



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۷۱۸۶-۱۳

چاپ اول

۱۳۹۴

INSO  
17186-13  
1st.Edition  
2016

تصفیه خانه های فاضلاب -

قسمت ۱۳:

تصفیه شیمیایی - تصفیه فاضلاب با

ترسیب /لخته سازی

Wastewater treatment plants —  
Part 13:  
Chemical treatment — Treatment of  
wastewater by precipitation/flocculation

ICS: 13.060.30

سازمان ملی استاندارد ایران

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

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج- ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: [standard@isiri.org.ir](mailto:standard@isiri.org.ir)

وبگاه: <http://www.isiri.org>

**Iranian National Standardization Organization (INSO)**

No.1294 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

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

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

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

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: [standard@isiri.org.ir](mailto:standard@isiri.org.ir)

Website: <http://www.isiri.org>

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

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

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

- 
- 1- International Organization for Standardization
  - 2- International Electrotechnical Commission
  - 3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)
  - 4- Contact point
  - 5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«تصفیه‌خانه‌های فاضلاب - قسمت ۱۳: تصفیه شیمیایی - تصفیه فاضلاب با ترسیب/لخته‌سازی»

رئیس:

سمت و/یا محل اشتغال:

دانشگاه صنعتی سهند

ولی‌پور، جواد  
(دکترای شیمی تجزیه)

دبیر:

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

یل‌شرزه، لیلا  
(لیسانس میکروبیولوژی)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

اباذری، محسن  
(فوق لیسانس میکروبیولوژی)

سازمان ملی استاندارد ایران - پژوهشگاه استاندارد

اولاد غفاری، عارف  
(فوق لیسانس مهندسی صنایع غذایی)

کارشناس استاندارد

سالک‌زمانی، شبنم  
(دکترای علوم تغذیه)

مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی

سالک‌زمانی، علی  
(فوق لیسانس مهندسی کشاورزی)

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

سالک‌زمانی، مریم  
(فوق لیسانس علوم تغذیه)

اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی

سپاس حکم‌آبادی، غلامرضا  
(فوق لیسانس بیوتکنولوژی)

مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی

سلیمانی، جابر  
(دکترای مهندسی کشاورزی)

دانشگاه علوم پزشکی تبریز - معاونت غذا و دارو

صادری، حشمت  
(فوق لیسانس قارچ‌شناسی)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

سمت و/یا محل اشتغال:

عضو مستقل	عالشی، مزده (فوق لیسانس شیمی)
اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی	قدیمی، فریده (فوق لیسانس شیمی)
شرکت آب و فاضلاب شهری استان آذربایجان شرقی	کاظمیان، نعمیه (فوق لیسانس شیمی)
شرکت آب و فاضلاب شهری استان آذربایجان شرقی	کشاورزی حسین آبادی، مهشید (فوق لیسانس باکتری شناسی)
شرکت کیمیاگران آزمون تبریز	منطقی، ملیحه (فوق لیسانس بیوتکنولوژی)
عضو مستقل	نهرلی، آيسان (فوق لیسانس مهندسی محیط زیست)
عضو مستقل	یل شرزه، رضا (فوق لیسانس زبان انگلیسی)

ویراستار:

اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی	قدیمی، فریده (فوق لیسانس شیمی)
-----------------------------------	-----------------------------------

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
	پیش‌گفتار
ز	
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
<b>Error! Bookmark not defined.</b>	۴ الزامات
<b>Error! Bookmark not defined.</b>	۱-۴ کلیات
۳	۲-۴ پیش‌زمینه شیمیایی و گزینه‌های فرآیند
۶	۳-۴ انبارش مواد شیمیایی
۸	۴-۴ تجهیزات دوزینگ
۱۰	۵-۴ سیلوها و مخازن
۱۰	۶-۴ سیستم‌های اختلاط
۱۰	۷-۴ لخته‌سازها
۱۰	۸-۴ مخازن رسوب‌گذاری
۱۱	۹-۴ شناورسازی
۱۲	۱۰-۴ فیلتراسیون فیزیکی
۱۲	۱۱-۴ لجن
۱۲	پیوست الف (الزامی) مواد شیمیایی رسوب‌دهنده
۱۵	کتاب‌نامه

## پیش‌گفتار

استاندارد «تصفیه‌خانه‌های فاضلاب - قسمت ۱۳: تصفیه شیمیایی - تصفیه فاضلاب با ترسیب/لخته‌سازی» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در یک‌صد و هجدهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد محیط زیست مورخ ۱۳۹۴/۱۲/۲۰ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده 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 شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران - ساختار و شیوه 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 و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منبع و مأخذی (منابع و مأخذی) که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

BS EN 12255-13: 2002, Wastewater treatment plants – Part 13: Chemical treatment — Treatment of wastewater by precipitation/flocculation

## تصفیه‌خانه‌های فاضلاب - قسمت ۱۳: تصفیه شیمیایی - تصفیه فاضلاب با ترسیب/لخته‌سازی

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین الزاماتی برای تصفیه شیمیایی به روش ترسیب/لخته‌سازی<sup>۱</sup> برای حذف فسفر و مواد جامد معلق<sup>۲</sup> است. این استاندارد برای پلیمرها کاربرد ندارد.

