم‌تر است. بار طراحی نیز از بار نصب کم‌تر است؛ مقدار این بارها به ویژگی‌های سنگ و حداقل زمان لازم برای تزریق و حفاظت پیچ‌سنگ بستگی دارد. روش دیگر انجام آزمون این است که در فواصل زمانی از پیش تعیین شده بر اساس الزامات اجرایی ساخت، بار اعمال شود و سپس بار طراحی واقعی با استفاده از این اطلاعات تعیین شود.

**یادآوری ۱-** کیفیت نتایج به‌دست آمده در این استاندارد به صلاحیت شخص انجام‌دهنده آزمون، مناسب بودن تجهیزات و امکانات مورد استفاده بستگی دارد. به طور عموم 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، تضمینی برای حصول نتایج قابل قبول نیست. نتایج قابل اطمینان به عوامل زیادی بستگی دارد؛ استاندارد بند ۲-۳ روشی برای ارزیابی برخی از این عوامل را فراهم می‌کند.

**یادآوری ۲-** کلیه مقادیر مشاهده شده و محاسبه شده باید مطابق با راهنماهای ارقام معنی‌دار و گرده شده، ارایه شده در استاندارد بند ۲-۴، باشند. فرآیندهای استفاده شده در این استاندارد برای تعیین میزان داده‌هایی که جمع‌آوری، محاسبه و یا یادداشت می‌شوند، بر اساس استانداردهای صنعتی هستند. به علاوه، آن‌ها معرف ارقام معنی‌داری هستند که بهتر است نگه داشته شوند. فرآیندهای استفاده شده، تغییرات مصالح، هدف از به‌دست آوردن داده‌ها، مطالعات اهداف خاص یا هر بررسی در مورد اهداف کاربران، را مورد بررسی قرار نمی‌دهد؛ و به طور طبیعی کاهش یا افزایش ارقام با معنی در داده‌های ثبت شده، باید متناسب با این ملاحظات باشد. بررسی ارقام معنی‌دار مورد استفاده در روش‌های تحلیلی طراحی مهندسی، فراتر از اهداف این استاندارد است.

**یادآوری ۳-** مشخصات موضعی سنگ مانند زبری چال و شکستگی‌های ایجاد شده، مهم‌ترین عوامل تعیین کننده میزان افت بار در پیچ‌سنگ هستند. برای به‌دست آوردن مقادیر واقعی، بهتر است چال‌های آزمون با روشی مشابه همان روش اجرا شده در مرحله ساخت پروژه، حفاری شوند.

**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.

## 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 ۱۸۶۳۰، آزمون کشش برای تعیین ظرفیت باربری پیچ‌سنگ - 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 6026 Practice for Using Significant Digits in Geotechnical Data

### 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 بار

به نیروی محوری کل اعمال شده بر روی پیچ‌سنگ اطلاق می‌شود.

#### ۲-۳ بار طراحی<sup>۱</sup>

به بار تعیین شده برای پیچ‌سنگ در طی عمر پروژه اطلاق می‌شود.

#### ۳-۳ بار نصب<sup>۲</sup>

به باری که بلافاصله پس از نصب بر روی پیچ‌سنگ وارد می‌آید، اطلاق می‌شود.

#### ۴-۳ زمان خودایستایی<sup>۳</sup>

مدت زمانی است که در آن، بار روی پیچ‌سنگ از مقدار اولیه‌ای هنگام نصب، به مقدار طراحی شده کاهش می‌یابد.

### ۴ اصول آزمون

پیچ‌سنگ با روش و شرایط و در مصالحی مشابه شرایط صحرائی پروژه مورد آزمون، نصب می‌شود. بار روی پیچ‌سنگ در یک دوره زمانی، به طور معمول چندین هفته‌ای، پایش می‌شود.

