جمهوری اسلامی ایران
وزارت جهادکشاورزی
موسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی
APERDRI

معرفی فناوری‌های نوین در بازچرخانی آب در کشاورزی، صنایع و سایر مصارف آب

سید مسعود حسینی ثابت

به نام خدا

معرفی فناوری‌های نوین در بازچرخانی آب
در کشاورزی، صنایع و سایر مصارف آب

سید مسعود حسینی ثابت

تاریخ انتشار:

دی ماه ۱۳۹۶

فهرست برگه

معرفی فناوری‌های نوین در بازچرخانی آب در کشاورزی، صنایع و سایر مصارف آب/ تهیه‌کننده: سیدمسعود حسینی ثابت.- تهران: وزارت جهادکشاورزی، مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصاد کشاورزی و توسعه روستایی، ۱۳۹۶.

۴۷ ص. مصور، نمودار (رنگی)، عکس.

نمایه ها:

آب/ اکسیداسیون پیشرفته نوری/ ایران/ بیوراکتور غشایی/ تصفیه‌خانه‌ها/ تکنولوژی ماورای بنفش/ سیستم‌های کنترل/ فاضلاب/ کشاورزی/ کشورهای جهان.

مشخصات:

عنوان: معرفی فناوری‌های نوین در بازچرخانی آب در کشاورزی، صنایع و سایر مصارف آب

تهیه‌کننده: سید مسعود حسینی ثابت

همکاران: فرزانه نجف علیزاده، جهانبخش امامی

کارشناس هماهنگی: اکرم بهاری

مسئول انتشار: فرهاد بلادر

مدیر گروه پژوهشی آمایش و توسعه کشاورزی: دکتر محمد جواد تیموری

ناشر: مؤسسه پژوهش‌های برنامه‌ریزی، اقتصادکشاورزی و توسعه روستایی – مدیریت خدمات پژوهشی

سال/ شماره انتشار: RP-۱۳۹۶-۱۸۱۶ ریال

قیمت: ۷۰۰۰۰ ریال

نشانی: خیابان کریمخان زند – انتهای خیابان شهید عضدی (آبان) جنوبی - خیابان رودسر – پلاک ۵

تلفن: ۴۲۹۱۶۰۰۰ – ۸۸۸۹۲۳۹۶ مستقیم

نمابر: ۸۸۸۹۶۶۶۰ - ۸۸۸۹۲۴۰۱

http://www.agri-peri.ir

E-mail:aperi@agri-peri.ac.ir & aperi@agri-peri.ir

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

خلاصه مدیریتی ..... ت
مقدمه ۱
روشهای نوین تصفیه آب ۲
بیوراکتور غشایی ۲
تکنولوژی ماورای بنفش ۳
استفاده از سیستمهای کنترل ۳
اکسیداسیون پیشرفته نوری ۵
سیستم های تولید همزمان ۶
تصفیه خانه های اقماری ۷
تصفیه خانه های غیر متمرکز ۷
استفاده از تکنولوژی دانه های ریز لجن هوازی ۸
فن آوری های نوین در تصفیه خانه های مدرن و جدید دنیا ۱۰
۱- تصفیه خانه فاضلاب جنوب تهران ۱۰
۱-۱- فازهای ۱ تا ۴ ..... ۱۱
۱-۲- فازهای ۵ و ۶ ..... ۱۲
۲- تصفیه خانه اوسرد دانمارک استفاده از فن آوری اکسیدان نوری پیشرفته (فناوری اپی او پی) ۱۵
۳- استفاده از تکنولوژی بیوراکتور غشایی در پروژه فاضلاب مسقط عمان ۱۷
۴- استفاده از برکه های بی هوازی در تصفیه خانه فاضلاب موگدن لندن ۲۰
۵- استفاده از متد بی هوازی- انوکسیک-هوازی در تصفیه خانه شمال دوحه قطر ۲۱
۶- تصفیه خانه کینگهی چین بزرگترین تصفیه خانه با استفاده از تکنولوژی بیوراکتورغشایی ۲۲
۷- بزرگترین تصفیه خانه با متد اسمز معکوس و فرا پالایش، سولایبیا کویت ۲۴
۸- نمونه عالی از تصفیه خانه منطبق با استانداردهای زیست‌محیطی تصفیه‌خانه دیر آیلند آمریکا ۲۶
۸-۱- تصفیه اولیه ۲۷
۸-۲- تصفیه ثانویه ۲۷
۸-۳- اهمیت دیر آیلند از نظر حفظ محیط زیست ۲۸
۹- اصلاح تصفیه خانه فاضلاب ویلیستون در جهت حفظ محیط زیست رودخانه میسوری ۲۹
۱۰- تصفیه خانه رینگسند ایرلندبا تکنولوزی دانه های ریز لجن هوازی ۳۰
۱۰-۱- تصفیه خانه ایپ هلند و تکنولوژی نردا ۳۱
نتیجه گیری و ارائه راهکار ۳۳
منابع ۳۵

