مدیریت آب در صنایع غذایی

سارا ناجی طبسی

دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، sarah_naji@yahoo.com

چکیده

آب و منابع آبی در دنیای امروز جزو ارزشمندترین دارایی‌های ممالک به شمار می‌رود و کمبود آن یکی از عوامل محدودکننده اصلی در فعالیت‌های اقتصادی در آینده بشمار می‌آید. از این رو برنامه‌ریزی جهت صرفه‌جویی در مصرف و حفظ منابع موجود حائز اهمیت فراوانی است. آب در تمام صنایع، به ویژه صنعت غذایی استفاده فراوانی دارد. صنایع غذایی یکی از پرتقاضاترین شاخه‌های صنایع است، بنابراین اطمینان از استفاده مناسب مواد اولیه و انرژی در آن امری مهم تلقی می‌شود. از جمله روش‌هایی که جهت کاهش مصرف آب در صنعت غذا استفاده می‌گردد مصرف مجدد و باز چرخش آب است. نتیجه مصرف آب در صنایع غذایی ایجاد فاضلاب است که بر حسب نوع تولید و فرآیند هم از لحاظ حجم وهم از لحاظ کیفیت از تنوع گسترده ای برخوردار است . در تصفیه فاضلاب صنایع غذایی از روشهای متفاوتی (روشهای تصفیه فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی) بر حسب وضعیت موجود از جمله کمیت و نوع فاضلاب میتواند به کار گرفته شود. با ارائه اصول و مبانی تکنیک‌های مدیریت آب و روش‌های تصفیه فاضلاب امید است که مصرف آب در صنایع غذایی کاهش یابد و از مشکلات آینده جلوگیری شود.

واژه‌های کلیدی: آب، تصفیه فاضلاب، صنایع غذایی.

مقدمه

آب و منابع آبی در دنیای امروز جزو ارزشمندترین دارایی‌های ممالک به شمار می‌رود. عمده دغدغه‌های جوامع تامین غذا، آب و انرژی است. از این رو برنامه‌ریزی جهت صرفه‌جویی در مصرف و حفظ منابع موجود در اولویت قرار دارد. از طرف دیگر وقوع خشکسالی‌های متعدد و افزایش روز افزون جمعیت، نیاز به آب آشامیدنی سالم و تصفیه آب و بهره‌گیری مناسب‌تر در مصارف صنعتی و کشاورزی را ضروری نموده و پیشرفت تکنولوژی در جهت استفاده از روش‌های صنعتی و تجزیه‌ای جهت تصفیه آب و کاهش هزینه‌ها به امری اجتناب ناپذیر تبدیل گردیده است.

کمبود آب مهمترین تهدید برای بقای بشر، اکوسیستم طبیعی و تکوین تمدنها است .امنیت غذایی، بهداشت و اقتصاد کلان تحت تأثیر کمبود آب به شدت صدمه میبینند .عواملی نظیر افزایش جمعیت، توسعه شهرنشینی، رشد درآمد و تغییر الگوی مصرف غذایی نیز سبب افزایش مصرف سرانه آب و تشدید بحران کمآبی گردیده است .اقلیم خشک و نیمه خشک و توزیع نامتناسب بارندگی از

نظر مکانی و زمانی نیز سبب افزایش دوچندان اثر منفی کمبود منابع آب در کشور ایران شده است .از اینرو، استفاده از منابع آبی غیرمتعارف از جمله پساب تصفیه‌خانه‌ها (که منجر به کاهش فشار بر منابع آب شیرین میشود، روز به روز از اهمیت بیشتری برخوردار میگردد (Bahri, 1999؛ Smart, 2003).

مسئله دیگری که سیستم آب و فاضلاب با آن روبرو می باشد مسئله کاهش منابع و افزایش تقاضا برای خدمات آب و فاضلاب است که این امر جزء با بهینه سازی سیستم های موجود و استفاده از تجهیزاتی با راندمان بالاتر محقق نخواهد شد و یکی از راه کارهای عملی رسیدن به این هدف، استفاده از مدیریت انرژی است زیرا مدیریت انرژی مجموعه راهبردهایی را که مباحث مدیریت، مهندسی و اقتصاد را ارتباط می دهد، با تأکید بر مهندسی نگهداری، سیستم های هوشمند و پایش مداوم سیستم، توصیه می نماید که این امر مقدمه هر بهینه سازی مؤثر می باشد (مسافری، ۸۱).

به طور کلی تمامی اقداماتی که بر کیفیت و کمیت آب ورودی به یک سیستم مصرف مؤثرند، بخشی از مدیریت عرضه می باشد و هرآنچه که بر مصرف و یا اتلاف آب پس ا ز آن مؤثر است مدیریت تقاضا می باشد . به عبارت دیگر مدیریت تقاضای آب به فعالیتهایی اطلاق می شود که کمک می کند تا تقاضای آب کاهش یابد ، راندمان مصرف بهبود یافته و از آلوده شدن یا نابودشدن منابع جلوگیری شود (Herbertson *et al.*, 2001).

آب در تمام صنایع، به ویژه صنعت غذایی استفاده فراوانی دارد. صنایع غذایی یکی از پرتقاضاترین شاخه‌های صنایع است، بنابراین اطمینان از استفاده مناسب مواد اولیه و انرژی در آن امری مهم تلقی می‌شود.