---

1 - Design Load  
2 - Installation Load  
3 - Stand Time

## ۵ وسایل

۱-۵ سلول بارسنج<sup>۱</sup>، برای اندازه‌گیری کشش در پیچ‌سنگ باید از سلول بارسنج استفاده شود. سلول بارسنج ممکن است از نوع مکانیکی، فوتوالاستیکی<sup>۲</sup>، هیدرولیکی، الکترونیکی یا بالشتک هوای فشرده لاستیکی<sup>۳</sup> باشد. بارسنج نوع الکترونیکی توصیه شده است. سلول بار با احتساب خطاهای القایی و سامانه خوانش، باید حداقل دقت  $\pm 890\text{N}$  ( $\pm 200\text{lbf}$ ) و حداقل حساسیت  $445\text{N}$  ( $100\text{lbf}$ ) داشته باشد.

۲-۵ سامانه‌های مهاری<sup>۴</sup>، مهاری‌های مورد استفاده در آزمون باید از فرآورده‌های استاندارد کارخانه سازنده باشد. برای اطمینان از عدم آسیب‌دیدگی مهاری‌های مکانیکی، باید آن‌ها را بررسی کرد. روان‌ملات یا رزین مصرفی باید تازه بوده و از قوطی‌های دربسته مصرف شوند. اگر باید مهاری‌های روان‌ملاتی مورد آزمون قرار گیرند، مطمئن شوید که ابعاد خشاب یا مخزن رزین<sup>۵</sup> با قطر چال، قطر میله پیچ‌سنگ و طول لنگرگاه مورد نیاز، سازگاری و مطابقت داشته باشد. برای به‌کارگیری لنگرگاه روان‌ملات تزریق شده، مطمئن شوید که تجهیزات و سامانه‌های اختلاط و تزریق، به طور کامل مطابق با توصیه‌های کارخانه سازنده باشند.

۳-۵ پیچ‌سنگ و ملحقات آن<sup>۶</sup>، قطر و مقاومت پیچ‌سنگ باید به اندازه‌ای باشد که در طول آزمون از محدوده الاستیک خود خارج نشود. ممکن است برای حفظ محوریت بارسنج، به صفحات باربری استاندارد، واشرها و سایر موارد مشابه نیاز باشد. در سطوح خیلی ناهموار مطلوب است از یک نشیمن‌گاه کروی<sup>۷</sup> استفاده شود. در سامانه مهاری که از پیچ‌سنگ‌های روان‌ملاتی یا رزینی استفاده می‌شود، باید طول تزریق نشده پیچ‌سنگ‌ها کاملاً، برابر باشد.

۴-۵ تجهیزات حفاری<sup>۸</sup>، انواع مشابه تجهیزات حفاری و سرمته‌های حفاری که در طی فاز اجرای پروژه برای نصب پیچ‌سنگ‌ها استفاده شده‌اند، باید با همان عملیات برای حفاری چال‌های آزمون استفاده شوند.

۵-۵ آچار اندازه‌گیری پیچش<sup>۹</sup>، چنان‌چه از مهاری‌های مکانیکی با پوسته انبساطی استفاده می‌شود، برای نصب آن‌ها نیاز به یک آچار اندازه‌گیری پیچش است. این آچار هم‌چنین برای بارگذاری روی پیچ‌سنگ مورد

- 
- 1 - Load Cell
  - 2 - Photoelastic
  - 3 - Rubber Compression Pad
  - 4 - Anchor Systems
  - 5 - Resin Cartridge
  - 6 - Rock Bolt and Accessories
  - 7 - Spherical Bearing
  - 8 - Drilling Equipment
  - 9 - Torque Wrench

استفاده قرار می‌گیرد. آچار اندازه‌گیری پیچش باید دارای حداقل ظرفیت اهرم ۲۰ درصد بیش‌تر از گشتاور نصب مهاری باشد، که توسط سازنده ارایه می‌شود. آچار اندازه‌گیری پیچش باید دارای حداقل دقت گشتاور دو درصد خوانش ظرفیت حداکثر بوده و حداقل حساسیت یک درصد خوانش ظرفیت حداکثر را داشته باشد.

