



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran



استاندارد ملی ایران

INSO

18996

1st. Edition

2015

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization

۱۸۹۹۶

چاپ اول

۱۳۹۳

اندازه‌گیری مقدار آب (رطوبت) خاک به وسیله
گرمخانه ریزموج - روش آزمون

Determination Water (Moisture) Content of
Soil by Microwave Oven Heating –Test
Metod

ICS:13. 080. 40

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، مصرفکنندگان، 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 پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشتہ 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 الکترونیک (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 پیشرفتهای 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، بازرگانی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسائل 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 ناظرات می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاما، کالیبراسیون (واسنجی) وسائل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

۱ - International Organization for Standardization

۲ - International Electrotechnical Commission

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

۴ - Contact point

۵ - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«اندازه گیری مقدار آب (رطوبت) خاک بهوسیله گرمخانه ریزموج- روش آزمون»

سمت و / یا نمایندگی

رئیس :

مدیر فنی آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک
استان چهارمحال و بختیاری

جعفری، علیرضا

(کارشناس مهندسی معدن، استخراج)

دبیر :

کارشناس امور استاندارد اداره کل استاندارد
استان چهارمحال و بختیاری

مردانی گرمدره، محمد

(کارشناس مهندسی عمران)

اعضاء : (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

مدرس دانشگاه علمی کاربردی شهرکرد

آزادگان، بهروز

(کارشناس ارشد مهندسی معماری)

کارشناس امور استاندارد اداره کل استاندارد

تولایی، مهدی

(کارشناس ارشد مدیریت اجرایی)

مدیر شرکت آژند آزمون پارس

حیاتی، ساسان

(کارشناس ارشد مهندسی عمران)

نظام مهندسی ساختمان شهرکرد

حسینی، سید امیر حسین

(کارشناس ارشد مهندسی عمران، خاک و پی)

رئیس شعبه شهرکرد- آزمایشگاه فنی و
مکانیک خاک استان چهارمحال و بختیاری

خدارحمی، شهرام

(کارشناس زمین شناسی)

کارشناس فنی فرمانداری فارسان

رهنمای، مجتبی

(کارشناس مهندسی عمران)

کارشناس مکانیک خاک آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان چهارمحال و بختیاری	صانعیان، محمدرضا (کارشناس زمین شناسی)
کارشناس نظارت بر اجرای استاندارد صنایع غیر فلزی سازمان ملی استاندارد ایران	عباسی رزگله، محمد (کارشناس مهندسی مواد- سرامیک)
کارشناس	غلامیان، بهاره (کارشناس مهندسی مکانیک)
عضو هیئت علمی دانشگاه شهرکرد	قربانی، شجاع (دکترای خاک شناسی و فیزیک خاک)
کارشناس شیمی- فیزیک آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان چهارمحال و بختیاری	کریمزاده، اکرم (کارشناس ارشد مهندسی شیمی)
مسئول آزمایشگاه عمران دانشگاه شهرکرد	کریمیان، مهدی (کارشناس مهندسی عمران)
مدیر ارشد آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان چهارمحال و بختیاری	معظمی گودرزی، سعید (کارشناس ارشد زمین شناسی- پترولوزی)
کارشناس مقاومت مصالح آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان چهارمحال و بختیاری	مهدی پور، بیژن (کارشناس زمین شناسی)
کارشناس امور استاندارد - اداره کل استاندارد چهارمحال و بختیاری	نبی الهی، حسین (کارشناس شیمی)
مدیر کیفیت و سرپرست امور شعب آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان چهارمحال و بختیاری	یوسفی، مظاہر (کارشناس مهندسی عمران)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش‌گفتار
ز	مقدمه
۱	هدف و دامنه کاربرد
۳	مراجع الزامی
۳	اصطلاحات و تعاریف
۴	اصول آزمون
۴	وسایل آزمون
۶	هشدارها
۷	نمونه‌ها
۷	آزمونه‌ها
۹	آماده‌سازی
۹	روش انجام آزمون
۱۰	محاسبات
۱۱	گزارش آزمون
۱۲	دقت و انحراف
۱۳	نمونه فرم گزارش آزمون

پیش‌گفتار

استاندارد «اندازه گیری مقدار آب (رطوبت) خاک به وسیله گرمخانه ریزموج روش آزمون» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در پنجمین اجلاس کمیته ملی استاندارد محیط زیست مورخ ۱۳۹۳/۱۱/۲۹ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند 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 پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در موقع 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 مأخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است :

ASTM D4643-2008 , Standard Test Method for Determination of Water (Moisture) Content of Soil by Microwave Oven Heating

تعیین مقدار آب خاک در عملیات مهندسی ژئوتکنیک^۱ و راه سازی می‌تواند هم در آزمایشگاه و هم در بررسی‌های میدانی (کارگاه) مورد استفاده قرار بگیرد. کاربرد استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۸۳ برای تعیین مقدار آب (درصد رطوبت) خاک می‌تواند روشی زمان‌بر باشد و اگر به روش سریع‌تری جهت دسترسی به نتایج آزمون نیاز باشد در برخی مواقع و شرایط می‌توان از روش‌های مناسب دیگری نیز استفاده کرد. استفاده از دستگاه ریزموچ یکی از همین روش‌ها می‌باشد.

