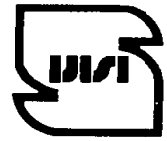




جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۶۶۳۳

چاپ اول

شهریور ۱۳۹۲

INSO

16633

1st.Edition

Sep.2013

خاک - تعیین سریع درصد فشردگی - روش
آزمون

**Soil-Rapid Determination of Percent
Compaction- 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 حوزه‌های مختلف در کمیسیونهای فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحبان مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود 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 واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمانهای دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذینفع و اعضای کمیسیونهای فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود. پیش‌نویس استاندارد هایی که مؤسسات و سازمانهای علاقه‌مندو ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند 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 می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندیهای خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی 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 می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمانها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستمهای مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاهها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمانها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آنها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی 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
« خاک - تعیین سریع درصد فشردگی - روش آزمون »

رئیس:

آریز، افشین
(فوق لیسانس مهندسی کشاورزی، خاک‌شناسی)

سمت و/یا نمایندگی

مدیر مطالعات کاربردی شرکت کشت و
صنعت حکیم فارابی

دبیر:

بهروان، حمید رضا
(فوق لیسانس مهندسی کشاورزی، خاک‌شناسی)

کارشناس استاندارد

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفباء)

آقامحمدی، حمید

(لیسانس مهندسی کشاورزی، گیاه‌پزشکی)

رئیس اداره زراعت و گیاه‌پزشکی شرکت
کشت و صنعت حکیم فارابی

اشراقی، شهناز

(لیسانس شیمی)

عضو هیأت مدیره شرکت آبی گستر

امانی، محسن

(لیسانس مهندسی کشاورزی، زراعت)

مدیر عامل شرکت آبی گستر

بیکدلی، پریسا

(لیسانس فیزیک، حالت جامد)

کارشناس

سراغی، امیر

(فوق لیسانس مهندسی کشاورزی، زراعت)

مدیر مطالعات کاربردی شرکت کشت و
صنعت دعبل خزاعی

شجاعی، محمدطلا

(فوق لیسانس زمین‌شناسی)

معاون فنی آزمایشگاه مکانیک خاک استان
خوزستان

صفیرزاده، سعید

(فوق لیسانس مهندسی کشاورزی، خاک‌شناسی)

کارشناس گروه آب و خاک شرکت کشت و
صنعت حکیم فارابی

قنواتی، رضا

(لیسانس مهندسی عمران)

کارشناس فنی آزمایشگاه مکانیک خاک
استان خوزستان

سرپرست آزمایشگاه آب و خاک شرکت
کشت و صنعت حکیم فارابی

کریمی، رؤیا
(لیسانس مهندسی شیمی)

هیئت علمی دانشگاه شهید چمران

کریمی، رامین
(فوق لیسانس مهندسی زمین شناسی)

کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی استان
خوزستان

عبدالعلی، گیلانی
(دکترای کشاورزی، زراعت)

رئیس اداره آب، خاک و هواشناسی محصول
شرکت کشت و صنعت حکیم فارابی

ملکانی نژاد، فرزاد
(لیسانس مهندسی کشاورزی، زراعت)

معاون تحقیقات شرکت کشت و صنعت
کارون

نیک فر، داریوش
(لیسانس مهندسی کشاورزی، خاک شناسی)

کارشناس گروه زراعت و کنترل محصول
شرکت کشت و صنعت حکیم فارابی

هاشمی، اصلان
(لیسانس مهندسی کشاورزی، زراعت)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش‌گفتار
ز	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۳	۳ اصطلاحات و تعاریف
۴	۴ اصول آزمون
۵	۵ تداخل‌ها
۵	۶ وسایل
۵	۷ مواد و/یا واکنشگرها
۶	۸ خطرات
۶	۹ کالیبراسیون و استانداردسازی
۶	۱۰ روش انجام آزمون
۱۵	۱۱ گزارش آزمون
۱۶	۱۲ دقت و انحراف
۱۷	پیوست الف (اطلاعاتی) روش یک درصد برای تعیین نقطه اوج نمودار تراکم
۱۸	پیوست ب (اطلاعاتی) مبانی روش آزمون
۱۹	پیوست پ (اطلاعاتی) قابلیت اجرایی مقادیر تعدیل

پیش‌گفتار

استاندارد " خاک- تعیین سریع درصد فشردگی - روش آزمون " که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد تهیه و تدوین شده است و در چهارصد و یکمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان و مصالح و فرآورده‌های ساختمانی مورخ ۱۳۹۱/۱۱/۹ 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 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 مآخذی که برای تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ASTM D 5080:2008, Standard Test Method for Rapid Determination of Percent Compaction

این استاندارد برای تخمین سریع درصد فشردگی و تغییرات محتوی رطوبت بهینه خاک‌های مورد استفاده در عملیات زیر سازی، بدون اطلاع از محتوی رطوبت صحرائی در زمان آزمون، به کار می‌رود.

نتایج آزمون معمولاً در مدت ۱ ساعت تا ۲ ساعت از زمان آغاز آزمون تعیین می‌شود. مقدار درصد فشردگی که با استفاده از روش سریع بدست می‌آید با درصد فشردگی محاسبه شده با استفاده از مقدار های چگالی خشک، مشابه است. مقدار اختلاف بین محتوی رطوبت صحرائی و محتوی رطوبت بهینه تقریبی است اما معمولاً این اختلاف بین $\pm 0.1\%$ تا 0.2% مقدار گنجایش رطوبتی صحرائی معین، محاسبه می‌شود.

این روش آزمون براین پایه استوار است که در نمودار فشردگی سه نقطه ای، یک مقطع سهمی شکل نزدیک به محتوی رطوبت بهینه وجود دارد، به طوری که نقطه اوج نمودار می‌تواند محاسبه شود. این مطلب منجر به اختلاف عمده ای بین این روش آزمون و به دست آوردن چگالی بیشینه و محتوی رطوبت بهینه از نمودار فشردگی پنج نقطه ای می‌شود.

وقتی ذراتی با اندازه سنگریزه در خاک مورد آزمون موجود باشد، این استاندارد فقط برای مقایسه بخش اندازه‌ای منهای الک شماره ۴ موادی که در آزمون چگالی در محل و در آزمون فشردگی آزمایشگاهی، استفاده می‌شوند کاربرد دارند (مطابق با روش A از استاندارد ASTM D 698). با توجه به محدودیت‌های موجود در استاندارد ASTM D 4718، اگر مقادیر تعدیل رطوبت جدید تعیین شوند (به بند ۶-۱ پیوست ب مراجعه شود)، این روش آزمون برای مقایسه سایر بخش‌های اندازه‌ای منافذ الک (مطابق با روش C از استاندارد ASTM D 698) یا سایر روش‌های مقایسه ای (مطابق با استاندارد آزمون ASTM D 1557)، کاربرد دارد.

همه مقدارهای مشاهده یا محاسبه شده باید با راهنماهای استاندارد ASTM D 6026 درباره رقم‌های معنادار و گردسازی سازگار باشند، مگر این که در این استاندارد راهنماهای دیگری جای‌گزین آن‌ها شده باشد.

روش‌های به کار رفته برای مشخص کردن چگونگی گردآوری، یادداشت یا محاسبه داده‌ها در این استاندارد، همچون استانداردهای صنعتی در نظر گرفته می‌شوند. افزون بر این، در این روش‌ها شمار رقم‌های معناداری که عموماً شایسته است یادداشت شوند مشخص شده است. در روندهای به کار رفته، تغییر مصالح، هدف از به دست آوردن داده‌ها و مطالعه‌ایی با هدف‌های ویژه، یا هر گونه ملاحظه دیگری درباره هدف‌های کاربر در نظر گرفته نشده‌اند و معمول است که رقم‌های معنادار یا داده‌های گزارش شده، برای هماهنگی با چنین هدف‌هایی، افزایش یا کاهش داده شوند. در نظر گرفتن شماره رقم‌های معناداری که در روش‌های تحلیل و طراحی مهندسی به کار می‌روند فراتر از گستره این استاندارد است.

