فن‌آوری جدید:
استخرهای هوادهی با عمق زیاد*

ترجمه: افشین ابراهیمی*

در تصفیهٔ فاضلاب به روش متداول لجن فعال، عمق فاضلاب در مخزن حدود ۵ متر می‌باشد. این امر سبب کم عمق بودن تانکهای هوادهی، زلال‌سازهای مجزا، کوچک شدن تأسیسات پمپاژ جریان برگشتی و اتصالات داخلی شبکهٔ لوله کشی، نیاز به زمین بیشتر و هزینه‌های اقتصادی بالاتری می‌گردد. به عنوان یک روش جایگزین، انستیتو تحقیق و توسعهٔ ملی برای تأسیسات و سرویس‌های بهداشتی اوکراین، فن‌آوری را جهت بهبود تصفیه بیولوژیکی فاضلابها در رآکتورهای عمیق گسترش داده است [۱ و ۲] و برای پیشبرد توسعهٔ آنها با برنامه‌های همکاری صنعتی و شرکتهای حرفه‌ای کانادایی همکاری نموده است.

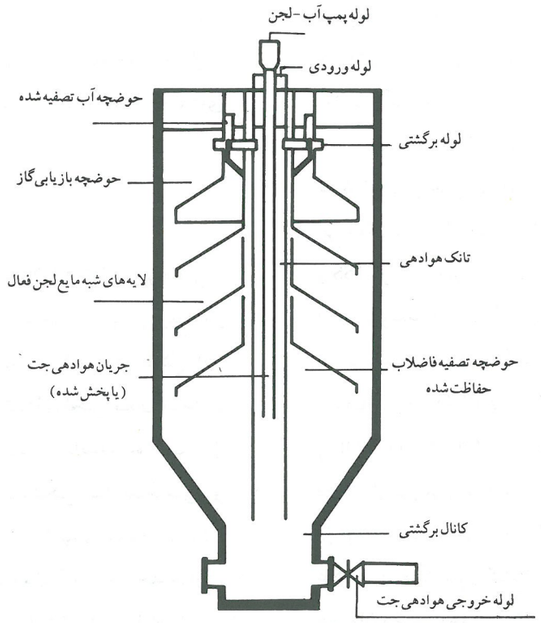
مهمترین مزیت این روش ترکیب اکسیداسیون بیولوژیکی و زلال‌سازی در یک رآکتور منفرد می‌باشد. در این سیستم ورتکس با انرژی‌کم برای به وجود آوردن لایه‌های‌متناوب با غلظتهای کم و بسیار زیاد (8000mg/L) لجن‌فعال استفاده می‌شود که به‌طور همزمان غلظت توده‌های زنده فعال را افزایش می‌دهند و به دنبال آن تجزیهٔ‌بیولوژیکی همراه با تهیهٔ یک محیط فیلتراسیون فیزیکی برای فاضلاب، استفاده شده‌اند (شکل ۱).

فاضلاب به داخل محفظه مرکزی تانک وارد شده که در آن جت هوادهی، هوا را با فاضلاب مکیده شده از قسمت انتهایی رآکتور مخلوط می‌کند. فاضلاب هوادهی شده از قسمت بالایی محفظه هوادهی به وسیله لوله‌های جریان برگشتی، مکیده شده و به داخل قسمت فوقانی رآکتور اصلی تزریق می‌شود. سپس جریان به صورت ثقلی، به همراه فاضلاب برگشتی برای تخلیه به قسمت پایینی سیستم هوادهی انتقال می‌یابد.

قسمت فوقانی رآکتور اصلی به عنوان یک محفظه جمع‌آوری گاز عمل می‌کند. زیر این قسمت، یک سری از سازه‌های مخروطی میان تهی تعبیه شده که قسمت مربوط به فاضلاب تصفیه شده را از قسمتی که مربوط به خروج فاضلاب تصفیه شده است، جدا می‌کند. انرژی ناشی از جریانهای هوادهی / برگشتی برای تولید ورتکس کم انرژی به کار رفته و یک لایه متراکم لجن فعال در هر سازه مخروطی تشکیل می‌شود.

این فرایند در میان فرایندهای گوناگون سیستم لجن فعال،

* - دانشجوی کارشناسی بهداشت محیط - دانشکده بهداشت و علوم تغذیه اصفهان



شکل ۱ - شمایی از رآکتور فشرده - زلال‌ساز از نوع ستونی تک مرحله‌ای

دارای مزایای فراوان است که عبارتنداز: فشردگی، احتیاج به زمین کمتر در حدود ۸۰ تا ۹۰ درصد، افزایش در راندمان اکسیژن مصرفی حدود ۳۰ تا ۵۰ درصد، حذف ته‌نشین‌کننده‌های مجزا، ایستگاههای پمپاژ جریان برگشتی، ۳۰تا۵۰درصد کاهش در هزینه‌های اقتصادی و انرژی مصرفی به دلیل MLSS بالاتر و تولید لجن کمتر.

