



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۸۳۸۷

چاپ اول

۱۳۹۳

INSO

18387

1st.Edition

2014

پی‌های عمیق تحت بار فشاری محوری
ساکن - روش آزمون

Deep Foundations under Static Axial
Compressive Load-Test Method

ICS:93.020

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه 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 حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات 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 وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های 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 مؤسسات و سازمان های 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 نیازمندی های 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 اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها 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
«پی‌های عمیق تحت بار فشاری محوری ساکن - روش آزمون»

رئیس:

حسام ، دهقان خلیلی
(دکترای مهندسی ژئوتکنیک)

سمت و / یا نمایندگی
دانشکده مهندسی عمران دانشگاه تهران و
مدیر فنی شرکت عمران ساکن

دبیر:

مصطفی زاده ، سیدحجت
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

مدیر موسسه تحقیقات و پژوهش‌های علمی
بنیادین پایدار سازه آریا

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

امیری ، مهدی
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

کارشناس فنی مهندسان مشاور توسعه
ساحل دریا

ترابی زاده ، محمدرضا
(کارشناس مهندسی عمران)

کارشناس فنی آزمایشگاه مصالح ساختمانی
و معدنی اداره کل استاندارد هرمزگان

ذاکری ، ایمان
(دکترای مهندسی عمران)

شرکت آزمونگاهی خاک بتن آزمایش پارسه
خلیج فارس

رهبان رنجی، احمد
(دکترای مهندسی کشتی‌سازی)

دانشیار دانشگاه پلی تکنیک تهران،
کارشناس حقیقی تدوین استانداردهای ملی
ایران

طیپی ، سعیده
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

کارشناس فنی بخش سازه موسسه تحقیقات
و پژوهش‌های علمی بنیادین پایدار سازه آریا

ظهرایی ، مصطفی
(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

کارشناس فنی حوزه معاونت فنی و عمرانی
شهرداری شیراز

کامجو ، بهمن
(کارشناس مهندس عمران)

کارشناس فنی موسسه تحقیقات و پژوهش -
های علمی بنیادین پایدار سازه آریا

عذباشی ، فرهاد
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

عضو هیئت علمی گروه مهندسی عمران
دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندرعباس

مجتبوی ، سید علیرضا
(کارشناس مهندسی مواد)

کارشناس اداره کل نظارت بر صنایع
غیرفلزی سازمان ملی استاندارد ایران

مصفا ، مسعود
(کارشناسی ارشد مهندسی عمران)

عضو هیئت مدیره سازمان نظام مهندسی
ساختمان هرمزگان

مصطفی زاده ، سیدمحسن
(کارشناس مهندسی عمران)

کارشناس فنی شرکت آزمایشگاه همکار آزما
سازه کاوان

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ه	پیش گفتار
و	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۳	۳ اصطلاحات و تعاریف
۳	۴ آماده‌سازی پی آزمونی
۵	۵ وسایل برای اندازه‌گیری و اعمال بارها
۱۳	۶ وسایل برای اندازه‌گیری حرکات
۲۰	۷ روش
۲۵	۸ الزامات ایمنی
۲۶	۹ گزارش آزمون
۲۹	۱۰ دقت و اریبی
۳۰	پیوست الف (اطلاعاتی)

پیش گفتار

استاندارد «پی‌های عمیق تحت بار فشاری محوری ساکن- روش آزمون» که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط موسسه تحقیقات و پژوهش‌های علمی بنیادین پایدار سازه آریاتهییه و تدوین شده است و در پانصد و یکمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۳/۰۲/۰۹ تصویب شد، اینک به استناد بخش یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

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

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

ASTMD1143:2009, Deepfoundations under Static axial compressive load-Test Method

پی‌های عمیق تحت بار فشاری محوری ساکن - روش آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، ارائه روشی برای اندازه‌گیری کج‌شدگی محوری یک پی عمیق مایل یا عمودی را که در نیروی فشاری محوری ساکن بارگذاری شده، می‌باشد. این شیوه‌ها، برای همه پی‌های عمیق، از قبیل شمعه‌هایی که در شیوه‌های مشابه با شمعه‌های کوبیده یا شمعه درجا، بدون در نظر گرفتن شیوه اجرای آن‌ها، و همچنین ممکن است برای آزمون شمعه‌های منفرد یا گروه‌های شمعه، به کار می‌روند. نتایج آزمون، ممکن است عملکرد بلندمدت یک پی عمیق را نشان ندهد.

این استاندارد، حداقل الزامات را برای آزمون پی‌های عمیق تحت بار فشاری محوری ساکن، فراهم می‌کند. طرح‌ها، ویژگی‌ها، و یا مقررات آماده‌شده توسط یک مهندس ناظر، ممکن است الزامات و روش‌های بیشتری را که برای متقاعدسازی یک برنامه آزمون ویژه، مورد نیاز است، فراهم کند. مهندس طراح پی، باید هرگونه انحراف، حذف و یا اضافه‌سازی به الزامات این استاندارد را تایید کند.

۱-۲ این استاندارد، روش‌های آزمون‌های زیر را مجاز می‌داند:

فرایند A آزمون سریع یا لحظه‌ای

فرایند B آزمون وابسته (باقی‌مانده) (اختیاری)

فرایند C آزمون بارگذاری در آزمون باقی‌مانده اضافی (اختیاری)

فرایند D آزمون فواصل زمانی ثابت (اختیاری)

فرایند E آزمون نرخ نفوذ ثابت (اختیاری)

فرایند F آزمون افزایش حرکات پایدار (اختیاری)

فرایند G آزمون بارگذاری چرخه‌ای

۱-۳ بهتر است که یک مهندس خاک و پی ناظر، نتایج بدست‌آمده از این استاندارد را، برای پیش‌بینی عملکرد واقعی و تناسب شمعه‌های استفاده‌شده در پی سازه را، تفسیر کند. پیوست الف، که مربوط به برخی از عوامل تاثیرگذار در تفسیر نتایج آزمون است را ببینید.

۱-۴ یک مهندس ناظر باید، همه ابزار و اعضاء بارگذاری، چارچوب‌های (قاب‌های) نگهدارنده و روش‌های آزمون را طراحی و تایید کند. متن این استاندارد به یادآوری‌ها و پاورقی‌هایی که فراهم آورنده توضیحات هستند، ارجاع داده می‌شود. این یادآوری‌ها و پاورقی‌ها (شامل آن‌هایی که در جداول و اشکال هستند)، نباید به عنوان الزامات این استاندارد بررسی و ملاحظه شوند. این استاندارد همچنین، شامل طرح‌های شماتیک و پیوست‌هایی است که فقط برای یادآوری و توضیح، استفاده شده‌اند.

۱-۵ آزمون‌های کارگاهی، دقیق‌ترین ارتباط را بین بار محوری به‌کاررفته در یک پی عمیق و نتایج جابجایی‌های محوری را فراهم می‌کند. نتایج آزمون همچنین اطلاعاتی را ارائه می‌دهد که برای ارزیابی توزیع مقاومت برشی مقطع شمع، مقادیر انتهایی تکیه‌گاهی گسترش یافته در نوک شمع و رفتار بار-تغییرشکل استفاده می‌شود. یک طراح پی، ممکن است نتایج آزمون را پس از به‌کارگیری یک ضریب اطمینان، شمع یا گروه شمع‌ها، یک ظرفیت ساکنی نهایی و نشست را در طراحی و اجرای یک پی ویژه را، ارزیابی کند. در زمانی که بخشی از برنامه آزمونی شمع‌های مرکب انجام می‌شود، طراح ممکن است از نتایج آزمون، برای ارزیابی قابلیت دوام انواع شمع‌گذاری مختلف و قابلیت تنظیم و تغییرپذیری مکان آزمون، نیز استفاده کند.

۱-۶ در صورت امکان، بهتر است بدون اضافه‌کردن بار ایمن بر روی شمع(ها) یا سرشمع، بیشترین بار اعمالیکه توسط مهندس، برای تعیین ظرفیت بار فشاری استاتیکی محوری نهایی را برای شمع‌ها، به بار خرابی برسد. آزمون‌هایی که به بار خرابی می‌رسند، ممکن است به طراح کمک کند که کارآمدی پی را توسط کاهش طول، مقدار و اندازه شمع‌گذاری، بهبود بخشد.

۱-۷ اگر فرض شود که اعمال بارهای آزمون محوری برای یک شمع مایل، عملی باشد، مهندس ممکن است تصمیم بگیرد که از نتایج آزمون محوری شمع‌های عمودی مجاور برای ارزیابی ظرفیت محوری شمع مایل، استفاده کند.

یادآوری - کیفیت نتایج بدست آمده در این استاندارد، به شایستگی و صلاحیت عملکرد پرسنل و تناسب تجهیزات و تسهیلات استفاده شده، بستگی دارد. شرکت‌هایی که مطابق با معیارهای روش آزمون استاندارد بند ۲-۲ عمل می‌کنند، عموماً قابلیت فنی و عملی آزمون، آزمون‌برداری، بازرسی و بازمینی را بررسی و ملاحظه می‌کنند. کاربران این روش آزمون متوجه هستند که مطلوبیت این روش آزمون، به تنهایی ضامن اعتبار آزمون نیست. آزمون معتبر بستگی به چندین عامل دارد؛ روش آزمون استاندارد بند ۲-۲ ارزیابی متوسطی از برخی از این متغیرها را فراهم کرده است.

هشدار - این استاندارد تمام موارد ایمنی مربوط به کاربرد این روش را بیان نمی‌کند، بنابراین وظیفه کاربر این استاندارد است که موارد ایمنی و اصول بهداشتی را رعایت کرده و قبل از استفاده محدودیت‌های اجرایی آنرا 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 تجدید نظرهای 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 تجدید نظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

- 2-1 ASTM D 653 , Terminology Relating to Soil, Rock, and Contained Fluids
- 2-2 ASTM D3740, Practice for Minimum Requirements for Agencies Engaged in Testing and/or Inspection of Soil and Rock as Used in Engineering Design and Construction
- 2-3 ASTM D 5882, Test Method for Low Strain Impact Integrity Testing of Deep Foundations
- 2-4 ASTM D 6026, Practice for Using Significant Digits in Geotechnical Data
- 2-5 ASTM D 6760, Test Method for Integrity Testing of Concrete Deep Foundations by Ultrasonic Crosshole Testing
- 2-6 ASME B30.1 Jacks
- 2-7 ASME B40.100 Pressure Gages and Gauge Attachments
- 2-8 ASME B89.1.10.M Dial Indicators (For Linear Measurements)

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد بند ۲-۱، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۱-۳

شمع‌های درجا^۱

یک بخش از پی عمیق که از مواد تزریقی سیمانی یا بتن، ساخته شده است و در آخرین موقعیت نهایی آن، اجرا می‌شود. برای مثال، مقاطع حفاری شده، شمع‌های درجا، صندوقه‌ها، شمع‌های درجای مته‌ای، پی‌های با فشار تزریق شده و غیره.

۲-۳

پی عمیق^۲

یک عنصر ساختمانی نسبتاً باریک که همه یا مقداری از بار را به خاک‌ها یا سنگ‌های زیر سطح زمین منتقل می‌کند مانند شمع لوله‌ای فولادی یا مقاطع حفاری شده بتنی.

۳-۳

شمع کوبیده^۳

یک بخش پی عمیق که از مواد از قبل تعیین شده همراه با اندازه و شکل از پیش تعیین شده، ساخته شده و بطور ویژه توسط ضربه چکش، لرزاننده یا فرونشانی، نصب می‌شود.

-
- 1- Cast in-place pile
 - 2- Deep foundation
 - 3- Driven pile

۴-۳

بار خرابی^۱

به منظور پایان یک آزمون بار فشاری محوری، آزمون بار در جایی که حرکات پیش‌رونده ادامه‌دار سریع، رخ می‌دهند یا در جایی که حرکات محوری نهایی از ۱۵ درصد قطر یا عرض شمع، تجاوز می‌کنند یا آنچه که توسط مهندس تعیین شده است، رخ می‌دهد.

۵-۳

مقطع یا شاخص

یک مقطع فلزی نامقید در برابر دوران، که از یک نقطه مشخص، در امتداد شمع آزمونی قرار گرفته است و به عنوان مرجعی برای اندازه‌گیری تغییرات طول در شمع بارگذاری شده، استفاده می‌شود.

۶-۳

سیم فولادی

یک سیم فولادی که با یک نیروی کششی ثابت در بین دو تکیه‌گاه یا پایه، نصب شده است و به عنوان خط مرجع برای قرائت یک مقیاس نشان‌دهنده حرکات شمع آزمونی، استفاده می‌شود.

۴ آماده‌سازی پی آزمونی

۴-۱ سطح زمین اطراف شمع یا گروه شمع‌های آزمونی را تا ارتفاع طراحی نهایی، گودبرداری یا پر کنید مگر اینکه مهندس چیز دیگری را تعیین کرده باشد.

۴-۲ شمع‌های آزمونی را بر اساس آنچه که برای ساخت مجاز ابزارهای اعمال بار، قرارگیری آزمون‌های لازم و تجهیزات دستگامی و مشاهده دستگامی لازم است را برش دهید یا تقویت کنید. هرگونه مواد آسیب دیده و غیر مفید را از بالای شمع حذف کنید و سطح را بطوری که عمود نسبت به محور شمع با کمترین بی‌نظمی قرار دارد را ایجاد کنید تا یک سطح نگه‌دارنده خوب برای صفحات آزمونی، ایجاد شود.

۴-۳ برای آزمون شمع‌های منفرد، یک صفحه آزمونی فولادی که حداقل ۲۵ میلی‌متر ضخامت دارد را به‌طور عمودی در امتداد محور شمع آزمونی قرار دهید که تمام مساحت بالای شمع را بپوشاند. صفحه آزمونی باید در میان و بین هر لبه باز شده بر روی شمع آزمونی، را پوشش دهد.

