عوامل مؤثر بر تولید کف در سیستمهای تصفیه فاضلاب به روش لجن فعال و راههای پیشگیری و کنترل آن ★

ترجمه: نعمت ا... جعفرزاده حقیقی*

مقدمه

در بسیاری از سیستمهای تصفیه بیولوژیکی فاضلاب به‌طور معمول مقادیر زیادی کف تولید می‌شود که می‌تواند موجب بروز مشکلات مهمی در امر بهره‌برداری گردد. کف تولیدی در این واحدها دارای ماهیت متنوعی بوده و بخشی از آن نسبتاً ناپایدار و به سادگی قابل کنترل هستند، در حالی که بخش دیگر بسیار پایدار، مقاوم و به سختی قابل کنترل می‌باشد.

با توجه به مشکلات ناشی از وجود کف در تصفیه خانه‌های فاضلاب، درک ماهیت اصلی آن نخستین گام در تشخیص دقیق علت بروز مسایل و ارائه یک راه حل عملی با توجیه اقتصادی مناسب برای پیشگیری و یا کنترل چنین مشکلاتی می‌باشد.

کف تولیدی در سیستمهای تصفیه می‌تواند دارای منشا شیمیایی باشد که ناشی از وجود مواد پاک کننده در فاضلاب خام است. از سوی دیگر ممکن است کف تولیدی دارای منشا زیستی باشد که در این صورت آن را به عنوان "کف نوکاردیایی" می‌شناسند. باید توجه نمود که گرچه دو منشا فوق مهمترین عوامل تولید کف هستند اما مشکل تولید کف می‌تواند چندین عامل دیگر هم داشته باشد.

از آنجا که علیرغم اهمیت بهداشتی، فنی، عملیاتی و زیبایی شناختی افزایش کف در سیستمهای تصفیه فاضلاب، آگاهی نسبت به ماهیت، نوع و چگونگی تولید کف بسیار کم می‌باشد بنابراین در این مقاله پس از شناسایی انواع کف موجود در تصفیه‌خانه‌ها، چگونگی تولید یا افزایش، عوامل موثر بر تولید و روش پیشگیری و کنترل آن مورد بحث قرار گرفته است.

۱ـ کف غیر رشته‌ای

بخش قابل توجهی از کف تولیدی در سیستمهای تصفیه بیولوژیکی فاضلابها می‌تواند دارای منشا عملیاتی، شیمیایی و یا فیزیکی باشد و ارتباطی با فرایند رشد و افزایش میکروارگانیزمها رشته‌ای ندارد. مهمترین عواملی که بر شدت تولید این نوع کفها تاثیر می‌گذارند عبارتند از:

- شرایط و محدودیتهای موجود در فرایند تصفیه
- کمبود مواد مغذی در سیستم تصفیه

* عضو هیات علمی دانشگاه علوم پزشکی اهواز

- مشکلات موجود در عملیات برگرداندن لجن فعال به واحد هوادهی
- وقوع فرایند دی‌نیتریفیکاسیون در مخازن ته‌نشینی ثانویه
- شناور شدن روغن و چربی از طریق اتصال به حبابهای هوا

منظور از شرایط محدود کننده در فرایند تصفیه عدم وجود شرایط مورد نیاز رشد میکروبی و کمبود فرصت مناسب برای ایجاد تماس با مواد غذایی فاضلاب می‌باشد که عموماً در مراحل ابتدایی راه‌اندازی یک سیستم یعنی زمانی که هنوز توده میکروبی با محیط فاضلاب سازگار نشده و یا جمعیت آنها اندک می‌باشد اتفاق می‌افتد.

از سوی دیگر این پدیده می‌تواند در اثر کاهش ناگهانی جامدات مایع مخلوط و یا ورود یک بارناگهانی[1] مواد سمی به فاضلاب مورد تصفیه مشاهده گردد. باید توجه نمود که کاهش جامدات مایع مخلوط روشی مرسوم برای کنترل تولید کف بیولوژیکی است که سبب کاهش زمان ماند جامدات در سیستم می‌گردد.

