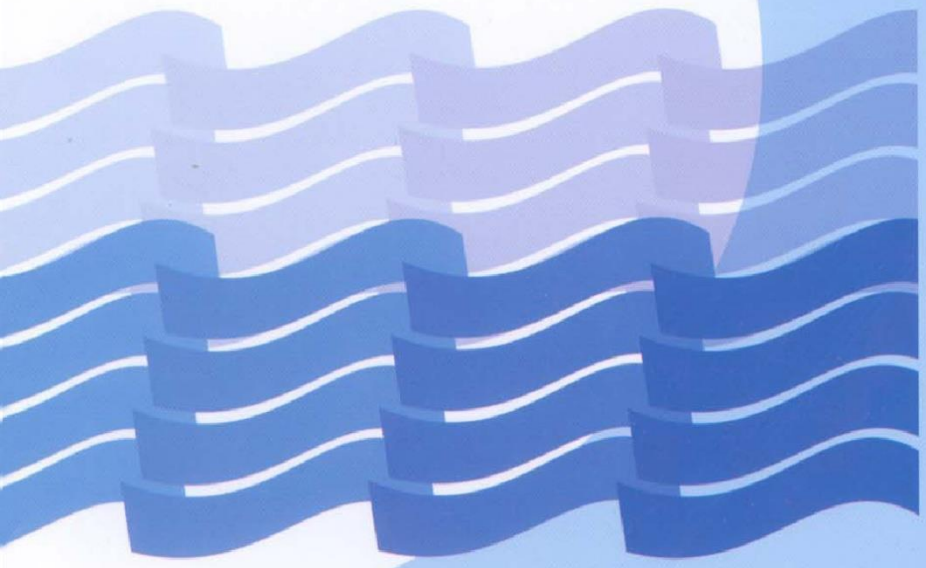
وزارت نیرو
معاونت امور آب و آبفا
دفتر استانداردها و طرح‌های آب و آبفا

طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور
وزارت نیرو

# مصالح دانه‌ای پرکننده بسترصافی



نشریه شماره ۱۹۳ -ن

اسفند ماه ۱۳۹۸

# مصالح دانه‌ای پرکننده بسترصافی

نشریه شماره ۱۹۳- ن

اسفند ماه ۱۳۹۸

**بسمه تعالی**

## 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 در نظر گرفتن مراتب فوق و با توجه به شرایط اقلیمی و محدودیت منابع آب در ایران، تهیه استاندارد در بخش آب و آبفا 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 را به عهده دارند.

استانداردهای صنعت آب 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 اتلاف منابع مالی و غیرمالی کشور
- توجه به اصول و موازین مورد عمل سازمان ملی استاندارد ایران و سایر موسسات معتبر تهیه‌کننده استاندارد

طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور به منظور تسهیل در امر استفاده از استانداردها، تدوین و یا ترجمه نشریات و کتب تخصصی مرتبط با استانداردها را نیز در دستور کار خود داشته و نشریه حاضر در راستای نیل به این هدف تهیه شده است.

آگاهی از نظرات کارشناسان و صاحب‌نظرانی که فعالیت آن‌ها به نوعی در ارتباط با تهیه استانداردهای صنعت آب و آبفا می‌باشد، موجب امتنان خواهد بود.

## تهیه و کنترل «مصالح دانه‌ای پرکننده بسترصافی» [نشریه شماره ۱۹۳ - ن]

**مترجم:**

| | | |
|---|---|---|
| زهره اختیارزاده | شرکت فاضلاب تهران | فوق لیسانس مهندسی محیط زیست |

**اعضای گروه نظارت:**

| | | |
|---|---|---|
| عباس حاج‌حریری | کارشناس آزاد | فوق‌لیسانس مدیریت صنایع |
| الهام عزیززاده آرائی | طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور- وزارت نیرو | فوق‌لیسانس میکروبیولوژی |

**اعضای گروه تایید کننده (کمیته تخصصی آب طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور):**

| | | |
|---|---|---|
| سیف‌اله آقابیگی | شرکت مدیریت منابع آب ایران | لیسانس مهندسی کشاورزی |
| نعمت‌الله الهی‌پناه | کارشناس آزاد | فوق‌لیسانس هیدرولوژی و مهندسی آب |
| علیرضا پوراشرف | شرکت مهندسین مشاور ره آب کاوان | فوق‌لیسانس مهندسی عمران آب |
| عباس حاج‌حریری | کارشناس آزاد | فوق‌لیسانس مدیریت صنایع |
| حسن صادقپور | شرکت تهران میراب | فوق‌لیسانس مهندسی عمران |
| الهام عزیززاده آرائی | طرح تهیه ضوابط و معیارهای فنی صنعت آب کشور- وزارت نیرو | فوق‌لیسانس میکروبیولوژی |
| سید احمد علوی | کارشناس آزاد | فوق‌لیسانس مهندسی تبدیل انرژی |
| علی اکبر غزلی | شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور | فوق‌لیسانس مهندسی عمران آب |
| مجتبی فاضلی | دانشگاه شهیدبهشتی | دکترای مهندسی محیط زیست |
| مجید قنادی | شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور | فوق‌لیسانس مهندسی بهداشت محیط |

# فهرست مندرجات


| عنوان | صفحه |
|---|---|
| پیش‌گفتار | ط |
| مقدمه | ی |
| ۱ موضوعات خاص | ۱ |
| ۲ کاربرد این استاندارد | ۵ |
| کلیات | ۷ |
| ۲-۱ دامنه‌ی کاربرد | ۷ |
| ۲-۲ هدف | ۷ |
| ۲-۳ کاربرد | ۷ |
| ۳ مراجع الزامی | ۷ |
| ۴ تعاریف | ۸ |
| ۵ ملزومات | ۹ |
| ۵-۱ ملزومات فیزیکی | ۹ |
| ۵-۱-۱ پرکننده‌ی صافی | ۹ |
| ۵-۱-۱-۱ آنتراسیت | ۹ |
| ۵-۱-۱-۲ ماسه‌ی سیلیسی | ۱۰ |
| ۵-۱-۱-۳ ماسه‌ی با چگالی بالا | ۱۱ |
| ۵-۱-۱-۴ کربن فعال دانه‌ای | ۱۱ |
| ۵-۱-۱-۵ دانه‌بندی بستر | ۱۱ |
| ۵-۱-۲ شن بستر نگه‌دارنده صافی | ۱۲ |
| ۵-۱-۲-۱ شن سیلیسی | ۱۲ |
| ۵-۱-۲-۲ شن بستر نگه‌دارنده صافی با چگالی بالا | ۱۲ |
| ۵-۱-۲-۳ اندازه‌ی شن | ۱۳ |
| ۵-۱-۲-۴ حلالیت در اسید | ۱۳ |
| ۵-۲ ملزومات شیمیایی | ۱۳ |
| ۵-۲-۱ بستر صافی | ۱۳ |
| ۵-۲-۱-۱ ماسه سیلیسی | ۱۳ |
| ۵-۳ ناخالصی‌ها | ۱۴ |
| ۵-۴ جای‌گذاری و ریختن مصالح در صافی | ۱۴ |
| ۵-۴-۱ آماده‌سازی محفظه نگه‌دارنده صافی | ۱۴ |
| ۵-۴-۱-۱ تمیز و امتحان کردن هر بستر | ۱۴ |
| ۵-۴-۱-۲ آزمایش واحد جدید صافی پیش از جای‌گذاری مصالح بستر صافی | ۱۴ |
| ۵-۴-۱-۳ علامت‌گذاری هر لایه | ۱۴ |

عنوان | صفحه


۵-۴-۱-۴ ذخیره‌سازی و جابجایی ۱۵
۵-۴-۲ جای‌گذاری مصالح در صافی ۱۵
۵-۴-۲-۱ احتیاط‌های لازم هنگام ریختن ۱۵
۵-۴-۲-۲ جای‌گذاری یا ریختن لایه‌ها ۱۶
۵-۴-۲-۳ روش جایگزین ریختن مصالح ۱۶
۵-۴-۲-۴ جای‌گذاری مصالح از کیسه‌ها و ظروف شبه فله ۱۶
۵-۴-۲-۵ ارتفاع لایه ۱۶
۵-۴-۲-۶ شست‌وشوی لایه‌ی شن نگه‌دارنده بستر صافی ۱۷
۵-۴-۲-۷ شست‌وشوی مصالح دیگر ۱۷
۵-۴-۳ ارتفاع لایه‌ی بالایی ۱۷
۵-۴-۴ آلودگی ۱۷
۵-۵ آماده‌سازی صافی برای استفاده ۱۷
۵-۵-۱ شست‌وشو ۱۷
۵-۵-۱-۱ شست‌وشوی اولیه ۱۷
۵-۵-۱-۲ نرخ شستشوی معکوس ۱۸
۵-۵-۲ لایه‌برداری ۱۸
۵-۵-۲-۱ تکرار عملیات لایه‌برداری ۱۸
۵-۵-۲-۲ دفعات شستشو ۱۸
۵-۵-۲-۳ پرکننده صافی اضافی ۱۸
۵-۵-۳ گندزدایی ۱۹
۵-۶ دوباره پر کردن بستر صافی با همان مصالح قبلی ۱۹
۵-۶-۱ نمونه‌گیری و آزمایش ۱۹
۵-۶-۲ تعیین مشخصات مصالح جدید ۱۹
۵-۶-۳ جای‌گذاری مصالح صافی ۱۹
۵-۶-۴ گندزدایی ۱۹
۶ تصدیق ۲۰
۶-۱ نمونه‌های تاییدی ۲۰
۶-۲ نمونه‌برداری ۲۰
۶-۲-۱ محموله‌های فله‌ای ۲۰
۶-۲-۲ انتقال محموله کیسه‌ای ۲۰
۶-۲-۳ انتقال محموله‌های شبه فله ۲۱
۶-۲-۳-۱ نمونه‌گیری در محل پروژه از مصالح صافی که با محفظه‌های شبه فله حمل شده‌اند ۲۱
۶-۲-۴ نمونه ترکیبی ۲۳
۶-۳ روش آزمایش-کلیات ۲۳

عنوان صفحه


۶-۳-۱ حلالیت در اسید ۲۳
۶-۳-۱-۱ روش کار ۲۳
۶-۳-۱-۲ محاسبه ۲۴
۶-۳-۲ شکل شن لایه نگه‌دارنده بستر ۲۵
۶-۳-۲-۱ تعریف وجه شکسته ۲۵
۶-۳-۲-۲ تعیین شکل ۲۵
۶-۳-۳ وزن مخصوص ۲۵
۶-۳-۳-۱ روش آزمایش سنگ‌دانه‌های درشت نوبل (شکل ۱) ۲۵
۶-۳-۴ آنالیز الک ۲۷
۶-۳-۴-۱ مبانی ۲۷
۶-۳-۴-۲ مقدار نمونه ۲۷
۶-۳-۴-۳ روش کار ۲۷
۶-۳-۴-۴ محاسبه ۲۹
۶-۳-۴-۵ ضریب یکنواختی ۲۹
۶-۳-۵ مقیاس سختی موهس ۲۹
۶-۳-۶ عدم پذیرش ۳۰
۶-۳-۶-۱ آزمایش‌های اضافه میدانی ۳۰
۶-۳-۶-۲ راهکار جایگزین خارج کردن مصالح مردود ۳۰
۷ تحویل ۳۱
۷-۱ علامت‌گذاری ۳۱
۷-۱-۱ الزامات ۳۱
۷-۱-۲ گزینه‌های اختیاری ۳۱
۷-۲ بسته‌بندی و حمل محموله ۳۱
۷-۲-۱ کیسه ۳۱
۷-۲-۲ محفظه‌های شبه – فله ۳۱
۷-۲-۳ محموله‌ی فله‌ای ۳۲
۷-۲-۴ اعلان حمل محموله ۳۲
۷-۳ گواهی‌نامه تطابق ۳۲
پیوست الف - کتابشناسی ۳۳
پیوست ب – الک‌ها ۳۵
پیوست پ – اندازه‌های ذرات ۳۸
پیوست ت – اندازه و ارتفاع لایه نگه‌دارنده بستر صافی ۴۰
پیوست ث – نمونه‌برداری و آزمایش در محل از مصالح بستر صافی موجود ۴۲

## پیش‌گفتار

استاندارد «مصالح دانه‌ای پرکننده بستر صافی» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی/ منطقه‌ای به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تهیه و تدوین شده، در ..... اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد آب و آبفا مورخ ..... تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

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

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

ANSI/AWWA B100:2016, GRANULAR FILTER MATERIAL.

این استاندارد می‌تواند به عنوان مرجعی معتبر برای طراحی، خرید، تحویل، ماسه‌ریزی، لحاظ شود و از آن به عنوان راهنمای آزمایش‌های ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و کنترل‌های لازم و ... نمونه‌های مصالح بستر صافی استفاده نمود. رعایت این استاندارد پس از ابلاغ رسمی این سند، تنها در ارتباط با صافی‌های به کار گرفته شده در تصفیه‌ی آب آشامیدنی ضروری خواهد بود.

**مقدمه**

الف- سابقه‌ی موضوع: هدف ANSI/AWWA B100 ارائه‌ی استانداردی برای خرید و به کارگیری مصالح دانه‌ای در بستر صافی[1] است.

اطلاعات زیادی در مورد طراحی صافی در مراجع ازجمله مجله‌ی انجمن کارهای آبی امریکا[2] و کتاب طراحی تصفیه‌خانه‌ی آب[3] و منابع مطالعاتی دیگر در ضمیمه الف در دسترس است. این منابع شامل پارامترهای طراحی برای صافی‌های تک لایه و چندلایه است. در واقع استاندارد، ANSI/AWWA B100 مرجعی است برای طراحی مصالحی که در صافی استفاده می‌شود. درصورتی‌که جنس مصالح صافی، کربن فعال دانه‌ای باشد بایستی به استاندارد ANSI/AWWA B604-96 مراجعه شود.

ب- تاریخچه: استاندارد انجمن کارهای آبی امریکا برای مصالح بستر صافی توسط هیئت‌مدیره در تاریخ ۱۵ نوامبر ۱۹۴۸ به صورت آزمایشی تصویب و در تاریخ ۱۶ ژوئن ۱۹۵۰ معرفی شد. این استاندارد در تاریخ‌های ۲ ژوئن ۱۹۵۳، ۳۱ ژانویه ۱۹۷۲، ۲۰ ژوئن ۱۹۸۰، ۲۹ ژانویه ۱۹۸۹، ۱ دسامبر ۱۹۹۶ و ۱۷ ژوئن سال ۲۰۰۱ ویرایش شد. نسخه اصلی استاندارد در طول فعالیت‌های گروه تصفیه‌ی آب و تحت نظارت کمیته‌ی کارهای آبی تایید و منتشر شد. آخرین ویرایش در ۲۵ ژانویه ۲۰۰۹ تصویب شد و این ویرایش در ۱۶ ژانویه ۲۰۱۶ به تصویب رسید.

پ- تهیه استاندارد: در ماه می ۱۹۸۵، سازمان حفاظت محیط‌زیست آمریکا[4] برای تهیه‌ی استانداردها در مورد همه‌ی افزودنی‌های مستقیم و غیرمستقیم آب آشامیدنی به توافق مشترکی با ائتلافی که توسط NSF INTERNATIONAL اداره می‌شد، رسید. دیگر اعضای اولین گروه ائتلافی عبارت‌اند از موسسه‌ی تحقیقاتی انجمن کارهای آبی آمریکا[5] و کنفرانس مدیران محیط زیستی و سلامت ایالتی[6]. انجمن کارهای آبی آمریکا و انجمن مدیران آب شرب ایالتی[7] نیز بعدا به این ائتلاف ملحق شدند.

در آمریکا، صلاحیت کنترل محصولات برای استفاده در آب آشامیدنی یا در تماس با آن منحصرا در اختیار ایالت‌هاست. آژانس‌های محلی می‌توانند به اختیار خود الزاماتی سختگیرانه‌تر از پیش‌نیازهای ایالتی وضع کنند.

1- Granular Filter Material (Filter Material)
2- American Water Work Association (AWWA)
3- Water Treatment Plant Design, AWWA, ASCE, and CSSE,5th edition Denver,Colo.(2012).
4- US Environmental Protection Agency (USEPA)
5- American Water Work Association Research Foundation (AWWARF)
6- Conference of State Health and Environmental Managers (COSHEM)
7- Association of State bDrinking Water Administrators (ASDWA)

# مصالح دانه‌ای پرکننده بستر صافی

## ۱ موضوعات خاص

۱- الف- منبع تامین‌کننده: مواد اولیه‌ی صافی از جمله ماسه‌ی سیلیسی، ماسه با چگالی بالا، کربن فعال دانه‌ای، آنتراسیت و همین‌طور شن نگه‌دارنده باید فقط از منابعی که به صراحت، صلاحیت تولید و تامین چنین موادی را برای تصفیه‌خانه‌های آب بر اساس استاندارد ANSI/AWWA B100 دارند، تهیه گردد.

۱- ب- مصالح صافی[1]: اجزایی از بستر صافی است که ذرات جامد را در فرآیند صاف‌سازی از آب جدا می‌کند. این استاندارد، آنتراسیت، ماسه‌ی سیلیسی و ماسه‌ی با دانسیته‌ی بالا و مواد شن نگه‌دارنده‌ی مصالح صافی را شامل می‌شود. مصالح صافی با وزن مخصوص بالا شامل گارنت[2]، ایلمنیت[3]، هماتیت[4]، مگنتیت[5] یا مواد معدنی دیگری که از این سنگ معدن‌ها در آن‌ها استفاده می‌شود، است. در برخی تاسیسات برای حذف ذرات معلق بیش‌تر در سرعت‌های بالای صاف‌سازی، از این مواد استفاده می‌شود. این لایه‌ی کوچک و چگال به دلیل دانه‌بندی و چگالی نسبی آن زیر لایه‌ی ماسه سیلیسی باقی می‌ماند و به واسطه‌ی تفاوت اندازه‌ی ذرات و چگالی، همان‌گونه که ماسه‌ی سیلیسی با لایه‌ی فوقانی آنتراسیت در صافی‌های دو لایه مخلوط نمی‌شود، این لایه هم با لایه‌ی ماسه، مخلوط نمی‌شود. البته معمولا مقداری اختلاط از ذرات در محل تماس دو لایه رخ می‌دهد.