مصرف آب در صنایع غذایی

استفاده از آب در تمام صنایع و به ویژه صنعت غذایی امری رایج بوده و بدون حضور این ماده حیاتی انجام فعالیتهای صنعتی غیر ممکن خواهد بود. مثالهای ارائه شده در زیر نمونه هایی ازاهمیت آب درعملیات کارخانه های صنعتی است. مقدارمصرف آب با توجه به فرآیند تولید وسطح فن آوریهای مورداستفاده درهرواحد صنعتی متفاوت می باشد.

موارد اصلی استفاده های آب در صنعت عبارتند از تولید انرژی از طریق تهیه بخار، انتقال حرارت، انتقال وجا به جا کردن مواد خام یا محصولات زائد، فعالیتهای مکانیکی و تولید محصول.

آلودگیهای ناشی از مصرف آب در فرایندهای صنعتی

از آنجا که آب حلال خوبی در طی تماس با مواد آنها را در خود حل کرده و همچنین قادر است مواد معلق ریز ونامحلول را نیز با خود نماید به همین دلیل درآب مصرف شده هرفرآیند صنعتی تغییراتی حاصل می شود که ممکن است فیزیکی شیمیایی ویا بیولوژیکی باشد که عبارتند از افزایش دما، انحلال گازها گردوغبار یا محصولات شیمیایی و یا بلعکس حذف گاز، سوسپانسیون شدن انواع ذرات،انحلال ترکیبات آلی و معدنی مختلف و ورود روغن گریس و مواد نرم کننده مورد استفاده در صنعت.

طی قرن گذشته رشد عظیمی درمصرف آب فرآیندهای صنعتی روی داده است. در زمینه کاهش مصرف آب در صنعت مواد غذایی تلاشهای فراوانی صورت گرفته است (مسافری، ۱۳۸۱؛ ملکوتیان ۱۳۸۸).

مزایای حاصل از کاهش مصرف آب

کاهش مصرف آب در صنایع از هر طریقی که امکان پذیر باشد فواید فراوانی را برای خود صنعت و هم برای جامعه و اقتصاد کشور دربرخواهد داشت.اگر صنعتی میزان آب خود را کاهش دهد آنگاه : با کاهش مصرف آب در صنعت آب بیشتری برای استفاده شرب وکشاورزی در دسترس خواهد بود. هزینه های برق مصرفی جهت پمپاژ آب وتصفیه خانه و همچنین میزان مواد شیمیایی مصرف شده ودر نتیجه هزینه تصفیه فاضلاب کاهش خواهد یافت. با کاهش مصرف آب از حجم فاضلاب تولید شده نیز کاسته شده ودر نتیجه هزینه تصفیه فاضلاب کاهش خواهد یافت. با کاهش تخلیه فاضلاب آ لوده صنایع منابع آبی در برابر ورود انواع آ لودگی محافظت شده و در نتیجه کیفیت خود را برای بهترین مصرف حفظ خواهد کرد. (مسافری، ۱۳۸۸)

روش های کاهش مصرف آب

استفاده مجدد آب: استفاده مجدد آب در صنعت به فرآیندی اطلاق می شود که توسط آن آب استفاده شده در یک فرآیند صنعتی دوباره درفرآیندی دیگرمصرف می شود. این امرمشروط براین است که الزامهای کیفی برای فرآیند دوم رعایت شده باشد باید توجه داشت که استفاده مجددتنها محدود به این امرنبوده وزمینه های گوناگونی برای آن وجود دارد که کارخانه های صنایع غذایی می توانند بر روی آن برنامه ریزی نمایند تا میزان مصرف آب واحد صنعتی کاهش یابد.

باز چرخش : بازچرخش به مفهوم استفاده از پساب یک فرآیند صنعتی برای ورودی همان فرآیند است .دراین حالت آب مصرف شده درفرآیند ممکن است براساس کیفیت پس ازطی مراحل تصفیه یا بدون انجام تصفیه واگردانی شود (مسافری، ۱۳۸۱).

ویژگیهای فاضلاب صنایع غذایی

نتیجه مصرف آب در صنایع غذایی ایجاد فاضلاب است که بر حسب نوع تولید و فرآیند هم از لحاظ حجم وهم از لحاظ کیفیت از تنوع گسترده ای برخوردار است . به عنوان نمونه مقدار اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی فاضلاب این صنایع در برخی موارد پایین تراز ۱۰۰ وگاهی بیشتر از ۱۰۰۰۰۰ میلی گرم در لیتر است. میزان مواد معلق نیز در فاضلابهای صنایع غذایی بسیار متغیر بوده وممکن است تاحدود ۱۲۰۰۰۰ میلی گرم در لیتر متفاوت باشد . در بین صنایع مختلف غذایی صنایع کنسرو سازی بیشترین فاضلاب را تولید می کند وصنعت نیشکر بالاترین بار مواد معلق را ایجاد می کند.