خاک - تعیین سریع درصد فشردگی - روش آزمون

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 و قبل از استفاده، محدودیت‌های اجرایی آن را مشخص کند.

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعیین سریع درصد فشردگی^۱ و درصد تغییر بهینه رطوبت^۲ از نمونه خاک در محل^۳، به منظور استفاده در کنترل ساختار زمین فشرده شده است. این اندازه‌ها به وسیله توسعه نمودار تراکم سه نقطه‌ای^۴ در همان درصد رطوبتی که نمونه خاک در محل گرفته شده بدون دانستن مقدار رطوبت، به دست می‌آید. معمولاً خاک مورد استفاده برای نمودار تراکم، همان خاک برداشته شده برای آزمون چگالی در محل می‌باشد. در ادامه این استاندارد از این روش به‌عنوان روش سریع اشاره می‌شود.

این استاندارد برای خاک‌هایی با بیش از ۱۵٪ ذرات ریز (منهای اندازه منافذ الک شماره ۲۰۰) کاربرد دارد.

نتایج آزمون برای شرایطی که مواد فشرده‌شده، مقدار چگالی و رطوبت‌های کنترلی را که برحسب درصد چگالی بیشینه استاندارد و محتوی رطوبت بهینه مشخص شده‌اند (مطابق با روش A استاندارد ASTM D 648)، برآورده کند، کاربرد دارد. نمودار سه‌نقطه‌ای فشردگی در جایی که نمودار چهار یا پنج نقطه‌ای مطابق با استاندارد ASTM D 648 مورد نیاز است، کاربرد دارد.

وقتی که محتوی رطوبت به وسیله خشک کردن در آون، تعیین شد، مقدارهای چگالی خشک، وزن واحد خشک، و محتوی رطوبت بهینه می‌تواند محاسبه شود.

یادآوری- به این دلیل که نیاز به تعیین فوری محتوی رطوبت مواد حاصل از آزمون چگالی در محل یا نقاط فشردگی آزمایشگاهی نیست، بنابراین استفاده از روش‌های اندازه‌گیری محتوی رطوبت سریع، مانند کاربرد میکروویو، حرارت مستقیم، روش هسته‌ای و غیره لازم نیست. با این وجود در صورت تمایل، در صد فشردگی و تغییرات محتوی رطوبت بهینه می‌تواند با استفاده از مقدارهای چگالی خشک بر اساس روش‌های آزمون سریع تعیین محتوی رطوبت، اندازه‌گیری شود. از نمودار سه نقطه‌ای فشردگی و تعیین چگالی بیشینه به روش ریاضی نیز می‌توان استفاده نمود. با این وجود نتایج گرفته‌شده در روش‌های محتوی رطوبت سریع ممکن است از مقدارهای محتوی رطوبت به روش آون متفاوت باشد و زمان انجام این آزمون را طولانی‌تر کند.

-
- 1- Compaction
 - 2- Optimum Moisture
 - 3- Inplace
 - 4- Three Point

این استاندارد برای مواد موجود در منطقه فرضی یا منطقه زیرسازی، به منظور مقایسه چگالی خشک، وزن واحد خشک و محتوی رطوبت درمحل با چگالی خشک بیشینه و وزن واحد خشک و محتوی رطوبت آزمایشگاهی، کاربرد دارد.

این استاندارد برای تعیین چگالی بیشینه در زمان آزمون چگالی در محل، خاک مشابه کاربرد دارد.

یاد آوری- کیفیت نتایج حاصل از این استاندارد بستگی به انطباق اجرایی پرسنلی آن و تناسب وسایل و امکانات مورد استفاده دارد. سازمان‌هایی که معیارهای استاندارد ASTM D 3740 را بر آورده سازند، عموماً به عنوان سازمان‌هایی با توانایی مهارت لازم در انجام آزمون مورد نظر / نمونه برداری / بازرسی / غیره مورد توجه قرار می‌گیرند. به کاربران این استاندارد هشدار داده می‌شود که انطباق استاندارد ASTM D 3740 به تنهایی نتایج قابل اعتماد را تضمین نمی‌کند. نتایج قابل اعتماد بستگی به عوامل زیادی دارد، استاندارد ASTM D 3740 وسیله ارزیابی بعضی از این عوامل را فراهم می‌کند.

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 ۱۱۵۸: سال ۱۳۸۸، خاک-مشخصات تراکم آزمایشگاهی خاک با تلاش اصلاح شده-روش‌های آزمون

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۳۶: سال ۱۳۸۹، خاک-تعیین چگالی و وزن واحد حجم خاک در محل به روش مخروط ماسه - روش آزمون

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

2-4 ASTM D 698, Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12400 ft-lbf/ft³(600 kN-m/m³))

2-5 ASTM D 2167, Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Rubber Balloon Method

2-6 ASTM D 2216, Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass

2-7 ASTM D 2937, Test Method for Density of Soil in Place by the Drive Cylinder Method

2-8 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

- 2-9 ASTM D 4718, Practice for Correction of Unit Weight and Water Content for Soils Containing Over size Particles
- 2-10 ASTM D 6026, Practice for Using Significant Digits in Geotechnical Data
- 2-11 ASTM D 6938, Test Method for In Place Density and Water Content of Soil and Soil-Aggregate by Nuclear Methods (Shallow Depth)
- 2-12 ASTM E 11, Specification for Wire Cloth and Sieves for Testing Purposes

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد ASTM D 653، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌روند:

۱-۳

آب افزوده شده^۱

در روش سریع، مقدار آب، بر حسب درصد، که به خاک مرطوب قبل از فشرده کردن نمونه، اضافه می‌شود را می‌گویند. اگر درصد رطوبت خاک مرطوب کاهش یابد، مقدار آب افزوده شده، یک مقدار منفی است (برای مثال -۲٪).

۲-۳

مقدار C^۲

نسبت چگالی تر خاک در محل، در محتوی رطوبت صحرائی، به چگالی تر یک نمونه متراکم آزمایشگاهی، که در محتوی رطوبت صحرائی تهیه شده است، را بر حسب درصد می‌گویند. مقدار C، مقایسه تلاش فشردگی صحرائی^۳ به تلاش فشردگی آزمایشگاهی است.

۳-۳

نمودار تراکم در محتوی رطوبت صحرائی^۴

این نمودار نشان دهنده رابطه بین چگالی تر در محتوی رطوبت صحرائی (چگالی تر تبدیل شده) و درصد آب افزوده شده است.

۴-۳

چگالی تر تبدیل شده p_{wet_c} ^۵

-
- 1- Added water
 2- C value
 3- Compactive Effort
 4- Compaction Curve at Field Moisture Content
 5- Converted Wet density

چگالی تر یک نمونه متراکم، بعد از تبدیل به چگالی تر در محتوی رطوبت صحرایی (به وسیله تصحیح مقدار آب افزوده شده) است.

۵-۳

مقدار D^1

نسبت چگالی تر در محل، در محتوی رطوبت صحرایی به چگالی تر بیشینه آزمایشگاهی که از امتداد نمودار فشردگی در محتوای رطوبت صحرایی به روش سریع بر حسب درصد تعیین می‌شود را می‌گویند. مقدار D معادل درصد فشردگی روش سریع است.

۶-۳

محتوی رطوبت صحرایی، w_f

محتوی رطوبت بخش اندازه‌های ذرات منهای الک شماره ۴ خاک در محل را می‌گویند.

۷-۳

چگالی تر صحرایی، ρ_{wet}^2

چگالی تر که از آزمون چگالی در محل تعیین شده است.

۸-۳

چگالی تر بیشینه در محتوی رطوبت صحرایی، ρ_m

چگالی تر تعیین شده که به وسیله بیشینه نمودار تراکم آزمایشگاهی در محتوی رطوبت صحرایی تعیین می‌شود را گویند.

۹-۳

$w_f - w_o$

اختلاف بین محتوی رطوبت نمونه در محل و محتوی رطوبت بهینه که به وسیله روش سریع، تعیین شده است، را می‌گویند.

