INSO
17186-7
1st.Edition
2016

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۱۷۱۸۶-۷
چاپ اول
۱۳۹۴

# تصفیه‌خانه‌های فاضلاب –
# قسمت ۷:
# واکنش‌گاه‌های بیولوژیکی با فیلم ثابت

# Wastewater treatment plants —
# Part 7:
# Biological fixed-film reactors

ICS: 13.060.30

**سازمان ملی استاندارد ایران**

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

صندوق‌پستی: 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

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

Website: http://www.isiri.org

## به نام خدا

## آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفهٔ 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 منصفانهٔ 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 پیشنهادها در کمیتهٔ 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 درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ 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)[1]، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] 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 استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی 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، گواهینامهٔ 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 ۷: واکنش‌گاه‌های بیولوژیکی با فیلم ثابت»

| **رئیس:** | **سمت و/یا محل اشتغال:** |
|---|---|
| ولی‌پور، جواد<br>(دکترای شیمی تجزیه) | دانشگاه صنعتی سهند |
| **دبیر:** | |
| یل‌شرزه، لیلا<br>(لیسانس میکروبیولوژی) | اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی |
| **اعضا:** (اسامی به ترتیب حروف الفبا) | |
| اباذری، محسن<br>(فوق‌لیسانس میکروبیولوژی) | اداره کل استاندارد استان آذربایجان‌شرقی |
| اولاد غفاری، عارف<br>(فوق‌لیسانس مهندسی صنایع غذایی) | سازمان ملی استاندارد ایران- پژوهشگاه استاندارد |
| سالک‌زمانی، شبنم<br>(دکترای علوم تغذیه) | کارشناس استاندارد |
| سالک‌زمانی، علی<br>(فوق‌لیسانس مهندسی کشاورزی) | مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان‌شرقی |
| سالک‌زمانی، مریم<br>(فوق‌لیسانس علوم تغذیه) | اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی |
| سپاس حکم‌آبادی، غلامرضا<br>(فوق‌لیسانس بیوتکنولوژی) | اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی |
| سلیمانی، جابر<br>(دکترای مهندسی کشاورزی) | مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان‌شرقی |
| صادری، حشمت<br>(فوق‌لیسانس قارچ‌شناسی) | دانشگاه علوم پزشکی تبریز- معاونت غذا و دارو |

| **اعضا:** (اسامی به ترتیب حروف الفبا) | **سمت و/یا محل اشتغال:** |
|---|---|
| عالشی، مژده<br>(فوق‌لیسانس شیمی) | عضو مستقل |
| قدیمی، فریده<br>(فوق لیسانس شیمی) | اداره کل استاندارد استان آذربایجان شرقی |
| کاظمیان، نعمیه<br>(فوق‌لیسانس شیمی) | شرکت آب و فاضلاب شهری استان آذربایجان شرقی |
| کشاورزی حسین‌آبادی، مهشید<br>(فوق‌لیسانس باکتری‌شناسی) | شرکت آب و فاضلاب شهری استان آذربایجان شرقی |
| منطقی، ملیحه<br>(فوق‌لیسانس بیوتکنولوژی) | شرکت کیمیاگران آزمون تبریز |
| نهرلی، آیسان<br>(فوق‌لیسانس مهندسی محیط زیست) | عضو مستقل |
| یل‌شرزه، رضا<br>(فوق‌لیسانس زبان انگلیسی) | عضو مستقل |

**ویراستار:**

| | |
|---|---|
| قدیمی، فریده<br>(فوق‌لیسانس شیمی) | اداره کل استاندارد آذربایجان شرقی |

## فهرست مندرجات

**عنوان** **صفحه**


پیش‌گفتار ز
۱ هدف و دامنهٔ کاربرد ۱
۲ مراجع الزامی ۱
۳ اصطلاحات و تعاریف ۲
۴ الزامات ۳
۴-۱ کلیّات ۳
۴-۲ طرح‌ریزی ۵
۴-۳ فرآیند ۶
۴-۴ طراحی تفصیلی ۱۲
پیوست الف (آگاهی‌دهنده) طراحی و بارگذاری داده‌ها ۱۶
کتاب‌نامه ۱۸

## پیش‌گفتار

استاندارد «تصفیه‌خانه‌های فاضلاب – قسمت ۷: واکنش‌گاه‌های بیولوژیکی با فیلم ثابت» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در یک‌صدوهفدهمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد محیط‌زیست مورخ ۱۳۹۴/۱۲/۱۹ 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 زمینهٔ 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 مآخذی) که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

BS EN 12255-7: 2002, Wastewater treatment plants. Biological fixed-film reactors

# تصفیه‌خانه‌های فاضلاب – قسمت ۷: واکنش‌گاه‌های بیولوژیکی با فیلم ثابت

## ۱ هدف و دامنهٔ کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین اصول طراحی و الزامات عملکردی برای تصفیهٔ ثانویه به وسیلهٔ واکنش‌گاه‌های بیولوژیکی با فیلم ثابت[1] در تصفیه خانه‌های فاضلاب برای جمعیت بیش از پنجاه نفر است.

این استاندارد برای تصفیه‌خانه‌های فاضلاب طراحی‌شده برای تصفیهٔ فاضلاب‌های خانگی و شهری کاربرد دارد.

واکنش‌گاه‌های بیولوژیکی با فیلم ثابت شامل فیلترهای بیولوژیکی چکنده[2]، تماس‌دهنده‌های بیولوژیکی چرخان[3]، واکنش‌گاه‌های با بستر مستغرق[4] و بیوفیلترها[5] هستند.

## ۲ 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 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, Wastewater treatment — Vocabulary.

**2-3** EN 12255-1, Wastewater treatment plants — Part 1: General construction principles.

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۱-۱۷۱۸۶: سال ۱۳۹۴، تصفیه‌خانه‌های فاضلاب- قسمت ۱: اصول کلی ساخت، با استفاده از استاندارد EN 12255-9:2002 تدوین شده است.

**2-4** EN 12255-6, Wastewater treatment plants — Part 6: Activated sludge processes.

---

1- biological fixed-film reactors
2- Biological trickling filters
3- Rotating biological contactors
4- Submerged bed reactors
5 - Biofilters

**یادآوری**- استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۶-۱۷۱۸۶: سال ۱۳۹۲، تصفیه‌خانه‌های فاضلاب- قسمت ۶: فرآیند لجن فعال، با استفاده از استاندارد EN 12255-9:2002 تدوین شده است.