حضور آلاینده های سمی در جریان فاضلاب از جمله مواردی است که می تواند در فاضلاب صنایع غذایی مهم تلقی شود. این آلاینده ها ممکن است شامل آفت کشهای حذف شده از مواد خام در طی عملیات شستشو حلالهای استفاده شده برای استخراج هیدروکربورهای پلی آروماتیک ورودی از آب شستشوی رودخانه مواد شمیایی گندزدا وقارچ کشهای استفاده شده برای تولیدات یا مصرف شده در شستشو کانال ها ودیگر تجهیزات وترکیبات فنلی که به طور طبیعی در مواد اولیه حضور دارند (وانگ،۱۳۹۱؛ مسافری، ۱۳۸۱).

ضرورت تصفیه فاضلاب صنایع غذایی

تصفیه فاضلابهای شهری وصنعتی واز جمله صنایع غذایی به دلایل زیر انجام می شود:

الف: تامین شرایط بهداشتی برای زندگی مردم وحفظ وارتقای سلامتی آنها

درمیان صنایع غذایی فاضلابهایی چون فاضلاب کشتارگاهها حاوی مقادیرمتنابهی از میکروارگانیسم های بیماریزا می باشدکه درصورت ورود به منابع آب سطحی وزیرزمینی موجب آلوده شدن آنها به جرمهای پاتوژن شده ودراثرتماس انسان بااین منابع خطرگسترش بیماریهای ناشی ازعوامل بیماریزا د ر بین مردم بوجود می آید. از جمله این بیماریها می توان به انواع گاستروانتریت های ناشی از انتروباکترها (باکتری روده ای) اشاره کرد.

ب:حفظ وپاک نگهداشتن محیط زیست از آلودگی

ورود فاضلابهای تصفیه نشده به محیط زیست علاوه بر آلودگی ها وایجاد خطرهای مستقیم برای بهداشت مردم نتایج دیگری از قبیل ایجاد مناظر زشت بوهای ناخوشایند وسرانجام تولید حشرات مخصوصا مگس وپشه را به همراه داردواین حشرات وسیله ای برای جابجا شدن میکروبهای بیماریزا و آلوده سازی محیط با این میکروب ها می باشند (مسافری،۱۳۸۱).

ج: بازیابی واستفاده مجدد از فاضلاب

به طورکلی فاضلاب به دلیل پایین بودن نمکهای معدنی محلول نسبت به آب دریاها جزءآبهای شیرین اما آلوده محسوب می شوداستفاده مجدد وبهره گیری ازفاضلاب تصفیه شده به جای آب شیرین جهت آبیاری کشاورزی و همچنین فضاهای سبز و... دارای فواید اقتصادی فراوانی بوده ودر مقایسه با شیرین سازی آب شور دریاها به مراتب ارزان تر می باشد. این مسئله در کشور ما که در بسیاری از نقاط آن مردم با کمبود آب شیرین مواجه هستند حایز اهمیت بوده و از مصرف آب آشامیدنی برای کشاورزی جلوگیری می کند. لازم به ذکراست که استفاده مجدد از فاضلاب تصفیه شده جهت آبیاری کشاورزی به دلیل وجود مواد مغذی همانند ازت و فسفر افزایش محصولات کشاورزی و کاهش مصرف کودهای شیمیایی ودر نتیجه صرفه جویی اقتصادی را سبب می شود (مسافری، ۱۳۸۱).

روشهای تصفیه فاضلاب صنایع غذایی

به منظورتصفیه فاضلاب درصنایع غذایی روشهای مختلفی می تواند مورد استفاده واقع شود. بکارگیری هر یک از این روشها وابسته به عوامل مختلفی مانند نوع صنعت و بزرگی آن حجم فاضلاب تولید شده ومشخصات آن سطح تکنولوژی موجود و وجود افراد متخصص میزان هزینه در نظر گرفته شده برای کنترل آلودگی شرایط زیست محیطی محل ا زقبیل میزان آلودگی وجود رودخانه یا زمین های بایر شدت استانداردهای خروجی و مطرح بودن استفاده مجدد وبازچرخش می باشددرنهایت امرمدیران صنایع با درنظر گرفتن فاکتورهای ذکر شده و با بهره گیری از مشاوره متخصصان بایستی در مورد روش نوع تصفیه تصمیم لازم را اتخاذ نمایند (مسافری، ۱۳۸۱).

به طور کلی برای تصفیه صنایع غذایی سه روش مورد استفاده قرار می گیرد:

– روشهای فیزیکی یا مکانیکی تصفیه فاضلاب

– روشهای شیمیایی تصفیه فاضلاب

– روشهای بیولوژیکی تصفیه فاضلاب

تصفیه فیزیکی

تصفیه فیزیکی از یک رشته فرآیندهایی تشکیل شده است که در آنها فقط از خواص مکانیکی وفیزیکی برای جداسازی مواد خارجی معلق در فاضلاب استفاده می شود. مهم ترین روشهای مکانیکی متداول در تصفیه خانه های فاضلاب عبارتند از (مسافری، ۱۳۸۱):