عیب اصلی استفاده از گرمخانه ریزموچ برای تعیین مقدار آب خاک (درصد رطوبت) احتمال گرم کردن بیش از حد خاک است، بنابراین ممکن است مقدار آب (درصد رطوبت) بیشتر از آنچه که با استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۸۳ تعیین می‌شود، بدست آید. تا زمانی که این عیب رفع نشود استفاده از فرآیند خشک کردن مرحله‌ای^۲ (جمعی) که در این استاندارد شرح داده شده است، آثار گرم کردن بیش از اندازه را به حداقل می‌رساند. برخی از گرمخانه‌های ریزموچ را می‌توان در مقدار کمتر از توان کامل آنها تنظیم نمود و با استفاده از این امکان نیز می‌توان تا اندازه‌ای برای کاهش احتمال حرارت دادن بیش از حد مجاز خاک بهره گرفت. رفتار یک خاک در هنگامی که در معرض تابش ریزموچ قرار می‌گیرد، به ترکیب کانی شناسی^۳ خاک بستگی دارد. بنابراین هیچ روش کار یکسانی برای همه انواع خاک کاربرد ندارد. روش توصیه شده در این آزمون در واقع راهنمایی، برای استفاده از گرمخانه ریزموچ جهت تعیین مقدار آب (درصد رطوبت) می‌باشد.

۱- Geotechnical engineering
۲- incremental drying procedure
۳- mineralogical composition

اندازه‌گیری مقدار آب (رطوبت) خاک به وسیله گرمخانه ریزموج^۱- روش آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد روش تعیین درصد رطوبت خاک‌ها به صورت وزنی و با استفاده از خشک کردن تدریجی در گرمخانه ریزموج است.

۲-۱ در زمانی که جهت سرعت بخشیدن به دیگر مراحل آزمون خاک، بدست آوردن سریع تر نتایج درصد رطوبت مورد نظر بوده و به نسبت نتایج با دقت کمتری پذیرفتی باشد، می‌توان این روش را به جای استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۸۳ به کار برد.

۳-۱ هنگامی که میان این روش آزمون و استاندارد ۷۸۸۳ اهماتی در مورد دقت وجود داشته باشد، استاندارد ۷۸۸۳ ملاک و مرجع خواهد بود.

۴-۱ این روش برای خاک‌هایی که دارای میزان قابل توجهی کانی هالوژیت^۲، میکا، مونتموریلونیت^۳، گچ یا سایر کانی‌های هیدارتی باشد، یا خاک‌هایی که به شدت آلی (دارای مواد آلی) باشد و یا آب حفره‌ای آنها شامل مواد جامد حل شونده باشد (نمک در سنگ‌هایی که منشاء آن‌ها رسوبات دریایی است) کاربرد نداشته و ممکن است از این روش آزمون مقادیر معتبری برای تعیین درصد رطوبت به دست نیاید.

۵-۱ برای کسب راهنمایی بیشتر در زمینه کاربرد ارقام معنی دار^۴، به بند ۶-۲ مراجعه کنید. این موضوع وقتی اهمیت می‌یابد که درصد رطوبت (مقدار آب موجود) در محاسبه روابط بین پارامترهای مرتبط دیگر از جمله تبدیل جرم مرتبط به جرم خشک و یا بر عکس، وزن واحد (حجم) مرتبط به وزن واحد خشک یا بر عکس و دانسیته کل به دانسیته خشک یا بر عکس مورد استفاده قرار گیرد. برای مثال اگر ۴ رقم معنی دار در هر یک از محاسبات بالا مورد نیاز باشد، مقدار آب موجود (درصد رطوبت) باید با تقریب $1/100$ درصد تعیین و ثبت شود. این مطلب به این دلیل رخ می‌دهد که عدد ۱ وقتی با مقدار آب (نه بر حسب درصد) جمع شود چهار رقم معنی دار خواهد داشت بدون توجه به این که اهمیت درصد رطوبت چقدر باشد، بنابراین $1 + \frac{0.1}{100} = 1.001$ یک نتیجه با چهار رقم معنی دار می‌باشد در حالیکه اگر سه رقم معنی دار جهت نتیجه آزمون قابل قبول باشد در این حالت درصد رطوبت می‌تواند تا تقریب (نزدیک) یک درصد ثبت شود.

۱ - Microwave over heating

۲ - halloysite

۳ - Montmorillonite

۴ - Significant figures

۶-۱ این روش آزمون مناسب‌ترین نتایج را در مواد (مصالح) عبوری از الک شماره ۴ ارائه می‌دهد. در این روش ذرات با اندازه‌های بزرگ‌تر را نیز می‌توان مورد آزمون قرار داد لیکن باید مراقبت تکمیلی جهت پیش‌گیری از احتمال افزایش خرد شدن ذرات به عمل آید.

۷-۱ هنگامی که نتایج بسیار دقیقی مورد انتظار است و یا آزمونی که نتایج این روش در آن بکار گرفته می‌شود حساسیت زیادی بر تغییرات رطوبتی داشته باشد به کاربردن این روش آزمون مناسب نمی‌باشد.