**2-5** EN 12255-10, Wastewater treatment plants — Part 10: Safety principles.

**2-6** EN 12255-11, Wastewater treatment plants — Part 11: General data required

## ۳ اصطلاحات و تعاریف

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

**۳-۱**

**دُوزِ فاضلاب**

**wastewater dose**

منظور، حجم فاضلاب تخلیه‌شده بر روی فیلتر چکنده از یک چرخهٔ پمپ‌زنی منفرد یا یک سیفون‌کِشی منفرد از محفظهٔ دُوزینگ فیلتر[1] است.

**۳-۲**

**شدّت فلاشینگ**

**flushhing intensity**

منظور، میزان بارگذاری هیدرولیکی سطحی تقسیم بر تعداد بازوهای پخش‌گر گردان[2] و تقسیم بر تعداد چرخش‌ها در هر ساعت است.

**یادآوری**- شدت فلاشینگ، اطلاعاتی را در مورد نیروهای هیدرولیک برای شستن مازاد لجن بیرون از بستر ارائه می‌کند.

**۳-۳**

**واکنش‌گاه با بستر مستغرق**

**Submerged bed reactor**

بستری از محیط[3] بی‌اثر پرشده[4] یا معلق که نوعاً سازهٔ پلاستیکی باز است که در مسیر جریان مستغرق می‌شود تا امکان پاک‌سازی فاضلاب را برای فیلم بیولوژیکیِ فعالِ چسبیده به محیط، فراهم کند.

**یادآوری**- یک زلال‌ساز[5] ممکن است مورد نیاز باشد.

---

1-Filter dosing chamber
2-Arms of rotary distributor
3-Media
4-Packed
5-Clarifier

# ۴ الزامات

## ۴-۱ کلیّات

### ۴-۱-۱ فرآیندهای بیولوژیکی با فیلم ثابت

فرآیندهای بیولوژیکی با فیلم ثابت ممکن است شامل موارد زیر باشد:

- فیلترهای چکنده؛
- تماس‌دهنده‌های بیولوژیکی چرخان؛
- واکنش‌گاه‌های با بستر مستغرق؛
- بیوفیلترها.

فرآیندهای بیولوژیکی با فیلم ثابت می‌تواند برای تصفیهٔ انواع جریان‌های ورودی[1] زیر به کار رود:

- فاضلاب تصفیه‌شدهٔ اوّلیه؛
- فاضلاب آشغال‌گیری‌شدهٔ نهایی؛
- جریان خروجی[2] از تصفیهٔ ثانویه.

اینها فرآیندهایی هستند که در آنها از محیط پشتیبانی برای حمایت از رشد فیلم میکروارگانیسم‌هایی استفاده می‌شود که موجب تجزیهٔ زیستیِ مواد محلول، کلوئیدی و معلق در فاضلاب می‌شوند.

این فرآیندها می‌توانند تحت شرایط هوازی و/یا بی‌اکسیژنی یا بی‌هوازی عمل کنند و تماس نزدیکی را بین جریان ورودی و فیلم بیولوژیکی فراهم سازند. مواد جامد موجود در جریان خروجی تصفیه‌شده بهتر است پیش از تخلیهٔ نهایی، جدا شوند.

در مورد بیوفیلترها، مواد جامد درون واکنش‌گاه‌ها باقی می‌مانند.

### ۴-۱-۲ فیلترهای چکنده

در فیلترهای چکنده، فاضلاب پخش می‌شود و از میان بستری از محیط پشتیبانی، تراوش کرده، با فیلم بیولوژیکیِ رشدکرده بر روی سطحِ عناصر محیط، تماس می‌یابد. این بستر باید دارای فضاهای باز پیوسته بین عناصر محیط پشتیبانی باشد تا تهویهٔ طبیعی یا القایی بهبود یابد. شرایط عملیاتی بر روی بستر باید از رشد ارگانیسم‌های بزرگتر چون پروتوزوآها[3] و بی‌مُهرگان بزرگ حمایت کند (که اغلب از آنها به عنوان

1-Influent
2-Effluent
3-Protozoa

ارگانیسم‌های چرنده[1] یاد می‌شود) تا رشد فیلم بیولوژیکی، کنترل و از میزان لجن مازاد کاسته شود. بهتر است مخازن گیاخاک برای زلال‌سازی فاضلاب تخلیه‌شده از فیلتر مورد استفاده قرار گیرد.

### ۴-۱-۳ تماس‌دهنده‌های بیولوژیکی چرخان

یک تماس‌دهندهٔ بیولوژیکی چرخان متشکل از دیسک‌ها یا بسته‌هایی از محیط پشتیبانی که در راستای یک شَفت مرتب شده‌اند، درون فاضلاب به طور جزئی مستغرق می‌شود.

چرخش شَفت، موجب تماس فیلم بیولوژیکی رشدکرده بر روی محیط پشتیبانی، به طور متناوب با فاضلاب و هوا می‌شود و تصفیه به وقوع می‌پیوندد. می‌توان این عملکرد را با استفاده از اصول سیستم جریان پلاگ[2] بهبود داد. تماس‌دهنده‌های بیولوژیکی چرخان را می‌توان هم به عنوان واحدهای تصفیهٔ بیولوژیکی مستقل و هم به عنوان تصفیه‌خانه‌های پَکیج[3] در نظر گرفت که مناطق ته‌نشینی تصفیهٔ اولیه و ثانویه را در خود جای می‌دهند. تصفیه‌خانه باید به گونه‌ای طراحی شود که اطمینان دهد، لجن در نقاطی جریان می‌یابد که دستیابی عملی برای حذف آن فراهم است.

### ۴-۱-۴ واکنش‌گاه‌های با بستر مستغرق و بیوفیلترها

در این واکنش‌گاه‌ها، جریان فاضلاب باید به گونه یکنواختی در میان بستر مستغرق محیط پشتیبانی پخش شود. هوای مورد استفاده برای هوادهی باید از طریق دَمَنده، تأمین و از لوله‌ها پخش شود. طراحی سیستم‌های هوادهی باید توزیع یکنواخت هوا را بر روی بستر ثابت امکان‌پذیر کند.