۴-۴ برای آزمون بر روی شمع‌های گروهی، گروه شمع را با بتن‌های تقویت‌شده با فولاد یا یک چارچوب بار فولادی که برای بارهای پیش‌بینی‌شده، طراحی شده‌اند، پوشش دهید. با توجه به آنچه که توسط مهندس توصیه شده است، یک فضای آشکاری را در زیر سرشمع، ایجاد کنید تا هرگونه تحمل بار را از سطح زمینی که در زیر

1- Failure load

قرار گرفته است را از بین ببرید. برای هر نقطه بارگذاری بر روی سرشمع، در هنگامیکه نیاز است که بطور ایمن، بار بر روی سرشمع، به کار رود، یک صفحه آزمونی فولادی محکم را که بطور عمودی به محور گروه شمع‌ها، متمایل شده است را با حداقل ضخامت ۲۵ میلی‌متر، فراهم کنید. یک صفحه نگه‌دارنده منفرد را بر روی مرکز ثقل گروه شمع‌ها، متمرکز کنید. صفحات نگه‌دارنده متعددی را بطور متقارن نسبت به مرکز ثقل گروه شمع، قرار دهید. جعبه‌ها و مقطع‌ها در هنگامی که طراحی شده‌اند تا در امتداد سطح تماس با سرشمع بطور یکسان تحمل کنند، ممکن است مستقیماً بر روی سرشمع شمع، اثر بگذارند.

۴-۵ برای به حداقل رساندن تمرکز تنش در نتیجه اختلال‌های فرعی سطح بالایی شمع، صفحات آزمونی نگه‌دارنده را بر روی شمع‌های بتنی پیش‌ساخته یا درجا ریخته شده در یک لایه نازک از دوغاب سیمان (ملات رقیق) غیر منقبض با گیرش سریع، قرار دهید که ضخامتی کمتر از ۶ میلی‌متر و مقاومت فشاری بیش از شمع-های آزمونی در زمان انجام آزمون داشته باشد. صفحات، مقطع‌ها و جعبه‌ها که برای تحمل بار بر روی سرشمع شمع بتنی، طراحی شده‌اند را در یک لایه نازک از دوغاب سیمان (ملات رقیق) غیر منقبض با گیرش سریع، قرار دهید که ضخامتی کمتر از ۶ میلی‌متر و مقاومت فشاری بیش از سرشمع شمع در زمان انجام آزمون داشته باشد. برای انجام آزمون بر روی شمع‌های فولادی یا چارچوب‌های بار فولادی، صفحات آزمونی را به آن‌ها متصل کنید (جوش دهید). برای آزمون شمع‌های چوبی منفرد، صفحات آزمونی را به‌طور مستقیم بر بالای شمع بدون دوغاب سیمان یا در دوغاب سیمان همان‌طور که برای شمع‌های بتنی شرح داده شد، قرار دهید.

یادآوری - پی‌های عمیق، گاهی دارای نقص‌های پنهان شده‌ای هستند که ممکن است قبل از انجام آزمون ساکنی، مشخص نشوند. آزمون‌های درستی (بی نقصی) کرنش پایین، همان‌طور که در استاندارد بند ۲-۳ شرح داده شده است و آزمون‌های درستی (بی نقصی) گمانه عرضی فرا صوتی، همان‌طور که در استاندارد بند ۲-۵ شرح داده شده است ممکن است ارزیابی قبل از آزمون را برای پی آزمونی را فراهم کند.

۵ وسایل برای اندازه‌گیری و اعمال بارها

۵-۱ کلیات

۵-۱-۱ وسایل اعمال بارهای فشاری بر شمع یا گروه شمع‌های آزمونی باید با یکی از روش‌هایی که در بند ۳-۶ تا ۶-۶ توصیف شد، مطابقت داشته باشد مگر اینکه چیز دیگری توسط مهندس تعیین شده باشد. ابزار اعمال و اندازه‌گیری بار که در این بندها توصیف شده‌اند، باید قابلیت اعمال حداقل ۱۲۰ درصد از بیشترین بار آزمونی پیش‌بینی شده را بطور ایمن داشته باشند. از روش توصیف شده در بند ۵-۲ برای اعمال بارهای محوری در شمع‌ها و گروه‌های شمع عمودی و هم مایل، استفاده کنید. مطابق بندهای ۵-۴ تا ۵-۶، فقط برای بارهای عمودی استفاده کنید.

۵-۱-۲ وسایل بار آزمون را با محور طولی شمع یا گروه‌های شمع، تنظیم و تراز کنید تا بارگذاری غیرمتراف یا خارج از مرکز را به حداقل برسانید. در مواقعی که لازم است تا از کمانش و افت جانبی در امتداد طول شمع‌های حفاظت نشده جلوگیری شود، می‌توان گره‌های فشاری جانبی را فراهم کرد که بر حرکات محوری شمع‌ها یا سرشمع شمع‌ها، تاثیر نگذارد.

۵-۱-۳ هر جک باید شامل یک تکیه‌گاه نیم‌کره‌ای یا ابزار مشابه آن باشد تا بارگذاری جانبی شمع‌ها را به حداقل برساند. هر تکیه‌گاه نیم‌کره‌ای، بهتر است برای جابجایی و تنظیم ایمن، دارای توانایی قفل شدن باشد. صفحات تکیه‌گاهی، جک‌های هیدرولیک، سلول بار و تکیه‌گاه نیم‌کره‌ای را بر روی مقطع‌ها، شمع‌ها یا سرشمع‌های شمع آزمون، متمرکز کنید.

۵-۱-۴ پشت‌بندهای تکیه‌گاهی را که برای لبه‌های مقطع‌های آزمونی و واکنشی، لازم است را فراهم کنید. صفحات تکیه‌گاهی فولادی که برای گسترش بار از محیط بیرونی جک‌ها، یا سطح تکیه‌گاهی مقطع‌ها یا جعبه‌ها، لازم است را فراهم کنید تا بر سطح شمع‌ها یا سرشمع‌های شمع آزمونی، تاثیر بگذارد. همچنین صفحات فولادی تکیه‌گاهی را برای انتشار بار بین جک‌ها، سلول‌های بار و تکیه‌گاه نیم‌کره‌ای و برای انتشار بار در مقطع‌ها، شمع‌ها یا سرشمع‌های شمع آزمون، فراهم کنید. صفحات تکیه‌گاهی باید تمام عرض لبه مقطع‌های فولادی و تمام مساحت بالایی شمع‌ها را توسعه دهند یا بر اساس آنچه که مهندس تعیین کرده است، تکیه‌گاه و توزیع بار کاملی را فراهم کنند.

۵-۱-۵ صفحات تکیه‌گاهی فولادی که ضخامت نهایی کافی برای گسترش بار تکیه‌گاهی بین محیط‌های بیرونی سطوح بارگذاری شده با حداکثر زاویه ۴۵ درجه‌ای با محور بارگذاری را دارند فراهم کنید مگر اینکه چیز دیگری تعیین شده باشد. برای جک‌ها و سلول‌های بار سوراخ مرکز، نیز صفحات فولادی کافی برای گسترش بار از قطر داخلی به محور مرکزیشان با زاویه حداکثر ۴۵ درجه، یا بر اساس توصیه‌های سازنده آن، را فراهم کنید. صفحات تکیه‌گاهی باید همه عرض مقطع‌های آزمون یا هر عضو فولادی واکنشی را پوشش دهند تا تکیه‌گاه و توزیع بار کاملی را فراهم کنند.

۵-۱-۶ یک مهندس ناظر باید همه وسایل بارگذاری، اعضاء بارگذاری، چارچوب‌های مهاری و فرایندها و روش‌های بارگذاری را طراحی و تایید کند. مقطع‌های آزمون، سکوه‌های بار و سازه‌های مهاری باید اندازه، مقاومت و سختی کافی داشته باشد تا از افت و ناپایداری بیشتر از بیشینه بار آزمونی پیش‌بینی شده، جلوگیری کند.

یادآوری - چرخش و جابجایی جانبی شمع‌ها یا سرشمع‌های شمع ممکن است در مدت زمان بارگذاری مخصوصاً در شمع‌هایی که تا بالای سطح خاک ادامه پیدا می‌کنند و یا در خاک‌های ضعیف قرار دارند، اتفاق بیافتد. واکنش‌های مهاری را برای جلوگیری از هر نوع جابجایی جانبی و چرخشی، طراحی و ایجاد کنید.

۵-۲-جک‌های هیدرولیک، مقیاس‌های اندازه‌گیری، مبدل‌ها و سلول‌های بار

۵-۲-۱ جک‌های هیدرولیک و عملکرد آن‌ها باید با مطابق با استاندارد بند ۲-۶ باشد و باید دارای یک ظرفیت بار ظاهری که حداقل ۲۰ درصد از بیشینه بار جک پیش‌بینی شده تجاوز می‌کند. جک، پمپ، و هر لوله خرطومی، لوله، اتصالات، مقیاس اندازه‌گیری یا مبدل‌های استفاده شده برای فشار وارد کردن به آن، باید بر اساس فشار ایمن، مطابق با ظرفیت ظاهری جک، ارزیابی شوند.

۵-۲-۲ کوبه‌های (سمبه یا چکش) جک هیدرولیکی باید حرکتی بزرگتر از مجموع بیشینه حرکات محوری پیش‌بینی شده شمع، به‌علاوه انحراف از مقطع آزمونی و کشیدگی و حرکت هر سامانه تکیه‌گاهی، داشته باشد اما نباید کمتر از ۱۵ درصد میانگین عرض یا قطر شمع باشد. اگر امکان دارد از یک جک منفرد با ظرفیت بالا استفاده کنید. در هنگام استفاده از یک سامانه جک مرکب، جک‌هایی با ساخت، مدل و ظرفیت یکسان را فراهم کنید و از فشار جک از طریق یک پوشش اتصال معمولی، حمایت کنید. پوشش اتصال و هر جک را با یک مقیاس اندازه‌گیری فشار، تجهیز کنید تا عیوب و عدم تعادل‌ها، نمایان شوند.

۵-۲-۳ برای جک‌های هیدرولیک، مقیاس‌های اندازه‌گیری فشار و مبدل‌های فشار، شش ماه قبل از هر آزمون یا هر سری از آزمون‌ها، باید واسنجی تا حداقل، بیشترین بار جک مورد انتظار را انجام داد مگر اینکه چیز دیگری تعیین شده باشد. گزارشات واسنجی را قبل از انجام یک آزمون، تهیه کنید، که باید شامل دمای پیرامونی و واسنجی انجام شده برای ضربات مهار شده کوبه ترکیبی، به اندازه بیشینه ضربات مهار شده جک باشد.

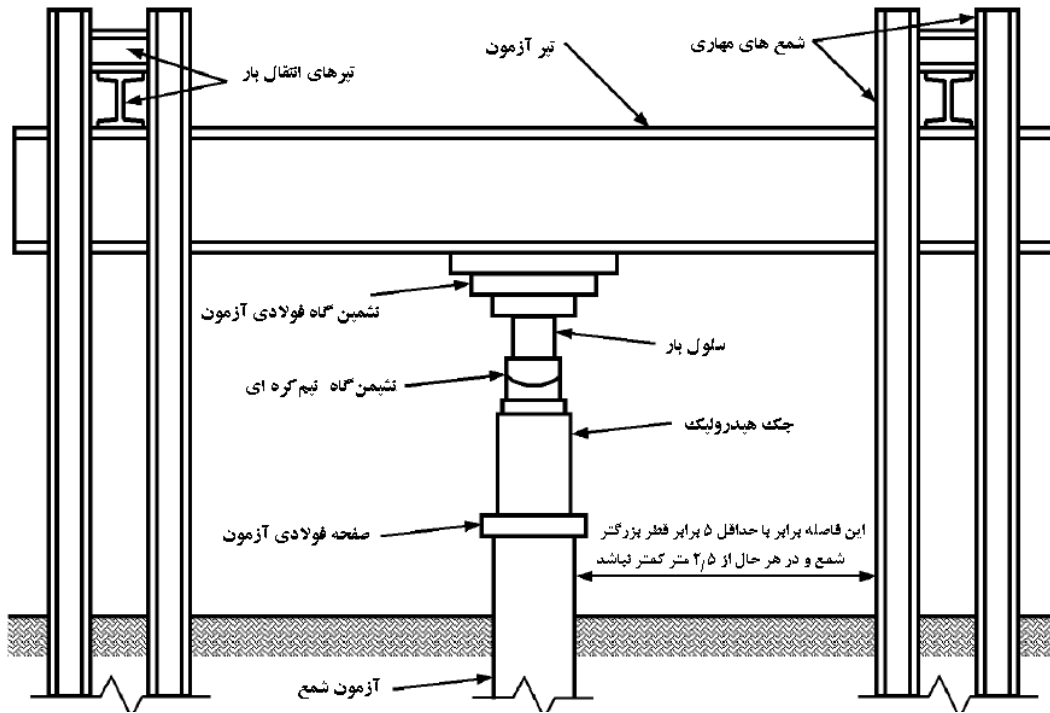
۵-۲-۴ هر بالابری و هر سامانه اندازه‌گیری فشار دارای پمپ هیدرولیک، اگر اجرایی و عملی باشد بهتر است به عنوان یک واحد جداگانه، واسنجی شود. جک‌های هیدرولیک باید بیش از محدوده کامل مسیر کوبه، برای کاهش و افزایش بارهای اعمالی، واسنجی شوند. اگر از دو یا تعداد بیشتری جک برای اعمالی بار آزمونی استفاده می‌شود، باید ساخت، مدل و اندازه یکسانی داشته باشند و باید به یک پوشش اتصال معمولی و مقیاس اندازه‌گیری فشار متصل باشند و باید توسط یک پمپ هیدرولیک منفرد، انجام شوند. سامانه‌های بالابر واسنجی شده باید دقتی کمتر از ۵ درصد بیشترین بار کاربردی داشته باشند. هنگامی که واسنجی‌سامانه بالابر به صورت واحد، عملی و شدنی نیست باید جک، مقیاس‌های اندازه‌گیری فشار و مبدل‌های فشار بطور جداگانه واسنجی شوند و هر کدام از این اجزاء باید دقتی کمتر از ۲ درصد بار اعمالی، داشته باشند.

۵-۲-۵ مقیاس‌های اندازه‌گیری فشار باید حداقل درجه‌بندی کمتر یا مساوی ۱ درصد بیشینه بار بکارگیری شده داشته باشد و باید مطابق با مقیاس اندازه‌گیری و اتصالات مقیاس استاندارد بند ۲-۷ با درجه دقت 1A و خطای مجاز ± 1 درصد باشند. مبدل‌های فشاری باید حداقل وضوح کمتر یا مساوی ۱ درصد بیشینه بار اعمال داشته باشند. و باید در مطابق استاندارد بند ۲-۷ با درجه دقت 1A و خطای مجاز ± 1 درصد باشند. هنگامی که مبدل‌های فشار برای کنترل آزمون استفاده می‌شوند باید شامل زمان واقعی ارائه باشند.