### ۲ مراجع الزامی

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

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

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

- 2-1 EN 752-6, Drain and sewer systems outside buildings — Part 6: Pumping installations.
- 2-2 EN 1085:1997, Wastewater treatment — Vocabulary.
- 2-3 EN 10088-2, Stainless steels — Part 2: Technical delivery conditions for sheet/plate and strip for general purposes.
- 2-4 EN 12255-1, Wastewater treatment plants — Part 1: General construction principles.  
یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۷۱۸۶: سال ۱۳۹۴، تصفیه‌خانه‌های فاضلاب-قسمت ۱: اصول کلی ساخت، با استفاده از استاندارد EN 12255-1 تدوین شده است.
- 2-5 EN 12255-6, Wastewater treatment plants — Part 6: Activated sludge process.  
یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۶-۱۷۱۸۶: سال ۱۳۹۴، سیستم‌های تصفیه فاضلاب - قسمت ۶: فرآیند لجن فعال، با استفاده از استاندارد EN 12255-6 تدوین شده است.
- 2-6 EN 12255-11, Wastewater treatment plants — Part 11: General data required.

---

1-Precipitation/flocculation  
2-Suspended solids



2-7 EN 12518:2000, Chemicals used for treatment of water intended for human consumption — High-calcium lime.

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد EN 1085، اصطلاح و تعریف زیر نیز به کار می‌رود:

۱-۳

#### تصفیه شیمیایی فاضلاب

##### chemical treatment of wastewater

منظور، تصفیه فاضلاب از طریق انعقاد/ترسیب با نمک‌های فلزی (از جمله آهک) یا پلیمرهای آلی به منظور حذف ترکیبات آلی و معدنی فسفر و مواد جامد معلق و کلوئیدها<sup>۱</sup> می‌باشد.

### ۴ الزامات

#### ۱-۴ کلیات

تصفیه شیمیایی می‌تواند به دو فرآیند تقسیم‌بندی شود: فاز واکنش شامل ترسیب فسفات‌های محلول، ناپایدارسازی کلوئیدها و تشکیل لخته، و فاز جداسازی که طی آن لخته‌ها از آب جدا می‌شوند.

واکنش‌گاه‌ها<sup>۲</sup> و جداکننده‌های لخته‌ها (برای مثال مخازن ته‌نشینی و واحدهای شناورسازی) برای تصفیه شیمیایی می‌تواند با سایر قسمت‌های تصفیه‌خانه فاضلاب (پیش‌ترسیب، ترسیب هم‌زمان، به زیربندهای ۴-۲-۲-۲ و ۴-۲-۲-۳ مراجعه شود) ادغام شود یا اینکه یک قسمت جداگانه از تصفیه‌خانه باشد (پساترسیب، ترسیب مستقیم).

سطح آب در واکنش‌گاه‌ها و مخازن شیمیایی ممکن است با سرریزهای<sup>۳</sup> ثابت یا قابل تنظیم کنترل شود. این موضوع زمانی که واکنش‌گاه‌ها موازی متعددی وجود دارد، اهمیت بیشتری می‌یابد.

در طراحی فرآیند باید اختلاف‌های بین جریان‌ها و بارها، طبق آن چه در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۷۱۸۶ و استاندارد EN1255-11 تصریح شده است، مورد توجه قرار گیرد.

---

1-Colloids  
2-Reactors  
3-Weirs

## ۲-۴ پیش‌زمینه شیمیایی و گزینه‌های فرآیند

### ۱-۲-۴ فرآیند شیمیایی

به منظور حصول انعقاد/ترسیب، ماده شیمیایی کاتیونی باید به فاضلاب افزوده شود. معمول‌ترین آن‌ها نمک آلومینیم یا آهن است. آهن نیز ممکن است استفاده شود. اگر هدف صرفاً انعقاد باشد (حذف ذرات)، ممکن است از پلیمر کاتیونی به تنهایی یا در ترکیب با یک نمک فلزی استفاده شود.

فسفر در فاضلاب به شکل‌های زیر می‌تواند وجود داشته باشد:

-فسفر پیونده آلی،

-فسفر معدنی،

-پلی فسفات؛

-اورتوفسفات.

پلی فسفات‌ها در نهایت به اورتوفسفات‌ها، و فسفرهای پیونده آلی در طول تصفیه بیولوژیکی به اورتو فسفات تبدیل می‌شوند.