واژه‌ی گارنت در واقع به چند ماده معدنی مختلف اشاره دارد (بیش‌تر آلماندیت[6] و آندرادیت[7]) که شامل ترکیبی از سیلیکات آهن، آلومینیوم و کلسیم هستند. گارنت همچنین می‌تواند گراسولاریت[8]، اسپسارتیت[9] و یا یوواروویت[10] باشد که مورد آخر، ماده‌ای کروم‌دار است. ایلمنیت ماده معدنی از جنس تیتانیوم آهن است که به طور مشخص، با هماتیت و مگنتیت در ارتباط است که هر دو اکسیدهای آهن هستند.

1- Filter Media
2- Garnet
3- Ilmenite
4- Hematite
5- Magnetite
6- Almandite
7- Andradite
8- Grossularite
9- Spessartite
10- Uvarovite

مشخصات کربن فعال دانه‌ای ،هنگامی که به عنوان مصالح صافی استفاده می‌شود در AWWA B604 تحت عنوان استاندارد کربن فعال دانه‌ای توضیح داده شده است. آزمون‌های مورد نیاز کربن فعال دانه‌ای با آنچه که برای آنتراسیت، سیلیس وگارنت انجام می‌شود، فرق دارد. برای این منظور به استاندارد کربن فعال دانه‌ای ANSI/AWWA B604 مراجعه شود

ویژگی‌های مصالح مصرفی در صافی‌های پوشش‌دار[1] (نظیر خاک دیاتومه) در استاندارد AWWA B101 آمده است. مصالح مصنوعی مانند پرکننده‌ی سرامیکی که در برخی انواع صافی استفاده می‌شود، مشمول این استاندارد نمی‌شود.

استفاده از مصالح صافی ماسه یا آنتراسیت که در دامنه‌ی گسترده‌ای از عمق بستر و اندازه‌ی ذرات استفاده می‌شود، نتایج رضایت‌بخشی را به همراه داشته‌است. انتخاب عمق بستر، دانه‌بندی و تراکم هر لایه بستر که قرار است در هر نوع صافی استفاده شود، به عهده‌ی طراح است و باید بر اساس شرایط آب خام، واحدهای پیش تصفیه، طراحی سیستم شستشوی معکوس صافی و استانداردهای مورد نظر برای آب صاف شده، انجام شود.

چنانچه سوالاتی در ارتباط با صحت استاندارد آنتراسیت مصالح صافی مطرح شود، روش‌های کار و محاسبات مربوط به تغییرات آنتراسیت را می‌توانید در «استاندارد طبقه‌بندی زغال تهیه شده به‌وسیله ASTM D388 به‌دست آورید. نتایج تغییرات باید به صورت آنتراسیت یا غیر آنتراسیت بودن گزارش گردد.

۱- پ-توزیع اندازه‌ی ذرات: برای طبقه‌بندی کردن توزیع اندازه‌ی ذرات، دو روش وجود دارد. طراح و مصرف‌کننده نهایی متوجه باشند که از دو روش به طور هم‌زمان استفاده نکنند. این روش‌ها در ضمیمه «**پ**» توضیح داده می‌شود.

۱- ت- بستر نگه‌دارنده صافی: اگر منافذ شبکه‌ی جمع‌آوری آب زیر بستر صافی، بزرگ‌تر از اندازه مصالح صافی باشد، یک لایه از مواد نگه‌دارنده نیاز است تا از ورود ذرات مصالح بستر صافی به سیستم زهکش و مسدود کردن آن، جلوگیری و همچنین آب شستشوی معکوس را به طور مساوی توزیع کند. برای این منظور می‌توان لایه‌هایی از شن را روی شبکه زهکش قرار داد و یا از مواد نگه‌دارنده بستر که توسط سازنده سیستم زهکش پیشنهاد می‌گردد، استفاده کرد. در صورت استفاده از شن، اندازه و عمق لایه‌های شن باید طوری انتخاب شود تا هدررفت مصالح بستر از طریق شبکه زهکش را به حداقل رسانده، کمک به توزیع یکنواخت آب شستشوی معکوس نماید و موجب به حداقل رساندن جابجایی شن در هنگام شستشوی معکوس با آب و یا هوای کمکی گردد. راهنمای انتخاب دانه‌بندی و ارتفاع لایه‌های شن نگه‌دارنده همراه با مثال در ضمیمه ت ارایه شده است. انتخاب درست شبکه زهکش و بستر نگه‌دارنده، در صورت استفاده از هوای کمکی در هنگام شستشوی معکوس، باید مد نظر باشد. به

1- Precoat

استفاده‌کننده از این استاندارد، تاکید می‌شود که به دقت فاکتورهای متعدد در تعیین شبکه زهکش و بستر نگه‌دارنده مناسب برای یک کاربرد خاص، شامل کیفیت آب ورودی، نرخ صاف‌سازی و شستشوی معکوس، استفاده یا عدم استفاده از هوای کمکی و نوع تصفیه به کار گرفته شده (سختی‌گیری، صافی بیولوزیکی و غیره) را مد نظر داشته باشد. اطلاعات و راهنمایی‌های لازم برای انتخاب صحیح شبکه زهکش و بستر نگه‌دارنده در منابع متعددی از جمله ضمیمه الف وجود دارد.

۱- ث- حلالیت در اسید: سنجش انحلال‌پذیری در اسید مندرج در این استاندارد، راهی برای اندازه‌گیری مواد معدنی محلول در اسید یا دیگر ناخالصی‌ها که ممکن است در مصالح صافی موجود باشند، ارائه می‌دهد. محدودیت‌های انحلال‌پذیری در اسید ذکر شده در این استاندارد، بر اساس آزمایش‌های انجام‌شده روی مصالح صافی‌های مختلف با عملکردهای تایید شده در طیف وسیعی از پروژه‌های تصفیه آب است. محدودیت‌های انحلال‌پذیری در اسید برای جلوگیری از وجود مقادیر قابل توجه مواد معدنی مضر یا دیگر مواد، در صافی لازم است. این محدودیت برای جلوگیری از حل شدن زیاد مصالح صافی در آب‌های اسیدی یا هنگام شستشوی اسیدی نیز باید مورد توجه قرار گیرد. در بسیاری از مواقع، ناخالصی اصلی در شن و ماسه‌ی سیلیسی صافی که در اسید حل می‌شود، کلسیم کربنات (سنگ‌آهک) است.

۱- ج- آزمایش‌های کیفیت آنتراسیت: در این استاندارد منظور از آنتراسیت، زغال آنتراسیت مطابق با استاندارد طبقه‌بندی زغال (ASTM D388) است. هدف این استاندارد، تصدیق قابلیت استفاده از آنتراسیت و نه اشکال دیگر زغال، مانند بیتومینوس به عنوان مصالح صافی می‌باشد.

۱- چ- حمل فله‌ای. در این استاندارد به موضوع حفاظت از مصالح صافی در برابر آلودگی در هنگام حمل پرداخته شده است. حمل فله‌ای توصیه نمی‌شود؛ با این حال، هنگامی که کامیون یا واگن قطار برای حمل بار مصالح صافی تعیین شده باشند، توصیه می‌شود از یک لایه‌ی پلاستیکی غیر قابل نفوذ استفاده شود. زیرا این کامیون‌ها یا واگن‌ها ممکن است به علت حمل مواد دیگر آلوده شده باشند.

تکان کامیون یا قطار در حین حمل و نقل، منجر به جداسازی مصالح صافی شده به نحوی که مصالح ریزتر پایین و مواد درشت در بالا قرار می‌گیرند. اگر قرار باشد محتویات یک محموله فله، بین دو یا چند صافی تقسیم شود، مصالح صافی‌های آن‌ها احتمالا دارای درجات اندازه مختلفی خواهد شد و به همین ترتیب، به گونه‌ای متفاوت عمل خواهند کرد. بنابراین در صورت قبول حمل و نقل فله، باید محتویات کیسه را به چند قسمت مجزا تقسیم شده تا هر بخش در بیش از یک واحد صافی ریخته شود. در صورت درخواست برای نمونه‌های صافی برای تجزیه و تحلیل در مراحل دیگر حمل و نقل، می‌توان در مرحله تولید یا بارگیری، از مواد نمونه‌گیری کرد و چنانچه خریدار به دنبال آزمایش‌های اضافی باشد، نمونه بیش‌تری برای او باید آماده گردد. در صورتی که خریدار تمایل به نمونه‌برداری در مرحله تحویل مصالح داشته باشد، این الزام باید در مدارک قرارداد خرید، ذکر شده باشد.

۱- ح- ثبت سوابق مصالح: کاربران باید نسبت به ثبت سوابق مربوط به مشخصات فیزیکی و ترکیب شیمیایی مصالح صافی ریخته شده درصافی، ترغیب شوند. برای آگاهی از محدودیت‌های مربوط به ناخالصی‌های نامطلوب، به استاندارد NSF/ANSI61 و بخش تهیه استاندارد در مقدمه مراجعه کنید.

۱- خ- حذف مصالح و استفاده مجدد. گاهی اوقات و در مواردی مانند متورم شدن صافی یا مشکل سیستم زهکش و سیستم توزیع، باید مواد صافی را از سلول صافی خارج نموده و تعویض و یا استفاده مجدد گردد. جز در مواردی که مصالح جدید بوده و یا با بررسی بصری تشخیص داده شود که شرایطی نزدیک به شرایط اولیه دارند، استفاده مجدد از آن توصیه نمی‌شود، زیرا مصالح ممکن است فرسوده و یا ساییده شده باشند، روی مصالح با مواد خارجی پوشیده شده باشد، بر اثر جابه‌جایی فرسوده یا آسیب‌دیده باشند و اگر به منظور رسیدن به کیفیت مطلوب به طور مناسب با مواد جدید مخلوط نشوند، می‌توانند در صاف‌سازی مشکل ایجاد کنند. علاوه بر این، مواد برداشته شده را می‌توان بدون بررسی دقیق درجه‌بندی و فرآیندهای مورد نیاز، در یک صافی دیگربه کار برد.

مصالح را می‌توان به روش‌های هیدرولیکی، با هوای تحت فشار یا دستی خارج کرد. به منظور جلوگیری از آسیب دیدن اجزای یک صافی، مانند سیستم توزیع سرآب و پایاب و یا سیستم زهکشی، باید مراقبت‌های لازم را انجام داد. هر جزء آسیب‌دیده باید بلافاصله جایگزین شود. اگر قرار است مصالح تعویض شود، مواد خارج شده را باید براساس مقررات قابل قبول، انبار کرد. اگر بناست مصالح صافی مجددا مورد استفاده قرار بگیرد، باید برای جلوگیری از آسیب دیدن یا آلودگی آن، بسیار محتاط بود. مصالح باید در کیسهٔ تمیز و یا بر روی پارچه‌های کرباس ضد آب تمیز تقویت شده که برای هیچ هدف دیگری مورد استفاده قرار نگرفته‌اند، ذخیره شوند. کیسه‌ها یا پارچه کرباس باید با مواد غیرشفاف و با دوامی، پوشش داده شوند تا مواد در معرض آب و هوا و آلودگی با منشاء جوی قرار نگیرد. اگر بخشی از مصالح آلوده شود، باید آن را با ماده تمیز جایگزین نموده یا آن را پاک‌سازی کرد تا رضایت کاربر جلب شود.

شن بستر نگه‌دارنده که در اثر جابجایی به‌هم ریخته است، باید طبق لایه‌بندی مناسب، در محل خود قرار داده شود و قبل از استفاده مجدد، الک شود تا اندازه‌ی ذرات آن به دانه‌بندی اصلی خود برسد. زیرا اجزای پرکننده‌ی صافی (شن و ماسه با تراکم بالا، شن و ماسه سیلیسی یا آنتراسیت) در طول خارج کردن مصالح با هم مخلوط می‌شوند و باید با الک کردن یا سایر روش‌های تایید شده، از هم جدا شوند. مقدار کمی از مصالح هنوز هم ممکن است مخلوط شده باقی بماند، اما باید در طول شست‌وشوی معکوس، دوباره به صورت مناسب لایه‌بندی شوند. هر مقدار از شن و ماسه با تراکم- بالای مورد نیاز که اضافه می‌شود باید ویژگی‌های غربالگری، مشابه ماسه‌های اصلی را داشته باشد. از آنتراسیتی که مورد استفاده مجدد قرار می‌گیرد، باید نمونه‌های کلی گرفته و نمونه‌ها را برای تعیین ضریب یکنواختی و اندازه‌ی موثر آن آزمایش کرد تا بتوان هر آنتراسیت اضافی را به درستی اندازه‌گیری و آنتراسیت ترکیبی، مطابق با نیازهای مصرف‌کننده اولیه را فراهم نمود.

ریختن و جاگذاری مصالح صافی در واحد صافی، شست‌وشوی معکوس و گندزدایی‌کردن باید مطابق با روش‌های مندرج در این استاندارد انجام شود. این استاندارد برای استفاده مجدد از GAC استفاده نمی‌شود. به AWWA B605، کربن فعال دانه‌ای برای نیازهای مربوط به استفاده مجدد از GAC مراجعه کنید.

۱- د- اثرات جانبی احتمالی روی دیوارهای بتنی زیرسطح آب در بدنه‌ی صافی. آب‌های خورنده عامل آسیب به دیواره‌های زیر سطح مایع در ساختارهای بتنی تلقی می‌شود. فرآیند شست‌وشوی معکوس، شامل شستشوی سطحی نیز با حذف مواد نرم شده از سطح بتن بدنه‌ی صافی، ممکن است عامل سرعت گرفتن این امر شود. خریدار در صورت تشخیص لزوم این کار، می‌تواند سطح دیوارهای بتنی را بسته به کیفیت آب عبوری، با یک لایه محافظ بپوشاند.

## ۲ کاربرد این استاندارد

این مسولیت کاربر استاندارد AWWA است که تعیین می‌کند که موارد اعلام شده در استاندارد، مناسب برای استفاده خاص مورد نظر باشند.

۲- **الف- گزینه‌ها و انتخاب‌های دیگر برای خریدار**. موارد زیر باید در مشخصات خرید شرح داده شود:

۱- استاندارد مورد استفاده، آخرین نسخه تجدیدنظر شده استاندارد ANSI / AWWA B100، (مصالح دانه‌ای پرکننده بسترصافی) است.
۲- این که آیا منطبق با NSF/ANSI 61 اثرات بهداشتی آب آشامیدنی است.
۳- این که آیا پروژه فقط به منظور تامین مصالح صافی است و یا تامین و قرار دادن مصالح و آماده‌سازی برای قرار دادن صافی در مدار تصفیه.
۴- این‌که آیا وجود یک تاییدیه از مدارک مورد نیاز، ضرروی است یا خریدار نماینده‌ای را برای بازرسی محموله از نظر انطباق با این استاندارد برمی‌گزیند (بخش ۸-۳).
۵- اندازه‌ها، انواع و مشخصات مورد نیاز مصالح صافی و مقادیر هر یک مورد نیاز است (ردیف ب و پ موضوعات خاص، بخش ۶-۱-۱ و ۶-۱-۲). برای نمونه‌برداری از مصالح بعد از جای‌گذاری اولیه، تامین‌کننده، سازنده، یا پیمانکار باید نظارت بر حمل، جابجایی، انبار کردن در محل مصرف، جای‌گذاری و آماده کردن مصالح برای نمونه‌برداری، داشته باشد. شستشوی معکوس صافی قبل از نمونه‌برداری هم شامل این نظارت است. نمونه‌برداری قبل از تحویل مصالح و یا بعد از تحویل برای جای‌گذاری به منظور انطباق با مدارک خرید، توصیه می‌شود. نمونه‌برداری بعد از جای‌گذاری، به دلیل اثرات نصب و سخت بودن انتخاب نمونه شاخص، نباید جایگزین نمونه‌برداری بعد از حمل و قبل از جای‌گذاری گردد .نمونه‌برداری با هدف پایش پس از جای‌گذاری می‌تواند در مستندسازی شرایط نصب، تأثیر پاک‌سازی سطحی بعد از ریختن مصالح و شستشوی معکوس و باقیماندن هر نوع مصالح تیغه مانند، پس از عملیات نصب کمک کند.

نتایج آزمایش می‌تواند به عنوان معیاری برای پایش مکرر شرایط و ثبت شرایط صافی‌ها استفاده شود. راهنمایی در پیوست ث تهیه شده است.

۶- روش جای‌گذاری مصالح در بستر (بخش۶-۴-۲).

۷- روش گندزدایی کردن (بخش ۶-۵-۳) و این‌که چه کسی فرآیند گندزدایی را اجرا کند.

۸- نمونه‌برداری قبل از تحویل (بخش ۶-۱) و بعد از تحویل پیش از جای‌گذاری (بخش ۶-۲).

۹- تعیین این موضوع که آیا گواهی انطباق محصول مورد نیاز است و یا خریدار به منظور بررسی انطباق با استاندارد، نمونه شاخص انتخاب نموده و مورد ارزیابی قرار خواهد داد. (بخش ۶-۳).

## کلیات

### ۲-۱ دامنه‌ی کاربرد

این استاندارد، صافی‌های شنی، شنی چگال، ماسه‌ی سیلیسی و مصالح[1] چگال، آنتراسیت و پرکردن مصالح در صافی‌ها برای خدمات آبرسانی را شرح می‌دهد. استاندارد کربن فعال دانه‌ای (ANSI/AWWA B604) به کاربرد این ماده به عنوان مصالح صافی و همچنین جاذب، اشاره می‌نماید.

### ۲-۲ هدف

هدف این استاندارد، فراهم کردن معیاری برای خریداری و جای‌گذاری یا ریختن مصالح دانه‌ای در صافی است و راهنمایی برای طراحی نمی‌باشد.

### ۲-۳ کاربرد

این استاندارد می‌تواند به عنوان مرجع خاص برای خرید و تحویل مصالح صافی لحاظ شود و از آن به عنوان راهنمای آزمایش خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های مصالح صافی، استفاده نمود. رعایت شرایط این استاندارد پس از دریافت این سند و تنها در زمینه‌ی صافی‌های به کار رفته در تصفیه‌ی آب آشامیدنی، ضروری خواهد بود.

