

ضوابط و مشخصات فنی مصالح بستر صافی‌ها



شماره: ۱۴۰۵/۴۵۹۹۰/۱۰۰

تاریخ: ۱۳۰۵/۰۶/۲۱

پست:



وزیر

بسمه تعالی

جناب آقای امینی
رئیس هیئت مدیره و مدیرعامل شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور
موضوع: ابلاغ ضوابط و مشخصات فنی مصالح بستر صافی‌ها

با سلام،

به استناد ماده ۳۴ قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور و بند (۱-۳) ماده (۴) «سند نظام فنی و اجرایی یکپارچه کشور»، موضوع تصویب‌نامه شماره ۴۰۵۴۴/ت/۶۳۷۱۹ هـ مورخ ۱۴۰۴/۰۳/۰۶ هیئت وزیران؛ طبق تفاهم انجام شده با امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور، ضابطه پیوست با مشخصات زیر ابلاغ و در «سامانه نظام فنی و اجرایی کشور» به نشانی Nezamfanni.ir منتشر می‌شود:

عنوان	ضوابط و مشخصات فنی مصالح بستر صافی‌ها
شماره ضابطه	۴۹۹-الف
نوع ابلاغ	راهنما
حوزه شمول	همه قراردادهای جدیدی که از محل وجوه عمومی و یا به صورت مشارکت عمومی-خصوصی منعقد می‌شوند.
تاریخ اجرا	۱۴۰۵/۱۰/۰۱
متولی تهیه، اخذ بازخورد و اصلاح:	دبیرخانه «طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور» دفتر توسعه نظام‌های فنی- بهره‌برداری و دیسپاچینگ برق‌آبی شرکت مدیریت منابع آب ایران

عباس علی آبادی

رونوشت:

- رئیس محترم امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور- برای استحضار و انتشار ضابطه در «سامانه نظام فنی و اجرایی کشور»
- معاون آب و آبفا و مدیرعامل شرکت مدیریت منابع آب ایران
- معاونت امور پیگیری و نظارت دفتر وزارتی جهت آگاهی و درج در سوابق



@omoorepeyman.ir

۱۴۰۵/۱۰/۱۴

ضوابط و مشخصات فنی مصالح بستر صافی‌ها

مردادماه ۱۴۰۵



omoorepeyman.ir

ضابطه شماره ۴۹۹-الف

پیشگفتار

امروزه نقش و اهمیت ضوابط، معیارها و استانداردها و آثار اقتصادی ناشی از به کارگیری مناسب و مستمر آنها در پیشرفت جوامع، تهیه و کاربرد آنها را ضروری و اجتناب‌ناپذیر ساخته است. نظر به وسعت دامنه علوم و فنون در جهان امروز، تهیه ضوابط، معیارها و استانداردها در هر زمینه به مجامع فنی - تخصصی واگذار شده است. با عنایت به مراتب فوق و با توجه به شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آب در ایران، تهیه استانداردها و ضوابط فنی در بخش آب و آبفا به منظور استفاده کارآمد از منابع آب از اهمیت ویژه‌ای برخوردار بوده و از این رو طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور برای نیل به این هدف، با مشخص کردن رسته‌های اصلی صنعت آب و آبفا اقدام به تشکیل مجامع علمی - تخصصی با عنوان کمیته‌های تخصصی نموده که نظارت بر تهیه این استانداردها و ضوابط فنی را به عهده دارند.

استانداردها و ضوابط فنی صنعت آب و آبفا با در نظر داشتن موارد زیر تهیه و تدوین می‌گردد:

- استفاده از تخصص‌ها و تجارب کارشناسان و صاحب‌نظران شاغل در بخش عمومی و خصوصی
- استفاده از منابع و مآخذ معتبر و استانداردهای بین‌المللی
- بهره‌گیری از تجارب دستگاه‌های اجرایی، سازمان‌ها، نهادها، واحدهای صنعتی، واحدهای مطالعه، طراحی و ساخت

- ایجاد هماهنگی در مراحل تهیه، اجرا، بهره‌برداری و ارزشیابی طرح‌ها
 - پرهیز از دوباره‌کاری‌ها و ائتلاف منابع مالی و غیرمالی کشور
 - توجه به اصول و موازین مورد عمل سازمان ملی استاندارد ایران و سایر موسسات معتبر تهیه‌کننده استاندارد
- آگاهی از نظرات کارشناسان و صاحب‌نظرانی که فعالیت آنها به نوعی در ارتباط با تهیه استانداردها و ضوابط فنی صنعت آب و آبفا می‌باشد، موجب امتنان خواهد بود.



تهیه و کنترل «ضوابط و مشخصات فنی مصالح بستر صافی‌ها»

[ضابطه شماره ۴۹۹-الف]

مشاور پروژه: مهدی هاشمی شهرکی

اعضای گروه تهیه‌کننده:

امیرحسین آزادنیا	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	فوق لیسانس مهندسی محیط زیست - آب و فاضلاب
مهدی عطار	کارشناس آزاد	فوق لیسانس مهندسی عمران - مدیریت و ساخت
شهریار معالج	شرکت آب و فاضلاب استان تهران	فوق لیسانس مهندسی عمران - آب و فاضلاب
مهدی هاشمی شهرکی	شرکت تأمین و تصفیه آب و فاضلاب استان تهران	فوق لیسانس مهندسی عمران - آب و فاضلاب
حسین نعیمی	شرکت آب و فاضلاب آذربایجان غربی	فوق لیسانس مهندسی عمران - آب و فاضلاب
سحر قنبری قهفرخی	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	فوق لیسانس مهندسی عمران - آب و فاضلاب
مهسا واعظ تهرانی	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	دکترای مهندسی عمران - سازه‌های آبی

اعضای گروه نظارت:

محسن معصومی	شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس	دکترای مهندسی پلیمر - صنایع پلیمر
مسعود فقیهی حبیب‌آبادی	شرکت دزون	فوق لیسانس مهندسی مکانیک
عبدالله رشیدی مهرآبادی	دانشگاه شهیدبهشتی	دکترای مهندسی محیط زیست
محمد مهدی محبی	شرکت عمراب	فوق لیسانس مهندسی محیط زیست
شهر کنعانی	شرکت مدیریت منابع آب ایران	فوق لیسانس مهندسی عمران - محیط زیست

اعضای گروه تاییدکننده (کمیته تخصصی تجهیزات طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور):

محسن حجتی	شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس	لیسانس مهندسی برق
مسعود فقیهی حبیب‌آبادی	شرکت دزون	فوق لیسانس مهندسی مکانیک
شهر کنعانی	شرکت مدیریت منابع آب ایران	فوق لیسانس مهندسی عمران - محیط زیست
محسن معصومی	شرکت مهندسی مشاور مهتاب قدس	دکتری مهندسی پلیمر - صنایع پلیمر
محمد مهدی محبی	شرکت عمراب	فوق لیسانس مهندسی محیط زیست
مهسا واعظ تهرانی	شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور	دکترای مهندسی عمران - سازه‌های آبی
علی‌اکبر هوشمند	شرکت تهران میراب	لیسانس مهندسی مکانیک



فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	مقدمه
۳	فصل اول - تعاریف و اصطلاحات
۵	۱-۱- صاف سازی
۵	۱-۱-۱- صاف سازی (فیلتراسیون)
۵	۱-۲-۱- صافی
۵	۱-۳-۱- انواع صافی ها
۶	۱-۴-۱- مصالح صافی
۷	۱-۵-۱- بستر صافی
۷	۲-۱- طبقه بندی اندازه مواد دانه ای
۷	۱-۲-۱- اندازه دانه
۷	۲-۲-۱- محدوده اندازه دانه
۷	۳-۲-۱- بزرگ ترین اندازه دانه
۷	۴-۲-۱- کوچک ترین اندازه دانه
۸	۵-۲-۱- درصد بزرگ تر از اندازه
۸	۶-۲-۱- درصد کوچک تر از اندازه
۸	۷-۲-۱- جزء دانه بندی
۸	۸-۲-۱- توزیع اندازه دانه
۸	۹-۲-۱- منحنی توزیع اندازه دانه
۹	۱۰-۲-۱- اندازه مؤثر
۹	۱۱-۲-۱- ضریب یکنواختی
۹	۱۲-۲-۱- کوچک ترین اندازه
۹	۱۳-۲-۱- اندازه اسمی
۱۰	۳-۱- چگالی
۱۰	۱-۳-۱- چگالی مطلق
۱۰	۲-۳-۱- چگالی دانه خشک
۱۰	۳-۳-۱- چگالی دانه تر



فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۰	۱-۳-۴- چگالی توده‌ای غیرمتراکم
۱۰	۱-۳-۵- چگالی توده‌ای متراکم
۱۱	۱-۳-۶- چگالی بستر
۱۱	۱-۴- تخلخل
۱۱	۱-۴-۱- حفره‌های باز
۱۱	۱-۴-۲- تورم
۱۱	۱-۴-۳- تخلخل دانه
۱۱	۱-۴-۴- حجم درون شبکه‌ای (بینابینی)
۱۲	۱-۵- خواص مکانیکی
۱۲	۱-۵-۱- مقاومت مکانیکی
۱۲	۱-۵-۲- شکنندگی
۱۲	۱-۶- خواص هیدرولیکی
۱۲	۱-۶-۱- افت فشار بستر
۱۲	۱-۶-۲- انبساط بستر
۱۳	۱-۶-۳- نفوذپذیری بستر کثیف (لایه گلی، کیک)
۱۳	۱-۷- خواص شیمیایی
۱۳	۱-۷-۱- مواد قابل حل در اسید
۱۳	۱-۷-۲- مواد قابل حل در آب
۱۳	۱-۷-۳- مواد سمی قابل استخراج از آب
۱۳	۱-۷-۴- مواد فرار
۱۳	۱-۷-۵- خاکستر
۱۴	۱-۷-۶- ماده از دست رفته به علت سوزاندن
۱۴	۱-۸- ظاهر
۱۴	۱-۸-۱- شکل
۱۴	۱-۸-۲- ساختار
۱۴	۱-۸-۳- زبری



فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱۵	۹-۱- دقت آزمایش
۱۵	۹-۱-۱- تکرارپذیری آزمایش
۱۵	۹-۱-۲- شرایط تکرارپذیری آزمایش
۱۵	۹-۱-۳- حد تکرارپذیری آزمایش
۱۵	۹-۱-۴- شرایط باز تولید
۱۵	۹-۱-۵- حد باز تولید
۱۶	۱۰-۱- حمل و نقل و خرید
۱۶	۱۰-۱-۱- کیسه
۱۶	۱۰-۱-۲- ظرف شبه فله
۱۶	۱۰-۱-۳- خریدار
۱۶	۱۰-۱-۴- تولیدکننده
۱۶	۱۰-۱-۵- تأمین کننده
۱۶	۱۰-۱-۶- پیمانکار
۱۷	فصل دوم - مشخصات مصالح بستر صافی ها
۱۹	۲-۱- مقدمه
۱۹	۲-۲- مشخصات شن و ماسه سیلیسی
۱۹	۲-۲-۱- نام شیمیایی
۱۹	۲-۲-۲- نام های مترادف یا مرسوم
۱۹	۲-۲-۳- مشخصات فیزیکی شن و ماسه سیلیسی
۲۰	۲-۲-۴- مشخصات شیمیایی شن و ماسه سیلیسی
۲۱	۲-۲-۵- روش آزمایش
۲۱	۲-۳- مشخصات آنتراسیت
۲۱	۲-۳-۱- نام شیمیایی
۲۱	۲-۳-۲- نام های مترادف یا مرسوم
۲۲	۲-۳-۳- مشخصات فیزیکی آنتراسیت
۲۳	۲-۳-۴- مشخصات شیمیایی آنتراسیت



فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲۴	۲-۳-۵- روش آزمایش
۲۵	فصل سوم - تقسیم‌بندی انواع صافی‌های دانه‌ای
۲۷	۳-۱- مقدمه
۲۷	۳-۲- صافی‌های کند
۲۷	۳-۳- صافی‌های تند
۲۸	۳-۱- دسته‌بندی صافی‌های تند براساس دانه‌بندی مصالح بستر
۲۸	۳-۲- دسته‌بندی صافی‌های تند براساس سیستم کنترل بار هیدرولیکی
۳۱	فصل چهارم - روش‌های انتخاب مصالح بستر صافی
۳۳	۴-۱- مقدمه
۳۳	۴-۲- معیارهای انتخاب مصالح بستر
۳۴	۴-۳- عمق، اندازه و ترکیب بستر صافی‌ها
۳۷	فصل پنجم - ریختن، تکمیل و تعویض مصالح بستر صافی
۳۹	۵-۱- مقدمه
۳۹	۵-۲- آماده‌سازی کف نگه‌دارنده صافی
۳۹	۵-۳- ذخیره‌سازی و جابه‌جایی
۴۰	۵-۴- احتیاط‌های لازم هنگام ریختن مصالح
۴۰	۵-۵- بارگذاری مصالح از کیسه‌های بزرگ
۴۲	۵-۶- محاسبه ارتفاع
۴۲	۵-۷- محاسبات جدول بار بستر
۴۳	۵-۸- اجرای لایه مصالح نگه‌دارنده
۴۳	۵-۸-۱- وزن کیسه بزرگ مصالح
۴۳	۵-۸-۲- تراز کردن سطح صافی
۴۳	۵-۸-۳- راه رفتن بر روی تخته‌ها
۴۴	۵-۸-۴- بازبینی مقادیر
۴۴	۵-۸-۵- لایه‌های نهایی مصالح
۴۴	۵-۸-۶- روش تخلیه کیسه‌ها



فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۴۵	۵-۸-۷- روش هدایت گر
۴۵	۵-۸-۸- تکمیل بستر صافی
۴۷	فصل ششم - بازرسی و نمونه برداری
۴۹	۶-۱- مقدمه
۴۹	۶-۲- بازرسی
۵۱	۶-۲-۱- روش تست کارگاهی
۵۳	۶-۲-۲- روش های آزمون - عمومی
۵۷	فصل هفتم - طرح بازرسی و آزمایش
۵۹	۷-۱- مقدمه
۵۹	۷-۲- طرح بازرسی و آزمایش
۶۳	فصل هشتم - ویژگی های بسته بندی و حمل و نقل
۶۵	۸-۱- ویژگی های بسته بندی و حمل
۶۵	۸-۱-۱- بسته بندی
۶۵	۸-۱-۲- حمل و تخلیه در محل تحویل
۶۹	پیوست ۱ - اطلاعات عمومی در رابطه با شن و ماسه سیلیسی
۷۵	پیوست ۲ - اطلاعات عمومی در رابطه با آنتراسیت
۸۱	پیوست ۳ - روش انجام آزمایش ها
۹۹	پیوست ۴ - وضعیت موجود صافی ها و مصالح در کشور
۱۰۵	منابع و مراجع



فهرست شکل ها و نقشه ها

صفحه	عنوان
۴۱	شکل ۵-۱- بسته بندی کیسه های بزرگ مصالح
۴۱	شکل ۵-۲- نحوه بلند کردن مصالح موجود در کیسه بزرگ
۴۲	شکل ۵-۳- ستون بلندکننده کیسه های بزرگ
۴۴	شکل ۵-۴- نحوه تخلیه کیسه بزرگ به داخل صافی
۴۵	شکل ۵-۵- سیستم اجرای لایه مصالح به روش هیدرولیکی
۹۵	شکل پ.۳-۲- نمونه نتیجه آزمایش شکنندگی
۱۰۲	نقشه پ. ۴-۱- توزیع معادن سیلیس موجود در کشور
۱۰۳	نقشه پ.۴-۲- توزیع معادن آنتراسیت موجود در کشور

فهرست جدول ها

صفحه	عنوان
۲۱	جدول ۲-۱- مشخصات شیمیایی شن و ماسه سیلیسی
۲۳	جدول ۲-۲- ترکیب محصول تجاری آنتراسیت
۳۳	جدول ۴-۱- نمونه ای از انواع مصالح بستر و کاربردهای آن ها
۳۵	جدول ۴-۲- مقادیر نسبت عمق به اندازه موثر مصالح بستر صافی در شرایط مختلف صافی ها
۴۳	جدول ۵-۱- فرمت جدول بارگذاری مصالح در صافی
۵۳	جدول ۶-۱- حداقل اندازه نمونه ترکیبی
۵۴	جدول ۶-۲- نمونه برداری از مصالح کیسه ای
۵۹	جدول ۷-۱- نمونه فرم بازرسی و آزمایش برای آنتراسیت
۶۰	جدول ۷-۲- نمونه فرم بازرسی و آزمایش برای ماسه
۸۳	جدول پ.۳-۱- کمترین حجم نمونه مصالح بر طبق اندازه های دانه
۸۹	جدول پ.۳-۲- الزامات اطمینان پذیری روش های تحلیلی برای مواد سمی آب استخراج شده
۱۰۰	جدول پ.۴-۱- مشخصات آماری مصالح آنتراسیت مورد استفاده در برخی از تصفیه خانه های کشور
۱۰۰	جدول پ.۴-۲- مشخصات مصالح ماسه سیلیسی مورد استفاده در برخی از تصفیه خانه های کشور
۱۰۴	جدول پ.۴-۳- محاسبات مربوط به تعیین میزان کربن ثابت (فیکس) در حالت خشک و بدون مواد معدنی بر مبنای استاندارد ASTM D388



مقدمه

صاف‌سازی مهم‌ترین و تنها واحد اجباری برای تصفیه آب‌های سطحی بوده و مصالح بستر نیز مهم‌ترین جزء واحدهای صاف‌سازی از نوع دانه‌ای (گرانولی) هستند. آشنایی با مشخصات فنی مصالح بستر صافی کمک زیادی به استفاده صحیح آن‌ها توسط کاربران می‌کند. از طرف دیگر کشور ایران به دلیل داشتن معادن و مصالح اولیه، تولید/تأمین‌کننده این قبیل مصالح می‌باشد. بدین منظور جهت یکپارچگی اطلاعات و دسترسی آسان‌تر کاربران به آن، این ضابطه نگارش و تدوین گردیده است.

- هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این ضابطه ارائه مشخصات فنی مصالح مورد استفاده در واحد صاف‌سازی تصفیه‌خانه‌های آب شهری و واحدهای پیش‌تصفیه سامانه‌های غیرمتعارف؛ نظیر شن، ماسه‌های سیلیسی و آنتراسیت است. در این ضابطه انواع مصالح مورد استفاده در واحدهای صاف‌سازی آب معرفي و الزامات و روش‌های آزمون هر یک توضیح داده می‌شود. این ضابطه به منظور فراهم‌کردن معیاری برای خریداری، جاگذاری و یا ریختن مصالح دانه‌ای در صافی است و برای طراحی صافی‌ها کاربردی ندارد.

این ضابطه به‌منظور انتخاب مصالح مناسب برای استفاده در بستر واحدهای صاف‌سازی تصفیه‌خانه‌های آب شرب کاربرد دارد و رعایت آن در زمینه صافی‌های به کار رفته در تصفیه‌خانه‌های آب آشامیدنی ضروری می‌باشد.



فصل ۱

تعاریف و اصطلاحات



۱-۱- صاف‌سازی

۱-۱-۱- صاف‌سازی^۱ (فیلتراسیون)

فرآیند جداسازی مواد معلق جامد از یک سیال (در اینجا مایع)، در عبور از یک محیط متخلخل را صاف‌سازی گویند.

۱-۱-۲- صافی^۲

واحدی است که دارای یک بستر متخلخل یا روزه‌ای بوده و به منظور جداسازی مواد معلق از سیالات به کار می‌رود.

۱-۱-۳- انواع صافی‌ها

صافی‌هایی که در تصفیه آب به کار گرفته می‌شوند براساس نرخ صاف‌سازی، نیروی محرک، جهت جریان آب و نوع مصالح طبقه‌بندی می‌شوند.

۱-۱-۳-۱- نرخ صاف‌سازی

صافی‌ها از نظر نرخ صاف‌سازی به سه دسته صافی‌های کند، تند و پربار تقسیم‌بندی می‌شوند.

۱-۱-۳-۱-۱- صافی شنی کند

صافی‌هایی که دارای بار هیدرولیکی کمتر از ۰/۴ مترمکعب بر مترمربع بر ساعت هستند، صافی شنی کند نامیده می‌شوند.

۱-۱-۳-۱-۲- صافی شنی تند

صافی‌هایی که دارای بار هیدرولیکی ۵ الی ۶ مترمکعب بر مترمربع بر ساعت هستند، صافی شنی تند نامیده می‌شوند.

۱-۱-۳-۱-۳- صافی پربار

صافی‌هایی که دارای بار هیدرولیکی بالاتر از ۱۰ مترمکعب بر مترمربع بر ساعت هستند، صافی پربار نامیده می‌شوند.

۱-۲-۳- نیروی محرک

صافی‌ها از نظر نیروی محرک به صورت صافی‌های ثقلی و تحت فشار طبقه‌بندی می‌شوند.



۱-۱-۳-۱-۱- صافی ثقلی

صافی‌هایی که معمولاً به صورت مخازن بتنی و یا فلزی روباز ساخته می‌شوند و بیشینه فشار مورد نیاز بر روی بستر آن‌ها تا ۳ متر است، صافی ثقلی نامیده می‌شوند.

۱-۱-۳-۲- صافی تحت فشار

صافی‌هایی که بیشینه فشار مورد نیاز بر روی بستر آن‌ها بیش از ۳ متر است، صافی تحت فشار نامیده می‌شوند.

۱-۱-۳-۳- جهت جریان

صافی‌ها براساس جهت جریان به صورت صافی‌ها با جریان روبه بالا و پایین دسته‌بندی می‌شوند.

۱-۱-۳-۳-۱- صافی جریان رو به پایین

این نوع صافی‌ها معمولترین صافی‌های مورد استفاده می‌باشند و جهت جریان در آن‌ها از بالا به پایین است.

۱-۱-۳-۳-۲- صافی جریان رو به بالا

صافی‌هایی که جهت جریان آن‌ها از پایین به بالا می‌باشد.

۱-۱-۳-۴- نوع مصالح

صافی‌ها از نظر نوع مصالح به چهار دسته اصلی صافی‌های دانه‌ای، مکانیکی (مانند میکرواسترینرها)، تراوشی (میکرو و اولترا فیلترها) و غشایی (اسمز معکوس) تقسیم می‌شوند که این ضابطه تنها به مشخصات و ویژگی‌های صافی‌های دانه‌ای می‌پردازد.

۱-۱-۳-۴-۱- صافی‌های دانه‌ای

صافی‌هایی هستند که از جنس مصالح بستر شن و ماسه‌ای بوده و باید گردگوشه باشند. این قبیل صافی‌ها می‌تواند تک لایه یا چند لایه باشند.

۱-۱-۴- مصالح صافی^۱

مصالح دانه‌ای هستند که با عمق‌های متفاوت برای پرکردن لایه‌ی شن نگه‌دارنده و بستر صافی، در صافی‌های دانه‌ای مورد استفاده در تصفیه‌ی آب به کار گرفته می‌شوند.



۱-۱-۵- بستر صافی^۱

بخشی از بدنه صافی متشکل از مصالح ماسه‌ای با چگالی بالا، ماسه سیلیسی و آنتراسیت که در طول فرآیند صافسازی مواد معلق را از آب جدا می‌کنند.

۱-۲- طبقه‌بندی اندازه مواد دانه‌ای

۱-۲-۱- اندازه دانه^۲

به اندازه قطر دانه گفته می‌شود که توسط اندازه چشمه کوچک‌ترین الک مورد آزمایش؛ که دانه در شرایط تعریف شده از آن عبور می‌کند تعیین می‌شود. به طور معمول اندازه دانه با واحد میلی‌متر بیان می‌شود.

۱-۲-۲- محدوده اندازه دانه^۳

محدوده بین بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین اندازه قطر دانه‌ها می‌باشد. این محدوده، به وسیله دو قطر چشمه الک‌هایی که تمام دانه‌ها بین آن قرار می‌گیرند تعیین می‌شود.

۱-۲-۳- بزرگ‌ترین اندازه دانه^۴

بزرگ‌ترین قطر اندازه دانه که به طور معمول توسط بزرگ‌ترین قطر چشمه الک قابل استفاده برای دانه‌ها در زمان انجام آزمایش توزیع اندازه دانه تعیین می‌گردد.

۱-۲-۴- کوچک‌ترین اندازه دانه^۵

کوچک‌ترین قطر اندازه دانه که به طور معمول توسط کوچک‌ترین قطر چشمه الک قابل استفاده برای دانه‌ها در زمان انجام آزمایش توزیع اندازه دانه تعیین می‌گردد.

۱- Filter Media

۲- Particle Size

۳- Particle Size Range

۴- Maximum Particle Size

۵- Minimum Particle Size



۱-۲-۵- درصد بزرگ‌تر از اندازه^۱

درصد جرمی از مخلوط دانه‌ای که از بزرگ‌ترین قطر دهانه الک آزمایشگاهی استفاده شده برای تعیین اجزای دانه‌بندی عبور نمی‌کند.

۱-۲-۶- درصد کوچک‌تر از اندازه^۲

درصد جرمی از مخلوط دانه‌ای که از کوچک‌ترین قطر دهانه الک آزمایشگاهی استفاده شده برای تعیین اجزای دانه‌بندی عبور می‌کند.

۱-۲-۷- جزء دانه‌بندی^۳

زیرمجموعه‌ای (زیرجزئی) از گستره اندازه دانه‌ها که به وسیله قطر چشمه دو الک متوالی مورد استفاده در آزمایش دانه‌بندی تعیین می‌شود.

۱-۲-۸- توزیع اندازه دانه^۴

درصد جرمی هر جزء (منحصره‌فرد) دانه‌بندی است.