در تصفیه اولیه، فسفرهای چسبیده به ذرات ته‌نشینی‌پذیر حذف می‌شوند (۵٪ الی ۱۵٪ از کل فسفر جریان ورودی<sup>۱</sup> بسته به ویژگی فاضلاب). در تصفیه بیولوژیکی مقدار معینی از فسفر در سنتز میکروبی ماده سلولی جدید مصرف می‌شود (۱۰٪ تا ۳۰٪ فسفر جریان ورودی). با وارد شدن به مرحله بی‌هوازی که در آن اسیدهای چرب فرار تولید و فسفات‌ها آزاد می‌شوند، حذف بیولوژیکی افزایش یافته کل فسفر می‌تواند بدون افزودن مواد شیمیایی (۶۰٪ تا ۹۰٪ غلظت جریان ورودی) حاصل شود.

در ترسیب شیمیایی، عامل رسوب‌دهنده (مثل آلومینیم سولفات، فرس سولفات، فریک کلراید یا کلسیم هیدروکسید) به فاضلاب اضافه می‌شود. اورتوفسفات فسفر به صورت اورتوفسفات فلزی رسوب می‌کند.  $Al^{3+}$  و  $Fe^{3+}$  نیز هیدروکسیدهای کلوئیدی تشکیل می‌دهند. انحلال‌پذیری رسوب‌ها وابسته به pH است.

پلی‌الکترولیت‌های آلی به عنوان عوامل لخته‌ساز برای مواد کلوئیدی و معلق استفاده می‌شوند.

انعقاد/ترسیب شیمیایی به شش روش مختلف زیر می‌تواند انجام بگیرد:

- ترسیب مستقیم،

- پیش‌ترسیب،

- ترسیب هم‌زمان،

- پساترسیب،

- ترسیب چندنقطه‌ای،

- ترسیب روی فیلترها.

۲-۲-۴ فرآیندهای ترسیب

۱-۲-۲-۴ ترسیب مستقیم

در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب، ترسیب مستقیم بدون مرحله بیولوژیکی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در واحد ترسیب مستقیم، عامل رسوب‌دهنده باید بعد از مرحله اولیه افزوده شود (آشغال‌گیر، محفظه شنی و احتمالاً مخزن رسوب‌گذاری اولیه).

عامل رسوب‌دهنده باید به صورتی اضافه شود که از اختلاط سریع و کامل مواد شیمیایی اطمینان حاصل شود.

بعد از اختلاط، لخته‌سازی در مخزن لخته‌سازی انجام می‌گیرد. لخته‌های شیمیایی تشکیل شده سپس در مخزن رسوب‌گذاری نهایی یا یک وسیله دیگر جداکننده لخته، جداسازی می‌شوند.

۲-۲-۲-۴ پیش‌ترسیب

پیش‌ترسیب می‌تواند در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب با هر دو نوع تصفیه مکانیکی و بیولوژیکی انجام گیرد. در این روش، افزودن عامل رسوب‌دهنده قبل از مرحله بیولوژیکی، اغلب پیش از محفظه شنی هواده‌ی شده، مخازن پیش‌هواده‌ی، یا مخازن لخته‌سازی انجام می‌شود. لخته‌های شیمیایی همراه با لجن اولیه در مخازن ته‌نشینی اولیه جداسازی می‌شوند.

لخته‌های شیمیایی که در مخزن ته‌نشینی اولیه حذف نشده‌اند، همراه با فاضلاب جابه‌جا می‌شوند و در مخزن رسوب‌گذاری ثانویه به همراه لجن بیولوژیکی جداسازی می‌شوند.

۳-۲-۲-۴ ترسیب هم‌زمان

ترسیب هم‌زمان می‌تواند در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب با تصفیه بیولوژیکی بسته به فرآیند لجن فعال مورد استفاده، به کار می‌رود.

در مدل ترسیب هم‌زمان، افزودن عامل رسوب‌دهنده در مخزن هواده‌ی، در انتهای مخزن هواده‌ی یا همراه با لجن برگشتی، در جایی که هر دو فرآیند بیولوژیکی و شیمیایی اتفاق می‌افتد، انجام می‌شود.

لجن بیولوژیکی و شیمیایی مخلوط‌شده در مخزن ته‌نشینی ثانویه یا واحد شناورسازی، جداسازی می‌شوند. لجن برگشتی، لجن مازاد و لیکور<sup>۱</sup> مخلوط‌شده مواد جامد معلق در مقایسه با لجن‌ها در واحد لجن فعال معمولی حاوی مقدار بیشتری مواد معدنی هستند.

#### ۴-۲-۲-۴ پساترسیب

از پساترسیب می‌توان در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب مجهز با تصفیه بیولوژیکی استفاده کرد (لجن فعال، فیلتر چکنده<sup>۲</sup> و غیره).