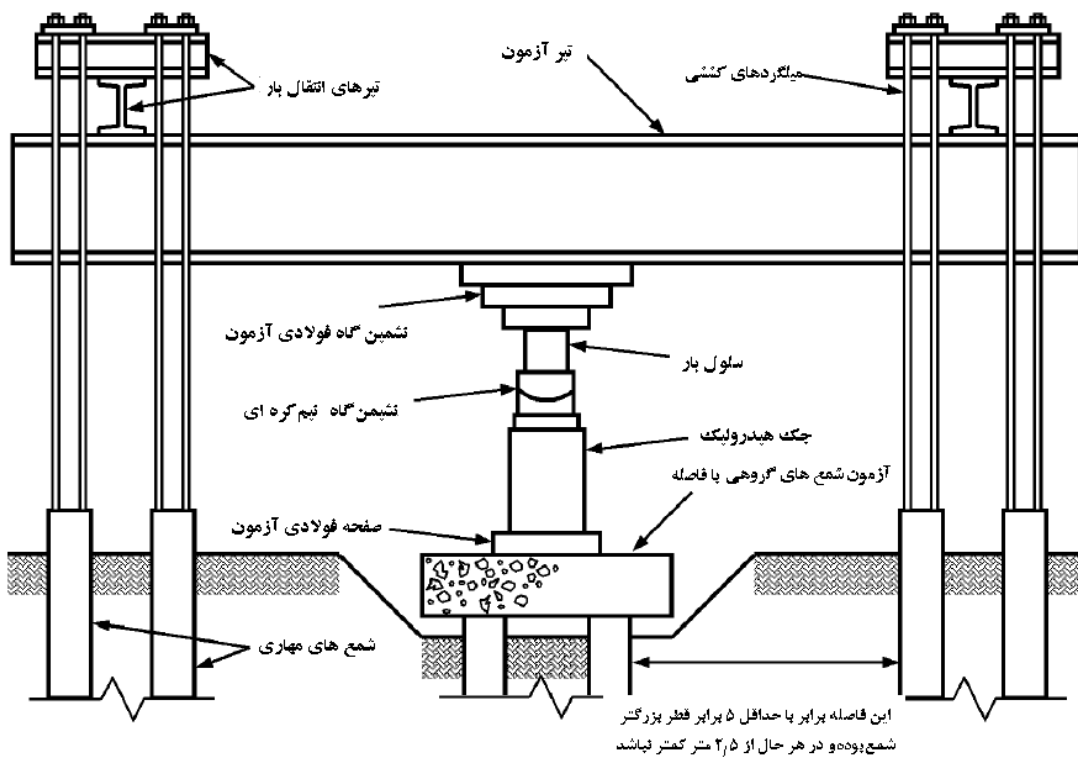
۵-۲-۶ اگر بیشترین بار آزمون متجاوز از ۹۰۰ کیلونیوتن (۱۰۰ تن) باشد، سلول باری که بطور صحیح ساخته شده است یا وسایل معادل آن را به ترتیب با هر جک هیدرولیک قرار دهید. اگر چیز دیگری مشخص نشده باشد باید واسنجی تا حداقل، بیشینه بار جک مورد انتظار، شش ماه قبل از هر آزمون یا هر دسته از آزمون‌ها، انجام شود. سلول‌های بار واسنجی شده و یا وسایل معادل آن‌ها باید دقتی در ۱ درصد بار کاربردی داشته و شامل یک بارگذاری خارج از مرکز بیش از یک درصد بکارگیری شده در یک فاصله خارج از مرکز ۲۵ میلی‌متر باشد. بعد از واسنجی، سلول‌های بار نباید در معرض بارهای برخوردی قرار بگیرند. برای بارهای کمتر، یک سلول بار توصیه می‌شود اما ضرورت ندارد. اگر استفاده از یک سلول بار عملی نیست، کرنش‌سنج تعبیه شده را در مجاورت جک قرار دهید تا بار اعمالی تثبیت و تایید شود.

۵-۲-۷ در مدت زمان آزمون، پمپ جک‌های هیدرولیک را بدون متصدی رها نکنید. سامانه‌های بالابری خودکار، باید شامل یک لغو کننده مکانیکی که بطور واضح علامت‌گذاری شده، باشند تا در مواقع ضروری بطور ایمن، فشار هیدرولیک را کاهش دهد.

۵-۳ بار اعمالی توسط جک‌های هیدرولیک عمل‌کننده بر خلاف چارچوب واکنشی مهاری (شکل‌های ۱ و ۲ را ببینید).



شکل ۱ - طرح کلی از جک هیدرولیک عمل کننده بر خلاف چارچوب واکنشی مهاری



شکل ۲ - طرح کلی از جک هیدرولیک روی یک گروه لوله عمل کننده در جهت مخالف چارچوب واکنشی مهاری

۵-۳-۱ بار آزمون را در شمع یا گروه‌های شمع با جک‌های هیدرولیکی واکنشی در مقابل مقاطع آزمونی متمرکز شده بر شمع یا گروه‌های شمع آزمونی، به کار ببرید. به تعداد کافی، شمع‌های تکیه‌گاهی یا ابزار مهاری مناسب را نصب کنید تا ظرفیت واکنشی کافی، برای مقاطع واکنشی فراهم شود. فاصله مشخصی از شمع یا گروه‌های شمع را فراهم کنید که حداقل ۵ برابر بیشینه قطر بزرگترین شمع‌های مهاری یا شمع‌های آزمونی باشد اما کمتر از ۲٫۵ متر نباشد. مهندس، باید این فاصله واضح حداقلی را بر اساس عواملی مانند نوع و عمق واکنش، شرایط خاک و بزرگی بارها، افزایش و کاهش دهد تا حدی که نیروهای واکنشی، تاثیر مهمی بر نتایج آزمون نگذارند.

یادآوری- لرزش بیش از حد در هنگام نصب شمع مهاری در خاک‌های غیر چسبنده، ممکن است بر نتایج آزمون تاثیر بگذارند. شمع‌های مهارکننده‌ای که نسبت به شمع آزمونی در قسمت‌های عمیق‌تری قرار می‌گیرند، ممکن است بر نتایج آزمون تاثیر بگذارند. شمع‌های مهارکننده را نزدیک به اولین شمع آزمون نصب کنید تا به کاهش اثرات نصب کمک کند.

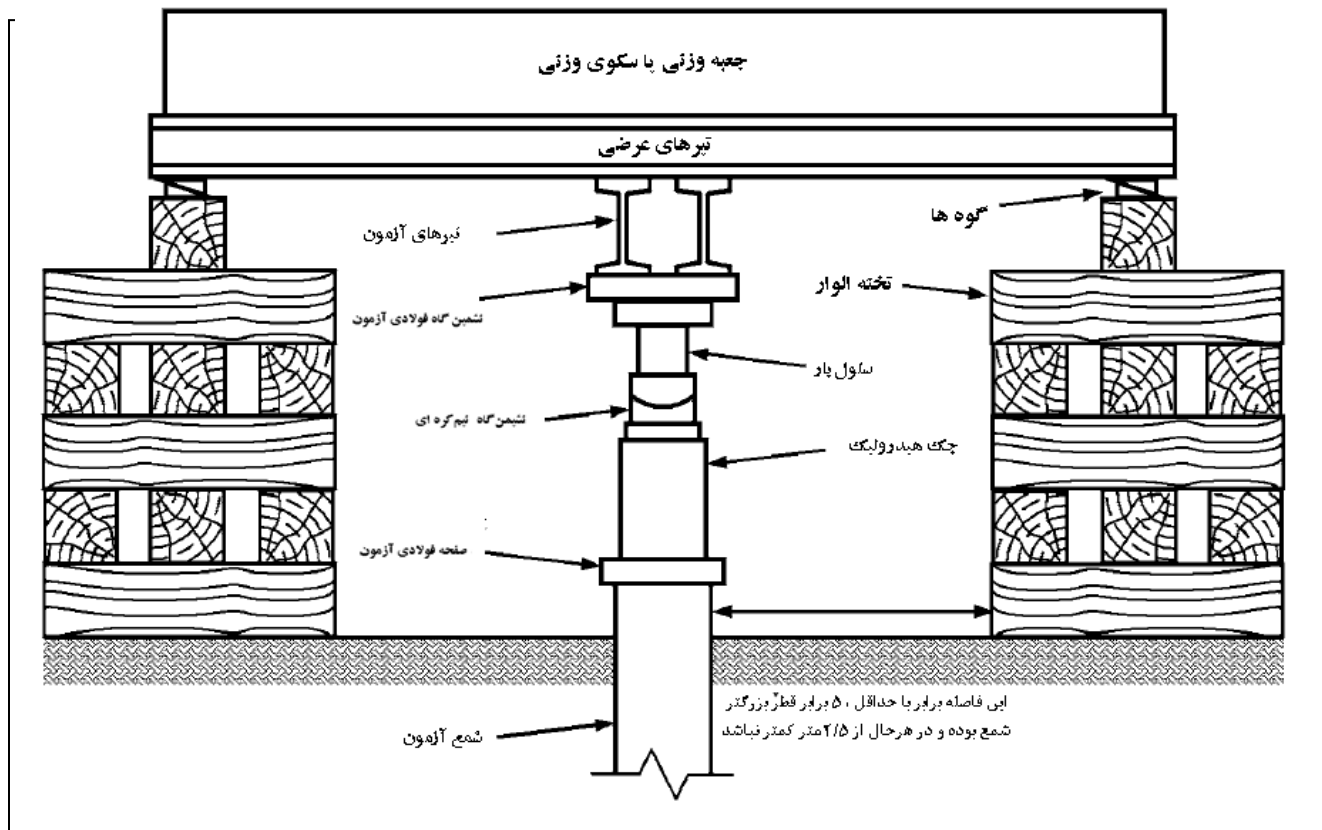
۵-۳-۲ فاصله باز کافی را بین صفحات تحتانی مقاطع آزمونی و بالای شمع‌ها یا گروه‌های شمع آزمون، فراهم کنید تا صفحات تکیه‌گاهی لازم، جک‌های هیدرولیک، تکیه‌گاه‌های نیم‌کره‌ای و سلول‌های بار در آن قرار گیرند. برای بارهای آزمونی با بزرگی زیاد، به چندین مهاری احتیاج است. یک چارچوب فولادی، ممکن است برای انتقال بارهای اعمالی از مقاطع آزمون به مهاری‌ها، نیاز باشد.

۵-۳-۳ در هنگام آزمون شمع‌های مایل‌منفرد، جک‌ها، مقطع‌های آزمونی و شمع‌های مهاری را با محور طولی مایل شده شمع‌های آزمون، تنظیم کنید.

۵-۳-۴ مقاطع آزمون (یا چارچوب واکنشی، اگر استفاده شده است) را با ارتباطات طراحی شده به ابزارهای مهاری متصل کنید تا بطور مناسب بارهای اعمالی را به مهاری‌ها منتقل کند تا از لغزش، شکستگی یا افزایش طول بیش از حد اتصالات تحت بیشینه بار آزمونی مورد نیاز، جلوگیری شود.

۵-۴ بار اعمالی رفته توسط جک‌های هیدرولیکی که برخلاف سکوها یا جعبه‌های وزنی، عمل می‌کند:

۵-۴-۱ بار آزمون را برای شمع یا گروه شمع‌ها، همراه با جک‌های هیدرولیکی عمل‌کننده برخلاف سکوها یا جعبه‌های وزنی، که بر روی آن‌ها متمرکز شده‌اند، اعمال کنید. اگر ممکن است، یک جعبه یا سکو را بر روی مقطع‌های آزمونی به صورتی متمرکز کنید که لبه‌های جعبه یا سکو، موازی با مقطع‌های آزمونی باشد و توسط مهاری یا شمع‌هایی که به دور از (هیچ‌گاه این فاصله کمتر از ۱٫۵ متر نباشد) شمع‌های آزمونی یا گروه‌های شمع، قرار داده شده‌اند، حمایت شوند. اگر از مهاری استفاده می‌شود، محل تحمل نیروی مهاری‌ها در سطح زمین، باید کافی باشد تا از نشست‌گیریکنواخت جعبه یا سکوی وزنی، جلوگیری کند (شکل ۳ را ببینید).

