



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iran National Standards Organization



استاندارد ملی ایران

۲۳۲۱۴-۲

چاپ اول

۱۴۰۱

INSO

23214-2

1st Edition

2023

Identical with
EN 16907-2: 2018

عملیات خاکی - قسمت ۲: طبقه‌بندی مواد و
مصالح

Earth works— Part 2: Classification of
materials

ICS: 13.080.99; 93.020

استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۳۲۱۴ (چاپ اول): سال ۱۴۰۱

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۳۱۵۸۵-۱۶۳ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@inso.gov.ir

وبگاه: <http://www.inso.gov.ir>

Iran National Standards Organization (INSO)

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@inso.gov.ir

Website: <http://www.inso.gov.ir>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، وظیفه تعیین، تدوین، به روزرسانی و نشر استانداردهای ملی را بر عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران 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 غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به‌عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به‌عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که براساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود 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 به‌عنوان 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 کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در خاکیه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را براساس 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، 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 Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«عملیات خاکی - قسمت ۲: طبقه‌بندی مواد و مصالح»

رئیس:

عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی

نورزاد، علی

(دکتری مهندسی عمران - ژئوتکنیک)

دبیر:

اداره کل استاندارد استان گلستان

جعفری ایوری، سیدعلی

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران - سازه)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

شرکت آزمایش بتن استراباد

آریاخواه، علی اصغر

(کارشناسی مهندسی عمران - عمران)

مرکز تحقیقات بتن ایران

احمدوند، آریا

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران - مدیریت ساخت)

رئیس مرکز تحقیقات بتن ایران - دبیر کمیته فنی متناظر
TC 71

احمدوند، مصطفی

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران - تکنولوژی بتن)

عضو هیئت علمی دانشگاه مراغه - نایب رئیس کمیته فنی
متناظر TC 182

احمدی، حمزه

(دکتری مهندسی عمران - ژئوتکنیک)

سازمان نظام مهندسی ساختمان استان گلستان

احمدی بالاجاده، محسن

(کارشناسی مهندسی عمران - سازه)

اداره کل استاندارد استان گلستان

اخوان راد، احسان

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران - مدیریت ساخت)

شرکت آزمایش بتن استراباد

اسمعیلی آتشگاه، محمد

(کارشناسی ارشد مهندسی عمران - سازه)

عضو هیئت علمی دانشگاه تبریز

اصغری کلجاهی، ابراهیم

(دکتری مهندسی عمران - خاکی‌شناسی)

اداره کل استاندارد استان گلستان

باقری ثانی، مهدی

(کارشناسی ارشد مهندسی معدن - اکتشاف)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

جعفری، علیرضا (کارشناسی ارشد مهندسی عمران - ژئوتکنیک)	شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک استان مرکزی
رحیمی دادگر، حمزه (دکتری مهندسی عمران - ژئوتکنیک)	مرکز تحقیقات بتن ایران
رقیمی، مصطفی (دکتری خاکی شناسی - پترولوژی)	عضو هیئت علمی دانشگاه گلستان
شرقی، عبدالعلی (دکتری مهندسی عمران - سازه)	عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی
شکوفی مقیمیان، منوچهر (دکتری خاکی شناسی - پترولوژی)	عضو هیئت علمی دانشگاه معماری و هنر پارس
شکوفی مقیمیان، نادر (کارشناسی ارشد مهندسی عمران - سازه)	شرکت مهندسين مشاور توان
طباطبایی عقدا، سیدطاها (دکتری مهندسی عمران - ژئوتکنیک)	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
عباسی رزگله، محمدحسین (کارشناسی ارشد مهندسی عمران - مدیریت و ساخت)	سازمان ملی استاندارد ایران
غفارپور جهرمی، سعید (دکتری مهندسی ژئوتکنیک)	عضو هیئت علمی دانشگاه تربیت دبیر شهید رجایی
غفاری مقدم، فرید (دکتری مهندسی عمران - مدیریت ساخت)	عضو هیئت علمی دانشگاه علوم و توسعه پایدار آریا
فرشلاف، معصومه (کارشناسی ارشد خاکی شناسی)	شرکت آزمایشگاه فنی و مکانیک خاک
قائمیان، محسن (دکتری مهندسی عمران - سازه)	عضو هیئت علمی دانشگاه صنعتی شریف
قنبری، علی (دکتری مهندسی عمران - ژئوتکنیک)	عضو هیئت علمی دانشگاه خوارزمی

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

کیااحمدی، زهرا
(کارشناسی ارشد شیمی - کاربردی)

کیوانی، افرام
(دکتری مهندسی عمران - سازه)

محمودنژاد، فاطمه
(کارشناسی ارشد - فرهنگ و زبان‌های باستانی ایران)

مقومی، امین
(کارشناسی ارشد مدیریت دولتی - مدیریت تحول)

وزین‌رام، فرشاد
(دکتری مهندسی عمران - سازه)

نیرومند، حامد
(دکتری عمران - ژئوتکنیک)

وثوقی، مهرداد
(دکتری عمران - مدیریت و برنامه‌ریزی)

هورنهاد، هومن
(دکتری عمران - تکنولوژی نانو بتن)

یزدی، محسن
(کارشناسی مواد و سرامیک)

ویراستار:

شرقی، عبدالعلی
(دکتری مهندسی عمران - سازه)

سمت و/یا محل اشتغال:

شرکت سنجش گران سبز

عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد واحد تبریز

فرهنگستان زبان و ادب فارسی

سازمان نظام مهندسی ساختمان

عضو هیئت علمی دانشگاه شهید عباسپور

عضو هیئت علمی دانشگاه بین‌المللی قزوین

دانشگاه علوم و توسعه پایدار آریا

عضو هیئت علمی دانشگاه علوم و توسعه پایدار آریا

شرکت صنایع مصالح ساختمانی گرگان زمین

عضو هیئت علمی دانشگاه شهید بهشتی

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ط	پیش‌گفتار
ی	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف، نمادها و کوتاه‌نوشت‌ها
۲	۱-۳ اصطلاحات و تعاریف
۵	۲-۳ کوتاه‌نوشت‌ها و نمادها
۶	۴ اصول طبقه‌بندی
۷	۵ فرایند توصیف و طبقه‌بندی
۷	۱-۵ کلیات
۹	۲-۵ توصیف
۱۰	۳-۵ طبقه‌بندی
۱۱	۶ طبقه‌بندی با پارامترهای ذاتی
۱۱	۱-۶ کلیات
۱۱	۲-۶ تعریف گروه‌های خاک
۱۸	۳-۶ تعریف گروه‌های سنگ
۲۴	۴-۶ استفاده از سایر خواص ذاتی
۲۵	۷ طبقه‌بندی براساس پارامترهای حالتی
۲۵	۱-۷ کلیات
۲۵	۲-۷ خواص حالتی خاک
۲۶	۳-۷ خواص حالتی سنگ
۲۷	۸ مشخصه‌ها و آزمون‌های ارزیابی مواد و مصالح عملیات خاکی درجا
۲۷	۱-۸ کلیات
۲۸	۲-۸ مشخصه‌های اجرای عملیات خاکی
۲۹	۳-۸ مشخصه‌های طبقه‌بندی مواد و مصالح برای استفاده در سازه‌های خاکی
۳۱	۹ نمونه‌برداری از خاک و سنگ
۳۱	۱۰ استانداردهای آزمون برای تأیید طبقه‌بندی
۳۲	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) فهرست استانداردهای آزمون مرتبط با عملیات خاکی طبق جزئیات بند ۱۰

صفحه

۴۶

عنوان

کتابنامه

پیش‌گفتار

استاندارد «عملیات خاکی - قسمت ۲: طبقه‌بندی مواد و مصالح» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی / منطقه‌ای به‌عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ تهیه و تدوین شده، در هزار و هشتمین اجلاس کمیته ملی استاندارد مهندسی ساختمان مصالح و فراورده‌های ساختمانی مورخ ۱۴۰۱/۱۲/۱۰ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ‌شده در دی ماه ۱۳۹۶، به‌عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران براساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران - ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در خاکیه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط، مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد منطقه‌ای زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد منطقه‌ای مزبور است:

EN 16907-2: 2018, Earthworks— Part 2: Classification of materials

مقدمه

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۲۳۲۱۴ تحت عنوان عملیات خاکی است. سایر قسمت‌ها عبارتند از:

- part 1: Principles and general rules
- قسمت ۳: روش‌های اجرایی ساخت و ساز
- part 4: Soil treatment with lime and/or hydraulic binders
- part 5: Quality control
- part 6: Land reclamation earthworks using dredged hydraulic
- part 7: Hydraulic placement of extractive waste

موقعیت‌های مختلف ناحیه‌ای در خاکی‌شناسی و آب و هوا منجر به تفاوت‌های ملی در روش‌های اجرایی عملیات خاکی می‌شود که در حال حاضر امکان طبقه‌بندی واحد مواد و مصالح را نمی‌دهد. بنابراین، این استاندارد اصول و سامانه‌های طبقه‌بندی را با در نظر گرفتن روال‌های ملی^۱ شناسایی می‌کند. علاوه بر این، روش‌های اجرایی آزمونی مناسب برای عملیات خاکی، شناسایی شده است.

1- National practices

عملیات خاکی - قسمت ۲: طبقه‌بندی مواد و مصالح

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین یک مبنای مشترک برای توصیف و طبقه‌بندی به‌منظور استفاده همه طرف‌های درگیر^۱ در طراحی، طرح‌ریزی^۲ و ساخت سازه عملیات خاکی است.

این استاندارد فرایندها و خواص مورد استفاده در توصیف و طبقه‌بندی مواد و مصالح عملیات خاکی را مشخص می‌کند. گروه‌های خاک و سنگ را به‌عنوان مبنای ویژگی‌های مواد و مصالح برای عناصر ساختار خاکی مشخص می‌کند. این طبقه‌بندی به خواص فیزیکی و شیمیایی خاک و مواد و مصالح سنگی مربوط است.

یادآوری ۱- رویکرد توصیف خاک و سنگ به‌ترتیب در استاندارد EN ISO 14688-1 و استاندارد EN ISO 14689 و رویکرد طبقه‌بندی خاک در استاندارد EN ISO 14688-2 برای عملیات خاکی قابل اجرا هستند، اما گستره ۳ و دامنه طبقه‌بندی برای عملیات خاکی که در این‌جا ارائه شده است، جزئیات و جهت‌گیری بیشتر به خواسته‌های ویژه روش‌های اجرایی عملیات خاکی و عناصر سازه خاکی است.

یادآوری ۲- مثال‌های آگاهی‌دهنده از سامانه‌های طبقه‌بندی براساس تجربه ملی موجود و استفاده از آن‌ها در پیوست‌های استاندارد EN 16907-1: 2018 ارائه شده است.

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 EN 932-1, Tests for general properties of aggregates— Part 1: Methods for sampling

2-2 EN 1997-2, Eurocode 7, Geotechnical design— Part 2: Ground investigation and testing

2-3 EN 13383-1, Armourstone— Part 1: Specification

2-4 EN ISO 14688-1, Geotechnical investigation and testing— Identification and classification of soil— Part 1: Identification and description (ISO 14688-1)

1- Parties involved

2- Planning

3- Range

2-5 EN ISO 14689, Geotechnical investigation and testing— Identification, description and classification of rock (ISO 14689)

یادآوری - استاندارد ملی ایران - ایزو شماره ۷۴۴۱: سال ۱۳۹۹، بررسی و آزمون ژئوتکنیکی شناسایی، توصیف و طبقه‌بندی سنگ، با استفاده از استاندارد ISO 14689: 2017 تدوین شده است.

2-6 EN ISO 22475-1, Geotechnical investigation and testing— Sampling methods and groundwater measurements— Part 1: Technical principles for execution (ISO 22475-1)

۳ اصطلاحات و تعاریف، نمادها و کوتاه‌نوشت‌ها

۱-۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه‌شده در استاندارد EN 16907-1: 2018، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود^۱.

۱-۱-۳

توصیف

description

شناسه‌گذاری و نام‌گذاری مواد و مصالح مشخص‌شده و خواص فیزیکی و مکانیکی خاک که به اهداف عملیات خاکی مرتبط است.

۲-۱-۳

طبقه‌بندی

classification

تعریف گروه‌ها و طبقه‌های مواد و مصالح و اختصاص مواد و مصالح به گروه‌ها و طبقه‌ها با خواص مشابه برای عملیات خاکی را گویند.

۳-۱-۳

پارامترهای طبقه‌بندی

classification parameters

مقادیر مشخصه‌هایی که گروه‌ها و طبقه‌ها را تعریف می‌کند.

۱- اصطلاحات و تعاریف به کار رفته در استانداردهای ISO و IEC در وبگاه‌های <https://www.iso.org/obp> و <http://www.electropedia.org/> قابل دسترس است.

۴-۱-۳

مشخصه‌ها

characteristics

خواص مواد و مصالح که ممکن است به یک استفاده تعریف شده مرتبط باشد.

۵-۱-۳

خواص

properties

به خواص فیزیکی و شیمیایی مواد و مصالح می‌گویند.

۶-۱-۳

خواص ذاتی

intrinsic properties

خواص مواد و مصالح جامد خاک و سنگ که در طی عملیات خاکی مانند توزیع اندازه ذرات، شکل ذره، کانی‌شناسی^۱، مومسانی^۲ (خمیری)، مقدار مواد آلیا مقدار کربنات تغییر نمی‌کند.

۷-۱-۳

خواص حالتی

state properties

خواص خاک یا سنگ؛ مانند چگالی، درصد رطوبت، مقاومت^۳، قوام^۴، چگالی نسبی^۵ یا سفتی^۶ که ممکن است در طی عملیات خاکی تغییر کند.

۸-۱-۳

مواد و مصالح

materials

به همه خاک‌ها، سنگ‌ها، محصولات جانبی و مواد و مصالح معدنی بازیافتی به کار برده شده در طی عملیات خاکی گویند.

۹-۱-۳

گروه‌های مواد و مصالح

material groups

-
- 1- Mineralogy
 - 2- Plasticity
 - 3- Strength
 - 4- Consistency
 - 5- Relative density
 - 6- Stiffness

به طبقه‌بندی مواد و مصالح براساس خواص ذاتی گویند.

۱۰-۱-۳

طبقه مواد و مصالح

material class

طبقه‌بندی مواد و مصالح براساس خواص ذاتی و حالتی برای استفاده در جنبه‌های ویژه از عملیات خاکی می‌باشد.

۱۱-۱-۳

اندازه ذره

particle size

اندازه ذره مواد و مصالح تعریف‌شده به وسیله قطر معرف که با الک‌کردن^۱ یا تحلیل‌های ته‌نشینی^۲ تعیین می‌شود.

۱۲-۱-۳

درصد ذرات

particle fraction

به درصد جرم ذرات نسبت به جرم کل در محدوده کوچک‌ترین و بزرگ‌ترین قطر ذرات در یک حجم یا نمونه خاک گویند.