۵-۶ سامانه کشش هیدرولیکی<sup>۱</sup>، به عنوان روش جایگزین آچار، می‌توان از یک بازوی هیدرولیکی و تکیه‌گاه برای ایجاد بار کششی در پیچ‌سنگ استفاده کرد.

۵-۷ سنجنده (گیج) اندازه‌گیری قطر چال<sup>۲</sup>، برای اندازه‌گیری قطر چال در محل مهاری، باید از یک سنجنده (گیج) استفاده شود. این وسیله باید حداقل دقت  $\pm 0.5\text{mm}$  ( $\pm 0.02\text{in}$ ) و حداقل حساسیت  $\pm 0.25\text{mm}$  ( $\pm 0.01\text{in}$ ) را داشته باشد.

۵-۸ دماسنج، اگر لنگرگاه چسبی یا روان‌ملات سیمانی مورد آزمون قرار داده می‌شود، برای اندازه‌گیری دما در چال، از یک دماسنج استفاده شود. هم‌چنین در زمان تزریق روان‌ملات یا رزین، باید دمای آن اندازه‌گیری شود. دماسنج باید حداقل دقت  $\pm 0.1^\circ\text{C}$  ( $\pm 0.5^\circ\text{F}$ ) و حداقل حساسیت  $\pm 0.5^\circ\text{C}$  ( $\pm 1^\circ\text{F}$ ) داشته باشد.

یادآوری- ارایه دقت و حساسیت دماسنج بر حسب هر دو یکای فارنهایت و سلسیوس به این خاطر است که از هر نوع دماسنج، که الزامات ارایه شده در مورد دقت و حساسیت را داراست، می‌توان استفاده کرد. مقادیر سلسیوس به طور مستقیم از روی مقادیر فارنهایت به‌دست نیامده‌اند.

## ۶ روش انجام آزمون

۶-۱ ناحیه مورد آزمون را در منطقه‌ای انتخاب کنید که از حفاری‌های آتی تاثیر نپذیرد، به گونه‌ای که پاسخ سنگ به تغییرات تنش بتواند تغییرات بار در پیچ‌سنگ ایجاد کند.

### ۶-۲ حفاری چال آزمون<sup>۳</sup>

۶-۲-۱ چال آزمون را با همان روشی که در طی عملیات ساخت انجام می‌شود، حفاری کنید. داخل چال باید با آب یا جریان هوا به طور کامل تمیز شده و خرده سنگ‌ها خارج شوند.

---

1 - Hydraulic Pulling System  
2 - Borehole Diameter Measuring Gauge  
3 - Test Hole

۲-۲-۶ نیازی نیست که عمق چال مساوی طول پیشنهادی پیچ‌سنگ باشد. فقط لازم است که عمق آن به اندازه‌ای باشد که محل قرار گرفتن مهری، خارج از محدوده دست خورده در اثر حفاری قرار گیرد و با ویژگی‌های سازنده به منظور کارایی بهینه، با توجه به قابلیت تطابق با شرایط واقعی برجا، مطابقت داشته باشد. در مورد مهری‌های مکانیکی، انتهای چال باید  $0.3m$  (۱ft) جلوتر از نقطه اتصال مهری به سنگ باشد. به طور معمول چالی با طول تقریبی  $1.8m$  (۶ft) متر مناسب است.

۳-۲-۶ داخل چال توسط یک چراغ قوه یا آئینه (برای انعکاس نور خورشید به داخل چال) به صورت چشمی بررسی شود. چنانچه بیش از نیمی از چال قابل رویت نیست، آن چال به اندازه کافی برای آزمون کشش، مستقیم‌الخط نیست و نباید از آن چال استفاده شود.

۴-۲-۶ قطر چال آزمون را در دو جهت عمود بر هم، در ابتدا و انتهای محل قرارگیری چال مهری، با استفاده از قطرسنج در چهار نقطه اندازه‌گیری کنید.