انواع فرایند

دو شکل عمده عبارتنداز: نوع ستونی و نوع گالری (نقبی). تانکهای هوادهی نوع ستونی می‌توانند داخل رآکتور اصلی قرارگرفته و یا به صورت یک ستون مرکزی مجزا که توسط زلال‌سازها (راکتورهای چند ستونی) احاطه شده باشند، قرارگیرند.

سیستم‌های نوع ستونی، دایره‌ای یا چند وجهی هستند و قطر آنها از ۱/۸ تا ۱۲متر و ارتفاعی تا حدود ۲۰متر دارند. لایه‌های لجن فعال در تمامی طول در ارتفاع تانک تشکیل می‌شوند [۳].

بنابراین، اگرچه آنها زمان‌های ماند هیدرولیکی قابل مقایسه‌ای با سیستم‌های متداول لجن فعال دارند، اما زمین مورد نیازشان، به دلیل عمق آن، به اندازه ۸۰درصد کاهش می‌یابد. همچنین، میانگین بالای MLSS به این معنی است که سرعت سینتیکی حذف BOD و آمونیاک بالا می‌باشد.

واحدها می‌توانند از جنس فولاد، فولاد ضد زنگ، فروسمنت، فایبرگلاس، سمنت و فایبرگلاس، پلاستیک در اندازه‌های آماده برای حمل و نصب یا به صورت پیش ساخته و یا ساخته شده در محل، تهیه شوند. سیستم‌های نوع ستونی به تازگی توسط شهرداریهای کوچک تا متوسط، اردوگاههای حفاری معادن، بیمارستانها و تأسیسات صنعتی مانند صنایع لبنی، گوشت، مرغداری و کارخانه‌های تولید فرآورده‌های دریایی به‌کار رفته‌اند.

رآکتورهای نوع گالری دارای ارتفاع ۵ تا ۶متر بوده که از دو ناحیه زلال‌سازی متعاقب یک استخر ته‌نشینی ثانویه تشکیل شده‌اند. این فرایند حاوی یک یا دو لایه لجن فعال با غلظت زیاد می‌باشد. برای تغییر دبی در مقادیر تا $500000 m^3/day$،

سیستم‌های نوع گالری توسط شهرداریهای کوچک، متوسط و بزرگ و همچنین انواع صنایع مختلف استفاده شده و این سیستم‌ها، ۲۰درصد زمین کمتری در مقایسه با تصفیه‌خانه‌های متداول لجن فعال نیاز دارند.

پارامترهای بهره‌برداری

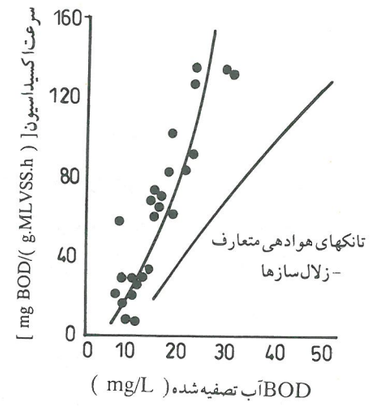
نتایج مطالعات در مورد راندمان تانکهای هوادهی - زلال‌سازی‌های نوع ستونی و گالری در هر دو مقیاس پایلوت و مقیاس کامل، در نمودار ۱ نشان داده شده است. در شکل، این نتایج با نتایج حاصل از سیستم‌های لجن فعال متداول (نمودار ۲)که از سایر منابع کسب‌گردیده، مقایسه‌شده است [۲].

میزان واکنش‌های سینتیکی نیتریفیکاسیون و دنیتریفیکاسیون بیولوژیکی فاضلاب شهری بدون افزودن سوبسترا در یک زمان ماندکلی ۵ ساعت، که شامل جداسازی جامدات در عمرهای لجن ۵، ۳۰ و ۴۰ روز است، در نمودارهای ۲ و ۳ نشان داده شده‌اند. شکل‌ها نشان می‌دهند که این فرایندها قابلیت حذف بیولوژیکی نیتروژن بیش از استانداردهای مورد نیاز پساب را بدون نیاز به سوبسترای افزودنی دارا هستند.

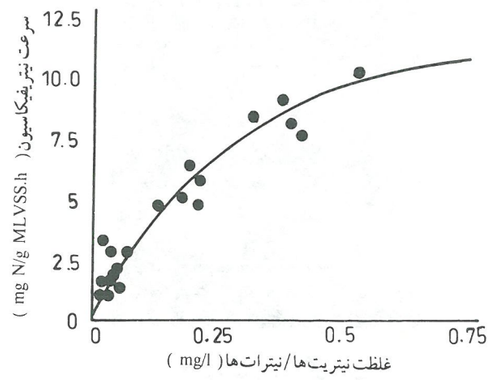
نتایج بیش از پنج سال تحقیقات پایلوت و مقیاس کامل تصفیه بیولوژیکی تشریح شده در بالا، به علاوهٔ تصفیه ثانویه فاضلابهای شهری و صنعتی ضعیف و قوی در جدول ۱ به طور خلاصه آمده است.