۱-۲-۹- منحنی توزیع اندازه دانه^۵

منحنی رسم شده از قطر چشمه الک در مقابل درصد جرمی دانه‌های عبوری از آن در سری الک‌های آزمایشگاهی مورد استفاده می‌باشد.

۱- Oversize Percentage

۲- Undersize Percentage

۳- Particle Size Fraction

۴- Particle Size Distribution

۵- Particle Size Distribution Curve



۱-۲-۱- اندازه مؤثر^۱Es (d₁₀)

قطر چشمه الکی که ۱۰ درصد جرمی دانه‌ها از آن عبور می‌کنند و به‌طور نظری از روی منحنی توزیع اندازه دانه به دست می‌آید.

۱-۲-۱- ضریب یکنواختی^۲U_c

نسبت قطر دهانه چشمه الک با میزان عبور جرمی ۶۰ درصد دانه‌ها به قطر دهانه چشمه الک با میزان عبور جرمی ۱۰ درصد دانه‌ها؛

$$U_C = d_{60} / d_{10}$$

باید توجه داشت که مقادیر d₁₀ و d₆₀ به‌طور نظری از منحنی توزیع اندازه دانه به دست می‌آیند.

۱-۲-۱- کوچک‌ترین اندازه^۳d₁

قطر دهانه چشمه الکی که ۱ درصد جرمی دانه‌ها از آن عبور کرده‌اند. تعیین کوچک‌ترین اندازه برای اطمینان از توزیع یکنواخت اندازه دانه در پایین‌ترین دامنه ضروری است.

۱-۲-۱- اندازه اسمی^۴

محدوده بزرگ‌ترین و کوچک‌ترین اندازه دانه که توسط تولیدکننده اعلام می‌شود.

۱- Effective size

۲- Uniformity coefficient

۳- Minimum size

۴- Nominal size



۱-۳-۱- چگالی^۱۱-۳-۱- چگالی مطلق^۲ ρ_A

جرم ماده تقسیم بر حجم آن ماده بدون لحاظ نمودن حجم حفره‌های باز و بسته می‌باشد.

۱-۳-۲- چگالی دانه خشک^۳ ρ_D

جرم دانه تقسیم بر حجم آن با لحاظ نمودن حجم حفره‌های باز و بسته می‌باشد.

۱-۳-۳- چگالی دانه تر^۴ ρ_W

جرم دانه ا شباع شده با آب تقسیم بر حجم دانه با لحاظ نمودن حجم حفره‌های باز و بسته می‌باشد. باید به این نکته توجه کرد که حفره‌های باز موجود در مصالح بستر صافی در صورت استغراق با آب پر می‌شود. نرخ این فرآیند وابسته به تخلخل، نوع حفره باز، توزیع اندازه این حفره‌ها و خواص سطح مصالح صافی است و به‌طور تقریبی می‌توان چگالی دانه تر را با استفاده از چگالی خشک دانه و با فرض پرشدگی مقدار مشخصی از حفره‌های باز توسط آب محاسبه کرد.

۱-۳-۴- چگالی توده‌ای غیرمتراکم^۵ ρ_L

جرم ماده پودری و یا دانه‌ای غیر فشرده تقسیم بر حجم کلی آن می‌باشد.

۱-۳-۵- چگالی توده‌ای متراکم^۶ ρ_P

۱- Density

۲- Absolute density

۳- Particle Density, Dry

۴- Particle Density, Wet

۵- Bulk Density, Loose

۶- Bulk Density, Packed



جرم مصالح دانه‌ای بعد از فشرده‌سازی به وسیله روش‌های خاص تقسیم بر حجم کلی آن می‌باشد.

۱-۳-۶- چگالی بستر^۱

جرم بستر مصالح دانه‌ای بعد از شستشوی معکوس و زهکشی تقسیم بر حجم آن می‌باشد.

۱-۴- تخلخل^۲

۱-۴-۱- حفره‌های باز^۳

حفره‌های باز موجود در سطح دانه با عمق بیش‌تر از قطر آن که می‌توانند به‌طور هم‌جوار و یا بهم پیوسته باشند.

۱-۴-۲- تورم^۴

حفره‌های بسته داخل دانه‌ها که آب نمی‌تواند در آن‌ها نفوذ کند.

۱-۴-۳- تخلخل دانه^۵

ε_p

نسبت حجم حفره‌های موجود در دانه V_p به حجم کل دانه V_t :

$$\varepsilon_p = \frac{V_p}{V_t}$$

۱-۴-۴- حجم درون شبکه‌ای (بینابینی)^۶

معادل با فضای بین ذرات، خلل و فرج بیرونی است.

ε

که عبارت است از نسبت فضای خالی (V_v) بین دانه‌های بستر به حجم کل بستر (V_B):

۱- Bed Density

۲- Porosity

۳- Pores

۴- Blisters

۵- Particle Porosity

۶- Interstitial Volume



$$\varepsilon = \frac{V_V}{V_B} = \frac{(V_B - V_t)}{V_B} = 1 - \frac{V_t}{V_B}$$

۵-۱- خواص مکانیکی^۱

۱-۵-۱- مقاومت مکانیکی^۲

مقاومت دانه‌ها در برابر شکسته شدن که به وسیله آزمایش‌های خاص اندازه‌گیری می‌شود. به طور کلی می‌توان رفتار دانه‌ها در حین شستشو را با آزمایش سایش^۳ و رفتار آن‌ها در هنگام حمل و نقل و پرکردن صافی را با آزمایش شکنندگی^۴ ارزیابی کرد.

۲-۵-۱- شکنندگی^۵

گرایش یک ماده جامد برای شکستن به قطعات کوچک‌تر در اثر ضربه، تماس و یا سایش می‌باشد.

۶-۱- خواص هیدرولیکی^۶

۱-۶-۱- افت فشار بستر^۷

اختلاف فشار ناشی از مقاومت بستر در مقابل عبور جریان مایع از بین دو نقطه در داخل بستر است.

۲-۶-۱- انبساط بستر^۸

نسبت ارتفاع بستر در زمان شستشوی معکوس (وقتی که جریان رو به بالا است) تقسیم بر ارتفاع بستر در حالت جریان صفر می‌باشد.

۱- Mechanical Properties

۲- Mechanical Strength

۳- Attrition Test

۴- Friability Test

۵- Friability

۶- Hydraulic Properties

۷- Headloss

۸- Bed Expansion



۱-۶-۳- نفوذپذیری بستر کثیف (لایه گلی، کیک)^۱

ظرفیت عبور آب از بین خلل و فرج بستر کثیف در دوره کارکرد صافی (بستر کیک مصالح) تحت شرایط خاص می‌باشد.

۱-۷-۷- خواص شیمیایی^۲۱-۷-۱- مواد قابل حل در اسید^۳

موادی که قابلیت انحلال در اسید مطابق با شرایط خاص را داشته باشند، که در این ضابطه با استفاده از جرم کاهش یافته بعد از غوطه‌وری دانه‌ها داخل اسید تحت شرایط خاص تعیین می‌شود.

۱-۷-۲- مواد قابل حل در آب^۴

موادی که قابلیت انحلال در آب مطابق با شرایط خاص را داشته باشند، که در این ضابطه با استفاده از جرم کاهش یافته بعد از غوطه‌وری دانه‌ها داخل آب تحت شرایط خاص تعیین می‌شود.

۱-۷-۳- مواد سمی قابل استخراج از آب^۵

مواد سمی موجود در آب استخراج کننده بعد از شستشوی مصالح صافی با این آب تحت شرایط خاص است.

۱-۷-۴- مواد فرار^۶

مواد قابل استخراج از یک ماده خشک بعد از انجام عملیات گاززدایی (خروج مواد فرار به‌صورت گاز) تحت شرایط خاص که در این ضابطه با استفاده از جرم کاهش یافته از آن ماده خشک بعد از انجام عملیات ذکرشده، تعیین می‌شود.

۱-۷-۵- خاکستر^۷

پسماند باقیمانده بعد از سوزاندن یک ماده تحت شرایط خاص می‌باشد.

۱- Cake Permeability

۲- Chemical Properties

۳- Acid-Soluble Material

۴- Water-Soluble Material

۵- Water-Extractable Toxic Substances

۶- Volatile Matter

۷- Ash



۱-۷-۶- ماده از دست رفته به علت سوزاندن^۱

جرم از دست رفته بعد از سوزاندن یک ماده تحت شرایط خاص می‌باشد.

۱-۸- ظاهر^۲

۱-۸-۱- شکل^۳

توصیف هندسی از دانه‌های منفرد (خاص)؛ این توصیف برای دانه می‌تواند با اشکال کروی، گرد، دانه‌ای، استوانه‌ای، بیضی‌شکل، نامنظم و زاویه‌دار باشد.

۱-۸-۲- ساختار^۴

توصیف ساختار دانه که می‌تواند خلل و فرج و پوکی یا کریستالی و یا چگال بودن دانه را تعریف کند.

۱-۸-۳- زبری^۵

توصیف سطح دانه که می‌توان به‌صورت، نرم، زبر یا ترک‌خورده باشد.

۱- Ignition Loss

۲- Appearance

۳- Shape

۴- Structure

۵- Roughness



۱-۹- دقت آزمایش^۱

۱-۹-۱- تکرارپذیری آزمایش^۲

۱-۹-۲- شرایط تکرارپذیری آزمایش^۳

شرایط انجام آزمایش‌های مستقل با روش‌های اجرای مشابه برای به دست آوردن نتایج آزمون‌های غیر وابسته بر روی نمونه‌های یکسان، در یک آزمایشگاه، توسط یک کاربر و با استفاده از تجهیزات یکسان در فواصل زمانی کوتاه تکرار آزمایش است.

۱-۹-۳- حد تکرارپذیری آزمایش^۴

مقداری کمتر یا برابر با اختلاف مطلق بین دو نتیجه آزمون به دست آمده تحت شرایط تکرارپذیری است.

۱-۹-۴- شرایط باز تولید^۵

شرایطی که طی آن نتایج مستقل آزمایش بر روی نمونه‌های یکسان در آزمایشگاه‌های مختلف توسط کاربران و تجهیزات متفاوت به دست می‌آید.

۱-۹-۵- حد باز تولید^۶

مقدار کمتر یا مساوی با اختلاف مطلق بین دو نتیجه آزمایش که تحت شرایط باز تولیدی به دست می‌آید و انتظار می‌رود با احتمال ۹۵ درصد باشد.

۱- Precision

۲- Repeatability

۳- Repeatability Conditions

۴- Repeatability Limit

۵- Reproducibility Conditions

۶- Reproducibility Limit



۱۰-۱- حمل‌ونقل و خرید

۱-۱۰-۱- کیسه^۱

یک ظرف از جنس پلاستیک، کاغذ یا الیاف که حدود ۰/۰۳ مترمکعب یا کمتر از مصالح صافی را در خود جای دهد.

۲-۱۰-۱- ظرف شبه فله^۲

یک ظرف فله پلاستیکی یا الیافی بزرگ که عموماً حدود ۱ تن یا بیش‌تر از مصالح صافی را در خود جای دهد.

۳-۱۰-۱- خریدار^۳

فرد، شرکت یا سازمانی که هزینه خرید هر ماده تولید شده یا کار اجراشده را می‌پردازد.

۴-۱۰-۱- تولیدکننده^۴

فرد یا افراد حقیقی یا حقوقی که مواد یا محصولات را می‌سازند و یا تولید می‌کند.

۵-۱۰-۱- تأمین‌کننده^۵

فرد یا افراد حقیقی یا حقوقی که مواد یا خدمات را تأمین می‌کند. تأمین‌کننده و تولیدکننده ممکن است یکی باشد.

۶-۱۰-۱- پیمانکار^۶

فرد یا افراد حقیقی و حقوقی که نیروی کار و وسایل و تجهیزات لازم برای تعویض مصالح یا پر کردن بستر صافی را در اختیار دارد و اقدام به انجام آن می‌نماید.

۱- Bag

۲- Semibulk Container

۳- Purchaser

۴- Manufacturer

۵- Supplier

۶- Constructor



فصل ۲

مشخصات مصالح بستر صافی‌ها



۲-۱- مقدمه

مطابق با آنچه در قسمت تعاریف بیان شد مصالح بستر صافی اجزایی از بستر است که ذرات جامد را در فرآیند صاف سازی از آب جدا می‌کنند و شامل آنتراسیت، ماسه سیلیسی، ماسه با دانسیته بالا و مصالح شنی نگه‌دارنده بستر صافی می‌شود. از پرکاربردترین مصالح صافی با چگالی بالا می‌توان به گارنت^۱، ایلمنیت^۲، هماتیت^۳، مگنتیت^۴ اشاره نمود. با توجه به اینکه پرکاربردترین مصالح دانه‌ای جهت صاف سازی در تصفیه‌خانه‌های آب ایران شن و ماسه سیلیسی و آنتراسیت می‌باشد، در این بخش از ضابطه به بررسی مشخصات فیزیکی و شیمیایی مصالح شن و ماسه سیلیسی و آنتراسیت پرداخته شده است.

۲-۲- مشخصات شن و ماسه سیلیسی

۲-۲-۱- نام شیمیایی

سیلیکا، دی‌اکسید سیلیسیم (SiO_2)

۲-۲-۲- نام‌های مترادف یا مرسوم

ماسه سیلیسی، شن سیلیسی (ماسه سیلیکا و شن سیلیکا)

۲-۲-۳- مشخصات فیزیکی شن و ماسه سیلیسی

۲-۲-۳-۱- ظاهر

شن و ماسه سیلیسی یک ماده دانه‌ای خاکستری، سفید، زرد و یا چندرنگ است. ساختار آن به صورت کریستالی با بافت صاف تا زیر است. شکل فیزیکی ذرات این مصالح، کروی یا تیز گوشه بوده که بیش‌تر به محل استخراج و همچنین روش تولید آن‌ها (شن و ماسه شکسته یا رودخانه‌ای) وابسته است. به طور معمول مصالح شن و ماسه مورد استفاده در صافی باید به صورت همگن بوده و فاقد مواد خارجی قابل مشاهده باشد.

۲-۲-۳-۲- توزیع اندازه دانه

توزیع اندازه دانه ماسه سیلیسی باید به یکی از صورت‌های زیر در نظر گرفته شود:



۱- Garnet

۲- Ilmenite

۳- Hematite

۴- Magnetite

الف- اندازه مؤثر: (d10) با حداکثر انحراف ± 5 درصد

ضریب یکنواختی: (Uc) کم‌تر از ۱/۵ (در صورت وجود محدودیت و تایید مصرف‌کننده این مقدار قابل افزایش تا ۱/۶ نیز خواهد بود).

کوچک‌ترین اندازه: (d1) با حداکثر انحراف ± 5 درصد

ب- محدوده اندازه ذرات و جزء جرمی کوچک‌تر و بزرگ‌تر از اندازه، که بر مبنای کاربرد آن‌ها در نظر گرفته می‌شود. حداکثر مقدار درصد جرمی دانه‌های بزرگ‌تر و کوچک‌تر از محدوده اندازه در صافی‌های تک لایه باید ۱۰ درصد و در صافی‌های چندلایه ۵ درصد باشد. این مقادیر برای لایه نگهدارنده صافی می‌تواند ۱۵ درصد جرمی باشد. به بخش ۲-۳ پیوست ۱، برای مشاهده نمونه‌هایی از اندازه دانه‌های موجود و مورد استفاده در انواع صافی‌ها مراجعه کنید.

توجه ۱: اندازه دانه‌ها در طول بررسی و حمل و نقل ممکن است کاهش یابد.
توجه ۲: برای استفاده‌های خاص مقادیر دیگری از توزیع اندازه دانه می‌تواند استفاده شود.

۲-۳-۳- چگالی مطلق

چگالی مطلق شن و ماسه سیلیسی باید در محدوده ۲۵۰۰ تا ۲۸۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب باشد.

۲-۳-۴- چگالی توده‌ای غیرمتراکم

چگالی توده‌ای غیرمتراکم شن و ماسه سیلیسی باید در محدوده ۱۴۰۰ تا ۱۷۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب باشد.

۲-۳-۵- چگالی توده‌ای متراکم

چگالی توده‌ای متراکم شن و ماسه سیلیسی باید در محدوده ۱۵۰۰ تا ۱۹۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب باشد.

۲-۴- مشخصات شیمیایی شن و ماسه سیلیسی

این ضابطه حداقل الزامات لازم برای میزان خلوص مورد نیاز شن و ماسه سیلیسی قابل استفاده برای تصفیه آب به جهت مصارف انسانی را تعیین می‌کند. این محدودیت‌ها، برای ناخالصی‌های معمول موجود در مصالح سیلیسی ارائه شده، و امکان دارد بسته به ماده اولیه و فرآیند تولید، ناخالصی‌های دیگری نیز در محصولات وجود داشته باشد که در این صورت، موضوع باید به کاربران مربوطه اطلاع داده شود.

محدودیت‌هایی که برای ناخالصی‌ها و پارامترهای شیمیایی در نظر گرفته شده است، بر مبنای احتمال وجود آن‌ها در اغلب فرآیندهای تولید و مواد اولیه موجود می‌باشد. در صورتی که فرآیند تولید و یا مواد اولیه مورد استفاده منجر به ایجاد مقدار قابل توجهی از ناخالصی، محصولات جانبی یا مواد افزودنی شود، این موضوع باید به کاربر اطلاع داده شود. کاربران باید میزان خلوص مناسب محصولات را با در نظر گرفتن عواملی همچون کیفیت آب خام، میزان تزریق مواد

شیمیایی و سایر ناخالصی‌ها و مواد افزودنی در مراحل تولید محصول (که در این ضابطه به آن‌ها اشاره نشده است)، مطابق با استاندارد ملی ۱۰۵۳، ۱۰۱۱ و استانداردهای مرتبط دیگر مورد بررسی قرار دهند.

مشخصات شیمیایی شن و ماسه سیلیسی باید مطابق با جدول شماره (۱-۲) باشد.

جدول ۱-۲- مشخصات شیمیایی شن و ماسه سیلیسی

جزء جرمی از درصد تولیدات				ویژگی شیمیایی
نوع ۳		نوع ۲	نوع ۱	
D10≥2mm	D10<2mm			
۸۰	۸۰	۸۰	۹۶	میزان حداقل SiO ₂
۱۰	۵	۲	۲	میزان حداکثر حلالیت در اسید

نکته ۱: میزان حداقل SiO₂ و حداکثر حلالیت در اسید، اطلاعاتی در رابطه با محل استخراج و تولید شن و ماسه سیلیسی ارائه می‌دهد. با توجه به کیفیت معادن موجود در کشور، تنها استفاده از شن و ماسه سیلیسی نوع ۱ در صافی‌های مورد استفاده برای تولید آب آشامیدنی مجاز می‌باشد.

نکته ۲: سایر ترکیبات محتمل در بخش ۱-۲ پیوست ۱ ارائه گردیده است.

نکته ۳: در اثر استفاده از شن و ماسه سیلیسی، غلظت پارامترهای شیمیایی موجود در آب نباید از مقادیر مجاز ذکر شده در استاندارد ۱۰۵۳ تجاوز کند.

نکته ۴: مواد قابل آزاد شدن در آب، می‌تواند بر مبنای روشی که در استاندارد EN 12902 (پیوست ۳) ارائه شده است، تخمین زده شود.

۲-۲-۵- روش آزمایش

روش انجام آزمایش‌ها بر مبنای پیوست ۳ است.

۲-۳- مشخصات آنتراسیت

۲-۳-۱- نام شیمیایی

کربن (C)

۲-۳-۲- نام‌های مترادف یا مرسوم

آنتراسیت طبیعی



۲-۳-۳- مشخصات فیزیکی آنتراسیت

۲-۳-۳-۱- ظاهر

آنتراسیت یک ماده دانه‌ای درخشان سیاه‌رنگ است. این مصالح دارای شکل دانه‌ای شکسته و یا دانه‌ای با ساختار نامنظم و بافت صاف هستند.

به طور معمول مصالح آنتراسیت مورد استفاده در صافی باید به صورت همگن بوده و فاقد مواد خارجی قابل مشاهده باشد.

۲-۳-۳-۲- توزیع اندازه دانه

توزیع اندازه ذره باید بر روی نمونه‌های برداشت شده در محل تولید با استفاده از روش آزمون ارائه شده در استاندارد EN 12902 که در (پیوست ۳) ارائه شده است، انجام شود.

باید به این نکته توجه داشت که ممکن است اندازه دانه‌ها در طول انجام آزمون و حمل و نقل کاهش یابد.

توزیع اندازه دانه آنتراسیت باید به یکی از صورت‌های زیر در نظر گرفته شود:

الف- سایز مؤثر: (d10) با حداکثر انحراف ± 5 درصد

ضریب یکنواختی: (Uc) کم‌تر از $1/5$ (در صورت وجود محدودیت و تایید مصرف‌کننده این مقدار قابل افزایش تا $1/6$ نیز خواهد بود).

حداقل سایز: (d1) با حداکثر انحراف ± 5 درصد

ب- محدوده اندازه ذرات و جزء جرمی کوچک‌تر و بزرگ‌تر از اندازه، که بر مبنای کاربرد آن‌ها در نظر گرفته می‌شود.

حداکثر مقدار درصد جرمی دانه‌های بزرگ‌تر و کوچک‌تر از محدوده اندازه در صافی‌های تک لایه باید ۱۰ درصد

و در صافی‌های چندلایه ۵ درصد می‌باشد. این مقادیر برای لایه نگهدارنده صافی می‌تواند ۱۵ درصد جرمی

باشد. به بخش ۲-۳ (پیوست ۲)، برای مشاهده نمونه‌هایی از اندازه دانه‌های موجود و مورد استفاده در انواع

صافی‌ها مراجعه کنید.

توجه: برای استفاده‌های خاص، مقادیر دیگری از توزیع اندازه دانه می‌تواند استفاده شود.

۲-۳-۳-۲- چگالی مطلق

چگالی مطلق آنتراسیت باید در بازه ۱۳۵۰ تا ۱۶۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب باشد.

۲-۳-۳-۲- چگالی توده‌ای غیرمتراکم

چگالی توده‌ای غیرمتراکم آنتراسیت باید در محدوده ۶۵۰ تا ۸۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب باشد.



۲-۳-۵- چگالی توده‌ای متراکم

چگالی توده‌ای متراکم آنتراسیت باید در محدوده ۶۷۰ تا ۸۲۰ کیلوگرم بر مترمکعب باشد.

۲-۳-۴- مشخصات شیمیایی آنتراسیت

این ضابطه حداقل الزامات لازم برای میزان خلوص مورد نیاز آنتراسیت قابل استفاده برای تصفیه آب به جهت مصارف انسانی را تعیین می‌کند. این محدودیت‌ها، برای ناخالصی‌های معمول موجود در مصالح آنتراسیتی ارائه شده و امکان دارد بسته به ماده اولیه و فرآیند تولید، ناخالصی‌های دیگری نیز در محصولات وجود داشته باشد که در این صورت، موضوع باید به کاربران و در صورت لزوم به مسئولین مربوطه اطلاع داده شود.

محدودیت‌هایی که برای ناخالصی‌ها و پارامترهای شیمیایی در نظر گرفته شده است، بر مبنای احتمال وجود آن‌ها در اغلب فرآورده‌های تولید و مواد اولیه موجود می‌باشد. در صورتی که فرآیند تولید و یا مواد اولیه مورد استفاده منجر به تولید مقدار قابل توجهی از ناخالصی، محصولات جانبی یا مواد افزودنی شود، این موضوع باید به کاربر اطلاع داده شود. کاربران باید میزان خلوص مناسب محصولات را با در نظر گرفتن عواملی همچون کیفیت آب خام، میزان تزریق مواد شیمیایی و سایر ناخالصی‌ها و مواد افزودنی در مراحل تولید محصول (که در این ضابطه به آن‌ها اشاره نشده است)، مطابق با ضوابط استاندارد ملی ۱۰۵۳، ۱۰۱۱ و استانداردهای مرتبط دیگر مورد بررسی قرار دهند.

ترکیب محصول باید مطابق با جدول شماره (۲-۲) باشد.

جدول ۲-۲- ترکیب محصول تجاری آنتراسیت

پارامتر	درصد جرمی
حداقل کربن (بدون آب و خاکستر)	۹۰
حداکثر خاکستر*	۸
حداکثر مواد فرار	۱۰

* در صورت وجود محدودیت در انتخاب تامین‌کننده با تایید مصرف‌کننده این مقدار قابل افزایش تا ۱۲ درصد نیز می‌باشد.

نکته ۱: این پارامترها بر خصوصیات صاف‌سازی تأثیر نمی‌گذارند ولی اطلاعاتی در رابطه با منبع آنتراسیت ارائه می‌کنند. با توجه به کیفیت معادن آنتراسیت موجود در کشور مقادیر مربوط به ترکیبات آنتراسیت باید در محدوده حداقل و حداکثرهای ذکر شده در جدول بالا باشند.

نکته ۲: سایر ترکیبات محتمل در بخش ۲-۱ پیوست ۲ ارائه گردیده است.

نکته ۳: پس از پرکردن، شستشو و راه‌اندازی سامانه صافی برای تولید آب آشامیدنی، آنتراسیت مورد استفاده نباید غلظت پارامترهای شیمیایی را بیش‌تر از مقدار حداکثر مجاز ذکر شده در استاندارد ۱۰۵۳ افزایش دهد.

نکته ۴: مواد قابل آزاد شدن در آب، می‌تواند بر مبنای روشی که در استاندارد EN 12902 (پیوست ۳) ارائه شده است، تخمین زده شود.

۲-۳-۵- روش آزمایش

روش انجام آزمایش‌ها بر مبنای پیوست ۳ است.