الف– گذرانیدن فاضلاب از صافیها وگرفتن مواد معلق موجود درآن

ب– ته نشین کردن مواد معلق در فاضلاب وجداسازی آنها

ج– شناور نمودن مواد معلق و گرفتن آنها از سطح فاضلاب

تصفیه شیمیایی

اساس کار در تصفیه شیمیایی فاضلاب استفاده از مواد شیمیایی و افزودن آنها به جریان فاضلاب برای مقاصد مختلف می باشد. در تصفیه خانه های فاضلاب مواد شیمیایی مختلفی بر حسب نیاز مورد استفاده قرار میگیرند که رایجترین آن کلر می باشد. کلر معمولاً برای گند زدایی پساب خروجی از تصفیه خانه مورد استفاده قرار میگیرد. بطور کلی در تصفیه فاضلاب مواد شیمیایی برای مقاصد زیر به کار می روند:

تنظیم pH فاضلاب ورودی قبل از تصفیه بیولوژیکی، اکسیداسیون مواد آلی مقاوم، گند زدایی، انعقاد و لخته سازی و جذب سطحی مواد آلی محلول و مقاوم (مسافری، ۱۳۸۱).

تصفیه بیولوژیکی

رایج ترین نوع تصفیه فاضلاب در سراسر دنیا تصفیه بیولوژیکی است که با استفاده از قدرت میکروارگانیسم ها در جذب و تثبیت مواد آلی انجام می گیرد. این نوع تصفیه بصورت کاملاً طبیعی در بطن طبیعت نهفته بوده که انسانها با الهام گرفتن از الگوی طبیعی توانسته اند شیوه های گوناگونی را ابداع نمایند که عمل تصفیه را در مدت زمان کوتاهتری به انجام می رساند . اساس کار در روشهای تصفیه بیولوژیکی فراهم نمودن شرایط مساعد برای تشدید اعمال طبیعی تصفیه توسط میکروارگانیسم ها است. برای آشنایی با این سیستم ها و درک ماهیت آنها باید با نحوه عمل میکروارگانیسم ها و نیازهای حیاتی آنها آشنایی پیدا کرد. فرآیندهای تصفیه بیولوژیکی بر اساس نیاز باکتری ها به وجود اکسیژن محلول درانجام تصفیه ، به دو گروه عمده تقسیم می شوند:

- فرآیندهای هوازی تصفیه فاضلاب
- فرآیندهای بی هوازی (غیر هوازی) تصفیه فاضلاب

تصفیه هوازی فاضلاب

روشهای تصفیه زیستی با کمک باکتری های هوازی رامی توان به سه گروه تقسیم کرد .

الف) روشهای طبیعی تصفیه بیولوژیکی

اساس این روش ها بر استفاده از قدرت تصفیه خود به خودی منابع آب استوار می باشد و مهم ترین آنها عبارتند از وارد نمودن فاضلاب تصفیه نشده به دریاها ، دریاچه ها، رودخانه ها و منابع آب زیرزمینی.

ب) روش های نیمه مصنوعی تصفیه بیولوژیکی

این روش ها معمولاً نیازمند فضای وسیعی از زمین انجام تصفیه بیولوژیکی بوده و در حقیقت توسعه تصفیه طبیعی می باشند. روش هایی را که می توان در این گروه قرار داد عبارتند از : پخش فاضلاب در زمینهای کشاورزی ، پخش فاضلاب در زمینهای نفوذ پذیر، و برکه های تثبیت (مسافری، ۱۳۸۱).

ج) روشهای مصنوعی تصفیه بیولوژیکی

در این روش ها با کمک وسایل مکانیکی و ایجاد سازه های ویژه و رساندن مقدار کافی از هوا و اکسیژن ، تصفیه بیولوژیکی سرعت یافته و در نتیجه عمل تثبیت مواد آلی در زمان کوتاهتر و فضای محدودتری انجام می شود. انواع سیستم های لجن فعال، صافی های چکنده و دیسک های بیولوژیکی چرخان (RBC) مهم ترین این روش ها می باشد.

در تصفیه فاضلاب صنایع غذایی هر یک از روش‌های فوق بر حسب وضعیت موجود از جمله کمیت و فاضلاب میتواند به کار گرفته شود. البته همان گونه که قبلاً نیز عنوان شد به کارگیری هر یک از این روشها مستلزم امکان سنجیهای اقتصادی و محلی بوده و در این میان شرایط جغرافیایی محل در انتخاب نوع سیستم مسلماً تأثیر فراوانی خواهد داشت (مسافری، ۱۳۸۱).

تصفیه طبیعی فاضلاب

اگر چنانچه در اطراف یک صنعت غذایی مساحت کافی از زمین مخصوصاً از نوع تپه های با شیب کم وجود داشته باشد فاضلاب تولید شده می تواند بر اساس طراحی مناسب در زمین پخش شده و سر انجام از طریق فرآیندهای طبیعی تصفیه شود. در این حالت زهاب حاصل باید کنترل شده و در صورت دارا بودن کیفیت نامناسب جمع آوری و تصفیه شود.