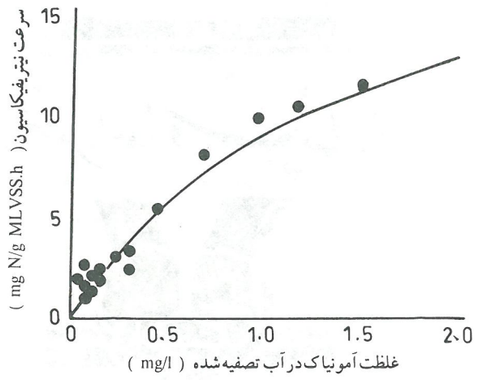
تصفیه فاضلاب شهری در زمانهای ماندکلی ۲/۵ تا ۷/۵ساعت، و عمرهای لجن ۵ تا ۴۵ روز انجام شده و در تمام این زمانها، راندمان تصفیه بالا بود. متوسط میزان BOD_u، COD و TSS در پساب نهایی به ترتیب تقریباً ۳، ۴۵ و ۱/۵ میلی‌گرم در لیتر بودند. در غلظتهای MLSS در فاصله ۵۰۰۰ تا ۸۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر و بارهای آلی ۰/۱-۰/۲۵ mg BOD_u/mg MLVSS رشد ویژه لجن فعال از ۰/۱۵-۰/۳ mg MLVSS/mg BOD_u متغیر بود. اگرچه این مقدار بارآلی مربوط به سیستم‌های هوادهی گسترده است، اما در این جاکمیت لجن فعال مازاد تولید شده بسیار کمتر بوده و به علاوه نیتریفیکاسیون کامل، دنیتریفیکاسیون و حذف فسفر همزمان رخ می‌دهد.

به طور کلی، این فن‌آوری قادر به تصفیه بیولوژیکی و ثانویه فاضلابهای شهری و یا صنعتی باگسترهٔ وسیعی از بارهای آلی در اشکال منفرد، دو مرحله‌ای یا چند مرحله‌ای می‌باشد و یک پساب نهایی با BOD_u، کل نیتروژن و TSS به ترتیب حدود ۵mg/L، ۱mg/L و ۵mg/L تولید می‌کند.



نمودار ۱- زلال‌سازها از نوع ستونی و گالری





نمودارهای ۲ و ۳- مقایسهٔ سیستم لجن فعال متداول

خلاصه

این فن‌آوری قادر است ما را به استانداردهای جهانی برای تخلیهٔ پساب برساند [۳، ۴ و ۵]. در حال حاضر این فرایند در مقیاس کامل در حال سرویس‌دهی به جوامعی با جمعیتهای ۳۵۰۰ تا ۱/۵ میلیون نفر در اوکراین، روسیه و بیلوروسی (روسیه سفید) می‌باشد [۲].

سیستم‌های نصب شده در حال تصفیه گسترهٔ وسیعی از دبی‌های ۵۰۰ تا ۴۰۰۰۰۰ مترمکعب در روز در مدت ۲ تا ۱۰سال بوده و بهره‌برداری موفقیت‌آمیزی داشته‌اند.

✶ " Deeper by Design " J. WQI, November / December 1997.

منابع و مراجع

1- Sverdlikov, A., Zemljak, M., Volodarsky, E., Haycock, D., and Lugowski, A. (1994). " *Ukraine Develops Modular Plants* ", Environ. Sci. and Eng. J., P.68.

2- Zemljak, M.M., Sverdlikov, A.I., Bondarev, A.A., and Sverdilokov, A.A. (1994). " *Wastewater Treatment Plants of Column Type* ". Water Supply and House Technics J. # 9, Construction Literatures Edition, Moscow, PP. 4-6.

3- Sverdlikov, A.I., Zemljak, M.M., and Kigel,M.E. (1981). " *Aeration Tank of Column Type* ", USSR Patent 604287, CO2 C 1/2. F 3/00, Vol.29.

4- Zemljak, M.M., Sverdlikov, A.I., Bondarev, A.A., Sverdlikov, A.A., Ershov, A.V., Shvetsov, V.N., and Mjasnikov, I, N. (1992)." *Installation for the Treatment of Wastewater and Natural Water* ", USSR Patent 1721028, CO2 F 3/00, Vol.11.

5- Sverdlikov, A.I., Zemljak, M.M., and Kigel, M.E. (1981). " *Combine Installation for Treatment of Industrial Wastewater* ", French Patent 2451892, CO2 F 1/02, F 3/009, Vol.4/60,P.14.