کمبود مواد مغذی مورد نیاز بندرت برای سیستمهای تصفیه فاضلاب‌های خانگی به عنوان یک مشکل اساسی پدیدار می‌گردد. اما تاسیساتی که مقادیر قابل توجهی فاضلاب صنعتی را می‌پذیرند غالباً یک یا چند ماده مغذی راکم داشته و به‌ویژه اگر نسبت فاضلاب صنعتی به خانگی به‌صورت قابل ملاحظه‌ای افزایش یابد، احتمال بروز این پدیده بیشتر شده و در نتیجه توده میکروبی در سیستم تصفیه فاضلاب تحت شرایط کمبود مواد مغذی تولید مقادیر زیادی ترکیبات پلیمری خارج سلولی با ویژگیهای مشابه مواد فعال سطحی را شروع می‌نمایند و این مواد موجب افزایش کف خواهند شد.

از سوی دیگر در تصفیه‌خانه‌هایی که برای تصفیه پیشرفته و حذف ازت و فسفر طراحی شده‌اند نیز ممکن است پدیده محدودیت مواد مغذی به عنوان یک عامل مهم در افزایش کف موثر واقع شود. در این میان تاسیساتی که برای حذف فسفر یا ازت به روش شیمیایی طراحی شده‌اند به دلیل بروز محدودیت مواد مغذی ممکن است با تولید کف چسبنده و ضخیمی مواجه شوند که کاملاً با کف ناشی از شرایط و محدودیتهای فرایند متفاوت می‌باشد (البته هر دو مورد جزو کفهای با منشاء غیر رشته‌ای می‌باشند).

عملیات برگشت لجن فعال نیز ممکن است بر شرایط بهره‌برداری از سیستم تأثیر نماید به‌طوریکه سبب تغییراتی از افزایش بار مواد مغذی در سیستمهای حذف بیولوژیکی تاکف‌زایی شود. به‌طور مثال در صورتی که افزودن پلیمرها به لجن برگشتی برای افزایش میزان غلظت جامدات در سیستم آبگیری لجن مرسوم باشد، در این صورت ممکن است میزان ترکیبات پلیمری در منطقه هوادهی افزایش یافته و در نتیجه علاوه بر تسریع و افزایش کف تولیدی، ته‌نشینی مواد جامد هم در واحد زلال کننده دچار مشکل شود.

افزودن ترکیبات پلیمری با توجه به افزایش هزینه‌های مورد نیاز سیستم تصفیه، حمل و دفع لجن در بسیاری از تصفیه‌خانه‌های فاضلاب مورد پذیرش قرار گرفته و با توجه به کاهش حجم و در نتیجه بهبود روشهای حمل و دفع و پایین آمدن هزینه‌های مورد نیاز توجه بیشتر به افزودن این ترکیبات معطوف شده است.

با این همه اثرات نامطلوب افزودن پلیمرها کمتر ارزیابی شده و تنها پس از بروز مشکلات جدی از قبیل افزایش کف در منطقه هوادهی و بروز اختلال در بهره‌برداری از سیستمهای تصفیه بیولوژیکی فاضلاب مورد توجه قرار گرفته است. از سوی دیگر در اثر مصرف اضافی پلیمرها در مخازن ته‌نشینی اولیه نیز بروز مشکلات افزایش کف در سیستم تصفیه امری قابل انتظار می‌باشد. بررسیها نشان می‌دهند که کف تولیدی در اثر افزودن ترکیبات پلیمری در خط برگشت لجن و مخازن ته‌نشینی اولیه و ثانویه دارای ضخامت بسیار زیاد شده و به‌صورت پف کرده ظاهر می‌گردد.