فصل ۳

تقسیم‌بندی انواع صافی‌های دانه‌ای



۳-۱- مقدمه

مطابق آنچه در فصل اول (تعاریف و اصلاحات) بیان گردید هر سامانه‌ای که دارای یک عضو متخلخل یا روزنه‌ای بوده و به‌منظور جداسازی مواد معلق از سیالات استفاده شود را صافی می‌گویند. صافی‌ها براساس نرخ صاف‌سازی به دو دسته کلی با نرخ جریان تند و نرخ جریان کند تقسیم‌بندی می‌شوند که در این فصل به خصوصیات هر یک از آن‌ها پرداخته شده است.

۳-۲- صافی‌های کند

این نوع صافی‌ها قدیمی‌ترین نوع صافی می‌باشند که برای تصفیه آب شرب مورد استفاده قرار گرفته است و در آن‌ها آب به صورت ثقلی از میان یک لایه ماسه ریزدانه با اندازه مؤثر ۰/۳۵-۰/۱۵ میلی‌متر عبور می‌نماید و نرخ صاف‌سازی در این نوع صافی‌ها کمتر از ۰/۴ مترمکعب بر مترمربع بر ساعت است. مهمترین عمل تصفیه در آن فعالیت باکتری‌های موجود در یک لایه نازک روی سطح صافی می‌باشد که به نام شموئزدک^۱ (Schmoutzdeke) یا لایه کثیف شناخته می‌شود. این لایه باعث تصفیه بیولوژیک و حذف میکروارگانیسم‌ها، مواد هیومیک و مواد آلی از آب می‌شود. صافی‌های کند شنی قابلیت حذف تک یاخته‌ها با راندمان ۹۹/۹۸ درصد و باکتری‌ها با راندمان ۹۰-۹۹ درصد را دارند، همچنین سادگی بهره‌برداری و عدم نیاز به وسایل و تجهیزات الکترومکانیکال پیچیده و کاهش مقدار کلر مصرفی جهت گندزدایی (بالتبع آن کاهش خطر تولید مواد جانبی مضر مانند تری هالومتان‌ها) از دیگر مزایای آن به شمار می‌رود. از طرف دیگر هزینه‌های نسبتاً زیاد احداث، احتیاج به زمین بیشتر، محدودیت در پذیرش کدورت آب خام ورودی و حفاظت از نور برای جلوگیری از رشد جلبک از محدودیت‌های استفاده از این نوع صافی‌ها به شمار می‌رود.

۳-۳- صافی‌های تند

صافی‌های تند ثقلی از معمول‌ترین نوع صافی‌ها هستند که اغلب برای تصفیه آب خروجی واحد ته‌نشینی مورد استفاده قرار می‌گیرند. اگرچه در برخی از موارد از این نوع صافی‌ها برای تصفیه آب خام باکیفیت بالا بدون استفاده از زلال‌ساز نیز استفاده می‌شود. مقدار حداکثر مجاز کدورت ورودی به صافی‌های تند تا ۲۰ NTU (مقدار ایده آل ۵ NTU) می‌باشد که بدلیل کاهش زمان عملکرد صافی (کاهش زمان گرفتگی و افزایش دوره‌های شست‌شوی معکوس) و کاهش طول عمر عملکرد آن‌ها، در بالا توصیه نمی‌گردد. امروزه نرخ معمول صاف‌سازی برابر با ۵ تا ۶ مترمکعب بر مترمربع بر ساعت در نظر گرفته می‌شود. نرخ‌های بالاتر نیز در صافی‌های دولایه (تا حدود ۱۲ مترمکعب بر مترمربع بر ساعت) و در صافی‌های با دانه‌بندی بزرگ‌تر برای حذف آهن و منگنز و آب با کیفیت بالاتر (تا حدود ۱۵ مترمکعب بر مترمربع بر ساعت) قابل دستیابی می‌باشد.

۱- Schmoutzdeke



نرخ صاف‌سازی مورد استفاده در این نوع صافی‌ها علاوه بر کدورت آب ورودی که در بالا به آن اشاره شد به دمای آب و مصالح مورد استفاده نیز وابسته می‌باشد.

۳-۳-۱- دسته‌بندی صافی‌های تند براساس دانه‌بندی مصالح بستر

مصالح مورد استفاده برای تشکیل بستر صافی باید دارای تخلخل کافی باشد تا آب بتواند از آن عبور کرده و ذرات معلق بر روی سطح مصالح بستر ته‌نشین گردد. در ضمن باید بتواند در عملیات شستشوی معکوس، ذرات باقیمانده در فضای بستر را همراه با آب از آن خارج نموده تا صافی دوباره آماده بهره‌برداری شود. هرچه دانه‌بندی مصالح صافی بزرگ‌تر باشد فاصله بین دو شستشوی معکوس طولانی‌تر می‌شود و در نتیجه آب کم‌تری هم به مصرف می‌رسد. اما در مقابل، احتمال عبور ذرات مولد کدورت مانند باکتری‌ها از بستر صافی بیش‌تر می‌شود و برای رفع این نقص لازم است که ضخامت مصالح افزایش یابد.

صافی‌های تند از نظر دانه‌بندی به چهار دسته تقسیم می‌شوند:

- ۱- صافی‌های تند متعارف که در آن‌ها جنس مصالح صافی از یک نوع بوده و بسته به شرایط سیستم زهکشی کف صافی در زیر این مصالح از شن درشت‌دانه استفاده می‌گردد. این صافی‌ها با نام صافی‌های تک‌لایه شناخته می‌شوند و مصالح بستر آن‌ها می‌تواند ماسه سیلیسی، آنتراسیت و غیره باشد. در طرح‌های ویژه، شن زیر بستر در نظر گرفته نشده و کف کاذب و نازل‌ها پیش‌بینی می‌شود.
- ۲- صافی‌های تند با استفاده از دو نوع مصالح آنتراسیت و ماسه سیلیسی با عنوان صافی‌های دولایه شناخته می‌شوند.
- ۳- صافی‌های تند با استفاده از سه نوع مصالح آنتراسیت، ماسه سیلیسی و گارنت که با عنوان صافی‌های مخلوط هم نامیده می‌شوند.
- ۴- صافی‌های با دانه‌بندی درشت‌تر و ضخامت بیش‌تر مصالح بستر، معروف به صافی‌های عمیق هستند.

۳-۳-۲- دسته‌بندی صافی‌های تند براساس سیستم کنترل بار هیدرولیکی

تا حدود سال ۱۹۶۰ بهره‌برداری از صافی‌های تند متعارف با بار هیدرولیکی حدود ۴ تا ۵ مترمکعب بر مترمربع بر ساعت صورت می‌گرفت که در ادامه با ایجاد تغییراتی در اندازه موثر و ارتفاع مصالح بستر، بار هیدرولیکی به مقادیر بالاتر رسید. در این تغییرات مشخص شد که تنها حفظ بار هیدرولیکی کم متضمن تولید آب بهتر نیست بلکه پیش‌نیاز تولید آب خوب توسط صافی، عملکرد مطلوب فرایندهای تصفیه، قبل از آن مانند انعقاد و لخته‌سازی و زلال‌سازی است. افزایش بار هیدرولیکی که در حقیقت افزایش سرعت آب در صافی است باعث می‌شود که ذرات معلق آب ورودی به صافی به لایه‌های زیرین مصالح بستر حمل شود و لذا احتمال فرار آن‌ها از صافی افزایش می‌یابد.

طی چند دهه اخیر بهره‌برداری از صافی‌های با نرخ کاهشی (صافی‌هایی که سطح آب ورودی آن‌ها ثابت است و نرخ بارهیدرولیکی وارده به آن‌ها به مرور زمان با گرفتگی سطح بستر کم می‌شود) نیز مورد توجه قرار گرفته و مشاهده گردید که کیفیت آب آن‌ها در حد مطلوب است. نکته اصلی در این صافی‌ها، جلوگیری از افزایش و یا کاهش ناگهانی بار هیدرولیکی صافی است زیرا افزایش ناگهانی بار هیدرولیکی می‌تواند باعث فرار کدورت از صافی شود و کاهش ناگهانی آن هم باعث جابه‌جایی حباب‌های محبوس و آسیب به وضعیت بستر می‌شود. بار هیدرولیکی هر صافی باید ثابت بوده و یا حداقل دچار تغییرات ناگهانی نشود. مکانیسم‌های حفظ بار هیدرولیکی و ثابت نگه‌داشتن سطح آب صافی تحت عنوان روش‌های کنترل کار صافی عبارتند از:

- کنترل میزان آب ورودی به صافی،
- کنترل میزان آب خروجی از صافی،
- ترکیب هر دو روش.

در اکثر تصفیه‌خانه‌های آب دنیا که از صافی‌های تند بهره‌برداری می‌کنند سعی بر حفظ بار هیدرولیکی صافی با استفاده از تجهیزات خودکار می‌باشد. لذا بر روی لوله ورودی و یا خروجی تاسیساتی پیش‌بینی می‌شود که مطابق با برنامه از پیش تعیین شده سطح تراز آب در صافی، میزان عبور آب و یا هر دو را تحت کنترل قرار می‌دهد. در بعضی از تصفیه‌خانه‌های آب میزان آب ورودی بدون توجه به تغییرات ارتفاع آن بر روی بستر، تحت کنترل قرار می‌گیرد. به‌طور کلی صافی‌های ثقلی یک تصفیه‌خانه آب برای تنظیم بار هیدرولیکی و سطح تراز آب در صافی با روش‌های زیر طراحی و مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند که هر کدام دارای مزایا و محدودیت‌های خاص خود می‌باشند:

- الف- نرخ ثابت تولید آب
- ب- نرخ ثابت تولید آب با حفظ ارتفاع آب روی بستر صافی
- ج- نرخ ثابت تولید آب همراه با تغییر ارتفاع آب روی بستر صافی
- د- صافی با نرخ کاهشی تولید آب
- ه- کنترل با سیفون



فصل ۴

روش‌های انتخاب مصالح بستر صافی



۴-۱- مقدمه

اصلی‌ترین معیار انتخاب مصالح بستر صافی‌ها در هر کشوری دردسترس بودن و هزینه تهیه آن مصالح می‌باشد، از دیگر معیارهای انتخاب مصالح بستر صافی می‌توان به اهداف صاف سازی، نوع فرآیندهای صاف سازی، زمان مورد نیاز کارکرد صافی و نرخ صاف‌سازی نیز اشاره نمود. با توجه به معیارهای فوق ماسه سیلیسی و آنتراسیت در اغلب کشورها به عنوان مصالح اصلی صافی انتخاب می‌شوند.

۴-۲- معیارهای انتخاب مصالح بستر

برای انتخاب مصالح بستر مناسب معیارهای زیر باید در نظر گرفته شود:

- دردسترس بودن مصالح
- هزینه تهیه، حمل، بهره‌برداری و نگهداری
- معیار کیفی آب خروجی از فیلتر
- نوع فرآیند صاف‌سازی
- بار هیدرولیکی صافی

برای صافی‌های ماسه‌ای کند مناسب‌ترین گزینه، تک بستر با دانه‌بندی ریز است، زیرا نرخ صاف‌سازی برای این نوع صافی‌ها کمتر از ۰/۵ مترمکعب بر مترمربع بر ساعت است. دامنه نرخ صاف‌سازی در صافی‌های تند با بستر ماسه‌ای با اندازه مؤثر (Es) بین ۰/۵ تا ۰/۹ میلی‌متر، ۵-۷/۵ مترمکعب بر مترمربع بر ساعت است. صافی‌های به کارگرفته شده با نرخ صافی ۱۰-۲۵ مترمکعب بر مترمربع بر ساعت، که صافی‌های پربار خوانده می‌شوند، دارای بستر صافی با دانه‌بندی معکوس و یا عمیق هستند. برای کاربری‌های خاص مقدار نرخ صاف‌سازی می‌تواند براساس تجربیات بهره‌برداری و یا انجام مطالعات پایلوتی در مقادیر نرخ‌های بالاتر یا پایین‌تر تدقیق و به کار گرفته شود. در جدول شماره (۴-۱) نمونه‌ای از انواع مصالح مورد استفاده در بستر صافی‌ها و کاربرد آن‌ها ارائه شده است.

جدول ۴-۱- نمونه‌ای از انواع مصالح بستر و کاربردهای آن‌ها

مصالح بستر	نوع صافی	مبانی طراحی بستر
دانه‌ای ریز	صافی کند ماسه‌ای با نرخ صاف‌سازی (۰/۱۳ تا ۰/۴۲ متر بر ساعت)	اندازه مؤثر: ۰/۲۵ تا ۰/۳۵ ضریب یکنواختی: ۲ تا ۳ عمق مصالح: ۱ تا ۱/۲ متر
دانه‌ای متوسط	صافی‌های تند معمول با نرخ صاف‌سازی (۵ تا ۷/۵ متر بر ساعت)	اندازه مؤثر: ۰/۴۵ تا ۰/۶۵ ضریب یکنواختی: کمتر از ۱/۷ عمق مصالح: ۰/۶ تا ۰/۷۵ متر
دانه‌ای درشت	صافی‌های تند پربار با نرخ صاف‌سازی (۱۰ تا ۳۰ متر بر ساعت) صاف‌سازی مستقیم	اندازه مؤثر: ۰/۸ تا ۲ ضریب یکنواختی: کمتر از ۱/۷ عمق مصالح: ۰/۸ تا ۲ متر

ادامه جدول ۴-۱- نمونه‌ای از انواع مصالح بستر و کاربردهای آن‌ها

مصالح بستر	نوع صافی	مبانی طراحی بستر
زلاسازی چندلایه دولایه آنتراسیت و ماسه سیلیسی سه لایه آنتراسیت، ماسه سیلیسی و گارنت	صافی‌های تند پر بار با نرخ صاف‌سازی (۱۰ تا ۲۵ متر در ساعت) صاف‌سازی مستقیم	ماسه سیلیسی: اندازه موثر: ۰/۴۵ تا ۰/۶۵ ضریب یکنواختی: ۱/۴ تا ۱/۵ عمق مصالح: ۰/۳ متر آنتراسیت: اندازه موثر: ۰/۹ تا ۱/۴ ضریب یکنواختی: ۱/۴ تا ۱/۵ عمق مصالح: ۰/۴۵ متر گارنت: اندازه موثر: ۰/۲۵ تا ۰/۳ ضریب یکنواختی: ۱/۲ تا ۱/۵

۴-۳- عمق، اندازه و ترکیب بستر صافی‌ها

بازده صافی براساس عواملی مانند مشخصات فیزیکی بستر صافی، شرایط بستر و میزان تأثیر فرآیندهای پیش‌تصفیه به خصوص انعقاد تعیین و طراحی براساس شاخص‌های فیزیکی بستر صافی شامل اندازه مصالح و شکل آن، تخلخل مصالح بستر، سطح کل دانه‌های مصالح بستر و نسبت عمق به ارتفاع انجام می‌شود. بدین معنی که در نتیجه انتخاب اندازه و عمق آن‌ها، میزان تخلخل و مساحت بستر براساس مشخصات مصالح قابل تعیین است. لذا در مبحث طراحی صافی تعیین اندازه مصالح و عمق بستر مناسب از اهمیت زیادی برخوردار است.

سه روش برای انتخاب عمق مناسب و اندازه مصالح وجود دارد:

- روش اول: انتخاب مصالح براساس اطلاعات به دست آمده از رفتار صافی‌هایی که برای تصفیه آب خام با کیفیت مشابه مورد استفاده قرار گرفته‌اند، انجام می‌گیرد. این روش ساده‌ترین روش برای این موضوع می‌باشد که روشی ابتدایی و غیرعلمی است.
- روش دوم: انتخاب مصالح براساس داده‌های به دست آمده از مطالعات آزمایشگاهی انجام می‌گیرد. در این روش علاوه بر صرف هزینه زیاد، نیاز به بهره‌برداری پایلوت در حداقل یک بازه زمانی ۶ ماهه برای دستیابی به نتایج قابل قبول براساس کیفیت آب در ماه‌های گرم و سرد سال مورد نیاز است.
- روش سوم: انتخاب مصالح براساس ضریب قابل قبول عمق بستر و اندازه مصالح انجام می‌گیرد. روابط بین اندازه و عمق مصالح بستر نشان می‌دهد که مساحت سطح دانه‌بندی مصالح موجود یک عامل مشخص در انتخاب نوع بستر صافی می‌باشد. در حالت کلی نسبت عمق بستر صافی به اندازه موثر مصالح مورد استفاده در بستر آن از روابط جدول شماره (۴-۲) پیروی می‌کند.



جدول ۴-۲- مقادیر نسبت عمق به اندازه موثر مصالح بستر صافی در شرایط مختلف صافی‌ها

شرایط	نسبت عمق بستر صافی به اندازه موثر مصالح بستر
بسترهای ماسه‌ای معمولی تک و دو لایه	۱۰۰۰
بسترهای سه لایه منظم (انتراسیت، ماسه سیلیسی و گارنت)	۱۲۵۰
بسترهای با دانه‌بندی درشت و عمیق تک لایه (اندازه موثر بین ۱/۲ تا ۱/۴ میلی‌متر)	۱۵۰۰-۱۲۵۰
بسترهای درشت دانه تک لایه (اندازه موثر بین ۱/۵ تا ۲ میلی‌متر)	۲۰۰۰-۱۵۰۰



فصل ۵

ریختن، تکمیل و تعویض مصالح بستر

صافی



۵-۱- مقدمه

در این فصل تمام نکات لازم جهت ریختن، تکمیل و تعویض مصالح بستر صافی و اقدامات مقدماتی در رابطه با مصالح بستر توضیح داده می‌شود.

۵-۲- آماده‌سازی کف نگه‌دارنده صافی

برای آماده‌سازی کف صافی انجام اقداماتی مانند تمیز کردن کف و ایجاد علائم مربوط به ارتفاع هر لایه از مصالح مورد استفاده در بستر، بر روی دیواره صافی ضروری است.

قبل از ریختن مصالح صافی باید کف بستر صافی به‌طور کامل تمیز و مورد آزمایش قرار گیرد. برای این منظور باید تمام مواد باقیمانده، خاک، غبار و هر ماده خارجی از فضای زیر و روی کف، لوله‌کشی‌ها، کانال‌های آب شستشو، دیواره‌ها و تمام بخش‌های صافی تخلیه و خارج شوند و در طول مراحل پرکردن صافی باید دقت شود که تمام اجزای آن به‌صورت تمیز نگهداری شود. بعد از انجام عملیات نظافت باید تمام اجزای صافی اعم از بخش‌های ورود و خروج آب شستشوی معکوس، سیستم توزیع جریان، لوله‌های انتقال و غیره به‌منظور اطمینان از صحت عملکرد و مطابقت با مدارک و استانداردهای فنی، مورد بررسی و بازدید قرار گرفته و در صورت وجود ایراد در هر بخش، باید قبل از ریختن ماسه نواقص آن بخش مرتفع گردد.

در صافی‌های جدید، باید ریختن مصالح در بستر بعد از انجام آزمایش عملیاتی شستشوی معکوس انجام شود تا از عملکرد مناسب و توزیع یکنواخت جریان آب و هوا در طی عملیات شستشوی معکوس اطمینان حاصل شود. همچنین باید قبل از ریختن مصالح در بستر از تراز بودن کف صافی اطمینان حاصل شود. برای اطمینان از ریختن مصالح بسترهای صافی به ضخامت‌های از قبل تعیین شده، پیش از ریختن هرگونه مصالح، باید ارتفاع موردنظر هر لایه از مصالح با استفاده از یک خط تراز در دیوار داخلی هر واحد علامت‌گذاری شود.

۵-۳- ذخیره‌سازی و جابه‌جایی

باید از ایجاد آلودگی و یا کثیف‌شدن مصالح بستر صافی در حین جابه‌جایی و یا ذخیره‌سازی جلوگیری شود. در صورتی‌که بلافاصله بعد از ورود مصالح به سایت تصفیه‌خانه، امکان بارگذاری مصالح در بستر صافی وجود نداشته باشد، برای جلوگیری از آلوده شدن مصالح، باید مصالح فله‌ای روی یک سطح تمیز، سفت و خشک در محل پروژه ذخیره شده و روی آن‌ها پوشیده شود. مصالح مورد استفاده با بسته‌بندی شبه‌فله، نباید بیش‌تر از یک دوره ۳۰ روزه، قبل از عملیات بارگذاری مصالح در محفظه صافی، به سایت تحویل داده شود. در صورت ذخیره‌سازی این مصالح به مدت بیش از ۳۰ روز در سایت، کیسه‌های مورد استفاده باید با پلاستیک‌های مقاوم در برابر UV پوشیده شوند چراکه کیسه‌های عادی در برابر

نور آفتاب تخریب و تجزیه خواهند شد. در این خصوص باید برای جلوگیری از تابش نور خورشید و همچنین محافظت در برابر هوا با استفاده از یک ماده غیر شفاف مقاوم، پوشانده شوند.

کیسه‌ها و محفظه‌های شبه‌فله باید روی تخته چوبی حمل بار یا اجسام مشابه انبار شوند. مصالح با اندازه و انواع متفاوت باید به صورت جداگانه ذخیره شوند. در حالت انتقال مصالح داخل کیسه یا محفظه شبه‌فله، نباید قبل از بارگذاری مصالح در صافی به‌جز در زمان نمونه‌برداری، مصالح از کیسه خارج شوند. هر نوع مصالح صافی که بر اثر تماس با خاک یا هر ماده خارجی دیگر آلوده شود، باید از محل پروژه خارج شده و یا در صورت تایید کارفرما، آلودگی آن قبل از مصرف رفع شود.

۴-۵- احتیاط‌های لازم هنگام ریختن مصالح

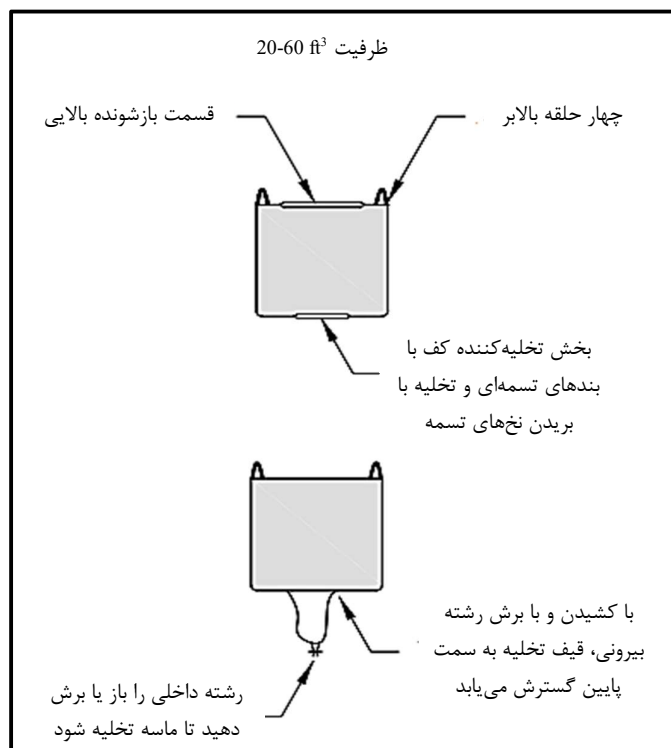
لایه شن بستر نگه‌دارنده باید به‌منظور جلوگیری از آسیب دیدن نازل‌های شبکه زهکش، با دقت جاگذاری شود. کاربران باید از ایستادن و راه‌رفتن مستقیم روی شن‌های بستر نگه‌دارنده صافی و یا مصالح صافی اجتناب نمایند و برای این منظور باید از چوب یا تخته سه‌لایه که وزن افراد را بدون جابه‌جا کردن مصالح در صافی تحمل می‌نماید استفاده کنند.

۵-۵- بارگذاری مصالح از کیسه‌های بزرگ

در صورت استفاده از کیسه‌های بزرگ یا شبه‌فله در حمل مصالح، برای بارگذاری مصالح در بستر صافی می‌توان از روش هیدرولیکی و یا استفاده مستقیم از کیسه‌ها، با قراردادن آن‌ها در محفظه صافی و توزیع مصالح از داخل آن‌ها استفاده کرد. در حین قراردادن کیسه‌ها در محفظه صافی باید دقت کرد که لایه‌های پیشین دچار آسیب و بهم‌ریختگی نشوند. با افزایش ارتفاع لایه انتهایی به ۹۰ درصد از عمق مورد نظر باید عملیات شستشوی معکوس و پاکسازی سطح مصالح انجام شود و بعد از انجام این عملیات ۱۰ درصد باقیمانده و یا هر مقدار مورد نیاز برای افزایش ارتفاع مصالح تا ارتفاع مشخص شده در بدنه صافی، بارگذاری شود.

کیسه‌های بزرگ دارای ۴ حلقه بالابر، یک ورودی در بالا برای پر کردن، یک دهانه در پایین برای تخلیه و یک قیف تخلیه با دوخت داخلی می‌باشند (شکل ۵-۱). برای بلندکردن یک کیسه بزرگ تنها از یک قلاب استفاده شود. برای این منظور توصیه می‌شود مطابق با شکل‌های (۵-۲) و (۵-۳) از یک میله مخصوص بلندکردن متناسب با وزن کیسه استفاده گردد.