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل (۱): تصفیه فاضلاب توسط لجن فعال ۲
شکل (۲): تصفیه فاضلاب توسط بیوراکتور غشایی ۳
شکل (۳): استفاده از سیستم کنترل ماژولار در تصفیه فاضلاب ۵
شکل (۴): تولید گرما حاصل از فرآیند تصفیه آب منجر به تولید برق مورد نیاز تصفیه خانه می شود ۷
شکل (۵): ایجاد تصفیه خانه فاضلاب در کنار مکانهایی نظیر توالت عمومی ۸
شکل (۶): گرانولی هوازی به دست آمده از کاربرد AGS در فاضلاب شهری ۹
شکل (۷): راکتور نا پیوسته متوالی (SBR) با گرانولهای هوازی ۱۰
شکل (۸): حوضه های مستطیلی و دایره ای به کار رفته در واحد هوادهی و ته نشینی ثانویه ۱۳
شکل (۹): نمایی از تصفیه خانه فاضلاب جنوب تهران شامل هاضم های لجن فعال ۱۴
شکل (۱۰): استفاده غیرمجاز از فاضلاب تصفیه نشده جهت آبیاری سبزیجات در جنوب تهران ۱۵
شکل (۱۱): شمایی از نحوه نصب سیستم "ا پی او پی" در تصفیه خانه اوسرود ۱۷
شکل (۱۲): واحه ای در بیابان عمان ۱۸
شکل (۱۳): نحوه کار راکتور ناپیوسته متوالی ۱۹
شکل (۱۴): تصفیه خانه فاضلاب موگدن ۲۰
شکل (۱۵): تصفیه خانه دوحه ۲۱
شکل (۱۶): نمونه ای از غشا ZeeWeed ۲۳
شکل (۱۷): نمایش عملکرد غشا اولترا فیلتر ۲۴
شکل (۱۸): نمودار مراحل تصفیه در تصفیه خانه سولیبیا ۲۵
شکل (۱۹): پلان جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب در تصفیه‌خانه دیر آیلند ۲۶
شکل (۲۰): ریختن پساب به داخل رودخانه میسوری باعث مرگ ماهیان شده است ۳۰
شکل (۲۱): پساب تصفیه شده توسط لوله های زیر آب به طول ۹ کیلومتر در داخل خلیج دوبلین تخلیه می‌گردد ۳۱
شکل (۲۲): توصیف سیستم نردا ۳۲

خلاصه مدیریتی:

حدود ۹۰ درصد فاضلاب تولید شده در سطح جهان تصفیه نشده باقی می‌ماند و باعث آلودگی گسترده آب بخصوص در کشورهای کم درآمد می‌شود. استفاده از فاضلاب تصفیه نشده برای آبیاری زمین‌های کشاورزی رو به افزایش است. شهرها، محصولات تازه پرسود خود را برای جذب کشاورزان به فروشگاه‌ها عرضه می‌کنند. درحالی که بخش کشاورزی برای افزایش منابع آبی خود با صنعت و شهروندان در رقابت است اغلب هیچ جایگزینی برای کشاورزان وجود ندارد که از آب آلوده شده با فاضلاب شهری مستقیماً برای آبیاری محصولات خود استفاده نکنند.

خطرات بهداشتی قابل توجهی در استفاده از این نوع آب وجود دارد. فاضلاب‌ها و پساب ها می‌توانند شامل مخلوطی از آلودگی‌های بیولوژیکی و شیمیایی باشند. در کشورهای کم درآمد، اغلب سطح بالایی از پاتوژن در فضولات وجود دارد، در حالیکه در کشورهای در حال توسعه جایی که صنعت از مقررات زیست محیطی پیشی می‌گیرد خطرات ناشی از مواد شیمیایی آلی و غیرآلی در حال افزایش است.