واکنش‌گاه‌های با بستر مستغرق نیترات‌زدا، باید دارای سیستمی برای کنترل رسوبات لجن تجمع‌یافته در کف یا درونِ بستر محیط باشد.

در واکنش‌گاه‌های با بستر مستغرق که از محیط سازه‌ای باز بهره می‌برند، نیازی به بک‌واش[4] نیست. به طور معمول، در صورت استفاده از محیط گرانولی، بک‌واش مورد نیاز خواهد بود.

اکسیداسیون کربن، نیترات‌سازی و نیترات‌زدایی را می‌توان در یک مرحله یا در قالب مراحل جداگانه‌ای از بیوفیلتراسیون، و نیل به حذف مواد جامد معلق انجام داد.

بیوفیلترها را می‌توان برای جریان رو به بالا یا رو به پایین فاضلاب طراحی کرد. ممکن است، لازم باشد که فیلترها برای بک‌واش از سرویس خارج شوند یا ممکن به صورت مستمر با یک سیستم شستشوی مجزا به کار گرفته شوند. محیط ممکن است به صورت تک‌لایه یا چندلایه باشد و وزن مخصوص آن ممکن است از وزن مخصوص آب بیشتر یا کمتر باشد.

---

1-Grazing organisms
2-Plug flow system
3-Package plants
4-Backwashing

## ۴-۲ طرح‌ریزی[1]

عوامل شرح‌داده‌شده در زیر باید در طراحی لحاظ شوند:

- مشخصه‌های مربوط به فاضلاب ورودی؛
- ظرفیت و ابعاد واکنش‌گاه‌های بیولوژیکی؛
- جلوگیری از وجود نواحی مرده و تشکیل رسوب زیان‌بخش در مخازن/کانال‌ها؛
- استقرارِ خطوط/ واحدهای چندگانه یا وسایل فنی دیگر به منظور حصول اطمینان از نگهداری کیفیت جریان خروجی نهایی چنان‌چه یک یا چند خط/واحد خارج از عملیات باشد؛
- در صورت استفاده از زلال‌سازها مساحت سطح، حجم و عمق آنها؛
- تصفیه و مقصد نهایی لجن‌های حاصله؛
- افت فشار (بار)[2] که قرار است کاهش داده شود؛
- اندازه‌گیری و کنترل؛
- ویژگی‌های محیط.

سایر موارد باید به قسمت‌های ۱ و ۶ مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۷۱۸۶ و نیز قسمت‌های ۱۰ و ۱۱ استاندارد BSEN 12255 ارجاع داده شود.

1-Planning
2-Head loss

## ۴-۳ فرآیند

### ۴-۳-۱ طراحی

پارامترهای عملیاتی زیر باید در نظر گرفته شوند و متناسب با نوع تصفیه، مورد نیاز باشند:

- میزان بارگذاری حجم‌سنجی $[kg/(m^3 .d)]$ (به صورت $BOD_5$ , COD, $NH_4$ -N or $NO_3$-N)؛
- میزان بارگذاری جرمی سطح $[kg/\{ m^2.d)]$ (به صورت $BOD_5$, COD, $NH_4$-N or $NO_3$-N) ؛
- مساحت ویژهٔ محیط پشتیبانی ($m^2/ m^3$)؛
- نسبت بازچرخش[1]؛
- میزان بارگذاری سطح $[m^3/( m^2. h)]$؛
- شدّت فلاشینگ (mm)؛
- فواصل زمانی بین بک‌واش (بیوفیلترها).

**یادآوری**- منابع ذکر شده در کتابنامه اطلاعات بیشتری در مورد این موضوع ارائه می‌دهند.

### ۴-۳-۲ حالت‌های عملکرد

پیکربندی تصفیه‌خانه ممکن است به یکی از حالت‌های زیر انجام شود:

- تصفیهٔ تک‌مرحله‌ای که در آن فاضلاب فقط از یک واکنش‌گاه عبور می‌کند که بعد از آن زلال‌سازی انجام می‌شود؛
- تصفیهٔ دومرحله‌ای که در آن فاضلاب از دو واکنش‌گاه به ترتیب عبور می‌کند و می‌تواند شامل زلال‌سازی پس از هر دو مرحله یا فقط پس از مرحلهٔ دوّم باشد؛

**یادآوری**- در مورد بیوفیلترها نیازی به زلال‌سازی نهایی یا میانی نیست.

- فیلتراسیون مضاعف متناوب که در آن توالیِ جریان از میان فیلترهای چکنده به تناوب صورت می گیرد به گونه‌ای که هر مجموعه از فیلترها در بازه‌هایی متوالی و پی‌درپی، فاضلاب یا جریان خروجی ته‌نشین‌شده از مرحلهٔ نخست، را تصفیه می‌کنند. بدین ترتیب، رشد بیش از حد فیلم بیولوژیکی محدود می‌شود، که در غیر این شرایط ممکن است هنگام تصفیهٔ فاضلاب سنگین (پر قدرت)[2] بر روی لایه‌های فوقانی فیلتر چکندهٔ مرحلهٔ اول رشد کنند.

انواع تصفیه‌ای که ممکن است ارائه شود، به شرح زیر است:

---

1-Recirculation ratio
2-High strength wastewater

– اکسیداسیون کربنی؛

– نیترات‌سازی، که پس از حذف کربن صورت می‌گیرد و می‌تواند با به‌کار انداختن تصفیه‌خانه با میزان بارگذاری پایین یا با استفاده از مرحله‌ای جداگانه حاصل شود؛

– نیترات‌زدایی نوعاً در قالب یک سیستم دومرحله‌ای انجام می‌شود، که مرحلهٔ نخست آن به منظور نیترات‌زدایی و مرحلهٔ دوم آن برای حذف BOD و نیترات‌سازی استفاده می‌شود. این شِماهای جریانی مستلزم بازیابی فاضلاب نیترات‌سازی‌شده از جریان خروجی مرحلهٔ دوم به جریان ورودی مرحلهٔ اول است. نیترات‌سازی و نیترات‌زدایی همزمان در قالب سیستم یک‌مرحله‌ای، مستلزم طراحی خاص و عملیات هوادهی است. به منظور حصول نیترات‌زدایی پایین‌دستی، وجود منبع کربن مکمل مورد نیاز است؛

– حذف فسفر، که در فرایندهای با فیلم ثابت می‌تواند از ترسیب به کمک مواد شیمیایی انجام شود. برای جلوگیری از انباشت رسوبات در بیوفیلم، نقاط دوزینگ[1] بهتر است در ورودی زلال‌ساز نهایی نصب شوند؛

– حذف فسفر می‌تواند در بیوفیلتر نیز انجام شود.