۸-۱ هنگام آزمون به دلیل ایجاد درجه حرارت‌های موضعی بالا در زمانی که نمونه‌های مورد آزمون در برابر گرمای ریزموچ قرار می‌گیرند، خصوصیات فیزیکی خاک ممکن است تغییر کنند. خردشده‌گی ذرات منفرد ممکن است به همراه تبخیر و یا تبدیل (انتقال شیمیایی) رخ دهد. بنابراین توصیه می‌شود آزمونهایی که در این استاندارد استفاده می‌شوند، نباید پس از خشک شدن در آزمایش‌های دیگر مورد استفاده قرار گیرند.

هشدار ۱- کیفیت نتایج بدست آمده با این استاندارد به شایستگی فنی کاربر در انجام کار و مناسب بودن تجهیزات و امکانات مورد استفاده بستگی دارد. سازمان‌های فنی که مقررات استاندارد بند ۴-۲ این استاندارد را برآورده می‌کنند، عموماً شایستگی فنی انجام آزمون را دارند. کاربران این روش آزمون باید توجه داشته باشند که برآورده نمودن شرایط بند ۴-۲ به تنها یک تضمین کننده نتایج بدست آمده نیست و معتبر بودن نتایج به عوامل بسیاری بستگی دارد و بند ۴-۲ ابزاری برای ارزیابی برخی از آنها را فراهم آورده است.

هشدار ۲- این استاندارد تمام ملاحظات ایمنی وابسته به آن را تامین نمی‌کند و کاربر این استاندارد باید تمهیدات لازم را در خصوص ایمنی و سلامت لازم پیش بینی و قبل از بکار گیری استاندارد کلیه موارد را بررسی نماید. (به بند ۶ مراجعه نمایید)

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 موردنظر نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها موردنظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد اجباری است:

۱-۱ استاندارد ملی ایران شماره 7883، خاک – تعیین درصد رطوبت – روش آزمون.

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره 16893، خاک – اندازه گیری مقدار آب (رطوبت) خاک به وسیله حرارت مستقیم.

2-3 ASTM D 653, Terminology Relating to Soil, Rock, and Contained Fluid

2-4 ASTM D 3740, Practice for Minimum Requirements for Agencies Engaged in the Testing and/or Inspection of Soil and Rock as Used in Engineering Design and Construction

2-5 ASTM D 4753, Guide for Evaluating, Selecting, and Specifying Balances and Standard Masses for Use in Soil, Rock, and Construction Materials Testing

2-6 ASTM D 6026, Practice for Using Significant Digits in Geotechnical Data

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد بند ۳-۲ اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌روند.

۱-۳

گرمایش دستگاه ریز موج

فرآیندی که در آن گرما در اثر اندرکنش مولکول‌های دو قطبی ماده (خاک) و یک میدان الکتریکی متناوب با فرکانس بالا، در داخل مصالح القا می‌شود. دستگاه‌های ریز موج دارای امواج الکترومغناطیسی با طول موج یک میلی متر تا یک متر می‌باشند.

مقدار (رطوبت) آب

نسبت جرم آب حفره‌ای یا آزاد موجود در یک جرم معین توده خاک، به جرم ذرات جامد را می‌گویند و بر حسب درصد نشان داده می‌شود.

۴ اصول آزمون

۱-۴ آزمونه خاک مرطوب را در یک ظرف مناسب قرار داده و جرم ابتدایی آن تعیین می‌شود. سپس درون گرمخانه ریزموچ و در معرض یک دامنه خشک سازی قرار می‌گیرد. آزمونه از گرمخانه بیرون آورده شده و جرم جدید آن تعیین می‌شود. این فرآیند تا هنگامی که جرم جدید آزمونه تقریباً در محدوده ثابت بماند تکرار می‌شود.

۲-۴ اختلاف بین جرم آزمونه مرطوب و آزمونه خشک شده، به عنوان جرم آب موجود در آزمونه که از ابتدا در آن وجود داشته، مورد استفاده قرار می‌گیرد. مقدار رطوبت (بر حسب درصد بیان می‌شود) و با تقسیم جرم آب موجود در نمونه بر جرم خشک خاک نمونه، ضرب در عدد ۱۰۰ بدست می‌آید. برای یک نوع خاک با مقدار آزمونه معین، می‌توان زمان رسیدن به جرم خشک ثابت را ثبت نموده و در آزمایش‌های بعدی بعنوان تخمین زمان خشک شدن آزمونه‌های به همان اندازه و از همان جنس خاک، ملاک کمترین زمان لازم جهت خشک کردن آزمونه‌ها قرار داد.

۵ وسائل

۱-۵ گرمخانه ریزموچ

هر نوع گرمخانه ریزموچی که محفظه آن دارای هوакش باشد، مناسب است. اندازه گرمخانه و میزان توان مورد نیاز آن بستگی به کاربرد مورد نظر دارد. گرمخانه‌هایی که دارای کنترل توانی متغیر هستند و میزان توان ورودی آنها حدود ۷۰۰ وات است برای این روش آزمون مناسب می‌باشند. داشتن قابلیت کنترل توانی متغیر مهم است و این قابلیت امکان گرمایش بیش از حد آزمونه را کاهش می‌دهد.

یادآوری - بکارگیری و استفاده از گرمخانه‌های ریزموچ مجهز به ترازو و کنترل کننده هوشمند داخلی که مختص خشک کردن خاک‌ها ساخته شده‌اند، با این روش سازگار است.