۴ اصول آزمون

یک نمونه نماینده از خاک مطابق با استاندارد ASTM D 1556، ASTM D 2167، ASTM D 6438، یا ASTM D 2437، تهیه می‌شود. نمونه خاک مطابق با روش A از استاندارد ASTM D 688، متراکم می‌شود. حداقل سه نمونه لازم است که اولین نمونه با محتوی رطوبت صحرایی (در محل) و دو نمونه دیگر در دو محتوی

1-D value

2- Field Wet density

رطوبت مختلف، متراکم می‌شوند. یک نمودار سهمی شکل، به وسیله سه نقطه تراکم تعیین می‌شود و نقطه^۱ بیشینه (قله)^۱ به وسیله محاسبات ریاضی تعیین می‌شود. نسبت چگالی تردد محل با محتوی رطوبت صحرایی به چگالی تربیشینه آزمایشگاهی تعیین می‌شود. یک تخمین از اختلاف بین محتوی رطوبت بهینه و محتوی رطوبت صحرایی تعیین می‌شود. بعد از تعیین محتوی رطوبت صحرایی واقعی، به وسیله خشک کردن در گرم‌خانه^۲ (معمولاً نزدیک یک روز)، چگالی‌های خشک، واحدهای وزنی و محتوی رطوبت بهینه محاسبه می‌شوند.

۵ تداخل‌ها

۱-۵ مقدارهای تنظیم رطوبت بر اساس چگالی میانگین و مقدارهای محتوی رطوبت بهینه تعداد زیادی از نمونه‌های خاک که فقط شامل ذراتی با اندازه منهای الک شماره ۴ هستند، تعیین شده‌اند. توصیه می‌شود خاک مورد آزمون با اطلاعات پیوست ب مقایسه شود. برای خاک‌هایی که ویژگی‌های متفاوت قابل توجهی دارند ممکن است که مقدار تنظیم رطوبت کاربرد نداشته باشند. در این مورد باید مقادیر تنظیمی جدیدی برای خاک ویژه تعیین شود. (به پیوست ب مراجعه شود).

۲-۵ برای نمونه‌هایی که به‌طور قابل توجهی خشک یا مرطوب می‌باشند و محتوی رطوبتی بهینه آنها (% ۴- و % ۶+) است، مقدارهای $w_f - w_o$ دقت کمتری دارند.

۶ وسایل

۱-۶ وسایل تعیین چگالی درمحل، در این روش آزمون نیز مورد نیاز می‌باشند.
 ۲-۶ وسایل آماده‌سازی نمونه‌ها برای آزمون فشردگی آزمایشگاهی، مطابق با روش A از استاندارد ASTM D 648، برای این آزمون نیز مورد نیاز می‌باشد.

۳-۶ استوانه مدرج، با ظرفیت ۱۰۰ ml، با درجه‌بندی ۱ ml

۴-۶ مخلوط کن، مخلوط کن برقی رومیزی با موتور ۱۱۵ V، دارای سه سرعت، با توان ۱/۳ اسب بخار، ۶۰ دور یا سایر وسایل مناسب برای مخلوط کردن آب با خاک

۵-۶ پروانه (پنکه) برقی، یا سایر وسایل خشک کننده

۶-۶ الک، الک ۴/۷۵ mm (شماره ۴)

۷-۶ وسایل متفرقه، برس، چاقو، بشقاب برای مخلوط کردن، پیمانانه و غیره، برای مخلوط کردن یا تراشیدن نمونه‌های خاک، سطل با سرپوش یا سایر ظرف‌های مناسب برای نگهداری نمونه آزمون

1- Peak
2- Oven

۷ مواد و/یا واکنشگرها

۱-۷ آب لوله‌کشی عاری از اسیدها، مواد قلیایی و مواد نفتی (روغنی) که برای آشامیدن مناسب باشد باید برای مرطوب کردن خاک قبل از فشردگی، مورد استفاده قرار گیرد.

۸ خطرات

۱-۸ خطرات ایمنی، اگرچه هشدارهای ایمنی ویژه ای برای این روش آزمون وجود ندارد، پیشگیری‌های ایمنی موجود در آزمون‌های تخصصی ارجاع شده، قابل کاربرد می‌باشند.

۲-۸ خطرات فنی، برای کمینه کردن از دست دادن رطوبت، نمونه‌های آزمون باید تا حد امکان به سرعت آماده سازی و فشرده شوند. اگر نمونه فوراً آزمون نمی‌شود، برای جلوگیری از کاهش رطوبت باید نمونه را در یک ظرف مقاوم به رطوبت، نگهداری کنید. محتوی رطوبت باید قبل و بعد از نگهداری تعیین شود.

۹ کالیبراسیون و استانداردسازی

۱-۹ این مطلب را که کالیبراسیون (واسنجی) وسایل مورد استفاده در این روش کار، مطابق با روش‌های رایج، انجام شده است را گواهی کنید، اگر واسنجی به تازگی انجام نشده است، واسنجی را قبل از کاربرد وسایل در این روش آزمون، انجام دهید.

۱۰ روش انجام آزمون

۱-۱۰ اصول کلی روش انجام این آزمون به چهار قسمت به شرح زیر تقسیم می‌شود:

۱-۱-۱۰ تعیین چگالی درمحل؛

۲-۱-۱۰ فشرده نمودن نمونه‌ها و رسم نمودار فشردگی؛

۳-۱-۱۰ تعیین نقطه بیشینه از نمودار فشردگی، مقدار D و $w_f - w_o$ ؛

۴-۱-۱۰ تکمیل آزمون برای ثبت.

یادآوری- چون محاسبات بخش جدایی ناپذیر از روش کار هستند، به‌عنوان بخشی از روش کار بیان می‌شود.

۲-۱۰ تعیین چگالی درمحل

۱-۲-۱۰ چگالی تر درمحل را، مطابق با استانداردهای ASTM D 1556، ASTM D 2167، ASTM D 6938 یا ASTM D 2937 تعیین کنید. اگر خاک مورد آزمون دارای سنگریزه باشد، چگالی تر درمحل، مربوط به بخش ذرات خاک با اندازه منهای الک ۴,۷۵mm (شماره ۴) را مطابق با استاندارد ASTM D 4718 تعیین کنید.

۲-۲-۱۰ خاک مورد استفاده برای تعیین نمودار فشردگی، مواد حفاری شده در حین آزمون چگالی درمحل هستند. اگرچه جرم کمینه نمونه خاک ۷ kg و با اندازه ذرات منهای الک ۴,۷۵mm (شماره ۴) مورد نیاز است، توصیه می‌شود که جرم کمینه نمونه ۱۲ kg باشد. مقدار واقعی نمونه، به درصد ذرات به اضافه الک شماره ۴ و اگر خاک خیلی مرطوب یا خیلی خشک باشد به محتوا رطوبتی بهینه، بستگی دارد.

۱-۲-۲-۱۰ اگر چگالی درمحل مطابق با استاندارد ASTM D 6438 (روش هسته‌ای^۱) به دست می‌آید، باید یک نمونه نماینده از خاک مورد آزمون تهیه شود.

۲-۲-۲-۱۰ اگر مقدار کافی از مواد از حفاری آزمون چگالی درمحل به دست نیامد، خاک اضافه را از محیط حفاری تهیه کنید. مواد اضافی باید نماینده خاک مورد آزمون برای تعیین چگالی درمحل باشند.

۱-۲-۲-۳-۱۰ اگر آزمون چگالی درمحل نشان‌دهنده عمق کامل پیشرفت فشردگی باشد، مواد اضافی را فقط از لایه فشرده مورد آزمون، تهیه کنید.

۱-۲-۲-۴-۱۰ اگر حفاری برای آزمون چگالی درمحل با شن آلوده یا مرطوب شده باشد (در اثر روش‌هایی مانند استفاده از نمونه دست نخورده شن یا روش جایگزین آب) مواد اضافی باید به وسیله حفاری به طوری که خاک تحت تأثیر قرار نگیرد، و ذرات به حفاری اصلی کاملاً نزدیک باشند، تهیه شوند.

۱-۲-۳-۱۰ خاک تهیه شده از آزمون چگالی درمحل را از الک ۴,۷۵mm (شماره ۴) عبور دهید.