عملیات بازچرخش ممکن است به منظورهای زیر انجام شوند:

– رقیق‌سازی جریان ورودی به منظور جلوگیری از رشد مفرط فیلم بیولوژیکی در لایه های سطحیِ فیلترهای چکنده؛

– افزایش میزان بارگذاری هیدرولیکی به منظور بهبود کارایی خیس شدن فیلترهای چکنده و انتقال رشد فیلم بیولوژیکی از سطوح بالاتر به سطوح پایین‌تر در یک بستر؛

– ارائهٔ شدت فلاشینگ کافی.

**یادآوری**- به طور معمول بازچرخش، از طریق پمپ کردن فاضلاب تصفیه شده، حاصل می‌شود (به استاندارد **EN 752-6** مراجعه شود).

### ۴-۳-۳ انتخاب محیط پشتیبانی

محیط پشتیبانی باید مساحت سطحی گسترده‌ای به منظور پشتیبانی از رشد فیلم بیولوژیکی داشته باشد و از این طریق موجب بیشینه‌سازی کارآیی تصفیه شود. باید بین سطوحِ عناصرِ مجاورِ محیط، فضایی کافی وجود داشته باشد تا امکان حذف لجن با رشد مفرط فیلم بیولوژیکی، و امکان جریان نامحدود برای فاضلاب و هوا از میان بستر فراهم آید.

محیط پشتیبان ممکن است از مواد زیر ساخته شده باشد:

– مواد معدنی خُردِ درجه‌بندی‌شده؛

1-Dosing

– پلاستیک‌هایی با اندازه و شکل منظم و با آرایش تصادفی؛

– لوله‌ها یا ورقه‌های پلاستیکی مونتاژشده به صورت ماژول‌هایی برای حصول محیط پشتیبانی سبک‌وزن با فضای خالی ٪۹۰ یا بیشتر.

محیط پشتیبانی باید دارای ویژگی‌های زیر باشد:

– دوام در برابر مقابله با هوازدگی و مواجهه با نور خورشید؛

– سطح مناسب برای پشتیبانی از اتصال بیوفیلم؛

– دوام برای مقابله با حملهٔ شیمیایی ناشی از اجزاء تشکیل‌دهندهٔ فاضلاب؛

– غیرقابل تجزیه‌زیستی.

در مورد واکنش‌گاه‌های با بستر مستغرق و بیوفیلترها، محیط باید در برابر فرسایش، مقاوم باشد.

محیط پلاستیکی باید نسبت به تغییر شکل‌های ساختاریِ ناشی از بارهای اعمالی، از پایداری و استحکام لازم برخوردار باشد.

مساحت سطح ویژهٔ مورد استفاده در فرآیندهای با فیلم ثابت بدون بک‌واش، باید با توجه به نوع فاضلاب و نیز کارآیی مطلوب فرآیند، انتخاب شود. مساحت سطح ویژه برای فرآیندهای با سرعت بالا در فیلترهای چکنده و واکنش‌گاه‌های با بستر مستغرق، نباید از $۱۰۰\ m^2/m^3$ بیشتر باشد. در مورد تماس‌دهنده‌های بیولوژیکی چرخان نیز مساحت سطح ویژه نباید در نخستین بخش‌های پر بار بیشتر از $۱۵۰\ m^2/m^3$ باشد. به منظور انجام هم‌زمان حذف BOD و نیترات‌سازی یا انجام نیترات‌سازی به تنهایی در فیلترهای چکنده و در بخش‌های انتهاییِ واکنش‌گاه‌های با بستر مستغرق، مساحت سطح ویژهٔ مربوط به محیط نباید فراتر از مقدار $۲۰۰\ m^2/m^3$ باشند. در مورد تماس‌دهنده‌های بیولوژیکی چرخان، نیز نباید این مقدار بیش از $۲۵۰\ m^2/m^3$ باشد.

در واکنش‌گاه‌های با بستر مستغرق که در آنها محیط به صورت معلق است، مساحت سطح ویژه نباید متجاوز از $۱۰۰۰\ m^2/m^3$ باشد.

طراح باید پارامترهای بارگذاری را متناسب با نوع فرآیند بیولوژیکی با فیلم ثابت، انتخاب کند، و از مقداری مرتبط با کیفیت جریان ورودی، شرایط اقلیمی و همچنین کیفیت جریان خروجی مورد نیاز، استفاده کند.

**۴-۳-۴ ابعاد**

تعداد واحدها و مساحت پلان آنها باید با لحاظ کردن معیارهای زیر، انتخاب شود:

### ۴-۳-۴-۱ فیلترهای چکنده

توصیه می‌شود که این فیلترها به منظور تسهیل توزیع جریان ترجیحاً مدور باشند. در جاهایی که محدودیت فضا وجود دارد، ممکن است از طراحی‌های مستطیلی‌شکل نیز استفاده شود. در صورتی که توافق دیگری صورت نگرفته باشد، توصیه می‌شود در تمامی موارد، مگر در کوچکترین محوطه‌ها، دست‌کم دو واحد وجود داشته باشد تا ظرفیت آماده به کار را در صورت بروز خرابی، فراهم کند. در هر حال، به سبب محدودیت‌ها در طراحی پخش‌گر، قطر فیلترهای مدور نبایستی بیش از ۵۰ m باشد.

عمق محیط بهتر است بسته به الزامات فرآیند و کاربرد محوطه انتخاب شود؛ مثلاً بر مبنای بار هیدرولیکی[1] موجود. فیلترهای چکندهٔ ثانویهٔ طراحی‌شده برای انجام تصفیهٔ کامل فاضلاب، بهتر است در عمقی بین ۱٫۸ m و ۷٫۰ m قرار داشته باشد. فیلترهای سرعت بالای طراحی‌شده برای تصفیهٔ جزئی و همچنین فیلترهای نیترات‌ساز نیز می‌توانند در عمقی بین ۴٫۰ m و ۷٫۰ m باشند.