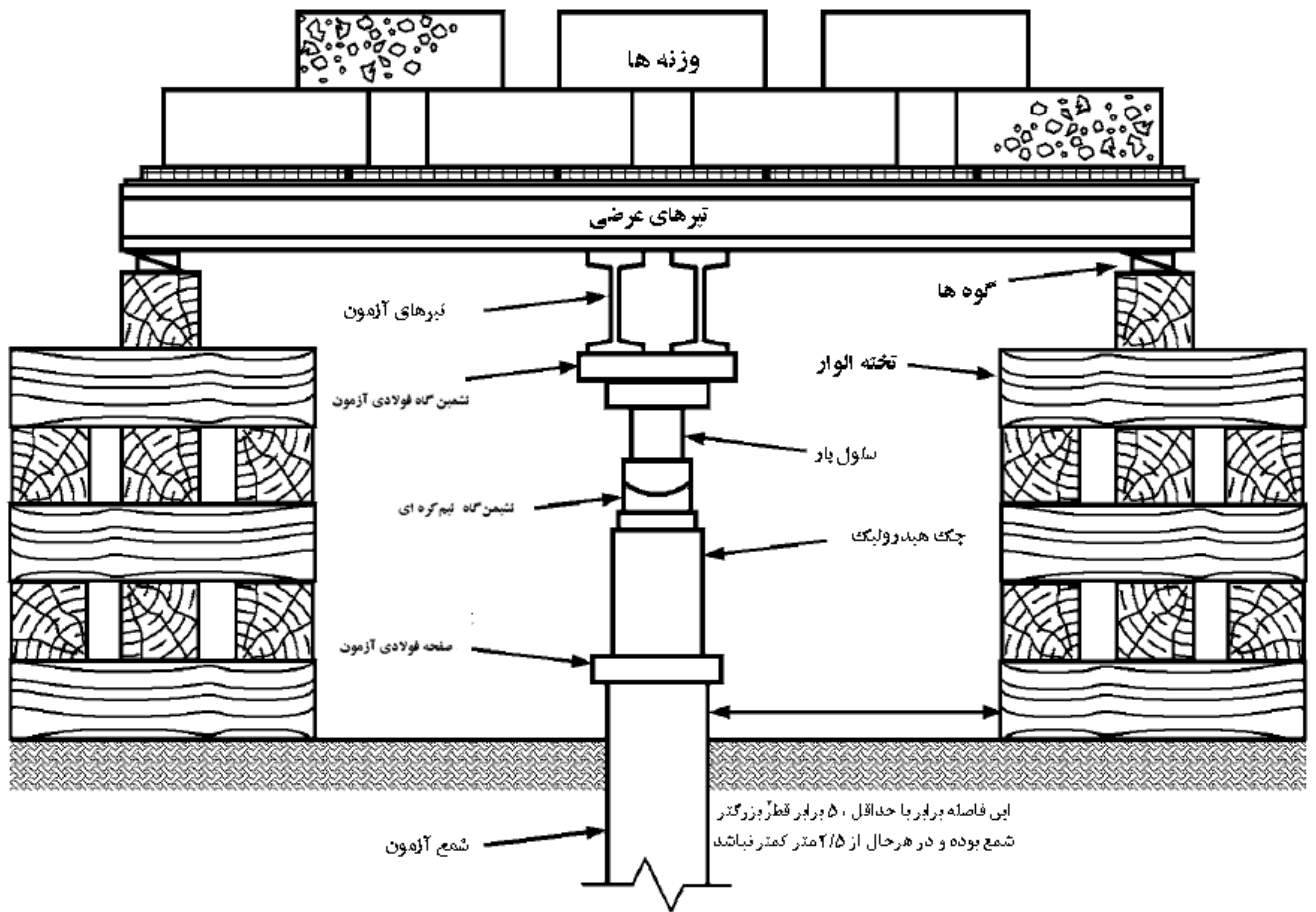


شکل ۳ - طرح کلیاز جک هیدرولیک عمل کننده بر خلاف جعبه یا سکوی وزنی

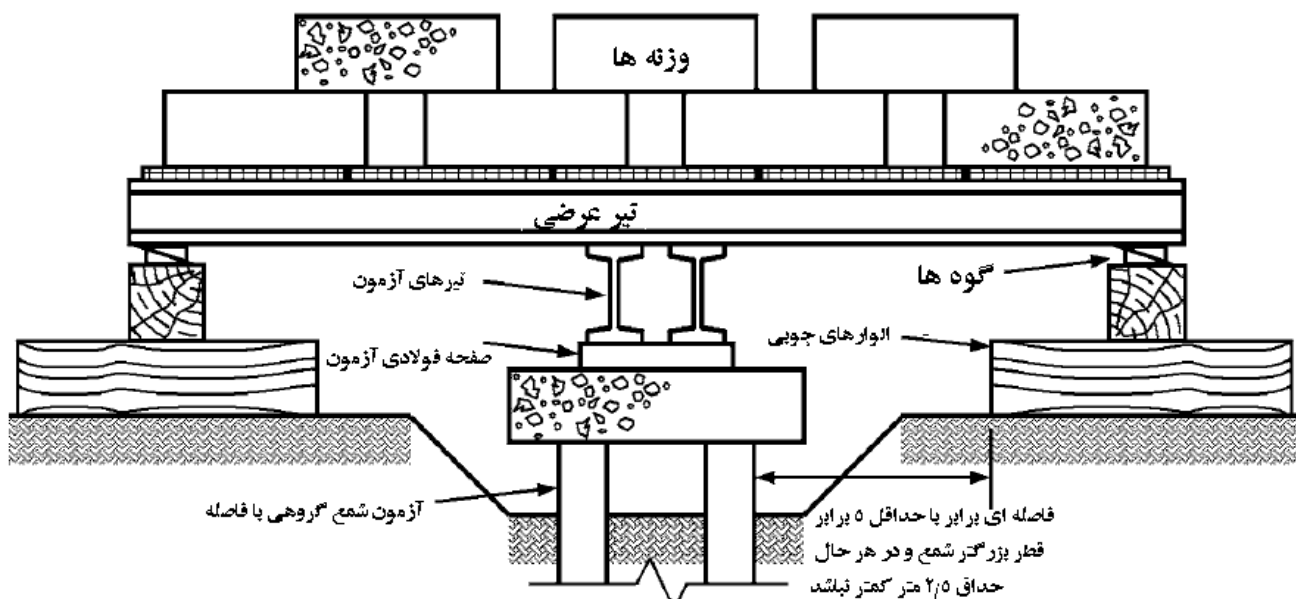
۲-۴-۵ مقاطع آزمون باید اندازه و مقاومت کافی داشته باشند تا از افت اضافی تحت بار بیشینه، جلوگیری کند و باید فاصله آزاد کافی بین صفحات تحتانی مقطع‌های آزمون و بالای شمع یا گروه شمع‌های آزمون، وجود داشته باشد تا صفحات نگه‌دارنده لازم، جک‌های هیدرولیک، نگه‌دارنده‌های نیمکره‌ای و سلول بار، در آن قرار گیرند. از قسمت‌های تحتانی مقطع آزمون با مهاریها موقتی یا دستگاه‌های دیگر، نگهداری کنید.

۳-۴-۵ جعبه و سکو را با هر ماده مناسبی مثل خاک، سنگ، بتن، فولاد یا مخازن پر شده با آب با وزن نهایی (به انضمام مقطع‌های آزمون و جعبه یا سکو) حداقل ۱۰ درصد، بیشتر از بیشینه بار آزمون پیش‌بینی‌شده، بارگذاری کنید.

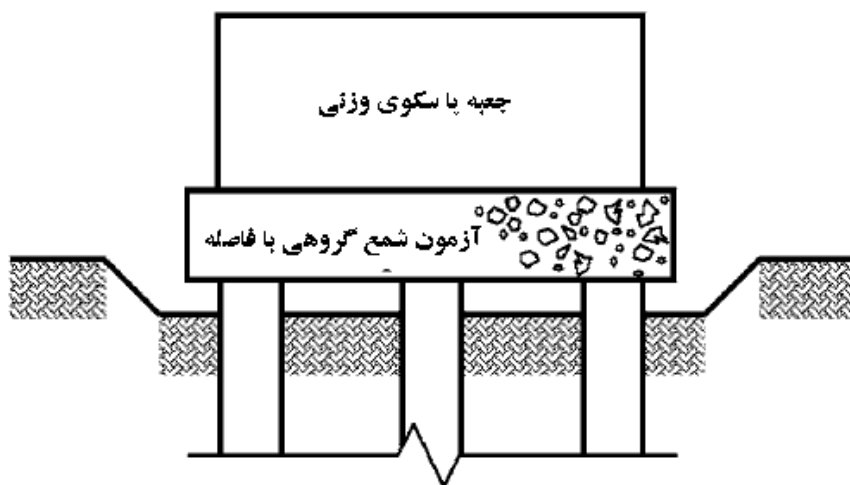
۵-۵ باری که بطور مستقیم با استفاده از وزن‌های مشخص، اعمال می‌شود (شکل‌های ۴، ۵ و ۶ را ببینید):



شکل ۴ - طرح کلی بارگذاری مستقیم بر روی شمع منفرد با استفاده از سکوه‌های وزنی



شکل ۵ - طرح کلی بارگذاری مستقیم بر روی گروه شمع‌ها با استفاده از سکوی وزنی



شکل ۶ - طرح کلی بارگذاری مستقیم بر روی یک گروه شمع

۵-۵-۱ یک مقطع آزمونی را با وزن مشخص و اندازه و مقاومت کافی را بر روی شمع یا گروه شمع آزمونی، متمرکز کنید تا از افت اضافی تحت باری که اگر لازم باشد برای ثابت کردن مقطع‌ها، قسمت‌های تحتانی آن بر مهابری موقتی، حمایت می‌شود، جلوگیری کند. متناوباً، وزن‌های آزمونی مشخص یا مواد بارگذاری، ممکن است بطور مستقیم بر شمع یا سرشمع شمع، اعمال شوند.

۵-۵-۲ یک سکو از وزن‌های مشخص را بر روی مقطع‌های آزمون، یا مستقیماً بر روی سرشمع، متمرکز و متعادل کنید که لبه‌های آویزان سکو، موازی با مقطع‌های آزمون، توسط مهارکننده یا توسط شمعی‌هایی که با تیرهای چوبی، پوشش‌دار شده‌اند حمایت شوند، تا جایی که یک فاصله آزاد بیشتر از ۱/۵ متر، در بین حمایت‌کننده‌ها و شمع یا گروه شمعی‌های آزمون، باقی بماند.

۵-۵-۳ جفت‌گوه‌های چوبی کافی را در بین قسمت فوقانی مهارکننده یا تیرهای پوششی چوبی و حاشیه‌های تحتانی سکو قرار دهید تا جایی که سکو بتواند در مدت زمان بارگذاری یا تخلیه بار، ثابت بماند.

۵-۵-۴ بارهای آزمون را با استفاده از وزن‌های مشخص، بر شمع یا گروه شمعی‌ها، بکار ببرید. در هنگام بارگذاری سکو یا جعبه، هر نگه‌دارنده موقتی را از قسمت تحتانی مقطع‌های آزمون، حذف کنید و گوه‌ها را در امتداد کناره‌های تحتانی سکو، تا حدی که سکو ثابت شود، محکم کنید. از مصالح بارگذاری مانند فولاد یا بتن استفاده کنید تا جایی که وزن بارهای افزایشی، بتواند با دقت ۵ درصدی، تعیین شود.

یادآوری ۱- با توجه به بزرگی بار اعمالی و حرکات محوری، ممکن است کنترل پایداری سکو در شرایط بار خرابی یا نزدیک به آن، در زمانی که بار بطور مستقیم اعمال می‌شود، مشکل باشد. هنگامی که بار خرابی پیش‌بینی می‌شود، بهتر است کاربر، استفاده از یک روش بار متفاوت را بررسی و ملاحظه کند.

یادآوری ۲- ابزار بارگذاری که در بند ۵-۵ شرح داده شدند، ممکن است اجازه قرائت‌های سطح شاخص نشان‌دار را بطور مستقیم بر روی مرکز سرشمع یا بالای شمع، بدهد تا حرکات بالای شمع که در بند ۶-۲-۴، شرح داده شده را اندازه‌گیری کند. برای تطبیق و همساز کردن شاخص نشان‌دار، از یک جفت مقطع آزمونی استفاده کنید که فضای خالی بین آنها، به اندازه کافی باشد، یک روزنه در میان سکو بگذارید و یک خط نشان‌دار را در بین وزنه‌های آزمون برای قرائت سطوح بگذارید.

۵-۶ انواع دیگری از وسایل بارگیری (اختیاری)، مهندس ناظر، ممکن است نوع دیگری از وسایل بارگیری را تعیین کند که مطابق بندهای ۵-۳ یا ۵-۴ باشد.

۶ وسایل برای اندازه‌گیری حرکات

۶-۱ کلیات

۶-۱-۱ مقاطع مرجع و سیم‌های فولادی را باید بطور مستقل از دستگاه بارگذاری، با نگه‌دارنده‌هایی که بطور محکم در زمین، در یک فاصله مشخص از شمع آزمونی که حداقل ۵ برابر قطر شمع آزمونی است و (در هر حال از ۲/۵ متر کمتر نیست)، محکم شوند. نگه‌دارنده‌های مرجع باید همچنین تا آنجا که ممکن است به دور از هر نگه‌دارنده مهاری قرار بگیرد و در هر حال کمتر از فاصله مشخص ۲/۵ متری نباشد.

۶-۱-۲ مقطع‌های مرجع باید مقاومت، سختی و مهاربندی قطری کافی داشته باشند تا از دستگاه‌های آزمون، حمایت کنند و لرزش‌ها را که ممکن است اندازه‌گیری حرکات شمع را کاهش دهند، به حداقل برسانند. یک انتهای هر مقطع باید آزاد باشد که بطور جانبی حرکت کند چون طول مقطع‌ها با تغییر حرارت، تغییر می‌کند. حمایت‌های مقطع‌های مرجع و طناب‌های سیمی باید از حرکت آب و عمل موج، مجزا باشد. یک سایه‌بان به وجود آورد تا از تاثیر تابش مستقیم آفتاب و بارش بر دستگاه‌های مرجع و اندازه‌گیری‌ها، جلوگیری کند.

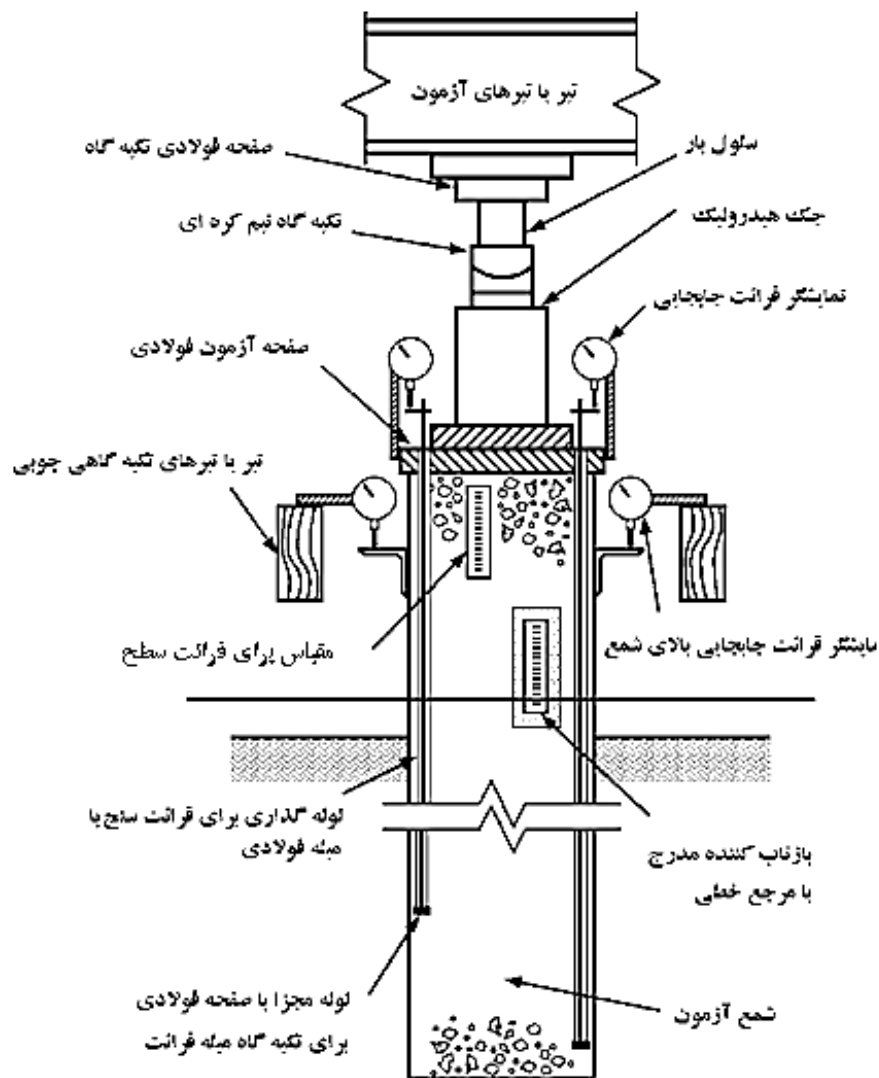
۶-۱-۳ شاخص‌های جابجایی الکترونیکی و مدرج، باید مطابق با استاندارد بند ۲-۸ باشند (برای اندازه‌گیری خطی) و بهتر است که بطور کلی یک امتداد ۱۰۰ میلی‌متری داشته باشند اما کمترین مسیر باید حداقل ۵۰ میلی‌متر باشد. مسیر طولانی‌تر، بدنه‌های طولانی‌تر، یا بلوک‌های واسنجی شده کافی را فراهم کنید تا اگر پیش‌بینی شده باشد، مسیرهای طولانی‌تری مجاز باشد. شاخص‌های الکترونیکی باید یک ارائه زمان واقعی از حرکات موجود در مدت زمان آزمون، را داشته باشند. یک سطح نگهدارنده صاف را فراهم کنید تا بدنه شاخص بطور عمودی نسبت به جهت مسیر بدنه قرار گیرد، مانند یک صفحه شیشه‌ای روغن‌کاری شده کوچک که در محل مناسب چسبانده شود. به جز چیزی که در بند ۷-۴، مورد نیاز است، شاخص‌ها باید حداقل درجه‌بندی ۰/۲۵ میلی‌متری یا کمتر، با دقت مشابه، داشته باشند. مقیاس‌هایی که برای اندازه‌گیری شمع، استفاده می‌شوند، نباید طولی کمتر از ۱۵۰ میلی‌متر داشته باشند و باید حداقل درجه‌بندی ۰/۵ میلی‌متری یا کمتر، با دقت مشابه، داشته باشند و باید با تقریب ۰/۱ میلی‌متر، قرائت شوند. شاخص‌های آمارگیری باید حداقل درجه‌بندی ۱ میلی‌متری یا کمتر، با با دقتی مشابه، داشته باشند و باید تا تقریب ۰/۱ میلی‌متر، داشته باشند.