چنانچه در ناحیه لجن مخزن ته‌نشینی ثانویه فرایند

1- Shock Loading

دی‌نیتریفیکاسیون شروع گردد، گاز ازت تولیدی در مسیر صعود خود موجب بالا آوردن برخی مواد سبک و شناور ساختن آنها می‌گردد و هر چند این مواد را نمی‌توان به عنوان ترکیبات تشکیل دهنده کف طبقه‌بندی نمود، اما این ترکیبات نیز از جنبه فنی و بهره‌برداری مانند کف موجب کاهش بازدهی ته‌نشینی می‌شوند.

گرچه می‌توان با استفاده از روشهای مکانیکی موجب خروج گاز ازت، پخش ذرات شناور و بهبود ته‌نشینی مجدد آنها شد، اما چنین روشهایی هیچگونه تاثیری بر عوامل تولید کننده کف نخواهند داشت و تنها راه کاهش دی‌نیتریفیکاسیون در لایه لجن، کاستن میزان لجن با دفع کافی آن و ایجاد شرایط هوازی در محیط می‌باشد.

شناور شدن ذرات روغن و چربی نیز تا حدودی مشابه فرایند فوق به نظر می‌رسد. بنابراین باید ترکیبات روغن و چربی شناور را در یک گروه جداگانه مورد توجه قرار داد. به عبارت دیگر لجن شناور در درجه اول شامل ذرات جامد ته‌نشین شده‌ای است که مجدداً به حالت تعلیق در آمده‌اند، در صورتی که کفاب شناور تودهٔ در هم پیچیده‌ای از مواد سبک قابل شناور مانند چربی و روغن است که به وسیله حبابهای هوا به سطح آب منتقل شده‌اند. هوای مورد نیاز برای وقوع این پدیده در اثر ریزش آب برروی سرریزها تامین گشته و در نتیجه در نواحی غیر هوازی و بیهوازی راکتورهای بیولوژیکی حذف مواد مغذی نیز امکان تشکیل کفاب فراهم گردیده و علاوه بر آن انتشار گاز ازت در تغلیظ کننده‌های لجن و زلال کننده‌ها نیز می‌تواند این وضعیت را به وجود آورد. کفاب تولیدی به دلیل شناوری در سطح مخازن و استخرهای تصفیه‌خانه براحتی با استفاده از تجهیزات کفاب گیر قابل جداسازی می‌باشند.

۲ـ کف رشته‌ای

کف رشته‌ای مهمترین، معمولترین، مشکل سازترین و پایدارترین کف بیولوژیکی در سیستمهای تصفیه بیولوژیکی فاضلاب می‌باشد. مطالعات انجام شده در ایالات متحده آمریکا نشان می‌دهد که ۷۲٪ سیستمهای تصفیه دارای مشکل افزایش کف رشته‌ای بوده که آن را کف نوکاردیایی می‌نامند. کف نوکاردیایی دارای ویژگی رشته‌ای، با رنگ قهوه‌ای و پایداری زیاد، چسبنده و همراه با چربی و مواد شناور روغنی می‌باشد. مهمترین مشکلات بهره‌برداری ناشی از تولید کف رشته‌ای شامل مزاحمتهای جدی در فعالیت سیستمها، تولید بو، مخاطرات و کاهش ایمنی براثر لغزنده شدن مسیرهای عبور و مرور شاغلین در تصفیه‌خانه، برهم زدن تعادل هیدرولیکی و انتقال جامدات، کاهش کیفیت پساب خروجی و تولید کف در هاضمهای لجن می‌باشند. برخلاف باور عمومی، کف رشته‌ای تنها ناشی از وجود یک میکروارگانیزم به نام نوکاردیا[1] نبوده، بلکه مربوط به دو جنس از باکتریها که دارای گونه‌های بسیار متنوعی هستند، می‌باشد. این دو جنس عبارتند از جنس نوکاردیا و جنس رودوکوکوس[2].