## ۳ مراجع الزامی

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

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

استفاده از مرجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

1- ANSI/AWWA B604—Granular Activated Carbon.
2- ANSI/AWWA B605—Reactivation of Granular Activated Carbon.
3- ANSI/AWWA C653—Disinfection of Water Treatment Plants.
4- ASTM† C40/C40M-11—Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates for Concrete.
5- ASTM C114-15—Standard Test Method for Chemical Analysis of Hydraulic Cement. ASTM C117-13—Standard Test Method for Materials Finer Tan 75-µm (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing.

1- Media

6- ASTM C123/C123M-14—Standard Test Method for Lightweight Particles in Aggregate.
7- ASTM C127-15—Standard Test Method for Relative Density (Specifc Grav- ity) and Absorption of Coarse Aggregate.
8- ASTM C128-15—Standard Test Method for Relative Density (Specifc Gravity) and Absorption of Fine Aggregate.
9- ASTM C136/C136M-14—Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates.
10- ASTM C653-97—Standard Guide for Determination of the Termal Resis- tance of Low-Density Blanket-Type Mineral Fiber Insulation.
11- ASTM C702/C702-11—Standard Practice for Reducing Samples of Aggre- gate to Testing Size.
12- ASTM D75/D75M-14—Standard Practice for Sampling Aggregates.
13- ASTM D388-15—Standard Classifcation of Coal by Rank.
14- ASTM E11-15—Standard Specifcation for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves.
15- MIL-STD-105E‡ (1989)—Sampling Procedures and Tables for Inspection by Attributes, Washington, D.C.: Department of Defense.

## ۴ تعاریف

تعاریف زیر باید در این استاندارد به کار گرفته شوند:

۱- آنتراسیت: طبقه و دسته‌ای از زغال براساس درجه‌بندی مطابق با ASTM D388

۲- کیسه[1]: یک ظرف از جنس پلاستیک، کاغذ یا الیاف که حدود ۰٫۰۳ مترمکعب یا کم‌تر از مصالح صافی را در خود جای دهد.

۳- پیمانکار[2]: فرد یا افرادی که وظیفه تامین و قراردادن مصالح در صافی را بر عهده دارند.

۴- اندازه‌ی مؤثر(ES)[3]: اندازه‌ی منافذی از الک که تنها ۱۰ درصد از نمونه‌ی مصالح صافی (بر اساس وزن خشک آن) را از خود عبور می‌دهد؛ برای مثال اگر توزیع اندازه‌ی ذرات به‌اندازه‌ای باشد که ۱۰ درصد یک نمونه (بر اساس وزن خشک آن) ریزتر از ۰٫۴۵ میلی‌متر باشد، اندازه‌ی موثر مصالح صافی، ۰٫۴۵ میلی‌متر خواهد بود.

۵- بستر صافی[4]: یک یا چندلایه از مصالح صافی به علاوه هر لایه شن نگه‌دارنده – در صورت وجود - که در هر واحد صافی[5] قرار گرفته است.

۶- مصالح صافی[6]: مصالح دانه‌ای به کاررفته برای پرکردن صافی به همراه لایه شن نگه‌دارنده در صافی‌های با عمق زیاد که برای تصفیه‌ی آب به کارگرفته می‌شوند.

1- Bag
2- Constructor
3- Effective Size
4- Filter Bed
5- Cell Filter
6- Filter Material

۷- پرکننده‌ی صافی[1]: بخش ماسه چگال (در صورت وجود)، ماسه سیلیسی و بخش آنتراسیت بستر صافی که مواد ذره‌ای را در طول فرآیند صاف کردن از آب جدا می‌کند.
۸- شن بستر نگه‌دارنده صافی[2]: یک یا چند لایه از مصالح دانه‌ای با دانه‌بندی مشخص که به عنوان نگه‌دارنده مصالح صافی، هنگامی که منافذ سیستم زهکش از اندازه‌ی مصالح صافی بزرگ‌تر باشند، استفاده می‌شود همچنین به توزیع یکنواخت آب شست‌وشوی معکوس در بستر صافی کمک می‌کند.
۹- تولیدکننده[3]: فرد یا افرادی که مواد یا محصولات را می‌سازد یا تولید می‌کند.
۱۰-اندازه‌ی ذره[4]: اندازه‌های گوناگون و محدوده ابعادی دانه‌بندی مصالح صافی که توسط روش آزمایش استاندارد الک، تعیین می‌شود.
۱۱-خریدار[5]: فرد، شرکت یا سازمانی که هزینه خرید هر ماده تولید شده یا کار اجرا شده را می‌پردازد.
۱۲-ظرف شبه فله[6]: یک ظرف فله پلاستیکی یا الیافی بزرگ که عموما حدود ۱ تن یا بیش‌تر از مصالح صافی گنجایش دارد. ظروف نیمه - فله معمولا کیسه یا ساک[7] نامیده می‌شود.
۱۳-تامین‌کننده[8]: فرد یا افرادی که مواد یا خدمات را تامین می‌کند. تامین‌کننده و سازنده، ممکن است یکی باشد یا نباشد.
۱۴-ضریب یکنواختی (UC)[9]: ضریبی که از تقسیم اندازه منافذی که تنها ۶۰ درصد از یک نمونه از مصالح صافی (بر اساس وزن خشک آن) را از خود عبور می‌دهد، بر اندازه منافذی که تنها ۱۰ درصد از همان نمونه (بر اساس وزن خشک آن) را از خود عبور می‌دهد.

## ۵ ملزومات

### ۵-۱ ملزومات فیزیکی

#### ۵-۱-۱ پرکننده‌ی صافی

##### ۵-۱-۱-۱ آنتراسیت

۱- آنتراسیت صافی باید از ذرات سخت و مقاوم زغال آنتراسیت با اندازه‌های مختلف، تشکیل شود. اختلاط مصالح غیرآنتراسیتی برای دستیابی به هر جزئی از این استاندارد، قابل‌قبول نیست.

---

1- Filter Media
2- Filter-Media Support Gravel
3- Manufacturer
4- Particle Size
5- Purchaser
6- Semibulk Container
7- Sack
8- Supplier
9- Uniformity Coefficient

۲- میزان سختی آنتراسیت باید طبق معیار موهس[1] بیش از ۲٫۷ و وزن مخصوص و حلالیت در اسید آن طبق جدول (۱) باشد.
۳- آنتراسیت باید از لحاظ ظاهری، عاری از هرگونه خاک رس و سنگ‌رس یا باقی‌مانده‌های فرعی باشد.

**جدول ۱- وزن مخصوص و حلالیت در اسید مصالح صافی**

| پرکننده‌ی صافی | خصوصیات | |
|---|---|---|
| | وزن مخصوص | درصد حلالیت در اسید |
| آنتراسیت | > ۱٫۴ | < ۵ |
| ماسه‌ی سیلیسی | > ۲٫۵ | < ۵ |
| ماسه‌ی چگال | > ۳٫۸ | < ۵ |

نکته: معمولا آزمایش برای اثبات نبود خاک رس، سنگ‌رس و باقی‌مانده‌های غیرعادی، ضروری نیست، اما اگر وجود مواد زیان‌بار مشخص باشد، محدودیت‌های زیر در مورد آنتراسیت باید اعمال شود: ۱) حداکثر کاهش وزنی آن پس از شست‌وشو، کم‌تر از ۱٫۰ درصد ماده عبوری از الک شماره ۲۰۰ (۰٫۰۷۴ میلی‌متر) طبق روش آزمایش ASTM C117 باشد و ۲) حداکثر حاوی مقدار ۰٫۵ درصد ناخالصی‌های آلی مانند تراشه‌ی چوب، ریشه‌ها یا شاخه‌ها باشد، همان‌طور که توسط روش آزمایش ASTM C123 در مورد مواد دانه‌ای سبک وزن موجود در مصالح با استفاده از مایعی با وزن مخصوص ۱٫۰ تعیین شده است (با این استثنا که باید از پایه[2] خشک به جای سطح اشباع شده خشک استفاده کرد و مواد شناور بلافاصله حذف شود).

**۵-۱-۱-۲ ماسه‌ی سیلیسی**

۱- ماسه‌ی سیلیسی باید حاوی دانه‌های سخت، مقاوم و چگال بوده، به نحوی که در طول حمل و استفاده در برابر تخریب، مقاوم باشد.
۲- ماسه سیلیسی باید دارای وزن مخصوص و حلالیت اسیدی مطابق جدول (۱) باشد.
۳- ماسه سیلیسی باید از نظر ظاهری عاری از گِل، غبار، میکا و مواد آلی باشد.

نکته: معمولا آزمایش برای اثبات عدم وجود گِل، غبار، میکا و مواد آلی ضروری نیست، اما اگر وجود مواد زیان‌بار مشخص باشد، محدودیت‌های زیر در مورد مصالح باید اعمال شود: ۱) حداکثر کاهش وزنی آن پس از شست‌وشو، کم‌تر از ۲ درصد ماده عبوری از الک شماره ۲۰۰ (۰٫۰۷۴ میلی‌متر) طبق استاندارد ASTM C117 باشد و ۲) رنگ تیره‌تر از رنگ استاندارد ASTM C40 برای ناخالصی‌های آلی در مصالح ریزدانه نباشد.

1- Mohs
2- Basis

**۵-۱-۱-۳ ماسه‌ی با چگالی بالا**

۱- ماسه با چگالی بالا باید شامل دانه‌های سخت، مقاوم و چگال گارنت، ایلمنیت، هماتیت، مگنتیت یا سنگ‌های معدنی مشابه که می‌تواند در برابر سایش در طول حمل و استفاده مقاومت کند، باشد و باید حداقل حاوی ۹۵ درصد از این ماده باشد.

۲- پرکننده‌ی صافی با چگالی بالا، باید دارای وزن مخصوص و حلالیت‌پذیری اسیدی مطابق جدول (۱) باشد.

۳- ماسه دارای چگالی زیاد باید در ظاهر، عاری از رس، غبار، میکا و مواد آلی باشد.

نکته: معمولا آزمایش برای اثبات عدم وجود گِل، غبار، میکا و مواد آلی ضروری نیست، اما اگر وجود مواد زیان‌بار مشخص باشد، محدودیت‌های زیر در مورد مصالح باید اعمال شود: ۱) حداکثر کاهش وزنی آن پس از شست‌وشو، کم‌تر از ۲ درصد ماده عبوری از الک شماره ۲۰۰ (۰٫۰۷۴ میلی‌متر) طبق ASTM C117 باشد و ۲) رنگ تیره‌تر از رنگ استاندارد ASTM C40 برای ناخالصی‌های آلی در مصالح ریزدانه نباشد.

**۵-۱-۱-۴ کربن فعال دانه‌ای**

۱- خصوصیات کربن فعال دانه‌ای وقتی‌که به عنوان مصالح بستر صافی استفاده می‌شود، در استاندارد ANSI/AWWA B604 تشریح شده است.

۲- آزمایش‌های مورد نیاز کربن فعال دانه‌ای با آزمایش‌هایی که برای آنتراسیت، ماسه سیلیسی وگارنت انجام می‌شود، متفاوت است (ANSI/AWWA B604 and B605).

۳- آزمایش‌های تعیین وزن مخصوص و حلالیت در اسید برای کربن فعال گرانولی به صورت روتین انجام نمی‌شود. آزمایش‌هایی که برای کربن فعال دانه‌ای توصیه می‌شود در ANSI/AWWA B604 andB605 قابل مشاهده است.

**۵-۱-۱-۵ دانه‌بندی بستر**[1]

۱- دانه‌بندی بسترمعمولا با عبارات اندازه‌ی موثر (ES) و ضریب یکنواختی (UC) یا محدوده‌ی اندازه‌ی ذرات، مشخص می‌شود. فقط یکی از موارد زیر، باید برای این منظور استفاده شود:

الف- همان‌طور که در بخش تعاریف در ردیف ۴ دربارهٔ اندازه‌ی موثر و در ردیف ۱۴ در مورد ضریب یکنواختی توضیح داده شده است، این موارد باید توسط خریدار تعیین شوند. هنگام تعیین اندازه‌ی مؤثر مصالح پرکننده ریز، مثبت و منفی دامنه‌ی انحراف برای نمونه‌برداری، آزمایش و واریانس تکرارپذیری آزمایش، باید محاسبه شود.

ب- محدوده‌ی اندازه‌ی ذرات، شامل درصد مجاز (از نظر وزنی) از ذرات با اندازه‌ی کم‌تر یا بیش‌تر از اندازه‌ی مجاز، باید همان‌طور که خواسته شده، در اسناد خرید ذکر شود. محدوده‌ی اندازه باید

1- Media Size

بر اساس ۹۰ درصد، ۶۰ درصد و ۱۰ درصد اندازه‌ی ذرات عبوری، وزن خشک آن‌ها، یا اطلاعات دیگر مربوط به کاربردهای خاص، بیان شود.

### ۵-۱-۲ شن بستر نگه‌دارنده صافی

#### ۵-۱-۲-۱ شن سیلیسی

۱- شن سیلیسی باید حاوی توده‌های درشت به هم پیوسته با درصد بالایی از دانه‌های گرد یا دارای شکل متقارن باشد. همچنین باید دارای استحکام و سختی کافی برای مقاومت در برابر سایش، در طول حمل و استفاده، بوده و اساسا عاری از مواد مضر باشد و از حداقل وزن مخصوص لازم، بیش‌تر باشد.

۲- وزن مخصوص سطح خشک اشباع شده شن سیلیسی نباید کم‌تر از ۲٫۵ باشد، مگر این‌که حداقل وزن مخصوص بیش‌تری برای برآورده کردن ملزومات طراحی یک‌لایه یا صافی خاص، نیاز باشد.

۳- مقدار ذراتی که دارای یک وجه شکسته هستند، نباید بیش از ۲۵ درصد از ذرات – بر اساس وزن خشک- باشد (بخش ۷-۳-۲).

۴- نباید بیش‌تر از ۲ درصد ذرات، صاف یا دراز و کشیده باشند، طوری که طول بلندترین محور قائم آن بیش از پنج برابر کوتاه‌ترین محور آن باشد (بخش ۷-۳-۲).

۵- شن سیلیسی باید در ظاهر، عاری از خاک رس، سنگ‌رس یا ناخالصی‌های آلی باشد.

نکته: معمولا آزمایش برای اثبات عدم وجود خاک رس، سنگ‌رس و ناخالصی‌های آلی ضروری نیست، اما اگر وجود مواد زیان‌بار مشخص باشد، محدودیت‌های زیر در مورد شن باید اعمال شود: (۱) حداکثر کاهش وزنی آن پس از شست‌وشو کم‌تر از ۱٫۰ درصد ماده عبوری از الک شماره ۲۰۰ (۰٫۰۷۴ میلی‌متر) طبق روش آزمایش ASTM C117 باشد و (۲) حداکثر حاوی ۰٫۵ درصد زغال، لیگنیت یا سایر ناخالصی‌های آلی مانند ریشه‌ها و ساقه‌ها که طبق استاندارد ASTM C123 برای مواد دانه‌ای سبک‌وزن در مصالح با استفاده از مایعی با وزن مخصوص ۲٫۰، تعیین می‌شود.

#### ۵-۱-۲-۲ شن بستر نگه‌دارنده صافی با چگالی بالا

۱- شن بستر نگه‌دارنده صافی دارای چگالی بالا، باید مصالح درشت حاوی گارنت، ایلمینیت، هماتیت، مگنتیت یا مواد معدنی مشابه از سنگ‌های معدنی باشد که حاوی درصد بالایی از ذرات گرد یا دارای شکل متقارن است و باید دارای استحکام و سختی کافی برای مقاومت در برابر تخریب در طول حمل و استفاده بوده و عاری از مواد مضر و دارای چگالی بیش از حداقل چگالی لازم باشد.

۲- وزن مخصوص شن بستر نگه‌دارنده صافی دارای چگالی بالا نباید کم‌تر از ۳٫۸ باشد، بدین معنا که حداقل ۹۵ درصد از مواد آن باید دارای وزن مخصوص ۳٫۸ یا بیش‌تر باشد.

۳- نباید بیش‌تر از ۲ درصد ذرات به قدری صاف یا کشیده باشند که بلندترین محور قائم آن بیش از پنج برابر کوتاه‌ترین محور آن باشد (بخش ۷-۳-۲)

۴- شن با چگالی بالا باید در ظاهر، عاری از خاک رس، سنگ‌رسی یا ناخالصی‌های معدنی باشد.

نکته: معمولا آزمایش برای اثبات عدم وجود خاک رس، سنگ‌رس، و ناخالصی‌های آلی ضروری نیست، اما اگر وجود مواد زیان‌بار مشخص باشد، محدودیت‌های زیر در مورد شن باید اعمال شود: (۱) حداکثر کاهش وزنی آن پس از شست‌وشو، کم‌تر از ۱٫۰ درصد ماده عبوری از الک شماره ۲۰۰ (۰٫۰۷۴ میلی‌متر) طبق روش آزمایش ASTM C117 باشد و (۲) حداکثر حاوی ۰٫۵ درصد زغال، لیگنیت یا سایر ناخالصی‌های آلی مانند ریشه‌ها و ساقه‌ها که طبق استاندارد ASTM C123 برای مواد دانه‌ای سبک‌وزن در مصالح با استفاده از مایعی با وزن مخصوص ۲٫۰ تعیین می‌شود.

**۵-۱-۲-۳ اندازه‌ی شن**

اندازه شن بستر نگه‌دارنده صافی باید در محدوده‌ی اندازه‌ی ذرات تعیین شده، مطابق مدارک فنی خرید باشد.. برای هر اندازه مورد نیاز از ذرات، نباید بیش از ۸٪ ذرات (از نظر وزنی) کوچکتر از کمترین اندازه طراحی شده، باشند. همچنین باید حداقل ۹۲٪ ذرات (از نظر وزنی) کوچکتر از بزرگترین اندازه طراحی شده، باشند. به عبارت ساده‌تر، فقط ۸٪ ذرات می‌توانند خارج از محدوده بین کمترین و بیشترین اندازه طراحی شده، قرار بگیرند و ۹۲٪ ذرات باید اندازه‌ای بین این دو مقدار را دارا باشند.