۶-۱-۴ شاخص‌های مدرج و شاخص‌های اندازه‌گیری جابجایی الکترونیکی، باید در شرایط خوب کاری باشند و ظرف مدت سه سال قبل از انجام هر آزمون یا سری‌های آزمونی، محدوده واسنجی کاملی داشته باشند. قبل از انجام یک آزمون، گزارشات واسنجی را تهیه کنید و دمای هوای پیرامون، در مدت زمان آزمون را هم ذکر کنید.

۶-۱-۵ شاخص‌های اندازه‌گیری، مقیاس و نقاط مرجع را بطور واضح با تعدادی علائم مرجع، همسان کنید.

۶-۱-۶ شاخص‌ها، مقیاس‌ها و نقاط مرجع که به شمع آزمونی، سرشمع شمع، مقطع‌های مرجع یا دیگر مراجع، متصل شده‌اند، باید بطور محکم چسبانده شوند تا در مدت زمان آزمون، نسبت به شمع آزمونی یا سرشمع شمع، حرکت نکنند. در صورتی که چیز دیگری توسط مهندس، تایید نشده باشد، مقطع‌های مرجع و نگه‌دارنده‌های سیم فولادی را به دقت بررسی کنید که در مدت زمان آزمون، با استفاده از یک سطح آمارگیری که قرائت‌ها را روی یک شاخص آمارگیری یا یک مقیاس با ارجاع به یک علامت دائمی که در بیرون از محدوده آزمون، قرار گرفته است، می‌دهد، حرکت نکنند.

۶-۲ حرکات محوری بالای شمع (شکل ۷ را ببینید):



شکل ۷ - طرح کلی دستگاه اندازه‌گیری حرکات شمع محوری

۱-۲-۶ در صورتی که چیز دیگری مشخص نشده باشد، همه آزمون‌های بار فشاری محوری باید شامل وسایلی برای اندازه‌گیری حرکات محوری بالای شمع آزمونی، شمع‌هایی درون یک گروه یا سرشمع گروه شمع، باشند. این وسایل باید شامل یک سامانه اندازه‌گیری اولیه و حداقل یک دستگاه ثانویه اضافی، شوند. از حداقل دو دستگاه که در این باره، توصیف شدند، استفاده کنید.

یادآوری ۱- در هنگامی که امکان دارد، از شاخص‌های جایجایی، به عنوان سامانه اولیه استفاده کنید تا اندازه‌گیری‌های دقیق‌تری بدست آید. از سامانه‌های اضافی برای چک کردن داده‌های جایجایی بالای شمع، استفاده کنید و در هنگامی که سامانه اندازه‌گیری مختل شده یا برای حرکات اضافی، دوباره تنظیم می‌شود، پیوستگی را حفظ کنید.

یادآوری ۲- حرکات بالای شمع که مستقیماً بر روی شمع آزمونی، اندازه‌گیری می‌شوند دقت بالاتری نسبت به اندازه‌گیری‌های روی صفحه آزمون دارند، که در هنگامی که از یک لایه نازک از دوغاب سیمان بر روی یک شمع بی‌عیب استفاده می‌شود یا هنگامی که از یک صفحه آزمون که به شمع، متصل کرده‌اند (جوش داده‌اند)، استفاده می‌شود، این اختلاف جزئی و کم می‌شود. به هر حال ممکن است کاربران مایل باشند تا با استفاده از شاخص‌های اضافی، بررسی کنند که صفحات آزمون و بالای شمع، نسبت به یکدیگر حرکت نکنند.

۲-۲-۶ شاخص‌های جابجایی، حداقل دو شاخص جابجایی را بر روی مقطع‌های مرجع، نصب و محکم کنید تا در نقاط متقارن محوری مساوی از مرکز شمع آزمون یا سرشمع، با بدنه‌ای موازی با محور طولی شمع، شمع مایل، یا گروه شمع، بر بالای شمع، تاثیر بگذارد. دو مقطع مرجع موازی را در دو طرف شمع آزمون یا سرشمع، در جهتی تطبیق دهید که قرارگیری نگهدارنده‌های آن‌ها تا حد امکان به دور از شمع‌های مهارکننده یا مهارکننده‌ها، مجاز باشد. به‌طور مکرر، دو شاخص را بر روی نقاط متقارن محوری مساوی از مرکز شمع آزمون یا سرشمع، با بدنه‌ای موازی با محور طولی شمع، شمع مایل، یا گروه شمع، نصب و محکم کنید تا بر بالای شمع، تاثیر بگذارد.

یادآوری ۱- برای شمع‌هایی با عرض یا قطر بیشتر از ۰/۷۵ متر و برای شمع‌هایی بدون حمایت کننده جانبی خوب در نزدیک قسمت فوقانی، از چهار شاخص جابجایی برای خنثی کردن حرکات جانبی یا چرخش بالای شمع، استفاده کنید.

یادآوری ۲- برای آزمون بر روی شمع‌های مایل، همانطوری که در بند ۳-۶ شرح داده شده است، بر جابجایی جانبی شمع‌ها نظارت کنید تا ناپایداری‌هایی را که ممکن است در نتیجه نیروهای گرانشی در مدت زمان آزمون، بوجود آیند را بررسی کنید.

۳-۲-۶ سیم فولادی، آینه و مقیاس، دو سیم فولادی را موازی با همدیگر و به صورت عمودی، هماهنگ کنید و در گوشه‌های روبروی هم در فاصله مساوی از محور شمع آزمون یا گروه شمع، در جهتی که قرارگیری نگهدارنده‌های سیم فولادی تا حد امکان به دور از شمع‌های مهارکننده یا مهارکننده‌ها، مجاز باشد، قرار دهید. برای اینکه نیروی کششی در سیم، ثابت باقی بماند، طناب‌های سیمی باید شامل یک وزنه یا فنر باشد تا در هنگامی که به صورت ناگهانی یا آهسته و پیوسته، کشیده می‌شوند، سیم فولادی دوباره به موقعیت اولیه‌اش برگردد. برای طناب‌های سیمی از یک سیم فولادی بدون پوشش و تمیز با قطر ۰/۲۵ میلی‌متر یا کمتر، استفاده کنید. هر سیم فولادی باید از میان یک مقیاس که بر روی شمع آزمونی یا سرشمع شمع بطور موازی با محور شمع یا گروه شمع‌ها، نصب شده است، عبور کند و بدون تماس با آن بماند. یک مقیاس را بر روی یک آینه که بر روی شمع یا سرشمع، چسبانده شده است، نصب کنید و از یک سیم فولادی به عنوان خط مرجع برای قرائت مقیاس، استفاده کنید. از یک آینه استفاده کنید تا خطای زاویه شکست نور (خطای دید) را در قرائت اندازه‌ها با ثابت شدن سیم و انعکاس تصویر آن در آینه، از بین ببرید. سیم را کمتر از ۱۳ میلی‌متر از روبروی مقیاس، تنظیم کنید.

۴-۲-۶ تراز آمارگیر یا مقطع لیزری، قرائت حرکات بدست آمده با استفاده از یک تراز آمارگیری یا مقطع لیزری باید بر روی یک شاخص نشان‌دار یا یک مقیاس قرار بگیرد و باید به یک علامت دائمی که در بیرون از منطقه

آزمون قرار دارد، ارجاع داده شود. یا به طور متناوب، تراز آمارگیری باید بر روی یک شیء با ارتفاع ثابت در بیرون از منطقه آزمون (مثلا یک شمع کوبیده شده)، نصب و محکم شود. نقاط مرجع یا مقیاس‌هایی که در گرفتن قرائت‌های جابجایی استفاده می‌شوند باید بر روی پهلوهای شمع آزمونی یا سرشمع شمع، نصب و محکم شوند و در مقابل همدیگر قرار گیرند، مگر اینکه نقاط مرجع بر بالای سرشمع قرار گرفته باشد یا قرائت‌ها روی یک نقطه ثابت منفرد در مرکز بالای شمع آزمونی، صفحه آزمون یا سرشمع آزمونی، برداشت شوند (شکل ۶ را ببینید).

۲-۶-۵ انواع دیگری از دستگاه‌های اندازه‌گیری (اختیاری)، مهندس ممکن است نوع دیگری از دستگاه‌های اندازه‌گیری را مطابق بند ۲-۶، تعیین کند.

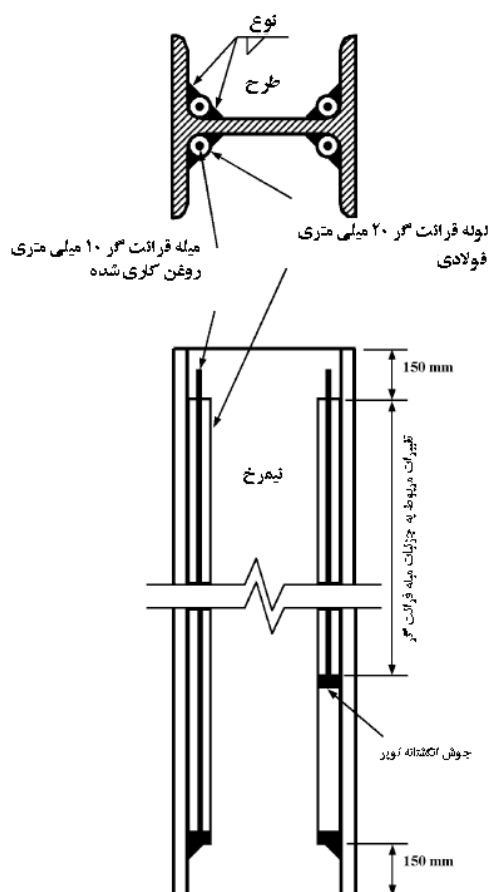
۳-۶ حرکات جانبی (اختیاری)، حرکات جانبی قسمت فوقانی شمع آزمون یا گروه شمع‌ها را با دقت $2/5$ میلی‌متر، با استفاده از هر کدام از روش‌هایی که در ادامه آمده است، اندازه‌گیری کنید: الف) دو شاخص جابجایی را در جهات قائم، تنظیم و هماهنگ کنید. و بدنه‌های آنها را بطور عمودی با محور طولی شمع-های آزمونی، نصب و محکم کنید و نگاه‌دارنده‌ها را برخلاف صفحات شیشه‌ای روغن کاری شده، بر کناره‌های شمع آزمونی یا سرشمع شمع، بچسبانید. یا ب) یک زاویه‌یاب را از روی مقیاس‌هایی که بطور جانبی بر روی دو کناره عمودی شمع آزمونی یا سرشمع شمع، نصب شده‌اند، را قرائت کنید، که قرائت‌ها به دید جلو یا دید عقب تثبیت شده، ارجاع داده شوند. برای انجام آزمون بر روی شمع‌های مایل، شاخص‌ها یا مقیاس را موازی و عمودی نسبت به صفحه عمودی خم‌شدگی و عمود نسبت به محور طولی شمع‌های آزمونی، تطبیق و هماهنگ کنید.

۴-۶ اندازه‌گیری کرنش و تراکم شمع (اختیاری)

۱-۴-۶ تراکم یا کرنش شمع آزمونی را در مدت زمان بارگذاری در موقعیت‌هایی که توسط مهندس تعیین شده است را اندازه‌گیری کنید تا به ارزیابی توزیع بار منتقل‌شده از شمع به خاک پیرامون، کمک کند.