در پساترسیب، اضافه‌نمودن عامل رسوب‌دهنده در مخزن اختلاط و بعد از ته‌نشینی ثانویه اتفاق می‌افتد. تشکیل لخته در مخزن لخته‌سازی به وقوع می‌پیوندد که متعاقب آن در مخزن زلال‌سازی لجن شیمیایی جدا می‌شود. از رسوب‌گذاری لاملا<sup>۳</sup> یا شناورسازی می‌توان برای جداسازی استفاده کرد.

#### ۴-۲-۲-۵ ترسیب چندنقطه‌ای

بازده ترسیب ممکن است با افزودن مواد شیمیایی در دو یا سه نقطه متفاوت، نظیر محفظه شنی، مخزن هوادهی و فیلتر ماسه‌ای نهایی افزایش یابد.

#### ۴-۲-۲-۶ ترسیب بر روی فیلترهای فیزیکی

به طور معمول ترسیب بر روی فیلترها مکملی برای حذف بیولوژیکی فسفر یا پیش‌ترسیب یا ترسیب هم‌زمان است. ماده شیمیایی در کانال یا لوله منتهی به فیلتر، افزوده می‌شود. اختلاط موثر باید ترتیب داده شود.

#### ۴-۲-۲-۷ انتخاب مواد شیمیایی برای ترسیب

جزئیات مواد شیمیایی که غالباً مورد استفاده قرار می‌گیرند، در پیوست الف ذکر شده است. به جز آنها، بعضی محصولات یا محصولات جانبی پسماند و محصولات آماده برای مصرف، می‌توانند به عنوان مواد شیمیایی ترسیب یا لخته‌سازی مورد استفاده قرار گیرند.

دقت زیادی باید در مورد غلظت فلزات سنگین و سایر آلاینده‌ها اعمال شود.

---

1-Liquor  
2-Trickling filter  
3-Lamella sedimentation

جدول ۱- کاربرد معمول مواد شیمیایی

آهک	کلرید آهن	سولفات آهن	پلی آلومینیم کلرید	سولفات آلومینیم	
×	×	-	×	×	ترسیب مستقیم
×	×	×	×	×	پیش ترسیب
-	×	×	×	×	ترسیب هم‌زمان
×	×	-	×	×	پساترسیب
×	×	(×)	×	×	ترسیب چند نقطه‌ای
-	×	×	×	×	ترسیب روی فیلترها

مواد شیمیایی مختلف برای ترسیب، pH بهینه متفاوتی دارند (به پیوست الف مراجعه شود). اضافه نمودن این مواد بر pH آب تأثیرگذار است.

نوع و دوز مواد شیمیایی وابسته به نوع فاضلاب و محتویات بی‌کربناتی آن است. آنها باید در آزمون ترسیب تعیین شوند.

در مورد فاضلاب‌های خاص، این آزمون ممکن است در بشرهای مجهز به همزن‌های با سرعت‌های متفاوت یا در کارآزمایی‌های پایلوت یا تمام‌مقیاس<sup>۱</sup> انجام گیرد.

#### ۳-۴ انبارش مواد شیمیایی

##### ۱-۳-۴ کلیات

راهنمایی‌های تامین‌کنندگان باید رعایت شود.

نکات زیر باید مد نظر قرار گیرد:

- احتیاطات ایمنی در هنگام جابه‌جایی مواد شیمیایی و کار با آنها (برای مثال استفاده از عینک‌های محافظ، ماسک‌های تنفسی)؛

- بیشینه زمان انبارش برای ماده شیمیایی؛

- احتیاطات ایمنی برای مهار نشت از مخزنی با حجم پر؛

- شرایط آب و هوایی.

برای آگاهی از اقدامات ایمنی به استاندارد EN12255-10 مراجعه شود.

1-Pilot or full-scale trials

۲-۳-۴ نمک‌های آلومینیم

۱-۲-۳-۴ آلومینیم سولفات

آلومینیم سولفات گرانوله در حالت خشک خورنده نیست و می‌تواند در تماس با همه نوع مصالح ساخت نگهداری شوند. انبار ذخیره باید در برابر رطوبت نفوذناپذیر باشد.

محلول‌های آلومینیم سولفات اسیدی و خورنده است و مصالح ساخت مناسب پلاستیکی یا فولاد زنگ‌زن با کیفیت مناسب با کمینه مقدار مولیبدن در حد ۲٪ [ برای مثال 1.4571 (X6CrNiMoTi 17-12-2) طبق استاندارد EN10088-2 ] باید به کار رود.

۲-۲-۳-۴ پلی‌آلومینیم کلراید

محلول‌ها اسیدی و خورنده هستند، در نتیجه باید از مواد ضد خوردگی مناسبی استفاده شود (پلاستیک یا فولاد با پوشش لاستیکی).

۳-۳-۴ نمک‌های آهن

۱-۳-۳-۴ کلیات

مواد شیمیایی رسوب‌دهنده بر پایه آهن، می‌توانند از طریق محصولات جانبی تولید شوند.