۱-۲-۴-۱۰ برای اطمینان از توزیع رطوبت یکنواخت در تمام خاک، مواد عبور کرده از الک ۴,۷۵mm (شماره ۴) را کاملاً مخلوط کنید. مخلوط کردن باید با حداکثر سرعت ممکن، برای جلوگیری از، از دست رفتن رطوبت انجام شود.

۱-۲-۵-۱۰ محتوی رطوبت نمونه نماینده را مطابق با استاندارد ASTM D 2216 تعیین کنید.

۱-۲-۶-۱۰ برای جلوگیری از دست رفتن رطوبت، خاک با اندازه ذرات منهای الک شماره ۴ را در یک ظرف مقاوم به رطوبت، نگهداری کنید.

۱-۳-۱۰ فشرده‌کردن نمونه‌ها و رسم نمودار فشردگی

۱-۳-۱-۱۰ یک نمونه از ماده منهای الک شماره ۴ در محتوی رطوبت صحرائی را مطابق روش A از استاندارد ASTM D 698 متراکم کرده و چگالی ترنمونه را محاسبه کنید.

۱-۱-۳-۱۰ چگالی تر نمونه برای اولین نمونه متراکم شده را به عنوان چگالی تر اولین نمونه یا $pwet_{first}$ معرفی کنید.

۲-۳-۱۰ در این نقطه، مقدار C را محاسبه کنید. مقدار C قبل از پیشرفت محاسبه می شود، چون اگر این مقدار کمتر از مقدار D (درصد فشردگی) مورد نیاز در الزامات باشد، اندازه چگالی در محل در برآورده کردن مشخصات (خصوصیات) رد می شود. مقدار D به دست آمده از روش آزمون سریع معمولاً مساوی یا کمتر از مقدار C است.

۱-۲-۳-۱۰ مقدار C برحسب درصد را به شرح زیر محاسبه و ثبت کنید.

$$C \text{ مقدار} = \frac{pwet_f}{pwet_{first}} \times 100 \quad (1)$$

که در آن:

مقدار C مقایسه اثر تراکم صحرائی به اثر تراکم آزمایشگاهی استاندارد برحسب درصد ؛

$pwet_f$ چگالی تراز آزمون چگالی در محل، برحسب $(Mg/m^3 \text{ (lbm/ft}^3))$ ؛

$pwet_{first}$ چگالی تراولین نمونه، برحسب $(Mg/m^3 \text{ (lbm/ft}^3))$ ؛

۳-۳-۱۰ دومین نمونه تراکم را با ۲٪ آب اضافی تهیه کنید. این نمونه متراکم به عنوان دومین نمونه معرفی کنید.

یادآوری- این روش آزمون با دومین نمونه معمولاً دارای ۲٪ آب اضافه شده است، گزارش می شود. وقتی چگالی در محل به شدت مرطوب تر از محتوی رطوبت بهینه باشد، دومین نمونه ممکن است نمونه خشک برگشتی^۱ باشد و آزمون با اصول بحث شده در این روش آزمون، پیگیری شود.

۱-۳-۳-۱۰ ۲/۵۰ kg خاک از نمونه اصلی را در بشقاب مخلوط کن قرار دهید.

۲-۳-۳-۱۰ ۵۰ ml آب را به دقت اندازه گیری کنید. این مقدار آب، محتوی رطوبت خاک را تقریباً ۲/۰٪ افزایش می دهد. این مبنای ۲٪ آب اضافه شده (۲/۰+) می باشد. گرچه هر افزایش رطوبت ۱٪ یا بیشتر می تواند استفاده شود، روش مکتوب برای افزایش ۲٪ می باشد.

۳-۳-۳-۱۰ خاکی را که آب در آن تراوش یا پاشش شده به طور کامل مخلوط کنید تا توزیع یکنواخت رطوبت در ماده مطمئن شوید. برای جلوگیری از کاهش رطوبت باید مخلوط کردن تا حد امکان سریع باشد. برای جلوگیری از کاهش رطوبت ظرف مخلوط کن را با کیسه پلاستیکی، حوله مرطوب یا سایر پوشش های مناسب بپوشانید.

۴-۳-۳-۱۰ نمونه را متراکم کرده و چگالی تر نمونه را مطابق با استاندارد ASTM D 698 محاسبه کنید.

۵-۳-۳-۱۰ چگالی تر تبدیل شده (چگالی در محتوی رطوبت صحرائی) نمونه را به شرح زیر محاسبه و ثبت کنید.

$$pwet_c = \frac{pwet}{1 + (z/100)} \quad (2)$$

که در آن:

$pwet_c$ چگالی تر تبدیل شده نمونه متراکم، بر حسب Mg/m^3 ؛
 $pwet$ چگالی تر نمونه متراکم بر حسب Mg/m^3 ؛
 z مقدار آب اضافه شده به خاک قبل از متراکم کردن نمونه بر حسب درصد؛
 100 عدد ثابت برای تبدیل به اعشار.

۱۰-۳-۴ سومین نمونه تراکم را تهیه کنید. آب مورد نیاز اضافه یا کم خواهد شد.

۱۰-۳-۴-۱ قبل از اینکه سومین نمونه متراکم شود، چگالی تر دو نمونه متراکم شده را مقایسه کنید. اگر چگالی تر معکوس شده دومین نمونه بزرگ تر یا مساوی چگالی تر اولین نمونه است، بند ۱۰-۳-۴-۲ را دنبال کنید. اگر چگالی تر تبدیل شده دومین نمونه کمتر از چگالی تر اولین نمونه است، بند ۱۰-۳-۴-۴ را دنبال کنید.

۱۰-۳-۴-۱-۱ اگر چگالی تر تبدیل شده دومین نمونه کمتر از چگالی تر اولین نمونه باشد و اختلاف در حدود $0.05 Mg/m^3$ باشد، ممکن است نیاز به خشک کردن خاک (بند ۱۰-۳-۴-۴) نباشد (به پیوست الف-۱ مراجعه شود).

روش جایگزین همان روش ۱٪ است.

۱۰-۳-۴-۲ سومین نمونه را به وسیله افزودن آب آماده کنید.

۱۰-۳-۴-۲-۱ $2.50 kg$ خاک از نمونه اصلی را در ظرف مخلوط کن قرار دهید.

۱۰-۳-۴-۲-۲ $100 ml$ آب را به خاک اضافه کنید. این مقدار آب محتوی رطوبت خاک را تقریباً ۴٪ افزایش می‌دهد. این مبنای ۴٪ آب اضافه شده ($+40$) می‌باشد.

۱۰-۳-۴-۳-۲ نمونه خاکی که آب در آن تراوش کرده یا به آن پاشش شده را به طور کامل مخلوط کنید تا از توزیع یکنواخت رطوبت در آن مطمئن شوید. برای جلوگیری از کاهش رطوبت باید مخلوط کردن تا حد امکان سریع باشد.

۱۰-۳-۴-۳-۴ نمونه را متراکم و چگالی تر نمونه را مطابق با روش A استاندارد ASTM D 698 محاسبه کنید.

۱۰-۳-۴-۳-۵ چگالی تر تبدیل شده را مطابق با بند ۱۰-۳-۳-۵ محاسبه و ثبت کنید.

۱۰-۳-۴-۳-۶ اگر چگالی تر تبدیل شده، سومین نمونه کمتر یا مساوی چگالی تر دومین نمونه است، بند ۱۰-۳-۴-۱ را دنبال کنید. اگر چگالی تر تبدیل شده سومین نمونه کمتر از چگالی تر دومین نمونه است، بند ۱۰-۳-۴-۳ را دنبال کنید.

۱۰-۳-۴-۳ نمونه‌های بیشتر را با افزودن آب آماده کنید.

۱-۳-۴-۳-۱۰ بندهای ۱-۲-۴-۳-۱۰ تا ۵-۲-۴-۳-۱۰ را به استثناء افزایش ۲٪ آب را به نمونه قبلی (که عبارت از ۶٪ +، ۸٪ + و ...) تکرار کنید. قبل از متراکم کردن ماده که به آن ۶٪ یا بیشتر آب اضافه شده، ماده باید از الک شماره ۴ (۴/۷۵ mm) دو مرتبه عبور داده شود. دو مرتبه الک کردن، هرگونه کلوخ خاک را شکسته و به یکنواختی خاک کمک می‌کند.