مثال:

درصد ماسه: درصد جرمی ذرات با اندازه بین ۰.۰۶۳ mm تا ۲.۰ mm.

۱۳-۱-۳

ریزدانه‌ها

fines

به ذراتی با اندازه کمتر از ۰.۰۶۳ mm گویند.

۱۴-۱-۳

مواد و مصالح غیرطبیعی (انسان‌زاد)

anthropogenic material

مواد و مصالح طبیعی که به صورت مکانیکی مانند خردشدن یا شستشو، فراوری شده‌اند، مواد و مصالح تولیدشده همچنین مواد و مصالح تولیدشده ثانویه^۳ و مواد و مصالح بازیافتی^۴ است.

1- Sieving
2- Sedimentation analysis
3- manufactured materials
4- Recycled materials

۲-۳ کوتاه‌نوشت‌ها و نمادها

کوتاه‌نوشت‌ها و نمادهای موردنظر در استاندارد EN 16907-1: 2018 آورده شده و در ادامه نیز فهرست شده‌اند.

۱-۲-۳

واحد	نمادها برای کمیت‌ها	توضیح
	DG	تجزیه پذیری ^۱
	FR	تکه‌شوندگی ^۲
	MDE	آزمایش میکرودوال ^۳
	LA	آزمایش لس‌آنجلس ^۴
	IDD	چگالی خشک سالم ^۵
	C_c	ضریب خمیدگی ^۶
بی‌بعد	C_{LA}	ضریب لس‌آنجلس ^۷ (به‌سیله آزمایش لس‌آنجلس)
بی‌بعد	C_{MDE}	ضریب میکرودوال
بی‌بعد (%)	C_{OM}	مقدار مواد آلی
بی‌بعد	C_U	ضریب یکنواختی ^۸ ($C_U = D_{60} / D_{10}$)
	C_X	درصد جرمی ذرات کوچک‌تر از x (mm)
بی‌بعد (%)		(مانند $C_{0.063}$: 5٪ < درصد مقدار ریزدانه‌ها از ۵٪ جرم خاک کمتر است)
mm	D	اندازه ذره (قطر معرف ^۹)
	D_x	اندازه ذره که در آن x درصد کوچک‌تر است.
mm		(به‌عنوان مثال $D_{60} = 3.5$ mm: اندازه ذره، که در آن ۶۰٪ جرم خاک کوچک‌تر است، ۳/۵ mm می‌باشد.)

-
- 1- Degradability
 - 2- Fragmentability
 - 3- Micro-Deval Test
 - 4- Los Angeles Test
 - 5- Intact dry density
 - 6- Coefficient of curvature
 - 7- Los Angeles coefficient
 - 8- Coefficient of uniformity
 - 9- Representative diameter

واحد	توضیح	نمادها برای کمیت‌ها
mm	بیشینه قطر ذره در جرم خاک	D_{max}
بی‌بعد	ضریب تجزیه پذیری (به وسیله آزمون تجزیه پذیری)	I_{DG}
بی‌بعد	ضریب تگه شوندگی (به وسیله آزمون تگه شوندگی)	I_{FR}
بی‌بعد (%)	شاخص مومسانی ^۱ ($w_L - w_P = I_P$)	I_P
g/1000g	مقادیر متیلن بلو ^۲ ، تعیین شده acc. در استاندارد EN 933-9	MB, MB_f
g/1000g	مقدار متیلن بلو (درصد صفر بر روی ۵۰ mm)	V_{BS}
m/s	سرعت موج فشاری	V_P
بی‌بعد (%)	حد روانی ^۳	w_L
بی‌بعد (%)	حد مومسانی ^۴	w_P
Mg/m ³	چگالی خشک	ρ_d
Mg/m ³	چگالی خشک سالم (به وسیله آزمون چگالی خشک سالم)	ρ_{di}

نمادهای گروه‌های خاک و سنگ

به جدول ۳ تا جدول ۹ در بند ۶ مراجعه شود.

نمادهای پارامترهای حالتی سنگ

به جدول ۱۰ تا جدول ۱۱ در بند ۷ مراجعه شود

۴ اصول طبقه‌بندی

باید خاک‌ها، سنگ‌ها و سایر مواد و مصالح در گروه‌ها (براساس خواص ذاتی) و طبقه‌هایی (براساس خواص حالتی) قرارگیرند که رفتار مشابهی برای یک یا چند روش اجرایی عملیات خاکی (خاک‌برداری^۵، حمل^۶، اصلاح^۷، جای‌گذاری^۸ و تراکم^۹) و خواص مهندسی مشابهی در یک سازه خاکی بعد از تکمیل یا اتمام روش‌های اجرایی عملیات خاکی داشته باشند.

سامانه طبقه‌ها یا سامانه طبقه‌بندی باید براساس تجربه کارهای پیشین تعریف شده و تحت‌تأثیر شرایط خاکی‌شناسی و اقلیمی حاکم بر هر کشور باشد.

-
- 1- Plasticity index
 - 2- Methylene blue
 - 3- Liquid limit
 - 4- Plastic limit
 - 5- Excavation
 - 6- Transport
 - 7- Treatment
 - 8- Placement
 - 9- Compaction

سامانه طبقه‌بندی ممکن است نشان‌دهنده روال‌های ملی، روال‌های محلی براساس تجربیات با مواد و مصالح خاص یا براساس پروژه باشد. ممکن است محدود به مواد و مصالحی باشد که تجربه پیشین برای آن‌ها وجود دارد. تغییرات بین کشورها مجاز است تا تجربیات ملی را در نظر بگیرد. ممکن است ضوابط ملی ذکر شده در پیوست‌های استاندارد EN 16907-1: 2018 در صورت لزوم، مورد استفاده قرار گیرد.

هنگامی که سامانه طبقه‌بندی جدید آماده شده یا از یک سامانه موجود استفاده شده است، باید تجربه به موارد زیر اشاره داشته باشد:

- رفتار رضایت‌بخش سازه‌های خاکی تکمیلی ساخته‌شده از طبقه‌ای از مواد و مصالح با استفاده از روش‌های اجرایی ساخت سازه ویژه؛

- مناسب بودن روش‌های اجرایی ساخت سازه خاص برای یک طبقه معین از مواد و مصالح.

باید رفتار مهندسی سازه خاکی تکمیلی باتوجه به نوع سازه، ارزیابی شود، به استاندارد EN 16907-1: 2018 مراجعه شود.

کانی‌شناسی و توزیع اندازه ذره خاک‌ها و منشأ^۱ آن، تکه‌شوندگی و تجزیه‌پذیری سنگ‌ها، از دیدگاه رفتار مهندسی، خواص مهمی هستند. حساسیت خاک‌های دانه‌بندی‌شده^۲ ریز به آب، تأثیر عمده‌ای بر اجرای کارها دارد و باید درصد رطوبت خاک‌های ریزدانه در صورت لزوم، در سامانه طبقه‌بندی در نظر گرفته شود.

توصیف توده خاکی قسمتی از اطلاعات مورد نیاز برای شناسایی مشخصه نواحی همگن^۳ و در نتیجه در طراحی عملیات خاکی است. بنابراین طبقه‌بندی براساس نمونه‌ها به‌تنهایی برای مشخص کردن یک منبع معین از مواد و مصالح طبیعی کافی نیست.

۵ فرایند توصیف و طبقه‌بندی

۱-۵ کلیات

باید خاکی به مواد و مصالحی با خواص مواد و مصالح مشابه و پهنه‌های همگن، توصیف شده و طبقه‌بندی گردد، فرایندی که معمولاً با آزمون کردن، پشتیبانی می‌شود. توصیه می‌شود دارای سه مرحله باشد که در جدول ۱ آورده شده است:

۱- باید خاک و مواد و مصالح سنگی در شرایط درجا توصیف شود؛

1- Origin
2- Grained
3- Zones of homogenous

۲- باید طبقه‌بندی به‌صورت گروه‌هایی از خواص مواد و مصالح مشابه و پهنه‌های همگن، براساس خواص ذاتی به‌عنوان قسمتی از فرایند طراحی و طرح‌ریزی انجام شود. به‌طور کلی طبقه‌بندی مواد و مصالح نیازمند مجموعه کافی از آزمون‌ها است؛

۳- باید طبقه‌بندی در مدت زمان طراحی، طرح‌ریزی و مراحل ساخت سازه، براساس خواص حالتی انجام شود. توصیه می‌شود طبقه‌بندی با خواص حالتی برای طرح‌ریزی، مشخص کردن و کنترل کارها و نشان-دادن این‌که محصول موردنیاز طراحی و ویژگی‌هایی به‌دست آمده، استفاده شود.

بسته به شرایط پروژه، ممکن است خاکیه‌های کاربردی دیگری برای سطوح مختلف طبقه‌بندی در نظر گرفته شود.

برای استفاده از مواد معدنی بازیافتی و محصولات جانبی در عملیات خاکی، ممکن است رویکردهای جدول ۱ قابل اجرا باشد. در مواردی که مواد و مصالح طبیعی نباشد، باید کانی‌شناسی، خواص و منشأ آن بیان شود.

جدول ۱- مراحل توصیف و طبقه‌بندی

حالت	تعریف	اساس	کاربرد
توصیف	توصیف خاکی‌شناسی مهندسی خاک و سنگ برای ثبت ترکیبات خاکی که آسانی خاک‌برداری را کنترل می‌کند و بر استفاده از مواد و مصالح تأثیر می‌گذارد اما ممکن است در نمونه‌برداری یا روش‌های اجرایی عملیات خاکی مانند لایه‌بندی ^۱ ، تغییرپذیری ^۲ و ناپیوستگی‌ها ^۳ از بین برود.	مشاهده صحرایی و آزمایشگاهی. توصیف مشخصه‌های مواد و مصالح و جرم.	گروه‌بندی به پهنه‌هایی با مشخصه‌های مشابه؛ تعیین لایه‌ها، پهنه‌ها یا نواحی با خواص مشابه یا مشخصه‌های همگن. توصیفات چینه‌ای ^۴ به زمان‌بندی ^۵ آزمون که منجر به طبقه‌بندی می‌شود، کمک می‌کند.
طبقه‌بندی (ذاتی) به جدول ۲ تا جدول ۹ مراجعه شود	طبقه‌بندی براساس خواص ذاتی، خواصی که با اثرات نمونه‌برداری یا روش‌های اجرایی عملیات خاکی تغییر نمی‌کنند. تخصیص خاک و مواد و مصالح سنگی به خاک و گروه‌های سنگی.	انتخاب آزمون‌های مناسب به‌منظور تعیین کانی‌شناسی و خواصی مانند اندازه دانه و حالت مومسانی.	طبقه‌بندی برای تعیین کاربرد مواد و مصالح در نواحی مختلف از عملیات خاکی پیشنهاد شده. آزمون‌های موجود را می‌توان از آزمون‌های فهرست شده در پیوست الف انتخاب کرد.

- 1- Layering
- 2- Variability
- 3- Discontinuities
- 4- Stratum descriptions
- 5- Scheduling

حالت	تعریف	اساس	کاربرد
طبقه‌بندی (حالتی) به جدول ۱۰ تا جدول ۱۳ مراجعه شود	مشخصه‌ها براساس حالت خاکی، که با آن دسته از خواص می‌تواند با نمونه‌برداری یا روش‌های اجرایی عملیات خاکی تغییر کند.	انتخاب آزمون‌های مناسب به‌منظور تعیین خواصی مانند درصد رطوبت، مقاومت، سفتی و پایداری. خواصی که باید اندازه‌گیری شود به اندازه ذرات خاک و مقاومت ذرات بستگی خواهد داشت.	طبقه‌بندی برای تعیین طبقه‌ها، بسته به خواص مهندسی در خاک‌برداری، حمل، نشست ^۱ و تراکم. آزمون‌های موجود را می‌توان از آزمون‌های فهرست‌شده در پیوست الف انتخاب کرد.
یادآوری - جزئیات ارائه‌شده در ستون «کاربرد»، فقط به‌عنوان مثال در نظر گرفته شده است.			

۲-۵ توصیف

باید مواد و مصالح موجود در محوطه کار، با ثبت منظم مواد و مصالح و مشخصه‌های جرم خاک یا سنگ، توصیف شود.

معمولاً توصیف مواد و مصالح به توالی^۲ خاکی‌شناسی مرتبط است، که ممکن است بسته به تغییرپذیری به زیرگروه‌هایی تقسیم شود. ورودی‌های خاکی‌شناسی به‌گونه‌ای گنجانده شود تا توصیف کامل و درست^۳ از آن حاصل گردد.

خاک‌ها و سنگ‌هایی که ممکن است در عملیات خاکی استفاده شود باید طبق استانداردهای EN ISO 14688-1 و EN ISO 14689 براساس روش‌های دیداری و دستی در خاکیه اعمال‌شده در چاله‌های آزمایش^۴ یا در نمونه‌های بازیابی‌شده از چاه‌های گمانه^۵ و/یا در آزمایشگاه، توصیف شود. توصیف خاک‌ها براساس توزیع اندازه ذرات، حالت مومسانی و مقدار مواد آلی است.

باید نسبت‌های ذره تعریف‌شده در استاندارد EN ISO 14688-1 استفاده شود که عبارتند از:

- خاک‌های بسیار درشت^۶ (تخته سنگ‌ها^۷ و قلوه سنگ‌ها^۸)؛

- خاک‌های درشت (شن^۹ و ماسه^{۱۰})؛

-
- 1- Deposition
 - 2- Succession
 - 3- Accurate
 - 4- Trial pits
 - 5- Boreholes
 - 6- Very coarse
 - 7- Boulders
 - 8- Cobbles
 - 9- Gravel
 - 10- Sand

- خاک‌های ریزدانه (لای^۱ و رس^۲)؛

این توصیف، شرایط خاکی را در محوطه کار، از جمله آسانی خاک‌برداری و تغییرپذیری، ارزیابی می‌کند. معمولاً آزمون آزمایشگاهی در توصیف، مورد نیاز نیست. خواص جرم شامل فاصله‌های شکستگی و هوازگی^۳ می‌شود که معمولاً قابل آزمون نیستند.

توصیه می‌شود که توصیف، مشخصه‌های خاک یا سنگ مرتبط با خاک‌برداری، حمل، نشست و تراکم مواد و مصالح و گنجاندن آن در عملیات خاکی را مشخص کند. مشخصه‌های خاک یا سنگ درجا که شامل مقاومت و ساختار توده مانند لایه‌بندی یا فاصله ناپیوستگی‌ها باشد که ممکن است بر نحوه خاک‌برداری تأثیر بگذارد. در دسترس بودن یک توصیف از مواد و مصالح ممکن است امکان درون‌یابی بین نتایج آزمون در آن پهنه‌ها یا مواد و مصالحی که در آن‌ها آزمون آزمایشگاهی یا صحرایی انجام نشده است، فراهم کند.

توصیف‌ها امکان شناسایی نواحی با مشخصه همگن و زمان‌بندی آزمون‌های صحرایی یا آزمایشگاهی مناسب برای طبقه‌بندی را ممکن می‌سازد.