۲-۳-۳-۴ فرس سولفات (تک‌آبه)

گرانول‌های خشک فرس سولفات خورنده نیستند. سیلوها برای نگهداری آن‌ها باید کاملاً در مقابل ورود رطوبت نفوذناپذیر باشند. محلول‌های آن‌ها خورنده است و باید در مخزن‌هایی از جنس فولاد زنگ‌زن [ برای مثال 1.4571 (X6CrNiMoTi 17-12-2) طبق استاندارد EN10088-2 ] یا پلاستیکی مناسب نگهداری شوند.

۳-۳-۳-۴ فرس سولفات (هفت‌آبه)

فرس سولفات هفت‌آبه کریستالی سبزرنگ اسیدی و خورنده است. مصالح ساخت باید ضد خوردگی باشند، مثل فولاد زنگ‌زن [ برای مثال 1.4571 (X6CrNiMoTi 17-12-2) طبق استاندارد EN10088-2 ] یا پلاستیک مناسب یا بتن با پوشش پلاستیکی.

فرس سولفات هفت‌آبه در سیلو نگهداری نمی‌شود، بلکه مستقیماً به مخزن‌های انحلال در تصفیه‌خانه فاضلاب تحویل داده می‌شوند.

۴-۳-۳-۴ فریک کلراید و فریک کلراید-سولفات

فریک کلراید اسیدی و خورنده است و باید در مخازن ضد خوردگی مثل فولاد پوشش داده شده با لاستیک یا مخازن پلاستیکی ذخیره شوند.

مایع نباید رقیق یا هوادهی شود.

#### ۴-۳-۴ نمک‌های کلسیم

کلسیم اکسید (آهک خام) و کلسیم هیدروکسید باید به صورت خشک نگهداری شوند. کلسیم هیدروکسید می‌تواند در سیلو ذخیره شود و قابلیت ذخیره‌سازی خوبی دارد.

#### ۴-۴ تجهیزات دوزینگ<sup>۱</sup>

##### ۱-۴-۴ کلیات

جز در موارد ذکر شده، سیستم دوزینگ باید دارای شکل پشتیبانی باشد، خواه درون‌ساخت خواه نگه‌داشته‌شده در انبار. در مواقع استفاده از کنترل‌های خودکار، سیستم باید به گونه‌ای طراحی شود که تغییر به حالت ایمن (حالت خرابی امن)<sup>۲</sup> در صورت بروز وامانی<sup>۳</sup>، ممکن باشد. در اغلب موارد، واکنش بین مواد شیمیایی و فاضلاب بسیار سریع است. بنابراین، این نکته مهم است که عامل ترسیب به طور غیریکنواخت در سرتاسر بدنه آبی توزیع شود. این کار به طرق مختلف برای مثال از طریق سیستم‌های تزریق یا اختلاط، می‌تواند انجام شود.

طراحی باید شامل تدارکاتی برای حذف جرم‌ها<sup>۴</sup> باشد.

الزامات عمومی برای تجهیزات دوزینگ که در زیربند ۴-۴ ذکر نشده است، می‌تواند طبق استانداردهای ملی مرتبط تعیین شود.

#### ۲-۴-۴ نمک‌های آلومینیم

##### ۱-۲-۴-۴ آلومینیم سولفات با درجه فنی

این نمک می‌تواند به صورت خشک نیز بارگذاری شود، ولی معمولاً در آب حل می‌شود. کسر جرمی معمول ۱۰٪ تا ۱۵٪ است. غلظت باید بالاتر از ۵٪ باشد تا از ترسیب هیدروکسید فلزی جلوگیری کند.

سرعت در لوله‌ها نباید از ۰٫۵ m/s کمتر باشد تا از ترسیب در سطح لوله‌ها جلوگیری شود.

---

1-Dosing  
2-Fail safe mode  
3-Failure  
4-Scaling

۲-۲-۴-۴ پلی آلومینیم کلراید

دوزینگ پلی آلومینیم کلرایدها با درجه فنی، به طور مستقیم از مخزن ذخیره انجام می شود. محلول آن اسیدی است و از پمپ های ضد خوردگی باید استفاده شود. لوله ها و شیرها باید از فولاد با پوشش لاستیکی یا از پلاستیک مناسب ساخته شوند.

۳-۴-۴ نمک های آهن

۱-۳-۴-۴ فروس سولفات (تک آبه)

معمولا گرانول ها در آب حل می شوند. دوزینگ آن ها از طریق یک پیچ به مخزن انحلال انجام می شود. طراحی تجهیزات انحلال باید طوری باشد که انسدادی روی ندهد.

۲-۳-۴-۴ فروس سولفات (هفت آبه)

توده فروس سولفات (هفت آبه) در مخزن مناسبی برای مثال از جنس پلی استر تقویت شده با الیاف شیشه ای حل می شود. ترسیب ممکن است روی دهد و محلول مورد نیاز باشد که باید قبل از دوزینگ فیلتر شود. معمولا به صورت محلول اشباع دوز می شود. آئروسول های محلول فروس سولفات به مواد دندانیه حمله می کنند، از این رو، باید ماسک ایمنی هنگام مخلوط کردن با استفاده از هوادهی، به کار برده شود.