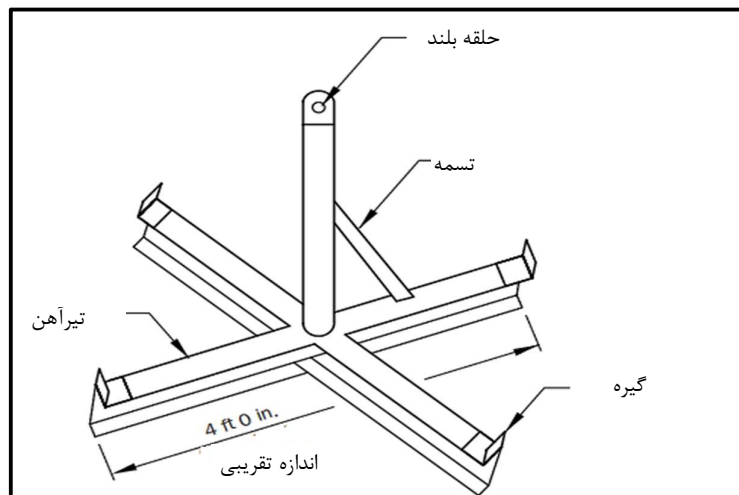


شکل ۵-۱- بسته‌بندی کیسه‌های بزرگ مصالح



شکل ۵-۲- نحوه بلند کردن مصالح موجود در کیسه بزرگ





شکل ۵-۳- ستون بلندکننده کیسه‌های بزرگ

۵-۶- محاسبه ارتفاع

برای مشخص نمودن ارتفاع مصالح در هر لایه، باید از گچ سفید، زرد یا نارنجی رنگ (یا یک اسپری رنگی در صورت تطبیق با شرایط زیست محیطی) همراه با یک تیغه صاف برای خط‌کشی بر روی دیوار در ارتفاع مورد نظر استفاده نمود. هنگام تنظیم سطح و یا بررسی ارتفاع باید از ورود جریان آب بر روی سطح صافی تا محل نشانگر هر لایه بهره گرفت. حد مجاز تغییرات سطح نسبت به حالت در نظر گرفته شده برابر با $\pm 1/25$ سانتی‌متر می‌باشد.

۵-۷- محاسبات جدول بار بستر^۱

مقدار مصالح مورد نیاز برای هر لایه از بستر صافی باید با در نظر گرفتن عمق مورد نیاز هر لایه به همراه میزان درصد افزایش عمق برای انجام عملیات رویه‌برداری مصالح محاسبه شود. برای این منظور توصیه می‌شود، جدول بارگذاری مصالح مشابه با جدول (۵-۱) تهیه گردد.



جدول ۵-۱- فرمت جدول بارگذاری مصالح در صافی

نوع مصالح	مقدار کل موجودی (تن / مترمکعب)	عمق (متر)	مقدار مورد نیاز در هر صافی (تن / مترمکعب)
لایه‌های شن نگهدارنده			
11/2 in. × 3/4 in.			
3/4 in. × 3/8 in.			
3/8 in. × 3/16 in.			
3/16 in. × #10			
لایه‌های مصالح بستر			
آنتراسیت			
ماسه سیلیسی			

۵-۸- اجرای لایه مصالح نگهدارنده

۵-۸-۱- وزن کیسه بزرگ مصالح

با توجه به تغییرات زیاد وزن مصالح در هر کیسه در صورت استفاده از کیسه‌های بزرگ، باید وزن کیسه‌ها اندازه‌گیری، و بر روی آن‌ها درج شود، مقدار وزن هر کیسه می‌تواند براساس چگالی توده‌ای مصالح و حجم کیسه تخمین زده شود. در صورت نیاز به بخشی از کیسه بزرگ برای تکمیل یک‌لایه به صورت وزنی، می‌توان با تعیین وزن هر سانتی‌متر از کیسه بزرگ با تقسیم وزن به ارتفاع آن، برای محاسبه ارتفاع استفاده کرد.

۵-۸-۲- تراز کردن سطح صافی

می‌توان از افزایش سطح آب تا نشانه ایجاد شده بر روی دیواره حوضچه صافی به عنوان راهنما برای تراز کردن سطح لایه مصالح بستر صافی استفاده کرد. اگرچه معمولاً از شن‌کش فلزی برای تراز کردن نهایی سطح لایه مصالح نسبت به سطح آب استفاده می‌شود. می‌توان از تخته‌های بلند نیز با این هدف استفاده کرد. میزان ناترازی در یک لایه از مصالح بستر نگهدارنده باید در محدوده اندازه اسمی مصالح آن لایه، $\pm 1/25$ سانتی‌متر باشد. این مقدار برای مصالح با اندازه کمتر از $1/25$ سانتی‌متر قابل دستیابی نیست.

۵-۸-۳- راه رفتن بر روی تخته‌ها

پس از تسطیح اولین لایه شن، به‌منظور جلوگیری از ایجاد ناهمواری، تمام افرادی که داخل صافی کار می‌کنند باید بر روی تخته‌ها راه بروند. توصیه می‌شود که تخته‌ها از چوب‌های چندلایه با حداقل ضخامت ۹ سانتی‌متر، عرض ۳۰ سانتی‌متر و طول ۶۱ سانتی‌متر ساخته شود.



۵-۸-۴- بازبینی مقادیر

مصالح باید به‌اندازه مقادیر محاسبه شده برای هر لایه در صافی بارگذاری شده، سپس با استفاده از شن‌کش تسطیح شود. در صورت کوتاه بودن یک لایه باید محاسبات و وزن کیسه‌ها بررسی شود.

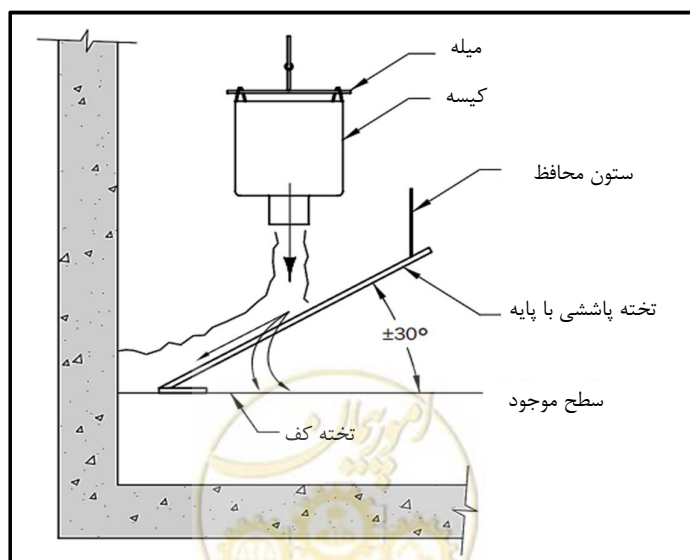
۵-۸-۵- لایه‌های نهایی مصالح

همان‌طور که در بخش‌های پیشین نیز اشاره گردید برای تنظیم سطح مصالح می‌توان از تراز سطح آب به عنوان شاخص تسطیح استفاده نمود و در صورت کافی نبودن ارتفاع لایه، مصالح تا نقطه تعیین شده بر روی دیواره حوضچه صافی در داخل آن بارگذاری و تسطیح شوند.

توجه: بعد از اجرای اولین لایه، مصالح، لایه‌های بعدی به دلیل امکان ایجاد چاله در لایه‌های زیرین نباید با بیل ریخته شوند. در این حالت باید مصالح با استفاده از شن‌کش جابه‌جا یا با استفاده از تخته تسطیح گردند.

۵-۸-۶- روش تخلیه کیسه‌ها

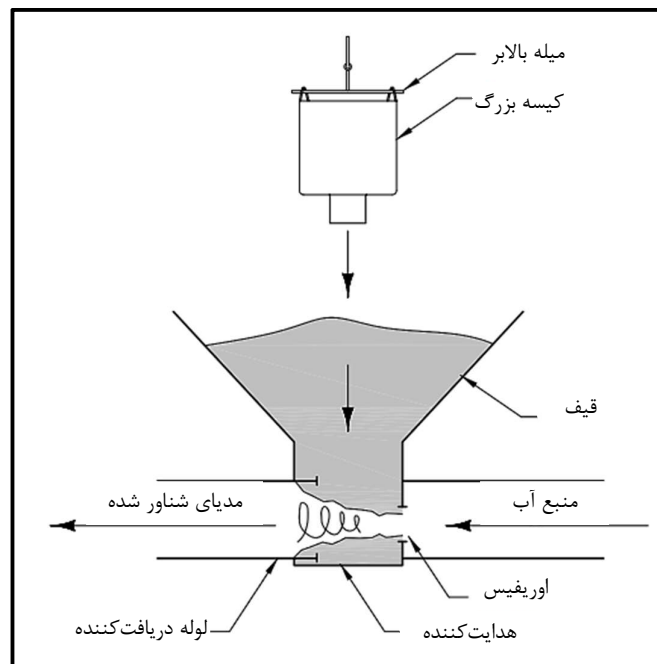
در صورت استفاده از کیسه‌های بزرگ در بارگذاری مصالح، لازم است که مصالح از فاصله حدود ۱۵ سانتی‌متری بر روی بستر مورد نظر تخلیه شوند. با توجه به حرکت به سمت پایین دریاچه تخلیه کف کیسه‌های بزرگ در زمان بازکردن اولین بند تخلیه آن توصیه می‌گردد که فاصله کف کیسه تا بستر مورد نظر در حدود ۳۸ تا ۴۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شود تا بعد از باز کردن بند تخلیه این فاصله در حدود ۱۵ سانتی‌متر تنظیم شود (شکل ۴-۵). بعد از باز کردن اولین و دومین بند تخلیه، کیسه باید به آرامی به سمت بالا کشیده شده و به تدریج تخلیه شود. باید به این نکته توجه کرد که هر لایه از مصالح بعد از تکمیل لایه قبل و تسطیح، شروع شده و ملاحظات لازم در جهت پیشگیری از برهم خوردن یکنواختی لایه پیشین در نظر گرفته شود.



شکل ۴-۵- نحوه تخلیه کیسه بزرگ به داخل صافی

۵-۸-۷- روش هدایت گر

در صورت نیاز می‌توان برای انتقال و پخش کردن مصالح در داخل محفظه صافی از سیستم انتقال و پخش‌کننده آبی مطابق با شکل (۵-۵) استفاده نمود. در این روش حداقل ارتفاع آب حدود ۱۲۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر در محفظه صافی وجود داشته باشد به طوری که انتهای شیلنگ تخلیه در نزدیکی سطح آب و یا حد غوطه‌وری در آب موجود مورد استفاده قرار گیرد. همچنین برای جلوگیری از ایجاد هرگونه به هم‌ریختگی در لایه‌های زیرین باید شیلنگ تخلیه به صورت افقی و موازی با سطح آب مورد استفاده قرار گیرد.



شکل ۵-۵- سیستم اجرای لایه مصالح به روش هیدرولیکی

۵-۸-۸- تکمیل بستر صافی

عموماً بعد از انجام شستشوی مکرر، ارتفاع مصالح بستر صافی کاهش پیدا می‌کند. در صورت انجام طراحی مناسب، صافی‌های تند ماسه‌ای به‌طور معمول مقدار زیادی از مصالح بستر خود را از دست نمی‌دهند، به‌طوری که در این نوع صافی‌ها کاهش ارتفاع بستر در حالت طبیعی برابر با ۱ تا ۲ درصد عمق کل بستر در طی یک سال می‌باشد. ولی این میزان در صافی‌های با بستر آنتراسیت بیش‌تر از این محدوده و در حدود سالانه ۵ تا ۷ درصد ارتفاع کل بستر است. معمولاً افت زیاد بستر به‌دلیل عدم تخلیه هوای بستر صافی، شستشوی غیر ضروری و زیاد، نرخ شستشوی معکوس زیاد، عدم تطبیق اندازه مصالح بستر صافی‌های دو یا چندلایه، ارتفاع کم سرریزهای خروج آب شستشوی معکوس، کنترل

نامناسب توالی شستشو با هوا و آب و فرآیندهای شستشوی معکوس، نشت مصالح صافی در سیستم زهکشی، توزیع نامناسب جریان شستشوی معکوس و غیره می‌باشد. در صورت کاهش زیاد ارتفاع بستر صافی، در ابتدا باید این موضوع توسط بهره‌بردار شناسایی و سپس اقدام به تصحیح و تکمیل بستر شود. عمق اولیه بستر صافی باید با اضافه کردن مصالح مناسب، مطابق با مشخصات مصالح استفاده شده در بدنه صافی (مطابق با مشخصات مصالح طراحی شده) به سطح صافی تامین گردد.

بیشینه مقدار قابل قبول کاهش ارتفاع مصالح بستر صافی برابر با ۲۰ درصد ارتفاع اولیه می‌باشد. به عبارتی این موضوع معادل با کاهش ارتفاع حدود ۱۵ سانتی‌متر برای بستری با ارتفاع اولیه ۸۰ سانتی‌متر است. در صورت افزایش کاهش ارتفاع بستر به مقدار بیش‌تر از ۲۰ درصد از ارتفاع اولیه، کارایی صافی با مشکل روبرو خواهد شد.

در تهیه مصالح جایگزین در طی انجام عملیات تکمیل بستر صافی باید به این نکته توجه کرد که دانه‌بندی مصالح جدید مشابه با دانه‌بندی مصالح اولیه بوده و برای جلوگیری از فرار زودهنگام مصالح ترمیمی، ضریب یکنواختی این مصالح کم‌تر از ۱/۵ در نظر گرفته شود. همچنین در صافی‌های دو یا چندلایه مصالح تکمیلی باید دارای مشخصات هماهنگ با بستر اصلی بوده به نحوی که تمام لایه‌ها دارای تعلیق یکسان در زمان شستشوی معکوس باشند. این موضوع با توجه به دامنه زیاد تغییرات چگالی آنتراسیت در صافی‌های چند لایه دارای اهمیت زیادی می‌باشد.

ذکر این نکته نیز ضروری است که با انجام عملیات تکمیلی در طی سنوات مختلف در صافی‌ها، به دلیل فرار معمول ماسه‌ها با اندازه ریزتر، احتمال افزایش اندازه مصالح مورد استفاده در صافی وجود دارد. لازم است اندازه‌گیری مصالح برای لایه‌های مختلف مطابق با ضوابط موجود صورت گرفته و در صورت تغییر اندازه مؤثر مصالح بیش از ۵ درصد اندازه مؤثر مصالح اولیه، اقدام به تعویض کل مصالح بستر شود.



فصل ۶

بازرسی و نمونه برداری از مصالح

بستر صافی



۶-۱- مقدمه

به منظور اطمینان از مطابقت مشخصات کیفی مصالح تولیدی و یا تحویلی، با مشخصات مورد نظر مصرف‌کننده باید عملیات بازبینی و بازرسی مصالح توسط بازرس به شرح زیر انجام شود.

۶-۲- بازرسی

الف- ملاحظات

به طور کل منظور از «کیفیت» در امر بازرسی، شامل مشخصات کیفی مصالح تهیه/تولید شده بستر صافی و مراحل اجرایی مانند بارگیری، حمل و تحویل محصول است.

مراحل اجرایی هر یک از فرآیندهای بازرسی در طول انجام خدمات بازرسی به شرح زیر می‌باشد:

- در مواردی که در شرح خدمات مستقیماً به تعداد نمونه‌ها اشاره شده است، باید نمونه‌برداری مطابق با تعداد خواسته شده باشد.

- موارد مربوط به حمل هر محموله، شامل بررسی مدارک و انجام آزمون، باید مطابق با تعداد محموله‌های اعلامی در سال باشد.

- در مواردی که به تعداد نمونه‌ها در شرح خدمات اشاره نشده است، باید مطابق با استانداردهای مورد اشاره خریدار تعیین شوند.

- در مواردی که بین تعداد نمونه خواسته شده در شرح خدمات و استانداردهای مرتبط اختلاف باشد، ملاک تعداد بالاتر خواهد بود.

در صورتی که در شرح خدمات و یا استانداردهای قرارداد به زمان‌های بررسی مصالح اشاره نشده باشد، باید هر ماه یکبار (۱۲ بار در سال) انجام گردد. در مواردی که مستقیماً به انجام آزمون یا بررسی توسط بازرس اشاره نشده، بررسی مدارک آزمون‌ها یا کالیبراسیون‌های انجام‌شده توسط تهیه/تولیدکننده کافی است. خریدار در موارد خاص می‌تواند درخواست انجام آزمون برای این موارد را داشته باشد.

اولین نمونه‌برداری، بررسی مدارک و به‌طور کلی همه فرآیندهای موضوع شرح خدمات بازرسی باید پس از ابلاغ قرارداد مربوطه و قبل از ارسال اولین محموله و یا هم‌زمان با آن انجام شود.

ب- وظایف بازرس

۱- دریافت قرارداد خرید مصالح بستر صافی، مدارک فنی، فهرست استانداردهای مرجع مندرج در متن قرارداد،

انجام بازرسی‌های لازم و بررسی نتایج آزمایش‌ها و بررسی کیفی کالای تولیدی



- ۲- دریافت، بررسی و اظهار نظر در مورد برنامه تحویل کالای تهیه/تولید شده از طرف تأمین‌کننده طرف قرارداد و ارائه نقطه نظرات به دستگاه نظارت کارفرما
- ۳- تهیه، تدوین و اجرای طرح بازرسی شامل موارد ذیل و ارائه به دستگاه نظارت کارفرما:
 - ۳-۱- بررسی امکانات کنترلی تهیه/تولیدکننده و نظارت بر صحت آن‌ها
 - ۳-۱-۱- بررسی و اظهار نظر در مورد وضعیت کالیبراسیون ابزارآلات کنترلی
 - ۳-۱-۲- تعیین وضعیت آزمون‌های قابل انجام در محل تهیه/تولیدکننده
 - ۳-۲- تعیین آزمایشگاه‌های مورد تایید کارفرما جهت انجام آزمون‌های مورد نیاز غیر از آزمایشگاه طرف قرارداد یا مستقر در شرکت تهیه/تولیدکننده
 - ۳-۳- تهیه و اجرای طرح بازرسی و چک‌لیست‌های کنترلی براساس مشخصات فنی مندرج در قرارداد
 - ۳-۴- بررسی مشخصات کیفی محصول و مشخصات آزمایشگاه صادرکننده گواهی‌نامه‌های کیفی هر محموله شامل:
 - ۳-۴-۱- مشخصات مواد اولیه و مشخصات آزمایشگاه صادرکننده گواهی‌نامه‌های کیفی مواد اولیه به لحاظ نداشتن ناخالصی یا اثر نامناسب بر آب آشامیدنی
 - ۳-۴-۲- مشخصات فرآیند تولید (در مواردی که در یک کارخانه از فرآیندهای مختلف برای تولید محصول استفاده می‌شود)
 - ۳-۴-۳- مشخصات و روش اجرای خدمات بارگیری و حمل
 - ۳-۴-۴- مشخصات کمی محصول مانند مشخصات باسکول صادرکننده گواهی‌نامه‌های کمی، بررسی فرآیند توزین، صحت عملکرد باسکول، استاندارد و کالیبره بودن آن و دارا بودن گواهی‌نامه‌های قانونی در مورد باسکول و فرآیند توزین
 - ۳-۵- بررسی مشخصات آزمایشگاه معتمد در مورد آزمون‌های تصادفی کنترل کیفی که توسط بازرس یا کارفرما انجام می‌شود
 - ۳-۶- ایجاد و تکمیل چک‌لیست کنترل نهایی و تایید منطبق بودن محموله جهت ارسال به محل تحویل توسط کارفرما
- ۴- تعیین برنامه، روش نمونه‌برداری و اجرای آزمون‌ها مطابق استانداردهای گفته‌شده و با تایید کارفرما از مواد اولیه و محصول طی مراحل مختلف تهیه/تولید تا تحویل در محل
- ۵- برنامه‌ریزی جهت حضور منظم بازرس‌ها قبل از ارسال محموله و طراحی گردش کار منظم و ارائه به دستگاه نظارت کارفرما
- ۶- بررسی و اظهار نظر و تجزیه و تحلیل نتایج بازرسی‌ها و آزمایش‌های انجام‌شده در کل فرآیند تهیه/تولید، تحویل و بازرسی (آزمون‌های تصادفی) و ارائه گزارش به دستگاه نظارت کارفرما

- ۷- بررسی صحت عملکرد واحد کنترل کیفی تهیه/تولیدکننده شامل:
- ۷-۱- مدارک و گواهی نامه های آزمایشگاه کنترل کیفی شرکت تهیه/تولیدکننده طرف قرارداد
 - ۷-۲- نحوه اجرای آزمون ها و مطابقت روش اجرا با استانداردهای مندرج در گواهی نامه های اخذ شده
 - ۷-۳- تاریخ اعتبار گواهی نامه های اخذ شده
 - ۸- راستی آزمایی نتایج آزمایش های واحد کنترل کیفی تهیه/تولیدکننده
 - ۹- انجام و ارسال نتیجه آزمایش ضریب یکنواختی، اندازه مؤثر، چگالی و درصد خلوص مصالح بستر صافی به همراه هر محموله
 - ۹-۱- تعداد آزمون های ضریب یکنواختی، اندازه مؤثر، چگالی و درصد خلوص مصالح بستر صافی برابر با تعداد محموله ها است.
 - ۹-۲- قبل از تایید مناسب بودن مشخصات کمی و کیفی و مطابقت آن با مفاد قرارداد، محموله نمی تواند حمل شود.
 - ۱۰- بررسی انطباق تمام مدارک درخواستی کارفرما مطابق قرارداد خرید، با مدارک تهیه/تولیدکننده
 - ۱۱- ایجاد مشخصه تایید محموله (برچسب یا برگه تایید، پلمپ و غیره) برای محموله های مورد تایید شرکت بازرسی
 - ۱۲- جلوگیری از ارسال محموله های نامنطبق به لحاظ کیفی یا کمی

۶-۲-۱- روش تست کارگاهی

- شرایط نمونه برداری از بسته های مصالح بستر صافی باید مطابق شرایط زیر باشد:
- نمونه برداری، باید در محل آزمون انجام گیرد.
 - سه نمونه 0.5 kg از هر مخزن یا کیسه جمع آوری شود. این نمونه ها باید در ظروف شیشه ای مقاوم در برابر رطوبت و هوا به گونه ای که هر کدام به وضوح با یک برچسب و امضای نمونه بردار شناسایی و ذخیره شوند.
 - یکی از سه نمونه مهر و موم شده مصالح بستر صافی برای استفاده فوری کارفرما الزامی می باشد و دو نمونه مواد باقی مانده در صورت لزوم برای استفاده در آینده، نگهداری می شوند.
 - نمونه های مواد باید قبل از دور ریختن، حداقل به مدت ۱۵ روز پس از تاریخ دریافت محموله، نگهداری شوند.

۶-۱-۱-۱- الزامات و مشخصات مواد:

انواع مصالح بستر صافی می توانند دارای عملکرد و مشخصات متفاوتی باشند. تعیین کیفیت و انطباق آن با الزامات مورد نظر، اغلب به نوع مصالح و امکانات موجود مرتبط می باشد که با استفاده از روش های مختلف آزمایش به دست می آید.

۶-۱-۱-۲- خواص فیزیکی مورد نیاز

مطابق جداول ذکر شده در فصل ۲ و مشخصات ارائه شده توسط طراح



۶-۲-۱-۱-۲- خواص شیمیایی مورد نیاز

مطابق جدول ذکر شده در فصل ۲ و مشخصات ارائه شده توسط طراح

۶-۲-۱-۱-۳- ناخالصی عمومی

براساس این ضابطه مصالح بستر صافی نباید دارای مقادیر ناخالصی‌های مضر برای سلامت و کیفیت آب تصفیه شده باشد.

۶-۲-۱-۱-۴- نیازمندی‌های امنیتی برای محموله‌های فله

- بخش عمده‌ای از محصول باید با استفاده از یکی از اقدامات امنیتی زیر یا ترکیبی از این اقدامات ایمن گردد:
- مهر و موم: بخش عمده‌ای از محصول ممکن است با یک شماره منحصر به فرد و مهر و موم غیر قابل دست‌کاری شده باشد. شماره‌های مهر و موم باید در اسناد حمل‌ونقل، از جمله بارنامه ثبت شوند. مهر و موم‌ها باید به محض دریافت محصول توسط کارفرما بازرسی شده و در صورت وجود شواهدی مبنی بر دست‌کاری و یا برداشته شدن مهر، به تأمین‌کننده گزارش شود.
 - زنجیره‌ای از حفاظت: زنجیره‌ای مداوم از حفاظت ممکن است بین تأمین‌کننده و کارفرما در طول ذخیره‌سازی و حمل‌ونقل حفظ شود که توسط کارفرما مشخص شده است.
 - روش جایگزین: یک روش یا روش‌های جایگزین که مورد توافق تأمین‌کننده و کارفرما بوده و بتواند از دست‌کاری جلوگیری کند.

۶-۲-۱-۱-۵- گواهینامه پذیرش:

- در رابطه با گواهینامه پذیرش محصول، کارفرما ممکن است به هر دو گزینه زیر نیاز داشته باشد:
- خوداظهاری از شرکت تهیه‌کننده و یا تولیدکننده که محصول ارائه شده با توجه به سفارش کارفرما و مطابق با تمام الزامات قابل اجرا در این ضابطه می‌باشد.
 - گواهی کیفیت محصول در زمان تحویل که شامل جزئیات موارد مورد نظر است.
- اطلاعات زیر باید توسط تأمین‌کننده علاوه بر شرایط ذکر شده در شرایط عمومی و خصوصی تهیه گردد:
- برگه آنالیز شامل ضریب یکنواختی، اندازه مؤثر، محدوده حداقل و حداکثر اندازه ذرات، چگالی توده‌ای، درصد خلوص و درصد انحلال در اسید
- کارفرما می‌تواند محصول حمل شده در ظروف یا بسته‌بندی فله، بدون مهر یا با مهر و موم آسیب‌دیده را رد کند، مگر اینکه آزمون‌های انجام شده توسط کارفرما روی نمونه شاهد، تطابق محصول را نشان دهد. عدم تطابق یا نواقص در مهر و موم، می‌تواند علت کافی برای رد محموله باشد.
- هرگونه تغییر مقررات، تعاریف و اصطلاحات نسبت به این ضابطه باید توسط کارفرما به عنوان شرایط خرید، ارائه شود.

۶-۲-۲- روش‌های آزمون - عمومی

اجرای آزمون نمونه باید ظرف هفت روز پس از دریافت محموله، توسط کارفرما به پایان برسد.