**۵-۱-۲-۴ حلالیت در اسید**

حلالیت در اسید برای موادی با اندازه‌ی ریزتر از الک شماره ۸ (۲٫۳۶ میلی‌متر) نباید بیش از ۵ درصد، برای ذراتی با اندازه‌ی بزرگ‌تر از ۲٫۳۶ میلی‌متر، نباید بیش‌تر از ۱۷٫۵ درصد و برای ذراتی با اندازه‌ی۲۵٫۴ میلی‌متر (۱ اینچ) و بزرگ‌تر، نباید بیش‌تر از ۲۵ درصد باشد. اگر شن حاوی موادی بزرگ‌تر یا کوچک‌تر از مقادیر تعیین‌شده باشد و کل نمونه از حدود تعیین‌شده برای حلالیت مواد کوچک‌تر تبعیت نکند، شن باید به دو قسمت مجزا، تقسیم و حلالیت هر بخش در اسید بررسی و از درصد حلالیت‌پذیری طراحی شده، تبعیت کند.

## ۵-۲ ملزومات شیمیایی

این استاندارد هیچ اطلاعات قابل استفاده‌ای برای این بخش ندارد.

### ۵-۲-۱ بستر صافی

**۵-۲-۱-۱ ماسه سیلیسی**

دی‌اکسید سیلیکون موجود در ماسه سیلیسی باید حداقل ۸۵ درصد بوده و طبق استاندارد ASTM C114 اندازه‌گیری شود.

### ۵-۳ ناخالصی‌ها

مصالح صافی دانه‌ای تهیه شده طبق این استاندارد، نباید حاوی موادی باشد که تأثیرات مضر یا مخرب بر سلامت مصرف‌کنندگان آب آشامیدنی تصفیه‌شده داشته باشد. برای اطلاعات بیش‌تر به بخش تهیه استاندارد (بخش۱-پ مقدمه) مراجعه کنید.

### ۵-۴ جای‌گذاری و ریختن مصالح در صافی

#### ۵-۴-۱ آماده‌سازی محفظه نگه‌دارنده صافی

کف صافی باید طبق فرآیندهای زیر آماده شوند:

##### ۵-۴-۱-۱ تمیز و امتحان کردن هر بستر

کف هر صافی باید قبل از ریختن مصالح صافی، به‌طور کامل تمیز و امتحان شود. مواد باقی‌مانده، خاک، غبار و هر ماده خارجی باید از فضای زیر شبکه زهکش (برای این کار ممکن است نیاز به ایجاد خلاء در سیستم زهکش صافی باشد)، لوله‌کشی‌ها، کانال آب شست‌وشو[1]، دیواره‌ها و سایر بخش‌های صافی خارج شود. هر محفظه باید در تمام مراحل عملیات پر کردن آن تمیز نگه‌داشته شود. پس از تمیز کردن صافی باید سیستم زهکشی، کانال آب شست‌وشو و لوله‌کشی مسیر هوا[2] و شست‌وشوی سطحی، به‌منظور اطمینان از صحت تراز بودن، معیوب نبودن و انطباق با نیازهای مدارک فنی خرید، مورد بررسی قرار گیرند. اتصالات مکانیکی شبکه زهکش به هر واحد صافی (در صورت وجود داشتن) باید طبق حدود اعلام شده توسط سازنده آن اتصالات، بازرسی و محکم گردند، ملات‌های پرکننده شکاف‌های قسمت زهکش، باید در محل خود به‌طور مناسب اجرا شده و عاری از هر عیب و ایرادی باشند. هرگونه ایرادی باید قبل از ریختن مصالح صافی اصلاح شود.

##### ۵-۴-۱-۲ آزمایش واحد جدید صافی پیش از جای‌گذاری مصالح بستر صافی

محفظه‌های فیلترهای جدید را پیش از قرار دادن مصالح، آزمایش نمایید. در سازه‌های صافی جدید، جای‌گذاری یا ریختن مصالح صافی باید بعد از آزمایش عملیاتی سیستم شست‌وشوی معکوس، در صورت قابل‌اعمال بودن، شامل سیستم‌های شست‌وشوی سطحی و هوا انجام شود. همچنین کف صافی باید کاملا ضد آب باشد. برای دیدن نرخ مناسب شناورسازی شست‌وشوی معکوس، به جدول (۲) مراجعه کنید.

##### ۵-۴-۱-۳ علامت‌گذاری هر لایه

پیش از ریختن هرگونه مصالح در صافی، بالاترین ارتفاع[3] در نظر گرفته شده برای هر لایه باید با یک خط تراز در دیوار داخلی محفظه صافی، علامت‌گذاری شود.

---

1- Wash Water Troughs
2- Air or Surface Wash Piping
3- Top Elevation

**جدول ۲- نرخ‌های مناسب شستشوی معکوس برای شناورسازی با آب**

| دمای آب | نرخ مناسب شستشوی معکوس برای شناورسازی $m^3 / m^2.hr$ | |
|---|---|---|
| $^{\circ}C$ | ماسه ($d_{60\%}$ =0.7میلی‌متر) | زغال آنتراسیت ($d_{60\%}$=1.5میلی‌متر) |
| ۵ | ۲۹٫۳ | ۳۶٫۷ |
| ۱۰ | ۳۳٫۰ | ۴۰٫۳ |
| ۱۵ | ۳۶٫۷ | ۴۴٫۰ |
| ۲۰ | ۴۰٫۳ | ۴۸٫۹ |
| ۲۵ | ۴۴٫۰ | ۵۳٫۸ |
| ۳۰ | ۴۸٫۹ | ۵۸٫۶ |

توجه: جدول بالا مقادیر راهنمای شستشوی معکوس برای بسترهایی با اندازه‌ی ذرات $d_{60\%}$ (اندازه‌ی موثر*ضریب یکنواختی) است. وزن مخصوص ماسه ۲٫۶۵ و زغال آنتراسیت ۱٫۶۵ است.

مقادیر نرخ شستشو برای سایر مصالح صافی باید اصلاح شود. شناورسازی مناسب در زمان شستشوی معکوس موجب شناورشدن و انبساط بستر و قرارگرفتن ذرات ریزتر در بالای بستر می‌گردد.جریان رو به بالای آب در بستر در سرعت کافی به نحوی که باعث معلق شدن ذرات در داخل آب شود را شناورسازی می‌گویند که خود تابع مشخصات مصالح، دمای آب شستشوی معکوس و نرخ آب شستشوی معکوس است.

### ۵-۴-۱-۴ ذخیره‌سازی و جابجایی

مصالح صافی باید تمیز نگه داشته شوند. اگر بلافاصله ریختن مصالح در بستر صافی ممکن نباشد، مصالح فله‌ای باید روی یک سطح تمیز، سفت و خشک در محل پروژه ذخیره و روی آن‌ها پوشانیده تا از آلوده شدن آن‌ها جلوگیری شود. مصالحی که در کیسه‌ها یا محفظه‌های شبه- فله منتقل می‌شوند، باید با یک ماده غیرشفاف مقاوم، به منظور جلوگیری از رسیدن نور خورشید به آن‌ها و محافظت در برابر هوا، پوشانده شود. کیسه‌ها و محفظه‌های شبه- فله باید روی تخته چوبی حمل بار یا اجسام مشابه انبار شوند. مصالح با اندازه و انواع متفاوت باید جداگانه ذخیره شوند. وقتی مصالح درون کیسه یا محفظه شبه- فله منتقل شدند، تحت هیچ شرایطی به جز هنگام نمونه‌برداری، نباید قبل از جای‌گذاری در صافی از کیسه یا محفظه شبه - فله 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.

### ۵-۴-۲ جای‌گذاری مصالح در صافی

#### ۵-۴-۲-۱ احتیاط‌های لازم هنگام ریختن:

به منظور پیشگیری از آسیب زدن به نازل‌های شبکه زهکش، لایه پایینی شن بستر نگه‌دارنده، باید با دقت جای‌گذاری یا ریخته شود. کارگران نباید به طور مستقیم روی شن‌های بستر نگه‌دارنده صافی و یا مصالح صافی بایستند یا راه بروند، بلکه باید از روی چوب یا تخته سه‌لایی عبور کنند، به نحوی که تخته، وزن آن‌ها را بدون جابه‌جا کردن مصالح در صافی تحمل کند. همین میزان احتیاط باید هنگام نصب سیستم شست‌وشوی با هوا در بالای لایه‌ی شن اعمال شود.

**۵-۴-۲-۲ جای‌گذاری یا ریختن لایه‌ها**

هر لایه باید پیش از شروع ریختن، لایه‌رویی کامل شود. سطح هر لایه از صافی باید ارتفاع یکنواخت و تراز داشته باشد. هنگام جای‌گذاری هر لایه، باید به منظور پیشگیری از برهم زدن یکنواختی لایه زیرین، احتیاط کافی صورت بگیرد.

برای صافی‌های دارای بستر عمیق آنتراسیت، توصیه می‌شود که ریختن در هرمرحله، بیش‌تر از ۰٫۹ متر نشود. در صورت نیاز، درهر مرحله باید قبل از ریختن لایه‌ی بعدی، بستر شست‌وشوی معکوس شده و پس از این‌که ناخالصی‌ها پاک و لایه‌برداری شد[1]، نمونه‌گیری از آن انجام شود. برای جای‌گذاری کربن فعال دانه‌ای ANSI/AWWA B604 را ملاحظه کنید.

**۵-۴-۲-۳ روش جایگزین ریختن مصالح**

مواد فله را می‌توان به صورت خشک و با استفاده از یک ناودان یا نوار نقاله به کنار صافی منتقل کرد، به نحوی که از آنجا بتوان آن‌ها را با یک بیل دستی روی صافی پخش کرد. انداختن مواد بر روی سطح صافی قابل قبول نیست، زیرا ممکن است به مصالح آسیب برساند. روش دیگر انتقال مواد فله به صورت هیدرولیکی با پمپ بدون پروانه یا با اجکتور است. در همه حال، باید به منظور جلوگیری از آسیب دیدن سیستم زهکش، احتیاط را رعایت کرد.

برای ماسه صافی، آنتراسیت یا کربن فعال دانه‌ای که به روش خیس جای‌گذاری می‌شود، به منظور هم‌سطح‌سازی مصالح، مصالح باید از طریق آب قرار داده شده و سپس به کمک فرایند شستشوی معکوس تراز گردند. به کارگیری سیستم‌های تحت فشار هوا (پنوماتیکی) برای انتقال این مصالح، توصیه نمی‌شود.

**۵-۴-۲-۴ جای‌گذاری مصالح از کیسه‌ها و ظروف شبه فله**

زمانی که مصالح صافی در کیسه‌های بزرگ یا شبه فله به محل منتقل شود و از روش جای‌گذاری هیدرولیکی استفاده نشود، کیسه‌های بزرگ باید درون صافی قرار داده شوند و مصالح مستقیما از درون آن‌ها در سطح صافی توزیع شود. لایه‌هایی که قبلا در صافی قرار گرفته‌اند را به هم نزنید. بالاترین لایه تنها باید تا رسیدن به ۹۰ درصد از عمق موردنظر آن اضافه و سپس باید شست‌وشوی معکوس اولیه و پاک‌سازی انجام شود. به دنبال آن، سپس ۱۰ درصد باقی‌مانده یا هر مقدار که برای رسیدن به سطح ارتفاع نهایی ضروری است، اضافه شود.

**۵-۴-۲-۵ ارتفاع لایه**

ارتفاع سطح بالایی هر لایه باید با غرقاب کردن صافی تا حدی که سطح آن به خط سطحی که قبلا درون صافی علامت‌گذاری شده است، تنظیم شود. مصالح صافی باید ۱۳ ± میلی‌متر با سطح آب فاصله داشته باشد، بعد از آن، ۱۰ درصد اضافه از مصالح یا هر مقداری که برای رسیدن به سطح نهایی نیاز است، باید اضافه شود.

---

1- Scraping

**۵-۴-۲-۶ شست‌وشوی لایه‌ی شن نگه‌دارنده بستر صافی**

پس از جای‌گذاری تمام شن نگه‌دارنده بستر صافی و پیش از جای‌گذاری هرگونه ماسه صافی یا آنتراسیت یا کربن فعال دانه‌ای، باید صافی برای ۵ دقیقه با بالاترین نرخ شست‌وشوی ممکن شسته شود. البته این مقدار نباید بیش از ۶۱ مترمکعب بر مترمربع در ساعت باشد. رسیدن به بالاترین نرخ شست‌وشو باید حداقل به مدت ۳ دقیقه طول بکشد. در این مرحله نیز باید برای جلوگیری از برهم زدن شن لایه‌بندی شده احتیاط کرد، به‌خصوص اگر هوا درون زهکش وجود داشته باشد. هر قسمت از شن‌ها که طی شست‌وشو به هم بخورد باید برداشته‌شده و با مصالح تمیز از نوع و اندازه مناسب جایگزین شود.

**۵-۴-۲-۷ شست‌وشوی مصالح دیگر**

برای صافی‌های دارای بستر دو یا چندلایه، مصالح باید با فرآیندهای مشابه فرآیندهای بخش ۵-۵-۱ شسته و پاک‌سازی شود و یا طبق مدارک فنی خرید، مواد ریزدانه اضافی باید قبل از ریختن مصالح بعدی برداشته شوند.

**۵-۴-۳ ارتفاع لایه‌ی بالایی**

تراز سطح بالایی صافی بعد از شست‌وشوی اولیه (بخش ۵-۵-۱-۱) باید ارتفاعی برابر با ارتفاع پایانی به علاوه ضخامت مصالحی که طی پاک‌سازی باید حذف شود، داشته باشد.

**۵-۴-۴ آلودگی**

هر یک از مصالح صافی که پس از جای‌گذاری آلوده شود، باید برداشته‌شده و با مصالح تمیز از نوع و اندازه مناسب، جایگزین شود.

**۵-۵ آماده‌سازی صافی برای استفاده**

**۵-۵-۱ شست‌وشو**

**۵-۵-۱-۱ شست‌وشوی اولیه**

بعد از ریختن مصالح صافی، آب شست‌وشو باید از نازل‌ها یا سیستم زهکش به‌آرامی تا جایی که تمام بستر پر از آب شوده، وارد صافی شود. بستر باید تا مدت زمانی که در مدارک فنی خرید لازم باشد پیش از شست‌وشوی اولیه با اشباع مصالح صافی، ثابت بماند. در صورتی که بستر در ابتدا به صورت خشک آماده شده یا خشک باقی‌مانده باشد، این دوره نباید کوتاه‌تر از ۱۲ ساعت شود. نرخ شست‌وشو باید در طی مدت شستشوی اولیه به تدریج افزایش یابد تا هوا را از بستر خارج کند.

### ۵-۵-۱-۲ نرخ شستشوی معکوس

در طی هر شستشوی معکوس، آب شستشو از نرخ اولیه‌ی $4.9\ m^3 / m^2.hr$ به ازای سطح صافی نباید بیش‌تر شود. سرعت شستشوی معکوس باید در مدت ۳ دقیقه به تدریج اضافه شود تا به نرخ مناسب برای شناورسازی برسد و نباید کم‌تر از ۵ دقیقه در این سرعت نگه داشته شود. جدول (۲) راهنمای نرخ شست‌وشو برای شناورسازی که برای مصالح صافی رایج است را نشان می‌دهد. این نرخ‌های شناورسازی برای اندازه‌های دیگر مصالح صافی و تغییرات دمایی آب، باید تغییر کند. برای این نرخ‌ها با تولیدکننده مصالح صافی و سازنده زهکش باید مشورت شود. اگر از سیستم شست‌وشو با هوا هم استفاده می‌شود، باید مطابق راهنمایی‌های تولیدکننده، سیستم زهکش طراحی شود.

برای شستشوی معکوس کربن فعال دانه‌ای (GAC) به ANSI/AWWA B604 رجوع کنید.

## ۵-۵-۲ لایه‌برداری

بعد از جای‌گذاری هر لایه مصالح صافی قابل شناورسازی و قبل از قراردادن لایه بعدی روی آن، لایه‌برداری صورت می‌گیرد. پس از شست‌وشوی اولیه، آب صافی باید تا اندازه‌ای خالی شده و یک لایه از مواد ریزدانه با ضخامت تقریبی ۰٫۵ سانتی‌متر ازسطح بستر صافی خارج شود. در حالت عادی نیازی به لایه‌برداری برای کربن فعال دانه‌ای نیست. اما اگر افت ارتفاع مهم است و یا در مدارک فنی خرید به آن اشاره شده، می‌توان آن را اجرا کرد.

### ۵-۵-۲-۱ تکرار عملیات لایه‌برداری

عملیات لایه‌برداری و پاک‌سازی باید آن‌قدر تکرار شود تا تمام مواد ریز (این مواد ریز باید قابل‌مشاهده باشند و به صافی یک ظاهر نرم بدهند که با بافت مصالح زیرین متفاوت است)، مواد آلی، از جمله تراشه‌ی چوب، ریشه‌ها و شاخه‌ها و همچنین در مورد آنتراسیت، ذرات صاف حذف شوند.

### ۵-۵-۲-۲ دفعات شستشو

بستر صافی باید حداقل سه بار برای لایه‌برداری شسته شود. هر شستشو باید حداقل ۵ دقیقه و با سرعت مناسبی که در جدول (۲) اعلام شده یا توسط تولیدکننده‌ی مصالح صافی و سازنده سیستم زهکش پیشنهاد شده انجام شود.

### ۵-۵-۲-۳ پرکننده صافی اضافی

اگر برای رساندن سطح بالایی صافی به سطح نهایی مشخص‌شده، ماده اضافی نیاز است، مصالح مناسب باید پیش از عملیات لایه‌برداری نهایی اضافه شود. مقدار کافی از مصالح صافی بادرنظرگرفتن لایه‌برداری نهایی باید اضافه شود.

### ۵-۵-۳ گندزدایی

بعد از این‌که کارهای مربوط به مرحله جای‌گذاری و ریختن مصالح صافی انجام شد و پیش از شروع بهره‌برداری صافی، باید تمام صافی شامل بستر کربن فعال دانه‌ای اگر استفاده شده را طبق ANSI/AWWA C653 یا طبق آنچه که در مدارک فنی خرید اعلام شده، به روش کلرزنی گندزدایی کرد. کلر به سرعت به دلیل واکنش اکسیداسیون و احیا در اثر تماس با کربن فعال دانه‌ای حذف می‌شود. بنابراین اگر در صافی از کربن فعال دانه‌ای استفاده شده باشد، باقیمانده از کلر نخواهیم داشت.

