



بهینه سازی و بازیابی آب های صنعتی و مصرفی مجتمع صنعتی معدنی اپال پارسیان

مهران پردل^{۱*}، صادق مولایی^۲، حمزه احراری^۳

۱- کارشناس طراحی و اجرا Mehran.pordel@gmail.com

۲- کارشناس کارشناس طراحی و اجرا sadeghmollaiy@yahoo.com

۳- رئیس امور مهندسی hamzeh.ahrari@gmail.com

خلاصه

رها سازی فاضلاب در طبیعت علاوه بر جلوه های نامناسب، موجب بروز آلودگی برای منابع آب، جانوران و جوامع انسانی شده و از موانع توسعه و پیشرفت محسوب می شود که از بدیهی ترین نتایج آن، شیوع و همه گیر شدن بیماری های مهلک می باشد. جمع آوری و دفع فاضلاب چه از نقطه نظر بهداشتی و چه اقتصادی دید کلان از اهمیت خاصی برخوردار بوده و کاملاً توجیه اقتصادی دارد.

به منظور پیشگیری از بروز مشکلات فوق و همچنین الزامات اجرایی ابلاغ شده از طرف محیط زیست به شرکت های صنعتی، مطالعات طرح جمع آوری، انتقال و تصفیه فاضلاب بهداشتی مجتمع صنعتی و معدنی اپال پارسیان سنگان انجام شد.

ابتدا به مباحثی از قبیل موقعیت جغرافیایی محدوده مطالعاتی و شرایط آب و هوایی منطقه پرداخته و مبانی کمی و کیفی، مرحله بندی و سپس موقعیت و محل تصفیه خانه، استانداردهای خروجی فاضلاب و راندمان تصفیه را ارائه نمود.

کلمات کلیدی: پساب صنعتی . تصفیه فاضلاب . آب . بازیابی . محیط زیست

مقدمه



در تولید و ساخت یک محصول و تحت یک فرآیند تولیدی مورد استفاده قرار گرفته و بعنوان محصول ثانویه از سیستم خارج می‌شود. در تعریفی دیگر می‌توان گفت که پساب صنعتی به آبی اطلاق می‌شود که در فرآیند استفاده، کیفیت و ویژگی‌هایی خود را از دست داده باشد. پساب یا فاضلاب صنعتی، محصول جانبی کارخانجات تولیدی مانند مواد غذایی، نوشیدنی، پوشاک و همه کارخانجات تولیدی که مواد شیمیایی مورد نیاز بشر را تولید می‌کنند و یا از مواد شیمیایی برای تولید یک محصول استفاده می‌کنند، می‌باشد. در همه این کارخانجات آب به عنوان یک ماده مصرفی مهم در این فرآیندها مورد استفاده قرار می‌گیرد. از طرفی همه جوامع، هم به صورت جامد و هم به صورت مایع، فضولاتی را تولید می‌کنند. بخش مایع این فضولات، همان آب مصرفی است که در نتیجه کاربردهای مختلف آلوده شده است. از نظر منابع تولید، فاضلاب را می‌توان ترکیبی از فضولاتی دانست که توسط آب از مناطق مسکونی، اداری و تاسیسات تجاری و صنعتی تولید شده و به آب‌های زیرزمینی، آب‌های سطحی تخلیه می‌شود. فاضلاب تصفیه نشده حاوی میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و مواد آلی است که تجزیه مواد آلی فاضلاب تصفیه نشده باعث تولید گازهای بدبو می‌شود. همچنین فاضلاب به دلیل داشتن مواد مغذی می‌تواند باعث تحریک رشد گیاهان آبی‌زی شود. بنابراین تصفیه و بی‌خطر سازی فاضلاب از اقدامات ضروری است که باید قبل از تخلیه به محیط زیست انجام داد.