۱-۳-۴-۳-۱۰ بند ۲-۳-۴-۳-۱۰ تا بند ۱-۴-۱۰ را ادامه دهید تا زمانی که چگالی تر تبدیل شده نمونه مورد نظر کمتر یا مساوی چگالی تر تبدیل شده نمونه قبلی شود.

۱-۳-۴-۳-۱۰ سومین نمونه را به وسیله کاهش رطوبت آماده کنید.

۱-۳-۴-۳-۱۰ ۲/۵ kg خاک از نمونه اصلی را در بشقاب مخلوط کن قرار دهید.

۱-۳-۴-۳-۱۰ تا کاهش ۵۰ g جرم، خاک را خشک کنید بدون این که کاهش خاک، رخ دهد. این کار باعث کاهش محتوی رطوبت خاک به مقدار تقریبی ۲٪ می‌شود. این مبنای منهای ۲٪ آب اضافه شده^۱(۲/۰-) می‌باشد. پس از خشک کردن، خاک باید کاملاً مخلوط شود.

یادآوری- ممکن است نمونه خاک به سرعت (۵ دقیقه تا ۱۰ دقیقه) به وسیله پنکه، خشک‌کن مو یا سایر وسایل وزش هوای خشک بر روی ظرف خاک در حالی که به آرامی مخلوط می‌شود، خشک شود. در آب و هوای مرطوب می‌توان، از سایر روش‌ها برای خشک کردن سریع خاک استفاده کرد. اگر از حرارت استفاده می‌شود، باید قبل از متراکم کردن، خاک تا دمای اتاق، خنک شود. باید به کاهش رطوبت در حین خنک کردن نیز توجه شود.

۱-۳-۴-۳-۱۰ نمونه را متراکم کرده و چگالی تر نمونه را مطابق با روش A استاندارد ASTM D 698 محاسبه کنید.

۱-۳-۴-۳-۱۰ چگالی تر تبدیل شده را مطابق با بند ۵-۳-۳-۱۰ محاسبه و ثبت کنید. موقعی که خاک برای کاهش رطوبت، خشک می‌شود (خشک شدن برگشتی)، مقدار آب اضافه شده در محاسبه چگالی تر تبدیل شده عددی منفی است (٪ = -۲/۰).^(Z)

۱-۳-۴-۳-۱۰ اگر چگالی تر تبدیل شده سومین نمونه کمتر یا مساوی چگالی تر اولین نمونه است، بند ۱-۴-۱۰ اجرا شود. اگر چگالی تر تبدیل شده سومین نمونه بزرگ‌تر از چگالی تر اولین نمونه است، یک نمونه اضافی باید مطابق با بند ۵-۴-۳-۱۰ متراکم شود.

۱-۳-۴-۳-۱۰ نمونه‌های اضافی را به وسیله کاهش رطوبت، آماده کنید.

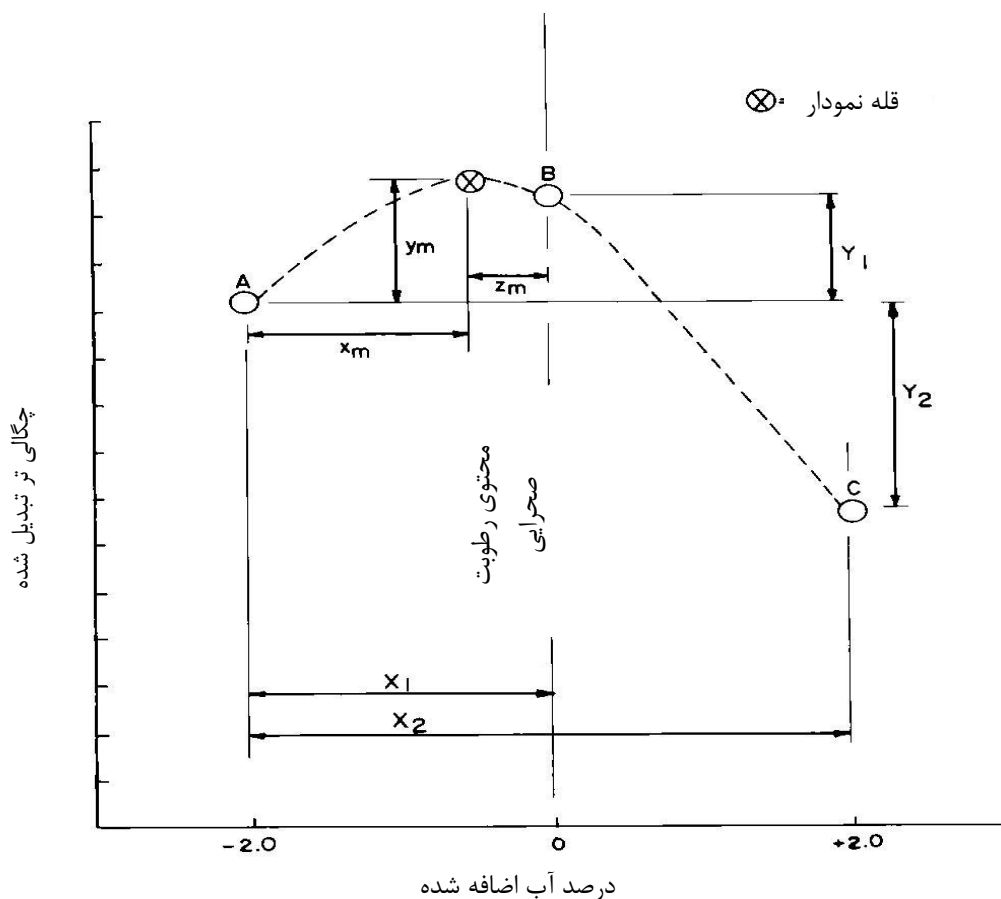
۱-۳-۴-۳-۱۰ بندهای ۱-۴-۴-۳-۱۰ تا ۴-۴-۴-۳-۱۰ را، به استثناء کاهش ۲٪ آب به نمونه قبلی (که معادل ۴٪ است)، تکرار کنید. قبل از متراکم کردن ماده که ۴٪ یا بیشتر آب از دست داده، ماده باید کاملاً مخلوط و

در صورت نیاز، برای شکستن کلوخ‌های خاک و کمک به توزیع یکنواخت رطوبت، از الک شماره ۴ (۴٫۷۵ mm) عبور داده شود.

۱۰-۳-۴-۵-۲ بند ۱۰-۳-۴-۵-۱ تا بند ۱۰-۴-۱ را ادامه دهید تا زمانی که چگالی تر تبدیل شده نمونه مورد نظر کمتر یا مساوی چگالی تر تبدیل شده نمونه قبلی گردد.

۱۰-۴ تعیین نقطه بیشینه نمودار فشردگی، مقدار D و $w_f - w_o$

۱۰-۴-۱ نقاط سه نمونه متراکم را با نقاط A، B و C، به ترتیب برچسب‌گذاری کنید، با نمونه‌ی دارای حداقل آب اضافه شده (خشک‌ترین) شروع کنید. اگر بیش از سه نمونه‌ی متراکم شده داریم، نمونه‌ی دارای بیشترین چگالی تر تبدیل شده را انتخاب و به آن برچسب B بدهید. نمونه‌ای که دارای ۲٪ آب اضافه شده کمتر از نقطه B دارد را برچسب A و نمونه‌ای با ۲٪ آب اضافه شده بیشتر از نقطه B را برچسب C بدهید. (به شکل ۱ مراجعه شود).



شکل ۱- تعیین قله نمودار فشردگی

یادآوری ۱- برای ساده کردن آزمون، همه نمونه‌های متراکم به تبدیل شده ارجاع داده می‌شود (چگالی تبدیل شده در محتوی رطوبت بهینه) حتی با وجود اولین نمونه متراکم شده در شرایط محتوی صحرائی، متراکم می‌شود و بنابراین تبدیل نشده است.

یادآوری ۲- در موارد کمی که چگالی نقطه A و چگالی نقطه B مساوی باشند، نقاط باید به عنوان C، A و B به جای A، B و C نشان داده شوند.