۲-۵ ترازو ها

ترازو باید دارای ظرفیت حد توزین حداقل ۲۰۰۰ گرم باشد و بتواند الزامات مندرج در استاندارد بند ۵-۲ را برای ترازویی با قابلیت خوانش تا یک دهم گرم، برآورده سازد.

۳-۵ ظروف آزمونه

ظروف آزمونه باید از جنس مواد غیرفلزی، غیرجاذب و مقاوم در برابر شوک‌های حرارتی، که در اثر تکرارگرمايش، سرمایش یا تمیز کردن دچار تغییر جرم و شکل نشوند، ساخته شده باشند. ظروف تبخیر از جنس چینی و شیشه‌ای بوروسیلیکاتی استاندارد عملکرد رضایت‌بخشی دارند. همچنین ظروف دیگری مانند پلیت‌ها یا سینی‌های کاغذی^۱ به شکل رضایت‌بخشی کاربرد داشته‌اند. لازم به توضیح است ظروف کاغذی قابلیت جذب رطوبت محیطی را دارند لذا باید قبل از استفاده به‌طور کامل خشک شوند.

۴-۵ وسیله جابه‌جا کردن ظروف

توصیه می‌شود از دستکش‌ها یا وسایل نگهدارنده مناسب برای بیرون آوردن ظروف داغ نمونه از درون گرمخانه استفاده شود.

۵-۵ خشکانه^۲

محفظه^۳ خشکانه یا جارشیشه‌ای با اندازه مناسب که دربردارنده سیلیکاژل، فسفات کلسیم بدون آب^۴ و یا ماده‌ای که هم ارز این مواد باشد مناسب است.

۶-۵ سینک‌گرمایی(کاهنده‌گرمایی)^۵

ماده یا مایعی که درون دستگاه ریzmوج قرار داده می‌شود تا به عنوان خنثی کننده انرژی پس از این‌که رطوبت از نمونه مورد آزمون گرفته شد، عمل نماید. سینک‌گرمایی امکان گرمایش بیشتر از حد آزمونه و آسیب دیدن گرمخانه را کاهش می‌دهد. بشرهای شیشه‌ای پر شده از آب و موادی مانند روغن‌های اشتعال ناپذیری که نقطه جوش بالاتری نسبت به آب دارند، به عنوان سینک‌گرمایی با موفقیت به کار برده شده‌اند. لازم به ذکر است برای دستیابی به این هدف از آجرهای مرطوب نیز استفاده می‌شود.

۷-۵ لوازم اختلاط

این لوازم شامل ماله^۶، کاردک‌های بتونه^۷، و میله‌های شیشه‌ای^۱ جهت بریدن و به همزدن آزمونه در هنگام هنگام آزمون و پیش از آن می‌باشد. میله‌های شیشه‌ای کوتاه برای همزدن مناسبند و می‌توان برای

1- Paper cups or plates

2- Desiccator

3- Cabinet

4- Anhydrous calcium phosphate

5- Heat sink

6- Spatulas

7- Putty knives

جلوگیری از کاهش وزن نمونه در اثر چسبیدن به میله همزن، درهنگام آزمون آنها را در ظرف نمونه باقی گذاشت.

۶ هشدارها

۱-۶ ظروف داغ را با گیره مناسب جابه‌جا کنید. بعضی از انواع خاک‌ها به طور قابل توجهی گرم می‌مانند و می‌تواند سوختگی‌های شدیدی در اثر جابه‌جایی نامناسب، رخ دهد.

۲-۶ به علت احتمال پاشیده و خرد شدن ذرات خاک در هنگام گرماش، همزدن و تعیین جرم آن، استفاده از وسایل مناسب حفاظت چشم توصیه می‌گردد.

۳-۶ موارد ایمنی توصیه شده توسط شرکت سازنده گرمخانه ریزموچ باید رعایت و برای کاربری خوب دستگاه، به تمیز نگه داشتن درزگیر، قفل و بستهای درب دستگاه توجه ویژه ای شود.

یادآوری ۱ - ممکن است سازنده‌گان گرمخانه ریزموچ استفاده از آن را برای خشک کردن خاک‌ها، به عنوان کاربری نامناسب در نظر گرفته باشند و منجر به ابطال گارانتی دستگاه گردد. استفاده از گرمخانه ریزموچ در خشک کردن خاک‌هایی که دارای مواد فلزی هستند می‌تواند منجر به ایجاد قوس الکتریکی در دستگاه شود. خاک‌های بشدت آلی و خاک‌هایی که دارای مواد نفتی و یا ذغال هستند نیز ممکن است در طی مراحل خشک کردن به وسیله گرمخانه ریزموچ آتش بگیرند و بسوزند. همچنین ادامه بکارگیری گرمخانه ریزموچ پس از این‌که خاک به وزن ثابت رسید، می‌تواند منجر به آسیب دیدگی و یا از کارافتادن زودهنگام آن شود.

یادآوری ۲ - در ابتدای تولید و عرضه گرمخانه‌های ریزموچ گزارش شد که آن‌ها در دستگاه‌های تنظیم تپش قلب اثر می‌گذارند و این تاثیر به طور عمده از فرکانس عملکردی دو دستگاه است. از آن هنگام دستگاه‌های تنظیم تپش قلب با طراحی جدید عرضه شده اند و گرمخانه‌های ریزموچ دیگر یک ریسک بهداشتی محسوب نمی‌شوند. با این وجود توصیه می‌شود هنگامی که گرمخانه ریزموچ در حال کار است اخطارهای لازم اعلام شود.