۶-۲-۲-۱- نمونه‌های تأییدی

نمونه شاخص دانه‌بندی مصالح باید تعیین و طبق مدارک خرید، به خریدار تحویل داده شود. نمونه باید در محفظه‌ای تمیز و عاری از غبار که نام و آدرس تهیه‌کننده و دانه‌بندی محتویات، روی آن درج شده باشد تحویل داده شود. در صورت تأیید شدن نمونه‌ها، محموله‌های انتقالی باید منطبق بر نیازهای پروژه و یا مبانی مورد قبول باشند. نمونه‌های گرفته‌شده در محل، باید واجد شرایط توضیح داده شده در بخش نمونه‌برداری باشند. طبق این ضابطه نمونه‌های برداشته شده طی فرآیند ساخت و قبل از تحویل، به علت تأثیر حمل، نصب و مشکلات جمع‌آوری نمونه در محل، معتبرتر از نمونه‌های برداشت شده پس از حمل، جابه‌جایی و جاگذاری هستند. البته باید توجه کرد که نمونه برداشته شده پس از تحویل کالا برای کارفرما می‌تواند مهم باشد.

۶-۲-۲-۲- نمونه‌برداری

نمونه‌برداری می‌بایست مطابق با استاندارد ISO 8213 انجام شود و از مقسم برای برداشت نمونه آزمایشگاهی از نمونه اصلی استفاده شود. در بحث نمونه‌برداری می‌بایست توصیه‌های ارائه شده در استانداردهای ISO 3165 و ISO 6206 مراعات گردد، همچنین مقادیر مربوط به نمونه‌های ترکیبی باید مطابق با جدول (۶-۱) باشد.

جدول ۶-۱- حداقل اندازه نمونه ترکیبی

حداکثر اندازه ذرات موجود در نمونه (میلی‌متر)	کم‌ترین مقدار نمونه (کیلوگرم)
۶۳/۰	۴۵/۰
۳۷/۵	۳۲/۰
۲۵/۴	۲۳/۰
۱۹/۰	۱۴/۰
۱۲/۵	۹/۰
۹/۵	۴/۵

۶-۲-۲-۳- نمونه‌برداری از محموله‌های فله‌ای

به‌طور کلی روش حمل فله‌ای توصیه نمی‌شود. با این حال در صورت الزام به حمل فله‌ای، نمونه شاخص مصالح باید در مرحله تولید یا بسته‌بندی محموله برداشته شود. توصیه می‌شود نمونه‌برداری از میانه فرآیند پر کردن بار یک کامیون یا واگن قطار در محل تولید انجام شود. نمونه‌برداری باید به صورت ترکیبی و با وزن مطابق با جدول (۶-۱) برداشت شود. به علت جدایی دانه‌های مصالح در حین انتقال محموله، نمونه‌برداری در محل کار و هنگام ورود محموله به محل پروژه توصیه نمی‌شود. با این حال اگر خریدار، نمونه‌برداری هنگام دریافت محموله را مدنظر داشته باشد، نمونه‌برداری باید از

۱۰ نقطه مختلف در کامیون یا واگن انجام شود. نمونه‌ها باید از پنج محل تصادفی به‌علاوه نقاط نزدیک گوشه‌های کامیون یا واگن (اما نه از گوشه‌ها) برداشت شوند.

۴-۲-۲-۶- نمونه‌برداری در انتقال محموله به‌صورت کیسه‌ای

توصیه می‌شود نمونه‌برداری هنگام پر کردن کیسه‌ها از میانه مصالح در محل تولید و برای هر محموله انجام شود. وقتی مصالح صافی به محل کار منتقل‌شده و نمونه‌برداری مجدد در محل وصول موردنیاز باشد، نمونه‌های شاخص برای هر محموله باید با استفاده از یک کرگير و پیش از ریختن مصالح در صافی انجام شود. نمونه‌های شاخص گرفته‌شده از هر کیسه موجود در یک سری باید با هم ترکیب شوند تا نمونه ترکیبی مورد نظر برای سری به دست آید. حداقل مقدار نمونه ترکیبی در جدول (۱-۶) ارائه شده است. تعداد کیسه‌های نمونه‌گیری در هر سری در جدول (۲-۶) نشان داده شده است. در صورت امکان بهتر است همه کیسه‌های یک صافی متعلق به یک سری تولیدی باشند.

جدول ۲-۶- نمونه‌برداری از مصالح کیسه‌ای

کم‌ترین اندازه نمونه‌ها (تعداد کیسه)	تعداد سری* (تعداد کیسه)	
	کم‌تر یا مساوی	بیش‌تر از
۲	۸	۲
۳	۱۵	۸
۵	۲۵	۱۵
۸	۵۰	۲۵
۱۳	۹۰	۵۰
۲۰	۱۵۰	۹۰
۳۲	۲۸۰	۱۵۰
۵۰	۵۰۰	۲۸۰
۸۰	۱۲۰۰	۵۰۰
۱۲۵	۳۲۰۰	۱۲۰۰
۲۰۰	۱۰۰۰۰	۳۲۰۰
۳۱۵	۳۵۰۰۰	۱۰۰۰۰
۵۰۰	۱۵۰۰۰۰	۳۵۰۰۰

۵-۲-۲-۶- نمونه‌برداری در انتقال محموله‌های شبه فله

هنگامی که محفظه‌های شبه فله در محل تولید پر می‌شوند، توصیه می‌شود نمونه‌برداری از تمام مصالح هنگام بارگیری و برای هر محموله صورت پذیرد. نمونه ترکیبی باید مطابق با وزنی از نمونه که در جدول (۱-۶) نشان داده شده است، تهیه شود. تعداد محفظه‌های شبه فله که در طول بارگیری یک سری باید نمونه‌گیری شوند را می‌توان در جدول (۲-۶) مشاهده نمود.



۶-۲-۲-۶- نمونه‌برداری در محل پروژه از مصالح صافی که با محفظه شبه فله حمل شده‌اند

در صورت ضرورت، نمونه‌گیری در محل پروژه علاوه بر نمونه‌برداری انجام شده در محل تولید نیز باید صورت پذیرد. این کار باید به محض رسیدن مواد به محل کار و پیش از جاگذاری یا ریختن آن‌ها در صافی انجام شود.

۶-۲-۲-۷- روش مناسب برداشت نمونه‌ها هنگام تحویل

برای تایید دانه‌بندی مصالح صافی، لازم است یک نمونه‌گیر با استفاده از لوله‌هایی با دیواره نازک و به قطر حدوداً ۵۱ میلی‌متر و طول حدوداً ۱۲۰۰ میلی‌متر، یا یک نمونه‌گیر برنجی که از دو لوله تو در تو دارای دهانه‌های شکافدار تشکیل شده است، ساخته شود. برای نمونه‌برداری ابتدا بالای کیسه باز شده و با فشار روی مصالح داخل کیسه فرورفتگی در حدود ۵۰ میلی‌متر در مرکز کیسه ایجاد می‌شود، سپس قیف یا نمونه‌گیر برنجی را تا حد ممکن در مرکز کیسه فرو برده و همراه با نمونه بیرون کشیده شود. نمونه گرفته شده باید به ظرف ترکیب نمونه‌ها منتقل شود. هنگام فروکردن نمونه گیر باید با احتیاط عمل کرد و آن را یا با ضربه چکشی یا با فشار چرخشی فروکرد تا از ساییده شدن مواد جلوگیری شود. نمونه‌گیر باید حداقل سه بار و هر بار با زاویه‌ای متفاوت به کیسه فرو شود.

نکته: اگر مصالح برای باقی ماندن درون نمونه‌گیر خیلی خشک است، می‌توان درون آن پس از واردکردن به داخل مصالح بستر آب ریخت.

در شرایطی که روش‌های نمونه‌برداری منجر به نتایج درهم، گیج‌کننده یا بحث‌برانگیز شود، تهیه یک نمونه مرکب ضروری است. در ابتدا باید یک جعبه سرباز با عمق حداقل ۰/۳ متر و مساحت ۳/۷ مترمربع در محل کار یا پروژه آماده کرده و طبق جدول (۶-۲) تعداد مناسب از کیسه‌ها به‌طور تصادفی انتخاب و یکی یکی به درون جعبه خالی شوند، تا محتویات آن‌ها به صورت یک‌لایه یکنواخت نازک و با ضخامتی کم‌تر از ۳۰ سانتی‌متر، کف جعبه را بپوشانند. چندین نمونه اتفاقی شاخص از محتویات جعبه در مرکز و نزدیک گوشه‌ها، اما نه از درون خود گوشه‌ها، تهیه شود. این نمونه‌های اتفاقی تهیه شده باید با هم ترکیب شوند تا برای هر واحد نمونه‌برداری که مقدار آن در جدول (۷-۲) در فصل هفتم تعیین شده است، یک نمونه قابل آزمایش به دست آید. مصالح صافی باقی‌مانده باید به کیسه برگردانده شده و کیسه بعدی به صورت تصادفی انتخاب شود، و این کار تا زمانی که نمونه ترکیبی واقعی به دست آید تکرار شود.



فصل ۷

طرح بازرسی و آزمایش



۷-۱- مقدمه

تولیدکننده کالا باید با استقرار یک نظام تضمین کیفیت و پایبندی به آن، تضمین‌کننده کیفیت معین مورد درخواست باشد. بدین منظور، برای اطمینان از کیفیت محصول، تولیدکننده باید با جمع‌آوری تمام اطلاعات پایه طرح به برنامه‌ریزی تمام فعالیت‌ها و تشریح دقیق دستورالعمل‌ها قبل از آغاز مراحل تولید بپردازد. تولیدکننده باید با به‌کارگیری گروه متخصص جهت کنترل مناسب این فعالیت‌ها، تضمین کیفیت کل فرآیند تولید مصالح را مدنظر داشته باشد. ضمناً تمام مستندات هر مرحله باید جهت کسب اطمینان در اختیار بازرسین مربوطه قرار گیرد. تضمین کیفیت شامل تضمین به‌کارگیری افراد مجرب در فرآیند تولید، تضمین کیفیت مواد خام اولیه و تضمین خدمات مرتبط با تولید و بازرسی فرآورده‌ها می‌باشد.

بازرسی، روند آزمایش و دستورالعمل‌های مطرح شده در این مجموعه دربرگیرنده حداقل الزامات قابل اجرا توسط پیمانکار/تهیه‌کننده محصول یا بازرس شرکت بازرسی شخص ثالث و یا کارفرما، می‌باشد. تولیدکننده باید بازرسی و کارهای مربوط به آن را مطابق با مشخصات و استانداردهای مهندسی مربوطه، اطلاعات و الزامات عمومی قرارداد انجام دهد.

۷-۲- طرح بازرسی و آزمایش

به‌منظور ثبت تمام مراحل بازرسی و آزمایش‌های مربوط به فرآیند تولید یک محصول و گنجاندن آن در یک مدرک واحد، سازنده باید مدارک ITP^۱ خود که در برگیرنده محدوده‌های بازرسی، منابع قابل ارجاع و سطوح بازرسی باشد را برای تایید و تصویب در اختیار مصرف‌کننده قرار دهد. بدیهی است به‌کارگیری یک نظام‌نامه تضمین کیفیت توسط سازنده می‌تواند به کاهش مشکلات و نواقص تولید براساس ITP بیانجامد. جدول شماره (۷-۱) و (۷-۲) به ترتیب فرم ITP را برای مصالح ماسه و آنتراسیت ارائه می‌دهند.

جدول ۷-۱- نمونه فرم بازرسی و آزمایش برای آنتراسیت

ملاحظات	بازرسی توسط			تواتر تست / بازرسی	استاندارد	ملاک پذیرش	توضیحات فعالیت
	TPI/O	P	V				
	N/A	H	H				جلسه پیش از بازرسی
	H	H	M	تعویض معدن مورد استفاده و یا تغییر رگه زغال موجود در معدن	ضابطه حاضر		تست مشخصات شیمیایی مصالح شامل درصد کربن، خاکستر، رطوبت، مواد فرار، درصد سایر مواد محتمل و مواد قابل آزاد شدن در آب (در صورت لزوم)، چگالی مطلق

^۱ Inspection and Test Plan

ادامه جدول ۷-۱- نمونه فرم بازرسی و آزمایش برای آنتراسیت

ملاحظات	بازرسی توسط			تواتر تست / بازرسی	استاندارد	ملاک پذیرش	توضیحات فعالیت
	TPI/O	P	V				
	W	W	M	روزانه، در صورت ایجاد تغییر در شرایط تولید به هر دلیلی	ضابطه حاضر		تست‌های استاندارد توزیع اندازه دانه و مشخصات آن شامل اندازه موثر، ضریب یکنواختی، بزرگ‌ترین اندازه دانه، کوچک‌ترین اندازه دانه (در صورت لزوم)، چگالی توده‌ای
	SW	SW	M				بازرسی حین تولید (در صورت لزوم)
	SW	SW	M				بازدید چشمی
	RA	RA	M	قبل از ارسال هر محموله	ضابطه حاضر		تأییدیه‌های مصالح / آزمایش
یادداشت ۱ و ۲	H	H	M		ضابطه حاضر		بسته‌بندی / علامت‌گذاری / ارسال
	H	H	M	در حین دریافت هر محموله	ضابطه حاضر		بازرسی نهایی (شامل بازرسی و انجام آزمایشات توزیع اندازه و چگالی توده‌ای در محل دریافت)

- یادداشت‌های مهم

- ۱- بسته‌بندی / علامت‌گذاری / ارسال باید در محل تولیدکننده انجام شود.
- ۲- گواهی ترخیص و مجوز حمل‌ونقل پس از تهیه اسناد مربوط به کنترل کیفیت و گواهی‌نامه‌های آزمایش مواد که توسط تولیدکننده ارائه و توسط بازرسان ذی‌صلاح تأیید می‌شود، صادر می‌شود.

جدول ۷-۲- نمونه فرم بازرسی و آزمایش برای ماسه

ملاحظات	بازرسی توسط			تواتر تست / بازرسی	استاندارد	ملاک پذیرش	توضیحات فعالیت
	TPI/O	P	V				
	N/A	H	H				جلسه پیش از بازرسی
	H	H	M	تعویض معدن مورد استفاده و یا تغییر رگه سنگ موجود در معدن	ضابطه حاضر		تست مشخصات شیمیایی مصالح شامل درصد سیلیس، درصد سایر مواد محتمل، انحلال در اسید و مواد قابل آزاد شدن در آب (در صورت لزوم)، چگالی مطلق
	W	W	M	روزانه، در صورت ایجاد تغییر در شرایط تولید به هر دلیلی	ضابطه حاضر		تست‌های استاندارد توزیع اندازه دانه و مشخصات آن شامل، اندازه موثر، ضریب یکنواختی، بزرگ‌ترین اندازه دانه، کوچک‌ترین اندازه دانه (در صورت لزوم)، چگالی توده‌ای
	SW	SW	M				بازرسی حین تولید (در صورت لزوم)
	SW	SW	M				بازدید چشمی
	RA	RA	M	قبل از ارسال هر محموله	ضابطه حاضر		تأییدیه‌های مصالح / آزمایش
یادداشت ۱ و ۲	H	H	M		ضابطه حاضر		بسته‌بندی / علامت‌گذاری / ارسال
	H	H	M	در حین دریافت هر محموله	ضابطه حاضر		بازرسی نهایی (شامل بازرسی و انجام آزمایشات توزیع اندازه، چگالی توده‌ای و درصد انحلال در اسید در محل دریافت)

- یادداشت‌های مهم

- ۱- بسته‌بندی / علامت‌گذاری / ارسال باید در محل تولیدکننده انجام شود.
- ۲- گواهی ترخیص و مجوز حمل‌ونقل پس از تهیه اسناد مربوط به کنترل کیفیت و گواهی‌نامه‌های آزمایش مواد که توسط تولیدکننده ارائه و توسط بازرسان ذی‌صلاح تأیید می‌شود، صادر می‌شود.

- علائم اختصاری

- ITP: طرح بازرسی و آزمایش (تهیه و بارگذاری توسط پیمانکار)
- IRN: بازرسی منتشرشده توسط پیمانکار
- NCR: گزارش تایید نشده توسط پیمانکار
- TPI: بازرس شرکت بازرسی شخص ثالث
- FIC: تأییدیه نهایی بازرسی توسط پیمانکار
- I: بازرسی
- R: بازنگری
- RA: بازنگری و تایید
- SW: شاهد لحظه‌ای
- W: شاهد کامل
- VR: تأییدیه
- W: شاهد، نیازمند تایید، حضور بازرسان اجباری نیست
- H: نقطه توقف، بدون تأییدیه امکان پیشروی به مرحله بعدی امکان‌پذیر نیست
- M: اجرای آزمایش و آماده‌سازی مدارک الزامی است
- N/A: انجام‌نشده / غیر قابل اجرا
- ※: ارسال نتایج بازرسی در هر مرحله به کارفرما و جاگذاری در اسناد کنترل کیفی به‌منظور ارسال به کارفرما
- V: تولیدکننده
- O: کارفرما/بازرس سوم شخص
- P: خریدار/پیمانکار



فصل ۸

ویژگی‌های بسته‌بندی و حمل و نقل



۸-۱- ویژگی‌های بسته‌بندی و حمل

با توجه به حساسیت‌های موجود در زمینه بسته‌بندی و حمل مواد و مصالح مورد نیاز در صافی رعایت مواردی در هنگام بسته‌بندی و حمل و نقل ضروری است که در این فصل توضیح داده شده است.

۸-۱-۱- بسته‌بندی

در هنگام بسته‌بندی مواد و مصالح صافی می‌بایست حداقل شرایط زیر در نظر گرفته شود.

- شرایط حمل، انبارداری احتمالی و تخلیه
- مطابقت با استانداردهای مندرج در مشخصات فنی، الزامات محیط زیستی و حفاظت تأسیسات در هنگام حمل و تخلیه
- مصون ماندن مواد مصالح از نفوذ و ورود مواد ناخواسته، تعرضات هوا و تجزیه شدن
- محافظت در برابر گرما و نور
- کدگذاری و علامت‌گذاری بسته‌بندی‌ها

موارد عنوان شده رافع مسئولیت تأمین‌کننده در رابطه با تحویل مواد و مصالح صافی مطابق قرارداد و شرایط مندرج در آن نمی‌باشد. در هر صورت تأمین‌کننده مسئول جبران تمام خسارات ناشی از هرگونه عیب و نقص در طرز صحیح بارگیری، بسته‌بندی و حمل خواهد بود و خسارت کارفرما را از طریق بازگرداندن محموله معیوب و جایگزینی با محموله سالم، یا پرداخت خسارات به‌نحوی که مورد رضایت کارفرما باشد، جبران خواهد نمود.

۸-۱-۲- حمل و تخلیه در محل تحویل

تأمین‌کننده، مسئول بارگیری، حمل، انبارداری تا قبل از تحویل محصول به کارفرما، تمام انتقالات، انجام تشریفات قانونی و تخلیه در محل‌های تحویل مشخص شده است. تأمین‌کننده براساس درخواست کارفرما، برنامه زمانی حمل کالای موضوع قرارداد را به نحوی تنظیم خواهد نمود که با برنامه زمانی مصرف مصالح در محل تأسیسات کارفرما هماهنگی کامل داشته باشد. هرگاه برنامه زمانی اعلام‌شده از سوی کارفرما تغییر یابد، تأمین‌کننده موظف است تأثیر این تغییرات را در برنامه زمانی تولید و حمل محصولات منظور دارد. با در نظر گرفتن ماهیت، اندازه و وزن محموله محصول موضوع قرارداد، تأمین‌کننده با مسئولیت کامل خود پس از مشورت با کارفرما مناسب‌ترین روش حمل مصالح تا محل‌های اعلام‌شده از سوی کارفرما را به کار خواهد گرفت.

- مصالح باید در ساعات کاری با هماهنگی کارفرما در انبار یا تأسیسات مصرف‌کننده محصول (محل‌های تحویل) که توسط کارفرما معرفی می‌گردند، توسط تأمین‌کننده تخلیه گردد. تخلیه مواد و مصالح، با حضور کارفرما یا نماینده وی یا بازرس، مورد بازرسی قرار خواهد گرفت و در صورتی که محموله ظاهراً سالم باشد و آثار خسارت

در آن‌ها دیده نشود، صورت‌مجلس تحویل کالا مطابق با فرم ضمیمه قرارداد تنظیم و امضا خواهد شد. تایید نهایی منوط به تایید کیفیت مصالح از طرف آزمایشگاه‌های مورد اعتماد کارفرما خواهد بود.

- تأمین‌کننده پس از ارسال هر محموله باید بی‌درنگ اسناد و مدارک حمل را به شرح زیر تهیه و تسلیم کارفرما نماید:

۱- بارنامه بدون قید و شرط حمل کالا

۲- صورتحساب حمل

۳- گواهی مبدأ

۴- صورت بسته‌بندی (PL)

۵- گواهی آزمایش‌های کارخانه‌ای

۶- گواهی بازرسی شخص ثالث (شرکت بازرسی انتخاب‌شده از بین لیست مورد تایید کارفرما)

- در هنگام بارگیری هر محموله از کالای موضوع قرارداد، محموله توسط بازرس از حیث:

۱- شمار کل بسته‌ها

۲- کمیت مواد محتوی هر بسته

۳- متناسب بودن بسته‌بندی‌ها با محتوای آن‌ها و نوع حمل و انطباق آن با اسناد و مدارک قرارداد

۴- علامت‌گذاری و بارگیری صحیح بسته‌ها

۵- بازرسی چشمی و ظاهری کیفیت مصالح و همچنین، کنترل تمام مدارک و گواهی‌نامه‌های بازرسی و

آزمایش کنترل کیفیت که در مراحل تولید مصالح مربوطه تهیه شده است، مورد بازرسی قرار خواهد گرفت.

تأمین‌کننده باید گواهی بازرسی مبنی بر انجام تمام موارد پیش‌گفته را همراه با اسناد حمل، حسب مورد برای کارفرما ارسال کند. خروج محموله‌ها از کارخانه/ کارگاه تولید منوط به اخذ گواهی آزمایش‌های کارخانه‌ای و مسئول Q.C کارخانه است.

توضیح: لازم است سایر شرایط و ملاحظات حمل و تحویل محصول در شرایط خصوصی تعیین گردد.



پیوست ۱

اطلاعات عمومی در رابطه با شن و

ماسه سیلیسی



پ.۱-۱- منشأ

پ.۱-۱-۱- مواد خام

شن و ماسه سیلیسی طبیعی

پ.۱-۱-۲- روش تولید

شن و ماسه سیلیسی از معادن با استفاده از روش‌های لایروبی یا شکستن، تمیز کردن، خشک کردن و الک کردن تولید می‌شود.

پ.۱-۲- خصوصیات معمول

پ.۱-۲-۱- ترکیب شیمیایی

ترکیب شیمیایی وابسته به منشأ آن می‌باشد. به عنوان مثال در جدول (پ.۱-۱) مقادیر معمول (جزء جرمی) ترکیبات ارائه شده است. (اجزای اصلی در بند ۶ ارائه شده است).

جدول پ.۱-۱- ترکیب شیمیایی

پارامتر	جزء (کسر) جرمی به درصد		
	نوع ۱	نوع ۲	نوع ۳
$Al_2O_3 \leq$	۳	۱۳	۱۳
$Fe_2O_3 \leq$	۲	۱۰	۲
$CaO \leq$	۱/۵	۱	۵
$K_2O \leq$	۲	۴	۱
$Na_2O \leq$	۱/۵	۲	۱

تجزیه و تحلیل کانی و سنگ‌شناسی اطلاعات بیش‌تری را در اختیار می‌گذارد.

پ.۱-۲-۲- مقاومت مکانیکی

مقاومت مکانیکی شن و ماسه سیلیسی بالا می‌باشد.

محصولات ناشی از سایش مواد، شامل گرد و غبار و ذرات کوچک از ماده می‌باشد. این محصولات در حین حمل و نقل، پر کردن بستر صافی و شستشو ایجاد می‌گردند. محصولات ناشی از سایش با شستشو به صورت کامل از بین نمی‌روند. روش‌های موجود برای تعیین سایش، منجر به دستیابی به نتایج دقیق در رابطه با رفتار مصالح صافی در حین عملکرد (کار) نمی‌شوند. این روش‌ها تنها می‌توانند برای مقایسه مصالح مختلف صافی‌ها مورد استفاده قرار گیرند.

پ.۱-۲-۳- نمونه‌هایی از توزیع اندازه دانه‌ها

نمونه‌هایی از توزیع اندازه دانه‌ها با بازه‌های مختلف اندازه دانه‌ها و مقدار مجاز جزء (کسر) جرمی بزرگ‌تر و کوچک‌تر از اندازه اسمی در جدول (پ.۱-۲) ارائه گردیده است.

جدول پ.۱-۲- نمونه‌هایی از توزیع اندازه دانه‌ها

بازه اندازه دانه‌ها (میلی‌متر)				مقدار مجاز جزء (کسر) جرمی % *	
				کوچک‌تر از اندازه اسمی	بزرگ‌تر از اندازه اسمی
ماسه سیلیسی	۰/۴	تا	۰/۸	۵	۵
	۰/۵	تا	۱		
	۰/۶	تا	۱/۱۸		
	۰/۶۳	تا	۱		
	۰/۷۱	تا	۱/۲۵		
	۰/۸۵	تا	۱/۷	۱۰	۱۰
	۱	تا	۱/۶		
	۱	تا	۲		
	۱/۱۸	تا	۲/۸		
	۱/۶	تا	۲/۵		
شن سیلیسی	۲	تا	۳/۱۵	۱۵	۱۵
	۲/۳۶	تا	۴/۷۵		
	۳/۱۵	تا	۵/۶		
	۵/۶	تا	۸	۱۵	۱۵
	۶/۷	تا	۱۳/۲		
	۸	تا	۱۲/۵		
	۸	تا	۱۲/۵		
	۱۲/۵	تا	۱۶		
	۱۳/۲	تا	۲۶		

* به‌طور معمول بیشینه مقدار درصد جرمی اجزای دانه‌بندی، با اندازه بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از اندازه اسمی دانه‌ها برای استفاده در صافی‌های چندلایه برابر با ۵ درصد و در صافی‌های تک لایه برابر با ۱۰ درصد می‌باشد. میزان مورد قبول بیشینه مقدار درصد جرمی اجزای دانه‌بندی با اندازه بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از اندازه اسمی دانه‌ها برای استفاده در لایه نگه‌دارنده صافی برابر با ۱۵ درصد می‌باشد.