توصیف‌ها باید بیان‌کننده گزارش‌های صحرایی در نقاط کاوش باشند (برای مثال چاله‌های آزمایش، چاه‌های گمانه)، توصیه می‌شود چیدمان مواد و مصالح در سرتاسر محوطه کار معمولاً به صورت نقشه‌ها و برش‌های مناسب نمایش داده شود. الزامات گزارش‌های صحرایی و بررسی در استاندارد EN ISO 22475-1 و استاندارد EN 1997-2 با جزئیات آمده است.

۳-۵ طبقه‌بندی

در صورت لزوم، فرایند طبقه‌بندی در جدول ۱ همراه با مراجعه به جدول ۲ تا جدول ۱۱ که سامانه طبقه‌بندی معمولی مواد و مصالح موجود برای پروژه‌های عملیات خاکی را خلاصه می‌کند، دنبال می‌شود.

توصیه می‌شود در ابتدا، طبقه‌بندی در محوطه کار از طبقه‌بندی ملی موجود که به یک پروژه اجازه می‌دهد تا به تجربه پیشین پیوند بخورد، استفاده کند. سامانه‌های طبقه‌بندی اتخاذ شده برای پروژه ممکن است با در دسترس قرارگرفتن اطلاعات بیشتر در مورد شرایط خاکی در یک محوطه کار اصلاح شود.

توصیه می‌شود طبقه‌بندی شامل تعریفی از گروه‌های مواد و مصالح براساس خواص ذاتی و تعریف طبقه‌ها براساس گروه‌های مواد و مصالح علاوه بر خواص حالتی بیشتر باشد.

گروه‌بندی خاک‌ها یا سنگ‌ها براساس خواص ذاتی آن‌ها می‌تواند به‌عنوان پایه‌ای برای ویژگی‌های الزامات مواد و مصالح استفاده شده در سازه‌های خاکی، مورد استفاده قرارگیرد. در ترکیب با خواص حالتی، همچنین می‌تواند به شناسایی روش‌های اجرایی ساخت سازه عملیات خاکی مناسب کمک کند که توصیه می‌شود

1- Silt
2- Clay
3- weathering

استقرار طبقه‌های محور پروژه را ممکن کند. همچنین توصیه می‌شود تعریف این طبقه‌ها توسط آزمون صحرایی و/یا آزمایشگاهی مورد حمایت قرار گیرد.

۶ طبقه‌بندی با پارامترهای ذاتی

۱-۶ کلیات

همه مواد و مصالحی که برای عملیات خاکی استفاده می‌شود باید در گروه‌های مواد و مصالح براساس خواص ذاتی طبقه‌بندی شوند.

یادآوری - طبقه‌بندی عملیات خاکی در گروه‌ها به شناسایی مواد و مصالح مناسب یا بالقوه مناسب برای استفاده در سازه خاکی، مشروط به دستیابی به اهداف طراحی که در استاندارد EN 16907-1: 2018 تعریف شده است، کمک می‌کند.

طبقه‌بندی براساس خواص ذاتی لزوماً شایستگی برای استفاده دوباره به‌عنوان آکند خاکی را نشان نمی‌دهد زیرا به خواص حالتی و دستیابی به تراکم رضایت‌بخش بستگی دارد.

۲-۶ تعریف گروه‌های خاک

باید خاک برای استفاده در عملیات خاکی با استفاده از گروه‌های مشخص‌شده با نمادهای گروهی که در جدول ۲ تا جدول ۵ توضیح داده شده است، که براساس خواص ذاتی است یا با استفاده از یک سامانه ملی ثبت‌شده، طبقه‌بندی شود.

گروه‌بندی خاک براساس این استاندارد، گروه‌های اصلی زیر را در نظر می‌گیرد:

- خاک‌های بسیار درشت دارای ذرات $D_{max} > 63 \text{ mm}$ (طبق جدول ۲)؛
- خاک‌های با قطر ذرات $D_{max} \leq 63 \text{ mm}$ و با مقدار مواد آلی $C_{OM} \leq 2\%$ ، که به‌صورت زیر تقسیم می‌شوند:
- خاک‌های با دانه‌بندی درشت و خاک‌های مرکب با مقادیر ریزدانه (قطر کمتر از 0.063 mm) که $C_{0.063} \leq 15\%$ ، با استفاده از پارامترهای «نسبت‌های اندازه ذره» و «ضریب یکنواختی» برای زیرگروه‌بندی (طبق جدول ۳-۱)؛
- خاک‌های با دانه‌بندی میانی^۱ و خاک‌های ریزدانه با مقدار ریزدانه $C_{0.063} > 15\%$ ، با استفاده از پارامترهای «درصد اندازه ذرات از ریزدانه‌ها» و «حد روانی» یا «شاخص مومسانی» یا «مقدار متیلن بلو» برای زیرگروه‌بندی (طبق جدول ۳-۲)؛
- خاک‌های آلی $C_{OM} > 15\%$ (طبق جدول ۴)؛
- مواد و مصالح غیرطبیعی (انسان‌زاد) (طبق جدول ۵).

توصیه می‌شود گروه‌بندی خاک‌ها برای عملیات خاکی طبق جدول ۲ تا جدول ۵ انجام شود (طبق یادآوری ۱ و یادآوری ۲).

یادآوری ۱- طبقه‌بندی ملی جایگزین در استاندارد EN 16907-1: 2018 ارائه شده است.

یادآوری ۲- ارزیابی مشخصه‌های مواد و مصالح تحت تأثیر یخبندان^۱ و برآمدگی یخبندان^۲ در سطح ملی متفاوت است.

توصیه می‌شود معیارهای طبقه‌بندی خاک، که با خواص ذاتی خاک مطابقت دارد دست کم شامل موارد زیر باشد:

- توزیع اندازه ذره؛

- خصوصیات مومسانی؛

- مقدار مواد آلی.

توصیه می‌شود ارزیابی پارامترها با معاینه فنی^۳ و آزمون آزمایشگاهی پشتیبانی شود.

توصیه می‌شود برای خاک‌های دارای نمک، طبقه‌بندی طبق جدول ۹ انجام شود.

جدول ۲- گروه‌های خاک برای عملیات خاکی - مواد و مصالح دارای ذرات بزرگ‌تر از ۶۳ mm

نام گروه	نماد گروه خاک	پارامترهای گروهی	اظهارنظرها ^۴
خاک بسیار درشت	VC1	گستره اندازه ذرات موجود و نسبت جرم آن‌ها در صحرا با توصیف تخمین زده می‌شود. رفتار درآکند به‌وسیله درصد بیشتر از ۶۳ mm واپایش شده است. توصیه می‌شود درصد کمتر از ۶۳ mm یا مساوی آن به‌عنوان عامل اضافی طبق جدول ۳ در گروه‌ها قرار داده شود.	باید اندازه بلوک‌ها برای خاک‌برداری و جای‌گذاری در نظر گرفته شود. ممکن است خاک قبل از استفاده در سازه‌های خاکی به عمل‌آوری نیاز داشته باشد.
خاک با ذرات بسیار درشت	VC2	گستره اندازه ذرات موجود و نسبت جرم آن‌ها در صحرا با توصیف تخمین زده می‌شود. رفتار درآکند به‌وسیله درصد کمتر مساوی ۶۳ mm واپایش شده است. باید درصد کمتر مساوی ۶۳ mm در گروه‌هایی طبق جدول ۳ قرار گیرد.	

1- Frost

2- Frost heave

3- Examination

4- Comments

جدول ۳- گروه‌های خاک برای عملیات خاکی - مواد و مصالح با ذرات کمتر از ۶۳ mm و با مقدار مواد آلی کمتر از ۲٪

جدول ۳-۱- خاک‌های با مقدار ریزدانه کمتر از ۱۵٪ - خاک‌های درشت و خاک‌های مرکب

گروه اصلی	نام گروه	نماد گروه خاک	درصد ذرات			پارامترهای گروهی بیشتر (خواص ذاتی)	اظهارنظرها	
			مقادیر ریزدانه $C_{0.063}$	درصد ماسه $2\text{ mm} \geq D > 0.063\text{ mm}$	درصد شن $63\text{ mm} \geq D > 2\text{ mm}$			ضریب یکنواختی (C_U)
خاک درشت	شن با درجه‌بندی گسترده	G1	۵٪ >	کمتر از درصد شن	بیشتر از درصد ماسه	۶ ≤	معمولاً خاک در سازه خاکی قابل استفاده است.	
						۶ >		
						ماسه با درجه‌بندی گسترده		۶ ≤
								۶ >
	شن با درجه‌بندی محدود	G2	۵٪ >	بیشتر از درصد شن	کمتر از درصد ماسه	۶ ≤		
						۶ >		
						ماسه با درجه‌بندی محدود		۶ ≤
								۶ >
خاک مرکب	شن ریزدانه مخلوط با درجه‌بندی گسترده	G3	(۵ تا ۱۵)٪	کمتر از درصد شن	بیشتر از درصد ماسه	۶ ≤		
						۶ >		
						ماسه ریزدانه مخلوط با درجه‌بندی گسترده	۶ ≤	
							۶ >	
خاک مرکب	شن ریزدانه مخلوط با درجه‌بندی محدود	G4	(۵ تا ۱۵)٪	بیشتر از درصد شن	کمتر از درصد ماسه	۶ ≤		
						۶ >		
						ماسه ریزدانه مخلوط با درجه‌بندی گسترده	۶ ≤	
							۶ >	
خاک مرکب	ماسه ریزدانه مخلوط با درجه‌بندی محدود	S1	(۵ تا ۱۵)٪	بیشتر از درصد شن	کمتر از درصد ماسه	۶ ≤		
						۶ >		
						ماسه ریزدانه مخلوط با درجه‌بندی گسترده	۶ ≤	
							۶ >	
خاک مرکب	ماسه ریزدانه مخلوط با درجه‌بندی محدود	S2	(۵ تا ۱۵)٪	بیشتر از درصد شن	کمتر از درصد ماسه	۶ ≤		
						۶ >		
						ماسه ریزدانه مخلوط با درجه‌بندی گسترده	۶ ≤	
							۶ >	
خاک مرکب	ماسه ریزدانه مخلوط با درجه‌بندی محدود	S3	(۵ تا ۱۵)٪	بیشتر از درصد شن	کمتر از درصد ماسه	۶ ≤		
						۶ >		
						ماسه ریزدانه مخلوط با درجه‌بندی گسترده	۶ ≤	
							۶ >	
خاک مرکب	ماسه ریزدانه مخلوط با درجه‌بندی محدود	S4	(۵ تا ۱۵)٪	بیشتر از درصد شن	کمتر از درصد ماسه	۶ ≤		
						۶ >		
						ماسه ریزدانه مخلوط با درجه‌بندی گسترده	۶ ≤	
							۶ >	

یادآوری - همیشه ضریب خمیدگی (C_c) برای طبقه‌بندی مفید است. رویکردها و مقادیر محدودکننده در کشورهای مختلف بسیار متفاوت است.

جدول ۳-۲- خاک‌های با مقدار ریزدانه ($C_{0.063}$) کمتر مساوی ۱۵٪ - خاک‌های میانه و خاک‌های ریزدانه

گروه اصلی	نام گروه	نماد گروه خاک	مقادیر ریزدانه $C_{0.063}$	پارامترهای گروهی بیشتر (طبق یادآوری ۱)		اظهار نظرها	
				محدودیت روانی (w_L)	شاخص مومسانی (I_p) (مقدار متیلن بلو V_{BS})		
خاک با دانه‌بندی میانه (طبق یادآوری ۲)	خاک میانه -	I1	$< (15 \text{ تا } 35)\%$	$\geq 12\% (1.5 \geq)$		معمولاً خاک در سازه خاکی قابل استفاده است.	
	مومسانی کم	IL			$\geq 35\%$		
	خاک میانه -	I2		$< 12\% (1.5 <)$			
	مومسانی میانه تا زیاد	IM			$< 35\%$		
خاک ریزدانه	خاک ریزدانه با مومسانی کم	F1 FL	$< 35\%$	$\geq 12\% (2.5 \geq)$		معمولاً خاک در سازه خاکی قابل استفاده است. تمایز بین لای و رس در خاک‌های ریزدانه ممکن است براساس خط A در نمودار شکل ۱ انجام شود (طبق شکل ۱)	
	خاک ریزدانه با مومسانی میانه	F2 FM			$< (22 \text{ تا } 2.5) (6 <)$		
	خاک زیردانه با مومسانی زیاد	F3 FH			$< (22 \text{ تا } 40) (6 <)$		
	خاک ریزدانه با مومسانی خیلی زیاد	F4 FV			$< 40\% (n/a)$		
							$< 70\%$
<p>یادآوری ۱- خاک‌های با دانه‌بندی میانه و خاک‌های ریزدانه را می‌توان با حد روانی یا شاخص مومسانی یا مقدار متیلن بلو گروه‌بندی کرد (اما تنها با استفاده از یک عامل در یک زمان)؛ عامل مورد استفاده در طبقه‌بندی با استفاده از کدهای گروه بالا بیان شده است.</p> <p>یادآوری ۲- گروه‌بندی جزئی‌تر خاک‌های با دانه‌بندی میانه را می‌توان با افزودن گروه درصد درشتی طبق گروه‌های ارائه‌شده در جدول ۳-۱ و گروه درصد ریزدانه طبق گروه‌های خاک‌های ریزدانه در جدول ۳-۲ به‌دست آورد.</p>							

مقدار متیلن بلو (V_{BS}) ارائه شده در جدول ۳-۲ براساس آزمون‌های تعیین‌شده مطابق با استاندارد NF P 94-068 [66] است.

یادآوری - مقادیر متیلن بلو (V_{BS}) به‌طور قابل توجهی با مقادیر متیلن بلو (MB) و متیلن بلو (MB_f) تعیین‌شده مطابق با استاندارد EN 933-9 برای سنگ‌دانه‌ها متفاوت است.

اختلاف‌های اصلی بین استانداردها عبارتند از:

- برای V_{BS} آزمون درصد صفر بر روی ۵ mm به جای صفر بر روی ۲ mm برای MB و درصد صفر بر روی ۱۲۵ mm برای MB_f انجام شده است.

- الک کردن برای MB و MB_f فقط خیس می‌باشد درحالی که می‌توان برای V_{BS} خیس یا خشک انجام داد.

- نمونه‌برداری بین ۶۰ gr تا ۲۰۰ gr بسته به مواد و مصالح به جای مقدار ثابت متغیر است.