گونه‌های متعلق به جنس نوکاردیا شامل نوکاردیا ـ آمارایی[3]، نوکاردیا ـ آستروئیدز[4] و نوکاردیا ـ پیننسیس[5] می‌باشند و گونه‌های متعلق به جنس رودوکوکوس عبارتند از: رودوکوکوس ـ رودوکروس،[6] رودوکوکوس ـ روبر،[7] رودوکوکوس ـ اتیروپولیس[8]، رودوکوکوس ـ کوپروپیلوس[9] و رودوکوکوس ـ اکیویی[10]. تمام این گونه‌ها گرم مثبت هستند و از جنبه مورفولوژی دارای تشابهات فراوانی می‌باشند و به گروه بزرگی از باکتریها یعنی اکتینومیستها مربوط می‌باشند. علاوه بر این یک گونه غیر اکتینومیست به نام میکروتریکس پارویسلا[11] نیز در ایجاد کف رشته‌ای دخالت دارد. چون اکثر میکروارگانیزمهای عامل تولید کف رشته‌ای با استفاده از میکروسکوپهای نوری ساده قابل جداسازی و تشخیص نمی‌باشند، بنابراین آنها را در مقالات علمی به نام میکروارگانیزمهای رشته‌ای نوکاردیا شکل معرفی می‌نمایند.

تمام گونه‌های تولید کننده کف بیولوژیکی بدون توجه

1- Nocardia
2- Rhodococcus
3- N.amarae
4- N.asteroides
5- N.pinensis
6- R.rhodocrous
7- R.ruber
8- R. ethyropolis
9- R.copropilus
10-R.equi
11- Microthrix parvicella

به نوع جنس یا گونه، براساس چگونگی تمایل تولید کف از چند ویژگی مشابه به شرح زیر برخوردار می‌باشند:

- آب‌گریزی یا دافعه شدید نسبت به آب دیواره سلولی که موجب اتصال میکروارگانیزمها به حبابهای هوا شده و در نتیجه امکان انتقال به فاز بینابین هوا و آب و تجمع آنها را در سطح فراهم می‌سازد. این ویژگی عامل مهمی در افزایش کف بیولوژیکی است.
- توانایی تولید و ذخیره مواد فعال سطحی و کاهش کشش سطحی در مایع مخلوط در راکتور بیولوژیکی.
- توانایی میکروارگانیزمهای عامل تولید کف در تجزیه طیف وسیعی از ترکیبات پیچیده هیدروکربنی شامل روغن و چربی که در غیر این صورت در سطح راکتور بیولوژیکی شناور می‌مانند.
- پایین بودن سرعت رشد میکروارگانیزمهای عامل تولید کف نسبت به باکتریهای تشکیل دهنده لخته که موجب شسته شدن این گروه در زمان ماند میکروبی پایین[1] می‌گردد. (اگر چه هنوز کیفیت پساب خروجی را نامطلوب می‌کند).
- میزان جذب کم سوبسترا نسبت به میکروارگانیزمهای تولید کننده لخته در شرایطی که نسبت غذا به جرم سلولی (F/M) بالا می‌باشد و افزایش سرعت مصرف مواد غذایی در زمانی که نسبت غذا به جرم سلولی پایین است. در حقیقت در شرایطی که نسبت F/M پایین است شرایط رشد این میکروارگانیزمها مناسب می‌گردد.

با درنظر گرفتن موارد فوق و توجه به ویژگیهای اساسی میکروارگانیزمهای عامل تولید کف بیولوژیکی می‌توان فرایندهای مختلف و عوامل مهم محیطی که در تشکیل و پایداری کف تأثیر می‌گذارند را مشخص نمود. گزارشهایی که براساس مطالعات در مقیاس آزمایشگاهی ارائه شده‌اند، این موضوع را مورد تاکید قرار می‌دهند که جمعیت باکتریهای رشته‌ای در محدوده زمان ماند میکروبی بین ۱/۵ تا ۱۵ روز با افزایش زمان، سریعاً زیاد شده و در مقابل چنانچه زمان ماند میکروبی در محدوده ۱/۵ تا ۲/۲ روز باشد، ممکن است تا حد غیر قابل اندازه‌گیری بر حسب تغییرات دمای محیطی نیز کاهش یابند. با توجه به موارد فوق می‌توان چنین نتیجه گرفت که با افزایش /MCRT احتمال افزایش جمعیت باکتریهای رشته‌ای و تولید کف نیز بیشتر می‌شود.