با استفاده از مساحت پلان برگرفته از حجم محیط و عمق انتخابی و دبی روزانهٔ فاضلاب، طراح باید از بسنده بودن میزان بارگذاری هیدرولیکی سطح اطمینان حاصل کند تا بدین ترتیب از خیس شدن مناسب هر جزء به منظور بهبود رشد بیوفیلم در میان بستر، اطمینان دهد. طراح باید عمق، میزان مناسب از بازچرخش و سرعت چرخش پخش‌گر و طراحی آن را به گونه‌ای انتخاب کند که نیروی فلاشینگ کافی برای عملیات موثر فیلتر فراهم شود.

### ۴-۳-۴-۲ تماس‌دهنده‌های بیولوژیکی چرخان

دیسک‌ها یا بسته‌های محیط به طور معمول دارای قطرهایی در گسترهٔ ۱ m تا ۵ m با طول شَفت‌هایی حداکثر تا ۱۰ m هستند. خمیدگی و انحراف شفت‌ها در بارگذاری عملیاتی کامل که در آن روتور[2] کاملاً با زی‌توده پر می‌شود، نباید بیشتر از یک سیصدم طول آن باشد.

حجم مخزن تماس‌دهنده‌های بیولوژیکی چرخان بهتر است کمینه زمان ماند[3] ۱ h را در بیشینه جریان ۴ $l/m^2$ سطح محیط فراهم کند.

### ۴-۳-۴-۳ واکنش‌گاه‌های با بستر مستغرق و بیوفیلترها

در این واکنش‌گاه‌ها، عمق بستر به طور معمول بین ۲ m و ۱۰ m است. عمق بستر بیوفیلترها می‌تواند بین ۲ m تا ۴ m باشد.

1-Hydraulic head
2-Rotor
3-Retention time

### ۴-۳-۵ توزیع جریان[1]

تمامی تصفیه‌خانه‌های بیولوژیکی باید امکان پخش یکنواخت جریان فاضلاب را در محیط پشتیبان فراهم سازند.

#### ۴-۳-۵-۱ فیلترهای چکنده

در این فیلترها، توزیع جریان می‌تواند از طریق محصول پخش‌گرهای ثابتی که از نازل‌های پاششی یا صفحات پاششی استفاده می‌کنند، یا از طریق پخش‌گرهای متحرک، تامین شود. پخش‌گرهای گردان برای فیلترهای مدور و پخش‌گرهای متحرک[2] برای فیلترهای مستطیلی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

پخش‌کن‌های گردان، باید به گونه‌ای طراحی شوند که میزان خیس‌خوردگی یکنواخت را برای سطح فیلتر فراهم کنند. از آنجا که با دور شدن از مرکز چرخش، میلهٔ دوّار مساحت سطحی بیشتری را پوشش می‌دهد، کمیت آبیاری بهتر است در این جهت افزایش یابد. این کار را می‌توان با افزایش تعداد نقاط تخلیه در واحد طولِ بازوی پخش‌گر در شعاع‌های بزرگتر ترتیب داد.

برای عملیات کارا تحت دوزینگ متناوب، کمینه یک دوز در هر ۳۰ min برای حصول اطمینان از خشک نشدن هیچکدام از زی‌توده‌ها لازم است.

#### ۴-۳-۵-۲ تماس‌دهنده‌های بیولوژیکی چرخان

ورودی و خروجی باید در انتهاهای مخالفِ تماس‌دهنده بیولوژیکی چرخان واقع شوند؛ به گونه‌ای که موجب جریان یافتن جریان ورودی از طریق مجموعهٔ مونتاژی چرخان شوند و از آن طریق مانع از اتصال کوتاه[3] شوند.

#### ۴-۳-۵-۳ واکنش‌گاه‌های با بستر مستغرق

سیستم‌های فیلم ثابت هوادهی‌شده ممکن است در پیکربندی‌ها روبه‌بالا یا روبه‌پایین عمل کنند. سیستم‌های بی‌اکسیژن برای ممانعت از اتصال کوتاه، نیازمند طراحی خاصی هستند.

#### ۴-۳-۵-۴ بیوفیلترها

باید توزیع جریان کافی بین واحدهای فیلتر فراهم شود. تعداد مناسبی نقاط ورودی فاضلاب و/یا نقاط تخلیه باید برای حصول اطمینان از توزیع جریان رضایت‌بخش در میان بستر محیط فراهم شود.

---

1-Flow distribution
2-Travelling distributor
3-Short-circuiting

### ۴-۳-۶ تأمین اکسیژن

فیلترهای چکنده باید مجهز به سیستم زه‌کشی در زیر[1] باشند که امکان جریان فاضلاب تصفیه‌شده را به بیرون از منطقه فرآیند، بدون هرگونه ممانعتی فراهم کند. این سیستم همچنین باید امکان دسترسی آزادانهٔ هوا را برای ته محیط پشتیبانی به منظور تهویه فراهم نماید. لوله‌های عمودی اضافی ممکن است درون بستر محیط تعبیه شود تا تهویه را ارتقا دهد. در مورد فیلترهای پرسرعت، بهتر است تأثیرات محیطی ناشی از بوها، با به‌کارگیری تهویه از طریق فَن، محصورسازی فیلترها و هدایت گازها از طریق کانالی به مرکز رفع بو، به حداقل رسانده شود.

تماس‌دهنده‌های بیولوژیکی چرخان به دسترسی آزادانه به هوا برای فیلم‌های بیولوژیکی چسبیده به محیط، اتکا دارند. پوشش‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که موجب تسهیل در دسترسی شوند، و محدودیتی در جریان هوای مورد نیاز ایجاد نکنند.

واکنش‌گاه‌های با بستر مستغرق و بیوفیلترها باید از قابلیت هوادهی مناسب برخوردار باشند تا بار پیک حاصل شود. تراکم نقاط ورودی هوا باید برای توزیع یکنواخت درون محیط مناسب باشد. برخی از طراحی‌ها امکان تأمین هوادهی را در نقطهٔ منفردی فراهم می‌کنند و سپس موجب چرخشِ فاضلاب هوادهی شده در میان بستر شده، توزیع مطلوب و مناسبی را فراهم می‌آورند.