شرح انجام کار

فرایند تصفیه فاضلاب با تکنولوژی هوشمند بایولیبل

تکنولوژی هوشمند بایولیبل، فرآیندی ابداعی است که توسط مهندسان شرکت نانو تصفیه سبز، بر اساس توسعه کارآمدترین و مقرون به صرفه‌ترین فناوری‌های روز دنیا، بدست آمده است. این فرآیند فناورانه توسط شرکت نانو تصفیه سبز، تکنولوژی هوشمند بایولیبل نامگذاری شده است. فرآیند هوشمند بایولیبل، در عین پیچیدگی در طراحی فرآیند، مثل شکل خاص رآکتور، تجهیزات و تاسیسات با عملکردهای خاص، از سادگی هوشمندانه‌ای بهره می‌برد بطوریکه راهبری و نگهداری آن بسیار آسان بوده و نیاز به اپراتور متخصص ندارد و علاوه بر آن هزینه‌های راهبری سیستم، بسیار ناچیز می‌باشد. تکنولوژی هوشمند بایولیبل به دلیل کاهش لجن مازاد، عدم تولید بوی نامطبوع، مصرف انرژی پایین و به حداقل رساندن اثرات زیست محیطی فرآیند تصفیه فاضلاب، در دسته فناوری‌های سبز جای می‌گیرد. تکنولوژی هوشمند بایولیبل با تغییر در قواعد و روش‌های معمول موجود در طراحی تصفیه خانه‌های فاضلاب و همچنین پکیج تصفیه فاضلاب هوشمند آکوا پک، توانسته است نتایج شگفت‌انگیزی حاصل نماید. برای درک بهتر موضوع، ابتدا روش‌های معمول تصفیه فاضلاب را بررسی نموده و سپس راه کارهای فرآیند تکنولوژی هوشمند بایولیبل را تبیین می‌نماییم. در روش‌های معمول، آلاینده‌های موجود در پساب خروجی که نیاز به تصفیه داشته، بصورت پارامترهای جدا از هم دیده شده و راه حل‌های جداگانه برای تصفیه هر پارامتر ارائه می‌گردد. این دیدگاه بخصوص در فرآیند بیولوژیک، به دلیل نیاز به ایجاد شرایط خاص برای هر فرآیند، بصورت صددرصدی قابل اجرا نیست و در صورت اجرا، کنترل شرایط بسیار هزینه‌بر و دشوار بوده و در برخی زمان‌ها امکان پذیر نمی‌باشد.



بطور مثال، برای حذف نیتروژن، رآکتورهای جداگانه ای برای فرآیند نیتریفیکاسیون و دنیتریفیکاسیون، علاوه بر رآکتورهای هتروتروف، در تصفیه خانه طراحی می گردد، اساسا در حضور منابع کربن، فرآیند نیتریفیکاسیون از راندمان پایینی برخوردار بوده و عملا با تغییرات ناگزیر در فاضلاب ورودی به این واحد، ایجاد اختلال در فرآیند نیتریفیکاسیون حتمی است و در خروجی این واحد قابل مشاهده است. این مهم، باعث بهم ریختن کل فرآیند تصفیه تا انتهای تصفیه خانه خواهد شد.

مهندسان در شرکت نانو تصفیه سبز، برای حل این مشکل و دیگر معضلات از این دست، فرآیند ابتکاری تکنولوژی هوشمند بایولیبیل را طراحی نموده اند. این تکنولوژی بر مبنای ۲ اصل حیاتی بنا نهاده شده است که علاوه بر کاهش مشکلات و هزینه های ساخت و راهبری سیستم ها، باعث بالا رفتن راندمان تصفیه و ثبات آن نیز می گردد.

۱- هضم تمام مواد تجزیه پذیر و آلی بجای جداسازی

برخلاف روش های معمول تصفیه فاضلاب (لجن فعال، SBR، MBBR، MBR و ...) که سیاست حاکم، جداسازی تمامی آلاینده های قابل تفکیک مثل ذرات آلی بالای ۱۰۰ میکرون در واحد ته نشین سازی اولیه، جهت کاهش بار آلی سیستم، می باشد، در تکنولوژی هوشمند بایولیبیل، تفکر بر هضم تمام مواد آلی و حتی ذرات قابل ته نشینی و جداسازی بوده و در نتیجه واحد ته نشین ساز اولیه و محصولات آن که مواد آلی دورریز با احتمال آلودگی بالا به پاتوزن ها می باشد، حذف می گردد.

۲- یکپارچه سازی فرآیندهای بیولوژیک

بجای رویکرد کنترل دقیق فرآیند هر بیورآکتور که عملا جلوگیری از پیشروی فرآیند های تصفیه دیگر آلاینده ها به نفع یک فرآیند خاص می باشد که هم هزینه زیادی را می طلبد و هم راندمان تصفیه جزء به کل را کاهش می دهد، جایگزین کردن رویکرد یکپارچه سازی در فرآیندهای بیولوژیک، کلید حل مشکلات روش های معمول تصفیه فاضلاب خواهد بود.