چون باکتریهای رشته‌ای و به‌ویژه باکتریهای مشابه نوکاردیا آب گریز می‌باشند ،بنابراین سلولهای آنها تمایل به تجمع در سطح آب را داشته و چنانچه در محل آب‌بندها و سرریزهای خروجی تانک هوادهی به دام افتند بکارگیری روشهای کنترل کننده در لجن دفعی احتمالاً نمی‌تواند موجب حذف مقدار قابل توجهی از آنها گردد. از سوی دیگر عملیاتی که برای جمع‌آوری کف تولیدی انجام می‌شود نیز موجب تجمع سوبسترای مورد نیاز میکروارگانیزمها می‌شود.

هر چند از جنبه نظری غلظت مواد جامد معلق مایع مخلوط (MLSS) مستقیماً به زمان ماند میکروبی وابسته است، اما در یک زمان ماند میکروبی مشابه ممکن است براثر تغییر حجم استخر هوادهی غلظت مواد معلق مایع مخلوط تغییرات چشمگیری نشان دهد. به عنوان مثال در صورت یکسان بودن جرم رشته‌های نوکاردیایی در زمان ماند میکروبی یکسان به‌طور حتم غلظت این رشته‌ها در استخر هوادهی با حجم کوچکتر بیش از استخر هوادهی با حجم بزرگتر خواهد بود. به عبارت دیگر می‌توان عنوان نمود که در استخرهای هوادهی کوچکتر غلظت MLSS افزایش یافته و تمایل به تولید کف در سیستم نیز بیشتر می‌گردد.

از سوی دیگر چون میزان هوادهی در واحد حجم استخر هوادهی افزایش می‌یابد ،بنابراین انتقال باکتریهای رشته‌ای به سمت سطح آب روند سریعتری می‌یابد. افزون بر این در بررسیهای چند ساله اخیر آشکار گردیده است که برای تشکیل کف بیولوژیکی باید یک حداقل غلظت یا آستانه غلظت از باکتریهای رشته‌ای در محیط وجود داشته باشد. بنابراین سیستمهای لجن فعال دارای MLSS بیشتر برای تولید کف نوکاردیایی مناسبتر از سیستمهایی هستند

1- Mean Cell Residence Time (MCRT)

که با MCRT مشابه دارای غلظت MLSS کمتر (به علت حجم حوضچه هوادهی بیشتر) می‌باشند.

سرعت و میزان هوادهی نیز می‌تواند در تولید کف رشته‌ای و ارتفاع آن مؤثر بوده و از طریق انتقال سلولهای باکتریها از درون مایع مخلوط به سطح آب موجب افزایش کف تشکیل شده می‌گردند.

۳ـ عوامل مؤثر بر تولید کف

مهمترین عواملی که بر تولید کف بیولوژیکی تأثیر می‌گذارند عبارتند از : دما، pH ، مواد فعال سطحی و شیوه‌های بهره‌برداری از سیستمهای تصفیه .

۳ـ۱ تأثیر دما:

میزان رشد نوکاردیا با دما متناسب بوده و در گرمای تابستان رشد بیشتری صورت می‌گیرد. به عبارت دیگر در صورت وجود زمان ماند میکروبی مشابه میزان کف تولیدی ناشی از باکتریهای رشته‌ای مشابه نوکاردیا در تابستان با دمای بالا بیشتر از زمستان با دمای پایین می‌باشد. هر چند بررسی دیگری نشان می‌دهد که بهترین دوره زمانی برای رشد باکتریهای شبیه نوکاردیا در فصول بهار و پاییز و در محدودهٔ دمای ۱۴ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

۳ـ۲ تأثیر pH:

مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که در pH برابر با ۶/۵ رشد نوکاردیا و باکتریهای مشابه افزایش می‌یابد. از سوی دیگر چنین شرایطی در سیستمهای لجن فعال با مصرف اکسیژن خالص به دلیل افزایش غلظت گازکربنیک در فضای فوقانی راکتور بیولوژیکی وجود دارد و علاوه بر آن در سیستمهای لجن فعال همراه با مرحله نیتریفیکاسیون نیز به دلیل مصرف قلیاییت، وجود شرایط اسیدی و pH پایین موجب افزایش احتمال تولید کف بیولوژیکی خواهد شد.

۳ـ۳. تأثیر مواد فعال سطحی

نتایج مطالعات در مقیاس واقعی نشان داده است که مواد فعال سطحی در تشکیل انواع کف شیمیایی و بیولوژیکی تأثیر گذار می‌باشند. هر چند این ترکیبات در تشکیل کف بیولوژیکی تنها عامل نمی‌باشند، اما به دلیل کاهش کشش سطحی به فرایند تولید کف سرعت می‌بخشند. ارتباط بین مواد فعال سطحی و تولید کف به‌ویژه در سیستمهای تصفیه فاضلاب مرکب که پسابهای صنعتی، خدماتی و تجاری را نیز می‌پذیرند، از اهمیت بسیاری برخوردار می‌باشد. وجود برخی مواد فعال سطحی مانند آلکیل فنل اتوکسیلاتها که به آهستگی در سیستم لجن فعال تجزیه می‌شوند موجب افزایش سرعت تولید کف و بروز مشکلات مختلف در بهره‌برداری خواهد شد.

۳ـ۴ تأثیر شیوه‌های بهره‌برداری:

عملیاتی که در بهره‌برداری از سیستمهای بیولوژیکی تصفیه فاضلاب انجام می‌گیرند می‌توانند از راههای مختلف موجب تشدید تولید کف رشته‌ای باشند. به عنوان مثال در صورت افزایش زمان‌ماند میکروبی میزان کف تولیدی نیز افزایش می‌یابد.

شکل هندسی راکتورها و غلظت مواد معلق مایع مخلوط نیز از جمله عواملی هستند که بر تولید کف رشته‌ای اثر می‌گذارند. بررسیها نشان می‌دهند که در راکتورهای با جریان نهرگونه[1] به دلیل وجود نسبت F:M بالا در بخش ابتدایی آن شرایط برای رشد باکتریهای رشته‌ای نامناسبتر از راکتورهای با جریان اختلاط کامل[2] می‌باشند. به عبارت دیگر در جریان نهرگونه باکتریهای تشکیل دهنده لخته در رقابت با باکتریهای تولید کننده کف غالب هستند. از سوی دیگر کاربرد روشهای هوادهی ممتد لجن یا تثبیت تماسی[3] نیز بیشتر از راکتورهای با جریان نهرگونه و یا روش تغذیه مرحله‌ای برای رشد باکتریهای رشته‌ای مناسب هستند. دلیل بروز چنین پدیده‌ای این است که در هوادهی مجدد لجن بخشی از سیستم هوادهی تنها شامل لجن فعال برگشتی است که دارای مقادیر بسیار زیاد مواد جامد معلق بوده و بنابراین

1- Plug Flow　　2- Completed Mixed
3- Contact Stabilization

شرایط مناسبی برای رشد باکتریهای رشته‌ای فراهم می‌گردد. از سوی دیگر روش تغذیه مرحله‌ای همراه با هوادهی ممتد لجن نیز غلظت زیادی از MLSS تولید نموده که موجب پایین بردن نسبت F:M حداقل در نیمی از حجم راکتور می‌گردد.