**یادآوری**- از هوادهی، می‌توان برای پاک‌سازی و زدودن زی‌توده‌ها از روی محیط پشتیبان نیز استفاده کرد.

### ۴-۳-۷ زلال‌سازی و جداسازی مواد جامد

توصیه می‌شود که بعد از فیلترهای چکنده، تماس‌دهنده‌های بیولوژیکی چرخان و واکنش‌گاه‌های با بستر مستغرق، مرحلهٔ زلال‌سازی به منظور حذف مواد جامد قابل ته‌نشینی از جریان خروجی، تعبیه شود. بیوفیلترها بک‌واش می‌شوند و طبیعتاً نیازی به اجرای زلال‌سازی بعدی ندارند.

علاوه بر نوع فرآیند طرح‌ریزی‌شده و کارایی مورد نیاز برای جداسازی، پارامترهای اندازه‌بندی نیز وابسته به نوع زلال‌ساز و کمینه سرعت ته‌نشینی لجن است. برای این سرعت، مشخصه‌های هیدرولیکی خاصی برای هر دو زلال‌ساز با شارش بالارو و جریان افقی صرف‌نظر از تجهیز با ماژول‌های لایه‌ای، مد نظر قرار می‌گیرد

زلال‌ساز(ها) باید از عمق کافی برای حفظ لجن‌ها تحت بیشینه دبی برخوردار باشند.

سرعت شارش بالاروی جریان خروجی درون زلال‌ساز باید کمتر از پایین‌ترین سرعت ته‌نشینیِ مواد جامدی باشد که قرار است ته‌نشین شوند.

طراحی زلال‌سازها و تجهیزات حذف لجن باید برای جلوگیری از تعلیق مجدد مواد جامد، مناسب باشد.

---

1-Underdrainage system

برای اطلاع از سایر ملاحظات مربوط به طراحی، به بند ۴-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۶-۱۷۱۸۶ مراجعه شود.

زلال‌سازی را می‌توان با کمک فیلترهای استوانه‌ای[1]، چمن‌زارها[2]، آبیاری خاک یا لاگون‌ها نیز انجام داد.

آب بک‌واش حاصل از بیوفیلترها ممکن است به مرحلهٔ ته‌نشین‌سازی برگردد یا اینکه به صورت مجزا تصفیه شود.

### ۸-۳-۴ ملاحظات تکمیلی

تصفیه بیولوژیکی بهتر است از بارهای هیدرولیکی مازاد برای مثال با استفاده از وسایل سرریز و/یا مخازن سیلاب[3] حفاظت شود تا استاندارد تخلیهٔ مورد نیاز را تامین کند.

متعادل‌سازی جریان می‌تواند موجب بهبود سطح عملکردی، به‌ویژه میزان نیترات‌سازی شود.

توصیه می‌شود برای ممانعت از انسداد سیستم‌های پخش یا محیط توسط مواد جامد بزرگ، از ریزآشغال‌گیر[4] استفاده شود.

تصفیه‌خانه بهتر است به گونه‌ای طراحی شود که از انباشت و تراکم لجن در بستر محیط ممانعت به عمل آورد:

- پیشگیری از گندیدگی[5]؛
- اختلال در کارآیی تصفیه‌خانه؛
- پیشگیری از بوها؛
- پیشگیری از اضافه بار سازه‌ای.

## ۴-۴ طراحی تفصیلی

### ۱-۴-۴ سازه‌ها

سازه‌ها باید به گونه‌ای طراحی شود که بتواند در برابر کلیهٔ تنش‌های بالقوهٔ مکانیکیِ ناشی از عملیات مقاومت کند.

---

1-Drum filters
2-Grass plots
3-Storm tanks
4-Fine screen
5-Septicity

**۴-۴-۱-۱ فیلترهای چکنده**

طراحی سازه‌ای دیواره‌ها و کَف باید به شکلی باشد که بتواند در فشار کامل آب ناشی از گرفتگی محیط پشتیبانی مقاومت کند، مگر در مورد آن دسته از محیط‌های پشتیبانی که در آنها گرفتگی ممکن نیست یا سازه، نگهدارنده[1] نیست.

در صورت استفاده از محیط معدنی، تنش‌های تولیدشده در دیواره‌ها از طریق ته‌نشینی در ضمن انبساط فصلی و انقباض متعاقب باید در نظر گرفته شود.

**۴-۴-۱-۲ تماس‌دهنده‌های بیولوژیکی چرخان و واکنش‌گاه‌های با بستر مستغرق**

طراحی مخزن بهتر است به صورتی باشد که انباشت مواد جامد لجن به حداقل برسد و استحکام کافی را فراهم کند، تا عملکرد تجهیزات مکانیکی در طول عملیات مختل نشود.

**۴-۴-۱-۳ بیوفیلترها**

هرگاه طراحی دربردارندهٔ کف کاذبِ سوراخ‌دار باشد، که از محیط پشتیبانی کند و محفظهٔ پلنوم پایینی[2] را تشکیل دهد، باید فشارهای بالقوهٔ بر سازه در طول عملیات و بک‌واش لحاظ شود.

**۴-۴-۱-۴ زلال‌سازها**

ناحیهٔ ورودی باید به گونه‌ای طراحی شود که از اتلاف[3] انرژی و توزیع یکنواخت جریان اطمینان حاصل شود.

ناحیهٔ ته‌نشین‌سازی باید به گونه‌ای طراحی شود مساحت سطح کافی و عمق کافی را برای ته‌نشینیِ لجن گیاخاک تضمین کند و اتصال کوتاه را به حداقل برساند.

ناحیهٔ جمع‌آوری جریان خروجی باید به گونه‌ای طراحی شود که تضمین کنندهٔ موارد زیر باشد:

– برداشت[4] یکنواخت و آهستهٔ جریان خروجی از ناحیهٔ ته‌نشینی؛

– حفظ سهولت برای حذف لجن شناور و مواد دیگر؛

– انتقال[5] حداقلی لجن.

جمع‌آوری و حذف لجن باید طبق اندازه و نوع زلال‌ساز ترتیب داده شود. در صورت نصب هاپر[6]، زاویه شیب اندازه‌گیری‌شده از افق نباید کمتر از $^{\circ}$ ۵۰ برای هاپرهای مخروطی و کمتر از $^{\circ}$ ۶۰ برای هاپرهای هرمی شکل باشد.