• همانطور که میدانیم، در رآکتور بیولوژیک بسته به نوع مواد مغذی، مقدار اکسیژن محلول و ... فلور باکتریایی، بصورت خودبخودی و بر اساس مزیت های رقابتی برای هر میکروارگانیسم، تشکیل و هدایت، می گردد. همانطور که در بالا اشاره شد، در نگرش عمومی روشهای معمول تصفیه فاضلاب، آلاینده ها، بصورت جداگانه دیده شده و برای حذف هر کدام، رآکتور جداگانه ای، طراحی می گردد، مثل رآکتورهای هضم روغن و چربی، نیتروژن، فسفر، COD و ... که این بدین معناست که به جای همراهی و بهره بردن از فعالیت میکروارگانیسم هایی که مزیت رقابتی دارند، در واقع با تفکر قهری و با ایجاد و تحمیل شرایطی خاص، سعی در پیشبرد فرآیند تصفیه در جهت حذف یک پارامتر مشخص را داشته، که عملا به دلیل عدم انطباق پارامترهای طراحی با پارامترهای واقعی فاضلاب در طول شبانه روز و روزهای سال، علاوه بر تحمیل هزینه های گزاف برای جلوگیری از پیشرفت فرآیندهای مزیت دار به نفع یک فرآیند، به دلیل ناپایداری سیستم بر اثر نوسانات ذکر شده، نتیجه نهایی، جز ناکامی، نخواهد بود.

بر اساس این دو اصل و با نگاهی کلی تر و فارق از جزء اندیشی و بر اساس شرایط محیطی، دبی، نوع و میزان آلاینده های پساب، می توان اجازه داد تا فرآیندهای بیولوژیک، بر اساس مزیت رقابتی خود و با تشکیل فلور



باکتریایی متنوع و پایدار، که نواسانات پارامترهای ورودی باعث فعالیت بیشتر گروهی خاص از میکروارگانیسمها در یک زمان مشخص و محدود بر اساس فراوانی مواد مغذیشان، می گردد، که این مهم در یک رآکتور یکپارچه که بطور همزمان ناحیه بی هوازی، انوکسیک و هوازی را شامل گشته، اتفاق می افتد. کنترل کلی فرآیند و جهت دهی به آن بر اساس نوع و میزان آلاینده ها در هر صنعت با تعداد و مقدار هوادهی، جانمایی هواده پیشرفته آکوا ایر، شکل و عمق رآکتور، نحوه ورود فاضلاب به رآکتور، نوع و سطح ویژه مدیا آکوا فیکس مورد استفاده، مقدار و نحوه ازن مورد نیاز در رآکتور بیولوژیک، سفارشی سازی می گردد. عدم خروج لجن مازاد و بازچرخانی داخلی آن و همچنین استفاده از مدیا بستر ثابت، باعث بالا رفتن سن میکروارگانیسم ها شده، و هضم داخلی لجن مازاد (که غذای مورد نیاز سطوح بالاتر هرم غذایی اکولوژی میکروبی رآکتور، مستقیماً تامین گشته) و همچنین مواد آلی معلق (تامین مواد غذایی سطوح پایین تر)، باعث در دسترس بودن مواد غذایی بطور دائم، می باشد.

بطور کلی، در تکنولوژی هوشمند بایولبیل،

- بالا بودن سن لجن
- وجود دائمی مواد غذایی سطوح مختلف هرم غذایی
- ثبات در تامین شرایط نواحی مختلف رآکتور
- استفاده دائمی از باکتری های دوزیست
- استفاده از عمق جهت کنترل دمای رآکتور در تمامی فصول سال
- و

برخی از پارامترهای اصلی تضمین کننده شوک پذیری و کارکرد صحیح و دائمی این فرآیند می باشند. همچنین بدلیل استفاده از آکوا لیفت (ایرلیفت پمپ ساخت شرکت نانو تصفیه سبز) برای جابجایی لجن داخلی و استفاده از هواده آکوا ایر برای ایجاد توربولانس و همگن سازی، مقدار مصرف برق به شدت کاهش می یابد.