در روش پخش در زمین بایر ، فاضلاب در لایه های نازکی پخش شده و در نتیجه تماس با هوا و نور خورشید ، باکتری های هوازی تصفیه بیولوژیکی لازم را انجام داده و آب باقی مانده از تبخیر پس از تصفیه به زمین فرو رفته و به سفره های آب زیر زمینی می پیوندد. شرط لازم برای عملی بودن این روش سست و نفوذ پذیر بودن زمین، پایین بودن سطح سفره آب زیر زمینی (حداقل سه متر)، کم بودن میزان بارندگی در منطقه و فراوان بودن زمین در دسترس است. مهم ترین عیب این روش ایجاد

آلودگیهای زیست محیطی ، آلودگی احتمالی آبهای زیرزمینی ، پرورش حشرات و در نتیجه خطر گسترش بیماریهای گوناگون می باشد (مسافری، ۱۳۸۱؛ ملکوتیان، ۱۳۸۸).

استفاده از فاضلاب صنایع غذایی در کشاورزی

امروزه به دلیل کمبود منابع آب استفاده مجدد از پساب فاضلابها در کشاورزی مورد توجه ویژهای قرار گرفته است. ز آن جمله می توان به وجود مواد مغذی مانند نیتروژن و فسفر در ترکیب این فاضلاب اشاره کرد که این مسئله بخصوص در فاضلاب صنایع لبنیاتی قابل توجه بوده و نیاز به استفاده از کودهای شیمیایی را کاهش می دهد. مزیت دوم در فاضلاب صنایع غذایی نبود فلزات سنگین است که یکی از عوامل مهم محدود کننده برای استفاده پساب در کشاورزی هستند (رجبی و قائمی، ۱۳۹۱). فاضلاب صنایع غذایی در صورت عدم اختلاط با فاضلاب انسانی فاقد میکروارگانیسم های پاتوژن خواهد بود و بنابراین نگرانی مربوط به بروز بیماریهای روده ای در استفاده از فاضلاب صنایع غذایی وجود ندارد. مسئله ای که باید به آن توجه شود بالا بودن میزان املاحی چون سدیم در فاضلاب صنایع غذایی (مخصوصاً به دلیل استفاده از سود) و همچنین میزان بالای شوینده ها است که می توانند موجب بروز اثرات نامطلوبی در بافت خاک شده و کشت محصولات را تحت الشعاع قرار دهند. بنابراین می توان گفت که استفاده از فاضلاب صنایع غذایی درکشاورزی اولاً در صورت وجود آب کافی برای رقیق سازی می تواند مورد توجه واقع شود و ثانیاً بهتر خواهد بود پسابی که حداقل مراحل تصفیه اولیه را گذرانده است مورد استفاده قرار گیرد تا مسائلی چون شوری بروز ننماید (مسافری،۱۳۸۱).

روش های نیمه مصنوعی تصفیه بیولوژیکی

برکه های تثبیت

برکه های تثبیت حوضچه های گودی هستند که توسط سدهای خاکی محصور شده اند و فاضلاب صنایع غذایی و هر نوع فاضلاب دیگر، می تواند به طور کاملاً طبیعی در آنها تصفیه شود. در مناطقی که فضای کافی در اطراف کارخانه های غذایی وجود دارد ، بویژه در مناطق گرمسیر، برکه تثبیت می تواند به عنوان مهم ترین روش تصفیه مطرح شود. برکه های تثبیت در بسیاری از کشورهای صنعتی متداولترین روش تصفیه فاضلاب می باشد. برکه های تثبیت با توجه به حضور یا عدم حضور اکسیژن به انواع هوازی ، هوازی اختیاری ، تکمیلی و بی هوازی تقسیم می شوند.

برکه های بی هوازی

در طی گذر آهسته فاضلاب از داخل برکه های بی هوازی و پس از گذشت مدت زمانی تغییرات زیر صورت می پذیرد :

الف) اغلب مواد جامد در کف برکه ته نشین می شود.

ب) تا حدودی حذف عوامل بیماریزا صورت می پذیرد.

ج) مواد شناور شامل روغن، گریس ، چوب پنبه ، فیلتر سیگار ، پلاستیک و سایر مواد به سمت سطح برکه ، جایی که کف تشکیل می شود ، حرکت می کنند.

مواد کف گیر و یا سایر وسایل متعاقباً از خروج لایه کف تشکیل شده از برکه به همراه پساب خروجی جلوگیری به عمل می آورند.

بخشی از مواد معلق که شامل تخم کرمها ، باکتری ها و انگلها است، در کف برکه ته نشین می شوند. از سوی دیگر مواد آلی توسط باکتری های بی هوازی تجزیه شده و بخشی از طریق متابولیسم (تنفس و رشد) به مواد معدنی تبدیل می شود. در طی فاز بی هوازی گاز ایجاد می شود که بیشتر به صورت CO_2 و CH_4 و H_2S است . این گازها از طریق سطح مایع به فضا متصاعد می‌شوند.

برکه های اختیاری

برکه‌های اختیاری متداولترین نوع برکه در دنیا جهت تصفیه انواع فاضلابها می‌باشند که به نام برکه‌های دوزیستی و برکه اکسیداسیون نیز معروف است. در برکه های اختیاری تثبیت فاضلاب از طریق همکاری باکتری های هوازی ، بی هوازی ، اختیاری (فاکولتاتیو) و جلبکها صورت میگیرد. برکه اختیاری در حقیقت مرکب از سه لایه است. لایه عمده بالایی دارای اکسیژن محلول بوده (لایه هوازی) و لایه پایینی آن عاری از اکسیژن (لایه بی هوازی) می باشد. یک لایه حد واسط نیز شناخته شده است. در لایه بالایی جلبک و هر دو نوع از باکتری های اختیاری و هوازی به طور مشترک وجود دارند. در استفاده از برکه های اختیاری جهت تصفیه فاضلاب صنعتی باید توجه داشت، چون تولید اکسیژن از طریق فتوسنتز وابسته به نور است، فاضلابهای به شدت رنگی را نمی توان با این تکنولوژی مورد تصفیه قرار داد (مسافری، ۱۳۸۱).