## ۵-۶ دوباره پر کردن[1] بستر صافی با همان مصالح قبلی

### ۵-۶-۱ نمونه‌گیری و آزمایش

پیش از پر کردن دوباره یک بستر صافی که مصالح آن از دست‌رفته است، باید از تمام عمق لایه بالایی صافی نمونه‌گیری و همچنین اندازه‌ی موثر و ضریب یکنواختی آن مطابق بخش ۶-۳ تعیین شود.

### ۵-۶-۲ تعیین مشخصات مصالح جدید

اندازه‌ی موثر و ضریب یکنواختی مصالح جدید باید توسط خریدار مصالح و با رعایت موارد زیر تعیین شود:

۱- حجم لایه بالایی بستر موجود.
۲- حجم بستر صافی که باید دوباره پر شود.
۳- تعیین اندازه‌ی موثر و ضریب یکنواختی لایه بالایی فعلی.
۴- اندازه‌ی موثر و ضریب یکنواختی اصلی لایه بالایی یا نیازهای جدید خریدار بستر صافی، در صورت مورد قبول بودن.

### ۵-۶-۳ جای‌گذاری مصالح صافی

مصالح جدید باید مطابق موارد مربوطه در بخش ۵-۴ و در روی بستر صافی موجود ریخته شود، سپس طبق بخش‌های ۵-۵-۱ و ۵-۵-۲ حداقل دو بار شست‌وشوی معکوس، لایه‌برداری و ترازبندی از دانه‌های ریز آن صورت گیرد. اگر نمونه‌برداری در محل برای کنترل اجرا شود، باید آن را قبل از آخرین شستشوی معکوس و لایه‌برداری طبق شرح کار اعلام شده در بخش ۵-۴-۲-۴ انجام داد.

### ۵-۶-۴ گندزدایی

پیش از قراردادن صافی در مدار تصفیه، واحد صافی باید طبق بخش ۵-۵-۳ گندزدایی شود.

---

1- Replenishing

## ۶ تصدیق

### ۶-۱نمونه‌های تاییدی

نمونه‌ی شاخص[1] 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 تایید شدن نمونه‌ها، محموله‌های انتقالی باید منطبق بر نیازهای پروژه و یا مبانی مورد قبول، باشد. نمونه‌های گرفته شده در محل باید واجد شرایط توضیح داده شده در بخش ۷-۲ باشند. نمونه‌هایی که طی فرایند ساخت و قبل از حمل نمونه برداشته می‌شوند، بر طبق این استاندارد، نماینده‌های معتبرتری نسبت به نمونه‌ها بس از حمل و یا پس از قرارگیری می‌باشند. زیرا حمل و انتقال، جابجایی و نصب و سختی نمونه‌برداری در سایت بر نمونه تاثیر می‌گذارد. البته باید توجه کرد که نمونه برداشته شده پس از تحویل کالا برای صاحب پروژه یا مصرف‌کننده می‌تواند مهم باشد.

### ۶-۲ نمونه‌برداری

همان‌طور که در اینجا توضیح داده می‌شود، نمونه‌برداری از مصالح باید طبق ASTM D75 انجام شود. مقدار نمونه‌های ترکیبی باید مطابق مقادیر جدول (۳) باشد.

#### ۶-۲-۱ محموله‌های فله‌ای

روش حمل فله‌ای، توصیه نمی‌شود. با این حال اگر ناچار به حمل فله‌ای باشیم، نمونه‌ی شاخص مصالح باید در مرحله تولید یا بسته‌بندی محموله، برداشته شود. توصیه می‌شود نمونه‌برداری از میانه جریان پر کردن بار یک کامیون یا واگن قطار در محل تولید انجام شود. نمونه‌برداری ترکیبی باید طبق بخش ۶-۲-۴ انجام شده و وزن نمونه باید با جدول ۳ تطابق داشته باشد. هنگام پر کردن محموله در محل بارگیری، نمونه‌برداری باید هنگام بارگیری هر کامیون یا واگن انجام شود. به علت جدایی دانه‌های[2] 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 و همچنین از نزدیک گوشه‌های کامیون یا واگن (اما نه از گوشه‌ها) گرفته شوند.

#### ۶-۲-۲ انتقال محموله کیسه‌ای

نمونه‌برداری هنگام پر کردن کیسه‌ها از میانه مصالح در محل تولید و برای هر محموله[3] توصیه می‌شود. وقتی مصالح صافی به محل کار منتقل‌شده و نمونه‌برداری دیگری در محل وصول موردنیاز باشد، نمونه‌های شاخص برای هر محموله باید با استفاده از یک کرگیر (مغزه‌گیر)[4] و پیش از ریختن مصالح در صافی انجام شود.

1- Representative Sample
2- Segregation
3- Lot
4- Core sampler

نمونه‌های شاخص گرفته شده 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 (۳) نشان داده شده است. تعداد کیسه‌هایی که باید در هر سری نمونه‌گیری شوند و همچنین تعریف سری را می‌توانید در جدول (۳) ببینید. در صورت امکان بهتر است همه‌ی کیسه‌های یک صافی، متعلق به یک سری تولیدی باشند.

### ۶-۲-۳ انتقال محموله‌های شبه فله

هنگامی که محفظه‌های شبه - فله در محل تولید پر می‌شوند نمونه‌برداری از تمام، مصالح هنگام بارگیری و برای هر محموله توصیه می‌شود. نمونه‌ی ترکیبی باید بر اساس بخش ۶-۲-۴ مطابق با وزنی از نمونه که در جدول (۳) نشان داده شده است تهیه شود. تعداد محفظه‌های شبه فله که در طول بارگیری یک سری باید نمونه‌گیری شوند را می‌توانید در جدول (۴) ببینید.

#### ۶-۲-۳-۱ نمونه‌گیری در محل پروژه از مصالح صافی که با محفظه‌های شبه فله حمل شده‌اند

در صورت ضرورت، نمونه‌گیری در محل پروژه علاوه بر نمونه‌برداری انجام شده در محل تولید هم باید صورت پذیرد. این کار باید به‌محض رسیدن مواد به محل کار و پیش از جای‌گذاری یا ریختن آن‌ها در صافی انجام شود و روش نمونه‌گیری باید با روش توضیح داده شده در بخش ۶-۲-۳-۱-۱ و یا روش توضیح داده شده در بخش ۶-۲-۳-۱-۲ تطابق داشته باشد.

**جدول ۳- حداقل اندازه‌ی نمونه‌ی ترکیبی**

| حداکثر اندازه‌ی ذرات 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 |

توجه: برای نمونه‌برداری کربن فعال دانه‌ای به ANSI/AWWA B604 مراجعه شود

**جدول ۴- نمونه‌برداری از مصالح کیسه‌ای***

| تعدادسری §(تعداد کیسه‌ها) | | کم‌ترین اندازه‌ی نمونه‌ها (تعداد کیسه‌ها) |
|---|---|---|
| بیش‌تر از | کم‌تر یا مساوی | |
| ۲ | ۸ | ۲ |
| ۸ | ۱۵ | ۳ |
| ۱۵ | ۲۵ | ۵ |
| ۲۵ | ۵۰ | ۸ |
| ۵۰ | ۹۰ | ۱۳ |
| ۹۰ | ۱۵۰ | ۲۰ |
| ۱۵۰ | ۲۸۰ | ۳۲ |
| ۲۸۰ | ۵۰۰ | ۵۰ |
| ۵۰۰ | ۱۲۰۰ | ۸۰ |
| ۱۲۰۰ | ۳۲۰۰ | ۱۲۵ |
| ۳۲۰۰ | ۱۰۰۰۰ | ۲۰۰ |
| ۱۰۰۰۰ | ۳۵۰۰۰ | ۳۱۵ |
| ۳۵۰۰۰ | ۱۵۰۰۰۰ | ۵۰۰ |

* استاندارد ارتش امریکا MIL-STD 105E (1989)

§ منظور از تعداد سری در کارخانهٔ تولیدکننده همان تعداد کیسه‌های تولیدشده در یک مرحله است و تعداد سری در محل کار همان تعداد کیسه‌ها در یک دسته‌ی تولیدی که در محل پروژه تحویل داده شده، می‌باشد.برای نمونه‌برداری کربن گرانول دانه‌ای به ANSI/AWWA B604 مراجعه کنید.

نمونه ترکیبی موجود برای هرسری باید مطابق توضیحات بخش ۶-۲-۴ و طبق وزن نمونه تعیین شده در جدول ۳ آماده شود. تعداد کیسه‌هایی که باید به صورت تکی نمونه‌گیری شوند، باید مطابق جدول ۴ باشد. در صورت امکان، همه کیسه‌های مورداستفاده برای یک صافی باید متعلق به یک سری تولیدی باشند.

**۶-۲-۳-۱-۱ روش مناسب برداشت نمونه‌ها هنگام تحویل**

برای تایید دانه‌بندی مصالح صافی، ساخت یک نمونه‌گیر[1] با استفاده از لوله‌هایی با دیواره‌ی نازک و به قطر حدودا ۵۱ میلی‌متر و طول حدودا ۱۲۰۰میلی‌متر، یا با یک نمونه‌گیر برنجی که از دو لوله‌ی تودرتو[2] دارای دهانه‌های شکاف‌دار تشکیل شده، لازم است. برای نمونه‌برداری، ابتدا بالای کیسه را باز کرده و با فشار روی مصالح داخل کیسه، حدود ۵۰ میلی‌متر در مرکز کیسه فرورفتگی ایجاد می‌کنیم، سپس تیف یا نمونه‌گیر برنجی را تا حد ممکن در مرکز کیسه فرو برده و همراه با نمونه بیرون کشیده می‌شود و نمونه گرفته شده را به ظرف ترکیب نمونه‌ها انتقال می‌دهند. **هنگام فروکردن نمونه‌گیر باید با احتیاط عمل کرد و آن را یا با ضربه چکش یا با فشار چرخشی، فروکرد تا از ساییده شدن مواد جلوگیری شود.** نمونه‌گیر باید حداقل سه بار و هربار با زاویه‌ای متفاوت به کیسه فرو شود. برای نمونه‌برداری از کربن دانه‌ای فعال به ANSI/AWWA B604 مراجعه کنید.

1- Thief
2- Nested Tube

نکته:اگر مصالح برای قرارگیری در نمونه‌گیر بسیار خشک هستند، پس از قرارگیری مصالح، در لوله آب بریزید. اگر مصالح برای انجام این روش خیلی بزرگ هستند، روش توضیح داده شده در ۶-۲-۳-۱-۲ توصیه می‌شود.

**۶-۲-۳-۱-۲** در شرایطی که روش‌های نمونه‌برداری منجر به نتایج درهم، گیج‌کننده یا بحث برانگیز شوند، تهیه یک نمونه‌ی مرکب[1] ضروری است. یک جعبه‌ی سرباز با عمق حداقل ۰٫۳ متر و مساحت ۳٫۷ مترمربع در محل کار یا پروژه آماده کنید. طبق جدول ۴ تعداد مناسب از کیسه‌ها باید به طور تصادفی انتخاب و یکی یکی، به درون جعبه، خالی شوند تا محتویات آن‌ها به صورت یک لایه یکنواخت نازک و با ضخامتی کم‌تر از ۳۰سانتی‌متر کف جعبه را بپوشاند. چندین نمونه‌ی اتفاقی[2] 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 ۴ تعیین شده است، یک نمونه قابل آزمایش داشته باشیم. مصالح صافی باقی مانده باید به کیسه برگردانده شده و کیسه بعدی به صورت تصادفی انتخاب شود و این کار تا زمانی‌که نمونه ترکیبی واقعی را به دست آوریم، تکرار می‌شود.

### ۶-۲-۴ نمونه ترکیبی

نمونه ترکیبی شامل تعداد کم‌تری نمونه‌های شاخص برای آزمایش مطابق روش ASTM C702 و روش‌های آزمایش کربن فعال دانه‌ای در ANSI/AWWA B604 را شامل می‌شوند. این نمونه‌ها باید مطابق روش‌های نشان داده شده در بخش ۶-۳ آزمایش شوند.

## ۶-۳ روش آزمایش-کلیات

مصالح باید طبق بخش ۶-۲-۳-۱ نمونه‌برداری شود و مقدار نمونه‌ها مطابق روش ASTM C702 به اندازه‌ی مورد نیاز آزمایش، کاهش یابد. بخشی از نمونه باید برای آزمایش احتمالی نگه داشته شود.

### ۶-۳-۱ حلالیت در اسید

آزمایش انحلال در اسید باید با غرق کردن مقداری از مصالح با وزن مشخص در اسید کلریدریک ۱:۱ (تهیه شده از ترکیب حجم‌های برابری از HCl با وزن مخصوص ۱٫۱۸ و آب) تا زمان حل شدن مصالح انحلال‌پذیر در اسید ادامه یابد و اندازه‌گیری کاهش وزن پس از آن انجام شود. حداقل اندازه‌ی نمونه و حداقل مقدار HCl غلیظ که با نسبت یک- به - یک با آب مقطر رقیق شده است، در جدول (۵) نشان داده شده است.

#### ۶-۳-۱-۱ روش کار

روش کار آزمایش حلالیت در اسید، باید شامل موارد زیر باشد:

---

1- Representative
2- Grab Sample

۱- نمونه را با آب مقطر بشویید و در یک شیشه‌ی ساعت در دمای $110^{\circ}C \pm 5^{\circ}C$ خشک کنید تا وزن آن ثابت شود.
۲- نمونه را در یک خشک‌کن[1] خنک کنید. نمونه خشک شده را با دقت تقریبی ۰٫۱ درصد وزن کنید.
۳- نمونه را در بشر ریخته و مقدار کافی از اسید کلریدریک ۱:۱ به آن بیفزایید تا نمونه کاملا غرق شود، مقدار اسید کلریدریک ۱:۱ نباید کمتر از مقدار نشان داده شده در جدول (۵) باشد.

**جدول ۵- حداقل مقدار اسید و نمونه برای آزمایش حلالیت در اسید**

| بیش‌ترین اندازه ذرات در نمونه (میلی‌متر) | کم‌ترین وزن نمونه (گرم) | کم‌ترین مقدار اسیدکلریدریک ۱:۱ (میلی‌لیتر) |
|---|---|---|
| ۶۳٫۰ | ۴۰۰۰ | ۷۰۰۰ |
| ۳۷٫۵ | ۲۵۰ | ۸۰۰ |
| ۲۵٫۴ | ۲۵۰ | ۸۰۰ |
| ۱۹٫۰ | ۲۵۰ | ۸۰۰ |
| ۱۲٫۵ | ۲۵۰ | ۸۰۰ |
| ۹٫۵ | ۱۰۰ | ۳۲۰ |

۴- پس از پایان یافتن انحلال، نمونه‌ها را به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق به صورت ثابت نگه دارید، گاه گاه هم بزنید.
۵- نمونه‌ها را چندین بار با آب مقطر شست‌وشو داده و در دمای $110^{\circ} \pm 5^{\circ}C$ خشک کنید تا وزن آن ثابت شود.
۶- بگذارید نمونه در یک خشک‌کن خنک شود. وزن نمونه خشک شده را با دقت تقریبی ۰٫۱ درصد اندازه بگیرید.
۷- کاهش وزن را به عنوان مقدار مواد انحلال‌پذیر در اسید گزارش کنید.

**۶-۳-۱-۲ محاسبه**

رابطه ۱

$$\text{درصد انحلال‌پذیری اسیدی} (\%) = \frac{\text{کاهش وزن}}{\text{وزن اولیه}} \times ۱۰۰$$

آزمایش‌ها باید برای هر دانه‌بندی مصالح تکرار شده و دو نتیجه به دست آمده، متوسط‌گیری شود. اگر اختلاف بین نتایج این دو آزمایش، با هم بیش از ۲ درصد وزن کل نمونه باشد، باید دو آزمایش دیگر انجام شود و میانگین نتایج هر چهار آزمایش را به دست آورد.

1- Desiccator

### ۶-۳-۲ شکل شن لایه نگه‌دارنده بستر

تعاریف و آزمایش‌های زیر باید برای شناسایی تکه‌های شکسته، صاف و یا دراز شن انجام شود. عمل شناسایی شکسته، صاف و یا دراز دانه‌های شن لایه نگه‌دارنده بستر با جداسازی چشمی انجام می‌شود.

#### ۶-۳-۲-۱ تعریف وجه شکسته[1]

یک وجه شکسته، سطحی است که گوشه‌های تیز، آن را احاطه کرده باشد، برای مثال گوشه‌هایی که بر اثر خرد شدن ایجاد شده‌اند و بیش از ۱۰ درصد از مساحت سطح ذره را اشغال می‌کند. این تعریف، سطوح دارای شکاف و تراشه‌های کوچک را در این دسته‌بندی قرار نمی‌دهد.

#### ۶-۳-۲-۲ تعیین شکل

نسبت بلندترین محور به کوچک‌ترین محور منشور مستطیلی قائم یک تکه شن باید با استفاده از یک کولیس یا یک تقسیم‌کننده متقارن[2] تعیین شود. صاف یا دراز بودن دانه‌های شن لایه نگه‌دارنده بستر که به آن‌ها مشکوک هستیم را می‌توانیم با مقایسه‌ی حداقل ضخامت دانه -که در نقطه تقریبا وسط آن اندازه‌گیری شده است- با طول بلندترین وجه، بررسی کنیم.

### ۶-۳-۳ وزن مخصوص

وزن مخصوص شن سیلیسی لایه نگه‌دارنده بستر باید طبق ASTM C127 تعیین شود و به‌عنوان وزن مخصوص سطح- خشک - اشباع‌شده[3] یا آزمایش سنگ‌دانه‌های درشت نوبل[4] گزارش شود. وزن مخصوص شن با تراکم بالا لایه نگه‌دارنده بستر، ماسه‌ی با تراکم بالا، ماسه‌ی سیلیسی و آنتراسیت صافی باید طبق ASTM C128 تعیین‌شده و به‌عنوان وزن مخصوص ظاهری، گزارش شود. زمانی که وزن مخصوص آنتراسیت صافی گزارش می‌گردد، توصیه می‌شود تمام مقادیر وزن مخصوص و جذب به‌دست‌آمده براساس ASTM C128 گزارش شود. این گزارش حداقل باید شامل وزن خشک در گرمخانه [5]، سطح خشک اشباع شده[6]، ظاهر، وزن مخصوص و مقدار جذب باشد.