۳-۳-۴-۴ فریک کلراید

دوزینگ محلول فریک کلراید به طور مستقیم (بدون رقیق سازی) از مخازن ذخیره انجام می شود. پمپ ها باید ضد خوردگی باشند. لوله ها و شیرها باید ضد خوردگی بوده و از جنس پلاستیک مناسب یا فولاد با پوشش لاستیکی باشند.

۴-۴-۴ نمک های کلسیم

کلسیم اکسید باید در یک شیرآهک ساز<sup>۱</sup> عمل آوری و سپس با آب مخلوط شود تا دوغاب آهکی تولید شود که از طریق پمپ دوزینگ به فاضلاب تغذیه شود.

دوزینگ کلسیم هیدروکسید معمولا به وسیله فیدر مارپیچی<sup>۲</sup> در کف سیلوی آهک، انجام می شود. آهک خشک در مخزن اختلاط با آب مخلوط و از طریق پمپ دوزینگ به فاضلاب تغذیه می شود. به دلیل وجود ریسک انسداد در لوله ها، طراحی شبکه لوله کشی باید طوری باشد که تمیزسازی آن راحت باشد و موارد زیر نیز مد نظر قرار گیرد:

- گردش ثابت؛

1-Lime slaker  
2-Screw feeder



- سیستم فلاشینگ<sup>۱</sup>.

روش جایگزین دیگر استفاده از لاستیک است که به طور مرتب حرکت داده می‌شود تا از انسداد جلوگیری کند.

#### ۴-۵ سیلوها و مخازن

سیلوها یا مخازن ذخیره باید نزدیک به محل دوزینگ مواد شیمیایی قرار داده شوند. طول لوله باید تا حد امکان کوتاه باشد و شبکه لوله‌رسانی باید بدون هیچگونه نواحی ایستایی<sup>۲</sup> یا خمش‌های تند، به ویژه در مواقعی که دوغاب‌ها (آهک) یا مواد شیمیایی محلول (برای مثال آلومینیم سولفات) مورد استفاده قرار می‌گیرند، طراحی شوند.

#### ۴-۶ سیستم‌های اختلاط

سیستم اختلاط باید قادر به توزیع سریع و یکنواخت مواد شیمیایی در فاضلاب باشد. تمهیداتی باید برای برداشتن آسان وسایل اختلاط بدون خالی کردن مخزن، تعبیه شود. انتخاب وسیله به ویژگی‌های فاضلاب تحت تصفیه، بستگی دارد.

#### ۴-۷ لخته‌سازها

در مواقعی که لخته‌سازها مورد نیاز است، باید طراحی هیدرولیک، اتصال کوتاه<sup>۳</sup> را به حداقل برساند. فاصله بین لخته‌ساز و واحد جداسازی (مخزن رسوب‌گذاری، شناورسازی) باید کوتاه باشد و سرعت جریان آبی که به سمت جداکننده می‌رود، باید  $> 0.1 \text{ m/s}$  باشد.

نکته حائز اهمیت این است که آبی که فرآیند شناورسازی را ترک می‌کند، نباید در معرض نیروهای برشی قوی‌تری نسبت به نیروهای مورد مواجهه در فرآیند شناورسازی، قرار بگیرد. بنابراین، واحد شناورسازی باید مستقیماً در مجاورت مخزن رسوب‌گذاری یا در داخل آن قرار بگیرد.

#### ۴-۸ مخازن رسوب‌گذاری

##### ۴-۸-۱ کلیات

---

1-Flushing  
2-Stagnation zones  
3-Short circuiting

مخازن رسوب‌گذاری باید به اندازه کافی، مواد جامد شیمیایی لجن را از جریان خروجی<sup>۱</sup> جدا کند و یک ناحیه غلظتی برای بازگیری<sup>۲</sup> لجن فراهم کند. بازده جداسازی بر کیفیت جریان خروجی نهایی تاثیر می‌گذارد.

مخازن رسوب‌گذاری ممکن است از نوع شارش بالارو<sup>۳</sup>، افقی یا جداکننده لاملا باشند.

#### ۲-۸-۴ ملاحظات طراحی

الزامات طراحی در استانداردهای ملی ایران شماره‌های ۱-۱۷۱۸۶ و ۶-۱۷۱۸۶ ذکر شده است.

#### ۱-۲-۸-۴ اتلاف لجن شیمیایی<sup>۴</sup>

اتلاف لجن شامل حذف لجن شیمیایی تشکیل شده در طی فرآیند ترسیب است.

وزن و حجم لجنی که قرار است اتلاف شود، عمدتاً بستگی به بار آلودگی و نوع ماده شیمیایی مورد استفاده دارد.