۴-۶ هنگام خشک کردن خاک‌های بشدت آلی و خاک‌های دربردارنده نفت یا آلاینده‌های دیگر، ممکن است در داخل محفظه گرمخانه ریزموچ به حالت شعله ور و گداخته درآیند. لذا باید برای جلوگیری از زخمی شدن کاربر یا آسیب دیدن گرمخانه ریزموچ در هنگام آزمون وسیله‌ای برای فرونشانیدن آتش در دسترس باشد. همچنین با توجه به احتمال تصعید بخارهای سمی از خاک‌های آلوده یا زباله‌ها باید از گرمخانه ریزموچ مجهز به هواکش استفاده نمود.

۵-۶ با توجه به خردشدن سنگدانه‌های متخلخل یا شکننده در اثر احتمال انفجارهای ناشی از بخار یا تنش‌های حرارتی توصیه می‌شود برای جلوگیری از زخمی شدن کاربر یا آسیب دیدن گرمخانه ریزموچ از

پوششی مناسب بر روی ظروف آزمونه استفاده شود. استفاده از دستمال کاغذی ضخیم برای این موضوع در هنگام چرخه خشک کردن، از پاشیده شدن آزمونه در محفظه گرمخانه ریzmوج جلوگیری می‌کند.

۶-۶ به علت ایجاد قوس الکتریکی و صدمه دیدن گرمخانه ریzmوج ظروف فلزی را هیچ‌گاه در گرمخانه به کار نبرید.

۷-۶ در هنگام نصب و استفاده از گرمخانه ریzmوج، دستورکارهای کارخانه سازنده را رعایت کنید.

۸-۶ از قرار دادن آزمونه به طور مستقیم بر روی سینی شیشه‌ای که در بعضی از گرمخانه‌های ریzmوج وجود دارد، به شدت خودداری گردد، زیرا گرمایش متمرک آزمونه ممکن است منجر به از هم پاشیدن سینی شیشه‌ای و به تبع آن آسیب دیدن کاربر گردد.

۷ نمونه‌ها

۱-۷ قبل از انجام آزمون نمونه‌ها را در ظروف درز بندی شده و مقاوم در برابر خوردگی، دردمای بین 3°C تا 30°C و در جایی که در معرض نور مستقیم خورشید نباشد نگهداری کنید.

۲-۷ مقدار آب را باید در کمترین زمان بعد از نمونه‌برداری به ویژه هنگامی که امکان خوردگی ظروف (لوله‌های فولادی جدار نازک و قوطی‌های رنگ) وجود دارد و / یا اگر از کیسه‌های نمونه‌برداری در باز استفاده شده، تعیین کنید.

۸ آزمونه‌ها

۱-۸ هنگامی که این روش آزمون (تعیین مقدار آب) به عنوان قسمتی از یک روش آزمون استاندارد دیگری انجام می‌شود باید از فرآیند انتخاب آزمونه و روش‌های مقرر در آن استاندارد پیروی شود و اگر در آن روش آزمون حداقل جرم نمونه انتخابی، تعیین نشده باشد حداقل جرم مواد مرطوب منتخب طبق مقادیر داده شده در جدول شماره ۱ قابل پذیرش است.

۲-۸ در این روش حداقل مقدار جرم لازم به هدف کاربرد آزمون، نوع مواد مورد آزمون و نوع آزمونه بدست آمده از نمونه (آزمون دیگر، کیسه، لوله، مغزه گیر دو تکه و ...) بستگی دارد. هرچند در همه حالتها باید یک آزمونه بعنوان نماینده کل نمونه انتخاب شود. اگر خاک مورد آزمون، یک خاک دارای لایه بندی نازک و یا بیش از یک نوع خاک باشد، یک آزمونه میانگین یا آزمونه جداگانه از هر کدام انتخاب کرده و در گزارش نتایج ذکر کنید که کدام بخش یا بخش‌ها آزمون شده است.

۱-۲-۸ برای نمونه‌های فله^۱، آزمونه را پس از این که مواد به طور کامل مخلوط شدند، از آن انتخاب کنید.
جرم مواد مرطوب منتخب باید مطابق جدول ۱ باشد.

جدول ۱- جرم آزمونه

اندازه الکی که بیشتر از ۱۰ درصد نمونه روی آن باقی نماند (mm)	جرم توصیه شده برای آزمونه های مرطوب (g)
۲ میلی متر (نموده ۱۰)	۲۰۰ تا ۱۰۰
۴,۷۵ میلی متر (نموده ۴)	۵۰۰ تا ۳۰۰
۱۹ میلی متر (۳/۴ اینچ)	۱۰۰۰ تا ۵۰۰

۲-۲-۸ برای نمونه‌های کوچک، یک آزمونه معرف مطابق با روش زیر انتخاب کنید.

۱-۲-۲-۸ برای خاک‌های غیر چسبنده، مواد را به طور کامل مخلوط کرده و سپس آزمونه‌ای را که جرم مواد مرطوب آن مطابق جدول ۱ باشد، انتخاب نمایید.