سایر محدوده‌های اندازه دانه‌ها را می‌توان تعیین کرد.

پ.۱-۲-۴- چگالی

پ.۱-۲-۴-۱- چگالی مطلق

چگالی مطلق معمولاً در بازه ۲/۵ تا ۲/۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌باشد.

پ.۱-۲-۴-۲- چگالی خشک دانه

چگالی خشک دانه معمولاً در بازه ۲/۵ تا ۲/۸ گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌باشد.

پ.۱-۲-۳-۴ - چگالی تر دانه

چگالی تر دانه معمولاً در بازه ۲/۵ تا ۲/۸ گرم بر سانتی متر مکعب می باشد.

پ.۱-۳ - استفاده

پ.۱-۳-۱ - کارکرد (عملکرد)

شن و ماسه سیلیسی به عنوان مواد نگهدارنده و صاف کننده در بستر صافی مورد استفاده قرار می گیرند.

پ.۱-۳-۲ - مقدار اختصاصی

مقدار مورد استفاده از شن و ماسه سیلیسی وابسته به نوع کاربرد آنها می باشد. نرخ صاف سازی و عمق مصالح بستر صافی با میزان مواد معلق موجود در آبی که باید صاف شود تغییر می کنند.

پ.۱-۳-۳ - موارد به کارگیری

شن و ماسه سیلیسی در صافی های ثقلی یا تحت فشار، یک یا چندلایه مورد استفاده قرار می گیرند. همچنین ماسه سیلیسی در صافی های کند نیز مورد استفاده قرار می گیرد.

پ.۱-۳-۴ - اثر ثانویه

این محصولات هیچ اثر ثانویه ای ندارند.

پ.۱-۴ - مشخصات هیدرولیکی

پ.۱-۴-۱ - حجم درون شبکه ای

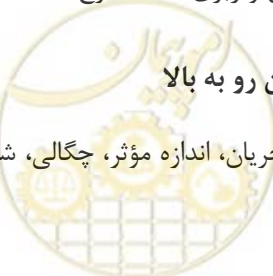
حجم درون شبکه ای در حدود ۰/۴ نسبت حجمی می باشد. در صورت استفاده در محاسبات این حجم باید اندازه گیری شود.

پ.۱-۴-۲ - افت فشار در حالت صاف سازی

افت فشار در صافی وابسته به اندازه، شکل و زبری دانه ها، نرخ صاف سازی، عمق بستر صافی و دمای آب است.

پ.۱-۴-۳ - انبساط در شستشو با جریان رو به بالا

انبساط در حین شستشو وابسته به نرخ جریان، اندازه مؤثر، چگالی، شکل و زبری دانه ها و دمای آب می باشد.



پ.۱-۵- استفاده ایمن

- شن و ماسه سیلیسی محصولات خطرناکی نیستند:
- توصیه می‌شود از تشکیل گرد و غبار جلوگیری شود.
- توصیه می‌گردد به هنگام حمل و نقل و بارگذاری مصالح خشک، به خصوص در زمان بارگذاری به روش خشک از ماسک گرد و غبار استفاده شود.

پ.۱-۶- اقدامات اورژانسی

پ.۱-۶-۱- کمک‌های اولیه

- در صورت تماس با پوست، توصیه می‌شود پوست با آب شستشو شود.
- در صورت تماس با چشم، توصیه می‌شود چشم با آب فراوان و با فشار بالا شستشو شود.
- در صورت استنشاق، توصیه می‌شود فرد به محیط با هوای تازه برود.

پ.۱-۶-۲- ریختن

- جارو کشیدن و دور ریختن در ظرف زباله و یا بسته‌بندی مجدد توصیه می‌گردد.

پ.۱-۶-۳- آتش

- مقررات خاصی مورد نیاز نیست.



پیوست ۲

اطلاعات عمومی در رابطه با

آنتراسیت



پ.۲-۱- منشأ

پ.۲-۱-۱- مواد خام

زغال آنتراسیت طبیعی

پ.۲-۱-۲- روش تولید

آنتراسیت با استفاده از معدن کاری، شکستن، تمیز کردن، خشک کردن و الک کردن تولید می شود.

پ.۲-۲- خصوصیات معمول

پ.۲-۲-۱- ترکیب شیمیایی

ترکیب شیمیایی وابسته به منشأ آن می باشد. به عنوان مثال در جدول (پ.۲-۱) مقادیر معمول (جزء جرمی) ترکیبات ارائه شده است. (اجزای اصلی در بند ۶ ارائه شده است).

جدول پ.۲-۱- ترکیب شیمیایی

پارامتر	جزء (کسر) جرمی به درصد
بیشینه SiO_2	۳
بیشینه Fe_2O_3	۱
بیشینه Al_2O_3	۲
بیشینه CaO	۱
بیشینه K_2O	۱
بیشینه Na_2O	۱

تجزیه و تحلیل کانی و سنگ شناسی اطلاعات بیشتری را در اختیار می گذارد.

پ.۲-۲-۲- مقاومت مکانیکی

مقاومت مکانیکی آنتراسیت بالا می باشد.

محصولات ناشی از سایش مواد، شامل گرد و غبار و ذرات کوچک از ماده می باشد. این محصولات در حین حمل و نقل، پر کردن بستر صافی و شستشو ایجاد می گردند. محصولات ناشی از سایش با شستشو به صورت کامل از بین نمی روند. روش های موجود برای تعیین سایش، منجر به دستیابی به نتایج دقیق در رابطه با رفتار مصالح صافی در حین عملکرد (کار) نمی شوند. این روش ها تنها می توانند برای مقایسه مصالح مختلف صافی ها مورد استفاده قرار گیرند.



پ.۲-۲-۳- نمونه‌هایی از توزیع اندازه دانه‌ها

نمونه‌هایی از توزیع اندازه دانه‌ها با بازه‌های مختلف اندازه دانه‌ها و مقدار مجاز جزء (کسر) جرمی بزرگ‌تر و کوچک‌تر از اندازه اسمی در جدول (پ.۲-۲) ارائه گردیده است.

جدول پ.۲-۲- نمونه‌هایی از توزیع اندازه دانه‌ها

بازه اندازه دانه‌ها (میلی‌متر)			مقدار مجاز جزء (کسر) جرمی % *	
			کوچک‌تر از اندازه اسمی	بزرگ‌تر از اندازه اسمی
۱/۱۸	تا	۰/۶	۵	۵
۱/۶	تا	۰/۶		
۱/۶	تا	۰/۸		
۲/۵	تا	۱/۱۸	۱۰	۱۰
۲/۵	تا	۱/۴		
۲/۵	تا	۱/۶		
۴	تا	۲		
۴	تا	۲/۵		
۵	تا	۲/۵		

* به‌طور معمول بیشینه مقدار درصد جرمی اجزای دانه‌بندی، با اندازه بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از اندازه اسمی دانه‌ها برای استفاده در صافی‌های چندلایه برابر با ۵ درصد و در صافی‌های تک لایه برابر با ۱۰ درصد می‌باشد.

سایر محدوده‌های اندازه دانه‌ها را می‌توان تعیین کرد.

پ.۲-۲-۴- چگالی

پ.۲-۲-۴-۱- چگالی مطلق

چگالی مطلق معمولاً در بازه ۱/۳۵ تا ۱/۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌باشد.

پ.۲-۲-۴-۲- چگالی خشک دانه

چگالی خشک دانه معمولاً در بازه ۱/۳۵ تا ۱/۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌باشد.

پ.۲-۲-۴-۳- چگالی تر دانه

چگالی تر دانه معمولاً در بازه ۱/۳۵ تا ۱/۶ گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌باشد.

پ.۲-۳- استفاده

پ.۲-۳-۱- کارکرد (عملکرد)

آنتراسیت به‌عنوان مواد صاف‌کننده بستر صافی مورد استفاده قرار می‌گیرند.



پ.۲-۳-۲- مقدار اختصاصی

مقدار مورد استفاده از آنتراسیت وابسته به نوع کاربرد آن می‌باشد. نرخ صاف‌سازی و عمق مصالح بستر صافی با میزان مواد معلق موجود در آبی که باید صاف شود، تغییر می‌کنند.

پ.۲-۳-۳- موارد به کارگیری

آنتراسیت در صافی‌های باز یا بسته، یک یا چندلایه مورد استفاده قرار می‌گیرند.

پ.۲-۳-۴- اثر ثانویه

این محصولات هیچ اثر ثانویه‌ای ندارند.

پ.۲-۴-۱- مشخصات هیدرولیکی**پ.۲-۴-۱-۱- حجم درون شبکه‌ای**

حجم درون شبکه‌ای در حدود ۰/۴ نسبت حجمی می‌باشد. در صورت استفاده در محاسبات این حجم باید اندازه‌گیری شود.

پ.۲-۴-۲- افت فشار در حالت صاف‌سازی

افت فشار در صافی وابسته به اندازه، شکل و زبری دانه‌ها، نرخ صاف‌سازی، عمق بستر صافی و دمای آب است.

پ.۲-۴-۳- انبساط در شستشو با جریان رو به بالا

انبساط در حین شستشو وابسته به نرخ جریان، اندازه مؤثر، چگالی، شکل و زبری دانه‌ها و دمای آب می‌باشد.

پ.۲-۵- استفاده ایمن

آنتراسیت محصول خطرناکی نیست:

- توصیه می‌شود از تشکیل گرد و غبار جلوگیری شود.
- توصیه می‌گردد به هنگام حمل و نقل و بارگذاری مصالح خشک، به خصوص در زمان بارگذاری به روش خشک از ماسک گرد و غبار استفاده شود.



پ.۲-۶- اقدامات اورژانسی

پ.۲-۶-۱- کمک‌های اولیه

در صورت تماس با پوست خطری وجود ندارد، توصیه می‌شود پوست با آب شستشو شود.
در صورت تماس با چشم، توصیه می‌شود چشم با آب فراوان و با فشار بالا شستشو شود.
در صورت استنشاق، توصیه می‌شود فرد به محیط با هوای تازه برود.

پ.۲-۶-۲- ریختن

جارو کشیدن و دور ریختن در ظرف زباله و یا بسته‌بندی مجدد توصیه می‌گردد.

پ.۲-۶-۳- آتش

مواد خاموش‌کننده: استفاده از خاموش‌کننده کف‌دار توصیه می‌شود.
به‌دلیل تولید دی‌اکسید کربن و مونوکسید کربن در حین احتراق باید دستگاه تنفس پوشیده شود.



پیوست ۳

روش انجام آزمایش‌ها (براساس

استاندارد BS EN 12902)



تذکر: در این پیوست اهم آزمایش‌های مورد نیاز این دستورالعمل از استاندارد BS EN 12902 ارائه گردیده است، در صورت نیاز به جزئیات و آزمایش‌های بیش‌تر به استاندارد BS EN 12902 مراجعه گردد.

پ.۳-۱- نمونه‌برداری

توصیه‌های ارائه‌شده در استانداردهای ISO 3165 و ISO 6206 را مشاهده کنید، نمونه‌برداری مطابق با استاندارد ISO 8213 انجام شود و با استفاده از مقسم، نمونه آزمایشگاهی از نمونه اصلی برداشت شود.

پ.۳-۲- خصوصیات فیزیکی

پ.۳-۲-۱- توزیع اندازه دانه‌ها

پ.۳-۲-۱-۱- کلیات

توزیع اندازه ذرات مواد دانه‌ای باید با استفاده از الک کردن تعیین گردد؛ این روش تعیین اندازه ذرات با استفاده از الک برای دانه‌هایی با اندازه مساوی و یا بزرگ‌تر از ۰/۰۲۵ میلی‌متر کاربردی است به استاندارد ISO 2591-1 مراجعه شود. برای مواد پودری باید اندازه ذرات با استفاده از روش مشاهده لیزری تعیین گردد. توجه: روش‌های جایگزین برای تعیین اندازه ذرات شامل:

- الک با استفاده از آب برای مواد پودری
- تعیین اندازه با استفاده از بزرگنمایی: شمارش با میکروسکوپ
- ریختن بدون شتاب ذرات در مایعات: ته‌نشینی
- ریختن با شتاب ذرات در مایعات: سیکلون کردن
- انکسار امواج الکترومغناطیسی: کدورت
- خصوصیات دی‌الکتریکی: کنتورکولتر

پ.۳-۲-۱-۲- توزیع اندازه ذرات برای مصالح دانه‌ای

توزیع اندازه ذرات برای مصالح دانه‌ای باید براساس استاندارد ISO 2591-1 تعیین شود؛ همچنین به استانداردهای ISO 2395 و ISO 565 مراجعه شود.

پ.۳-۲-۱-۳- بیان نتایج

بیان نتایج باید بر مبنای منحنی تجمعی توزیع اندازه ذرات بر مبنای استاندارد ISO 9276-1 باشد.



پ.۳-۲-۱-۴- پردازش نتایج

از روی منحنی تجمعی توزیع اندازه ذرات، پارامترهای زیر تخمین زده می‌شوند:

- اندازه مؤثر $Es (d_{10})$
- ضریب یکنواختی Uc
- کوچک‌ترین اندازه d_{10}
- درصد کوچک‌تر از اندازه
- درصد بزرگ‌تر از اندازه

پ.۳-۲-۲- چگالی توده‌ای (غیرمتراکم و متراکم)

پ.۳-۲-۲-۱- کلیات

این روش اندازه‌گیری به‌طور معمول برای مواد با اندازه دانه بزرگ‌تر از ۴ میلی‌متر استفاده نمی‌شود.

پ.۳-۲-۲-۲- قاعده کلی

چگالی توده‌ای از حاصل تقسیم وزن خشک‌شده ISFM^۱ مصالح (متراکم یا غیرمتراکم)، به حجم اندازه‌گیری شده آن به دست می‌آید.

پ.۳-۲-۲-۳- ابزار و وسایل

علاوه بر لوازم معمول آزمایشگاهی، ابزار و وسایل مورد استفاده در این آزمایش به شرح زیر می‌باشند:

- ترازو به ظرفیت ۵۰۰ یا ۲۰۰۰ گرمی بسته به حجم نمونه (جدول B1)، با دقت ± 1 گرم
- دسیکاتور.
- آون با توانایی تنظیم دما در بازه 105 ± 2 درجه سانتی‌گراد.
- استوانه مدرج اندازه‌گیری با حجم (مطابق جدول B1) 250 ± 2 یا 1000 ± 10 میلی‌لیتر



پ.۳-۲-۴- آماده‌سازی نمونه

مقداری کافی از نمونه مصالح در دمای 10.5 ± 2 درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به یک وزن ثابت خشک کنید؛ و با قرار دادن آن در دسیکاتور دمای آن را به دمای محیط بازگردانید.

نکته: مواد دارای خلل و فرج دار بهتر است که در دمای 15.0 ± 2 درجه سانتی‌گراد خشک شوند.

حجم نمونه بر طبق اندازه دانه‌های مصالح مطابق جدول (پ.۳-۱) تعیین می‌گردد.

جدول پ.۳-۱- کم‌ترین حجم نمونه مصالح بر طبق اندازه‌های دانه

مصلح (ISFM)	بیش‌ترین اندازه ذرات (میلی‌متر)	حجم استوانه اندازه‌گیری (میلی‌لیتر)	کم‌ترین حجم نمونه میلی‌لیتر
پودر	< 0.4	25.0 ± 2	۱۰۰
مواد دانه‌ای	۴ تا ۰/۴	1000 ± 10	۵۰۰

پ.۳-۲-۵- روش کار

- مواد غیرمتراکم

استوانه اندازه‌گیری خالی را با دقت ۱ گرم وزن کرده و وزن آن‌ها به‌عنوان m_0 یادداشت کنید. استوانه اندازه‌گیری را به‌صورت عمودی قرار داده و نمونه مصالح را به استوانه اندازه‌گیری اضافه کنید. حجم مواد غیر فشرده V_1 را با دقت نزدیک به ۱۰ میلی‌لیتر اندازه‌گیری کنید. استوانه اندازه‌گیری را در حالت پر با دقت ۱ گرم توزین کرده و وزن آن را به‌عنوان m_1 یادداشت کنید.

- مواد متراکم

استوانه اندازه‌گیری خالی را با دقت نزدیک به ۱ گرم توزین کرده و آن را به‌عنوان m_0 یادداشت نمایید. استوانه اندازه‌گیری به‌صورت عمودی قرار داده و کم‌ترین حجم از نمونه مصالح را بر طبق جدول B1 به استوانه اندازه‌گیری اضافه کنید. به دیواره استوانه اندازه‌گیری با یک میله شیشه‌ای پوشش شده با لایه لاستیکی تا زمانی که حجم آن ثابت باقی بماند ضربه بزنید. بعد از اندازه‌گیری حجم نهایی استوانه اندازه‌گیری به‌صورت پر V_1 ، وزن آن را با دقت ۱ گرم اندازه‌گیری کرده و آن را به‌عنوان m_1 یادداشت نمایید.

پ.۳-۲-۶- بیان نتایج

چگالی توده‌ای (ρ) ماده با واحد کیلوگرم بر مترمکعب، مطابق فرمول ذیل محاسبه می‌گردد:

$$\rho = \frac{m_1 - m_0}{V_1} \times 1000$$

m_0 وزن استوانه اندازه‌گیری خالی بر حسب گرم



m_1 وزن نمونه مصالح و استوانه اندازه‌گیری بر حسب گرم
 V_1 حجم مصالح داخل استوانه اندازه‌گیری بر حسب میلی لیتر

پ.۳-۳- مشخصات شیمیایی

پ.۳-۳-۱- مواد محلول در اسید

پ.۳-۳-۱-۱- کلیات

این روش برای مصالحی که با اسید، واکنش انجام نمی‌دهند قابل اجرا می‌باشد.

پ.۳-۳-۱-۲- قاعده کلی

غوطه‌ورسازی مصالح در اسید و تعیین افت جرم

پ.۳-۳-۱-۳- معرف‌ها

همه معرف‌ها می‌بایست دارای خلوص (گرید) آزمایشگاهی باشند و آب استفاده شده می‌بایست مطابق با آب نوع ۳ استاندارد EN ISO 3696 باشد.

- محلول هیدروکلریک اسید با خلوص ۲۰ در صد، تقریباً ۲۲۰ گرم HCL در هر لیتر، با جرم مخصوص تقریبی ۱/۱۵ گرم بر میلی لیتر.

پ.۳-۳-۱-۴- ابزار و وسایل

- ترازو به ظرفیت اندازه‌گیری وزن تا ۵۰۰ گرم با دقت ± 0.1 گرم
- آون با توانایی تنظیم دما در بازه 10.5 ± 2 درجه سانتی‌گراد.
- بشر ۲۵۰ میلی لیتر یا ۶۰۰ میلی لیتر مطابق با چگالی ماده
- دسیکاتور

پ.۳-۳-۱-۵- آماده‌سازی نمونه

مقداری کافی از نمونه مصالح را در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد در آون تا رسیدن به یک وزن ثابت خشک کنید و سپس با قرار دادن در داخل دسیکاتور دمای آن را به دمای محیط برگردانید.



پ.۳-۳-۱-۶- روش کار

حدود ۵۰ گرم از مصالح را با دقت ۰/۱ گرم توزین کرده و در داخل بشر بریزید. وزن را به‌عنوان m_1 یادداشت کنید. نمونه مصالح را با هیدروکلریک اسید بپوشانید. نمونه را به مدت ۲۴ ساعت در بازه دمایی ۱۸ تا ۲۳ درجه سانتی‌گراد قرار دهید. نمونه را ۵ مرتبه با آب بدون از دست رفتن ذرات شستشو دهید و سپس آن را در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به جرم ثابت خشک کنید و با قرار دادن آن در داخل دسیکاتور دمای آن را به دمای محیط برگردانید. مصالح را توزین کرده و آن را به‌عنوان m_2 یادداشت نمایید.

پ.۳-۳-۱-۷- بیان نتایج

افت جرم ماده در مجاورت اسید (X_1)، بر مبنای جزء (کسر) جرمی ماده مطابق معادله ذیل محاسبه می‌گردد:

$$X_1 = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100$$

m_1 جرم نمونه مصالح پیش از انجام آزمایش با واحد گرم

m_2 جرم نمونه مصالح پس از انجام آزمایش با واحد گرم

پ.۳-۳-۲- خاکستر

پ.۳-۳-۲-۱- کلیات

این روش برای مصالح کربن‌دار مانند آنتراسیت، پودر کربن فعال، کربن فعال گرانولی، زغال معدنی پیرولیز شده (تجزیه شیمیایی در اثر حرارت) مورد استفاده قرار می‌گیرد.

پ.۳-۳-۲-۲- قاعده کلی

جرم خاکستر با اشتعال نمونه تا رسیدن به جرم ثابت تعیین می‌شود.

پ.۳-۳-۲-۳- ابزار و وسایل

علاوه بر لوازم معمول آزمایشگاهی، ابزار و وسایل مورد استفاده در این آزمایش به شرح زیر می‌باشد:

- آون خشک‌کن با توانایی تنظیم دما در بازه 150 ± 5 درجه سانتی‌گراد.
- کوره موفلی با قابلیت گردش هوا، با قابلیت تنظیم دما در بازه 650 ± 25 درجه سانتی‌گراد.
- بوته با قابلیت تحمل دمای بالا
- دسیکاتور
- ترازو با دقت $0.1 \pm$ میلی‌گرم



پ.۳-۳-۲-۴- روش کار

مقدار کافی از نمونه مصالح را تا رسیدن به جرم ثابت در دمای ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد داخل آون خشک کنید. بوته خالی را داخل کوره موفلی در دمای ۶۵۰ ± ۲۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱ ساعت مشتعل کنید. دمای بوته را با قرار دادن در داخل دسیکاتور به دمای محیط برگردانید و آن را با دقت ۰/۱ میلی‌گرم وزن کرده و به‌عنوان m_0 یادداشت کنید. مقدار کافی از نمونه خشک‌شده برای تولید حدوداً ۰/۱ گرم خاکستر را در داخل بوته‌ای که قبلاً حرارت دیده بود با دقت ۰/۱ میلی‌گرم وزن کرده و جرم آن به‌عنوان m_1 یادداشت کنید. بوته را در داخل کوره موفلی در دمای ۶۵۰ ± ۲۵ درجه سانتی‌گراد تا به دست آمدن جرم ثابت قرار دهید.

نکته: برای انجام کامل روند خاکسترسازی و به دست آمدن جرم ثابت، زمانی بین ۳ تا ۱۶ ساعت بسته به نوع و اندازه ذرات نمونه مورد نیاز است.

دمای بوته به همراه خاکستر را با قرار دادن در داخل دسیکاتور به دمای محیط برگردانید. پس از خنک شدن، نمونه برای وزن کردن با دقت ۰/۱ میلی‌گرم، باید به‌طوری در هوا جابه‌جا شود که مانع از دست رفتن خاکستر از داخل بوته شود. وزن نمونه را به‌عنوان m_2 یادداشت کنید.

پ.۳-۳-۲-۵- بیان نتایج

مقدار خاکستر (X_2)، به‌عنوان جزء (کسر) جرمی از ماده خشک‌شده بیان و از رابطه ذیل محاسبه می‌گردد:

$$X_2 = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100$$

m_0 جرم بوته خالی بر حسب گرم

m_1 جرم بوته به اضافه نمونه خشک‌شده بر حسب گرم

m_2 جرم بوته به‌اضافه نمونه سوزانده شده بر حسب گرم

پ.۳-۳-۲-۶- دقت

- حد تکرارپذیری

اختلاف مطلق بین ۲ نتیجه واحد که تحت شرایط تکرارپذیری حاصل می‌شود و نباید در بیش از یک مورد از ۱۰ مورد، از حد تکرارپذیری (r) تجاوز کند.

$$r = 0.1 \times X_2$$

- حد بازتولیدی

اختلاف مطلق بین ۲ نتیجه واحد که تحت شرایط بازتولیدی حاصل می‌شود و نباید در بیش از یک مورد از ۲۰ مورد، از حد بازتولیدی (R) تجاوز کند.



$$R = 0.2 \times X_2$$

پ.۳-۳-۳- مواد آزاد شده در آب

پ.۳-۳-۳-۱- قاعده کلی

یک نمونه از مصالح در تماس با آب استخراج‌کننده قرار گرفته و آب استخراج‌کننده برای آنالیز فلزات، سیانید و PAH جداسازی شده و مورد آزمایش قرار می‌گیرد. روش کار برای مواد گرانولی و مواد پودری متفاوت است.

پ.۳-۳-۳-۲- معرف‌ها

همه معرف‌ها می‌بایست دارای خلوص (گرید) آزمایشگاهی باشند و آب استفاده شده می‌بایست مطابق با آب نوع شماره ۲ استاندارد EN ISO 3696 باشد.

- محلول سدیم هیدروژن کربنات ($\text{NaHCO}_3 = 0.05 \text{ mol/l}$): حل کردن مقدار ۴/۲۰۱ گرم سدیم هیدروژن کربنات داخل آب و سپس انتقال آن به یک بالون ژوژه یک لیتری و رقیق کردن آن به وسیله آب تا مقدار مشخص شده در ظرف (خط نشان یک لیتر).