برکه های هوازی

برکه های هوازی به نام برکه های تند نیز معروف بوده و جهت تکثیر جلبک به حداکثر میزان ، طراحی می شوند. عمق و زمان ماند این برکه ها کم و کوتاه است و لایه بی هوازی وجود ندارد. این نوع برکه ها در مناطق با آب و هوای گرم و آفتابی و جهت کاهش BOD از فاضلابهای محلول کاربرد دارد.

روشهای مصنوعی تصفیه بیولوژیکی

صافی چکنده

صافی چکنده به صورت استوانه ای است که درون آن از قلوه سنگ یا سایر مدیاها پر شده است. در روش تصفیه با صافی چکنده فاضلاب بر روی قلوه سنگها از بالا پخش می شود و از فضای خالی موجود، ارتفاع صافی را طی می نماید، در طی این مسیر ، مواد آلی محلول فاضلاب توسط جرم بیولوژیکی رشد یافته بر روی بستر گرفته شده و تثبیت می شود. صافی چکنده جزء سیستم های تصفیه هوازی بوده و هوا در اثر وجود خلل و فرج بین قلوه سنگها و نیز اختلاف درجه حرارت به صورت طبیعی جریان یافته و موجب نرسیدن اکسیژن به باکتری های موجود در صافی می شود. صافی های چکنده از نظر میزان بار آلی به دو دسته صافی های

کم بار و پربار تقسیم بندی می شوند. در روش استفاده از صافی چکنده باید همیشه قبل و بعد از آن حوضچه های ته نشینی اولیه و ثانویه را پیش بینی نمود (مسافری، ۱۳۸۱).

به طور کلی صافیهای چکنده دارای کاهش خوبی در مقدار DOB و هزینه های اپراتوری نسبت به لجن فعال هستند اما احتیاج به زمین قابل ملاحظه ای داشته و لجن تولیدی در آنها زیاد است. دفع این لجن نیز مشکل بوده احتیاج به یک نظارت خوب و دقیق برای عملکرد مناسب دارد و در صورت اپراتوری با طراحی ضعیف مشکلاتی از قبیل گرفتگی صافی، مگس و حشرات و بوی نامطبوع به وجود خواهد آمد.

تماس دهنده های بیولوژیکی چرخان (RBC)

دیسک های بیولوژیکی چرخان عمدتاً مشابه صافیهای چکنده هستند. بر روی این دیسکهای پلاستیکی که در مایع فاضلاب می چرخند، لایه های بیولوژیکی رشد یافته مواد آلی فاضلاب را جذب و تثبیت می کنند. سیستم RBC احتیاج به زمین کمتر و هزینه های بهره برداری پایین تر(مخصوصاً از نظر انرژی)نسبت به واحدهای لجن فعال داشته و به دلیل وجود مقادیر زیاد از جرم میکروبی، سیستم در برابر شوک های وارده به خوبی مقاومت می کند. بر اساس اطلاعات موجود سیستم های RBC در ایران برای تصفیه فاضلاب صنایع غذایی به کار نمی رود تا بتوان مناسب بودن آن را برای انجام عمل تصفیه نمود (مسافری، ۱۳۸۱).

سیستم لجن فعال

فرآیند لجن فعال یک فرآیند تصفیه بیولوژیک هوازی و رشد معلق است که تصفیه ثانویه محسوب می شود. مرحله تصفیه ثانویه معمولاً پس از حوضچه ته نشینی اولیه قرار میگیرد. البته بر اساس خصوصیات فاضلاب و اصلاحات صورت گرفته بر روی فرآیند ممکن است ته نشینی اولیه حذف شود. در فرآیند لجن فعال فاضلاب وارد یک تانک هوادهی می شود که حاوی لخته‌های باکتری‌ها است. مواد آلی فاضلاب در تماس با این میکروارگانیسمها قرار گرفته و بعنوان منبع کربن و انرژی برای رشد سلولها به بافت سلولی و محصولات نهایی (اساسا CO_2) اکسید می‌شوند. محتویات تانک هوادهی را مایع مخلوط گویند. پس از خروج مایع مخلوط از تانک هوادهی، یک تانک ته نشینی، جامدات معلق را از فاضلاب تصفیه شده جدا می‌کند. لجن ته‌نشین شده در حقیقت همان جامدات بیولوژیکی است که قسمتی جهت حفظ غلظت جمعیت بیولوژیکی حوض هوادهی توسط خط برگشت لجن، برگشت می یابد و قسمت مازاد آن جهت جلوگیری از ایجاد مشکلات ته‌نشینی در حوضچه ته نشینی، از سیستم حذف می‌شود. عمل هوادهی در حوضچه هوادهی بر حسب طراحی می تواند توسط هواده های سطحی (مکانیکی) و یا هواده های دیفیوزی باشد که در حالت دوم عمل هوادهی در عمق حوضچه انجام میگیرد (مسافری، ۱۳۸۱)