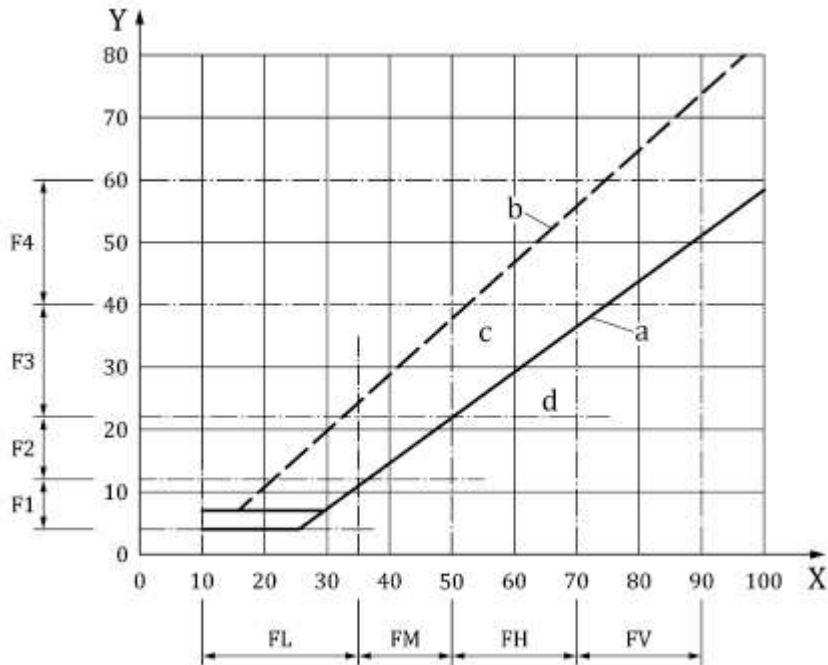
- واحد نتیجه برای V_{BS} gr/100gr است در حالی که برای MB gr/kg و MB_f gr/kg است.

- برای V_{BS} ، جرم متیلن بلو داده‌شده در آزمون درصد صفر بر روی ۵ mm با درصد صفر بر روی ۵۰ mm دوباره محاسبه می‌شود. (به‌عنوان مثال: اگر درصد صفر بر روی ۵ mm برابر است با ۶۰٪ از درصد صفر بر روی ۵۰ mm، پس V_{BS} برابر است با ۰٫۶ ضربدر جرم متیلن بلو).

خاک‌های ریزدانه یا اجزاء ریز سایر خاک‌ها را می‌توان با استفاده از محدودیت‌های قوام طبقه‌بندی کرد که در عملیات خاکی، معمولاً حد روانی و شاخص مومسانی است. این پارامترها را می‌توان در نمودار مومسانی (طبق شکل ۱) ترسیم کرد که در آن خط A به‌طور معمول به‌عنوان تمایز بین رُس‌ها و لای‌ها در نظر گرفته می‌شود. شکل نمایش طبقه‌ها مختلف در این نمودار می‌تواند در سطح ملی متفاوت باشد.

راهنما:

X حد روانی (w_L) خط A $Y = (X-20) * 0.73$ a رُس (بالای خط A) c
 Y شاخص مومسانی (I_p) خط B $Y = (X-8) * 0.9$ b لای (پایین خط A) d



شاخص مومسانی (I_p) (%)	نماد گروه خاک	حد روانی (w_L) (%)	نماد گروه خاک
$12 >$	F1	$35 >$	FL
۱۲ تا ۲۲	F2	۳۵ تا ۵۰	FM
۲۲ تا ۴۰	F3	۵۰ تا ۷۰	FH
$40 <$	F4	$70 <$	FV

یادآوری - خاک‌های ریزدانه با حد روانی بالای ۷۰٪ و رسم زیر خط A را می‌توان «لای با مومسانی خیلی بالا» نام‌گذاری کرد اما چنین مواد و مصالحی در عمل بعید به نظر می‌رسد.

شکل ۱- نمودار مومسانی برای تقسیم‌بندی خاک‌های ریزدانه

جدول ۴- گروه‌های خاک برای عملیات خاکی - خاک‌های آلی با مقدار بیشتر از ۲٪

گروه اصلی	نام گروه	نماد گروه خاک	میزان مواد آلی (C _{OM})	اظهار نظرها
خاک آلی	خاک با آلی کم	O1	< ۲٪ (تا ۶)	معمولاً فقط به‌عنوان آکند ساختاری با محتویات آلی تا حدود ۶٪ استفاده می‌شود، اگرچه روال ملی در روش‌های آزمون و ویژگی‌ها متفاوت است.
	خاک با آلی دانه‌بندی میانه	O2	< ۶٪ (تا ۲۰)	توصیه می‌شود طبقه‌بندی مواد و مصالح با جدول ۲ و جدول ۳ تکمیل شود.
	پوده ^۱	O3	< ۲۰٪	معمولاً در عملیات خاکی استفاده نمی‌شود.
<p>یادآوری ۱- مقدار ماده آلی براساس استفاده از روش آزمون از دست‌دادن احتراق است. سایر روش‌های آزمون، مانند افزودن به هیدروکسید سدیم یا تیتراسیون یا اکسیداسیون با ماده KMnO4 مقادیر متفاوتی به‌دست می‌دهد.</p> <p>یادآوری ۲- هیچ استاندارد برای تعیین مقدار مواد و مصالح آلی وجود ندارد. بنابراین به استفاده از روش‌های آزمون ملی مورد نیاز است.</p>				

جدول ۵- گروه‌های خاک برای عملیات خاکی - مواد و مصالح انسان‌زاد

گروه اصلی	نام گروه	نماد گروه خاک	اندازه ذره	مثال‌ها	اظهار نظرها
مواد و مصالح غیر طبیعی (انسان‌زاد)	مواد و مصالح طبیعی فراوری شده به‌صورت مکانیکی	AN	اندازه همه ذرات	آکند خاکریز ^۲ ، لایه زهکشی، سنگ شکسته، ماسه شسته	توصیه می‌شود گروه‌بندی و طبقه‌بندی مواد طبق جدول ۲ تا جدول ۴ باشد.
	مواد و مصالح تولیدشده (همچنین مواد و مصالح تولیدشده ثانویه)	AM		خاکستر، روباره (سرباره یا تفال)، سنگ‌دانه‌های سبک قابل انبساط	گروه‌بندی و طبقه‌بندی مواد و مصالح ممکن است از آن‌چه در جدول ۲ تا جدول ۴ آورده شده، پیروی کند.
	مواد و مصالح بازیافتی	AR		بتن شکسته، لاشه آجر، لاستیک‌ها، طرح‌ریزی جاده، طرح‌ریزی سرد، نخاله‌های ساختمانی	ممکن است به گروه‌بندی و طبقه‌بندی ویژه محوطه کار یا مواد و مصالح نیاز باشد.

1- Peat

2- Embankment fill

۳-۶ تعریف گروه‌های سنگ

باید مواد و مصالح سنگی برای استفاده در سازه‌های خاکی با استفاده از گروه‌های مشخص شده با استفاده از نمادهای گروهی که در جدول ۶ تا جدول ۱۱ توضیح داده شده است، براساس خواص ذاتی، یا با استفاده از یک سامانه ملی به‌خوبی تثبیت‌شده، طبقه‌بندی شوند.

یادآوری ۱- برای خاک‌برداری، خواص توده سنگ با خواص حالتی تعریف می‌شود (طبق زیربند ۷-۳).

جدول ۶- گروه‌های مواد و مصالح سنگی

مثال‌های سنگ	مقاومت فشاری (σ_u) MPa	شاخص نیروی نقطه‌ای (I_{s50}) با فرض این‌که ($I_{s50} = \sigma_u / 25$) MPa	گروه سنگ	
			اصطلاح مقاومت	نماد گروه سنگ
سنگ آتشفشانی ^۲ ، سنگ ژرف‌توده‌ای ^۳ ، سنگ دگرگونی ^۴	۲۵۰ <	۱۰/۰ <	سنگ بسیار مقاوم ^۱	RES
سنگ آتشفشانی، سنگ ژرف‌توده‌ای، سنگ دگرگونی	۲۵۰ تا ۱۰۰	۱۰/۰ تا ۴/۰	سنگ خیلی مقاوم ^۵	RVS
ماسه‌سنگ، سنگ آهک، سنگ آتشفشانی، سنگ ژرف‌توده‌ای، سنگ دگرگونی	۱۰۰ تا ۵۰	۴/۰ تا ۲/۰	سنگ مقاوم ^۶	RS
ماسه‌سنگ، سنگ گل‌آهک، سنگ آهک، شیست، سنگ دگرگونی	۵۰ تا ۲۵	۲/۰ تا ۱/۰	سنگ خنثی	RMS
سنگ رس، سنگ لای، ماسه‌سنگ، سنگ گل‌آهک، سنگ آهک، شیست، سنگ گچ، زغال سنگ	۲۵ تا ۵	۱/۰ تا ۰/۲	سنگ ضعیف	RW
سنگ رس فرسایشی، سنگ لای، ماسه سنگ، سنگ گچ، زغال سنگ	۵ تا ۱	کمتر از ۰/۲	سنگ خیلی ضعیف	RVW
سنگ رس فرسایشی، سنگ لای، ماسه سنگ	۱ تا ۰/۶		سنگ بسیار ضعیف	REW

- 1- Strong rock extremely
- 2- Volcanic rock
- 3- Plutonic rock
- 4- Metamorphic rock
- 5- Rock very strong
- 6- Strong rock

یادآوری ۲- دیگر خواص ذاتی سنگ مورد استفاده در طبقه‌بندی ممکن است کانی‌شناسی و چگالی باشد.

مواد و مصالح گروه سنگ (REW)^۱ و (RVW)^۲ ممکن است تجزیه‌پذیر^۳ باشند و توصیه می‌شود برای تأیید قوام مواد و مصالح، از آزمون استفاده شود. بهتر است از همبستگی ویژه مواد و مصالح I_{s50} با σ_u در صورت وجود استفاده شود.

هنگامی که سنگ حفاری شد، معمولاً مانند یک خاک رفتار می‌کند، خاکی درشت یا بسیار درشت اما با مقادیر متفاوتی از ریزدانه‌ها. ممکن است ذرات درشت و ریز هرکدام سخت و ساینده، سُست و تجزیه‌پذیر یا سخت و تجزیه‌پذیر باشند. طبقه‌بندی سنگ برای استفاده در عملیات خاکی در جدول ۷ آورده شده است. مواد و مصالح سنگی معمولاً در سازه‌های خاکی قابل استفاده هستند، مگر در مواردی که سنگ‌های تکاملی^۴ یا تجزیه‌پذیر باشند. بسته به طرح، این سنگ‌ها فقط با احتیاط‌های خاصی قابل استفاده هستند.

1- Extremely weak rock
2- Very weak rock
3- Degradable
4- Evolutive

جدول ۷- گروه‌های سنگ برای استفاده در عملیات خاکی

رفتار	پارامترها (خواص ذاتی)				نماد گروه	ماهیت خاکی‌شناسی	مقاومت نشان‌دهنده		
	چگالی خشک	ضریب دوام	ضریب لس آنجلس	شاخص تجزیه پذیری				شاخص تگه‌شوندگی	
	ρ_d	C_{MDE}	C_{LA}	I_{DG} (طبق یادآوری ۱)				I_{FR} (طبق یادآوری ۱)	
به‌عنوان خاک دانه‌ای		۱۰ >	۲۵ >			R1 Vo	سنگ‌های آتشفشانی و ژرف‌توده‌ای	فوق‌العاده بالا	
						R1 Me	سنگ‌های دگرگونی		
		۲۵ >	۳۵ >			R2 Vo	سنگ‌های آتشفشانی و ژرف‌توده‌ای	خیلی بالا	
						R2 Me	سنگ‌های دگرگونی		
سنگ تکاملی یا تجزیه‌پذیر		۴۵ >		۲ < یا ۵ <	۷ >	R3 Cld	سنگ‌های رسی	بالا	
		۴۵ >		۲ < یا ۵ <	۷ >	R3 Xxd ^a	سایر سنگ‌ها		
سنگ غیر تکاملی یا تجزیه‌ناپذیر		۴۵ >		۲ > یا ۵ >	۷ >	R3 Cl	سنگ‌های رسی		
	به‌عنوان خاک دانه‌ای		۴۵ >		۲ > یا ۵ >	۷ >	R3 Li		سنگ آهک
			۴۵ >	۴۵ >	۲ > یا ۵ >	۷ >	R3 Sa		ماسه‌سنگ
			۴۵ >	۴۵ >	۲ > یا ۵ >	۷ >	R3 Co		کنگومرا ^b
			۴۵ >	۴۵ >			R3 Vo		سنگ‌های آتشفشانی و ژرف‌توده‌ای
			۴۵ >	۴۵ >			R3 Me		سنگ‌های دگرگونی
سنگ تکاملی یا تجزیه‌پذیر		۴۵ <		۲ < یا ۵ <	۷ >	R4 Cld	سنگ‌های رسی	خنثی	
		۴۵ <		۲ < یا ۵ <	۷ >	R4 Xxd ^a	سایر سنگ‌ها		

رفتار	پارامترها (خواص ذاتی)				نماد گروه	ماهیت خاکی شناسی	مقاومت نشان دهنده	
	چگالی خشک	ضریب دوام	ضریب لس آنجلس	شاخص تجزیه پذیری				شاخص تگه شونده
	ρ_d	C_{MDE}	C_{LA}	I_{DG} (طبق یادآوری ۱)				I_{FR} (طبق یادآوری ۱)
سنگ غیر تکاملی یا تجزیه ناپذیر		۴۵ <		۲ > یا ۵ >	۷ >	R4 Cl	سنگ های رسی	
	۱٫۸ <	۴۵ <		۲ > یا ۵ >		R4 Li	سنگ آهک	
به روش اجرایی عملیات خاکی بستگی دارد		۴۵ <	۴۵ <	۲ > یا ۵ >	۷ >	R4 Sa	ماسه سنگ	
		۴۵ <	۴۵ <	۲ > یا ۵ >	۷ >	R4 Co	کنگلو مرا	
		۴۵ <	۴۵ <	۲ > یا ۵ >	۷ >	R4 Vo	سنگ های آتشفشانی و ژرف توده ای	
		۴۵ <	۴۵ <	۲ > یا ۵ >	۷ >	R4 Me	سنگ های دگرگونی	
به عنوان خاک بعد از استخراج					۷ <	R5 Cl	سنگ های رسی	
	۱٫۸ >	۴۵ <				R5 Li	سنگ آهک	
					۷ <	R5 Sa	ماسه سنگ	
					۷ <	R5 Co	کنگلو مرا	
					۷ <	R5 Vo	سنگ های آتشفشانی و ژرف توده ای	
					۷ <	R5 Me	سنگ های دگرگونی	

یادآوری ۱- مقادیر برای I_{FR} و I_{DG} با شیوه های آزمون اتخاذ شده متفاوت خواهد بود. در این جدول، پارامترها برای I_{FR} طبق استاندارد [64] NF P 94-066 ارائه شده است؛ پارامترها برای I_{DG} طبق استاندارد [65] NF P 94-067 (نخستین مقدار) و استاندارد [63] UNE 146510 (دومین مقدار) ارائه شده است.

یادآوری ۲- سنگ های رسی شامل سنگ هایی می شود که از ترکیبات رس و کلسیت^۱ معدنی تشکیل شده است

^a هر نوع سنگ دیگری را نشان می دهد که با استفاده از دو حرف مناسب تعیین شده است، به عنوان مثال Sa برای ماسه سنگ، Li برای سنگ آهک.