حجم بسیار بالای پساب‌های تولیدی در شهرها و صنایع، چنانچه به شیوه صحیح مدیریت شده و به مدد فناوری‌های جدید تصفیه و بازچرخانی شود، می تواند به عنوان یک منبع بزرگ آبی، به حل مشکلات حاد ما در این حوزه کمک کند و برعکس چنانچه این حجم انبوه از آب آلوده با بی‌توجهی رها شود می‌تواند بطور جدی باعث آلودگی منابع زیرزمینی و ایجاد انواع مشکلات بعدی گردد.

با توجه به حجم قابل توجه پساب‌ها و آبهای برگشتی و روند رو به رشد، برنامه‌ریزی اصولی برای جمع‌آوری، تصفیه و استفاده مجدد از این منابع ضروری بوده و در صورتی‌که برنامه ریزی و تصمیم گیری نشود، حجم پساب موجود برای آلوده کردن کل آب‌های سطحی و تهدید کیفی منابع آب زیرزمینی کشور کافی بوده و با توجه به بحران آبی، در صورت استفاده غیر اصولی در کشاورزی، صنعت و مصارف خانگی، عوارض زیست محیطی و بهداشتی ناگواری را به همراه خواهد داشت.

تاکنون به پساب به عنوان یک سرمایه بزرگ و راه‌حل جدید برای معضل آب پرداخته نشده است و حتی نوع رویارویی ما با مسأله پساب، این منبع بزرگ را تبدیل به یک تهدید جدی نموده است. در حالیکه می‌توان به مدد فناوری‌های نوین بارها و بارها، از آب استفاده نمود، هم اکنون پساب سلامت حوزه‌های آب زیرزمینی و نتیجتاً سلامت مردم و محصولات کشاورزی را تهدید می‌کند. با دستاوردهای گوناگون فناوری در برخی از کشورها در حوزه‌هایی همچون شبکه توزیع، تصفیه، شیرآلات، حفاری، مدیریت منابع و... اظهار داشت در ایران نیز به مدد بکارگیری فناوری‌های نوین می‌توان به مقابله با مشکل حاد و فراگیر کم‌آبی رفت و اصولاً راهی جز این متصور نیست. با این وجود هنوز به نظر می‌رسد مباحث مربوط به فناوری در حوزه آب با توجه به ضرورت و اولویت آن مورد توجه و اهتمام نیست.

پساب‌ها می توانند درصورت تصفیه اصولی، در شبکه آب شهری و صنعتی مجدداً مورد استفاده قرار گیرند. این راهکار در میان‌مدت و بلندمدت بسیار اقتصادی و مقرون به صرفه است هم اکنون در بسیاری از کشورهایی که مشکلات آنها در حوزه آب بسیار کمتر از ایران است، آب تصفیه شده در شبکه آب شهری، کشاورزی و صنعت، بازچرخانی می‌شود. اما نگاه غیراصولی و ناقص به حوزه آب ما را از این فرصت بزرگ غافل و محروم نگاه داشته است.

آب شرب می‌تواند و بلکه باید از آب صنعتی، بهداشت و فضای سبز جدا شود و این امر با ملاحظه حجم اندک آب شرب کاملا معقول و مقرون به صرفه است.

به طور کلی مهم ترین عامل محدودیت زای کیفی پساب های حاصل از تصفیه فاضلاب شهری و پساب در مصارف مختلف ویژگی‌های بهداشتی و مواد آلی پساب خروجی بوده و مهم ترین عامل محدودیت زای کیفی زه آب های کشاورزی سموم شیمیایی، شوری و عناصر مغذی و در بخش پساب های صنعتی فلزات سنگین و ترکیبات شیمیایی سخت تجزیه پذیر و خاصیت اسیدیته و قلیاییت متفاوت پساب می‌باشد.

در ارتباط با قابلیت مصارف پساب‌ها و آب های برگشتی نتیجه‌گیری می شود که مهمترین کاربری مصارف این منابع در کشاورزی و همچنین آبیاری فضای سبز و جنگل‌کاری اطراف شهرها می‌باشد که امکان استفاده از این منابع را با حداقل اثرات سوء زیست محیطی مقدور می سازد. در کنار مصارف زراعی، تغذیه مصنوعی به ویژه در فصول غیر زراعی به عنوان دومین اولویت مصارف اصلی این منابع مطرح می باشد. با توجه به موقعیت مکان‌یابی شده برای ساخت این تصفیه‌خانه‌ها، در استفاده از این منابع هزینه‌های مربوط به خط انتقال و پمپاژ یکی از عوامل اصلی محدودیت‌زای اقتصادی محسوب می‌شود.