مبانی کمی فاضلاب بهداشتی تولیدی مجتمع

براساس اطلاعات جمعیتی شرکت اپال پارسیان سنگان، ترکیب جمعیتی تحت پوشش به شرح زیر است.

شرح	واحد	سال مبدا (۱۴۰۰)	سال مقصد (۱۴۲۵)
دوره طرح	سال	۱	۲۵
ضریب بهره برداری از شبکه	درصد	۱۰۰	۱۰۰
جمعیت تحت پوشش	نفر	۱۲۵۰	۲۵۰۰
میانگین متوسط فاضلاب روزانه	متر مکعب در روز	۱۰۰	۲۰۰



مبانی کیفی فاضلاب تولیدی

خلاصه مبانی کیفی فاضلاب ورودی به تصفیه خانه فاضلاب مجتمع اهل پارسیان سنگان به شرح زیر می باشد.

ردیف	پارامتر	واحد	ورودی سپتیک ۱۳D	ورودی سپتیک (D5لاکر)	ورودی سپتیک ۳D	خروجی چربی گیر آشپز خانه	توضیحات
۱	درصد حجمی از کل فاضلاب		۶۵%	۵%	۱۵%	-	مابقی ۱۵ ٪
۲	COD	Mg/lit	۷۹۸-۱۵۳۴	۱۰۸-۱۶۵	۹۰۵-۱۱۷۵	۱۸۴۰-۲۰۰۰	
۳	BOD _۵	Mg/lit	۲۹۸-۶۰۶	۷۸-۴۵۴	۲۵۱-۳۶۵	۷۰۵-۸۴۷	
۴	نیترات	Mg/lit	۴۵-۷۰	۷-۱۵	۲۳-۷۹	۱۲-۲۰	
۵	آمونیم	Mg/lit	۲۱-۸۱	۸-۱۶	۳۱-۱۶۰	۲۶-۲۷	
۶	فلوئیدیت	Mg/lit	۶۲۴-۹۸۲	۲۸۰-۴۲۱	۶۸۰-۱۱۰۰	۶۲۷-۶۵۰	
۷	TP	Mg/lit	۱۱-۴۳	۸-۱۹	>۴۰	۴۸-۵۴	
۸	TKN	Mg/lit	۷۵-۹۴	-	۱۶۷-۲۵۰	۴۹-۵۶	
۹	VSS	Mg/lit	۱۰۶-۲۷۰	۲۸۴-۵۷۳	۱۲۷-۳۲۷	۱۰۲-۲۵۴	
۱۰	TSS	Mg/lit	۱۹۵-۳۸۳	۲۷۰-۱۳۱۱	۲۱۴-۴۵۶	۲۴۷-۳۱۳	

COD: (Chemical Oxygen Demand) میزان اکسیژن خواهی شیمیایی فاضلاب

BOD: (biological oxygen demand) میزان اکسیژن خواهی بیولوژیک فاضلاب

TP : مقدار کل فسفر فاضلاب

TKN : ترکیب آمونیاک که یک شکل غیرآلی از نیتروژن است و نیتروژن آلی

VSS : (volatile suspended solids) مقدار کل جامدات معلق فرار

TSS : (Total Suspended Solid) مجموع مواد جامد معلق در آب



درجه تصفیه مورد نیاز

کاربری پساب خروجی از تصفیه‌خانه برای آبیاری فضای سبز مجموعه و در فصول غیرمصرف تزریق به تیکتر کارخانه کنسانتره مجتمع می‌باشد. لذا درجه تصفیه پساب خروجی از تصفیه‌خانه مجتمع اپال پارسیان سنگان باید استانداردهای لازم جهت آبیاری فضای سبز را مطابق استاندارد ملی ایران به شماره ۲-۲۱۷۸۶ سال ۱۳۹۵ (طرح‌های استفاده از فاضلاب تصفیه شده در آبیاری- قسمت ۲: توسعه طرح- راهنما) تامین نماید.

در مواقع اضطراری پساب خروجی از تصفیه‌خانه در کانال جمع‌آوری آب‌های سطحی که در مجاورت زمین تصفیه‌خانه قرار داد تخلیه خواهد شد.