#### ۶-۳-۳-۱ روش آزمایش سنگ‌دانه‌های درشت نوبل (شکل ۱)

۱-نمونه را در دمای اتاق (تقریباً ۲۳ درجه‌ی سانتی‌گراد) به مدت ۲۴ ساعت در آب قرار دهید.

۲- مخزن آب را روی سطحی صاف قرار داده و شیر آن را ببندید.

---

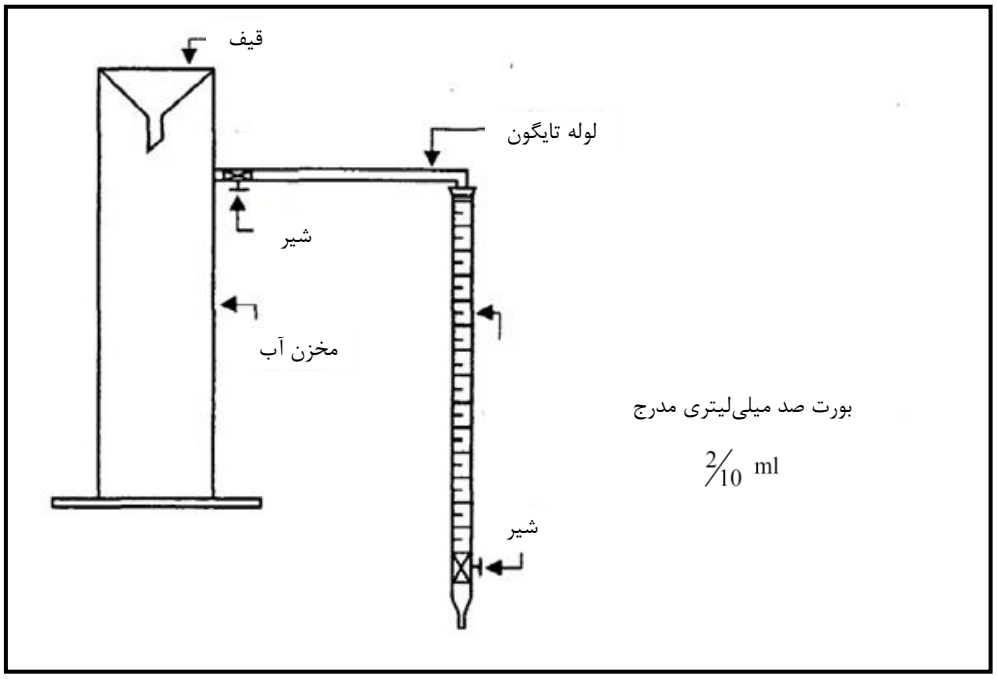
1 fractured face
2- Proportional Divider
3- ASTM C127
4- Nobel Large Aggregate Test
5- Oven-dry
6- Saturated Surface Dry
به عنوان شرطی تعریف می‌شود که در آن سطوح ذرات «خشک» و حفره‌های بین ذرات با آب اشباع است در این شرایط، عناصر بر محتوای آب آزاد تاثیر نمی‌گذارند.

۳- مخزن را با آبی که دمای آن معادل دمای اتاق است تا ارتفاعی کـه دهانـه شـیر کـاملاً غـرق شـود، پرکنید.

۴- بعد از ۵ دقیقه، شیر را باز کنید و بگذارید آب اضافی خالی شود. بعد از خـالی شـدن آخـرین قطـره، آب شیر را ببندید.

۵- نمونه‌ی از قبل خیس شده را از آب خارج نموده و آن را با پارچه خشـک یـا دسـتمال کاغـذی، بـه آرامی خشک‌کنید تا به حالت سطح خشک اشباع‌شده [1](SSD) دست‌یابید.

۶- بلافاصله وزن نمونه را با دقت ۰٫۱ گرم اندازه بگیرید.




**شکل ۱- دستگاه آزمایش وزن مخصوص**

۷- با کمک قیف یا با دست، با دقـت نمونـه‌ای کـه قـبلاً وزن شـده اسـت را درون مخـزن آب بریزیـد. درحالی‌که برای آزاد کردن هوای به دام افتاده به کناره‌هـای مخـزن ضـربه مـی‌زنیـد و آن را تکـان می‌دهید، بگذارید نمونه برای ۱۵ دقیقه در آب غوطه‌ور شود.

۸- بورت مدرج آزمایشگاهی را (درحالی‌که شیر آن بسته است) زیر لوله تایگون قرار دهید. شـیر بـالای مخزن را بازکنید تا آبِ جابه‌جاشده، بتواند تا آخرین قطره، وارد بورت درجه‌بندی‌شده شـود. قبـل از تعیین حجم نهایی، شیر بورت را آهسته بازکنید تا آب نوک آن را پرکند ولی نچکد.

۹- حجم آب را به میلی‌لیتر بخوانید.

---

1- Saturated Surface Dry

۱۰-محاسبه.

رابطه ۲

$$\text{وزن مخصوص کلی} = \frac{\text{وزن نمونه (گرم)}}{\text{حجم آب خارج شده (میلی لیتر)}}$$

**۶-۳-۴ آنالیز الک**

آنالیز الک مصالح صافی باید طبق راهنمایی‌های استاندارد ASTM C136 انجام شود.

**۶-۳-۴-۱ مبانی**

دانه‌بندی باید براساس الک‌های استاندارد مطابق ASTM E11 انجام شود. اندازه ذرات باید بر اساس کوچک‌ترین سوراخ الک که ذرات از آن رد می‌شوند تعریف شود.

**۶-۳-۴-۲ مقدار نمونه**

حداقل مقدار نمونه برای آنالیز الک در جدول (۶) آمده است. زمانی که حداکثر اندازه ذرات در نمونه‌ها برابر الک شماره ۸ (۲٫۳۶ میلی‌متر) یا کم‌تر است، حداکثر وزن نمونه برای آزمایش از ۱۵۰ گرم نباید تجاوز کند. مقدار حداکثر مجاز مصالح نگه‌داشته شده روی هر الک، در جدول شماره ۷ نشان داده‌شده است.

**۶-۳-۴-۳ روش کار**

روش کار الک کردن باید طبق ASTM C136 انجام شود. باید دقت کرد تا از شکسته شدن ذرات آنتراسیت هنگام الک کردن جلوگیری شود. به‌طورکلی تکان دادن الک برای ماسه ۰٫۵ ± ۱۰ دقیقه و برای آنتراسیت ۰٫۵ ± ۵ دقیقه است. الک‌های استانداردی که برای آزمایش مصالح مورداستفاده قرارگرفته‌اند، باید در حدود تغییرات مشخص‌شده در ASTM E11 باشند. آزمایش الک‌ها را می‌توان به عنوان شاخص انطباقی (با ۶۶ درصد سطح اطمینان) بازرسی (۹۹ درصد) و کالیبراسیون (۹۹٫۷۴ درصد) به کار گرفت. اگر در زمینه‌ی تطابق موارد، هنگام استفاده از الک با سوراخ‌های استاندارد سؤالی به وجود آمد، مواد مرجع استاندارد[1] (گوی‌های شیشه‌ای) که توسط موسسه ملی استاندارد و فن آوری[2] تایید شده‌اند، استفاده می‌شود تا به طور دقیق‌تری اندازه موثر سوراخ الک، تعیین شود. لذا برای اطمینان از اندازه‌گیری صحیح سوراخ‌های هر الک، باید طبق فرآیند کالیبراسیون اعلام شده در این مرجع، عمل کرد. سطح اطمینان از تطابق الک‌هایی که با مواد مرجع استاندارد گوی شیشه‌ای، کالیبره شده‌اند، از ۶۶ درصد به ۹۵ درصد افزایش می‌یابد. اگر به منظور کالیبراسیون از ماده‌ی مرجع استاندارد استفاده نشود، باید داده‌ها را دوباره برای هر دو مقدار تغییرات ±Y حداقلی و حداکثری مجازبرای اندازه‌ی متوسط منافذ از طراحی استاندارد الک که در ستون چهارم جدول ۱ برای ASTM E11 نشان داده شده است، گزارش کرد. (بخش‌هایی از ستون چهارم جدول ۱ ASTM E11

1- Standard Reference Material (SRM)

2- Ntional instituteof Standard and Technology

در پیوست ب-جدول ب.۱ آمده است.) اگر هر یک از نمودارها با مشخصات ارائه شده مدارک خرید یکی باشد، مصالح باید با آن‌ها منطبق باشد.

**جدول ۶- حداقل اندازه‌ی نمونه برای آنالیز الک**

| حداقل وزن نمونه (کیلوگرم) | حداکثر اندازه‌ی ذرات | |
|---|---|---|
| | میلی‌متر | اینچ |
| ۳۵/۰ | ۶۳/۰۰ | ۲/۵ |
| ۲۰/۰ | ۵۰/۰۰ | ۲ |
| ۱۵/۰ | ۳۷/۵۰ | ۱/۵ |
| ۱۰/۰ | ۲۵/۴۰ | ۱ |
| ۵/۰ | ۱۹/۰۰ | ۰/۷۵ |
| ۲/۰ | ۱۲/۵۰ | ۰/۵۰ |
| ۱/۰ | ۹/۵۰ | ۰/۳۷ |
| ۰/۳ | ۴/۷۵ | (الک شماره ۴) |
| * ۰/۰۷۵ | ۲/۳۶ | (الک شماره ۸ یا کم‌تر) |

* حداکثر وزن نمونه نباید بیش از ۱۵۰ گرم باشد

در مواردی که دقت سوراخ‌های الک ضروری است، توصیه می‌شود که از الک‌های کنترلی یا الک‌های کالیبراسیون استفاده شود. هر زمان که از الک‌های تطابقی، الک‌های کنترلی و الک‌های کالیبراسیون برای آزمایش استفاده می‌شود، در گزارش آزمایش شماره سریال الک، نوع الک، سوراخ‌های الک کالیبره شده و تاریخ گواهی کالیبراسیون، باید آورده شود. به محض درخواست، تایید گواهی یا کالیبراسیون باید در دسترس باشد.

به منظور پرهیز از درون‌یابی[1] بیش از اندازه، هنگام تعیین اندازه‌ی موثر، الک‌هایی که در آنالیز الکی خاص مورد استفاده قرار گرفته‌اند، باید سوراخ‌هایی داشته باشند که نسبت اندازه‌های متوالی آن‌ها به هم، برابر با ریشه چهارم ۲ ( ۱/۱۸۹۲) باشد. الک‌ها باید به گونه‌ای انتخاب شوند که اندازه‌ی اسمی چشمه‌های یک الک کوچک‌تر از حداقل اندازه‌ی موثر مجاز باشد تا بتوان بزرگ‌ترین دامنه‌ی توزیع اندازه‌ی ذرات ممکن را با یک دسته حداقل شش تایی الک استاندارد که بزرگ‌ترین آن‌ها حداکثر ۵ درصد وزنی ذرات را در خود نگه می‌دارد، اندازه‌گیری کرد. اگر نیازمندی مشخص شده برای مصالح صافی باعث محدودیت مقدار مواد خرد شده از نظر کمی شود، باید یک الک به مجموعه‌ی الک‌ها اضافه کرد تا تعداد آن‌ها به هفت عدد برسد و دو اندازه‌گیری الک نیز برای ذرات کوچک‌تر از اندازه‌ی موثر، انجام شود.

1- Interpolation

**جدول ۷- مقدار حداکثر مجاز مصالح نگه داشته شده روی هر الک**

| الک ۱۸*۲۴ اینچ | الک با قطر ۸ اینچ | الک | |
|---|---|---|---|
| کیلوگرم | کیلوگرم | میلی‌متر | اینچ |
| ۴۷٫۵۵ | --- | ۶۳٫۰۰ | $2\frac{1}{2}$ |
| ۳۷٫۷۴ | ۳٫۵۶۰ | ۵۰٫۰۰ | 2 |
| ۲۸٫۳۱ | ۲٫۶۷۰ | ۳۷٫۵۰ | $1\frac{1}{2}$ |
| ۱۸٫۸۷ | ۱٫۷۸۰ | ۲۵٫۴۰ | 1 |
| ۱۴٫۳۴ | ۱٫۳۵۰ | ۱۹٫۰۰ | $\frac{3}{4}$ |
| ۹٫۴۴ | ۰٫۸۹۰ | ۱۲٫۵۰ | $\frac{1}{2}$ |
| ۷٫۱۷ | ۰٫۶۷۰ | ۹٫۵۰ | $\frac{5}{8}$ |
| ۳٫۵۹ | ۰٫۳۳۰ | ۴٫۷۵ | الک شماره ۴ |
| | ۰٫۰۷۷ | ۲٫۳۶یا کم‌تر | الک شماره ۸یا کم‌تر |

**۶-۳-۴-۴ محاسبه**

درصد تجمعی عبوری از هر الک باید محاسبه و روی کاغذ لگاریتمی یا کاغذ نمودار ریاضی پیاده شود، به طوری که چشمه‌های الک، محور لگاریتم یا افقی و درصد تجمعی عبوری، روی محور عمودی تعیین شود. سپس یک منحنی با شیب ملایم بین نقاط بوجودآمده، رسم شود.

**۶-۳-۴-۵ ضریب یکنواختی**

از روی منحنی، اندازه ذراتی که ۱۰ درصد اندازه را دارند بخوانید، این عدد همان اندازه موثر به میلی‌متر است. اندازه ذراتی که ۶۰ درصد اندازه‌ها را دارند، پیدا کنید و این مقدار را بر اندازه ذرات دارای ۱۰ درصد اندازه تقسیم کنید. نسبت به دست آمده ضریب یکنواختی است.

**۶-۳-۵ مقیاس سختی موهس**

در استاندارد ASTM هیچ روش آزمایشی برای درجه‌ی سختی موهس وجود ندارد. طریقه انجام این آزمایش در هر مورد تا حد زیادی فرق خواهد داشت. برای انجام آن از قطعات سنگی صافی که سختی با درجات رو به افزایش مشخصی دارند، استفاده می‌شود. به این قطعات سنگی اعدادی اختصاص داده می‌شود و برای تعیین سختی یک نمونه، با کمک آزمایش خراش‌انداختن روی نمونه، سختی آن را تعیین می‌کنند. «زمین‌شناسی برای مهندسان» که در پیوست الف ارائه شده است، شامل اعداد درجه‌ی سختی موهس برای سنگ‌های شناخته شده می‌باشد. سختی اجسامی که عدد سختی آن‌ها بین اعداد تعیین شده باشند، با هم یکسان نیستند، برای مثال تفاوت سختی بین اعداد ۹ و ۱۰ از تفاوت سختی بین اعداد ۱ و ۲ بسیار بیش‌تر

است. برای تعیین سختی یک ماده، لازم است بدانیم که این ماده روی کدام یک از مواد دارای سختی استاندارد، خراش می‌اندازد. سختی این ماده بین دو عددی است که می‌تواند روی آن خراش بیندازد و ماده بعد از آن که نمی‌تواند آن را بخراشد.

۷-۳-۵-۱ به منظور تعیین سختی آنتراسیت بر اساس درجه‌ی موهس، توصیه می‌شود که قطعاتی از نمونه آنتراسیت مورد آزمایش به ۱۵ شاخه اپلیکیتور۱ چوبی یا فلزی چسبانده شوند. بعد از خشک شدن چسب، هر نمونه با کشیدن روی نمونه استاندارد و افزایش تدریجی درجه سختی با فشاری ثابت و محکم، خراش داده می‌شود. برای هر آزمایش، شماره آخرین سنگ نمونه استانداردی که توانستید با آنتراسیت روی آن خط بیندازید را ثبت کنید. در پایان ۱۵ آزمایش ثبت شده را با هم جمع بسته و سپس تقسیم بر ۱۵ کنید تا میانگین سختی کل آزمایش نمونه را به دست آورید. سختی موهس آنتراسیت را به صورت بزرگ‌تر از عدد به دست آمده یادداشت کنید (برای مثال ۲٫۸<).

۷-۳-۵-۲ همان‌طور که در بالا گفته شد، آزمون سختی موهس آزمایشی بسیار وابسته به شرایط است. این آزمایش تنها باید توسط آزمایشگاه‌هایی که به طور منظم آزمایش سختی مصالح صافی بر اساس درجه‌ی موهس را انجام می‌دهند، صورت پذیرد.

### ۶-۳-۶ عدم پذیرش

در صورتی که مصالح صافی، موارد مشخص شده توسط این استاندارد را پوشش ندهد، باید از محل خارج شود. قبل از عودت مصالح؛ یک آزمایشگاه مستقل مورد قبول خریدار می‌تواند از سوی پیمانکار، تولیدکننده و یا تامین کننده استخدام شود تا نمونه‌برداری و آزمایش مصالح مورداختلاف را انجام دهد.

#### ۶-۳-۶-۱ آزمایش‌های اضافه میدانی

بسته به انتخاب خریدار؛ پیمانکار، تولیدکننده یا تامین‌کننده، باید دو آزمایش اضافی با استفاده از دو نمونه شاخص دیگر و توسط یک آزمایشگاه مورد تایید طرفین انجام شود. گرفتن میانگین ریاضی بین اعداد نتایج آزمایش باید تنها بین نتایج معتبر به دست آمده از نمونه‌هایی که توسط روش جعبه به دست آمده‌اند، انجام شود، مگر این‌که توافق دیگری با کارفرما صورت گرفته باشد. اگر آزمایشگاه مستقلی که مصالح را آزمایش می‌کند، گزارش کند که مصالح، این استاندارد را رعایت می‌کنند، خریدار باید مصالح را قبول کند. اگر مصالح شرایط مشخص شده را رعایت نکنند، پیمانکار (یا سازنده یا تامین‌کننده) باید بلافاصله مصالح را از محل کار خارج کند.

#### ۶-۳-۶-۲ راهکار جایگزین خارج کردن مصالح مردود

پیمانکار (یا سازنده یا تامین‌کننده) می‌تواند با جلب رضایت خریدار و تحت کنترل او، مواد را در محل کار دوباره فرآوری کند تا به شرایط مشخص شده، دست یابد.