^b Conglomerate

ممکن است طبقه‌بندی‌های ویژه مواد و مصالح برای سایر انواع سنگ‌هایی که کمتر دیده می‌شوند مناسب باشد. مثال‌هایی برای طبقه‌بندی گچ ساختمانی و سنگ‌های حل‌پذیر (نمکی)^۱ برای اطلاعات در زیر آورده شده است.

ممکن است گچ ساختمانی براساس چگالی خشک سالم (IDD) (ρ_{di}) طبق جدول ۸ طبقه‌بندی شود.

جدول ۸- طبقه‌بندی برای گروه‌های گچ ساختمانی

چگالی خشک سالم (Mg/m^3)	نماد گروه	نام گروه
$1,95 <$	CH1	گچ ساختمانی با چگالی خیلی زیاد
$1,7 < \rho_{di} \leq 1,95$	CH2	گچ ساختمانی با چگالی زیاد
$1,55 < \rho_{di} \leq 1,7$	CH3	گچ ساختمانی با چگالی میانه
$1,55 \geq$	CH4	گچ ساختمانی با چگالی کم

سنگ‌های نمکی دارای مواد و مصالح معدنی حل‌پذیر می‌باشند که ممکن است با سرعت حل شوند و اثرات مرتبط را در طول عمر عملیات خاکی ایجاد کنند. در صورت لزوم، می‌توان این نوع سنگ را به صورت ارائه‌شده در جدول ۹ طبقه‌بندی کرد.

1- Soluble (salt) rocks

جدول ۹- گروه‌های سنگ نمکی

نماد گروه	مقدار گچ معدنی (برحسب درصد جرمی)	شرایط در عملیات خاکی	گستره قابلیت انحلال نمک معدنی (مثال‌ها)
	هر مقداری	فاقد شرایط خاص به دلیل حلالیت.	پایین (calcite CaCO_3 , $S = 0.01 \text{ g/l for}$ $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$)
	کمتر از ۰٫۲٪	می‌تواند در هر پهنه از آکند خاکی استفاده شود. فاقد شرایط خاص به دلیل حلالیت.	میانه (gypsum $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $S = 2.40 \text{ g/l for}$ $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$)
SR1	۰٫۲٪ تا ۲٪	ممکن است در هسته آکند خاکی استفاده شود. در هنگام ساخت تاج قوس و ماهیچه‌ها، به احتیاط خاصی نیاز نیست.	
SR2	۲٪ تا ۲۰٪	استفاده محدود در هسته آکند خاکی مشروط بر این‌که: باید هسته یک جرم متراکم و غیرقابل نفوذ را تشکیل دهد. اقدام‌های زهکشی و ضدآب برای جلوگیری از دسترسی آب‌های سطحی و زیرخاکی که به داخل آکند وجود دارد.	
SR3	بیشتر از ۲۰٪	معمولاً نباید استفاده شود. باید استفاده از آن محدود به مواردی باشد که در آن خاک دیگری در دسترس نباشد و مشروط بر این‌که این مورد در طرح ویژه بوده و توجیه‌شده باشد.	
	کمتر از ۰٫۲٪	ممکن است در هر پهنه از آکند خاکی استفاده شود. فاقد شرایط مخصوص به دلیل قابلیت انحلال.	بالا (Halite NaCl , $S = 360 \text{ g/l for}$ $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$)
SR4	کمتر از ۱٪	می‌تواند در هر پهنه از آکند خاکی استفاده شود. در هنگام ساخت تاج قوس و ماهیچه‌ها، باید اقدام‌های احتیاطی خاصی انجام شود.	
SR5	بیشتر از ۱٪	استفاده نمی‌شود.	

۴-۶ استفاده از سایر خواص ذاتی

همچنین تعدادی خواص ذاتی دیگر وجود دارد که ممکن است برای تعریف مناسب بودن مواد و مصالح، مورد استفاده قرار بگیرد، اما این خواص در طبقه‌بندی اساسی که در بالا توضیح داده شد، استفاده نمی‌شود. این موارد می‌تواند شامل:

- کانی‌شناسی دانه‌ها، از جمله نوع کانی‌های رُسی موجود و همچنین سنگ‌شناسی دانه‌ها؛
 - پیدایش^۱؛
 - شکل ذره؛
 - چگالی ذره؛
 - درصد رطوبت بهینه^۲؛
 - چگالی خشک بیشینه؛
 - مقاومت دانه یا ذره؛
 - سلامت^۳ مکانیکی ذره از جمله سختی دانه (بدون تخریب مرتبط در هنگام روش اجرایی عملیات خاکی)؛
 - آسانی هوازدگی (از جمله ذوب یخ‌زدگی، جمع‌شدگی و درآشامی آب) و دوام ذرات؛
 - برآمدگی یخ‌بندان بالقوه^۴؛
 - سلامت شیمیایی و دوام؛
 - مقدار خاکستر.
- یادآوری - حجم درصد رطوبت بهینه و چگالی خشک بیشینه، خواص ذاتی خاک برای تلاش تراکمی^۵ خاصی است که در هنگام آزمون‌های تراکم اعمال می‌شود، اگر تلاش تراکمی متفاوتی اعمال شود، مقادیر متفاوتی به دست خواهد آمد.
- الزامات آزمون برای طبقه‌بندی طبیعی خاک در پیوست الف آورده شده است که دارای سنگ‌های خاک‌برداری شده است.

1- Genesis
2- Optimum water content
3- Soundness
4- Frost heave potential
5- Compactive effort

۷ طبقه‌بندی براساس پارامترهای حالتی

۱-۷ کلیات

توصیه می‌شود طبقه‌بندی هدف عملیات خاکی (مانند خاکریز جاده یا راه‌آهن، سد، آکند پستی) و موقعیت مواد و مصالح در داخل عملیات خاکی (آکند کلی، لایه پوشش نهایی^۱، لایه زهکشی) را در نظر بگیرد و به‌طور معمول شامل الزامات مقاومت و سفتی آکند می‌باشد و در نتیجه باید بعضی راهنمایی در مورد الزامات فرایندهای تراکم اتخاذ شود.

توصیه می‌شود طراح سازه خاکی تعیین کند که کدامیک از پارامترهای حالتی برای پروژه ارزیابی شوند طبق استاندارد EN 16907-1: 2018. مشخصه‌های مواد و مصالح می‌توانند براساس مراحل فرایند (خاک‌برداری، اختلاط، حمل، نشست و تراکم طبق استاندارد EN 16907-3، متفاوت باشند. جزئیات بیشتر در گستره آزمون‌ها برای انجام طبقه‌بندی حالت مواد و مصالح در بند ۸ آورده شده است.

۲-۷ خواص حالتی خاک

باید طبقه‌بندی خاک‌ها برای استفاده در عملیات خاکی در صورت لزوم براساس پارامترهای خواص حالتی زیر باشد:

- درصد رطوبت؛
- مقاومت زهکشی نشده و مقاومت قالب‌گیری مجدد؛
- مقاومت زهکشی شده؛
- مقاومت کششی؛
- سفتی یا مازول یانگ^۲؛
- تورم بالقوه^۳؛
- رُمش بالقوه^۴ (آبگرفتگی یا سیل‌گرفتگی^۵)؛
- چگالی یا درجه تراکم؛
- شاخص باربری آنی (IPI)^۶؛

1- Capping layer
2- Young`s modulus
3- Swelling potential
4- Collapse potential
5- Inundation
6- Immediate Bearing Index

- نسبت باربری کالیفرنیا (CBR)^۱؛
- شاخص مقدار شرایط رطوبت؛
- هدایت هیدرولیکی^۲؛
- موینگی؛
- سرعت لرزه‌ای؛
- مقاومت به یخ‌بندان؛
- مقاومت الکتریکی^۳؛
- ردوکس بالقوه^۴؛
- شاخص فعالیت میکروبی.

۳-۷ خواص حالتی سنگ

باید طبقه‌بندی سنگ متناسب با وضعیت درجا سنگ و به‌طور جداگانه برای مشخصه‌های توده سنگ و مواد و مصالح سنگ پس از خاک‌برداری انجام شود.

ممکن است ارزیابی آسانی خاک‌برداری براساس ترکیبی از خواص ذاتی (طبق مقاومت سنگ در جدول ۶) و خواص توده سنگ از جمله فاصله شکستگی که در جدول ۱۰ ارائه شده است یا سرعت موج لرزه‌ای P (سرعت موج فشاری (V_p)) همان‌طور که در جدول ۱۱ ارائه شده است، باشد.

جدول ۱۰- فاصله شکستگی

طول، عرض، ارتفاع (mm)	نماد طبقه سنگ	گروه
۶۰۰ تا ۲۰۰۰	W	زیاد
۲۰۰ تا ۶۰۰	M	میانه
۶۰ تا ۲۰۰	C	بسته
۲۰ تا ۶۰	VC	خیلی بسته
کمتر از ۲۰	XC	بسیار بسته

1- California Bearing Ratio
2- Hydraulic conductivity
3- Resistivity
4- Redox potential

جدول ۱۱- سرعت موج لرزه‌ای P

نماد طبقه سنگ	m/s
V1	$4000 <$
V2	۴۰۰۰ تا ۳۰۰۰
V3	۳۰۰۰ تا ۲۰۰۰
V4	۲۰۰۰ تا ۱۰۰۰
V5	$1000 >$

فاصله شکستگی می‌تواند بیشینه اندازه بلوک‌ها یا ذرات را برای حمل و جای‌گذاری مواد و مصالح خاک‌برداری شده، نشان دهد. توصیه می‌شود مواد و مصالح سنگی پس از خاک‌برداری و فراوری (از جمله خردشدن و سایر عملیات) در طبقه‌بندی به‌عنوان خاک درشت یا بسیار درشت در نظر گرفته شود (طبق جدول ۲ و جدول ۳).

یادآوری ۱- ممکن است سنگ خاک‌برداری شده یا خردشده در مقایسه با ذرات بسیار درشت حمل‌شده طبیعی، زاویه‌دارتر باشد.

طبقه‌بندی سنگ می‌تواند برای خاک‌برداری از یک یا چند مورد از این خواص استفاده کند که ممکن است مستقل باشند یا نباشند، به‌عنوان مثال یک سنگ را می‌توان به‌عنوان RS XC V2 یا RW C V3 طبقه‌بندی کرد.

یادآوری ۲- سایر طبقه‌بندی‌های سنگ نیز در استاندارد EN 932-3 و استاندارد EN 13383-1 موجود است.

۸ مشخصه‌ها و آزمون‌های ارزیابی مواد و مصالح عملیات خاکی درجا

۱-۸ کلیات

می‌توان مواد و مصالح عملیات خاکی را با راهبردهای مختلف، آزمون و طبقه‌بندی کرد:

- ممکن است آزمون‌های مناسب برای بررسی این‌که آیا مواد و مصالح برای فعالیت‌های معمولی عملیات خاکی قابل قبول هستند، مانند خاک‌برداری، جای‌گذاری، متراکم‌کردن، حمل (طبق جدول ۱۲) استفاده شود؛
 - ممکن است آزمون‌های مناسب امکان گروه‌بندی مواد و مصالح را برای استفاده در قسمت‌های ویژه از سازه خاکی مانند آکند کلی، لایه پوشش نهایی و لایه زهکشی فراهم کند (طبق جدول ۱۲).
- در هر دو مورد، مقادیر محدود برگرفته شده هنگام تدوین طبقه‌بندی برای خاک یا سنگ به‌عنوان آکند، توصیه می‌شود به‌عنوان مناسب‌ترین برای پروژه و مواد و مصالحی که باید با آن کارکرد، انتخاب شوند و بهتر است قابلیت را برای آکند مناسب از محوطه کار به بیشینه برسانند.

باید سامانه‌های طبقه‌بندی مبتنی بر تجربه موجود به‌عنوان راهنما برای هر دو راهبرد ذکرشده در بالا و به‌ترتیب در زیربند ۸-۲ و زیربند ۸-۳ در نظر گرفته شود. برای هر روش اجرایی عملیات خاکی یا موقعیت در یک سازه خاکی، باید گروه خاک یا سنگ تعیین شود.

۸-۲ مشخصه‌های اجرای عملیات خاکی

باید مشخصه‌ها، روش‌ها و شیوه‌های توصیه‌شده برای اجرای عملیات خاکی با ماهیت و حالت مواد و مصالح تطبیق داده شود. توصیه می‌شود فرایندهای کاری با گروه‌های مواد و مصالح مرتبط باشد. ضوابط تفصیلی در استاندارد EN 16907-3 و استاندارد EN 16907-4 آمده است.

توصیه می‌شود برای ساخت سازه یک سازه خاکی، روش‌های اجرایی اصلی ارائه‌شده در جدول ۱۲ با اشاره به مواد و مصالح عملیات خاکی در نظر گرفته شود، جایی که نمونه‌هایی از پارامترهایی که ممکن است برای اندازه‌گیری خواص مناسب مورد استفاده قرارگیرد، آورده شده است. توصیه می‌شود روال ملی مشخص کند که کدام یک از این خواص یا سایر خواص، با آزمون تعیین شوند (طبق بند ۱۰).

جدول ۱۲- مشخصه‌های اجرای عملیات خاکی

مثال‌هایی از مشخصه‌های سنگ‌ها	مثال‌هایی از مشخصه‌های خاک‌ها	روش اجرایی عملیات خاکی
گروه سنگ، نوع سنگ، مقاومت فشاری، تعیین کیفیت سنگ، رتبه‌بندی توده سنگ، سرعت لرزه‌ای	گروه خاک، توزیع اندازه ذره، مقاومت زهکشی‌نشده	خاک‌برداری
گروه سنگ، اندازه بلوک بعد از خاک‌برداری، چگالی	گروه خاک، توزیع اندازه ذره، درصد رطوبت، چگالی، مقاومت زهکشی‌نشده	بار و حمل
مانند خاک، شکل بلوک‌ها	گروه خاک، درصد رطوبت، مومسانی، مقاومت زهکشی‌نشده، شاخص نسبت باربری کالیفرنیا، مقدار شرایط رطوبت	تردد بر روی جاده‌های محوطه کار
گروه سنگ، (برای رس سنگ‌های متراکم ^۲ یا مشابه طبق استاندارد EN 16907-3)	گروه خاک، حساسیت به یخ‌بندان، انحلال، فرسایش‌پذیری، هوازگی، تکامل‌پذیر ^۱ ، سلامت مکانیکی، سلامت شیمیایی	جابه‌جایی یا ذخیره‌سازی مواد و مصالح
مانند خاک	گروه خاک، توزیع اندازه ذره، درصد رطوبت، مومسانی، اجزاء تشکیل‌دهنده شیمیایی	عملیات با روش‌های اختلاط در گیاه
مانند خاک	گروه خاک، توزیع اندازه ذره، درصد رطوبت، مومسانی، مقاومت زهکشی‌نشده	جای‌گذاری
مانند خاک	گروه خاک، توزیع اندازه ذره، درصد	تراکم

1- Evolutivity

2- Argillaceous rocks

مثال‌هایی از مشخصه‌های سنگ‌ها	مثال‌هایی از مشخصه‌های خاک‌ها	روش اجرایی عملیات خاکی
	رطوبت، مومسانی، چگالی آزمون تراکم، شاخص نسبت باربری کالیفرنیا، مقاومت زهکشی نشده	
-	گروه خاک، توزیع اندازه ذره، در صد رطوبت، مومسانی، اجزاء تشکیل‌دهنده شیمیایی، چگالی آزمون تراکم، شاخص نسبت باربری کالیفرنیا، مقاومت زهکشی نشده، هدایت هیدرولیکی، مواد زیان‌آور	عملیات با روش‌های اختلاط در محوطه کار (اختلاط درجا)
یادآوری- سلامت مکانیکی، خواص تورم و فروپاشی را شامل می‌شود.		