۳-۶ آماده‌سازی مهری‌ها<sup>۱</sup>، هر گونه عملیات آماده‌سازی مثل گریس‌زدایی<sup>۲</sup> یا زنگ‌زدایی<sup>۳</sup> که در مرحله اجرا روی پیچ‌سنگ انجام خواهد شد، باید در انجام آزمون نیز به همان ترتیب صورت گیرد. اگر هیچ عملیاتی در طی مرحله اجرا بر روی پیچ‌سنگ انجام نمی‌شود، مهری‌های آزمون را آماده‌سازی نکنید.

#### ۴-۶ نصب مهری<sup>۴</sup>

۱-۴-۶ در صورتی که از مهری مکانیکی استفاده می‌شود، انتهای پیچ‌سنگ کمی روغن‌کاری شده و به مهری بسته شود. پس از نصب نیز برای محکم کردن مهری، با اعمال مقدار گشتاور مشخصی که توسط سازنده توصیه شده است، پیچ‌سنگ محکم شود. با کمک یک جفت مهره که در انتهای میله قرار گرفته است، می‌توان گشتاور را بدون تولید بار محوری در پیچ‌سنگ، اعمال کرد. اگر به علت لغزش چرخشی ناشی از گسیختگی برشی در سنگ، امکان رسیدن به گشتاور پیشنهادی کارخانه سازنده وجود ندارد، بهتر است حداکثر گشتاور اعمال شده یادداشت شده و مهری بعدی تا ۸۰ درصد این مقدار بارگذاری شود. چنانچه در اثر اعمال گشتاور، مهری در چال دچار چرخش شود، دیگر روی آن مهری آزمون انجام نشود. در کلیه موارد، هر گونه لغزش یا سایر رفتار غیرعادی را در برگه ورق‌داده‌های آزمون (جدول ۱) ثبت کنید.

۲-۴-۶ مهری‌های روان‌ملاتی سیمانی یا رزینی مطابق با توصیه‌های کارخانه سازنده، نصب شوند.

- 
- 1 - Preparation of Anchors
  - 2 - Degreasing
  - 3 - Rust Removal
  - 4 - Setting the Anchor

۳-۴-۶ دمای چال در ناحیه مهاری، دمای چسب یا روان‌مالات در زمان تزریق و دمای هوای محیط با تقریب نزدیک به  $0.5^{\circ}\text{C}$  ( $1^{\circ}\text{F}$ )، را اندازه‌گیری و یادداشت کنید. مطلوب است که مهاری‌های آزمون تحت همان شرایط دمایی که در عملیات اجرایی پروژه مورد انتظار است، در جای خود قرار داده شده و نصب شوند. زمان مورد نیاز برای عملیاتی شدن مهارکنندگی چسب یا رزین برای رسیدن به مقاومت‌های طراحی، به دما وابسته بوده و ممکن است به طور قابل توجهی متغیر باشد. برای گرفتن توصیه‌هایی در مورد زمان گیرش چسب یا روان‌مالات تحت شرایط دمایی مختلف، به توصیه‌های کارخانه سازنده توجه کنید. برای ارزیابی تاثیر زمان گیرش بر مقاومت نهایی، زمان‌های گیرش در شرایط دمایی یکسان ممکن است بین یک تا پنج روز متغیر باشد. برای ارزیابی تاثیر طول میله تزریق شده بر مقاومت مهاری، بهتر است چندین طول مهاری تحت شرایط دمایی و زمان گیرش یکسان، مورد آزمون قرار داده شوند.

#### ۵-۶ بارگذاری پیچ‌سنگ

۱-۵-۶ توصیه می‌شود برای کشیدن پیچ‌سنگ از آچار پیچش استفاده شود. هم‌چنین می‌توان برای بارگذاری کششی، از سامانه کشش هیدرولیکی کمک گرفت. برای این منظور، یک میله کشنده را به سر میله رزوه شده پیچ‌سنگ متصل کنید. بار کششی را به صورت هیدرولیکی بر پیچ‌سنگ اعمال کرده و سپس مهره آن را محکم کنید. هم‌زمان که مهره محکم می‌شود، فشار هیدرولیکی کاهش می‌یابد، به خاطر این که بار از بازوی هیدرولیکی به مهره منتقل می‌شود.