- محلول کلسیم کلراید ($\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 0.03 \text{ mol/l}$): حل کردن مقدار ۴/۴۱۱ گرم کلسیم کلراید دوآبه داخل آب و سپس انتقال آن به یک بالون ژوژه یک لیتری و رقیق کردن آن به وسیله آب تا مقدار مشخص شده در ظرف (خط نشان یک لیتر).

- محلول منیزیم سولفات ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} = 0.02 \text{ mol/l}$): حل کردن مقدار ۴/۹۲۹ گرم منیزیم سولفات هفت آبه داخل آب و سپس انتقال آن به یک بالون ژوژه یک لیتری و رقیق کردن آن به وسیله آب تا مقدار مشخص شده در ظرف (خط نشان یک لیتر).

- آب استخراج‌کننده؛ برای تهیه کردن ۱ لیتر از آب استخراج‌کننده مطابق ذیل اقدام می‌گردد.
داخل یک بالون ژوژه ۱ لیتری به مقدار ۱۰ میلی‌لیتر محلول سدیم هیدروژن کربنات، ۱۰ میلی‌لیتر محلول کلسیم کلراید و ۱۰ میلی‌لیتر محلول منیزیم سولفات اضافه شود. سپس عملیات رقیق کردن با آب و مخلوط نمودن مواد داخل ظرف تا رسیدن به مقدار مشخص شده در ظرف (خط نشان یک لیتر) انجام شود. pH اندازه‌گیری شود و در صورت لزوم pH در محدوده $7/5 \pm 0/2$ با اضافه کردن اسید هیدروکلریک یا محلول سدیم هیدروکسید رقیق شده تنظیم گردد.

نکته ۱: ترکیب آب استخراج‌کننده مطابق ذیل می‌باشد:

NaHCO_3 : 0.05 mmol/l -

$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: 0.03 mmol/l -

$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$: 0.02 mmol/l -



این موضوع باعث می‌شود که آنالیز آب تقریباً برابر با:

پارامتر	واحد	مقدار
سدیم	mg/l Na	۱۱/۵
کلسیم	mg/l Ca	۱۲
منیزیم	mg/l Mg	۵
هیدروژن کربنات	mg/l HCO ₃	۳۰/۵
کلراید	mg/l Cl	۲۱
سولفات	mg/l SO ₄	۱۹
pH	-	۷/۵

نکته ۲: با توجه به ترکیبات آب میزان استخراج مواد می‌تواند متفاوت باشد. از آب استخراج‌کننده مصنوعی به دلیل ایجاد یک روش تکرارپذیر برای ارزیابی مواد مختلف استفاده می‌گردد ولی این آب دقیقاً نشان‌دهنده اثراتی که در عمل رخ خواهد داد نمی‌باشد.

پ.۳-۳-۳-۳- ابزار و وسایل

- علاوه بر لوازم معمول آزمایشگاهی ابزار و وسایل مورد استفاده در این آزمایش به شرح زیر می‌باشند:
- برای آزمایش مواد گرانولی: ستون شیشه‌ای برای تست آبشویی (لیچینگ)، ستون شیشه‌ای می‌بایست حداقل ۵ سانتی‌متر قطر و ۵۰ سانتی‌متر طول داشته باشد.
 - برای مواد پودری: صافی شیشه‌ای متخلخل
 - آون با توانایی تنظیم دما در بازه 150 ± 5 درجه سانتی‌گراد.

پ.۳-۳-۳-۴- مواد گرانولی

- روش کار

آزمایش می‌بایست بر روی مواد، به شکلی که معمولاً توسط سازنده عرضه می‌شوند انجام گیرد. دمای محیط باید در حین انجام آزمایش در محدوده 20 ± 2 درجه سانتی‌گراد ثابت باشد. یک بستر حجمی از آب استخراج‌کننده را در داخل ستون شیشه‌ای برای مدت ۳۰ دقیقه قرار دهید. این آب را در یک بطری شیشه‌ای جمع کنید و برای انجام آنالیز نگاه‌دارید این نمونه شاهد نامیده می‌شود. جهت تهیه نمونه می‌بایست مطابق ذیل عمل گردد.

یک نمونه از مصالح با جرم مشخص را در داخل ستون شیشه‌ای قرار دهید، به‌طوری‌که بستری به عمق حداقل ۳۰ سانتی‌متر حاصل گردد. یک بستر حجمی از آب لوله‌کشی به آن اضافه کنید و برای مرطوب شدن مصالح، آن را به مدت 15 ± 1 ساعت به حال خود رها کنید. سپس آن را با استفاده از آب لوله‌کشی به مدت 30 ± 5 دقیقه با یک نرخ ثابت جریان شستشوی معکوس دهید، تا بستر به مقدار 25 ± 5 درصد منبسط گردد. آب سطحی را از روی سطح بستر تخلیه

کنید. ستون را دو بار آبکشی کنید و در هر دفعه از یک بستر حجمی آب استخراج‌شده استفاده کنید، توجه شود برای هر دفعه آبکشی حداکثر ۱۰ دقیقه زمان نیاز است و آب حاصله دور ریخته شود.

یک بستر حجمی دیگر از آب استخراج‌شده اضافه کنید و پس از آن اجازه دهید تا به مدت 30 ± 2 دقیقه بدون تکان دادن بماند. سپس آب را در داخل ظرف شیشه‌ای بریزید. این ظرف شامل آب پساب شستشو (لیچینگ) است. آزمایش‌ها و تجزیه و تحلیل نمونه‌های شاهد و پساب شستشو (لیچینگ) را با استفاده از روش‌های آزمایشی که توانایی تشخیص غلظت مواد در محدوده دقت و صحت و محدوده قابل تشخیص ارائه شده در جدول شماره (پ.۳-۲) را دارند را انجام دهید.

جدول پ.۳-۲- الزامات اطمینان‌پذیری روش‌های تحلیلی برای مواد سمی آب استخراج‌شده

عناصر	صحت (درصدی از مقدار حدی) ^a	دقت (درصدی از مقدار حدی) ^b	حد تشخیص (درصدی از مقدار حدی) ^c
انتیموان	۲۵	۲۵	۲۵
آرسنیک	۱۰	۱۰	۱۰
کادمیم	۱۰	۱۰	۱۰
کروم	۱۰	۱۰	۱۰
سرب	۱۰	۱۰	۱۰
جیوه (مرکوری)	۲۰	۱۰	۲۰
نیکل	۱۰	۱۰	۱۰
سلنیوم	۱۰	۱۰	۱۰
سیانید	۱۰	۱۰	۱۰
PAH ^d	۲۵	۲۵	۲۵

a- تفاوت بین مقدار متوسط تعداد زیادی از اندازه‌گیری‌ها و مقدار واقعی.

b- انحراف معیار (در یک گروه و بین گروه‌ها) ناشی از پراکندگی نتایج پیرامون مقدار میانگین

c- کم‌ترین غلظت یک ماده مورد تجزیه (آنالیز) داخل یک نمونه که به‌صورت کمی قابل تعیین باشد.

نکته: محدوده حد تشخیص براساس ۴/۶۵ برابر انحراف معیار نسبی نمونه خالی محاسبه می‌شود

d- هیدروکربن‌های آروماتیک حلقوی، فلورانتین، بنزو فلورانتین (benzo(b)flouranthene)، بنزوفلورانتین (benzo(k)flouranthene)، بنزو پیرین (benzo(a)pyrene)، بنزوپرایلین (benzo(ghi)perylene)، ایندنوپیرین (indeno(1,2,3-dc)pyrene)

- بیان نتایج

مقدار مواد آزاد شونده در آب، X_3 ، با واحد میکروگرم بر لیتر استخراج‌کننده، مطابق معادله ذیل محاسبه می‌گردد:

$$X_3 = C_1 - C_0$$

C_0 غلظت مواد در آب استخراج‌کننده نمونه شاهد بر حسب میکروگرم بر لیتر؛

C_1 غلظت مواد در آب استخراج‌کننده پساب شستشو (Leachate) بر حسب میکروگرم بر لیتر؛



پ.۳-۳-۴- مقدار سیلیکا

پ.۳-۳-۴-۱- قاعده کلی

یک نمونه از مصالح مشتعل شده و سپس داخل سولفوریک اسید هضم شود. باقیمانده نمونه مجدداً مشتعل شده و بینبار داخل اسید هیدروفلوئوریک هضم می‌گردد. درنهایت باقیمانده نمونه تبخیر شده کاملاً خشک شود و یک‌بار دیگر مجدداً سوزانده می‌شود.

پ.۳-۳-۴-۲- معرف‌ها

همه معرف‌ها می‌بایست دارای خلوص (گرید) آزمایشگاهی باشند و آب استفاده‌شده می‌بایست مطابق با آب نوع شماره ۳ استاندارد EN ISO 3696 باشد.

- سولفوریک اسید: رقیق‌شده با نسبت ۱+۱

از طریق اضافه کردن یک حجم از اسید سولفوریک با خلوص ۹۶٪ ($\rho = 1.84 \text{ g/ml}$) به آرامی و با هم‌زدن هم‌زمان به یک حجم از آب.

- هیدروفلوئوریک اسید با درصد خلوص جرمی ۴۰٪ ($\rho = 1.13 \text{ g/ml}$)

هشدار ایمنی- هشدارهای ایمنی در هنگام کار با هیدروفلوئوریک اسید کاملاً رعایت گردد.

پ.۳-۳-۴-۳- ابزار و وسایل

علاوه بر لوازم معمول آزمایشگاهی ابزار و وسایل مورد استفاده در این آزمایش به شرح زیر می‌باشند:

- ظرف پلاتینی.
- کوره موفلی با قابلیت گردش هوا، با قابلیت تنظیم دما در بازه 25 ± 1000 و 25 ± 900 درجه سانتی‌گراد.
- دسیکاتور حاوی دسیکانت پنتوکسید فسفر.
- آون با توانایی تنظیم دما در بازه 2 ± 105 درجه سانتی‌گراد.

پ.۳-۳-۴-۴- آماده‌سازی نمونه

مقدار جرم کافی از مصالح را در دمای 2 ± 105 درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به یک جرم ثابت خشک کنید؛ و سپس با استفاده از دسیکاتور دمای نمونه را به دمای محیط برسانید.



پ.۳-۳-۴-۵- روش کار

حدوداً ۲ گرم از نمونه آزمایش را با دقت ۱ میلی‌گرم داخل ظرفی از پلاتین خالص با وزن مشخص کنید. سپس نمونه را در کوره موفلی در دمای 1000 ± 25 درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به یک جرم ثابت m_1 مشتعل کرده و در نهایت در داخل دیسکاتور خنک کنید.

سپس حدود ۱ میلی‌لیتر سولفوریک اسید را به نمونه اضافه کنید؛ و ظرف را به آرامی تا زمان قطع دود تولیدی حرارت دهید و سپس حرارت را تا دمای 900 ± 25 برای مدت ۱۵ دقیقه در داخل کوره موفلی ادامه دهید. در نهایت نمونه را از کوره خارج و داخل دیسکاتور خنک کرده و بعد از آن نمونه را وزن کنید m_2 .

به باقیمانده نمونه در داخل ظرف پلاتینی، ۵ میلی‌لیتر از هیدروفلوئوریک اسید اضافه نموده و تا تهیه یک شیر غلیظ آن را تبخیر کنید، احتیاط شود چیزی از نمونه از دست نرود. قسمت‌های اطراف و پایین ظرف را بعد از خنک کردن با آب بشوئید. سپس ۲ میلی‌لیتر هیدروفلوئوریک اسید را به نمونه اضافه کرده و آن را تا خشک شدن کامل تبخیر کنید. باقیمانده نمونه را روی یک صفحه داغ (هات پلیت) تا وقتی که دودی از آن آزاد نشود حرارت دهید و سپس آن را در کوره موفلی تا دمای 900 ± 25 درجه سانتی‌گراد برای مدت ۱۵ دقیقه مشتعل کنید. در نهایت نمونه را از کوره خارج کرده و بعد از خنک کردن در داخل دیسکاتور نمونه را وزن کنید m_3 .

پ.۳-۳-۴-۶- بیان نتایج

مقدار سیلیکا (خلوص جرمی)، X_s ، با معادله ذیل محاسبه می‌گردد:

$$X_s = \frac{m_2 - m_3}{m_1} \times 100$$

m_1 جرم باقیمانده مشتعل شده بر حسب گرم؛

m_2 جرم پس از فرآوری با سولفوریک اسید و اشتعال بر حسب گرم؛

m_3 جرم پس از فرآوری با هیدروفلوئوریک اسید و اشتعال بر حسب گرم؛

پ.۳-۳-۵- مقدار آب (افت جرم در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد یا ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد).

پ.۳-۳-۵-۱- قاعده کلی

خشک کردن نمونه تا رسیدن به یک جرم ثابت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد یا برای مصالح متخلخل ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد با فرض اینکه آب تنها ماده حاضر درون مصالح است که در این دما به صورت فرار می‌باشد.

پ.۳-۳-۵-۲- ابزار و وسایل

علاوه بر لوازم معمول آزمایشگاهی ابزار و وسایل مورد استفاده در این آزمایش به شرح زیر می‌باشند:



- آون خشک‌کن با توانایی تنظیم دما در بازه 10.5 ± 2 یا 15.0 ± 2 درجه سانتی‌گراد
- شیشه توزین بطری شکل با درپوش یا بوته فلزی بدون درز با درب تا حد امکان کم‌عمق و با قابلیت جابه‌جایی راحت
- دسیکاتور
- ترازو با دقت ± 0.1 میلی‌گرم

پ.۳-۳-۵-۳- روش کار

۱ تا ۲ گرم از نمونه مصالح را داخل یک بطری یا بوته که از قبل خشک و توزین شده است قرار دهید، دقت شود که عمق مصالح در داخل نگه‌دارنده از $1/25$ سانتی‌متر تجاوز نکند، بلافاصله درب ظرف نگه‌دارنده را بسته و وزن آن را با دقت ۰٫۵ میلی‌گرم اندازه‌گیری و یادداشت کنید m_1 . درپوش را جدا کرده و همراه با ظرف نگه‌دارنده در داخل آون خشک‌کن که از پیش تا دمای 10.5 ± 2 یا برای مواد متخلخل 15.0 ± 2 درجه سانتی‌گراد گرم شده را تا زمان رسیدن به وزن ثابت قرار دهید. درب آون را باز کرده و درب ظرف نگه‌دارنده را سریعاً ببندید. سپس آن را به دسیکاتور برای خنک شدن تا دمای محیط منتقل کنید. سپس نمونه را پس از خنک شدن با دقت 0.5 میلی‌گرم توزین و مقدار آن را یادداشت کنید m_2 .

نکته: در برخی از مواد که اندازه ذرات بزرگ و یا ناهمگن هستند، ضروری است که از نمونه‌های بزرگ‌تر و عمق بیش‌تری از مواد داخل ظرف نگه‌دارنده استفاده شود.

پ.۳-۳-۵-۴- بیان نتایج

مقدار آب X_6 ، بیان شده به‌عنوان جزء (کسر) جرمی محصول دریافتی، با معادله ذیل محاسبه می‌گردد:

$$X_6 = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100$$

m_0 جرم خالی ظرف نگه‌دارنده و درپوش بر حسب گرم؛

m_1 جرم ظرف نگه‌دارنده و درپوش همراه با نمونه بر حسب گرم؛

m_2 جرم ظرف نگه‌دارنده و درپوش همراه با نمونه خشک‌شده بر حسب گرم؛

پ.۳-۳-۶- مقدار کربن (C)

مقدار کربن باید مطابق ISO 609 تعیین گردد.

پ.۳-۳-۷- مقدار ماده فرار

مقدار ماده فرار باید مطابق ISO 562 تعیین گردد.



پ.۳-۴- اندازه‌گیری مقاومت در برابر شکنندگی

پ.۳-۴-۱- کلیات

این روش برای تعیین شکنندگی مصالح با منشاء مصنوعی یا با منشأ طبیعی، با حذف بخش پودر شده کاربرد دارد.

پ.۳-۴-۲- قاعده کلی

قاعده کلی چرخش درام (ظرف استوانه‌ای) حاوی مصالح و گوی‌های فلزی می‌باشد. پس از این عملیات خرد کردن، تغییرات مقادیر برخی از پارامترها بر روی منحنی تجمعی توزیع اندازه دانه‌ها که اندازه‌گیری می‌شود.

پ.۳-۴-۳- دستگاه

پ.۳-۴-۳-۱- دستگاه خردکن

دستگاه خردکن که در شکل (پ.۳-۱) نشان داده شده است و شامل بخش‌های زیر می‌باشد:

الف- صفحه مدور، به قطر ۳۴ سانتی‌متر که می‌تواند حول یک محور افقی مرکزی بچرخد. وسیله‌ای برای اتصال درام خردکننده به‌طور شعاعی به صفحه مدور همراه با وزنه تعادلی که در سمت مقابل آن به‌صورت قطری وصل شده است (شکل پ.۳-۱ را ببینید).

ب- محرک دستگاه: موتور الکتریکی با سیستم کاهش سرعت برای رسیدن به دور (2 ± 25) دور در دقیقه همراه با یک تجمیع‌کننده شمارنده دورها که تعداد دقیق دورها را اندازه‌گیری می‌نماید.

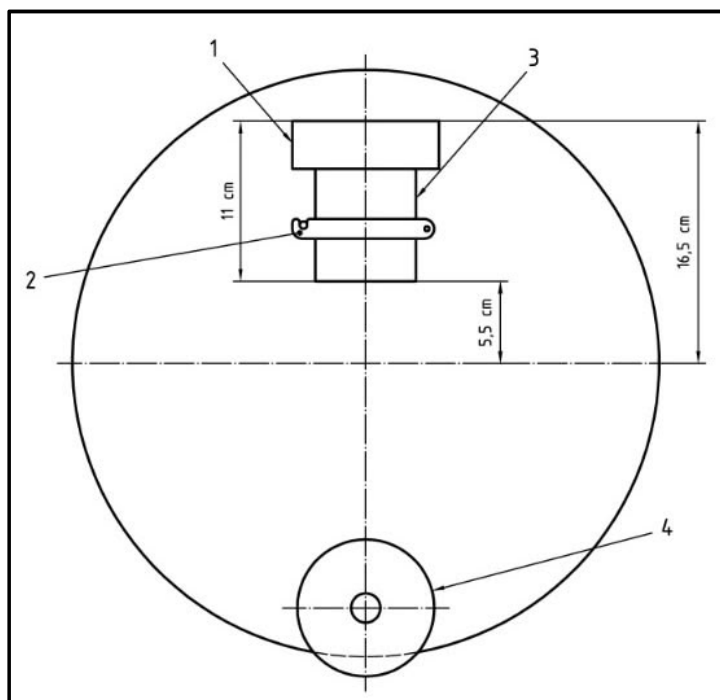
ج- درام فلزی، به قطر داخلی (1 ± 42) میلی‌متر و طول مفید داخلی (1 ± 100) میلی‌متر که به‌صورت شعاعی روی صفحه مدور ثابت شده است. درام دارای درب فولادی پیچی برای بارگذاری گوی‌های فلزی و مصالح است.

د- گوی‌های کرومی از فولاد نرم (با چگالی $7/80$ گرم بر سانتی‌متر مکعب) و قطر $(12_{-0.4}^{+0.1})$ میلی‌متر هستند. مجموع جرم گوی‌ها (126_{-10}^{+2}) گرم است.

پ.۳-۴-۳-۲- دستگاه الک

تجهیزات برای انجام تجزیه و تحلیل توزیع اندازه ذرات مطابق با استاندارد ISO 2591-1





شکل پ.۳-۱- دستگاه خردکن

پ.۳-۳-۴-۳- دستگاه آون با قابلیت کنترل دما در محدوده $(105 \pm 2) ^\circ C$.

- ۱- درب پیچی
- ۲- قلاب نگه‌دارنده
- ۳- درام خردکن
- ۴- وزنه تعادل

پ.۳-۴-۴- آماده کردن نمونه:

حجم کافی از یک قسمت معرف نمونه اولیه، را در دمای $105^\circ C$ تا رسیدن به جرم ثابت خشک کنید. توزیع اندازه ذرات را مطابق توضیحات بخش ۲-۱۱ این پیوست تعیین کنید. یک قسمت آزمایشی 35 میلی‌لیتری را بردارید و آن را با دقت 1% کسر جرمی توزین کنید.

پ.۳-۴-۵- روش کار

پ.۳-۴-۵-۱- 750 ضربه

درام را به حالت عمودی مستقر کرده و گوی‌ها را درون آن قرار دهید (بازشو به سمت بالا باشد). سپس 35 میلی‌لیتر از مصالح را اضافه کنید. درب را پیچ کنید. درام را در 25 دور در دقیقه به مدت 15 دقیقه بچرخانید (375 دور، 750

ضربه). تجزیه و تحلیل توزیع اندازه ذرات را با استفاده از الک‌های مشابه و در شرایط یکسان انجام دهید و نمودار توزیع تجمعی اندازه دانه‌ها را رسم کنید. مصالح را از الک‌ها و پایین درام تمیز کرده و جمع‌آوری نمایید.

پ.۳-۴-۵-۲-۱۵۰۰ ضربه

با استفاده از مصالح جمع‌آوری شده پس از ۷۵۰ ضربه، تمام مراحل شرح داده شده در بند قبل را تکرار کنید. کل زمان چرخش درام ۳۰ دقیقه (۷۵۰ دور، ۱۵۰۰ ضربه) است.

پ.۳-۴-۶- بیان نتایج

از منحنی‌های توزیع اندازه ذرات قبل و بعد از خرد کردن (شکل) پ.۳-۲ موارد ذیل را تعیین کنید:

- درصد افت در مقایسه با حداقل اندازه d_1 قبل از خرد کردن

- درصد افت در مقایسه با اندازه مؤثر d_{10} قبل از خرد کردن

مثال (به شکل پ.۳-۲ مراجعه شود)

- X_1 عبارت است از درصد ذرات متناظر با حداقل اندازه d_1 بعد از خرد کردن، قبل از خرد کردن درصد ۱ است.

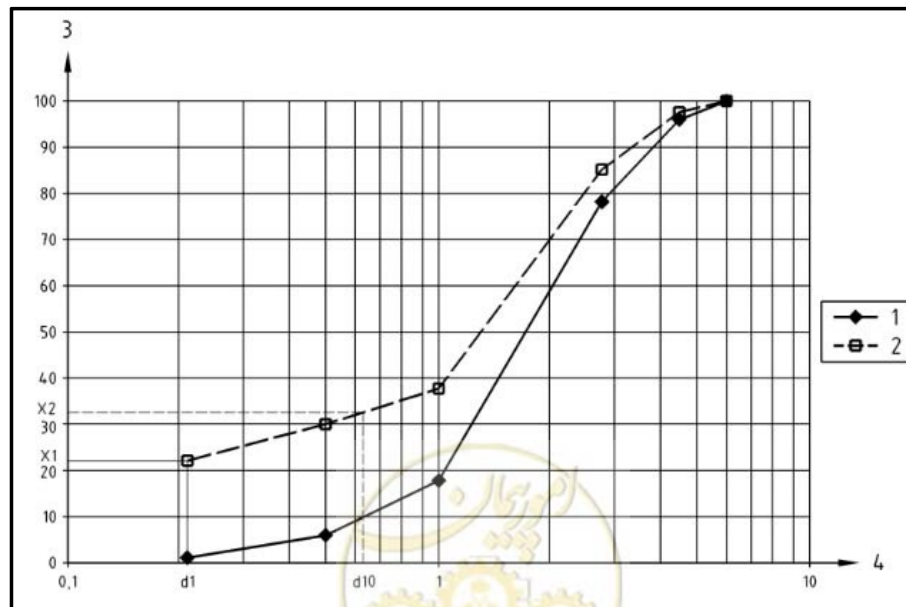
بنابراین درصد افت مطابق رابطه زیر می‌باشد:

$$X_1 - 1 = 22 - 1 = 21\%$$

- X_2 عبارت است از درصد ذرات متناظر با اندازه مؤثر d_{10} بعد از خرد کردن، قبل از خرد کردن درصد ۱۰ است؛

بنابراین درصد افت مطابق رابطه زیر می‌باشد:

$$X_2 - 10 = 33 - 10 = 23\%$$



شکل پ.۳-۲- نمونه نتیجه آزمایش شکندگی

- ۱- قبل از خرد کردن
- ۲- بعد از خرد کردن
- ۳- درصد تجمعی به وسیله ذرات عبوری
- ۴- اندازه ذرات بر حسب mm



پیوست ۴

وضعیت موجود صافی‌ها و مصالح در کشور



پ.۴-۱- وضعیت صافی‌های موجود در کشور

در کشور در ابتدای سال ۱۴۰۰ تعداد ۱۵۷ مدول تصفیه‌خانه آب با ظرفیت بالغ بر ۱۱۷۷۵ هزار مترمکعب در شبانه‌روز در مناطق شهری احداث گردیده است و تعداد ۲۳ مدول جدید با ظرفیت ۲۵۸۵/۷ هزار مترمکعب در شبانه‌روز نیز در حال احداث می‌باشد. همچنین تعداد ۱۶۰ مدول تصفیه‌خانه در مناطق روستایی با دبی حدوداً ۸۷۰ هزار مترمکعب در شبانه‌روز در حال بهره‌برداری می‌باشد.