ممکن است برای خاک‌برداری، اختلاط، حمل، جای‌گذاری و تراکم، گستره وسیعی از آزمون‌های مواد و مصالح در نظر گرفته شود. این با توصیف شروع می‌شود (طبق زیربند ۵-۲) اما می‌تواند دارای آزمون برای خواص ذاتی و برخی از جنبه‌های حالتی خاک یا سنگ نیز باشد. توصیف اطلاعات مفیدی در مورد قابلیت خاک‌برداری (آسانی خاک‌برداری) ارائه می‌دهد، اما می‌تواند شرایط بازیافت‌شده خاک یا سنگ نیز مهم باشد. برای مثال، مقاومت و فاصله ناپیوستگی خاک یا سنگ، آسانی خاک‌برداری و درجه‌بندی اندازه ذرات محصول خاک‌برداری شده را تعیین می‌کند. این ممکن است در هنگام حمل، جای‌گذاری، عملیات و تراکم بیشتر تغییر کند.

۸-۳ مشخصه‌های طبقه‌بندی مواد و مصالح برای استفاده در سازه‌های خاکی

هدف این سامانه طبقه‌بندی، مشخص کردن مواد و مصالح مناسب برای استفاده در قسمت‌های مختلف سازه خاکی است طبق استاندارد EN 16907-1:2018. این طبقه‌بندی دارای طبقه‌بندی مواد و مصالح براساس مشخصه‌های ارائه‌شده در جدول ۱۳ است. ممکن است طبقه‌بندی برای طراحی، طرح‌ریزی و ساخت سازه استفاده شود.

یادآوری- این طبقه‌بندی به‌طور جداگانه توسط طرف‌های مرتبط با طراحی، طرح‌ریزی و ساخت سازه استفاده می‌شود. الزامات جداگانه آن‌ها در این سامانه طبقه‌بندی، مشخص نشده است.

جدول ۱۳- مشخصه‌های برای استفاده در سازه‌های خاکی

موقعیت در سازه خاکی	مثال‌هایی از مشخصه‌ها
لایه انتظار- لایه شالوده	گروه خاک، توزیع اندازه ذره، درصد رطوبت، مومسانی، مقاومت برشی زهکشی شده، سفتی، شاخص نسبت باربری کالیفرنیا، شرایط رطوبت، چگالی آزمون تراکم، اجزاء تشکیل‌دهنده شیمیایی، مواد زیان‌آور، دوام مواد و مصالح.
لایه زهکشی	گروه خاک، توزیع اندازه ذره، مقاومت برشی زهکشی شده، هدایت هیدرولیکی، مواد زیان‌آور، دوام مواد و مصالح، اجزاء تشکیل‌دهنده شیمیایی.
آکند کلی (و هسته خاکریز)	گروه خاک، توزیع اندازه ذره، درصد رطوبت، مومسانی، چگالی آزمون تراکم، شاخص نسبت باربری کالیفرنیا، مقاومت زهکشی نشده، ظرفیت باربری، شرایط رطوبت، اجزاء تشکیل‌دهنده شیمیایی، مقدار آلی، تورم و رُمندگی بالقوه، سلامت مکانیکی، سلامت شیمیایی، حساسیت و فعالیت رس‌ها.
آکند پشت سازه‌ها (نواحی گذر)	گروه خاک، توزیع اندازه ذره، درصد رطوبت، مومسانی، چگالی آزمون تراکم، شاخص نسبت باربری کالیفرنیا، مقاومت برشی زهکشی نشده یا زهکشی شده، هدایت هیدرولیکی، اجزاء تشکیل‌دهنده شیمیایی، مواد زیان‌آور، دوام مواد و مصالح.
شیب‌های بیرونی ^۱ (شانه‌ها)	گروه خاک، توزیع اندازه ذره، درصد رطوبت، مومسانی، مقاومت سفتی، چگالی آزمون تراکم، شاخص نسبت باربری کالیفرنیا، اجزاء تشکیل‌دهنده شیمیایی، مواد زیان‌آور، دوام مواد و مصالح.
خاک مسلح ^۳	گروه خاک، توزیع اندازه ذره، درصد رطوبت، مومسانی، چگالی آزمون تراکم، شاخص نسبت باربری کالیفرنیا، مقاومت برشی زهکشی شده، هدایت هیدرولیکی، اجزاء تشکیل‌دهنده شیمیایی، مواد زیان‌آور.
خاکریز طولی	گروه خاک، توزیع اندازه ذره، درصد رطوبت، مومسانی، مقاومت زهکشی نشده، چگالی آزمون تراکم، هدایت هیدرولیکی، سلامت شیمیایی، حساسیت و فعالیت رس‌ها
بالاترین لایه زیر رویه ^۴ (بستر ^۵)	گروه خاک، توزیع اندازه ذره، درصد رطوبت، مومسانی، مقاومت، سفتی، شاخص نسبت باربری کالیفرنیا، اجزاء تشکیل‌دهنده شیمیایی.
لایه پوشش نهایی	گروه خاک، توزیع اندازه ذره، درصد رطوبت، مومسانی، حساسیت به یخ‌بندان، مقاومت زهکشی نشده، چگالی آزمون تراکم، شاخص نسبت باربری کالیفرنیا، اجزاء تشکیل‌دهنده شیمیایی، مقدار آلی، مواد زیان‌آور، برآمدگی یخ‌بندان بالقوه.
<p>یادآوری ۱- سلامت مکانیکی، خواص تورم و فروپاشی را شامل می‌شود.</p> <p>یادآوری ۲- رفتار سنگ‌هایی که پس از خاک‌برداری از خاکی و در فرایند عملیات خاکی ترکیب می‌شوند، معمولاً به‌عنوان خاک مشخص می‌شوند.</p>	

- 1- Outside slopes
- 2- Shoulders
- 3- Reinforced earth
- 4- Upper layer beneath capping
- 5- Sub-grade

۹ نمونه برداری از خاک و سنگ

الزامات نمونه برداری برای اهداف ژئوتکنیکی در استاندارد EN ISO 22475-1 تنظیم شده است. ملاحظات اضافی در قسمت نمونه برداری از ذرات درشت تر از استاندارد EN 932-1 (برای سنگ دانه ها) و استاندارد EN 13383-1 (برای سنگ حفاظ^۱) گرفته شود.

۱۰ استانداردهای آزمون برای تأیید طبقه بندی

رویه های اجرایی تنظیم شده در این استاندارد، به نتایج آزمون نیاز دارد تا مواد و مصالح گوناگون موجود در پروژه را در گروه ها و طبقه های مرتبط قرار دهند. استانداردهایی برای برخی، اما نه همه، آزمون هایی که با عنوان مورد نیاز شناسایی شده اند، موجود است. استانداردهای موجود در جدول الف-۱ تا جدول الف-۵ پیوست الف، فهرست شده اند و باید تا حد امکان مورد استفاده قرار گیرند. لازم به ذکر است که برخی از این استانداردها هنوز در دست تهیه هستند و بنابراین توصیه می شود هر پروژه ای به دنبال استفاده از بروزترین و در دسترس ترین استانداردها باشد.

1- Armourstone

پیوست الف
(آگاهی دهنده)

فهرست استانداردهای آزمون مرتبط با عملیات خاکی طبق جزئیات بند ۱۰

جدول الف-۱- آماده سازی نمونه و آزمون

شماره	عامل	عنوان استاندارد EN	سایر	ملاحظات
۱	نمونه برداری	EN ISO 22475-1 Geotechnical Investigation and testing — Sampling methods and groundwater measurements — Part 1: Technical principles for execution		مناسب برای نمونه برداری از خاکها و سنگها
		EN 13383-1 Armourstone — Part 1: Specification		مناسب برای نمونه برداری از سنگهای حفاظ
		EN 932-1 Tests for general properties of aggregates — Part 1: Methods for sampling		مناسب برای نمونه برداری از سنگدانهها
		ISO 10381 Parts 1 as well as 8 and ISO 18400-102 Soil Quality — Sampling — Guidance on the design of sampling programmes/ stockpiles respectively/ techniques		مناسب برای خاکها اما توصیه می شود کاهش نمونه به جای وسایل مکانیکی در خاکهایی با اجزاء ریز، ترجیحا به صورت دستی باشد.
۲	آماده سازی آزمون	EN ISO 17892 (all parts) Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soils		مناسب برای آماده سازی آزمون خاک
		EN 1997-2 Eurocode 7 — Geotechnical Design — Part 2: Ground Investigation and testing		مناسب برای آماده سازی نمونه های خاک و سنگ
		EN 932-2 Tests for general properties of aggregates — Part 2: Methods for reducing laboratory samples		مناسب برای آماده سازی نمونه های سنگدانه

جدول الف-۲- پارامترهای ذاتی برای تعیین گروه‌های خاک

شماره	عامل	عنوان استاندارد EN	سایر	ملاحظات
۳	توزیع اندازه ذره	EN ISO 17892-4 Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil — Part 4: Determination of particle size distribution		مناسب برای خاک‌ها.
			ISO 11277 Soil quality — Determination of particle size distribution in mineral soil material — Method by sieving and sedimentation	از آیین کار ژئوتکنیکال پیروی می‌کند اما با استاندارد EN 1997 ناسازگار است.
۴	شکل منحنی درجه‌بندی	EN ISO 14688-2 Geotechnical Investigation and testing — Identification and classification of soil — Part 2: Principles for a classification		طبقه‌بندی خاک‌ها براساس تحلیل اندازه ذره، به‌ندرت استفاده‌شده در عملیات خاکی.
۵	حدودموم‌سانی، حدود قوام	EN ISO 17892-12 Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soils — Part 12: Determination of liquid and plastic limits		مناسب برای خاک‌ها.
۶	مقدار متیلن بلو	EN 933-9 Tests for geometrical properties of aggregates. Assessment of fine — Part 9: Methylene blue test		مناسب برای سنگ‌دانه‌ها، اما درصد اندازه مورد استفاده در آزمون، بسته به مواد و مصالح مورد آزمون، متفاوت است. هیچ استاندارد اروپایی برای خاک موجود نیست اما استاندارد ملی وجود دارد.
۷	مقدار مواد آلی	EN 1744-1 Tests for chemical properties of aggregates — Part 1: Chemical analysis		نامناسب به‌دلیل دمای زیاد خشک‌کن- استانداردهای ملی متفاوت است. هیچ استاندارد اروپایی برای خاک موجود نیست اما استاندارد ملی وجود دارد.
			ISO 10694 Soil quality — Determination of organic and total carbon after dry combustion	روش‌های ارائه‌شده احتراق یا انحلال اسیدی است

شماره	عامل	عنوان استاندارد EN	سایر	ملاحظات
			(elementary analysis)	که در آزمایشگاه‌های ژئوتکنیکال رایج نیست.
			ISO 14235 Soil quality — Determination of organic carbon by sulfochromaticoxidation	روش ارائه شده که در آزمایشگاه‌های ژئوتکنیکال رایج نیست اما در دسترس است.
۸	مقدار مواد و مصالح بازیافتی	EN 933-11 Tests for geometrical properties of aggregates - Part 11: Classification test for the constituents of coarse recycled aggregate		مناسب برای مواد و مصالح ساخت سازه بازیافتی

جدول الف-۳- پارامترهای ذاتی برای تعیین گروه‌های سنگ

شماره	عامل	عنوان استاندارد EN	سایر	ملاحظات
۹	مقاومت فشاری (سنگ)	EN 1926 Natural stone test methods — Determination of uniaxial compressive strength		مناسب برای سنگ‌ها.
			ISRM Suggested Method (point load, uniaxial and triaxial methods; Ulusay and Hudson, 2007)	مناسب برای مواد و مصالح سنگی.
۱۰	چگالی ذره	EN 1097-6 Tests for mechanical and physical properties of aggregates — Part 6: Determination of particle density and water absorption		مناسب برای خاک‌ها و سنگ‌دانه‌های درشت.
				مناسب برای خاک‌ها.
				مناسب فقط برای ارزیابی خاک سطحی.

شماره	عامل	عنوان استاندارد EN	سایر	ملاحظات
۱۱	مقاومت به رفتگی ^۱	EN 1097-1 Tests for mechanical and physical properties of aggregates — Part 1: the resistance to wear (Micro Determination of Deval)		مناسب برای خاک‌های درشت، مواد و مصالح سنگی و سنگ‌دانه‌ها.
۱۲	مقاومت در برابر خردشدگی	EN 1097-2 Tests for mechanical and physical properties of aggregates — Part 2: Methods for determination of resistance to fragmentation the		مناسب برای خاک‌های درشت، مواد و مصالح سنگی و سنگ‌دانه‌ها.
۱۳	شاخص تکه‌شوندگی			استاندارد اروپایی موجود نیست اما استاندارد ملی وجود دارد.
۱۴	شاخص تجزیه‌پذیری			استاندارد اروپایی موجود نیست اما استاندارد ملی وجود دارد.
۱۵	انحلال			استاندارد اروپایی موجود نیست اما استاندارد ملی وجود دارد.

جدول الف-۴- سایر پارامترهای ذاتی

شماره	عامل	عنوان استاندارد EN	سایر	ملاحظات
۱۶	ماژول ذاتی	EN 13286-43 Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 43: Test methods for the determination of the modulus of elasticity of hydraulically bound mixtures		مناسب برای اختلاطهای مرزی.
		EN 14580 Natural stone test methods — Determination of static elastic modulus		مناسب برای سنگ‌ها.
		EN 14146 Natural stone test methods — Determination of the dynamic modulus of elasticity (by measuring the fundamental resonance frequency)		مناسب برای سنگ‌ها.
		روش‌های پیشنهادشده ISRM (آلوسای و هادسون، ۲۰۰۷)	مناسب برای سنگ‌ها.	
۱۷	فشار آزمون تراکم (درصد رطوبت بهینه و چگالی خشک بیشینه)	EN 13286-1 Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 1: Test methods for laboratory reference density and water content — Introduction, general requirements and sampling		مناسب برای خاک‌ها و سنگ‌دانه‌ها.
		EN 13286-2 Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 2: Test methods for laboratory reference density and water content — Proctor compaction		مناسب برای خاک‌ها و سنگ‌دانه‌ها، اما روش‌های اجرایی مشابه برای خاک‌های ریزدانه قابل اعمال است. یادآوری- استفاده مجدد از مواد و مصالح ممنوع است.