۲-۲-۲-۸ برای خاک‌های چسبنده، حدود ۳ mm از مواد سطح آزاد نمونه را که در معرض محیط قرار دارند، حذف کرده و قبل از انتخاب آزمونه، باقی‌مانده نمونه را (برای بررسی لایه‌ای بودن مواد) از وسط ببرید. اگر خاک لایه‌ای باشد به بند ۶-۲ مراجعه، و اگر ذرات درشت دانه خاک مدنظر باشد جرم مواد مرطوب انتخاب شده باید مطابق جدول ۱ در نظر گرفته شود. نمونه‌های چسبنده رابه قطعاتی با اندازه تقریبی ۶ mm شکسته یا ببرید تا چرخه خشک شدن آنها را سرعت داده و قسمت سطحی نمونه‌ها را از پوسته‌ای شدن یا حرارت دادن بیش از حد تا خشک شدن بخش درونی محافظت کند.

۳-۸ اگر چه ممکن است استفاده از یک آزمونه با جرمی کمتر از حداقل جرم کمینه‌ای که در جدول انشان داده شده است، برای هدف یک آزمون کافی باشد، ولی لازم است در این زمینه احتیاط لازم به عمل آمده و اگر از آزمونه‌ای با جرم کمتر از اندازه‌ای که قبل از تعیین شده در یک آزمون استفاده شد باید در گزارش نتایج آزمون آنرا ثبت و گزارش کنید.

یادآوری- در بسیاری از موقع هنگام آزمون یک نمونه کوچک که دارای ذره‌ای نسبتاً درشت دانه باشد، بهتر است که این ذره درشت دانه، در آزمونه منظور نگردد و در صورت مشاهده چنین وضعیتی، در گزارش آزمون ثبت گردد.

۴-۸ هنگامی که نتایج حاصل از یک آزمون تعیین درصد رطوبت (مقدار آب) با استفاده از این استاندارد، با نتایج استاندارد دیگری، مانند استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۸۳ مقایسه می شود. باید آزمونه دوم (فرعی)

در زمان انتخاب آزمونه این روش آزمون و برای مقایسه تهیه شود. همچنین باید احتیاط های لازم برای بدست آمدن آزمونهای که تا حد ممکن دارای درصد رطوبت (مقدار آب) مشابه باشد بعمل آمده و باید برای جلوگیری از کاهش رطوبت (آب) آزمونه دوم، در کمترین زمان ممکن آزمون انجام شود.

۹ آماده سازی

۱-۹ بهمنظور جلوگیری از کاهش مقدار رطوبت اندازه گیری شده و عدم ارائه گزارش تعیین درصد رطوبت (مقدار آب) اشتباہ، باید همه آزمونه ها را به سرعت فرآوری، آماده سازی و آزمون کنید.

۲-۹ برای کمک به خشک شدن یکنواخت‌تر آزمونه، خاک را به بخش‌هایی با اندازه کوچک برشیده یا خرد کنید.

۳-۹ برای جلوگیری از کاهش رطوبت قبل از اندازه گیری‌های جرم اولیه آزمونه‌هایی که بی‌درنگ مورد آزمون قرار نمی‌گیرند، را در ظروفی دربسته، مناسب و در جایی که در معرض نور مستقیم خورشید نباشد نگهداری کنید.

۱۰ روش انجام آزمون

۱-۱۰ جرم یک ظرف خشک و تمیز را تعیین و ثبت کنید.

۲-۱۰ آزمونه خاک را در ظرف قرار داده و جرم آن را به سرعت تعیین و ثبت کنید.

۳-۱۰ آزمونه خاک و ظرف را در یک گرمخانه ریzmوج دارای سینک گرمایی قرار داده و گرمخانه را به مدت ۳ دقیقه روشن کنید. با استفاده از تجربه‌های بدست آمده از آزمایش‌های قبلی بر روی یک نوع خاک با اندازه آزمونه مشخص، می‌توان مدت زمان خشک کردن اولیه کمتر یا طولانی‌تری را بدون اعمال گرمایش بیش از حد به آزمونه در نظر گرفته و زمان‌های خشک کردن اولیه و ثانویه را اصلاح نمود.

یادآوری ۱ - در روشی که از گرمخانه ریzmوج استفاده می‌شود، مدت زمان اولیه ۳ دقیقه‌ای برای آزمونهای است که جرم آن حداقل ۱۰۰ گرم و مطابق جدول ۱ باشد، به کاربردن آزمونه‌های کوچکتر از این مقدار توصیه نمی‌شود زیرا ممکن است خشک شدن آزمونه‌ها به اندازه‌ای سریع انجام شود که فرصت کنترل مناسب آن فراهم نشود. همچنین وقتی که برای آزمونه خاکی که دارای سنگدانه‌های درشت است به مقدار آزمونه زیادی نیاز شود، باید آزمونه را به چند بخش تقسیم و مراحل خشک کردن هر بخش را به صورت جداگانه انجام تا در نهایت جرم خشک کل آزمونه بدست آید.