اتلاف لجن باید با در نظر گرفتن غلیظسازی و/یا تصفیه بعدی لجن انجام گیرد و تا حد امکان به طور مرتب انجام شود.

ویژگی‌های تاسیسات پمپ‌کردن فاضلاب خام طبق استاندارد EN 752-6 و اصول کلی ساخت طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۷۱۸۶ برای سیستم اتلاف لجن مازاد قابل استفاده است.

#### ۹-۴ شناورسازی

در مخزن‌های شناورسازی، برای شناور کردن ذرات در سطح، از هوا استفاده می‌شود، چون این ذرات در سطح می‌توانند به صورت لجن جدا شوند. شناورسازی باید از نوع شناورسازی با هوای حل شده باشد. لجن در سطح با استفاده از اسکرaper<sup>۵</sup> سطحی جمع‌آوری می‌شود. علاوه بر این، باید سیستم جمع‌آوری کننده نیز در ته مخزن برای جمع‌آوری لجن سنگین ته‌نشین شده، وجود داشته باشد.

در استاندارد ملی ایران شماره ۸-۱۷۱۸۶ در مورد شناورسازی اطلاعاتی ارائه شده است.

- 
- 1-Effluent
  - 2-Withdrawal
  - 3-Upward flow
  - 4-Chemical sludge wasting
  - 5-Scraper

#### ۱۰-۴ فیلتراسیون فیزیکی

فیلترکردن فقط به صورت مکملی برای رسوب گذاری و شناورسازی به منظور فراهم کردن حذف بهتر مواد جامد معلق استفاده می شود. هرچند، بعضی از انواع فیلترها به گونه ای طراحی شده اند که بتوانند به عنوان مرحله جداسازی ضروری برای تصفیه شیمیایی فاضلاب عمل کنند.

در صورت استفاده از فیلترهای ماسه ای به عنوان تنها مرحله جداسازی لخته های شیمیایی از فاضلاب، باید قبل از تصفیه شیمیایی یک مرحله ته نشینی اولیه وجود داشته باشد. در صورت استفاده از آهک به عنوان عامل رسوب دهنده، فیلتراسیون فیزیکی مناسب نخواهد بود.

#### ۱۱-۴ لجن

##### ۱-۱۱-۴ تولید لجن

ترسیب شیمیایی با کمک نمک های فلزی، موجب تولید لجن فسفات هیدروکسیدی مخلوط شده می شود. نسبت های معمول عبارتند از:

- یک گرم از Al چهار گرم مواد جامد معلق تولید می کند؛

- یک گرم از Fe ۲/۸ گرم مواد جامد معلق تولید می کند؛

- یک گرم از Ca ۰/۷ گرم مواد جامد معلق تولید می کند.

در بهره برداری عملی، تولید لجن ممکن است متفاوت باشد. می توان با آزمون های ترسیب آن را تعیین کرد.

##### ۲-۱۱-۴ مشخصه های لجن

لخته های لجن، به خصوص لخته های آلومینیم- هیدروکسید- فسفات شکننده هستند.

لخته آهن- فسفات مشخصه های ته نشینی و غلیظ سازی بهتری در مقایسه با لجن آلومینیم- فسفات دارد و لجن متراکم تری را تشکیل می دهد. لجن کلسیم- فسفات به سرعت ته نشین می شود و لجن متراکمی را تشکیل می دهد. می توان با افزودن پلیمرها، غلیظ سازی و آب گیری لجن را بهبود داد.

## پیوست الف

### (الزامی)

#### مواد شیمیایی رسوب‌دهنده

##### الف-۱ نمک‌های آلومینیم

نمک‌های آلومینیم مناسب برای ترسیب شیمیایی فسفر عبارتند از:

- آلومینیم سولفات  $Al_2(SO_4)_3 \cdot 14 \text{ to } 18 H_2O$

درجه فنی آن حاوی آهن به شکل  $Fe_2(SO_4)_3 \cdot 9 H_2O$  است. این محصول گرانوله می‌باشد. pH بهینه آن از ۵٫۷ تا ۶٫۵ است.

- پلی آلومینیم کلراید  $Al_n(OH)_mCl_{3n-m}$

درجه فنی آن حاوی آهن نیز است. این محصول مایع است. چگالی آن  $1,3 \text{ g/cm}^3$  است. pH بهینه از ۵٫۷ تا ۸ است (این بازه به خاصیت قلیایی این ماده شیمیایی و سختی آب بستگی دارد).

##### الف-۲ نمک‌های آهن

##### الف-۲-۱ نمک‌های فروس

فروس سولفات تک‌آبه،  $FeSO_4 \cdot H_2O$

فروس سولفات هفت‌آبه،  $FeSO_4 \cdot 7 H_2O$

##### الف-۲-۲ فروس سولفات تک‌آبه

درجه فنی آن گرانوله (۰٫۲ mm تا ۳ mm) و حاوی  $FeSO_4 \cdot H_2O$  با کسر جرمی ٪ ۸۷ تا ٪ ۸۸ است. pH بهینه آن بیشتر از ۶٫۵ است (تبدیل به یون‌های فریک و لخته‌سازی).