۴ـ روشهای کنترل تولید کف رشته‌ای

در ۲۰ سال گذشته روشهای متنوعی برای کنترل کف رشته‌ای ناشی از رشد باکتریهای مشابه نوکاردیا در تصفیه‌خانه‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفته و نتایج متفاوتی از کاربرد آنها بدست آمده است. از میان روشهای مورد استفاده کنترل زمان ماند میکروبی، کلرزنی مواد جامد معلق مایع مخلوط و لجن فعال برگشتی، کلرزنی مستقیم به توده کف تولید شده، دفع لجن با برنامه زمانی معین و کاربرد انتخابگرها بیشتر مرسوم می‌باشند.

۴ـ۱ کنترل MCRT:

بررسیهای انجام شده در ایالات متحده آمریکا در سالهای ۹۲ـ ۱۹۹۰ نشان داد که در ۴۴٪ از واحدهای مورد بررسی دارای مشکل تولید کف رشته‌ای روش مورد استفاده برای کنترل مشکل تنظیم زمان ماند میکروبی بوده است. همین بررسیها نشان می‌دهد که در ۷۵٪ موارد روش فوق قادر به کاهش تولید کف بوده و در تمام مواردی که زمان ماند میکروبی کمتر از ۶ روز نگهداشته شده بود مشکل فوق به حداقل رسید.

باید توجه نمود که گرچه کنترل MCRT همواره قابل اجرا نیست اما به دلیل سادگی و تأثیر زیاد باید نخستین کاری باشد که برای کاهش تولید کف بیولوژیک مورد ارزیابی قرار گیرد. چنانچه براساس آزمایشهای دوره‌ای معلوم شود که میزان MCRT و MLSS یک واحد تصفیه در مقایسه با زمان پیش از تولید کف افزایش معنی‌داری از جنبه آماری پیدا نکرده است در این صورت باید بررسیهای بعدی در رابطه با تغییر دما انجام گردد. اما چنانچه میزان MLSS و MCRT افزایش قابل توجهی یافته باشند در این شرایط باید از طریق دفع تدریجی لجن میزان زمان ماند میکروبی کاهش داده شود. با توجه به مشکلاتی که در اثر کاهش بی رویه زمان ماند میکروبی در عملیات بهره‌برداری بوجود می‌آید، تا زمانی که روشهای مختلف کنترل کف وجود دارند نباید میزان MCRT آنقدر کاهش داده شود که اختلال جدی در بهره‌برداری از سیستم بوجود آید.

۴ـ۲ کلرزنی MLSS/RAS:

نتایج مطالعات نشان می‌دهند که کاربرد روش کلرزنی لجن فعال برگشتی، مواد جامد مایع مخلوط و یا هر دو مورد در ۴۸٪ از واحدهای دارای مشکل کف رشته‌ای تنها به میزان ۵۸٪ از موارد در کاهش مشکل تولید کف موفقیت داشته است. میزان موفقیت روش فوق بیش از هر چیز به زمان و مکان افزودن کلر بستگی دارد. به عنوان مثال چنانچه یک کف پایدار در راکتور بیولوژیکی ایجاد شده باشد، در این صورت کلرزنی MLSS و یا لجن برگشتی به این دلیل که درصد بسیار بالایی از باکتریهای تولید کننده کف بیولوژیکی در سطح آب بوده و تحت تأثیر مستقیم کلر قرار نمی‌گیرند موفقیت اندکی به همراه دارد. در این شرایط کلرزنی مستقیم کف بسیار مؤثر بوده و چنانچه کلرزنی دوره‌ای لجن برگشتی و مواد جامد مایع مخلوط هم صورت گیرد، به دلیل پیشگیری از افزایش باکتریهای رشته‌ای و نگهداشتن جمعیت آنها در مقادیر کمتر از آستانه بروز مشکل می‌تواند مفید باشد. مقادیر توصیه شده کلر مورد نیاز در این وضعیت برابر با ۱ تا ۱۰ پوند کلر برای ۱۰۰۰ پوند مواد جامد معلق در روز می‌باشد.