۲-۴-۶ تراکم شمع را با استفاده از شاخص‌های جابجایی برای اندازه‌گیری حرکات نسبی بین بالای شمع و یک مقطع یا شاخص فلزی در معرض کرنش قرار نگرفته (شکل‌های ۷ تا ۱۰ را ببینید)، که در یک نقطه در درون شمع اتکا دارد، را تعیین کنید. به جز زمانی که بر روی محور شمع قرار گرفته است، جفت قرائت‌کننده‌ها را در شمع با مقطع یا شاخص‌هایی در هر جفت از آنها، بطور متقارن در روبروی هم و با فاصله یکسان از محور شمع و موازی با آن، قرار گرفته است را نصب کنید. اگر لازم است، جفت قرائت‌کننده‌ها را نزدیک کف شمع و در دیگر نقاط در امتداد شمع، محدود کنید (خاتمه دهید). فاصله از بالای شمع تا نقاط انتهایی قرائت‌کننده‌ها را با تقریب 10 میلی‌متر، اندازه‌گیری و یادداشت کنید. قرائت‌کننده‌ها را در یک پوشش یا ضربه‌گیر نصب کنید تا از حرکات آزادانه مقطع (شاخص)، در مدت زمان آزمون، مطمئن شوید. مقطع‌ها باید نوک گردی داشته باشند تا به یک صفحه فولادی تمیز (صاف) که به شمع چسبانده شده است، اتکا کنند یا باید درون مهره‌هایی که به شمع چسبانده شده است، به نخ کشیده شوند. مقطع‌های قرائت‌کننده‌ها را قبل از نصب کردن، تمیز کنید، در زمان

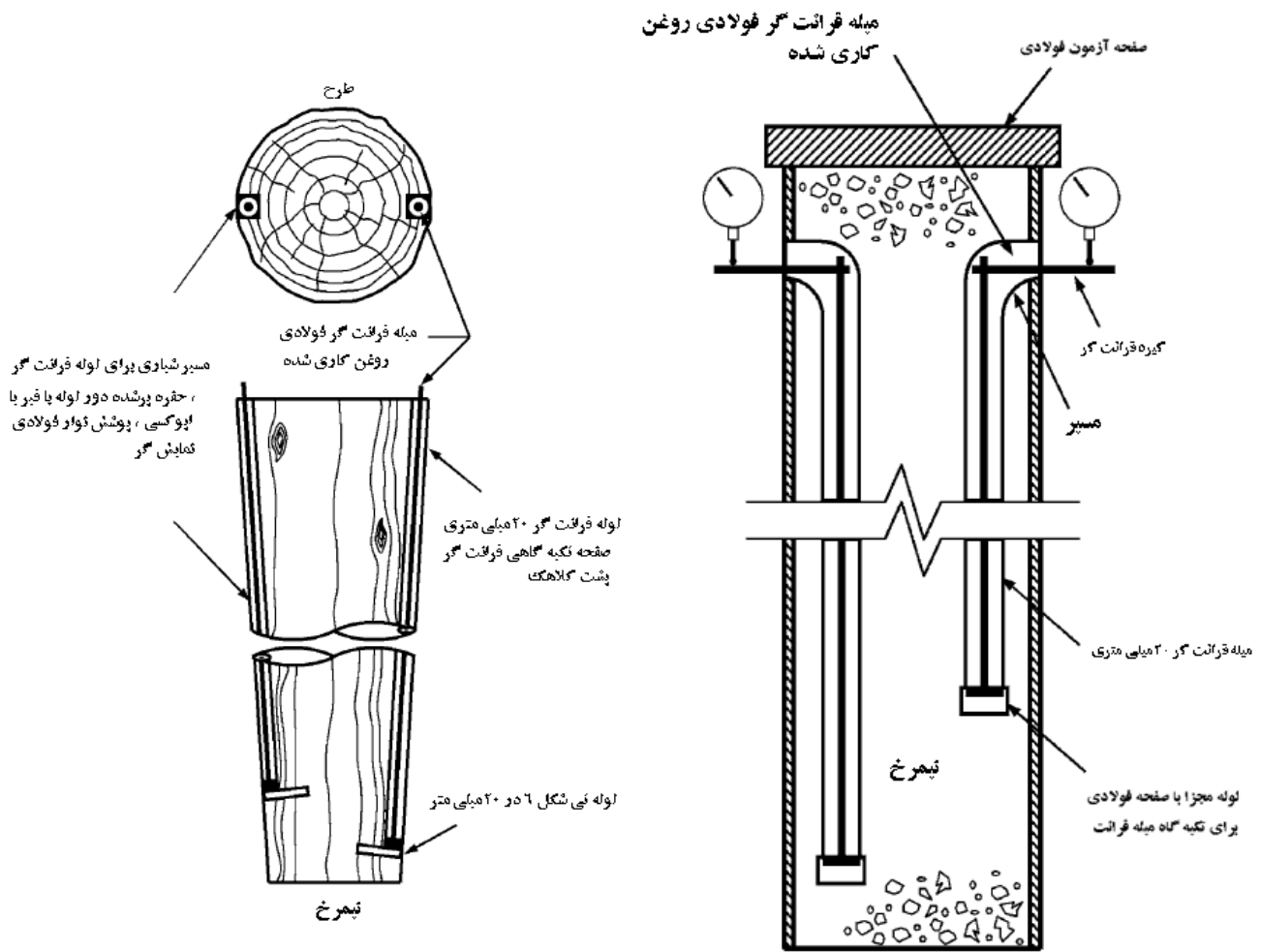
نصب یا بعد از آن، آن‌ها را روغن کاری کنید و متمرکز کننده‌هایی برای گیردار کردن حرکات جانبی نه حرکات محوری در بالای شمع، را فراهم کنید. شاخص‌های جابجایی باید یک مسیر حداقل ۵ میلی‌متر و کمترین درجه-بندی از ۰/۰۱ میلی‌متر یا کمتر، با همان دقت، داشته باشند. یک سطح تکیه‌گاهی صاف را برای بدنه شاخص، بر روی مقطع‌قرائت‌کننده‌ها بطور عمودی نسبت به جهت مسیر بدنه، نصب و محکم کنید، مانند یک صفحه شیشه-ای کوچک روغن کاری شده که در محل مناسب چسبانده شده یا محکم شده است.



راهنما:

نصب مقطع قرائت‌گر پس از کوبش شمع

شکل ۸ - نصب احتمالی قرائت‌گر برای شمع‌های H شکل فولادی



شکل ۹ - نصب احتمالی نمایشگر برای شمع‌های لوله‌ای / شکل ۱۰ - نصب احتمالی نمایشگر برای شمع‌های بالواری

۷-۴-۳ انواع دیگری از نمایشگرها (اختیاری)، مهندس ممکن است نوع دیگری از نمایشگر برای اندازه‌گیری تراکم شمع، را مطابق بند ۷-۴-۲، تعیین کند.

۷-۴-۴ کرنش شمع را بطور مستقیم با استفاده از کرنش‌سنج‌ها که در امتداد طول محور شمع، نصب شده‌اند، اندازه‌گیری کنید. کرنش‌سنج‌های منفرد را در امتداد محور شمع نصب کنید یا جفت کرنش‌سنج‌ها را که بطور متقارن در روبروی هم و در فاصله مساوی از محور شمع و موازی با آن، قرار دارند را نصب کنید. فاصله از بالای شمع تا کرنش‌سنج‌ها را با تقریب ۱۰ میلی‌متر، اندازه‌گیری و یادداشت کنید. نوع و نصب کرنش‌سنج‌ها باید توسط مهندس تایید شود و باید شامل تصحیح دمایی بر اساس آنچه سازنده آن، پیشنهاد کرده است، باشد. در صورت

امکان، برنامه‌های اندازه‌گیری مشمول کرنش‌سنج، باید شامل واسنجی شمعی که بطور کامل دستگامی شده و تاریخچه کامل قرائت‌های سنجنده که قبل از نصب‌شان در شمع، شروع شده است، باشند.

یادآوری- برای تفسیر اندازه‌گیری‌های کرنش و تخمین تنش‌های شمع، مهندس به یک نیمرخ عمقی شرح دهنده تغییرات اجزاء شمع و مقاومت آن‌ها، سطح مقطع عرضی و سفتی، نیاز دارد. ویژگی‌های سفتی ممکن است با تنش اعمالی، تغییر کند مخصوصاً در دوغاب یا بتن. این اطلاعات را از سوابق و بایگانی نصب و آزمون‌های ویژگی‌های مواد جدا را اگر لازم است، بدست آورید.

۷ روش انجام آزمون

۷-۱ بارگذاری

۷-۱-۱ کلیات

۷-۱-۱-۱ بارهای آزمون را بر اساس یکی از فرایندهایی که در زیر برای هر روش آزمون، شرح داده شده است، یا توسط مهندس، اصلاح شده است، اعمال کنید. اگر عملی است، بیشینه بار اعمالی بهتر است به خرابی برسد تا ظرفیت بار فشاری ساکنینی محوری نهایی شمع را انعکاس دهد. از ظرفیت سازه‌ای ایمن شمع یا گروه شمع‌ها یا وسایل بارگذاری، تجاوز نکنید. شمع بارگذاری شده را بدون مراقبت، رها نکنید.

۷-۱-۱-۲ برای جلوگیری از خزش اضافی و خرابی سازه‌ای احتمالی شمع‌های بتنی درجا، آزمون بار را بعد از بتن‌ریزی، به تاخیر بگذارید تا اجازه دهد که بتن تازه، مقاومت کافی را بدست آورد. از استوانه‌های مغزه‌گیری-شده بتن شمع با سن مشخص با در نظرگیری این که مغزه‌های آزمونی عموماً عمل‌آوری سریع‌تری از بتن در شمع دارند، استفاده کنید.

۷-۱-۱-۳ ظرفیت محوری ساکنینی شمع‌ها، بطور ویژه با زمان سپری شده از نصب شمع، پایایی کاهش وارفتگی بتن احتمالی، بسته به خصوصیات خاک یا سنگ و فشار آب منفذی و توزیع ساختار خاک که با نصب، تحریک شده‌اند، تغییر می‌کند. این رفتار ممکن است هم شمع‌های کوبیده شده و هم شمع‌های درجا ریخته شده را تحت تاثیر قرار دهد. مهندس ممکن است یک دوره انتظار را بین نصب شمع و انجام آزمون ساکنینی، تعیین کند تا اثرات زمانی را بررسی کند. زمان انتظار بر اساس انجام آزمون (برای مثال شمع‌های دوباره کوبیده شده) یا تجارب قبلی، ممکن است از ۳ روز تا ۳۰ روز یا بیشتر باشد.

۷-۱-۱-۴ در هنگام آب‌گیری موقت یک محل آزمون، با شمع‌هایی که در خاک‌های دانه‌ای نصب شده‌اند، سطح آب زیرزمینی را تا آنجایی که ممکن است، نزدیک به ارتفاع ظاهری، حفظ کنید و ارتفاع سطح آب زیرزمینی را در مدت زمان انجام آزمون، یادداشت کنید. از ارتفاع سطح آب زیرزمینی اندازه‌گیری شده در مدت زمان انجام

آزمون، برای تصحیح ظرفیت شمع محوری در زمانی که تراز آب زیرزمینی در مدت زمان آزمون، بیش از ۱/۵ متر از ارتفاع آب زیرزمینی مورد استفاده، منحرف می‌شود، استفاده کنید.

۷-۱-۲ فرایند A: آزمون سریع یا لحظه‌ای

بار آزمون را با افزایش‌های ۵ درصدی بار خرابی پیش‌بینی شده، اعمال کنید. هر افزایش بار را به یک طریق پیوسته، اضافه کنید و بلافاصله تکمیل قرائت‌های جابجایی را برای فواصل زمانی بار قبلی، دنبال کنید. افزایش‌های بار را تا زمان رسیدن به بار خرابی، اضافه کنید اما از ظرفیت سازه‌ای ایمن شمع یا گروه شمع‌ها، و یا وسایل بارگذاری، تجاوز نکنید. در مدت زمان هر فاصله بار، برای یک فاصله زمانی بین ۴ دقیقه تا ۱۵ دقیقه، با استفاده از فواصل زمانی یکسان برای همه افزایش‌های بارگذاری در سراسر آزمون، بار را ثابت نگه‌دارید. بار را در ۵ تا ۱۰ کاهش تقریباً مساوی، با ثابت نگه‌داشتن بار در یک فاصله زمانی ۴ دقیقه تا ۱۵ دقیقه‌ای و با استفاده از فاصله زمانی یکسان برای همه کاهش‌های باربرداری، و ملاحظه فواصل زمانی طولانی‌تر برای بار خرابی برای ارزیابی رفتار خزش و بررسی فواصل زمانی طولانی‌تر برای بار صفر نهایی برای ارزیابی رفتار ارتجاعی، حذف کنید.

۷-۱-۳ فرایند B: آزمون باقی‌مانده (اختیاری)

۷-۱-۳-۱ بجز وقتی که اولین خرابی اتفاق می‌افتد، شمع را تا یک بیشینه بار باقی‌مانده ۲۰۰ درصدی از بار محاسبه‌ای پیش‌بینی‌شده، برای انجام آزمون روی شمع‌های منفرد، و یا ۱۵۰ درصدی بار محاسبه‌ای شمع گروهی، با بکارگیری بار در افزایش‌های ۲۵ درصدی بار محاسبه‌ای، بارگذاری کنید. هر افزایش بار را تا زمانی باقی بگذارید که سرعت تغییر مکان محوری از ۰/۲۵ میلی‌متر بر ساعت، با یک زمان حداقلی کافی برای بررسی این نرخ حرکت بر اساس درستی قرائت‌های شاخص حرکت و با بیشینه ۲ ساعت، تجاوز نکند. بعد از اعمال بار بیشینه و به دست آوردن یک آزمون کلی در مدت زمان حداقل ۱۲ ساعت، شروع کنید به تخلیه بار در زمانی که حرکات محوری اندازه‌گیری شده بیش از یک ساعت، از ۰/۲۵ میلی‌متر، تجاوز نکند، در غیر این صورت، اجازه دهید بار بیشینه تا ۲۴ ساعت بر شمع یا گروه شمع‌ها، باقی بماند. اگر در مدت زمان بارگذاری، خرابی اتفاق بیافتد، بار خرابی یا بیشینه بار ممکن را تا زمانی که حرکات محوری عمودی برابر با ۱۵ درصد قطر یا عرض شمع شود، باقی بگذارید. بعد از تکمیل افزایش (نمو) بار نهایی، بار را در کاهش‌های ۲۵ درصدی بار آزمون بیشینه با ۱ ساعت بین کاهش‌ها، حذف کنید.

۷-۱-۳-۲ اگر از روش بارگذاری مستقیمی که در بند ۶-۵، توصیف شد، استفاده می‌کنید، در اولین افزایش بار، وزن مقاطع آزمونی و سکوهایی که به‌طور مستقیم بر شمع، اتکا دارند را در نظر بگیرید. قبل از اضافه یا حذف کردن بار، گوه‌ها را در امتداد لبه‌های سکو ببندید تا سکو پابرجا و تثبیت شود. افزایش بار را در حالتی قرار دهید یا بردارید که از ضربه و برخورد اجتناب کند و تعادل بار در تمام مدت، حفظ شود. بعد از اینکه هر افزایش بار،

اعمال شد، گوه‌ها را شل کنید (اما حذف نکنید) و همانطور حفظ کنید تا بار کامل بروی شمع‌ها در حالی که حرکت می‌کنند، عمل کند.