شماره	عامل	عنوان استاندارد EN	سایر	ملاحظات
		EN 13286-3 Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 3: Test methods for laboratory reference density and water content — Vibrocompression with controlled parameters		مناسب برای خاک‌های درشت.
		EN 13286-4 Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 4: Test methods for laboratory reference density and water content. Vibrating hammer		مناسب برای خاک‌های درشت و سنگ‌دانه‌ها.
		EN 13286-5 Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 5: Test methods for laboratory reference density and water content. Vibrating table		مناسب برای خاک‌های درشت و سنگ‌دانه‌ها.
		EN 13383-2 Armourstone — Part 2: Test methods		مناسب برای مواد و مصالح سنگی.
		EN 1367-1 Tests for thermal and weathering properties of aggregates — Part 1: Determination of resistance to freezing and thawing		مناسب برای مواد و مصالح سنگی.
		EN 1367-4 Tests for thermal and weathering properties of aggregates — Part 4: Determination of drying shrinkage		مناسب برای خاک‌های درشت و سنگ‌دانه‌ها.
		EN 1097-6 Tests for mechanical and physical properties of aggregates — Part 6: Determination of particle density and water absorption		مناسب برای خاک‌های درشت و سنگ‌دانه‌ها.
		EN 1367-2 Tests for thermal and weathering properties of aggregates — Part 2: Magnesium sulphate test		مناسب برای خاک‌های درشت و سنگ‌دانه‌ها.
۱۸	سلامت مکانیکی			

شماره	عامل	عنوان استاندارد EN	سایر	ملاحظات
			روش‌های پیشنهادشده ISRM (سختی ^۱ ، سایایی ^۲ ، سختی دندانهای ^۳ ، دوام کاهشی ^۴ ، چقرمگی شکست ^۵ ، آلوسای و هادسون، ۲۰۰۷)	مناسب برای خاک‌های درشت، مواد و مصالح سنگی و سنگ‌دانه‌ها.
۱۹	کانی شناسی	EN ISO 14688-1 Geotechnical investigation and testing — Identification and classification of soil — Part 1: Identification and description		سامانه‌ای را برای توصیف صحرایی خاک‌ها ارائه می‌دهد.
		EN ISO 14689 Geotechnical investigation and testing - Identification, description and classification of rock		سامانه‌ای را برای توصیف صحرایی سنگ‌ها ارائه می‌دهد.
		EN 932-3 Tests for general properties of aggregates — Part 3: Procedure and terminology for simplified petrographic description		مناسب برای سنگ‌دانه‌ها.
		EN 13925 (all parts) Non-destructive testing — Xray diffraction from polycrystalline and amorphous material		مناسب برای خاک‌ها.
		EN ISO 10769 Clay geosynthetic barriers — Determination of water absorption of bentonite		مناسب برای خاک‌ها.

-
- 1- Hardness
 - 2- Abrasiveness
 - 3- Indentation hardness
 - 4- Slake durability
 - 5- Fracture toughness

شماره	عامل	عنوان استاندارد EN	سایر	ملاحظات
			روش‌های پیشنهاد شده ISRM (توصیف سنگ‌نگاره، آلوسای و هادسون، ۲۰۰۷)	مناسب در مواردی که توصیف خرد پتروگرافی ^۱ مورد نیاز است.
۲۰	شیمیایی (PH، کربنات، سولفات، کلرید)	EN 1744-1 Tests for chemical properties of aggregates — Part 1: Chemical analysis		مناسب برای سنگ‌دانه‌ها، همچنین روش‌های آزمون مشابه برای خاک‌ها مناسب است.
		EN 1744-3 Tests for chemical properties of aggregates — Part 3: Preparation of eluates by leaching of aggregates		مناسب برای سنگ‌دانه‌ها، همچنین روش‌های آزمون مشابه برای خاک‌ها مناسب است.
		EN 1744-5 Tests for chemical properties of aggregates — Part 5: Determination of acid soluble chloride salts		مناسب برای سنگ‌دانه‌ها، همچنین روش‌های آزمون مشابه برای خاک‌ها مناسب است.
			ISO 11048 Soil quality — Determination of water- and acid-soluble soluble sulfate	
		EN ISO 10693 Soil quality —Determination of carbonate content — Volumetric method		با استفاده از روش شیبیلر ^۲ انجام شد.
			ISO 10390 Soil quality — Determination of pH	مناسب برای خاک‌ها.
۲۱	حساسیت به یخبندان	EN 1097-6 Tests for mechanical and physical properties of aggregates — Part 6: Determination of particle density and water absorption		مناسب برای خاک‌های درشت، مواد و مصالح سنگی و سنگ‌دانه‌ها.

1- Micro-petrographic

2- Scheibler

شماره	عامل	عنوان استاندارد EN	سایر	ملاحظات
		EN 1367-1 Tests for thermal and weathering properties of aggregates — Part 1: Determination of resistance to freezing and thawing		مناسب برای خاک‌های درشت، مواد و مصالح سنگی و سنگ‌دانه‌ها.
		EN 1367-6 Tests for thermal and weathering properties of aggregates — Part 6: Determination of resistance to freezing and thawing in the presence of salt (NaCl)		مناسب برای خاک‌های درشت، مواد و مصالح سنگی و سنگ‌دانه‌ها.
۲۲	برآمدگی یخ-بندانی	EN 1097-10 Tests for mechanical and physical properties of aggregates - Part 10: Determination of water suction height		می‌تواند مرتبط باشد، همچنین استانداردهای ملی موجود است.
۲۳	سلامت شیمیایی	EN 1367-2 Tests for thermal and weathering properties of aggregates — Part 2: Magnesium sulphate test		مناسب برای خاک‌های درشت و سنگ‌دانه‌ها.
۲۴	مقدار خاکستر (بعد از احتراق)			استاندارد اروپایی موجود نیست اما استاندارد ملی وجود دارد.

جدول الف-۵- پارامترهای حالتی

شماره	عامل	عنوان استاندارد EN	سایر	ملاحظات
۲۵	درصد رطوبت	EN ISO 17892-1 Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil — Part 1: Determination of water content		مناسب است اما دماهایی خشک کننده مورد استفاده بین استانداردها متفاوت است.
		EN 1097-5 Tests for mechanical and physical properties of aggregates — Part 5: Determination of the water content by drying in a ventilated oven		مناسب برای خاک‌های درشت و سنگ‌دانه‌ها.
			روش پیشنهاد شده ISRM (درصد رطوبت، آلوسای و هادسون، ۲۰۰۷)	مناسب برای سنگ‌ها.
۲۶	چگالی	EN ISO 17892-2 Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil — Part 2: Determination bulk density		مناسب برای خاک‌ها.
		EN 1097-3 Tests for mechanical and physical properties of aggregates — Part 3: Determination of loose bulk density and voids		مناسب برای خاک‌های درشت و سنگ‌دانه‌ها.
		EN ISO 11272 Soil quality — Determination of dry bulk density		روش‌های ارائه شده جایگزین ماسه و مغزه گیر ^۱ است که برای خاک‌ها قابل قبول است.
			روش‌های پیشنهاد شده ISRM (آلوسای و هادسون، ۲۰۰۷)	مناسب برای مواد و مصالح سنگی.
۲۷	مقاومت زهکشی نشده	EN ISO 17892-6 Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil — Part 6: Fall cone test		مناسب برای خاک‌های ریزدانه.

1- Core cutter

شماره	عامل	عنوان استاندارد EN	سایر	ملاحظات
		EN ISO 17892-7 Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil — Part 7: Unconfined compression tests		مناسب برای خاک‌های ریزدانه و مرکب.
		EN ISO 17892-8 Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil — Part 8: Unconsolidated undrained triaxial tests		مناسب برای خاک‌های ریزدانه و مرکب.
۲۸	مقاومت زهکشی شده	EN ISO 17892-9 Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil — Part 9: Consolidated triaxial compression tests		مناسب برای خاک‌های ریزدانه و مرکب.
		EN ISO 17892-101 Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil — Part 10: Direct shear tests		مناسب برای خاک‌ها.
			روش پیشنهاد شده ISRM (الوسای و هادسون، ۲۰۰۷)	مناسب برای سنگ‌های مورد استفاده در آزمون‌های آزمایشگاهی و صحرایی.
۲۹	مقاومت فشاری (خاک)	EN ISO 17892-7 Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil — Part 7: Unconfined compression test		مناسب برای خاک‌ها.
		EN ISO 17892-8 Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil — Part 8: Unconsolidated undrained triaxial tests		مناسب برای خاک‌ها.

شماره	عامل	عنوان استاندارد EN	سایر	ملاحظات
		EN 13286-41 Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 41: Test method for determination of the compressive strength of hydraulically bound mixtures		مناسب برای مواد چسبنده ^۱ .
۳۰	مقاومت کششی	EN 13286-40 Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 40: Test method for the determination of the direct tensile strength of hydraulically bound mixtures		مناسب برای خاک‌های درشت و سنگ‌دانه‌ها.
			روش‌های پیشنهادشده ISRM (مقاومت کششی غیرمستقیم، آلوسای و هادسون، ۲۰۰۷)	مناسب برای سنگ‌ها.
۳۱	سفتی	EN ISO 17892-5 Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil — Part 5: Incremental loading oedometer test		مناسب برای ارزیابی تراکم و ترددپذیری.
		EN ISO 17892-8 Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil — Part 8: Unconsolidated undrained triaxial tests		مناسب برای خاک‌های ریزدانه و متراکم.
		EN ISO 17892-9 Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil — Part 9: Consolidated triaxial compression tests		مناسب برای خاک‌های ریزدانه و متراکم.
۳۲		EN 13286-47 Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 47: Test method for the determination of California bearing ratio, immediate bearing index and linear swelling		مناسب برای خاک‌های درشت و سنگ‌دانه‌ها، اماروش‌های اجرایی مشابهی برای خاک‌های ریزدانه قابل اعمال است.

شماره	عامل	عنوان استاندارد EN	سایر	ملاحظات
۳۳	تورم بالقوه	EN ISO 17892-5 Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of test — Part 5: Incremental loading oedometer test		مناسب برای خاک‌های ریزدانه.
		EN 13286-47 Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 47: Test method for the determination of California bearing ratio, immediate bearing index and linear swelling		مناسب برای خاک‌ها.
			روش‌های پیشنهاد شده ISRM (آلوسای و هادسون، ۲۰۰۷)	مناسب برای سنگ‌ها.
۳۴	رُمبندگی بالقوه			استاندارد اروپایی موجود نیست اما استاندارد ملی وجود دارد.
۳۵	مقدار شرایط رطوبت	EN 13286-46 Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 46: Test method for the determination of the moisture condition value		مناسب برای خاک‌ها.
۳۶	هدایت هیدرولیکی (نفوذپذیری ^۱)	EN ISO 17892-11 ^۱ Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil — Part 11: Permeability tests		مناسب برای خاک‌ها.
		EN ISO 22282 (all parts) Geotechnical investigation and testing — Geohydraulic testing		مناسب برای آزمون صحرایی خاک‌ها و سنگ‌ها.
			ISO 17312 Soil quality — Determination of hydraulic	مناسب برای خاک‌ها.
			رسانایی مواد متخلخل اشباع با استفاده از	

1- Permeability

۲ - در حال آماده‌سازی. مرحله در زمان انتشار 2018: EN ISO 17892-11

شماره	عامل	عنوان استاندارد EN	سایر	ملاحظات
			تراوایی سنج ^۱ دیوار صلب	
			ISO 17313 Soil quality — Determination of hydraulic conductivity of saturated porous materials using a flexible wall permeameter	نامناسب برای خاک‌ها.
		EN ISO 11274 Soil quality — Determination of the water retention characteristic — Laboratory methods		مناسب برای خاک‌ها.
۳۷	سرعت موج لرزه‌ای		روش پیشنهاد شده ISRM (آلوسای و هادسون، ۲۰۰۷)	مناسب برای سنگ درجا یا در آزمایشگاه.
		EN ISO 14689 Geotechnical investigation and testing - Identification, description and classification of rock		مناسب برای سنگ‌ها.
۳۸	تجزیه، ناپیوستگی سطحی و غیره		روش پیشنهاد شده ISRM (توصیف ناپیوستگی‌های توده‌های سنگی، آلوسای و هادسون، ۲۰۰۷)	مناسب برای توصیف توده‌های سنگی (طبق مرحله ۱ جدول الف).
۳۹	مقاومت الکتریکی			استاندارد اروپایی موجود نیست اما استاندارد ملی وجود دارد.
۴۰	ردوکس بالقوه		ISO 11271 Soil quality — Determination of redox potential — Field method	نامناسب برای خاک‌ها.

1- Permeameter

کتابنامه

- [1] ULUSAY R., HUDSON J.A., eds. 2007 The Complete ISRM Suggested methods for rock Characterization, testing and monitoring: 1974-2006
- [2] EN 932-2, Tests for general properties of aggregates— Part 2: Methods for reducing laboratory samples
- [3] EN 932-3, Tests for general properties of aggregates— Part 3: Procedure and terminology for simplified petrographic description
- یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۳۹۳۹: سال ۱۳۹۷، سنگدانه- آزمون های خواص کلی - قسمت ۳: دستورالعمل و واژگان فنی برای توصیف ساده، با استفاده از استاندارد BS EN 932-3: 1997 تدوین شده است.
- [4] EN 933-11, Tests for geometrical properties of aggregates— Part 11: Classification test for the constituents of coarse recycled aggregate
- یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۱-۱۰۴۴۷: سال ۱۳۹۶، سنگدانه‌ها- آزمون‌های خواص هندسی- آزمون طبقه‌بندی تشکیل‌دهنده سنگدانه‌های درشت بازیافتی، با استفاده از استاندارد BS EN 933-11: 2009 تدوین شده است.
- [5] EN 933-9, Tests for geometrical properties of aggregates— Assessment of fines— Part 9: Methylene blue test
- یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۹-۱۰۴۴۷: سال ۱۳۹۵، سنگدانه‌ها- آزمون‌های خصوصیات ساختاری تعیین ریزی به روش متیلن بلو، با استفاده از استاندارد DIN EN 933-9: 1998 تدوین شده است.
- [6] EN 1097-1, Tests for mechanical and physical properties of aggregates— Part 1: Determination of the resistance to wear (micro-Deval)
- یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۴۸۷۴: سال ۱۳۹۳، سنگدانه‌ها- آزمون‌های خواص فیزیکی و مکانیکی - قسمت ۱: تعیین مقاومت به رفتگی (میکرو دوال)- روش آزمون، با استفاده از استاندارد EN 1097-1: 2011 تدوین شده است.
- [7] EN 1097-2, Tests for mechanical and physical properties of aggregates— Part 2: Methods for the determination of resistance to fragmentation
- [8] EN 1097-3, Tests for mechanical and physical properties of aggregates— Part 3: Determination of loose bulk density and voids
- یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۴۸۷۴: سال ۱۳۹۷، سنگدانه‌ها- آزمون های خواص فیزیکی و مکانیکی - قسمت ۳: تعیین چگالی انبوهی غیرمتراکم و فضاهای خالی- روش آزمون، با استفاده از استاندارد BS EN 1097-3: 1998 تدوین شده است.
- [9] EN 1097-5, Tests for mechanical and physical properties of aggregates— Part 5: Determination of the water content by drying in a ventilated oven
- [10] EN 1097-6, Tests for mechanical and physical properties of aggregates— Part 6: Determination of particle density and water absorption
- [11] EN 1097-10, Tests for mechanical and physical properties of aggregates— Part 10: Determination of water suction height

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۰-۱۴۸۷۴: سال ۱۳۹۱، سنگدانه‌ها - خواص فیزیکی و مکانیکی سنگدانه‌ها - قسمت ۱۰: تعیین ارتفاع مکش، با استفاده از استاندارد BS EN 1097-10: 2002 تدوین شده است.