۲-۵-۶ کشش پیچ‌سنگ را تا زمانی ادامه دهید که سلول بارسنج، رسیدن به بار نصب را نشان دهد.

۳-۵-۶ بار نصب را با دقت نزدیک به  $0.44\text{kN}$  ( $100\text{lbf}$ ) خوانش و ثبت کنید.

۶-۶ پس از نصب پیچ‌سنگ، بار پیچ‌سنگ را با دقت نزدیک به  $0.44\text{kN}$  ( $100\text{lbf}$ )، به مدت دو هفته حداقل دو بار در روز، خوانش و ثبت کنید. پس از آن نیز به طور معمول روزی یک خوانش کافی است. ممکن است در پیچ‌سنگ‌های قرار گرفته در مصالح به شدت شکننده، به تناوب خوانش بیش‌تری نیاز باشد.

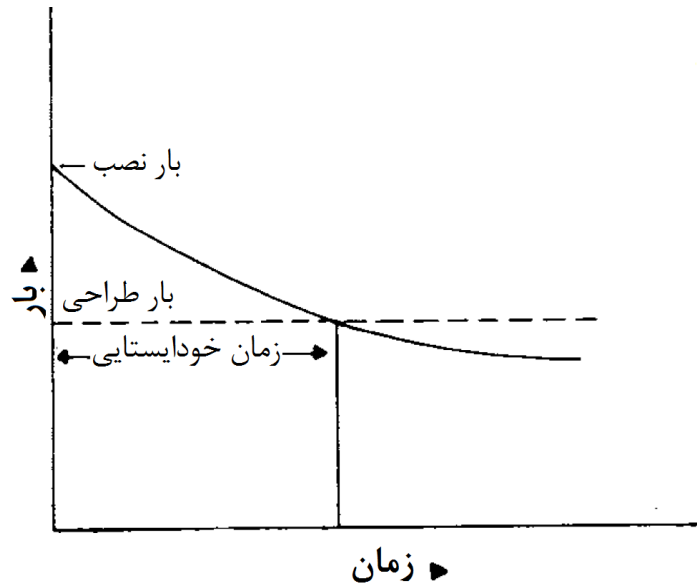
#### ۷ محاسبات

۱-۷ برای هر آزمون، بار پیچ‌سنگ را به صورت تابعی از زمان ترسیم کنید (شکل ۱). در صورت مشخص بودن بار طراحی یا زمان خودپایداری، می‌توان موارد دیگری را نیز از نمودار به‌دست آورد.

۲-۷ برای هر دسته از آزمون‌ها که بر روی یک نوع مهاری و در یک راستای یکسان و در یک نوع سنگ انجام می‌شود، میانگین بار و میزان عدم قطعیت آن را با سطح اطمینان ۹۵ درصد، محاسبه کنید.

جدول ۱: نمونه فرم پیش نویس داده‌های آزمون کشش پیچ سنگ

				نوع:	مهاری:	پروژه:
				عمق:		ویژگی:
				گشتاور نصب:		محل آزمون:
				نوع:	پیچ سنگ:	نوع سنگ:
				طول:		شماره آزمون:
				قطر:		جهت یابی آزمون:
				تاریخ واسنجی بعدی		توصیف تجهیزات
				شماره سریال		
				قطر چال: ..... متوسط: .....		
توضیحات:				جابجایی خالص	جابجایی	خوانش فشار/بار
						زمان
				ناظر آزمون:	تاریخ:	
				بررسی کننده:	تاریخ:	
				مهندس پروژه:	تاریخ:	



شکل ۱- منحنی بار- زمان برای پیچ سنگ

## ۸ گزارش آزمون - ورق داده (ها) یا فرم (های) آزمون

۱-۸ روش شناسی استفاده شده برای چگونگی ثبت داده‌ها در برگه ثبت داده‌های آزمون، به صورتی که در زیر ارایه شده، همانند آن چه در بند ۴-۱ و استاندارد بند ۴-۲ است، آورده شده است.