۱۰-۴-۲ مقادیر سه نقطه مترکم شده، را به شرح معادله های ۳ و ۴ نشانه گذاری کنید:

(۳)

آب اضافه شده در نقطه A، بر حسب درصد x_A ؛

آب اضافه شده در نقطه B، بر حسب درصد x_B ؛

آب اضافه شده در نقطه C، بر حسب درصد x_C ؛

این مقادیر ممکن است منفی، مثبت یا صفر باشند، برای مثال $۰/۱۰$ و $+۲/۱۰$ و $-۲/۱۰$.

(۴)

چگالی تبدیل شده نقطه A، بر حسب Mg/m^3 y_A ؛

چگالی تبدیل شده نقطه B، بر حسب Mg/m^3 y_B ؛

چگالی تبدیل شده نقطه C، بر حسب Mg/m^3 y_C ؛

۱۰-۴-۳ مقدار x_1 به شرح معادله ۵ محاسبه می شود:

$$x_1 = x_B - x_A \quad (۵)$$

۱۰-۴-۴ مقدار x_2 به شرح معادله ۶ محاسبه می شود:

$$x_2 = x_C - x_A \quad (۶)$$

یادآوری- اگر افزایش ۲% استفاده شود، x_1 معمولاً معادل $۲/۱۰$ x_2 معادل $۴/۱۰$ می باشد.

۱۰-۴-۵ مقدار y_1 به شرح معادله ۷ محاسبه می شود:

$$y_1 = y_B - y_A \quad (۷)$$

۱۰-۴-۶ مقدار y_2 به شرح معادله ۸ محاسبه می شود:

$$y_2 = y_C - y_A \quad (۸)$$

۱۰-۴-۷ مقدار x_m به شرح معادله ۹ محاسبه می شود:

$$x_m = \frac{1}{2} \left[x_1 + \frac{(x_2 - x_1) \left(\frac{y_1}{x_1} \right)}{\left(\frac{y_1}{x_1} \right) - \left(\frac{y_2}{x_2} \right)} \right] \quad (۹)$$

۱۰-۴-۸ مقدار Z_m به شرح معادله ۱۰ محاسبه می شود:

$$Z_m = x_A + x_m \quad (۱۰)$$

۱۰-۴-۹ مقدار y_m به شرح معادله ۱۱ محاسبه می شود:

$$y_m = \frac{-(x_m^2 y_1)}{x_1(x_1 - 2x_m)} \quad (۱۱)$$

۱۰-۴-۱۰ چگالی تر بیشینه در محتوی رطوبت صحرایی به شرح معادله ۱۲ محاسبه می شود.

$$\rho_m = \gamma_A + \gamma_m \quad (12)$$

که در آن:

$$\rho_m = \text{چگالی تر بیشینه در محتوی رطوبت صحرایی، بر حسب } \text{Mg/m}^3$$

۱۰-۴-۱۱ اندازه $w_f - w_o$ را به شرح معادله ۱۳ محاسبه کنید:

$$w_f - w_o = -(Z_m + MA) \quad (13)$$

که در آن:

$w_f - w_o$ = اختلاف در محتوی رطوبت بین رطوبت بهینه و صحرایی، بر حسب درصد؛

MA = تعدیل رطوبت، بر حسب درصد.

MA از شکل ۲ به وسیله رسم ρ_m و Z_m و انتخاب نزدیک ترین منحنی خطی در نقطه رسم شده، به دست می آید.

عدد متناظر با این خط، MA است، برای مثال ۰٫۲-.

یادآوری ۱- مقدار منفی $w_f - w_o$ نشان دهنده این است که خاک در محل، خشک تر از محتوی رطوبت بهینه می باشد و مقدار مثبت نشان دهنده این است که خاک در محل، مرطوب تر از محتوی رطوبت بهینه است.

یادآوری ۲- تعدیل رطوبت مورد نیاز است چون زمانی که قبل از تراکم نمونه به خاک، آب اضافه می شود، در صد آب اضافه شده بر اساس جرم خاک مرطوب، نه جرم خاک خشک، محاسبه می شود (محتوی رطوبت واقعی در این زمان مشخص نیست). بنابراین ۲٪ آب اضافه شده تنها یک تقریب است و لازم است برای دستیابی به اندازه $w_f - w_o$ ، برای Z_m تصحیح وارد شود. مقادیر، با توجه به این تصحیح، محاسبه شده و سپس روی شکل ۲ رسم می شوند (به بند ۵-۱ مراجعه شود).

۱۰-۴-۱۲ مقدار D را بر حسب درصد به شرح معادله ۱۴ محاسبه و ثبت کنید.

$$D \text{ value} = \frac{\rho_{wet_f}}{\rho_m} \times 100 \quad (14)$$

که در آن:

D value = معادل درصد تراکم روش سریع، مقایسه چگالی در محل با چگالی بیشینه آزمایشگاهی، بر حسب درصد؛

ρ_{wet_f} = چگالی تر صحرایی، بر حسب Mg/m^3 (از بند ۱۰-۲ تا ۱۰-۲-۶)؛

ρ_m = چگالی تر بیشینه در محتوی رطوبت صحرایی Mg/m^3 (از بند ۱۰-۴ تا ۱۰-۴-۱۲)؛

100 = عدد ثابت برای تبدیل به درصد.

۵-۱۰ تکمیل آزمون

۱۰-۵-۱ محاسبات زیر پس از تعیین محتوی رطوبت صحرایی انجام می شود.

۱۰-۵-۱-۱ چگالی خشک برای آزمون چگالی در محل، چگالی بیشینه آزمایشگاهی و اولین نمونه تراکم به شرح معادله ۱۵ محاسبه می شوند:

$$\rho d = \frac{\rho_{wet}}{1 + (w_f/100)} \quad (15)$$

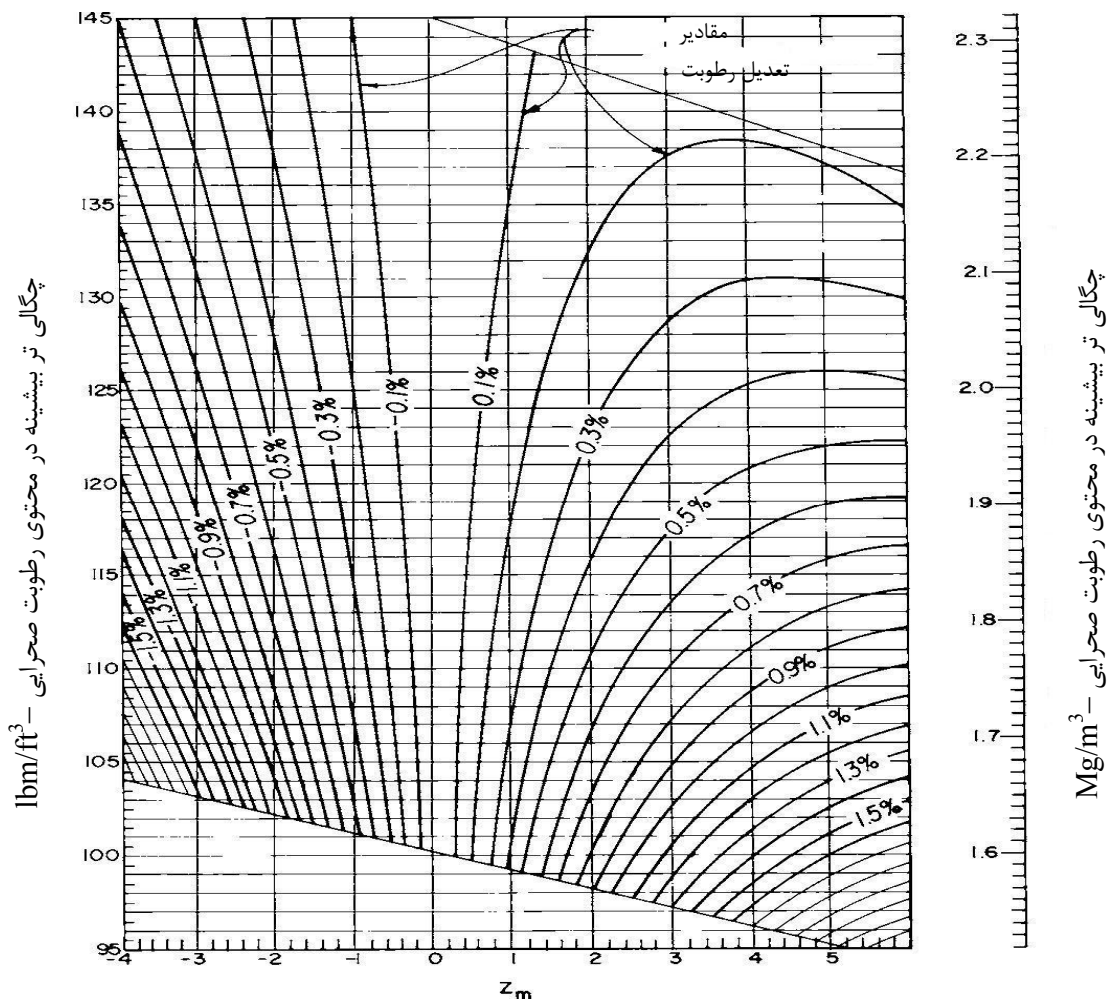
که در آن:

ρd = چگالی خشک، بر حسب Mg/m^3 ؛

ρ_{wet} = چگالی مرطوب، بر حسب Mg/m^3 ؛

w_f = گنجایش رطوبتی صحرائی، بر حسب درصد.

یادآوری- مقادیر D و C بر اساس چگالی خشک پس از تعیین محتوی رطوبت صحرائی ممکن است با مقادیر C و D گزارش شده بر اساس چگالی تر در روز آزمون متفاوت باشند (± 0.1 بر حسب درصد نقطه). مقادیر C و D گزارش شده در روز آزمون، معیاری بر پذیرش یا عدم پذیرش مقادیر هستند گرچه مقادیر گزارش شده، می توانند کمی متفاوت باشند.



شکل ۲- مقادیر تنظیم رطوبت

۱۰-۵-۱-۲ وزن واحد خشک برای آزمون چگالی در محل، وزن واحد بیشینه آزمایشگاهی و اولین نمونه متراکم به شرح معادله ۱۶ محاسبه می شوند:

$$d \gamma d = 9.807 \times \rho \quad (16)$$

که در آن:

$$\gamma d = \text{وزن واحد خشک، برحسب } \text{kN/m}^3$$

$$\rho d = \text{چگالی خشک، برحسب } \text{Mg/m}^3$$

$$9.807 = \text{ضریب تبدیل، برحسب } \text{Mg/m}^3 \text{ به } \text{kN/m}^3$$

۱۰-۵-۱-۳ محتوی رطوبت بهینه به شرح معادله ۱۷ محاسبه می‌شود:

$$w_o = w_f + [(1 + w_f/100) \times (z_m)] \quad (17)$$

که در آن:

$$w_o = \text{محتوی رطوبت بهینه، برحسب درصد؛}$$

$$w_f = \text{محتوی رطوبت صحرائی، برحسب درصد؛}$$

$$z_m = \text{از بند ۱۰-۴-۸، برحسب درصد.}$$

۱۱ گزارش آزمون

۱-۱۱ گزارش آزمون باید شامل موارد زیر باشد:

۱-۱-۱۱ جای‌گاه انجام آزمون، تراز آن و شماره شناسایی؛

۲-۱-۱۱ روش تعیین چگالی در محل؛

۳-۱-۱۱ حجم چاهک آزمون؛

۴-۱-۱۱ چگالی تر در محل، کل یا بخشی از ذرات منهای الک شماره ۴ یا هر دو؛

۵-۱-۱۱ چگالی خشک در محل، کل یا بخشی از ذرات منهای الک شماره ۴ یا هر دو؛

۶-۱-۱۱ وزن واحد خشک در محل، کل یا بخشی از ذرات منهای الک شماره ۴ یا هر دو؛

۷-۱-۱۱ محتوی (های) رطوبت در محل، کل یا بخشی از ذرات منهای الک شماره ۴ یا هر دو و روش (های) آزمون مورد استفاده؛

۸-۱-۱۱ چگالی خشک بیشینه و وزن واحد خشک و محتوی رطوبت بهینه؛

۹-۱-۱۱ مقدار D، مقدار C و w_o و w_f ؛

۱۰-۱-۱۱ شناسه دستگاه آزمون؛

۱۱-۱-۱۱ توضیح‌های درباره آزمون، چنان‌چه نیاز باشد؛

۱۲-۱-۱۱ توصیف چشمی ماده؛

۱۳-۱-۱۱ نام، نام خانوادگی و امضای آزمون‌گر.

۱۲ دقت و انحراف

۱-۱۲ دقت، به دلیل ماهیت مواد صخره‌ای یا خاک مورد آزمون در این روش، شرکت دادن ۱۰ سازمان یا بیشتر در یک برنامه آزمون در محل در یک منطقه معین عملی نبوده و هزینه زیادی به همراه دارد. همچنین ایجاد مناطق آزمون چندگانه که دارای مشخصات یکنواخت باشند، عملی نیست. احتمالاً هر گونه تغییر مشاهده شده در داده‌ها، به دلیل تنوع نمونه و همچنین متغیر بودن کاربر آزمون آزمایشگاهی می‌باشد.

۲-۱۲ انحراف، از آن جا که هیچ نوع مقدار مرجع پذیرفته شده‌ای برای این روش آزمون انحرافات نتایج در دسترس نمی‌باشد، نمی‌توان انحراف را تعیین کرد.

پیوست الف

(الزامی)

روش یک درصد برای تعیین نقطه اوج نمودار تراکم

الف-۱ گستره

الف-۱-۱ این پیوست یک روش جایگزین برای آماده‌سازی سومین نمونه متراکم و تعیین نقطه بیشینه نمودار تراکم در محتوی رطوبت صحرائی می‌باشد.

الف-۱-۲ در این روش نیاز به خشک کردن خاک‌ها حذف می‌شود، وقتی محتوی رطوبت صحرائی به محتوی رطوبت بهینه نزدیک است.

الف-۱-۳ این روش کار فقط وقتی که چگالی تر تبدیل شده دومین نمونه متراکم کمتر از چگالی تر اولین نمونه متراکم است و اختلاف 0.05 Mg/m^3 یا کمتر دارد، به کار می‌رود.

یادآوری- در این روش فرض می‌شود که دو چگالی تر واقع در نزدیکی نقطه اوج نمودار قرار دارند.

الف-۲ روش تعیین نمودار تراکم

الف-۲-۱ سومین نمونه را به وسیله افزودن ۱٪ آب به شرح زیر آماده کنید.

الف-۲-۱-۱ ۲/۵۰ kg خاک از نمونه اصلی را در صفحه مخلوط کن قرار دهید (به بند ۱۰-۲-۶ مراجعه شود).

الف-۲-۱-۲ ۲۵ ml آب را اندازه‌گیری کنید. این مقدار از آب، محتوی رطوبت خاک را تقریباً ۱٪ افزایش می‌دهد. این مقدار آب مبنای ۱٪ آب اضافه شده (۱۰+) می‌باشد.

الف-۲-۱-۳ خاکی را که آب در آن تراوش یا پاشش شده به طور کامل مخلوط کنید. برای جلوگیری از کاهش رطوبت، مخلوط کردن باید تا حد امکان سریع باشد.

الف-۲-۱-۴ نمونه را متراکم کرده و چگالی تر نمونه را مطابق با روش A از استاندارد ASTM D 698 محاسبه کنید.

الف-۲-۱-۵ چگالی تر تبدیل شده را مطابق با بند ۱۰-۳-۳-۵ محاسبه و ثبت کنید.

الف-۳ تعیین نقطه بیشینه از نمودار تراکم و $w_f - w_o$

الف-۳-۱ مقادیر سه نمونه متراکم را به ترتیب افزایش محتوی رطوبت با نقاط C و B و A، برچسب گذاری کنید، نقطه شروع، نمونه متراکم شده با محتوی رطوبت صحرائی می‌باشد. برای محاسبه چگالی بیشینه از نمودار تراکم و $w_f - w_o$ ، به طور مستقیم بندهای ۱۰-۴-۲ تا ۱۰-۴-۱۱ را دنبال کنید.