---

1-Retentive
2-Bottom plenum chamber
3-Dissipation
4-Draw-off
5-carry over
6-Hopper

برای واحدهای کوچک، لجن ممکن است بر اثر جریان ثقلی و از طریق کف‌های شیب‌دار کج[1] (از ° ۵۰ تا ° ۶۰) تا حد امکان صاف و هموار، جمع‌آوری شود.

در مورد زلال‌سازهای بزرگتر با کف‌های مسطح یا کمی شیب‌دار، یک اسکراپر[2] یا وسیلهٔ برداشت دیگر همچون موارد زیر لازم است:

– تیغه‌های اسکراپر برای حرکت دادن لجن‌ها به سمت نقطه‌ای در مرکز (سازهٔ مدور) یا در لبه (سازهٔ مستطیلی)، به همراه هاپرهای متعدد؛

– لجن مکیده‌شده از کفِ زلال‌ساز از طریق سیفون‌ها یا پمپ‌هایی که روی پل‌های متحرک ثابت شده‌اند؛

وسیلهٔ برداشت، باید به گونه‌ای طراحی شده باشد که بتواند بازیابی سریعِ لجن را تضمین کند، تا بدین ترتیب شرایط بی‌هوازی به وجود نیاید. سرعت و تندی وسایل اسکراپر در مواقع استفاده باید آن قدر کم باشد که تلاطم[3] به حداقل برسد.

### ۲-۴-۴ تجهیزات مکانیکی و الکتریکی

عمر مفید طراحی تجهیزات باید به شرح زیر باشد، مگر آنکه به گونهٔ دیگری توافق شده باشد:

– ردهٔ ۳: برای موتورها، موتورهای گیربکسی و زنجیرهای راه‌انداز؛

– ردهٔ ۴: برای بلبرینگ‌های میانی[4] هر پخش‌گرِ گردان؛

– ردهٔ ۵: برای بلبرینگ‌های تماس‌دهنده‌های بیولوژیکی چرخان.

#### ۱-۲-۴-۴ فیلترهای چکنده

پخش‌گرهای گردان معمولاً به شیوهٔ الکتریکی یا واکنش هیدرولیکی به کار می‌افتند. قطر حفره‌های موجود در بازوهای پخش‌گر باید حداقل برابر با ۲۰ mm باشد. در صورت تعبیهٔ آشغال‌گیر ریز، این مقدار ممکن است کاهش یابد. همچنین درپوش‌های انتهایی قابل جداسازی باید در انتهاهای بازوهای پخش‌گر واقع تعبیه شود تا بدین ترتیب تمیزسازی انسدادها تسهیل گردد.

#### ۲-۲-۴-۴ تماس‌دهنده‌های بیولوژیکی چرخان

روتور تماس‌دهندهٔ بیولوژیکی چرخان باید در مقابل بیشینه بار طراحی، زمانی که فضای خالی به صورت جزئی با فیلم بیولوژیکی پر می‌شود، مقاومت کند. افزون بر این، موتورها، گیربکس‌ها و بلبرینگ‌ها نیز باید در

1-Steeply inclined floors
2-Scraper
3-Turbulence
4-Central bearings

برابر نیروهای نامتوازن که می‌تواند هنگام ساکن ماندن روتور و فیلم بیولوژیکی مربوطه برای هر مدت زمان درحالت عادی، و به طور جزئی مستغرق، افزایش یابد، مقاومت کند.

بلبرینگ‌های تماس‌دهنده‌های بیولوژیکی چرخان باید از قابلیت تحمل انحرافات تا میزان ۵ mm/m طول شَفت برخوردار باشند.

**۴-۴-۲-۳ واکنش‌گاه‌های با بستر مستغرق و بیوفیلترها**

بک‌واش با استفاده از جریان خروجی تصفیه‌شده و اغلب با کمک هوا برای تمیزسازی بستر صورت می‌گیرد. جریان خروجی تصفیه‌شده برای بک‌واش بهتر است درون مخزنی انباشته شوند. بک‌واش ممکن است در فواصل زمانی معین و/یا بر پایهٔ افت فشار انجام شود. در صورت انجام بر پایهٔ زمان، بک‌واش بهتر است زمانی آغاز شود که افت فشار بیشتر از سطح بحرانی باشد.

چنان چه یکی از واحدهای تصفیه از سرویس خارج شود، دیگر واحدها باید از قابلیت بارگذاری مازاد و حفظ و تأمین عملکرد مورد نیاز برخوردار باشند. در مواردی که بک‌واش به صورت پیوسته نباشد، بهتر است از مخزن متعادل‌کننده جهت خیساندن لجن بهره گرفت.

برنامهٔ بک‌واش لازم است چرا که هوا و آب بک‌واش ممکن است به صورتی جداگانه یا با هم در مراحل جداگانهٔ فرآیند بک‌واش مورد استفاده قرار گیرند. برنامه برای فیلترهای چندلایه باید هم برای تمیزسازی بستر و هم طبقه‌بندی تک‌تک لایه‌های فیلتر تنظیم شود. در صورت استفاده از فیلتر جریان پیوسته، نیازی به اجرای برنامهٔ بک‌واش نیست، چرا که بخشی از محیط به سیستم شستشوی مجزایی انتقال می‌یابد.

## پیوست الف

## (آگاهی‌دهنده)

## طراحی و بارگذاری داده‌ها

**الف-۱** در بند ۴ این استاندارد، در خصوص طراحی فیلترهای چکنده، تماس‌دهنده‌های بیولوژیکی چرخان و واکنش‌گاه‌های بستر ثابت مستغرق (یا بیوفیلترها) اطلاعاتی ارائه شد تا موارد عمدهٔ طراحی را برای هر نوع فرآیند، برجسته سازد. در این پیوست، اطلاعات تفصیلی‌تر در مورد نرخ‌های بارگذاری معمولی مورد استفاده برای طراحی هر نوع فرآیند بسته به حالت‌های اصلی عملکردی ارائه شده است (البته در انگلستان).

نرخ‌های بارگذاری معمولی برای تصفیهٔ فاضلاب خانگی مبتنی بر گسترهٔ دمایی معمول انگلستان (از ۶ درجه سلسیوس در زمستان تا ۱۸ درجه سلسیوس در تابستان) است. نرخ بارگذاری کمتر ممکن است لازم باشد، اگر فاضلاب:

- حاوی میزان قابل توجهی از پسماندهای تجاری باشد که از تصفیهٔ بیولوژیکی ممانعت کنند؛
- دارای دمایی زیر دمای متوسط باشد؛
- از یک شبکهٔ فاضلابی که در معرض سطح بالایی از نفوذ نمک بوده است، به دست آید؛
- دارای تغییرات فصلی از نظر جریان و بار باشد.