یادآوری- اگر بعد از تخلیه بار شمع، حرکت محوری دائمی جزئی، رخ دهد، بارگذاری دوباره شمع‌های آزمون را تا یک بار بزرگتر، بررسی کنید و یا از فرایند بند ۷-۱-۴ استفاده کنید. اگر شمع‌های آزمون در مدت زمان فرایند بارگذاری باقی‌مانده، به خرابی نزدیک شوند، کاهش افزایش بار نهایی را برای بدست آمدن یک بار خرابی دقیق‌تر، ملاحظه و بررسی کنید.

۷-۱-۴ فرایند C: بارگذاری در آزمون باقی‌مانده اضافی (اختیاری)

بعد از اینکه بار مطابق با بند ۷-۱-۳ اعمال و حذف شد، شمع آزمون یا گروه شمع‌ها را تا بیشینه بار باقی‌مانده در افزایش ۵۰ درصدی بار محاسبه شده شمع یا گروه شمع‌ها، را با قرار دادن زمان ۲۰ دقیقه‌ای بین نمونه‌های بار، دوباره بارگذاری کنید. سپس بار اضافی را در نمونه‌های ۱۰ درصدی بار محاسبه شده برای شمع یا گروه شمع‌ها، تا زمان رسیدن به بیشینه بار مورد نیاز یا خرابی، با قرار دادن زمان ۲۰ دقیقه‌ای بین نمونه‌های بار، بکار ببرید. اگر خرابی اتفاق افتد، بالابری شمع را تا زمانی که ته‌نشینی مساوی با ۱۵ درصد قطر یا عرض شمع شود، ادامه دهید. اگر خرابی اتفاق نیافتد، بار جامع یا کامل را تا ۲ ساعت نگه‌دارید و سپس بار را در چهار کاهش مساوی، با فاصله ۲۰ دقیقه‌ای بین هر کدام از آن‌ها، حذف کنید.

۷-۱-۵ فرایند D: آزمون بارگذاری فاصله زمانی ثابت

فرایندها را دنبال کنید اما، بار را در افزایش ۲۰ درصدی بار محاسبه شده شمع یا گروه شمع‌ها با فاصله ۱ ساعته بین افزایش بار، اعمال کنید. سپس شمع‌ها را با فاصله زمانی ۱ ساعته بین کاهش‌های بار، باربرداری کنید.

۷-۱-۶ فرایند E: آزمون نرخ ثابت نفوذ (اختیاری)

۷-۱-۶-۱ وسایل اعمال بار، باید یک ظرفیت تایید شده داشته باشد و باید با بندهای ۵-۳ و ۵-۴، مطابقت داشته باشد. از یک سامانه بالابر هیدرولیک مکانیکی که با شیر تخلیه، دستگاه سرعت متغییر یا دیگر وسایل که مناسب برای فراهم کردن تخلیه فشار متغیر ملایم است، استفاده کنید.

۷-۱-۶-۲ تا جایی که لازم است بار کاربردی را تغییر دهید تا برای خاک‌های چسبنده، نرخ نفوذ شمع ۰/۲۵ میلی‌متری تا ۱/۲۵ میلی‌متری بر دقیقه و برای خاک‌های دانه‌ای، نرخ نفوذ شمع ۰/۷۵ میلی‌متری تا ۲/۵ میلی‌متری بر دقیقه یا بر اساس آنچه مهندس تعیین کرده است، حفظ شود. بارگذاری شمع را تا زمانی ادامه دهید که نفوذ پیوسته در نرخ تایید شده، بدست آید. بیشینه بار اعمالی را تا زمانی که یک نفوذ شمع قایم، حداقل ۱۵ درصد میانگین قطر یا عرض شمع، بدست آید، یا تا زمانی که نفوذ شمع متوقف شود، نگه‌دارید. بار نهایی را به تدریج آزاد کنید تا از بار و دستگاه‌های اندازه‌گیری، محافظت شود.

۷-۱-۶-۳ سرعت نفوذ را توسط بررسی زمان داده شده برای افزایش یکسان کوچک متوالی از نفوذ را کنترل کنید و سپس جک در نتیجه آن متعادل کنید. متناوباً، از یک دستگاه مکانیکی یا الکتریکی برای نظارت و کنترل نرخ نفوذ بطوری که ثابت باقی بماند استفاده کنید.

۷-۱-۶-۴ فرایند اندازه‌گیری را ببینید. در هنگامی که از یک سامانه ثبت ویدئویی استفاده می‌کنید، برای قرائت آسان، همه سنشگرها و همچنین یک ساعت دیجیتال که زمان را با تقریب ثانیه نشان می‌دهد، را درون میدان دید دوربین قرار دهید.

۷-۱-۷: فرایند F: آزمون افزایش تغییر مکان ثابت (اختیاری)

۷-۱-۷-۱ بارهای آزمون را در افزایش مورد نیاز برای حرکت بالای شمع مساوی با حدود ۱ درصد از میانگین قطر یا عرض شمع، اعمال کنید. بار اعمالی را تا آنجا که لازم است، تغییر دهید تا هر افزایش حرکت، باقی بماند. بار اضافی را تا زمانی که سرعت تغییر بار برای ایجاد افزایش کمتر از ۱ درصد بار اعمال شده نهایی بر ساعت، باشد، به کار نبرید. بارگذاری شمع را در چنین افزایشی را تا زمانی ادامه دهید که تغییر مکان قایم برابر با ۱۵ درصد از میانگین قطر یا عرض شمع باشد.

۷-۱-۷-۲ بار آزمون نهایی را در چهار کاهش مساوی، بعد از باقی ماندن افزایش جابجایی نهایی، تا زمانی که نرخ تغییرات کمتر از ۱ درصد از بار اعمالی نهایی بر ساعت است را حذف کنید. بعد از حذف اولین کاهش بار، کاهش‌های بعدی را تا زمانی که سرعت جابجایی شمع برای افزایش بار قبلی، کمتر از ۰٫۳ درصد از میانگین قطر شمع یا ابعاد قطر بر ساعت است، حذف نکنید.

۷-۱-۸: فرایند G: آزمون بارگذاری چرخه‌ای (اختیاری)

برای اولین افزایش بار آزمونی، چنین افزایشی را مطابق بند ۷-۱-۳، اعمال کنید. بعد از اعمال بارهای مساوی با ۵۰ درصد، ۱۰۰ درصد و ۱۵۰ درصد از بار محاسبه شده گروه، برای انجام آزمون روی گروه‌های شمع، بار آزمونی نهایی را در هر مورد برای ۱ ساعت، حفظ کنید و بار در کاهش‌های مساوی با افزایش بارگذاری و فواصل ۲۰ دقیقه‌ای بین کاهش‌ها، حذف کنید. بعد از حذف کردن هر بار افزایش‌بیشینه، بار را برای هر سطح بار قبلی در افزایش مساوی با ۵۰ درصد از بار محاسبه شده با فواصل ۲۰ دقیقه‌ای بین نموها، دوباره به کار بگیرید. بارهای اضافی را بر طبق بند ۷-۱-۳، اعمال کنید. بعد از اینکه بیشینه بار آزمونی مورد نیاز، اعمال شد، بار آزمونی را مطابق بند ۷-۱-۳، نگه‌داری و حذف کنید.

۲-۷ ثبت قرائت‌های آزمون

۲-۷-۱ کلیات

۲-۷-۱-۱ برای فواصل زمانی مورد نیازی که در زیر، برای هر روش آزمون، شرح داده شده است، زمان، بار اعمالی، و قرائت حرکت (جابجایی و کرنش، اگر اندازه‌گیری شده باشد) را برای هر کرنش‌سنج، مقیاس یا نقاط مرجع به درستی تعیین شده‌ای که تا آنجا که ممکن است، تقریباً در یک زمان، یادداشت کنید. مهندس ممکن است فواصل قرائت‌های متفاوتی که در زیر داده شده‌اند و برای قانع کردن اهداف یک برنامه شمع آزمونی مخصوص، مورد نیاز است را تعیین کند. در هنگام استفاده از داده‌نگار برای ثبت قرائت‌ها در یک فاصله زمانی ثابت، قرائت‌های آزمونی اضافی، را بر اساس تعیین مهندس، یا متناسب با اهداف آزمون و غیره، بدست آورید. در هنگام استفاده از فرایند بارگذاری شرح داده شده در بند ۵-۵، قرائت بار صفر را قبل از قرار دادن مقطع آزمونی و سکو بر روی شمع‌ها، اندازه‌گیری کنید. هر تعدیل کارگاهی که برای دستگاه و داده ثبت شده، انجام می‌شود را بطور واضح یادداشت کرده و توضیح دهید.

۲-۷-۱-۲ ثبت مقاطع مرجع و سامانه واکنشی بار (شامل شمع‌های واکنشی) را با استفاده از یک زاویه‌یاب و شاخص، بررسی و بازبینی کنید تا حرکات تعیین شوند. قرائت‌های ثبت شده قبل از اعمال هر بار آزمون، در طراحی بار پیشنهادی، در بیشینه بار آزمون و بعد از حذف همه بارها را یادداشت کنید. قرائت‌های میانگین برای هر افزایش بار توصیه می‌شود تا، تضمین کیفیت اضافی و آشکارسازی پتانسیل شکست سامانه واکنشی بار را فراهم کند.

۲-۷-۱-۳ هنگامی که از مقیاس‌های اندازه‌گیری تعبیه شده برای بدست آوردن اندازه‌گیری‌های کرنش افزایشی استفاده می‌شود، مطابق بند ۶-۴ قرائت‌ها را قبل از انجام آزمون، به عنوان یک کمینه، در هنگامی که قرائت‌های زمان، بار و حرکات، ثبت می‌شوند، یادداشت کنید. مهندس ممکن است همچنین، به قرائت‌های مقیاس اندازه‌گیری قبل و بعد از نصب شمع، نیاز داشته باشد تا تاریخچه کرنش کاملی بدست آید و رفتار تنش باقی‌مانده، بررسی شود.

۲-۷-۲ روش A: آزمون سریع

هنگامی که مجاز به فواصل زمانی طولانی‌تر هستید، قرائت‌های آزمونی را در ۰٫۵ دقیقه، ۱ دقیقه، ۲ دقیقه و ۴ دقیقه بعد از کامل شدن هر افزایش بار و در ۸ دقیقه و ۱۵ دقیقه، یادداشت کنید. هنگامی که مجاز به فواصل زمانی طولانی‌تر هستید، قرائت‌های آزمونی را در ۰٫۵ دقیقه، ۱ دقیقه، ۲ دقیقه و ۴ دقیقه بعد از کامل شدن هر کاهش بار و در ۸ دقیقه و ۱۵ دقیقه، یادداشت کنید. قرائت‌ها را در ۱ دقیقه، ۴ دقیقه، ۸ دقیقه و ۱۰ دقیقه بعد از اینکه همه بار حذف شد، یادداشت کنید.

یادآوری- حرکات اندازه‌گیری شده در بین قرائت‌ها، برای یک افزایش بار داده شده، بیانگر رفتار خزشی است.

۷-۲-۳: روش B: روش وابسته (روش‌های D, C و G) (اختیاری)

قرائت‌های آزمون را قبل و بعد از اعمال هر افزایش و کاهش بار، ثبت کنید. قرائت‌های اضافی را در ۵ دقیقه، ۱۰ دقیقه و ۲۰ دقیقه بعد از اعمال افزایش بار و هر ۲۰ دقیقه بعد از آن را ثبت کنید. بعد از اعمال بار نهایی که شمع یا گروه شمع‌ها، قرائت‌های اضافی را در ۵ دقیقه، ۱۰ دقیقه و ۲۰ دقیقه ثبت کنید و سپس هر ۲۰ دقیقه تا ۲ ساعت و سپس هر ساعت از ۲ ساعت تا ۱۲ ساعت، و سپس از ۱۲ ساعت تا ۲۴ ساعت در هر دو ساعت یکبار قرائت‌ها را یادداشت کنید. اگر شکست و خرابی شمع اتفاق افتاد، قرائت‌ها را نیز فوراً قبل از برداشتن اولین کاهش بار، یادداشت کنید. در مدت زمان تخلیه بار، قرائت‌ها را در فواصل زمانی ۲۰ دقیقه‌ای، یادداشت کنید. قرائت نهایی را ۱۲ ساعت بعد از حذف همه بارها، انجام دهید.

۷-۲-۴: روش E: نرخ ثابت نفوذ (اختیاری)

۷-۲-۴-۱: قرائت‌های آزمون را هر ۳۰ ثانیه یکبار یا در فواصل کافی، ثبت کنید تا نرخ واقعی نفوذ، تعیین شود. دستگاه‌های ثبت‌کننده و نظارت‌کننده خودکار را بطور پیوسته در مدت زمان هر آزمون، بکارگیری کنید. هنگامی که شمع آزمونی استفاده می‌شود، نرخ نفوذ معین آن‌ها را بدست آورید، گرفتن و ثبت کردن قرائت‌ها را در مدت زمان آزمون، ادامه دهید و بیشینه بار اعمالی را تعیین کنید. قرائت‌ها را بلافاصله بعد از تخلیه بار و دوباره ۱ ساعت بعد از حذف همه بار، ثبت کنید.

۷-۲-۵: روش F: افزایش حرکات پایدار (اختیاری)

۷-۲-۵-۱: قرائت‌های آزمون را بلافاصله قبل و بعد از هر افزایش تغییرمکان با قرائت‌های متوسط کافی، یادداشت کنید تا نرخ تغییرات بار و بار واقعی مورد نیاز برای بدست آوردن هر افزایش نشست، تعیین شود. در مدت زمان باربرداری، قرائت‌ها را بلافاصله قبل و بعد از جدا کردن هر کاهش بار با قرائت‌های متوسط کافی، یادداشت کنید تا نرخ تغییرمکان شمع تعیین شود. قرائت نهایی را ۱۲ ساعت بعد از حذف همه بارها، انجام دهید.