[12] EN 1367-1, Tests for thermal and weathering properties of aggregates — Part 1: Determination of resistance to freezing and thawing

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۷۰۱۳: سال ۱۳۹۲، سنگدانه‌ها - آزمون‌های خواص حرارتی و هوازدهی - قسمت ۱: تعیین مقاومت در برابر یخ‌زدن و آب‌شدن - روش‌های آزمون، با استفاده از استاندارد EN 1367-1: 2007 تدوین شده است.

[13] EN 1367-2, Tests for thermal and weathering properties of aggregates — Part 2: Magnesium sulfate test

[14] EN 1367-4, Tests for thermal and weathering properties of aggregates — Part 4: Determination of drying shrinkage

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۴-۱۷۰۱۳: سال ۱۳۹۲، سنگدانه‌ها - آزمون‌های خواص حرارتی و هوازدهی - قسمت ۴: تعیین جمع‌شدگی ناشی از خشک‌شدن - روش‌های آزمون، با استفاده از استاندارد EN 1367-4: 2008 تدوین شده است.

[15] EN 1367-6, Tests for thermal and weathering properties of aggregates — Part 6: Determination of resistance to freezing and thawing in the presence of salt (NaCl)

[16] EN 1744-1, Tests for chemical properties of aggregates — Part 1: Chemical analysis)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۰۳۸: سال ۱۳۹۳، سنگدانه‌ها - آزمون‌های خواص شیمیایی - قسمت ۱: تجزیه شیمیایی - روش‌های آزمون، با استفاده از استاندارد EN 1744-1: 2009+A1: 2012 تدوین شده است.

[17] EN 1744-3, Tests for chemical properties of aggregates — Part 3: Preparation of eluates by leaching of aggregates)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۹۰۳۸: سال ۱۳۹۳، سنگدانه‌ها - آزمون‌های خواص شیمیایی - قسمت ۳: تهیه محلول استخراج با شستن و صاف کردن سنگدانه‌ها - روش‌های آزمون، با استفاده از استاندارد EN 1744-3: 2002 تدوین شده است.

[18] EN 1744-5, Tests for chemical properties of aggregates — Part 5: Determination of acid soluble chloride salts)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۵-۱۹۰۳۸: سال ۱۳۹۳، سنگدانه‌ها - آزمون‌های خواص شیمیایی - قسمت ۵: تعیین نمک‌های کلریدی محلول در اسید - روش آزمون، با استفاده از استاندارد EN 1744-5: 2005 تدوین شده است.

[19] EN 1926, Natural stone test methods — Determination of uniaxial compressive strength

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۱۹۴: سال ۱۳۹۲، سنگ طبیعی - تعیین مقاومت فشاری تک محوری - روش آزمون، با استفاده از استاندارد DIN EN 1926: 2007 تدوین شده است.

[20] EN 13286-1, Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 1: Test methods for laboratory reference density and water content — Introduction, general requirements and sampling

[21] EN 13286-2, Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 2: Test methods for laboratory reference density and water content — Proctor compaction

- [22] EN 13286-3, Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 3: Test methods for laboratory reference density and water content — Vibrocompression with controlled parameters
- [23] EN 13286-4, Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 4: Test methods for laboratory reference density and water content — Vibrating hammer
- [24] EN 13286-5, Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 5: Test methods for laboratory reference density and water content — Vibrating table
- [25] EN 13286-40, Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 40: Test method for the determination of the direct tensile strength of hydraulically bound mixtures
- [26] EN 13286-41, Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 41: Test method for the determination of the compressive strength of hydraulically bound mixtures
- [27] EN 13286-43, Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 43: Test method for the determination of the modulus of elasticity of hydraulically bound mixtures
- [28] EN 13286-46, Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 46: Test method for the determination of the moisture condition value
- [29] EN 13286-47, Unbound and hydraulically bound mixtures — Part 47: Test method for the determination of the California bearing ratio, immediate bearing index and linear swelling
- [30] EN 13383-2, Armourstone — Part 2: Test methods
- [31] EN 13925 (all parts), Non-destructive testing — X-ray diffraction from polycrystalline and amorphous material
- یادآوری ۱- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۲۹۳۸: سال ۱۳۹۹، آزمون غیرمخرب- پراش پرتو ایکس (XRD) از مواد چندبلوری و بی شکل - قسمت ۱: اصول کلی، با استفاده از استاندارد EN 13925-1: 2003 تدوین شده است.
- یادآوری ۲- استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲۲۹۳۸: سال ۱۳۹۹، آزمون غیرمخرب- پراش پرتو ایکس (XRD) از مواد چندبلوری و بی شکل - قسمت ۲: روش های اجرایی، با استفاده از استاندارد EN 13925-1: 2003 تدوین شده است.
- [32] EN 14146, Natural stone test methods — Determination of the dynamic modulus of elasticity (by measuring the fundamental resonance frequency)
- [33] EN ISO 10693, Soil quality — Determination of carbonate content — Volumetric method (ISO 10693)
- [34] EN ISO 10693, Soil quality — Determination of carbonate content — Volumetric method (ISO 10693)
- یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۳۸۳: سال ۱۳۹۱، ژئوسنتتیک های حائل رسی - تعیین میزان درآشامی آب بنتونیت، با استفاده از استاندارد ISO 10769: 2011 تدوین شده است.
- [35] EN ISO 11272, Soil quality — Determination of dry bulk density (ISO 11272)
- یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۹۴۴: سال ۱۳۹۷، کیفیت خاک - تعیین چگالی ظاهری خشک، با استفاده از استاندارد ISO 11272: 2017 تدوین شده است.
- [36] EN ISO 11274, Soil quality — Determination of the water-retention characteristic — Laboratory methods (ISO 11274)
- [37] EN ISO 11508, Soil quality — Determination of particle density (ISO 11508)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۷۱۷: سال ۱۳۹۷، کیفیت خاک - تعیین چگالی دانه - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 11508: 2017 تدوین شده است.

[38] EN ISO 14688-2, Geotechnical investigation and testing — Identification and classification of soil — Part 2: Principles for a classification (ISO 14688-2)

[39] EN ISO 17892-1, Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil — Part 1: Determination of water content (ISO 17892-1)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۱۷۰۸: سال ۱۳۹۵، بررسی و آزمون ژئوتکنیکی - آزمون آزمایشگاهی خاک - قسمت ۱ - تعیین درصد رطوبت - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 17892-1: 2014 تدوین شده است.

[40] EN ISO 17892-2, Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil — Part 2: Determination of bulk density (ISO 17892-2)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۱۷۰۸: سال ۱۳۹۵، بررسی و آزمون ژئوتکنیکی - آزمون آزمایشگاهی خاک - قسمت ۲ - تعیین جرم مخصوص - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 17892-2: 2014 تدوین شده است.

[41] EN ISO 17892-3, Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil — Part 3: Determination of particle density (ISO 17892-3)

[42] EN ISO 17892-4, Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil — Part 4: Determination of particle size distribution (ISO 17892-4)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۴-۱۱۷۰۸: سال ۱۳۹۶، بررسی و آزمون ژئوتکنیکی - آزمون آزمایشگاهی خاک - قسمت ۴: تعیین توزیع اندازه ذرات - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 17892-4: 2016 تدوین شده است.

[43] EN ISO 17892-5, Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil — Part 5: Incremental loading oedometer test (ISO 17892-5)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۵-۱۱۷۰۸: سال ۱۳۹۷، بررسی و آزمون ژئوتکنیکی - آزمون آزمایشگاهی خاک - قسمت ۵: بارگذاری نموی آزمون ادمتر - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 17892-5: 2017 تدوین شده است.

[44] EN ISO 17892-6, Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil — Part 6: Fall cone test (ISO 17892-6)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۶-۱۱۷۰۸: سال ۱۳۹۹، بررسی و آزمون ژئوتکنیکی - آزمون آزمایشگاهی خاک - قسمت ۶: آزمون مخروط افتان، با استفاده از استاندارد ISO 17892-6: 2017 تدوین شده است.

[45] EN ISO 17892-7, Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil — Part 7: Unconfined compression test (ISO/FDIS 17892-7)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۷-۱۱۷۰۸: سال ۱۳۹۷، بررسی و آزمون ژئوتکنیکی - آزمون آزمایشگاهی خاک - قسمت ۷: آزمون فشاری تکمحوری - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 17892-7: 2017 تدوین شده است.

[46] EN ISO 17892-8, Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil — Part 8: Unconsolidated undrained triaxial test (ISO/FDIS 17892-8)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۸-۱۱۷۰۸: سال ۱۳۹۷، بررسی و آزمون ژئوتکنیکی - آزمون آزمایشگاهی خاک - قسمت ۸: آزمون سه محوری تحکیم نیافتة زهکشی نشده - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 17892-8: 2018 تدوین شده است.

[47] EN ISO 17892-9, Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil — Part 9: Consolidated triaxial compression tests (ISO/DIS 17892-9)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۹-۱۱۷۰۸: سال ۱۳۹۹، بررسی و آزمون ژئوتکنیکی - آزمون آزمایشگاهی خاک - قسمت ۹: آزمون‌های فشاری سهمحوری تحکیم‌یافته بر روی خاک‌های اشباع شده با آب - روش‌های آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 17892-9: 2018 تدوین شده است.

[48] EN ISO 17892-10, Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil — Part 10: Direct shear tests (ISO/DIS 17892-10)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۰-۱۱۷۰۸: سال ۱۳۹۹، بررسی و آزمون ژئوتکنیکی - آزمون آزمایشگاهی خاک - قسمت ۱۰: آزمون‌های برش مستقیم - روش‌های آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 17892-10: 2018 تدوین شده است.

[49] EN ISO 17892-11, Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil — Part 11: Permeability tests (ISO/DIS 17892-11)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۱-۱۱۷۰۸: سال ۱۳۹۹، بررسی و آزمون ژئوتکنیکی - آزمون آزمایشگاهی خاک - قسمت ۱۱: آزمون‌های نفوذپذیری - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 17892-11: 2019 تدوین شده است.

[50] EN ISO 17892-12, Geotechnical investigation and testing — Laboratory testing of soil — Part 12: Determination of liquid and plastic limits (ISO/DIS 17892-12)

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۲-۱۱۷۰۸: سال ۱۳۹۹، بررسی و آزمون ژئوتکنیکی - آزمون آزمایشگاهی خاک - قسمت ۱۲: تعیین حد روانی به روش مخروط افتان و حد خمیری، با استفاده از استاندارد ISO 17892-12: 2018 تدوین شده است.

[51] EN ISO 22282 (all parts), Geotechnical investigation and testing — Geohydraulic testing (ISO 22282)

یادآوری - مجموعه استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۸۸۷، با عنوان: آزمون و تحقیقات خاک و پی - آزمون ژئوهیدرولیک، با استفاده از مجموعه استاندارد ISO 22282 تدوین شده است.

[52] ISO 10381-1, Soil quality — Sampling — Part 1: Guidance on the design of sampling programmes

[53] ISO 18400-102, Soil quality — Sampling — Part 102: Selection and application of sampling techniques

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۲-۱۵۷۹۶: سال ۱۳۹۷، کیفیت خاک - نمونه‌برداری - قسمت ۱۰۲: انتخاب و کاربرد روش‌های نمونه‌برداری، با استفاده از استاندارد ISO 17892-102: 2017 تدوین شده است.

[54] ISO 10381-8, Soil quality — Sampling — Part 8: Guidance on sampling of stockpiles

[55] ISO 10390, Soil quality — Determination of pH

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۳۴: سال ۱۳۸۹، کیفیت خاک - اندازه‌گیری PH، با استفاده از استاندارد ISO 10390: 2005 تدوین شده است.

[56] ISO 10694, Soil quality — Determination of organic and total carbon after dry combustion (elementary analysis)

[57] ISO 11048, Soil quality — Determination of water-soluble and acid-soluble sulfate

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۸۲۷: سال ۱۳۸۸، کیفیت خاک - تعیین سولفات محلول در آب و محلول در اسید، با استفاده از استاندارد ISO 11048: 1995 تدوین شده است.

[58] ISO 11271, Soil quality — Determination of redox potential — Field method

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۵۸۹: سال ۱۳۹۹، کیفیت خاک - اندازه گیری پتانسیل اکسایش - کاهش به روش صحرائی، با استفاده از استاندارد ISO 11271: 2002 تدوین شده است.

[59] ISO 11277, Soil quality — Determination of particle size distribution in mineral soil material — Method by sieving and sedimentation

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۷۸۳۱: سال ۱۳۸۹، کیفیت خاک - تعیین توزیع اندازه ذرات مواد معدنی - روش ته نشینی و الک کردن، با استفاده از استاندارد ISO 11277: 2009 تدوین شده است.

[60] ISO 14235, Soil quality — Determination of organic carbon by sulfochromic oxidation

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۸۶۷۱: سال ۱۳۸۵، کیفیت خاک - سنجش کربن آلی در خاک از طریق اکسایش با سولفو کرومیک - روش آزمون، با استفاده از استاندارد ISO 14235: 1998 تدوین شده است.

[61] ISO 17312, Soil quality — Determination of hydraulic conductivity of saturated porous materials using a rigid-wall permeameter

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۲۹۶: سال ۱۳۸۷، کیفیت خاک - تعیین هدایت هیدرولیکی محیط‌های متخلخل اشباع با استفاده از هدایت سنج با دیواره صلب، با استفاده از استاندارد ISO 17312: 2005 تدوین شده است.

[62] ISO 17313, Soil quality — Determination of hydraulic conductivity of saturated porous materials using a flexible wall permeameter

[63] UNE 146510, Stability of aggregates and rock fragments against collapse in water action. AENOR, www.aenor.es (text in Spanish)

[64] NF P94-066, Soils: investigation and tests — Fragmentability coefficient of rocky material

[65] NF P94-067, Soils: investigation and tests — Degradability coefficient of rocky material

[66] NF P94-068, Soils: investigation and testing — Measuring of the methylene blue adsorption capacity of a rocky soil — Determination of the methylene blue of a soil by means of the stain test