۲-۸ حداقل اطلاعات زیر را در گزارش ثبت کنید:

۱-۲-۸ اطلاعات پروژه شامل قابلیت کاربرد، نام و شماره پروژه، یادداشت شود.

۲-۲-۸ موقعیت آزمون، یادداشت شود.

۳-۲-۸ نوع پیچ سنگ، طول و قطر آن، یادداشت شود.

۴-۲-۸ قطر هر چال و متوسط قطر چال‌های آزموده شده، یادداشت شود.

۵-۲-۸ توصیف مصالح سنگی که مهاری‌ها در آن مورد آزمون قرار می‌گیرند، شامل ترکیب<sup>۱</sup>، بافت<sup>۲</sup> و هر ویژگی ساختاری مانند درزه‌ها، هوازدگی<sup>۳</sup> و موارد مشابه آن، که بر ظرفیت مهاری تاثیر می‌گذارد.

۶-۲-۸ انواع مهاری‌های مورد آزمون قرار گرفته شامل عمق و وسیله اعمال گشتاور، یادداشت شود.

۷-۲-۸ نام شخص انجام‌دهنده آزمون(ها)، کنترل‌کننده یا تاییدکننده داده‌های آزمون(ها)، تاریخ انجام آزمون و بازنگری‌ها ثبت شود.

۸-۲-۸ جدول خلاصه شده‌ای از برنامه آزمون حاوی شماره آزمون، نوع پیچ سنگ، نوع سنگ، راستا و عمق آزمون تهیه شود.

1 - Composition  
2 - Texture  
3 - Weathering

۸-۲-۹ فهرست تجهیزات، سایر مهاری‌ها، شامل شماره مدل، شماره سریال یا ابعاد آن‌ها همراه با دامنه عملیاتی آن‌ها، دقت و حساسیت هر ابزاری که برای اندازه‌گیری مورد استفاده قرار گرفته است، یادداشت شود.

۸-۳ حد اقل اطلاعات زیر را برای آزمون یادداشت کنید:

۸-۳-۱ برای هر خوانش، زمان و همچنین بار بر حسب N (lb) را ثبت کنید. اگر مطلوب است جابجایی را نیز بر حسب (in) mm یادداشت کنید.

۸-۳-۲ دما را بر حسب درجه سلسیوس (درجه فارنهایت) ثبت کنید. اگر سامانه لنگرگاه رزینی یا روان‌ملاتی مورد آزمون قرار گرفته است، دمای روان‌ملات و دمای هوای محیط را یادداشت کنید.

۸-۳-۳ برای هر آزمون منحنی بار- زمان را رسم کنید، و توصیفی از ماهیت هر گسیختگی یا هر نوع مشاهده مربوط به آزمون، ارائه کنید.

۸-۳-۴ برای ارزیابی پیچ‌سنگ‌های روان‌ملاتی، بهتر است برای نشان دادن تاثیر زمان گیرش روان‌ملات و طول روان‌ملات‌ریزی شده بر مقاومت مهاری، نتایج چندین آزمون به صورت گرافیکی ارائه و نشان داده شوند. توصیه می‌شود برای نشان دادن تاثیر دما بر زمان گیرش روان‌ملات، داده‌های مربوط به اثرات دما ارائه شوند و در طی ساخت از فرآیندهای توصیه شده برای ساخت و اجرای آن، پیروی شود.

## ۹ دقت<sup>۱</sup> و اریبی<sup>۲</sup>

۹-۱ دقت، به علت ماهیت مصالح سنگی آزموده شده توسط این روش آزمون، دقت داده‌های آزمون ارایه نشده است. در این زمان، فراهم کردن ده یا بیش‌تر نمایندگی همکار در برنامه آزمون برجا در یک محل، یا امکان‌پذیر نیست یا بسیار پر هزینه است.

۹-۲ اریبی، هیچ مقدار مرجع پذیرفته شده‌ای برای این آزمون وجود ندارد؛ بنابراین نمی‌توان اریبی را تعیین کرد.

---

1 - Precision  
2 - Bias