روش های بی هوازی تصفیه فاضلاب صنایع غذایی

در این روش مواد آلی موجود در فاضلاب بدون حضور اکسیژن محول و انجام عمل هوادهی، توسط باکتریهای بی هوازی تثبیت می شود. روشهای بی هوازی برای تصفیه فاضلاب زمانی مورد استفاده قرار میگیرد که بار آلی فاضلاب زیاد بوده و BOD_5 فاضلاب بالای ۲۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر باشد. تصفیه فاضلابها به روش غیر هوازی به دلایل زیادی ایده آل بوده و استفاده از این روش روز به روز در حال گسترش می‌باشد. دراکثر تصفیه خانه‌های فاضلاب شهری در دنیا، لجن حاصل از حوضچه‌های ته نشینی اولیه و حتی ثانویه توسط هاضم‌های بی هوازی تثبیت می‌شود.

امتیازات تصفیه فاضلاب به روش بی هوازی در مقایسه با روشهای هوازی

در مقایسه دو روش هوازی و بی هوازی می توان امتیازات قابل توجهی برای تصفیه بی هوازی در نظر گرفت در روش هوازی که رایجترین نوع آن سیستم لجن فعال است، فاضلاب با تعداد زیادی از میکروارگانیسم‌ها و هوا تماس پیدا می‌کند. در این حالت میکروارگانیسم ها از مواد آلی فاضلاب به عنوان غذا استفاده کرده و از اکسیژن هوا جهت تبدیل قسمتی از غذا به دی اکسید کربن، آب و انرژی استفاده می‌کنند. از آنجا که این میکروارگانیسم ها انرژی زیادی از طریق اکسیداسیون به دست می‌آورند، رشد آنها بسیار سریع بوده و قسمت اعظمی از مواد آلی فاضلاب به سلولهای جدید تبدیل می شود. آن قسمت از مواد آلی که به جرم سلولی تبدیل می شود هنوز تثبیت نشده بلکه از شکل محلول به حالت معلق تغییر شکل داده اند. اگرچه این سلولها توسط ته نشینی از جریان فاضلاب خارج می شوند اما لجن تولید شده نیازمند انجام عمل تثبیت بوده و اگر عمل تثبیت بر روی لجن حاصله از تصفیه خانه صورت نگرفته و بدون تغلیظ، هضم و آبگیری به محیط زیست تخلیه شود طبیعتاً اثرات نامطلوبی را بر جای خواهد نهاد و باعث آلودگی منابع آب سطحی و زیر زمینی خواهد شد. متأسفانه این مسأله در اکثر تصفیه خانه های صنایع رایج بوده و مسئولان تصفیه خانه کمترین توجهی در دفع صحیح و مناسب لجن حاصله ندارند. در این صنایع لجن تولید شده بعد از ذخیره، توسط لجن کشها تخلیه می شود که رانندگان این ماشینها بار خود را اکثراً در محلهای غیر مجاز و در کنار جاده ها به صورت کاملاً غیر بهداشتی تخلیه کرده و آلودگی های زیست محیطی را به بار می آورند. از نظر اصول بهداشتی این لجنها باید حداقل در مراکز بهداشتی دفن زباله با در نظر گرفتن کلیه جوانب دفع شوند. بر اساس این دلایل تولید لجن فراوان در سیستم های هوازی یکی از معایب عمده محسوب می شود (مسافری، ۱۳۸۱).

در تصفیه فاضلاب به روش غیر هوازی نیز فاضلاب با تعداد زیادی از میکروارگانیسم هامخلوط می شود اما دراین روش هوا دخالتی ندارد. در شرایط بی هوازی باکتری هایی رشد می کنند که دارای قابلیت تبدیل مواد آلی فاضلاب به دی اکسید کربن و گاز متاب می باشند. بر خلاف روش هوازی تصفیه فاضلاب، تصفیه بی هوازی فاضلاب و تبدیل آن به گاز متان چنان است که انرژی مورد نیاز میکروارگانیسم ها و انرژی در دسترس آنها برای رشد بسیار کمتر است. در نتیجه، رشد این باکتری ها از نسبت آهسته تری برخوردار بوده و بخش کوچکی از فاضلاب به سلولهای جدید تبدیل شده و قسمت اعظم مواد آلی به گاز متاب (CH_4) و گاز دی اکسید کربن (CO_2) تبدیل می شود. تولید گاز متان نشانگر تثبیت فاضلاب بوده و از آنجا که گاز متان غیر محلول و فرار

است، می تواند از طریق خروجی واحد تصفیه، جمع آوری شده و بعنوان انرژی گرمایی مورداستفاده قرار گیرد. در روش بی هوازی حدود ۸۰ تا ۹۰ درصد مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیکی فاضلاب، قابل تثبیت به متان می باشد. این راندمان حتی در واحدهای با ورودی بار آلی زیاد نیز قابل حصول میباشد. میزان لجن سیستم های هوازی تصفیه فاضلاب ۵ تا ۶ برابر بیشتر از روش غیر هوازی می باشد. از این رو در روش غیر هوازی که بخش کوچکی از فاضلاب به سلولهای جدید تبدیل می شود، مشکل تخلیه و خروج لجن اضافی در حد بسیار زیادی کاسته می شود. همچنین احتیاج به مواد مغذی (ازت و فسفر) به همین نسبت کم می شود.