پیوست ب

(اطلاعاتی)

مبانی روش آزمون

ب-۱ تاریخچه استاندارد

ب-۱-۱ روش سریع به وسیله اداره احیاء اراضی در دهه ۱۹۵۰ مورد استفاده قرار گرفت. از این زمان به بعد این روش به وسیله سازمان‌های مختلف نیز استفاده می‌شد. این استاندارد اولین بار به عنوان یک استاندارد ASTM در سال ۱۹۷۰، پیشنهاد شد.

ب-۲ قابلیت اجرایی

ب-۲-۱ کاربرد این روش آزمون برای کنترل فعالیت‌های زیرسازی باید مورد توافق سازمان‌ها و گروه‌های مرتبط قرار گیرد، زیرا ممکن است نتایج نمودار تراکم مطابق با استاندارد ASTM D 698 تکرارپذیر نباشد. کاربرد نمودار سه نقطه‌ای تراکم، تعیین محاسباتی اوج نمودار تراکم و فقدان زمان ثابت برای نمونه‌های آماده شده، می‌تواند بر مقدار چگالی بیشینه تأثیر بگذارد.

با وجود این، برای پذیرش این آزمون به‌عنوان یک تکنیک کنترل زیرسازی، نتایج به حد کافی یکسان می‌باشند.

پیوست پ

(اطلاعاتی)

قابلیت اجرایی مقادیر تنظیم رطوبت

پ-۱ در موقع انجام این روش کار، برای مرطوب کردن خاک، آب اضافه می‌شود. درصد آب اضافه شده بر پایه جرم مرطوب خاک است، زیرا محتوی رطوبت واقعی مشخص نیست. برای به دست آوردن تقریب دقیق‌تر اندازه $w_f - w_o$ با استفاده از شکل ۲ می‌توان تصحیح لازم را انجام داد (به بند ۱۰-۴-۱۱ مراجعه شود).

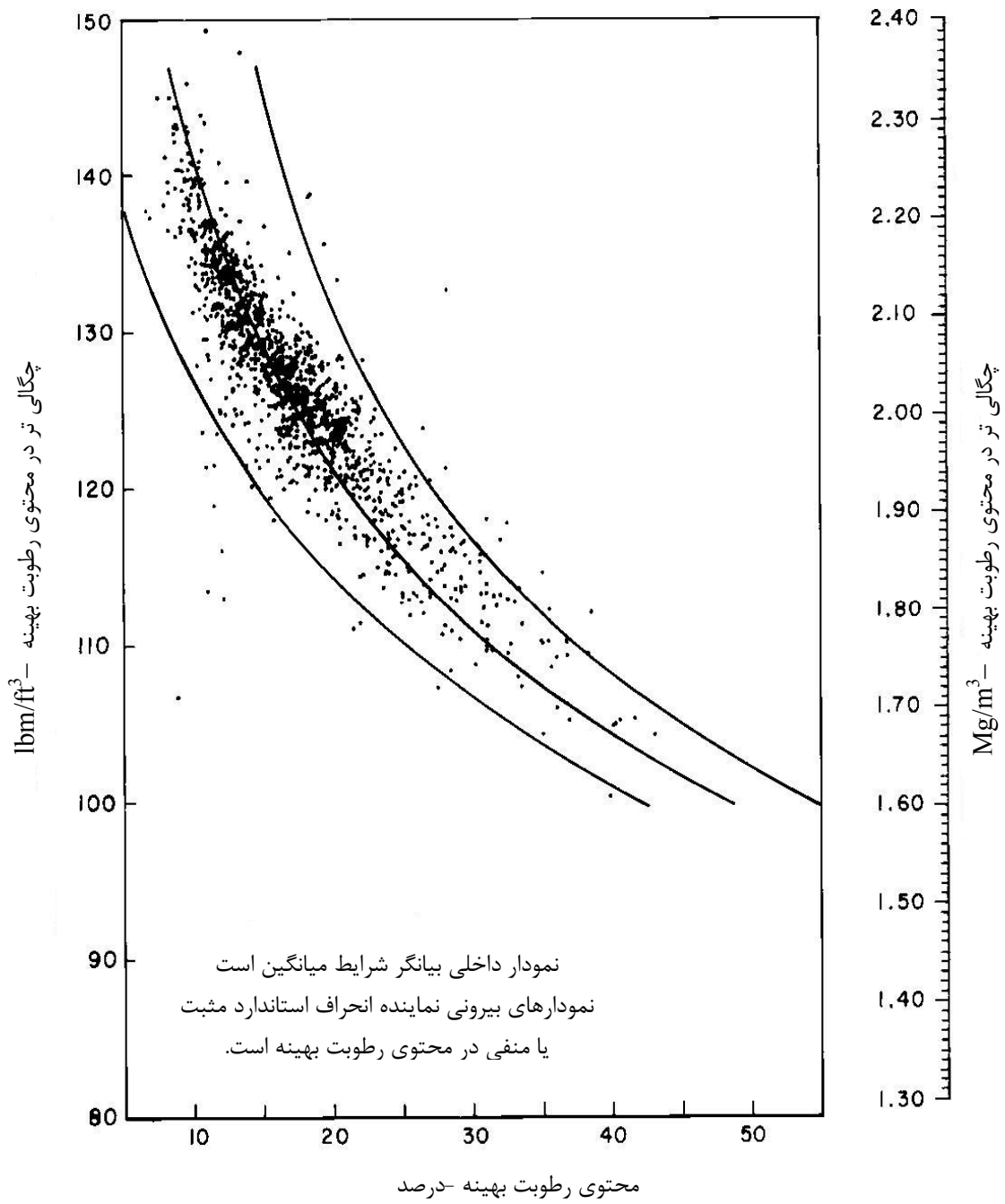
پ-۲ مقادیر تعدیل رطوبت بر اساس بهترین انطباق بیش از ۱۳۰۰ نقطه چگالی تر در محتوی رطوبت بهینه نسبت به محتوی رطوبت بهینه به دست می‌آید، همان طور که در شکل پ-۱ نشان داده شده است.

پ-۳ مشخصات خاک مورد آزمون باید با شکل پ-۲ بررسی شود تا بینیم مقادیر خاک در محدوده ± 2 انحراف استاندارد قرار گیرند. برای داده‌های درون این محدوده، مقادیر تعیین شده $w_f - w_o$ ، به وسیله روش سریع با مقادیر تعیین شده به وسیله خشک کردن در گرم‌کن، بین $\pm 0.1\%$ تا 0.2% اختلاف در محتوی رطوبت در محل و محتوی رطوبت بهینه خواهد داشت.

پ-۴ اگر خاک خارج از محدوده قابل پذیرش^۱ باشد، باید مقادیر تعدیل رطوبت ویژه برای آن خاک توسعه یابد. دستورالعمل‌های لازم در پیوست ب، (رساله) پژوهش مهندسی شماره ۲۶، موجود است.

پ-۵ داده‌های مورد استفاده در توسعه شکل پ-۱ و شکل ۲- از آزمون تراکم اداره احیاء اراضی اقتباس شده است که در آن از قالب $1/20 \text{ ft}^2$ ، ۳ لایه‌ای، ۲۵ ضربه^۳ در هر لایه به وسیله یک چکش $5/5 \text{ Ibm}$ که از ارتفاع 18 in سقوط می‌کند، استفاده می‌شود. فقط ذرات خاک منهای الک شماره ۴ متراکم می‌شوند. اثر تراکم 12375 ft/lb/ft^2 است که با روش A از استاندارد ASTM D 6698 قابل مقایسه است. مقادیر تعدیل رطوبت شاید به طور جداگانه برای خاک‌هایی با وزن مخصوص بسیار بالا یا بسیار پایین توسعه یابد یا با اثر تراکم مختلف متراکم شود.

1- Acceptable limits
2- Mold
3- Blows



شکل پ-۱ - چگالی تر نسبت به محتوی رطوبت بهینه