یادآوری ۲ - بیشتر گرمخانه‌ها دارای کنترل توانی متغیر (تنظیم کننده) هستند. تنظیم توان بر روی درجه زیاد، برای بیشتر خاک‌های آزمون شده مناسب بوده است، اما برای برخی خاک‌ها این درجه تنظیم ممکن است خیلی شدید باشد، تنها می‌توان

با به کاربردن یک گرمخانه خاص برای انواع خاک‌ها و نمونه‌های با اندازه گوناگون و بر پایه تجربه، تنظیم توان مناسب را تعیین نمود. با افزایش طول عمر و کارکرد گرمخانه‌های ریزموج انرژی خروجی آنها کاهش می‌یابد. از همین رو تنظیم توان وزن‌های خشک کردن برای هر گرمخانه خاص باید بهطور جداگانه انجام شود.

۴-۱۰ پس از طی زمان ماندن آزمونه در گرمخانه ریزموج، آزمونه خاک و ظرف را از آن بیرون آورده، و بی‌درنگ آن را وزن نمایید و یا برای جلوگیری از آسیب رسانیدن به ترازو و ایجاد وضعیتی که جابه‌جاکردن آن ممکن باشد آن را در خشکانه قرارداده تا خنک شود. سپس جرم آزمونه خاک و ظرف را تعیین و ثبت نمایید.

۵-۱۰ با استفاده از یک کاردک یا یک میله شیشه‌ای کوتاه ضمن لحاظ احتیاط‌های لازم برای جلوگیری از کم شدن مقدار آزمونه، به دقت آزمونه را مخلوط کرده و بههم بزنید.

۶-۱۰ ظرف و خاک را برای یک دقیقه دیگر به گرمخانه ریزموج برگردانید و آن را گرم کنید.

۷-۱۰ مراحل ۴-۱۰ تا ۶-۱۰ را زمانی تکرار کنید که تغییر بین دو تعیین متوالی جرم اثر معنی داری بر مقدار آب محاسبه شده نداشته باشد. برای بیشتر آزمونهای تغییر $1/0$ درصد جرم مرتبط اولیه آزمونه یا کمتر از آن برای دو اندازه‌گیری آخر قابل پذیرش است.

۸-۱۰ اندازه‌گیری جرم پایانی خاک را برای محاسبه درصد رطوبت (مقدار آب) خاک مورد استفاده قرار دهید. این مقدار را به سرعت پس از پایان سیکل گرمایش و یا چنانچه تعیین جرم با تاخیر همراه باشد، پس از خنک شدن در خشکانه به‌دست آورید.

۹-۱۰ هنگامی که آزمون معمول برای خاک‌های مشابه در نظر گرفته می‌شود می‌توان زمان‌های خشک کردن و تعداد چرخه‌های آن را برای هر گرمخانه مشخص (استاندارد) نمود. موقعی که از زمان‌های خشک کردن و تعداد چرخه‌های استاندارد شده استفاده می‌شود باید صحت سنجی و کنترل به صورت دوره‌ای برای اطمینان از اینکه نتایج تعیین جرم خشک نهایی با نتایج بدست آمده از روش ۷-۱۰ یکسان است انجام شود.

یادآوری ۱- گرم کردن مرحله‌ای به همراه هم‌زدن، امکان گرمایش بیش از حد و خشک شدن موضعی آزمونه را به حداقل می‌رساند. به‌همین جهت منجر به نتایجی می‌شود که با نتایج بدست آمده از استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۸۳ سازگارتر است. بازه‌های زمانی توصیه شده برای بیشتر آزمونهای با ذرات عبوری از الک نمره ۴ و جرم تقریبی ۲۰۰ گرم مناسب بوده است. هرچند که ممکن است این بازه‌ها برای همه خاک‌ها و گرمخانه‌ها مناسب نبوده و نیازمند اصلاح باشند.

یادآوری ۲- آزمونهای بکار رفته در تعیین مقدار آب (درصد رطوبت) به علت امکان فروپاشی ذرات، افتیاهای شیمیایی، ذوب شدن و... باید پس از آزمون کنار گذاشته شده و نباید در هیچ آزمون دیگری به کار روند.

۱-۱۱ مقدار آب (درصد رطوبت) موجود در خاک را به صورت زیر محاسبه کنید:

$$W = \left[\frac{\text{جرم خاک خشک شده}}{\text{جرم آب}} \right] \times 100$$

$$w = \left[\frac{(M_1 - M_2)}{(M_2 - M_C)} \right] \times 100 = \left(\frac{MW}{MS} \right) \times 100$$

که در آن :

W مقدار آب، بر حسب درصد؛

M_1 جرم ظرف و آزمونه مرطوب، بر حسب گرم؛

M_2 جرم ظرف و آزمونه خشک شده در گرمخانه ریzmوج بر حسب گرم؛

M_C جرم ظرف، بر حسب گرم؛

M_W جرم آب، بر حسب گرم؛

M_S جرم بخش جامد، بر حسب گرم می باشد.

۱۲ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید شامل اطلاعات شرح زیر باشد:

۱-۱۲ مشخصات آزمونه (مواد) به همراه منطقه (شماره گمانه، شماره نمونه، شماره آزمون و غیره).

۲-۱۲ چنانچه مبنای مناسبی از کمترین وزن آزمونه ارائه شود مقدار آب آزمونه (درصد رطوبت) با تقریب٪ ۱ (روش A) و یا٪ ۰/۱ (روش B) مطابق با بند ۵-۱ ارائه می شود. اگر روش آزمون مطابق با دیگر روش‌ها باشد میزان آب آزمونه باید به مقدار مورد نیاز (دقت) روشی که درصد رطوبت را تعیین می کند گزارش شود.