مدولاسیون تصفیه‌خانه

با توجه به توسعه مجتمع اپال پارسیان سنگان و ضریب بهره‌برداری از شبکه جمع‌آوری فاضلاب بهداشتی در طول دوره طرح، تصفیه‌خانه فاضلاب بهداشتی مجتمع در دو مدول و ۱ خط جریان ۲۰۰ مترمکعب در روز طراحی شده است به صورتی که یک مدول (پکیج تصفیه با ظرفیت ۱۰۰ متر مکعب در روز) در مرحله اول اجرا می‌شود.

با توجه به توپوگرافی منطقه، فاضلاب از کلیه نقاط سایت، به صورت ثقلی تا محل تصفیه‌خانه واقع در جنوب غربی منطقه جمع‌آوری می‌شود.

مشخصات طرح پایه‌ی شبکه جمع‌آوری و خط انتقال فاضلاب در جدول ذیل آورده شده است. همچنین در نقشه زیر آرایش شبکه جمع‌آوری و انتقال فاضلاب آورده شده است.

مشخصات شبکه جمع‌آوری و خط انتقال فاضلاب



محل	قطر و جنس (میلیمتر)	طول کل (متر)	عمق مینیمم (متر)	عمق متوسط (متر)	عمق ماکزیمم (متر) (مت)	تعداد منهول
آوری جمع شبکه	۲۰۰ کاروگیت	۲۲۸۰	۱	۳	۶	۳۵
انتقال	یا پلی PVC اتیلن	۲۲۰	۰.۶	۱.۸	۳	۱۸
جمع کل		۲۵۰۰	-	-	-	۵۳
شبکه برگشت پساب تصفیه شده	۱۰۰ پلی اتیلن	۱۲۰۰	۱	۲	۳	----



نتیجه گیری

- ✓ صرفه جویی روزانه ۵۰ متر مکعب آب از مسیر فاضلاب
- ✓ صرفه جویی در حدود روزانه ۳۰ متر مکعب از مسیر آب های صنعتی و خروجی کارخانجات
- ✓ تایید کیفیت شیمیایی آب خروجی تصفیه خانه و استفاده بمنظور آبیاری فضای سبز
- ✓ تایید کیفیت شیمیایی آب خروجی از تصفیه خانه و استفاده از آن برای مصارف صنعتی و شست شو
- ✓ حفظ محیط زیست و صرفه جویی در مصرف آب

مراجع

- 1.Ahmadi, M., & Narengi Fard, M. 2018. Evaluation of rainfall zones using TRMM satellite data in Fars province, Journal of Researches in Earth Sciences, 3 (11): 28-44. (In Persian)
- 2.Akbari, H., Moradi, H. V., Sarhangzadeh, J., & Esfandabad, B. S. 2014. Population status, distribution, and conservation of the Chinkara, *Gazella bennettii*, in Iran (Mammalia: Bovidae). Zoology in the Middle East, 60(3), 189-194.
- 3.Babaei Fini, A., & Farajzadeh, M. 2002. Patterns of spatial and temporal changes of precipitation in Iran. Human Sciences MODARES, 6 (4): 51-70. (In Persian)
- 4.Bagherpour, M., Seyedian, S. M., Fathabadi, A., & Mohammadi, A. 2016. Investigating the effectiveness of the Mann-Kendall test in identifying the trend of autocorrelated series, Iranian Journal of watershed management Science, 11 (36): 11-21. (In Persian)
- 5.Bazrafshan, J., Aghashariatmadary, Z., & Kamali, S. 2023. Evaluation of Quantile Mapping Methods in Bias Correction of the TRMM Satellite's Estimated Precipitation Data During Vegetation Growth Period (Apr-Oct) in Kermanshah Province. Journal of Agricultural Meteorology, 10(2), 4-16. (In Persian)

۶. نیکولاس والزیوس (۲۰۱۴)، مخاطرات محیط زیستی، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی تهران

۷. سعید جوادی (۱۳۸۹)، "برداشت بی رویه آب در سیستم های صنعتی" مجموعه مقالات هفتمین کنفرانس بین المللی مهندسی آب و محیط زیست دانشگاه بیرجند، ایران

۸. تیموری، م. (۱۳۹۴) "بررسی علل حفره های ایجاد شده در کویر مرکزی کشور" پایان نامه کارشناسی، دانشگاه آزاد واحد قاین، خراسان جنوبی