---

1- Aplicator نام وسیله‌ای برای اعمال فشار بر اجسام

## ۷ تحویل

### ۷-۱ علامت‌گذاری

#### ۷-۱-۱ الزامات

نام ماده، دانه‌بندی، تاریخ تولید، تاریخ پرشدن، وزن خالص محتویات، نام تولیدکننده، شماره بسته و نام تجاری تولیدکننده (در صورت وجود) باید روی هر بسته‌بندی و کیسه به صورت خوانا درج شده باشد. این علامت‌گذاری‌ها باید روی کیسه چاپ شده باشند و پاک نشود. هر بسته‌بندی باید شامل علامت‌گذاری‌های دیگری که توسط اداره حمل و نقل ایالات متحده[1] و سایر قوانین مرتبطه مشخص شده‌اند، نیز باشد. وقتی مصالح به صورت فله‌ای حمل می‌شوند، این اطلاعات باید همراه صورت حساب بارگیری وجود داشته باشند.

#### ۷-۱-۲ گزینه‌های اختیاری

درصورت رعایت شدن ملزومات استاندارد ANSI/ AWWA B100 و درصورتی که مصالح تحت شرایط استاندارد دیگری تهیه نشده باشد، جمله: «این ماده شرایط استاندارد AWWA B100 برای مصالح صافی دانه‌ای را رعایت می‌کند» نیز روی بسته‌بندی‌ها درج می‌شود.

### ۷-۲ بسته‌بندی و حمل محموله

محموله باید درون کیسه، محفظه‌های شبه - فله، واگن یا کامیون‌های تمیزی که به خوبی و به منظور جلوگیری از هدر رفتن مواد، عایق شده‌اند، حمل شوند.

#### ۷-۲-۱ کیسه

در صورتی که در مدارک خرید، استفاده از کیسه برای حمل مشخص شود، حمل باید در کیسه‌هایی ازجنس پارچه، کاغذ، پلی‌پروپلین و یا پلی‌اتیلن مقاوم و نو که در مقابل اشعه‌ی ماورای بنفش مقاوم هستند، انجام شود. در هر کیسه، نباید بیش از ۰٫۰۳مترمکعب از مصالح قرار داده شود. هر کیسه باید به طور مناسب علامت‌گذاری شود تا بتوان محتویات آن را به راحتی شناسایی کرد.

#### ۷-۲-۲ محفظه‌های شبه – فله

در صورتی که در مدارک خرید، استفاده از محفظه‌های شبه - فله برای حمل مورد تایید باشد، حمل باید در محفظه‌های شبه - فله از جنس الیاف، پلی‌پروپلین و یا پلی‌اتیلن مقاوم نو که در مقابل اشعه‌ی ماورای بنفش مقاوم هستند و دارای فاکتور ایمنی حداقل ۵ هستند، انجام شود. هر محفظه باید حاوی یک یا دو تن از مصالح باشد. به منظور راحت‌تر کردن استفاده، محفظه‌های شبه - فله باید دارای بندهای متصل و یا

1- US Department of Transportation

دست‌گیره‌هایی که مقاومت لازم برای تحمل وزن کامل آن‌ها را دارند، باشند. تمام محفظه‌های شبه - فله باید به گونه‌ای علامت‌گذاری شده باشند که بتوان محتویات آن‌ها را شناسایی کرد.

### ۳-۲-۷ محموله‌ی فله‌ای

۱- حمل محموله به صورت فله به علت احتمال آلودگی و جداشدن مصالح بر اثر تکان خوردن در طول انتقال، توصیه نمی‌شود. مورد اخیر در صورتی که قرار باشد بار یک کامیون یا واگن در دو یا چند واحد صافی (یا استوانه فولادی صافی‌های تحت فشار) جای‌گذاری شود، باعث بروز مشکلاتی در دانه‌بندی مصالح خواهد شد.

۲- در صورتی که حمل با کامیون مد نظر باشد، فقط کامیون‌هایی که منحصرا به حمل مواد و مصالح مرتبط با آب آشامیدنی اختصاص داده شده‌اند، باید مورد استفاده قرار بگیرند. محفظه‌های کامیونی باید با آب بالای ۸۲ درجه سانتی‌گراد قبل از نصب آستر پلاستیکی عایق، تمیز شسته شود. به منظور پیشگیری از هدررفتن مواد یا آلودگی، باید احتیاط‌های لازم را انجام داد.

۳- در صورتی که استفاده از حمل ریلی با استفاده از واگن‌های قیفی[1] مورد نظر در مدارک خرید باشد، واگن‌ها باید با آب بالای ۸۲ درجه سانتی‌گراد قبل از قرار دادن یک لایه پلاستیکی غیر قابل نفوذ، شستشو شوند و به منظور پیشگیری از هدر رفتن یا آلودگی مصالح، باید به خوبی منافذ آن بسته شوند. اگر از ماشین‌هایی با سقف باز استفاده می‌شود، محفظه بار باید به خوبی پوشیده شود. خریدار باید احتیاط لازم را به خرج دهد زیرا به علت نبود واگن‌های قیفی شکل که به طور اختصاصی برای حمل مصالح صافی طراحی شده باشند، احتمال آلودگی مصالح وجود دارد.

### ۴-۲-۷ اعلان حمل محموله

وقتی یک محموله از مواد بارگیری می‌شود، پیمانکار (تامین‌کننده یا سازنده) باید شماره واگن و تاریخ بارگیری را به خریدار یا کارفرما اطلاع دهد. اعلان انتقال محموله باید شامل سند رسمی توزیع اندازه‌ی ذرات (دانه‌بندی) مصالح بارگیری شده، نیز شود.

## ۳-۷ گواهی‌نامه تطابق

پس از تعیین مشخصات بر اساس مدارک خرید، تولیدکننده یا پیمانکار باید گواهی‌نامه‌ای که مطابقت مصالح صافی با الزامات این استاندارد را تایید می‌کند، ارائه نماید.

1- Railroad Hopper Car

## پیوست الف

## کتابشناسی

American Water Works Association. 1998. Water Treatment Plant Design, 3rd ed. McGraw Hill Book Co., New York, N.Y.

American Water Works Association. 1999. Water Quality and Treatment, 5th ed. McGraw Hill Book Co., New York, N.Y.

American Water Works Association. 1995. Manual M30, Precoat Filtration, AWWA, Denver, Colo.

ASTM. 1993. Annual Book of ASTM Standards, Volume 04.02, Concrete and Aggregates. American Soc. For Testing and Materials, 1916 Race St., Philadelphia, Pa.

Baylis, J.R. February 1960. Two Layer Filter Media. Journal AWWA, 52:2:215.

Baylis, J.R. February 1960. Discussion of Conley and Pitman. Journal AWWA, 52:2:214.

Camp, T.R. December 1961. Discussion of Conley – Experiences with Anthracite Filters. Journal AWWA, 53:12:1478.

Cleasby, J.L. & C.F. Woods. April 1975. Intermixing of dual and multi-media granular filters. Journal AWWA. 67:4:197.

Conley, W.R. December 1961. Experiences With Anthracite-Sand Filters. Journal AWWA, 53:12:1473.

Conley, W.R. & R.W. Pitman. February 1960. Test Program for Filter Evaluation at Hanford., Journal AWWA, 52:2:205.

Dostal, K.A. & G.G. Robeck. November 1966. Studies of Modifications in Treatment of Lake Erie Water, Journal AWWA, 58:11:1489.

Fair, G.M., J.C. Geyer, & D.A. Okun. 1968. Water and Wastewater Engineering, Vol. 2, John Wiley & Sons, New York. N.Y.

Graese, S.L., V.L. Snoeyink, & R.G. Lee. 1987. Gac Filter-Adsorbers. American Water Works Association Research Foundation, Denver, Colo.

Great Lakes Upper Mississippi River Board of State Public Health & Environmental Managers. Recommended Standards for Water Works, 1992 Edition. Publised by Health Education Service, P.O. Box 7283, Albany, N.Y.12224.

Hendricks, D., J.M. Barrett, J. Bryck, M.R. Collins, B.A. Janonis, and G.S. Logsdon. 1991. "Manual of Design for Slow Sand Filtration." AWWA Research Foundation, Denver, Colorado.

Ives, K.J. & I. Sholji. August 1965. Research on Variables Affecting Filtration Jour, San, Engrg. Div.-ASCE, 91:SA4:1.

Kawamura, S. 1991. Integrated Design of Water Treatment Facilities, John Wiley and Sons, New York, N.Y.

Krumbein, W.C. August 1941. Measurement and Geological Signiticance of Shape and Roundness of Sedimentary Particles. Journal Sedimentary Petrology, 11:2:64.

Krumbein, W.C. & L.L. Sloss, 1963. Stratigraphy and Sedimentation. 2nd ed. W.H. Freeman & Co. New York, N.Y. (Fig. 5.1 Chart for visual estimation of sphericity and roundness).

Logsdon, G.S. (Editor). 1991. Slow Sand Filtration. A Report of the Task Committee on Slow Sand Filtration. Americn Society of Civil Engineers. New York, N.Y.

Logsdon, G.S. & J.M. Symons. September 1977. Removal of Asbestiform Fibers by Water Filtration, Journal AWWA, 69:9:499.

Logsdon, G.S., V.C. Thurman, E.S. Frindt, & J.G. Stoecker. February 1985. Evaluating Sedimentation and Various Filter Media for Removal of Giardia Cysts, Journal AWWA, 77:2:61-66.

McBride, D.G., R.C. Siemak, C.H. Tate, & R.R. Trussell. June 1977. Pilot Plant Investigations for Treatment of Owens River Water. In Proc. AWWA Ann. Conf., Anaheim, Calif.

Montgomery, James M. Consulting Engineers, 1985. Water Treatment Principles and Design. John Wiley & Sons. New York.

Portland Cement Association, 1997. Effects of Substances on Concrete and Guide to Protective Treatments. 5420 Old Orchard Road, Shokie, IL.

Robeck, G.A., K.A. Dostal, and R.L. Woodward. February 1964. Studies of Modifications in Water Filtration. Journal AWWA, 56:2:198.

Trefethen, J.M. 2nd ed.,1959. Geology for Engineers, D. Van Nostrand Co., Inc., Princeton, N.J. (The Mohs' hardness scale is presented in this reference).

# پیوست ب

## الک‌ها

این پیوست تنها برای اطلاع‌رسانی است و بخشی از استاندارد ANSI/AWWA B100 نمی‌باشد.

### ب-۱ کالیبراسیون الک‌ها

#### ب-۱-۱ دقت الک‌ها

اگرچه الک‌ها با دقت زیاد و از جنس توری سیمی برنجی که چشمه‌های تقریبا مربع شکل دارند، ساخته می‌شود؛ به ندرت پیش می‌آید که دقیقا همان قطر چشمه‌های اعلام شده را تامین کنند. برای دقت در کار، تمام الک‌ها باید براساس روش کار اعلام شده در استاندارد ASTM E11* باعنوان مشخصات الک توری سیمی برای آزمایش کردن، کالیبره شوند. (ابعاد اسمی توری سیمی استاندارد آزمایش الک‌ها در جدول ب-۱ آمده است)

#### ب-۱-۲ گوی‌های شیشه‌ای

برای بررسی معمول الک‌ها و تعیین اندازه‌ی موثر چشمه‌ها، روش گوی‌های شیشه‌ای توصیه می‌شود.

گوی‌های شیشه‌ای برای تعیین مطابقت با مشخصات، نباید استفاده شود. گوی‌های شیشه‌ای مورد استفاده در کالیبراسیون را از موسسه‌ی ملی استاندارد** می‌توان تامین کرد. چهار مورد از این مراجع استاندارد مصالح در حال حاضر در دسترس است: SRM 1019a برای کالیبراسیون الک شماره‌ی ۸ تا شماره‌ی ۳۵، SRM 1018a برای کالیبراسیون الک شماره‌ی ۲۰ تا شماره‌ی ۷۰، SRM 1017a برای کالیبراسیون الک شماره‌ی ۵۰ تا شماره‌ی ۱۷۰، SRM 1004 برای کالیبراسیون الک شماره‌ی ۱۴۰ تا شماره‌ی ۴۰۰. جزییات و نحوه استفاده از گوی‌های شیشه‌ای برای کالیبراسیون الک‌ها همراه هر نمونه فراهم می‌گردد.

*ASTM International,100 Barr Harbor Dr.,West Conshohocken, PA 19428.

** National Institute of Standards and Technology, Supply Division, Bldg.301, Gaithersburg,MD 20899.

**جدول ب- ۱- ابعاد اسمی، تغییرات قابل قبول برای توری سیمی استاندارد آزمایش الک‌ها (USA Standard series)***

| طراحی الک گزینه Ł استاندارد | روزنه‌های اسمی الک ¥ in | تغییرات قابل قبول متوسط روزنه‌ها | حداکثر اندازه‌ی روزنه‌ها که نباید بیش از ۵ درصد آن‌ها باشد | حداکثر اندازه‌ی یک روزنه | قطر اسمی توری Φ mm |
|---|---|---|---|---|---|
| 125 mm | 5 | 3.66 mm± | 130.0 mm | 129.51 mm | 8.0 |
| 106 mm | 4.24 | 3.12 mm± | 110.2 mm | 109.99 mm | 6.30 |
| **100 mm | 4 | 2.94 mm± | 104.0 mm | 103.82 mm | 6.30 |
| 90 mm | 3.5 | 2.65 mm± | 93.6 mm | 93.53 mm | 6.30 |
| 75 mm | 3 | 2.22 mm± | 78.1 mm | 78.09 mm | 6.30 |
| 63 mm | 2.5 | 1.87 mm± | 65.6 mm | 65.71 mm | 5.60 |
| 53 mm | 2.12 | 1.58 mm± | 55.2 mm | 55.39 mm | 5.00 |
| **50 mm | 2 | 1.49 mm± | 52.1 mm | 52.29 mm | 5.00 |
| 45 mm | 1.75 | 1.35 mm± | 46.9 mm | 47.12 mm | 4.50 |
| 37.5 mm | 1.5 | 1.13 mm± | 39.1 mm | 39.35 mm | 4.50 |
| 31.5 mm | 1.25 | 0.95 mm± | 32.9 mm | 33.13 mm | 4.00 |
| 26.5 mm | 1.06 | 0.802 mm± | 27.7 mm | 27.94 mm | 3.55 |
| **25.0 mm | 1 | 0.758 mm± | 26.1 mm | 26.38 mm | 3.55 |
| 22.4 mm | 0.875 | 0.681 mm± | 23.4 mm | 23.67 mm | 3.55 |
| 19.0 mm | 0.750 | 0.579mm± | 19.9 mm | 20.13 mm | 3.15 |
| 16.0 mm | 0.625 | 0.490 mm± | 16.7 mm | 16.99 mm | 3.15 |
| 13.2 mm | 0.530 | 0.406 mm± | 13.83 mm | 14.06 mm | 2.80 |
| **12.5 mm | 0.500 | 0.385 mm± | 13.10 mm | 13.33 mm | 2.50 |
| 11.2 mm | 0.438 | 0.346 mm± | 11.75 mm | 11.97 mm | 2.50 |
| 9.5 mm | 0.375 | 0.295 mm± | 9.97 mm | 10.18mm | 2.24 |
| 8.0 mm | 0.312 | 0.249 mm± | 8.41 mm | 8.60 mm | 2.00 |
| 6.7 mm | 0.265 | 0.210 mm± | 7.05 mm | 7.23 mm | 1.80 |
| **6.3 mm | 0.250 | 0.197 mm± | 6.64 mm | 6.81 mm | 1.80 |
| 5.6 mm | 0.223 | 0.176 mm± | 5.90 mm | 6.07 mm | 1.60 |
| 4.75 mm | 0.187 | 0.150 mm± | 5.02 mm | 5.16 mm | 1.60 |
| 4.00 mm | 0.157 | 0.127 mm± | 4.23 mm | 4.37 mm | 1.40 |
| 3.35 mm | 0.132 | 0.107 mm± | 3.55 mm | 3.67 mm | 1.25 |
| 2.80 mm | 0.110 | 0.090 mm± | 2.975 mm | 3.09 mm | 1.12 |
| 2.36 mm | 0.0937 | 0.076 mm± | 2.515 mm | 2.61 mm | 1.00 |
| 2.00 mm | 0.0787 | 0.065 mm± | 2.135 mm | 2.23 mm | 0.900 |
| 1.70 mm | 0.0661 | 0.056 mm± | 1.820 mm | 1. 90 mm | 0.800 |
| 1.40 mm | 0.0555 | 0.046 mm± | 1.505 mm | 1.58 mm | 0.710 |
| 1.18 mm | 0.0469 | 0.040 mm± | 1.270 mm | 1.34 mm | 0.630 |
| 1.00 mm | 0.0394 | 0.034 mm± | 1.080 mm | 1.14 mm | 0.560 |
| 850 µm | 0.0331 | 29.1 µm± | 925 µm | 977 µm | 0.500 |
| 710 µm | 0.0278 | 24.7 µm± | 775 µm | 822 µm | 0.450 |
| 600 µm | 0.0234 | 21.2 µm± | 660 µm | 701 µm | 0.400 |
| 500 µm | 0.0197 | 18.0 µm± | 550 µm | 589 µm | 0.315 |
| 425 µm | 0.0165 | 15.5 µm± | 471 µm | 506 µm | 0.280 |
| 355 µm | 0.0139 | 13.3 µm± | 396 µm | 427 µm | 0.224 |
| 300 µm | 0.0117 | 11.5 µm± | 337 µm | 365 µm | 0.200 |
| 250 µm | 0.0098 | 9.9 µm± | 283 µm | 308 µm | 0.160 |

| طراحی الک گزینه Ł استاندارد | روزنه‌های اسمی الک ¥ in | تغییرات قابل قبول متوسط روزنه‌ها | حداکثر اندازه‌ی روزنه‌ها که نباید بیش از ۵ درصد آن‌ها باشد | حداکثر اندازه‌ی یک روزنه | قطر اسمی توری Φ mm |
|---|---|---|---|---|---|
| 212 µm | 0.0083 | ±8.7 µm | 242 µm | 264 µm | 0.140 |
| 180 µm | 0.0070 | ±7.6 µm | 207 µm | 227 µm | 0.125 |
| 150 µm | 0.0059 | ±6.6 µm | 174 µm | 193 µm | 0.00 |
| 125 µm | 0.0049 | ±5.8 µm | 147 µm | 163 µm\ | 0.090 |
| 106 µm | 0.0041 | ±5.2 µm | 126 µm | 141 µm | 0.071 |
| 90 µm | 0.0035 | ±4.6 µm | 108 µm | 122 µm | 0.063 |
| 75 µm | 0.0029 | ±4.1 µm | 91 µm | 104 µm | 0.050 |
| 63 µm | 0.0025 | ±3.7 µm | 77 µm | 89 µm | 0.045 |
| 53 µm | 0.0021 | ±3.4 µm | 66 µm | 77 µm | 0.036 |
| 45 µm | 0.0017 | ±3.1 µm | 57 µm | 67 µm | 0.032 |
| 38 µm | 0.0015 | ±2.9 µm | 48 µm | 58 µm | 0.030 |
| 32 µm | 0.0012 | ±2.7 µm | 42 µm | 50 µm | 0.028 |
| 25 µm | 0.0010 | ±2.5 µm | 34 µm | 41 µm | 0.025 |
| 20 µm | 0.0008 | ±2.3 µm | 29 µm | 35 µm | 0.020 |

* از ASTM E11

Ł این نام‌گذاری‌های استاندارد با اندازه‌ی چشمه‌ها در آزمایش الک پیشنهادی توسط سازمان بین‌المللی استانداردسازی (ISO) مطابقت دارند.