اکثر قریب به اتفاق صافی‌های موجود در تصفیه‌خانه‌های آب شهری از نوع صافی‌های ثقلی تک لایه با مصالح بستر از جنس ماسه و با اندازه مؤثر در محدوده ۰/۷۵ تا ۰/۹ میلی‌متر می‌باشند و تنها سه تصفیه‌خانه از این تعداد تصفیه‌خانه شهری دارای صافی‌هایی از نوع صافی‌های کند هستند. همچنین تعداد کمی از تصفیه‌خانه‌های قدیمی موجود دارای صافی‌های دولایه هستند. درحالی‌که اکثر تصفیه‌خانه‌های جدید با صافی‌های دولایه احداث شده‌اند و در برخی از این تصفیه‌خانه‌ها از مصالح آنتراسیت خارجی استفاده شده است. همچنین در برخی از تصفیه‌خانه‌های موجود برای دستیابی به طرح ارتقا از مصالح آنتراسیت برای دولایه کردن بسترها استفاده گردیده است. از بین ۱۵۷ مدول تصفیه‌خانه شهری موجود تعداد ۵۵ مدول از این تصفیه‌خانه‌ها دارای صافی‌های تحت فشار بوده، دو تصفیه‌خانه دارای صافی‌هایی از نوع خود شستشو و مابقی تصفیه‌خانه‌ها دارای صافی‌های ثقلی هستند.

بالعکس بیش‌تر تصفیه‌خانه‌های روستایی با توجه به ظرفیت نسبتاً پایین دارای صافی‌هایی از نوع تحت فشار و کند بوده و تنها دو تصفیه‌خانه روستایی از صافی‌های ثقلی تند استفاده می‌کنند. لازم به ذکر است که در صافی‌های تحت فشار با توجه به استانداردهای سازنده از مصالح ماسه‌ای با اندازه‌های مختلف استفاده شده است که این موضوع باعث ایجاد مشکلاتی در بحث راهبری و استفاده از این سامانه‌ها شده است.

ذکر این نکته ضروری است که در بیش‌تر تصفیه‌خانه‌های کشور، صافی‌های طرح اروپایی بالاختص صافی‌های طرح آکازور شرکت دگرمونت مورد استفاده قرار گرفته و در اغلب صافی‌های تند ثقلی از کنترل‌های دبی ثابت، سطح ثابت استفاده شده است و تنها در صافی‌های تند ثقلی دو تصفیه‌خانه در کشور از کنترل دبی ثابت سطح متغیر برای سامانه کنترلی صافی استفاده شده است.

معمولاً نرخ صاف‌سازی (بارهیدرولیکی) مورد استفاده در صافی‌های تک لایه در کشور در حدود ۵ تا ۷/۵ مترمکعب بر مترمربع در ساعت است که در برخی از تصفیه‌خانه‌ها به جهت ضرورت افزایش ظرفیت خروجی تصفیه‌خانه با افزایش عمق بستر و یا دولایه نمودن بستر این نرخ به حدود ۸ الی ۹ مترمکعب بر مترمربع در ساعت نیز افزایش یافته است. همچنین نرخ صاف‌سازی در صافی‌های دولایه در محدوده ۸ تا ۱۲ مترمکعب بر مترمربع در ساعت در نظر گرفته شده است، که اغلب تصفیه‌خانه‌ها در نرخ‌های کم‌تر از ۱۰ مترمکعب بر مترمربع در ساعت مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند.

تمام مصالح ماسه‌ای مورد نیاز تصفیه‌خانه‌های آب شرب از معادن داخل کشور تأمین می‌گردد و تنها آنتراسیت مورد نیاز در صافی‌های تعداد معدودی از تصفیه‌خانه‌ها از خارج از کشور تأمین شده است. با پایش صورت گرفته در ابتدای

سال ۱۴۰۰ در تصفیه‌خانه‌های سطح کشور، اطلاعات آماری جمع‌آوری شده مربوط به آنتراسیت و ماسه مورد استفاده در برخی از تصفیه‌خانه‌های مهم کشور به ترتیب در جدول‌های شماره (پ.۴-۱) و (پ.۴-۲) ارائه شده است.

جدول پ.۴-۱- مشخصات آماری مصالح آنتراسیت مورد استفاده در برخی از تصفیه‌خانه‌های کشور

مشخصه	اندازه مؤثر	D60	ضریب یکنواختی	انحلال در اسید	میزان کربن ثابت (فیکس)	میزان خاکستر
میانگین	۰/۸۹	۱/۴۱	۱/۵۸	۱/۶۹	۸۶/۱۴	۹/۳۰
کمینه	۰/۴۷	۰/۶۶	۱/۳۰	۰/۰۲	۷۶/۶۰	۳/۵۰
بیشینه	۱/۲۵	۲/۱۰	۲/۴۳	۵/۰۰	۹۸/۰	۱۹/۵۰
انحراف معیار	۰/۲۲	۰/۳۷	۰/۳۱	۱/۷۲	۶/۷۹	۵/۴۷
ضریب تغییرات%	۲۴/۰۶	۲۶/۰۳	۱۹/۳۹	۱۰۱/۶۱	۷/۸۸	۵۸/۸۵

جدول پ.۴-۲- مشخصات مصالح ماسه سیلیسی مورد استفاده در برخی از تصفیه‌خانه‌های کشور

مشخصه	اندازه مؤثر (میلی‌متر)	D60 (میلی‌متر)	ضریب یکنواختی	درصد انحلال در اسید	درصد سیلیس
میانگین	۰/۸۲	۱/۲۸	۱/۶۲	۱/۲۷	۹۷/۷۴
کمینه	۰/۴۸	۰/۷۸	۱/۱۶	۰/۱	۹۰
بیشینه	۱/۵۰	۲/۱۰	۲/۵۰	۵/۰	۹۹/۲۰
انحراف معیار	۰/۲۳	۰/۳۳	۰/۲۸	۱/۶۱	۱/۷۸
ضریب تغییرات%	۲۷/۹	۲۵/۴	۱۷/۵	۱۲۶/۳	۱/۸

مطالعات و بررسی‌های صورت‌گرفته بر روی مشخصات مصالح آنتراسیتی و ماسه سیلیسی مورد استفاده در تصفیه‌خانه‌های کشور، حاکی از این موضوع است که مصالح مورد استفاده در بیش‌تر تصفیه‌خانه‌ها از نظر اندازه مؤثر و ضریب یکنواختی در بازه مناسب قرار ندارند که این موضوع بیش‌تر به دلیل تکنولوژی مورد استفاده در تولید و فرآوری این مصالح می‌باشد در مصالح استفاده شده در اکثر تصفیه‌خانه‌های کل کشور می‌توان مشاهده کرد که درصد انحلال در اسید مصالح مورد استفاده کم‌تر از ۲ درصد بوده و میزان سیلیس موجود در مصالح دانه‌ای بیش‌تر از ۹۶ درصد بوده است که این موضوع حاکی از کیفیت مناسب سیلیس موجود در معادن کشور می‌باشد. همچنین در رابطه با آنتراسیت مورد استفاده در تصفیه‌خانه‌های آب کشور می‌توان مشاهده کرد که این مصالح به طور میانگین دارای حدود ۹/۳ درصد خاکستر و ۸۶ درصد کربن ثابت می‌باشد که با در نظر گرفتن خشک بودن این محصول در انجام آزمایش کربن ثابت، مقدار کربن موجود در این مصالح بدون در نظر گرفتن خاکستر و رطوبت حدوداً برابر با ۹۴/۸ درصد می‌باشد. ذکر این نکته لازم است که با توجه به استفاده برخی از تصفیه‌خانه‌ها از آنتراسیت خارجی میزان درصد کربن ثابت متوسط این محصول که در تصفیه‌خانه‌های کشور استفاده شده است نسبتاً بالاتر از محصولات موجود در کشور بوده و همچنین میزان خاکستر متوسط این محصول در تصفیه‌خانه‌های کشور نسبت به محصولات موجود پایین‌تر می‌باشد.

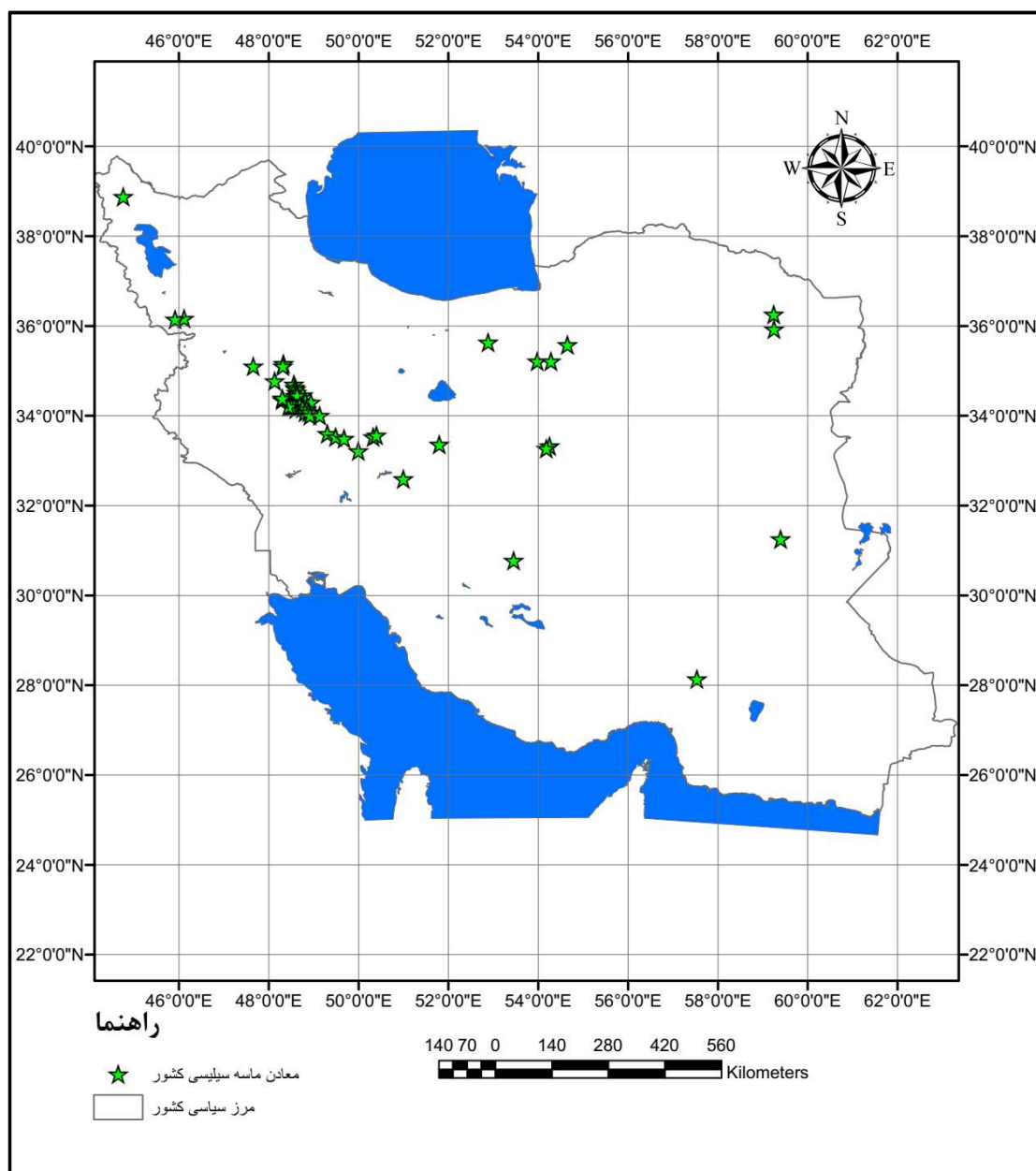


پ.۴-۲- وضعیت مصالح و معادن موجود در کشور

کلیات ارائه شده در این بخش بر مبنای بررسی اجمالی صورت گرفته بر روی معادن سیلیس و زغال آنتراسیت موجود در کشور، و تنها برای ایجاد یک شناخت مقدماتی در این زمینه می‌باشد، لذا مطالب ارائه شده در این بخش به معنی تایید انتخاب و صحت عملکرد مصالح و معادن نمی‌باشد و بهره‌بردار از این نشریه باید برای انتخاب مصالح بستر از الزامات ذکر شده در این نشریه، فارغ از موارد ذکر شده در این فصل استفاده نماید. سیلیس و زغال آنتراسیت دو دسته از مصالح موجود در کشور است که به فراوانی یافت می‌شوند. سیلیس موجود در سازند پاد معمولاً دارای درجه خلوص بالای ۹۵ درصد سیلیس می‌باشد. همچنین در سازندهای برگه زرین و تاپ کوارتزیت لالون هم می‌توان سنگ سیلیس با درجه خلوص بالا یافت. در نقشه شماره پ.۴-۱ توزیع فراوانی معادن سیلیس کشور نمایش داده شده است. در حال حاضر بیش‌تر کارخانه‌های تولید سیلیس در استان همدان هستند که از معادن اطراف این استان و معادن موجود در استان‌های دیگر برای تولید ماسه سیلیسی استفاده می‌نمایند، همچنین کارخانه‌هایی در استان‌های آذربایجان شرقی، زنجان، خراسان جنوبی و تهران برای تهیه سیلیس مورد نیاز صنایع شیشه‌سازی و تصفیه‌خانه‌های آب مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند. کارخانه موجود در فیروزکوه تهران و شهر بابک دارای مصالح رودخانه‌ای و مابقی کارخانه‌ها توسط سنگ شکن عملیات تبدیل سیلیس به ماسه سیلیسی را انجام می‌دهند. لذا سیلیس تولیدی در فیروزکوه و شهر بابک به صورت گرد گوشه طبیعی ولی سیلیس موجود در مابقی کارخانه‌ها به صورت سیلیس شکسته در اندازه‌های مختلف می‌باشد.

اغلب معادن سیلیس مورد استفاده در کشور دارای خلوص بالای ۹۵ درصد می‌باشند کارخانه‌های تولید ماسه سیلیسی براساس درصد خلوص سیلیس به سه دسته ممتاز، درجه یک و درجه دو تقسیم‌بندی می‌شوند. در بازار ماسه سیلیسی با درجه خلوص سیلیس بالای ۹۹ درصد به عنوان سیلیس ممتاز، با درجه خلوص بالای ۹۸ درصد به عنوان درجه یک و با درجه خلوص بالای ۹۵، ۹۶ درصد به عنوان سیلیس درجه دو نام‌گذاری شده و به فروش می‌رسد. با توجه به سامانه سنگ شکن سنتی مورد استفاده در کشور و همچنین افزایش هزینه‌های مربوط به انجام دانه‌بندی دقیق ماسه‌های تولید شده، انحراف تولیدکنندگان از اندازه اسمی زیاد است. لذا دستیابی به اهداف تصفیه نیازمند داشتن دقت نظر در فرآیند تأمین ماسه می‌باشد.



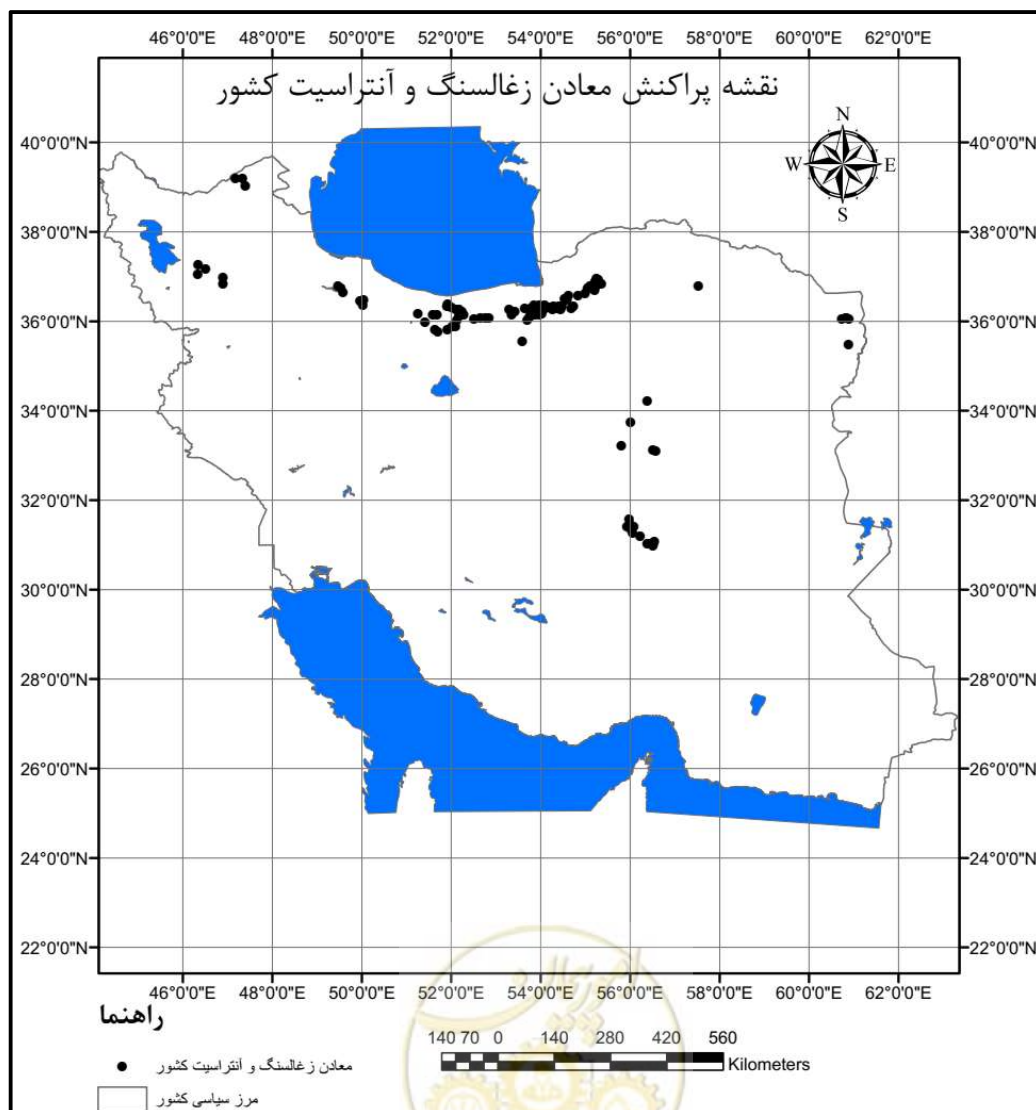


نقشه پ. ۴-۱- توزیع معادن سیلیس موجود در کشور

از نظر استحکام آنتراسیت مرغوب‌ترین نوع زغال سنگ است. در ایران معادن زغال سنگ دارای بیش‌ترین گسترش در سازندهای تریاس، شمشک و سازندهای معادل آن‌ها می‌باشد. معروف‌ترین معادن زغال سنگ کشور، معادن موجود در استان‌های گلستان، مازندران، سمنان، طبس و کرمان می‌باشد که در نقشه شماره (پ. ۴-۲) توزیع این معادن در کشور ارائه گردیده است. بیش‌تر معادن زغال سنگ استان کرمان به خصوص معدن مزینو دارای زغال سنگ از نوع آنتراسیت و شبه آنتراسیت می‌باشد.



در حال حاضر در کشور با توجه به استفاده از آزمایش‌های ذکر شده در رابطه با میزان کربن تثبیت شده در استاندارد ASTM D388 و عدم توجه به دسته‌بندی در این استاندارد بر مبنای کربن ثابت در حالت خشک و بدون مواد معدنی، به اشتباه بسیاری از کارشناسان آنتراسیت موجود در کشور را در دسته‌بندی خانواده آنتراسیت و یا شبه آنتراسیت دسته‌بندی نمی‌کنند که این موضوع در برخی موارد باعث انجام خرید آنتراسیت از خارج کشور با هزینه‌های بسیار هنگفت می‌شود. به‌طور مثال در جدول (پ.۴-۳) نتیجه آزمایش مربوط به یک نمونه آنتراسیت داخلی ارائه گردیده است که در نگاه اول و با مطابقت میزان کربن ثابت این آنتراسیت با مقادیر ذکر شده در استاندارد ASTM D388 این نوع زغال‌سنگ حتی در دسته‌بندی شبه آنتراسیت نیز قرار نمی‌گیرد در صورتیکه مطابق با همین استاندارد و انجام محاسبات مربوطه میزان کربن ثابت این زغال در حالت خشک و بدون مواد معدنی در حدود ۹۳ درصد بوده است که در محدوده آنتراسیت واقع می‌شود.



نقشه پ.۴-۲- توزیع معادن آنتراسیت موجود در کشور

جدول پ.۴-۳- محاسبات مربوط به تعیین میزان کربن ثابت (فیکس) در حالت خشک و بدون مواد معدنی بر مبنای استاندارد ASTM D388

عبارت	تعریف	مقدار	استاندارد انجام آزمایش
FC	درصد کربن ثابت (fixed carbon, %)	76.60	ASTM D 3172
VM	درصد مواد فرار (volatile matter, %)	7.54	ASTM D 3175
M	درصد رطوبت طبیعی (inherent moisture%)	0.41	ASTM D 3173
A _d	میزان خاکستر پایه خشک	15.40	ASTM D 3174
SO ₃	سولفات موجود در خاکستر	3.14	ASTM D 5016
S	درصد سولفور (Sulfur, %)	3.14	ASTM D 5016
A	مقدار خاکستر تنظیم‌شده بر مبنای رطوبت ذاتی	14.86	—
Dry, Mm _{free} FC	Fixed Carbon (Dry, Mineral-Matter-Free Basis), % (خشک، پایه بدون مواد معدنی)	93.05	—
Dry, Mm _{free} VM	Volatile Matter (Dry, Mineral-Matter-Free Basis), % (خشک، پایه بدون مواد معدنی)	6.95	—



منابع و مراجع

- 1- BSI EN 12904 - 2005- Products used for treatment of water intended for human consumption — Silica
- 2- BSI EN 12909 - 2005 - Products used for treatment of water intended for human consumption — Anthracite
- 3- BS EN 12902-2004 - Products used for treatment of water intended for human consumption — Inorganic supporting and filtering materials — Methods of test
- 4- ANSI/AWWA B100,2016 GRANULAR FILTER MATERIAL
- 5- ASTM D388-15 standard classification of coals by rank
- 6- Kawamura, S. (2000). Integrated Design of Water Treatment Facilities. John Wiley
- 7- Richard P. Beverly, P.E., W.R.E., W.T.III. (2013) Filter Troubleshooting and Design Handbook. American Water Works Association
- 8- James k. Edzwald, Editor. (2011). WATER QUALITY& TREATMENTA handbook on Drinking Water sixth Edition. American Water Works Association



Guideline & technical specification of filter bed materials [No. 499a]

Project consultant: Mehdi Hashemi Shahraki

Authors & Contributors Committee:

AmirHossein Azadnia	National Water and Wastewater	M.Sc. in Environmental Engineering (Water and Wastewater)
Mehdi Attar	Freelance Expret	M.Sc. in Civil Engineering (Management and Construction)
Shahryar Moalej	Tehran Province of Water and Wastewater	M.Sc. in Civil Engineering (Water and Wastewater)
Mehdi Hashemi Shahraki	Tehran water supply and and water and wastewater company	M.Sc. in Civil Engineering (Water and Wastewater)
Hosseini Naeimi	East Azerbaijan Province of Water and Wastewater	M.Sc. in Civil Engineering (Water and Wastewater)
Sahar Ghanbari Ghahfarokhi	National Water and Wastewater	M.Sc. in Civil Engineering (Water and Wastewater)
Mahsa Vaezi Tehrani	National Water and Wastewater Engineering Co.	Ph.D. in Civil Engineering (Hydraulic Structures)

Supervisory Committee:

Mohsen Masoomi	Mahab Ghodss Eng. Consulting Engineering Co.	Ph.D. in Polymer Engineering (Polymer Industries)
Masoud Faghihi Habibabadi	Dezone Eng. Co.	M.Sc. in Mechanical Engineering
Abdollah Rashidi Mehrabadi	Shahid Beheshti University	Ph.D Environmental Engineering
Mohammad Mehdi Mohebbi	Omrah Co.	M.Sc. in Environmental Engineering
Shahir Kanani	Water Resource Management Company	M.Sc. in Civil Engineering (Environmental Engineering)

Confirmation Committee:

Mohsen Hojati	Mahab Ghodss Eng. Consulting Engineering Co.	B.Sc. in Electrical Engineering
Masoud Faghihi Habibabadi	Dezone Eng. Co.	M.Sc. in Mechanical Engineering
Shahir Kanani	Water Resource Management Company	M.Sc. in Civil Engineering (Environmental Engineering)
Mohsen Masoomi	Mahab Ghodss Eng. Consulting Engineering Co.	Ph.D. in Polymer Engineering (Polymer Industries)

Mohammad Mehdi Mohebbi	Omrah Co.	M.Sc. in Environmental Engineering
Mahsa Vaez Tehrani	National Water and Wastewater Engineering Co.	Ph.D. in Civil Engineering (Hydraulic Structures)
Ali Akbar Houshmand	Tehran Mirab Co.	B.Sc. in Mechanical Engineering



Abstract:

This Publication is a guideline and technical specification of filter bed materials.

For this Purpose, this publication covers the issues:

- Definitions and terms
- Specifications of filter bed materials
- Classification of types of granular filters
- Methods of selecting filter bed materials
- Pouring, completing and replacing filter bed materials
- Inspection and sampling
- testing
- Packaging and shipping features



Islamic Republic of Iran
Ministry of Energy

Guideline and technical specification of filter bed materials

No .499a

Beurea of Technical & Operation Systems Development and Hydro-power Dispatching

waterstandard.wrm.ir

2026



omoorepeyman.ir

این ضابطه

راهنمایی برای شناخت، انتخاب، انجام آزمایشات لازم، حمل و نقل و تکمیل و تعویض مصالح بستر صافی‌های مورد استفاده در سامانه‌های تصفیه آب است. این ضابطه شامل سرفصل‌های ذیل می‌باشد:

- تعاریف و اصطلاحات
- مشخصات مصالح بستر صافی
- تقسیم‌بندی انواع صافی‌های دانه‌ای
- روش‌های انتخاب مصالح بستر صافی
- ریختن، تکمیل و تعویض مصالح بستر صافی
- بازرسی و نمونه‌برداری
- آزمایش
- ویژگی‌های بسته‌بندی و حمل و نقل