۸ الزامات ایمنی

۸-۱ همه عملیاتی که در ارتباط با آزمون بار شمع باید در حالتی انجام شود که در معرض خطر قرار گرفتن اشخاص را کاهش دهد و از بین ببرد. دستورات ایمنی که در ادامه آمده‌اند به‌علاوه الزامات ایمنی کلی برای عملیات ساختمانی، کاربردی هستند:

- ۸-۱-۱ از همه مناطق آزمونی و مناطق مجاور، پیاده‌روها، سکوها و غیره، محافظت کنید. تراشه‌های آهن، انباشته-های برف، یخ، گل، گریس، روغن یا دیگر مواد لغزنده را تمیز کنید.
- ۸-۱-۲ تیرهای چوبی، مواد الواربندی و بلوک‌بندی ساخته شده از مواد باکیفیت و در شرایط قابل استفاده خوب، با سطوح صاف و بدون لبه‌های گردشده، را فراهم کنید.
- ۸-۱-۳ جک‌های هیدرولیک باید با صفحات نگه‌دارنده کروی مجهز شوند یا باید بطور کامل و ثابت، در تماس با سطوح نگه‌دارنده باشند و باید تراز باشند تا از بارگیری غیرمتمرکز، جلوگیری شود.
- ۸-۱-۴ بارها نباید بالابرده شوند، دوران داده شوند و بر چیزی معلق بمانند و باید با خطوط برچسب، کنترل شوند.
- ۸-۱-۵ مقطع‌های آزمون، چارچوب واکنشی، شمع‌های مهاری و دیگر ابزار مهاری، جعبه‌های آزمون، و اتصالات و نگهدارنده‌های آن‌ها باید توسط یک مهندس ناظر طراحی و تایید شود و برای انتقال بارهای مورد نیاز با عامل سلامتی کافی، نصب و برقرار شوند.
- ۸-۱-۶ برای انجام آزمون بر شمع‌های مایل، همه جک‌های مایل، صفحات نگهدارنده، مقاطع آزمونی یا چارچوب‌ها باید محکم در موقعیت صحیح، ثابت شوند یا به اندازه کافی مسدود شوند تا به محض رهایی بار از لغزش و افت آن جلوگیری شود.
- ۸-۱-۷ همه بارهای واکنشی باید ثابت و متعادل شوند. در هنگام استفاده از روش بارگیری بند ۵-۵، در تمام مدت باید لبه‌های واکنشی کارگذاشته شوند تا از سرازیر شدن سکو جلوگیری شود. در مدت زمان انجام آزمون، بهتر است، حرکات دستگاه یا بار واکنشی نظارت شود تا شرایط ناپایدار، مشخص شوند.
- ۸-۱-۸ همه مقاطع آزمونی، چارچوب‌های واکنشی، سکوها و جعبه‌ها در همه مدت باید به اندازه کافی، مهار شوند.
- ۸-۱-۹ فقط نیروی مشخص شده می‌توانند به منطقه آزمونی وارد شوند. تا جایی که ممکن است باید پمپ‌های مستقر شده، بازخوانی‌های سلول بار، واقعه‌نگارها^۱ و تجهیزات نظارت آزمونی را در فاصله ایمن از جک‌ها، مقاطع بارگذاری، جعبه‌های وزنی، وزنه‌های ساکن و اتصالات و نگه‌دارنده‌های آن‌ها، قرار دهید.

۹ گزارش آزمون

- ۹-۱ گزارش آزمون بار باید حداقل شامل اطلاعات زیر باشد مانند آنچه که توسط مهندس الزام شده است و آنچه که به نوع شمع، وسایل آزمون و روش آزمون، اختصاص دارد:
- ۹-۲ ارجاع به این استاندارد ملی ایران؛
- ۹-۳ کلیات؛
- ۹-۴ تعیین هویت و موقعیت پروژه؛

- ۵-۹ موقعیت آزمایشگاه؛
- ۶-۹ مالک، مهندس سازه، مهندس ژئوتکنیک، پیمانکار شمع و پیمانکار حفاری؛
- ۷-۹ نزدیکترین آزمون حفاری یا کاوشگری (عمق یابی) و موقعیت آن‌ها نسبت به موقعیت آزمون؛
- ۸-۹ نتایج آزمون آزمایشگاهی و درجای خاک؛
- ۹-۹ سطح مبنای کنترل افقی و عمودی؛
- ۲-۹ تجهیزات نصب شمع؛
- ۱-۲-۹ ساخت، مدل، نوع و اندازه چکش؛
- ۲-۲-۹ وزن چکش و کوبه؛
- ۳-۲-۹ ضربه کنترل شده یا کوبه؛
- ۴-۲-۹ انرژی مجاز چکش؛
- ۵-۲-۹ ظرفیت مجاز دیگ بخار (مولد بخار) و کمپرسور؛
- ۶-۲-۹ نوع و ابعاد سرشمع بلوکی و ضربه گیر شمع؛
- ۷-۲-۹ وزن و ابعاد سرشمع کوبش؛
- ۸-۲-۹ اندازه قبل از حفاری یا تجهیزات تزریقی؛
- ۹-۲-۹ وزن بست، مبدل برق، نوسان گر برق برای شمع کوب؛
- ۱۰-۲-۹ نوع، اندازه، طول و وزن مقطع محور؛
- ۱۱-۲-۹ نوع، اندازه و طول مته آزمون برداری؛
- ۱۲-۲-۹ نوع و اندازه پمپ مواد تزریقی (دوغاب)؛
- ۱۳-۲-۹ نوع، اندازه، ضخامت دیواره، و طول پوشش کوبنده؛
- ۱۴-۲-۹ توصیف کامل فن آوری‌ها و تجهیزات حفاری؛
- ۱۵-۲-۹ نوع، اندازه، طول، و روش نصب یا استخراج قالب‌ریزی‌ها یا ترکیبات وابسته به آن؛
- ۳-۹ جزئیات شمع‌های مهارکننده و آزمونی؛
- ۱-۳-۱-۹ تعیین هویت و موقعیت شمع‌های مهاری و آزمونی؛
- ۳-۳-۱-۹ نوع و ابعاد شمع‌های مهاری و آزمونی؛
- ۴-۳-۱-۹ مواد شمع آزمونی شامل مشخصات پایه‌ای؛
- ۵-۳-۱-۹ کیفیت شمع شامل گره‌ها، شکاف‌ها، بررسی‌ها و نوسانات، و مقاومت شمع‌های آزمونی چوبی شامل بازبینی گواهی‌نامه‌ها؛
- ۶-۳-۱-۹ ضخامت دیواره شمع آزمونی لوله‌ای؛
- ۷-۳-۱-۹ وزن بر واحد متر شمع آزمونی H؛
- ۸-۳-۱-۹ توصیف مقاومت یا حفاظت نوک شمع آزمون؛
- ۹-۳-۱-۹ توصیف شمع‌های چوبی نواربندی شده؛

- ۹-۱-۳-۱۰ توصیف پوشش‌های استفاده شده خاص؛
- ۹-۱-۳-۱۱ وزن شمع آزمونی (مقطع محور) در نتیجه کوبیده شدن؛
- ۹-۱-۳-۱۲ تاریخ ساخت شمع‌های آزمونی پیش‌ساخته؛
- ۹-۱-۳-۱۳ جزئیات طرح اختلاط بتن و یا دوغاب؛
- ۹-۱-۳-۱۴ فن‌آوری‌های محل تهیه بتن و یا دوغاب و صورت جلسه‌ها؛
- ۹-۱-۳-۱۵ مقاومت نمونه‌های بتن و یا دوغاب و تاریخ آزمون مقاومت؛
- ۹-۱-۳-۱۶ توصیف تقویت در شمع آزمونی (اندازه، طول، تعداد مقطع‌های طولی، ترتیب، فولاد گرهی)؛
- ۹-۱-۳-۱۷ شرایط شمع‌های پیش‌ساخته شامل مناطق پوسته انداخته شده، ترک‌ها، سطح بالایی و درستی شمع‌ها؛
- ۹-۱-۳-۱۸ تقویت کردن موثر؛
- ۹-۱-۳-۱۹ درجه شیب برای هر شمع؛
- ۹-۱-۳-۲۰ طول شمع آزمونی در مدت زمان کوبش؛
- ۹-۱-۳-۲۱ ارزیابی نهایی بالا و پایین شمع، و ارزیابی زمین با استفاده از یک سطح مقایسه‌ای؛
- ۹-۱-۳-۲۲ آزمون طول تعبیه شده و شمع مهاری؛
- ۹-۱-۳-۲۳ طول آزمون شده شمع آزمونی؛
- ۹-۱-۳-۲۴ ارزیابی نهایی سرهای شمع آزمونی با ارجاع به یک سطح مقایسه‌ای نصب شده؛
- ۹-۱-۴-۱ آزمون و نصب شمع مهاری؛
- ۹-۱-۴-۱-۱ تاریخ نصب؛
- ۹-۱-۴-۲ حجم بتن یا ملات رقیق (دوغاب) قرار گرفته در شمع؛
- ۹-۱-۴-۳ فشار مواد تزریقی استفاده شده؛
- ۹-۱-۴-۴ توصیفات قبل از گودبرداری یا تزریق (عمق، اندازه، فشار و مدت زمان)؛
- ۹-۱-۴-۵ فشار انجام شده برای چکش‌های نوع دیفرانسیلی و دو طرفه؛
- ۹-۱-۴-۶ چکش دیزلی^۱ (در کوبش نهایی)؛
- ۹-۱-۴-۷ نوع سوخت چکش دیزلی؛
- ۹-۱-۴-۸ اسب بخار منتقل شده و فرکانس شمع کوب در مدت زمان نهایی ۳ متر از نفوذ شمع؛
- ۹-۱-۴-۹ توصیف روش‌های نصب کردن خاص استفاده شده مانند شمع‌های بدون پوشش؛
- ۹-۱-۴-۱۰ نوع و موقعیت اتصالات شمع؛
- ۹-۱-۴-۱۱ صورت عملیات حفاری و شمع کوبی؛
- ۹-۱-۴-۱۲ مقاومت نفوذ نهایی (ضربات بر هر ۲/۵ سانتی‌متر)؛
- ۹-۱-۴-۱۳ نرخ نفوذ شمع (نهایتاً ۳ متر)، شمع کوب؛

- ۹-۱-۴-۱۴ هنگامی که سرشمع بلوکی جایگزین می‌شود؛
- ۹-۱-۴-۱۵ هنگامی که ضربه‌گیر شمع، جایگزین می‌شود؛
- ۹-۱-۴-۱۶ دلیل و مدت زمان وقفه در نصب شمع؛
- ۹-۱-۴-۱۷ یادداشت هر رویداد غیر طبیعی در هنگام انجام آزمون؛
- ۹-۱-۵ انجام آزمون شمع:
- ۹-۱-۵-۱ تاریخ و نوع آزمون؛
- ۹-۱-۵-۲ دما و شرایط آب و هوایی در مدت زمان آزمون؛
- ۹-۱-۵-۳ تعداد شمع‌ها در آزمون گروهی؛
- ۹-۱-۵-۴ توصیف مختصری از وسایل اعمال بار، شامل ظرفیت جک؛
- ۹-۱-۵-۵ توصیف تجهیزات استفاده شده برای اندازه‌گیری حرکات و جابجایی‌های شمع، شامل موقعیت شاخص‌ها، مقیاس‌ها و دیگر نقاط مرجع با توجه بالای شمع؛
- ۹-۱-۵-۶ توصیف تجهیزات خاص مانند کرنش سنج‌ها شامل موقعیت آنها نسبت به بالای شمع؛
- ۹-۱-۵-۷ روش‌های استفاده شده در انجام آزمون خاص؛
- ۹-۱-۵-۸ جدول بندی زمانی، بار و قرائت‌های جابجایی‌ها و حرکات؛
- ۹-۱-۵-۹ تعیین هویت و کروکی همه شاخص‌ها، مقیاس‌ها و نقاط مرجع؛
- ۹-۱-۵-۱۰ توصیف و شرح تنظیمات انجام شده برای تجهیزات یا اطلاعات کارگاهی یا هر دو آنها؛
- ۹-۱-۵-۱۱ یادداشت هر رویداد غیر طبیعی در هنگام انجام آزمون؛
- ۹-۱-۵-۱۲ جک آزمونی و دیگر گذارشات واسنجی مورد نیاز؛
- ۹-۱-۵-۱۳ سطح آب زیر زمینی؛
- ۹-۱-۵-۱۴ عکس‌های مناسب نشان‌دهنده تجهیزات آزمون و تنظیمات آنها؛

۱۰-۱۰ ادقت و اریبی

- ۱۰-۱۰-۱ ادقت، داده کافی برای بیان دقت وجود ندارد.
- ۱۰-۱۰-۲ اریبی، داده کافی برای بیان دقت وجود ندارد.

پیوست (الف)

(اطلاعاتی)

برخی از عوامل تاثیرگذار بر تفسیر نتایج آزمون

الف-۱ بارهایی که بطور بالقوه در شمع باقی مانده‌اند می‌توانند بر توزیع بار تفسیر شده در صفحات کوچک شمع و در امتداد مقطع شمع، تاثیر بگذارند.

الف-۲ رابطه متقابل احتمالی بارهای اصطکاکی از شمع آزمون با انتقال اصطکاک رو به بالا در خاک و از شمع-های مهاری، همه یا بخشی از حمایت خود را در خاک در سطوح بالای سطح صفحات شمع آزمون، کسب می‌کند.

الف-۳ تغییر در فشار آب منفدی در خاک توسط کوبیدن شمع، پرکردن‌ها و دیگر عملیات سازه‌ای بوجود می‌آید که ممکن است بر نتایج آزمون برای حمایت اصطکاکی در خاک‌هایی که نسبتاً غیر قابل نفوذند مانند رس و لای، تاثیر بگذارند.

الف-۴ اختلاف بین شرایط در زمان انجام آزمون و ساخت نهایی بعدی مانند تغییرات در درجه یا سطح آب‌های زیرزمینی.

الف-۵ افت محسوس خاک مهارکننده شمع آزمون به دلایلی مثل گودبرداری.

الف-۶ تفاوت‌های احتمالی در عملکرد یک شمع در یک گروه و یا گروه شمع‌ها نسبت به یک شمع منفرد.

الف-۷ اثرپذیری کارایی طولانی مدت شمع‌ها از عواملی مثل خزش، اثرات محیطی بر مواد سازه‌ای شمع، بارهای اصطکاکی که از قبل محاسبه نشده‌اند و افت‌های مقاومت.

الف-۸ نوع سازه برای مهارشدن، شامل حساسیت سازه به ته‌نشینی و ارتباط بین بارهای موثر و بارهای ساکن.

الف-۹ روش‌های خاص انجام آزمون که ممکن است برای اعمال معیار تصویب پیشنهادی مشخص یا بکارگیری روش‌های تفسیر، لازم و ضروری است.

الف-۱۰ لازم است که شمع‌های آزمون نشده بطور اساسی شرایط کاملاً برابری با شرایط شمع‌های آزمون شده داشته باشند اما نه محدود به آن، مانند شرایط زیرسطحی، نوع شمع، طول، اندازه و سختی، و تجهیزات و روش‌های نصب شمع، تا آنجا که تعمیم و کاربرد نتایج آزمون برای دیگر شمع‌ها، قابل قبول و معتبر باشد.