۴ـ۳ کلرزنی مستقیم توده کف:

این روش راه مناسبی برای کنترل پس از تشکیل کف می‌باشد. در این روش از یک تله ساختمانی در مسیر کانال فاضلاب خروجی از راکتور برای جمع کردن کف استفاده شده و پس از آن کلر با غلظت زیاد به صورت پاششی به داخل کف فرستاده شده تا براثر ازبین رفتن جمعی و سریع باکتریهای عامل تولید کف مشکل بوجود آمده کنترل گردد.

۴ـ۴ دفع انتخابی کف

این روش نیز گاهی برای کنترل کف رشته‌ای مفید

می‌باشد. در این روش کف یا به صورت مستقیم از راکتور بیولوژیکی حذف شده و یا از کانال لجن برگشتی براثر هوازنی جدا می‌گردد. چنانچه حذف کف از کانال لجن برگشتی انجام شود در چنین حالتی کف جمع شده از طریق یک کانال جانبی وارد مخزن جمع‌آوری شده تا در مراحل بعدی مورد تصفیه تکمیلی و دفع نهایی قرار گیرد.

با توجه به اینکه برای انتقال کف از پمپهای ویژه‌ای استفاده می‌گردد ،بنابراین باید در انتخاب پمپ و تعمیر و نگهداری آن به منظور جلوگیری از کاهش کارایی آنها دقت لازم صورت گیرد. پس از انتقال کف به مخزن ذخیره برای از بین بردن باکتریها می‌توان کلر را مستقیماً به آن افزود. بهتر است اضافه کردن کلر پس از گاززدایی در مخزن صورت گیرد.

۵-۴ کاربرد انتخابگر:

برای کنترل رشد و جلوگیری از افزایش جمعیت باکتریهای رشته‌ای می‌توان شرایطی را بوجود آورد که محیط زیست برای این گروه از میکروارگانیزمهای موجود در مایع مخلوط نامناسب شود. این شرایط در محفظه‌هایی ایجاد می‌گردد که آنها را انتخابگر نامیده و ممکن است هوازی، غیر هوازی و یا بیهوازی باشند.

انتخابگرهای هوازی راکتورهای کوچکی هستند که بلافاصله بالا دست راکتور هوادهی قرار گرفته و دارای نسبت F:M بالا و اکسیژن محلول با غلظت ۲ تا ۵ میلی‌گرم در لیتر می‌باشند. مطالعات نشان می‌دهد که چنین واحدهایی در کاهش جمعیت باکتریهای رشته‌ای در سیستمهای تصفیه فاضلاب با زمان‌ماند میکروبی کمتر از ۵ روز بسیار مؤثر هستند.

از سوی دیگر در بررسیهای جدید روشن گردیده است که انتخابگرهای آنوکسیک با اکسیژن محلول کمتر از ۰/۵ میلی‌گرم در لیتر و حاوی نیترات برگشتی قادر به کاهش جمعیت باکتریهای رشته‌ای در سیستمهای تصفیه با زمان‌ماند میکروبی بالا می‌باشند. تأثیر چنین انتخابگرهایی در کنترل رشد باکتریهای رشته‌ای به دلیل سرعت کمتر باکتریهای رشته‌ای در انجام دی‌نیتریفیکاسیون در مقایسه با دی‌نیتریفایرهای هتروتروف مانند استنوباکترها[1] بوده که موجب ضعیف شدن و کاهش آنها می‌گردد. انتخابگرهای بیهوازی نیز در برخی از تصفیه‌خانه‌ها برای کاهش رشد و کنترل جمعیت باکتریهای رشته‌ای تولید کننده کف مورد استفاده قرار گرفته‌اند و نتایج تجربیات موجود نشان می‌دهند که این واحدها تنها در صورتی مؤثر واقع می‌شوند که سیستم تصفیه و انتخابگر پیشنهادی با هدف حذف بیولوژیکی فسفر طراحی شده باشند.

★ Bradley, T. D. , and Kharkar, S. (1996). "Foam Factors", Water Environment and Technology, March, PP. 49-53.

1 - Acenetobacter