انواع سیستم های بی هوازی تصفیه فاضلاب

برای تصفیه بی هوازی فاضلاب، سیستم های گوناگونی با گذشت زمان ابداع شده و مورد بهره برداری قرار گرفته اند. بعضی از این سیستم ها خیلی ساده بوده و نیاز به راهبری چندانی ندارند و تعداد دیگری نیز جزء سیستم های پیچیده و پیشرفته محسوب می شوند که نیازمند مهارت در راهبری هستند. در شرایط بی هوازی دو شکل کلی رشد عبارتند از رشد معلق و فیلم ثابت یا رشد چسبیده (مسافری، ۱۳۸۱).

نتیجه گیری

کاهش مصرف آب در صنایع بویژه صنایع غذایی از هر طریقی که امکان پذیر باشد فواید فراوانی را برای خود صنعت و هم برای جامعه و اقتصاد کشور دربرخواهد داشت. از مهمترین مزیت‌های آن کاهش حجم فاضلاب تولید شده ودر نتیجه کاهش هزینه تصفیه فاضلاب و آلودگی محیط زیست است. استفاده مجدد و باز چرخش آب از مهمترین روش‌های کاهش آب در صنعت غذا می‌باشند. از آنجا که آب حلال خوبی در طی تماس با مواد آنها را در خود حل کرده و همچنین قادر است مواد معلق ریز ونامحلول را نیز با خود نماید به همین دلیل درآب مصرف شده هرفرآیند صنعتی تغییراتی حاصل می شود که ممکن است فیزیکی، شیمیایی و یا بیولوژیکی باشد. به منظورتصفیه فاضلاب درصنایع غذایی روش‌های مختلفی می تواند مورد استفاده واقع شود. بکارگیری روش مناسب به عوامل مختلفی مانند نوع صنعت و بزرگی آن، حجم فاضلاب تولید شده و مشخصات آن، سطح تکنولوژی موجود، میزان هزینه در نظر گرفته شده برای کنترل آلودگی شرایط زیست محیطی محل و مطرح بودن استفاده مجدد و بازچرخش بستگی دارد. رایج‌ترین نوع تصفیه فاضلاب در سراسر دنیا تصفیه بیولوژیکی است که با استفاده از قدرت میکروارگانیسم ها در جذب و تثبیت مواد آلی انجام می گیرد.

منابع

۱. رجبی سرخنی، مصطفی و قائمی، علی اصغر. ۱۳۹۱. بررسی اثرات کاربرد پساب تصفیه شده و کودهای شیمیایی بر عملکرد کلم بروکلی. مدیریت آب و آبیاری، دوره ۲، شماره ۲، صص ۱۳-۲۴.

۲. مسافری،محمد. ۱۳۸۱. مدیریت فاضلاب صنایع غذایی. انتشارات سازمان حفاظت محیط زیست.

۳. ملکوتیان، محمد.، حیدری محمد رضا.، پرورش، وحیده. ۱۳۸۸. بررسی عملکرد واحد فرایندی SBR در تصفیه فاضلاب صنایع لبنی. دوازدهمین همایش بهداشت محیط ایران.

۴. وانگ، کی لارنس.، هانگ، یانگ تس.، هوارد، لو و یاپیجاکس، کانستانتین. تصفیه فاضلاب صنایع غذایی ترجمه: مهدی فرزادکیا، محمد مهدی امام جمعه، سمیه دهقانی و زهرا رحمانی. ۱۳۹۱. انتشارات علوم پزشکی قزوین.

5. Bahri, A. 1999. Agricultural Reuse of Wastewater and Global Water Management. *Water Science and Technology*. 40(4-5): 339-346.

6. Herbertson, P.W. and E.L. Tate, 2001, Tools for water use and demand management in South Africa, World Meteorological Organization, *Technical Reports in Hydrology and Water Resources*, No. 73.

7. Smart, M.K. 2003. Effects of Long-Term Irrigation with Reclaimed Water on Soils of the Northern Adelaide Plains, South Australia. Australian Journal of Soil Research. 41(5): 933-948.

Water Management in Food Industry

Sara Naji Tabasi

Ph.D Student, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad
sarah_naji@yahoo.com

Abstract

Water and water resources in the world today is one of the most important assets of the country and its deficiency is considered one of the main limiting factors in future economic activity. Therefore, planning for savings water resource is important. Water in all industries, especially in the food industry has many uses. Food industry is one of the most resource-demanding branches of industry, therefore it is especially important to ensure rational usage of raw materials and energy. The result of water consumption in food industry is waste which depending on the type of product and process in terms of both volume and quality has a wide variety. The different methods of food processing wastewater (physical, chemical and biological treatment) in terms of quantity and sanitation situation can be handled. By providing methods of water and wastewater management techniques is hoped that water consumption in food industry reduce and prevent future problems.

Keywords: Food industry, Water, Wastewater treatment.