¥ تقریبا معادل با مقادیر ستون ۱

Φ قطر متوسط پیچش و سیم‌های ساقه به طور جداگانه از پارچه هر الک گرفته شده است و نباید از ارزش اسمی به صورت‌های زیر منحرف شود:

- الک درشت‌تر از ۶۰۰ میکرومتر، ۵ درصد
- الک‌های ۶۰۰-۱۲۵ میکرومتر، ۷٫۵ درصد
- الک‌های ریزتر از ۱۲۵ میکرومتر، ۱۰ درصد
- این الک‌ها در سری استاندارد نیستند، اما شامل آن‌هایی می‌شوند که به طور معمول استفاده می‌شوند.

**این اعداد(400-½ 3) تقریبا عدد چشمه‌ها یا روزنه‌ها در اینچ خطی است، اما ترجیحا الک به وسیله نام‌گذاری آن برحسب میلی‌متر یا میکرومتر تعریف می‌شود.

## پیوست پ

## اندازه‌های ذرات

این پیوست فقط برای اطلاع است و جزئی از ANSI/AWWA B100 نمی‌باشد.

### پ-۱ توزیع اندازه ذرات

پ-۱-۱ توزیع اندازه ذرات. دو روش طبقه‌بندی برای توزیع اندازه ذرات وجود دارد. امکان استفاده از هر دوی این روش‌ها وجود دارد. البته طراحان باید توجه داشته باشند که از این دو روش به طور هم‌زمان استفاده نکنند. در روش اول، اندازه ذرات برای بیان درصدهای وزنی به کار می‌رود. برای مثال ۱۰ درصد وزنی کل محیط بستر صافی باید بین اندازه‌های X میلی‌متر و Y میلی‌متر، ۶۰ درصد بین اندازه‌های A میلی‌متر و B میلی‌متر و ۹۰ درصد بین S میلی‌متر و T میلی‌متر باشد. از آنجایی که الک‌ها قادر به جداسازی دقیق مقادیر ۱۰، ۶۰ و ۹۰ درصد وزنی نیستند اندازه‌های منطبق با درصدها باید از طریق میان‌یابی نمودار درصد نمونه عبور کرده از هر الک در مقابل اندازه هر الک تعیین گردد. این نمودار را باید روی کاغذ لگاریتمی ترسیم کرد و یا از برنامه کامپیوتری مناسب کمک گرفت.

در روش دوم طبقه‌بندی توزیع اندازه ذرات، درصد مصالح بستر کوچک‌تر از اندازه ذره مشخص شده، تعریف می‌گردد. برای مثال درصد مصالح بستر کوچک‌تر از ۰٫۴ میلی‌متر بایستی بین X درصد و Y درصد کل مصالح بستر صافی باشد. به‌وسیله ثابت نگه داشتن درصدهای X و Y که منطبق با اندازه الک استاندارد است، نتایج آزمایش الک، بدون نیاز به رسم نمودار قابل استفاده است.

به عنوان یک روش جایگزین برای طبقه‌بندی توزیع اندازه ذرات، چنان که در بالا شرح داده شد، درجه‌بندی مصالح بستر را بر اساس تعاریف اندازه موثر و ضریب یکنواختی به همان صورت که در بخش چهارم، ردیف ۴ و بخش چهارم ردیف ۱۴ ANS1/AWWA B100 می‌توان تعریف کرد. در سال ۱۹۸۲، آقای هیزن متوجه شد که نفوذپذیری ماسه در حالت آزاد وابسته به اندازه موثر و ضریب یکنواختی است و تجربیات بعدی نشان داد که این تعاریف برای مشخص کردن دانه‌بندی مصالح صافی مفید است.

هر زمان که قرار بر مشخص کردن اندازه مصالح بستر صافی است، خریدار باید یا ۱) اندازه موثر و ضریب یکنواختی و یا ۲) یکی از دو روش طبقه‌بندی گفته شده برای توزیع اندازه ذرات که در بالا توصیف شد را استفاده کند. اگر از هر دو روش گفته شده در بالا برای اعلام مشخصات استفاده شود، تولیدکننده قادر به تامین نیازهای شما نیست.

پ-۱-۱-۲ اندازه‌های آنتراسیت. اندازه‌های موثر آنتراسیت، به طور کلی در محدوده ۰٫۶ میلی‌متر تا ۱٫۶ میلی‌متر و ضریب یکنواختی ۱٫۷ یا کم‌تر قرار دارد.

پ-۱-۱-۳ اندازه‌های ماسه سیلیسی. اندازه موثر ماسه سیلیسی، به طور کلی در محدوده ۰٫۳۵ میلی‌متر تا ۰٫۶۵ میلی‌متر و ضریب یکنواختی ۱٫۷ یا کم‌تر قرار دارد.

پ-۱-۱-۴ اندازه‌های موثر شن با چگالی بالا. اندازه‌های موثر شن با چگالی بالا به طور کلی در محدوده ۰٫۱۸ میلی‌متر تا ۰٫۶۰ میلی‌متر و ضریب یکنواختی ۲٫۲ و یا کم‌تر قرار دارد.

ضریب یکنواختی کم‌تر یا بیش‌تر معمولاً به وسیله خریداران با توجه به وزن مخصوص مصالح بستر برای دستیابی به طبقه‌بندی صحیح لایه‌های بستر، به حداقل رساندن اختلاط داخلی لایه‌ها و جلوگیری از فرار مصالح در هنگام شستشوی معکوس، تعیین می‌گردد.

پ-۱-۱-۵ کربن فعال دانه‌ای. کربن فعال دانه‌ای در بستر فیلتر به صورت تک لایه و یا در صافی‌های دو لایه، همراه با ماسه به کار می‌رود. اندازه موثر کربن فعال دانه‌ای که در بستر صافی استفاده می‌شود، ۰٫۵ تا ۱٫۵ میلی‌متر است. کربن فعال دانه‌ای در محدوده اندازه موثر ۰٫۳۵ تا ۲ میلی‌متر تولید می‌شود. برای اطلاعات بیش‌تر به ANSI/AWWA B604 مراجعه کنید. در آنجا اطلاعاتی شامل مشخصات، نمونه‌برداری، آزمایش، جابجائی، قرار دادن در صافی و آمده کردن آن برای قرار گرفتن در مدار تصفیه را خواهید یافت.

## پیوست ت

## اندازه و ارتفاع لایه نگه‌دارنده بستر صافی

این ضمیمه فقط برای اطلاع است و به عناون بخشی از ANSI/AWWA B100 نمی‌باشد.

راهنمایی که در ادامه، ارائه می‌شود را برای انتخاب اندازه و ارتفاع لایه شن نگه‌دارنده بستر در صافی‌های متداول، می‌توان استفاده کرد.

دانه‌های هر لایه، باید از نظر اندازه تا حد ممکن یکسان باشند، به نحوی که نسبت حداکثر اندازه ذرات به حداقل اندازه ذرات، بزرگ‌تر از دو نباشد. حداقل اندازه ذرات که روی بالاترین لایه نگه‌دارنده بستر قرار می‌گیرد، باید ۴٫۰ تا ۴٫۵ برابر اندازه موثر کوچک‌ترین ذرات مصالح بسترصافی باشد. از یک لایه به لایه دیگر، نسبت حداقل اندازه ذرات لایه درشت‌تر نباید بزرگ‌تر از ۴ برابر حداقل اندازه ذرات لایه ریزتر باشد. اندازه شن که در پائین‌تر لایه نگه دارنده بستر قرار می‌گیرد باید به اندازه کافی بزرگ باشد تا در اثر فشار خروج آب و هوا از منافذ شبکه زهکش جابجا نگردد. حداقل اندازه ذرات پائین‌ترین لایه، باید حداقل دو برابر اندازه منافذ شبکه زهکش باشد.

ضخامت هر لایه شن نگه‌دارنده بستر باید حداقل سه برابر اندازه ذرات حداکثر شن همان لایه باشد، اما این ضخامت در هر حالتی نباید کم‌تر از ۷۶ میلی‌متر به جز برای شن‌های با اندازه بزرگ‌تر از ۲۵ میلی‌متر باشد. در چنین شرایطی تامین‌کننده شبکه زهکش باید در مورد ضخامت لایه، اظهار نظر کند. در زهکش‌های غیرمتداول، مثل استفاده از لوله‌های فرعی، پائین‌ترین لایه باید به طور کامل زهکش را احاطه کند به نحوی که در بالای آن یک سطح صاف یکنواخت برای قرارگیری لایه بعد، ایجاد گردد.

ترکیب‌های متعددی از اندازه شن و ضخامت لایه، استفاده شده است. جدول ت-۱ دو سری لایه‌بندی متعارف که راهنمای گفته شده در بالا را رعایت می‌کند را نشان می‌دهد. به طور کلی، درجه‌بندی لایه بالایی نگه‌دارنده بستر، به وسیله ذرات ریز مصالح بستر که باید در صافی باقی بمانند، کنترل می‌شود و درجه‌بندی لایه پائینی، به وسیله اندازه منافذ شبکه زهکش تعیین می‌گردد.

مثال‌های ذکر شده در جدول ت-۱ که به صورت تجاری موجود می‌باشند، مطابق با استاندارد ASTM E11 نامگذاری شده‌اند.

در بعضی طراحی‌ها، از یک لایه شن با چگالی بالا، به جای لایه بالائی و یا علاوه بر آن استفاده می‌شود. نقش این لایه، ایجاد و پایداری بیش‌تر لایه نگهدارنده در هنگام شستشوی معکوس است. دامنه اندازه و ضخامت لایه شن با چگالی بالا باید با دیگر لایه‌ها و شن و مصالح بستر قرار گرفته روی آن، نزدیک باشد. به عنوان یک معیار کلی، حداقل ۹۲ درصد وزنی این لایه باید از الک شماره ۴ عبور کند و بیش‌تر از ۸ درصد وزن خشک آن نباید از الک شماره ۱۰ عبور کند. ضخامت لایه در شرایط عادی بین ۵۱ و ۱۰۲ میلی‌متر است. برای صافی‌های سه لایه با یک لایه ماسه با چگالی بالا، ممکن است یک لایه شن با چگالی بالا اضافی، برای اطمینان از رعایت نسبت ۴ تا ۴٫۵ اندازه موثر بستر و لایه بالائی شن، نیاز باشد.

در کاربردهای خاص، به شن با چگالی بالا برای لایه‌های نگه‌دارنده بستر نیاز است. این کاربردهای خاص در این استاندارد شرح داده نمی‌شود.

زمانی که از هوای فشرده برای شستشوی کمکی استفاده می‌شود، احتیاط‌های ویژه‌ای را باید رعایت کرد. این احتیاط‌های ویژه در این استاندارد معرفی نشده، است به مراجع اعلام شده در پیوست الف مراجعه شود.

**جدول ت-۱- مشخصات لایه شن برای دو اندازه بستر مصالح ریز صافی و دو اندازه روزنه‌های شبکه زهکش ***

| بستر با اندازه موثر ۰٫۴ تا ۰٫۵ میلی‌متر<br>اندازه روزنه زهکش ۶٫۳۵ | | | بستر با اندازه موثر ۰٫۵۰ تا ۰٫۶۰ میلی‌متر<br>اندازه روزنه زهکش ۱۲٫۷ میلی‌متر | | |
|---|---|---|---|---|---|
| لایه شن از بالا به پائین | درجه‌بندی شن ** بزرگ‌تر از اما کوچک‌تر از | ضخامت لایه | درجه‌بندی شن ** بزرگ‌تر از اما کوچک‌تر از | | ضخامت لایه |
| لایه اول *** | ۳٫۳۵۰ میلی‌متر (الک شماره ۶ | ۱٫۷۰۰ میلی‌متر الک شماره ۱۲) | ۷۶ میلی‌متر | ۴٫۷۵۰ میلی‌متر (الک شماره ۴ | ۲٫۳۶۰ میلی‌متر الک شماره ۸) | ۷۶ میلی‌متر |
| لایه دوم | ۶٫۳۰۰ میلی‌متر (۱۰٫۲۵ اینچ | ۳٫۳۵۰ میلی‌متر الک شماره ۶) | ۷۶ میلی‌متر | ۹٫۵۰۰ میلی‌متر (۰٫۳۷۵ اینچ | ۴٫۷۵۰ میلی‌متر الک شماره ۴) | ۷۶ میلی‌متر |
| لایه سوم | ۱۲٫۵۰۰ میلی‌متر (۰٫۵۰۰ اینچ | ۶٫۳۰۰ میلی‌متر ۰٫۲۵۰ اینچ) | ۷۶ میلی‌متر | ۱۹٫۰۰۰ میلی‌متر (۰٫۷۵۰اینچ | ۹٫۵۰۰ میلی‌متر ۰٫۳۷۵ اینچ) | ۷۶ میلی‌متر |
| لایه چهارم | ۲۵٫۰۰۰ میلی‌متر (۱٫۰۰۰ اینچ | ۱۶٫۰۰۰ میلی‌متر ۰٫۶۷۵ اینچ) **** | ۷۶ تا ۱۰۲ میلی‌متر | ۳۷٫۵۰۰ میلی‌متر (۱٫۵۰۰ اینچ | ۱۹٫۰۰۰ میلی‌متر ۰٫۷۵۰ اینچ) | ۷۶ تا ۱۲۷ میلی‌متر |
| لایه پنجم | --- | --- | --- | ۶۳٫۰۰۰ میلی‌متر (۲٫۵۰۰ اینچ | ۳۷٫۵۰۰ میلی‌متر ۱٫۵۰۰ اینچ) | ۱۲۷ تا ۲۰۳ میلی‌متر |

* این مثال قابل استفاده برای صافی‌هایی که از هوای کمکی برای شستشو استفاده می‌کنند، نیست.

** اندازه‌های الک استاندارد بر اساس ASTM E11 جدول B.1، ستون ۱ و زیر ستون‌های ۱ و ۲

*** این لایه ممکن است با لایه شن چگالی بالا تعویض شود یا لایه شن چگالی بالا روی آن قرار گیرد. درجه‌بندی و ضخامت آن باید با سایر لایه‌های شن و مصالح بستر منطبق باشد.

**** ۰٫۷۵ اینچ تا ۰٫۵۰ اینچ را می‌توان به عنوان یک اندازه جایگزین استفاده کرد.

## پیوست ث

## نمونه‌برداری و آزمایش در محل از مصالح بستر صافی موجود

این پیوست فقط برای اطلاع است و جزئی از ANSI/AWWA B100 نمی‌باشد.

اگر چنانچه نیاز به نمونه‌برداری و آزمایش در محل از صافی‌های موجود باشد، نمونه‌های ترکیبی از هر صافی و یا حداقل چهار صافی بعد از این که عملیات شستشوی معکوس و تخلیه صورت گرفت، تهیه می‌گردد. برای فیلترهای آنتراسیتی با بستر عمیق که بر روی بالابر قرار گرفته‌اند، به دلیل سخت بودن نمونه‌برداری از فیلترهای با بستر عمیق، نمونه باید از یک محل یکسان در بستر فیلتر، بعد از هر بار شستشوی معکوس انجام شود. برای کرگیری[1] از یک لوله‌ی کرگیر مناسب با قطر ۵۰ میلی‌متر استفاده می‌شود. نمونه‌بردار داخل بستر فرو برده می‌شود تا به حد فاصل لایه شن برسد. سپس برای خارج کردن آن و تهیه یک نمونه کامل از ستون مصالح بستر، اطراف نمونه‌بردار برداشته می‌شود. نمونه‌های ترکیبی برداشته شده از هر نوع صافی (آنتراسیتی، ماسه سیلیسی و ماسه با چگالی بالا) شامل ترکیبی از نمونه‌های برابر برداشته شده از حداقل پنج نمونه کرگیری است.

آماده‌سازی نمونه. بعد از رسیدن نمونه‌ها به آزمایشگاه، طبق مراحل زیر آن را آماده‌سازی می‌کنند:

الف- ۰٫۲۵ لیتر تا ۰٫۵ لیتر از نمونه مصالح بستر صافی داخل یک بطری یک لیتری یا یک گالنی ریخته می‌شود.

ب- بطری را با آب تمیز تا نزدیک ۲٫۵ سانتیمتری بالای بطری پر می‌کنند.

پ- در بطری بسته و به مدت ۲ دقیقه تکان داده می‌شود. در هر ثانیه بطری دو تا سه بار به جلو و عقب تکان داده می‌شود.

ت- بطری را در یک جا قرار داده تا ذرات در کف آن ته نشین شود، آب روئی را در یک ظرف تمیز دیگر خالی می‌کنند.

ث- مراحل «ب» تا «ت» را تا تمیز شدن آب‌رویی تکرار می‌کنند.

ج- اگر از ذغال یا کربن فعال دانه‌ای در لایه بالایی صافی استفاده شده است، برای جدا کردن آن، از ماسه طبق روش اعلام شده در ASTM C123 استفاده می‌گردد.

آزمایش نمونه. نمونه‌ها طبق روش کار اعلام شده در بخش ۶-۳ آزمایش می‌شود.

1- Core sample