**یادآوری**- در تمامی موارد، سرعت بارگذاری واقعی بر کیفیت جریان خروجی مورد نیاز بستگی دارد. ممکن است لازم شود مواد مغذی به آن افزوده شود، چنان چه آنها مقدار آنها در جایگاه‌هایی که در آن فاضلاب حاوی بخش قابل توجهی از پسماندهای تجاری است، کم باشد.

**الف-۲ فیلترهای چکنده**

**جدول الف-۱-میزان بارگذاری نوعی برای فیلترهای چکنده**

| تصفیه مورد نیاز | نوع فرآیند | سطح ویژه محیط پشتیبانی $m^2/m^3$ | میزان بارگذاری حجم‌سنجی | | میزان بارگذاری سطحی $m^3/m^2.h$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | $kgBCD/m^3.d$ | $kgNH_4\text{-}N/m^3.d$ | |
| تصفیه جزئی | با نرخ زیاد | ۴۰ تا ۱۰۰ | ۰٫۵ تا ۵ | - | |
| اکسیداسیون کربنی/نیترات‌سازی | با نرخ کم | ۸۰ تا ۲۰۰ | ۰٫۰۵ تا ۵ | ۰٫۰۱ تا ۰٫۰۵ | ۰٫۰۳ تا ۰٫۱ |
| نیترات‌سازی ثالث | با نرخ کم | ۱۵۰ تا ۲۰۰ | □ ۴۰ mg BOD/l | ۰٫۰۲ تا ۰٫۰۴ | ۰٫۲ تا ۱ |

## الف-۲واکنش‌گاه‌های بیولوژیکی چرخان

| تصفیه مورد نیاز | نوع فرآیند | نرخ بارگذاری جرمی سطح اولین‌مرحله $Kg/m^2.d$[a] | میانگین نرخ بارگذاری جرمی سطح $Kg/m^2.d$ |
|---|---|---|---|
| تصفیه جزئی | نرخ زیاد | ≤ ۰/۰۴ | ≤ ۰/۰۱ |
| اکسیداسیون کربنی | نرخ کم | ≤ ۰/۰۳ | ≤ ۰/۰۰۵ |
| اکسیداسیون کربنی/نیترات‌سازی | نرخ کم | ≤ ۰/۰۳ | ≤ ۰/۰۰۲ |

[a] هرگاه واحد به مراحلی تقسیم می‌شود، نرخ بارگذاری در اولین مرحله باید کمتر از مقدار توصیه‌شده باشد تا از مازاد رشد فیلم ممانعت کند و بوها را کاهش دهد.

## الف-۳ واکنش‌گاه‌های با بستر ثابت مستغرق

**جدول الف-۳-نرخ‌های بارگذاری نوعی برای واکنش‌گاه‌های با بستر ثابت مستغرق**

| تصفیه مورد نیاز | نوع فرآیند | نرخ‌های بارگذاری | |
|---|---|---|---|
| | | $Kg\ BOD/m^3.d$ | $kgNH_4\text{-}N/m^3.d$ |
| اکسیداسیون کربنی | نرخ زیاد | ۲ تا ۵ | - |
| اکسیداسیون کربنی/نیترات‌سازی | نرخ زیاد | ۰٫۵ تا ۲ | ۰٫۱ تا ۰٫۴ |
| نیترات‌سازی ثالث | نرخ زیاد | □ ۲۰ mg BOD/l[a] | ۰٫۲ تا ۱٫۰ |

[a] غلظت در جریان ورودی تصفیه‌خانه

## الف-۴ مخازن گیاخاک

بسته به بازده زلال‌سازی مورد نیاز، بیشینه میزان بارگذاری سطح نباید از محدودهٔ $m^3/m^2.h.$ ۰٫۵ تا $m^3/m^2.h.$ ۱ فراتر رود. بیشینه زمان ماند در جریان پیک باید h ۲ باشد. برای مخازن لجن‌روبی، شیب کف به طور معمول از در محدوده ۱۴ درجه تا ۱۶ درجه است.

## کتاب‌نامه

[1] OENorm B 2502-1, Domestic sewage treatment plants for buildings up to 50 inhabitants — Appliance, dimensioning, erection and operation.
[2] OENorm B 2502-2, Small sewage treatment plants — Installations for buildings of 51 to 500 population equivalents — Application, dimensions, construction and operation.
[3] VORNORM OENORM B 2505-2, Bepflanzte Bodenfilter (Pflanzenkläranlagen)-Anwendung, Bemessung, Bau und Betrieb.
[4] OWAV – RB 23, Geruchsemissionen aus Abwasseranlagen.
[5] Ministere de l'équipment, du logement et des transports (96-7 TO); Conception et execution d'installations d'épuration d'eaux usées, Fascicule n° 81 titre II.
[6] DIN 19569-8, Sewage treatment plants — Principles for the design of structures and technical equipment — Part 8: Specific principles for the equipment for sewage treatment in granular fixed bed filters.
[7] ATV-A 122, Principles for dimensioning, construction and operation of small sewage treatment plants with aerobic biological purification stage for connecting values between 50 and 500 total number of inhabitants and population equivalents 2).
[8] ATV-A 135, Principles for the dimensioning of biological filters and biological contactors with connection values over 500 population equivalents 2).
[9] ATV-A 257, Dimensioning principles for sewage oxidation ponds and in-line biological filters or contact aerators 2).
[10] ATV-Handbuch: Biologische und weitergehende Abwasserreinigung, Verlag Ernst & Sohn, Berlin und München, 4. Auflage 1997.
[11] VSA-Richtlinie, Kleinkläranlagen — Richtlinie für den Einsatz, die Auswahl und die Bemessung von Kleinkläranlagen (1995).
[12] BS 6297 (amended 1990), Code of practice for design and installation of small sewage and treatment works and cesspools
[13] BS 1438 (amended 1980), Media for Biological Percolating Filters.
[14] The Institution of Water and Environmental Management. Unit Processes BIOLOGICAL FILTRATION. 1988..