##### الف-۲-۳ فروس سولفات، هفت‌آبه

درجه فنی آن به رنگ سبز روشن با ساختار برف‌مانند است.

این درجه فنی حاوی  $FeSO_4 \cdot 7 H_2O$  با کسر جرمی ٪ ۹۰ است. pH بهینه آن بیشتر از ۶٫۵ است (تبدیل به یون‌های فریک و لخته‌سازی).

#### الف-۲-۴ نمک‌های فریک

فریک کلراید، محلول  $\text{FeCl}_3$ .

pH بهینه آن بین ۴٫۵ تا ۶٫۵ یا بیشتر از ۸٫۵ است.

درجه فنی آن که زیاد مورد استفاده قرار می‌گیرد، حاوی فریک کلراید- سولفات با غلظت  $\text{Fe}^{3+}$  با کسر جرمی ۱۱٫۶٪ است. این نمک به صورت موفقیت‌آمیزی با محصولی با محتوای کمتری از فلزات سنگین و غلظت  $\text{Fe}^{3+}$  با کسر جرمی ۱۳٫۷٪ جایگزین شده است. در صورت امکان، بهتر است از این محصول استفاده شود.

#### الف-۳-۳ نمک‌های کلسیم

##### الف-۳-۱ کلیات

ترسیب مستقیم یا پساترسیب می‌تواند با کلسیم هیدروکسید  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  یا کلسیم اکسید  $\text{CaO}$  (معمولا گرانوله) انجام گیرد.

pH بهینه بین ۹٫۳ تا ۱۱٫۲ است (مطابق با غلظت مورد نیاز جریان خروجی).

##### الف-۳-۲ کلسیم اکسید

کسرها عبارتند از :  $> 0,2 \text{ mm}$  ،  $2 \text{ mm}$  تا  $12 \text{ mm}$  و  $12 \text{ mm}$  تا  $25 \text{ mm}$ .

ریزترین کسرها ( $> 0,2 \text{ mm}$  ،  $2 \text{ mm}$ ) غبار تولید می‌کنند و در خودروهای مخزن‌دار یا واگن‌های مخزن‌دار ارسال می‌شوند.

کلسیم اکسید بسیار فعال است. مخلوط کردن آن با آب موجب تولید کلسیم هیدروکسید قلیایی و گرما می‌شود.

##### الف-۳-۳ کلسیم هیدروکسید

کلسیم هیدروکسید از افزودن مقدار استوکیومتری آب به کلسیم اکسید تولید می‌شود. کلسیم هیدروکسید پودر ریزی است (۹۹٫۵٪ ریزتر از  $0,2 \text{ mm}$  و ۹۷٫۵٪ ریزتر از  $0,09 \text{ mm}$ ).

کلسیم هیدروکسید بسیار فعال است، و باید از تجهیزات حفاظت فردی (عینک‌های محافظ، ماسک تنفس، دستکش و...) استفاده شود.

### کتابنامه

- [۱] استاندارد ملی ایران شماره ۸-۱۷۱۸۶، تصفیه‌خانه‌های فاضلاب- قسمت ۸: تصفیه و انبارش لجن
- [۲] استاندارد ملی ایران شماره ۱۶-۱۷۱۸۶، تصفیه‌خانه‌های فاضلاب- قسمت ۱۶: فیلتراسیون فیزیکی (مکانیکی)
- [3] EN 12255-10, Wastewater treatment plants — Part 10: Safety principles.
- [4] ATV-A 202, Verfahren zur Elimination von Phosphor aus Abwasser.
- [5] ATV-DVWK-M 206, Automatisierung der chemischen Phosphatelimination.
- [6] ATV-M 274, Einsatz organischer Polymere in der Abwasserreinigung.
- [7] Kemira Kemi: Handbook on water treatment, Helsingborg 1990.
- [8] Rennerfelt, J. and Ulmgren, L.: Vattenreningsteknik. Ingenjöröförlaget AB 1975.
- [9] Dahlberg, A-G. and Hellström, B.G.: Fällningskemikalier vid fosforreduktion. SYVAB 1984.
- [10] Hense, M., Harremoës, P., Jansen, J. la Cour & Arvin, E. (2001): Wastewater treatment. Biological and chemical processes. 3rd ed. Springer Verlag, Berlin.
- [11] Winther, L., Henze, M., Linde, J.J., Jensen, H.T. (1998): Spildevandsteknik. Polyteknisk Forlag, Kgs. Lyngby.
- [12] Henze, M., Petersen, G, Kristensen, G.H., Kjeldsen, J.J. (2000): Drift af renselanlæg: Teknik.2. udgave. Den Kommunale Højskole, København.

L