مراجعه به استاندارد بند ۶-۲ نشان می دهد ارقام معنی دار (قابل توجه) و مهم، بهخصوص مقادیری که از این روش بدست آمده، برای محاسبه وزن واحد حجم و یا دانسیته مورد استفاده است.

برای مثال اگر بخواهید دانسیته خشک را با دقیقی نزدیک $\frac{lb}{f} / \frac{kN}{m^3}$ بیان کنید ممکن است برای اینکه بتوان نتیجه مشخص وجرم آب مورد نیاز را در بر داشته باشد، استفاده از یک ترازو با دقت قرائت بالاتر یا یک آزمونه با وزن بیشتر نیاز باشد.

۳-۱۲ اگر آزمونه جرم کمتر از حداقل مقدار تعیین شده در جدول ۱ را داشته باشد، در گزارش بیان شود.

۴-۱۲ اگر آزمونه شامل چند نوع خاک باشد (به صورت لایه لایه یا...) باید در گزارش بیان شود.

۵-۱۲ مواد حذف شده از آزمونه بر اساس اندازه، مقدار، لایه یا ترتیب لایه‌هایی که مواد از آن جدا شده اند، مشخص شود.

۶-۱۲ زمان و مدت دوره خشک‌کردن اولیه و دوره‌های خشک‌کردن بعدی در گزارش بیان شود.

۷-۱۲ جرم اولیه آزمونه قبل از خشک کردن و جرم نهایی آزمونه پس از آخرین مرحله خشک کردن در گزارش بیان شود.

۸-۱۲ در صورت انجام آزمایش‌های مقایسه‌ای روش آزمون مورد استفاده را مشخص کنید.

۹-۱۲ در صورت استفاده از روش گرمخانه ریzmوج برای خشک‌کردن مواد، مشخصات گرمخانه ریzmوج به همراه تنظیم‌های مراحل خشک کردن آزمونه را در گزارش بیان کنید.

یادآوری ۱ - می‌توان در همین گزارش نتایج تعیین درصد رطوبت‌های انجام شده (مقدار آب) با روش استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۸۳ یا روش‌های دیگر را درج نمود. این کار الزامی نیست ولی در زمانی که نتایج دو آزمون مورد بررسی و با هم مقایسه می‌شوند مناسب است.

یادآوری ۲ - یک نمونه برگه گزارش آزمون در جدول ۲ نشان داده شده است. برگه‌های گزارش آزمون مشابه می‌تواند در تهیه اطلاعات مورد نیاز و ثبت آن مورد استفاده قرار گیرد.

۱۳ دقت و انحراف

۱-۱۳ دقت^۱، دقت داده‌های آزمون بهدلیل طبیعت متغیر خاک و سنگدانه مورد آزمون به وسیله این استاندارد قابل بیان نمی‌باشد.

امکان مشارکت تعداد ۱۰ آزمایشگاه آزمون یا بیشتر در یک برنامه دوره ای آزمون، غیر عملی و بسیار پر هزینه است. اگر آزمایش با استفاده از وسایل مشخصی توسط کاربران در آزمایشگاه‌های مختلف انجام شده باشد هرگونه تغییر مشاهده شده در داده‌ها شاید به دلیل تنوع ناشی از تنوع کاربر یا آزمایشگاه است.

۲-۱۳ انحراف^۲، هیچ مقدار مرجع پذیرفته شده‌ای برای این روش آزمون وجود ندارد، بنابراین انحراف از نتایج آزمون را نمی‌توان تعیین کرد.

1- precision
1- Bias

جدول ۲- نمونه برگ گزارش اندازه‌گیری مقدار آب (درصد رطوبت) خاک و سنگ (اطلاعات غیراجباری)

نام پروژه:
شماره پروژه:
شماره نمونه	
شماره چاهک	
شماره ظرف و درپوش	
جرم ظرف، گرم (M_c)	
جرم آزمونه مرطوب + ظرف، گرم (M_1)	
زمان و تاریخ شروع خشک کردن در گرمخانه	
جرم خشک آزمونه و ظرف (اول) در گرمخانه، گرم	
زمان و تاریخ خروج از گرمخانه	
جرم خشک آزمونه و ظرف (دوم) در گرمخانه، گرم	
زمان و تاریخ خروج از گرمخانه	
جرم خشک آزمونه و ظرف (سوم) در گرمخانه، گرم	
زمان و تاریخ خروج از گرمخانه	
جرم خشک آزمونه و ظرف (نهایی) در گرمخانه، گرم (M_2)	
زمان و تاریخ خروج از گرمخانه	
جرم آب، گرم ($M_W = M_1 - M_2$)	
جرم خاک و سنگدانه، گرم ($M_S = M_2 - M_c$)	
درصد رطوبت $[W = (M_W / M_S) \times 100]$	
نماد گروهی طبقه‌بندی خاک (مشاهده ای)	
میزان و قدرت گرمخانه ریzmوج استفاده شده	
توضیحات و نکته ها:
نام کاربر:	
نام تایید کننده:	
نام توزین کننده:	
نام محاسبه کننده:	