نزدیک‌ترین و اقتصادی‌ترین راهکارها برای حل معضل جدی آب استفاده از دستاوردهای جدید فناوری در حوزه تصفیه و طراحی شبکه، توزیع و کمک به بازچرخانی و استفاده مجدد از آب در شبکه‌های شهری، کشاورزی و صنعت است.

مقدمه:

حدود ۹۰ درصد فاضلاب تولید شده در سطح جهان تصفیه نشده باقی می‌ماند و باعث آلودگی گسترده آب بخصوص در کشورهای کم درآمد می‌شود. استفاده از فاضلاب تصفیه نشده برای آبیاری زمین‌های کشاورزی رو به افزایش است. شهرها، محصولات تازه پرسود خود را برای جذب کشاورزان به فروشگاه‌ها عرضه می‌کنند. درحالی که بخش کشاورزی برای افزایش منابع آبی خود با صنعت و شهروندان در رقابت است اغلب هیچ جایگزینی برای کشاورزان وجود ندارد که از آب آلوده شده با فاضلاب شهری مستقیماً برای آبیاری محصولات خود استفاده نکنند.

خطرات بهداشتی قابل توجهی در استفاده از این نوع آب وجود دارد. فاضلاب‌ها و پساب ها می‌توانند شامل مخلوطی از آلودگی‌های بیولوژیکی و شیمیایی باشند. در کشورهای کم درآمد، اغلب سطح بالایی از پاتوژن در فضولات وجود دارد، در حالیکه در کشورهای در حال توسعه جایی که صنعت از مقررات زیست محیطی پیشی می‌گیرد خطرات ناشی از مواد شیمیایی آلی و غیرآلی در حال افزایش است. سازمان بهداشت جهانی، در همکای با سازمان غذا و کشاورزی سازمان ملل متحد[1] و برنامه محیط زیست سازمان ملل متحد[2] دستورالعمل‌هایی را برای استفاده ایمن از فاضلاب‌ها نوشته است.

در این گزارش ابتدا روش های نوین تصفیه آب مورد بررسی قرار می گیرد و در ادامه به بررسی تصفیه خانه فاضلاب جنوب تهران می پردازیم و سپس به بررسی تصفیه خانه های کشورهای همسایه، کشورهای دارای آب و هوای مشابه ایران و نیز کشورهایی که از فن آوریهای نوین در تصفیه فاضلاب استفاده نموده اند، خواهیم پرداخت. برخی از این تصفیه خانه ها تکمیل و مورد بهره برداری قرار گرفته اند و برخی دیگر در حال ساخت می باشند.در این میان تصفیه خانه هایی هستند که از ابتدا طراحی و ساخت آنها در جهت بهبود محیط زیست و رفع مشکلات زیست محیطی می باشد.

1. Food and Agriculture Organization(FAO)
2. United Nations Environment Programme (UNEP)

روشهای نوین تصفیه آب:

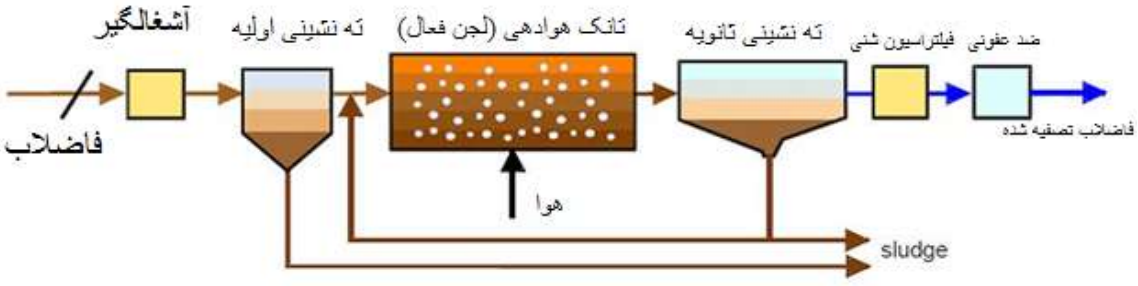
بیوراکتور غشایی:

بیوراکتورهای غشایی به جای فرآیند لجن فعال در تصفیه فاضلاب استفاده می شود. بیوراکتورهای غشایی به طور کلی سیستم‌هایی می باشند که در آنها تصفیه بیولوژیکی با فیلتراسیون غشایی ترکیب می‌شود. در این سیستم‌ها فیلتراسیون غشایی جایگزین فرآیندهای ته‌نشینی، فیلتر شنی و گندزدایی به کار رفته در روش‌های مرسوم لجن فعال می شود.

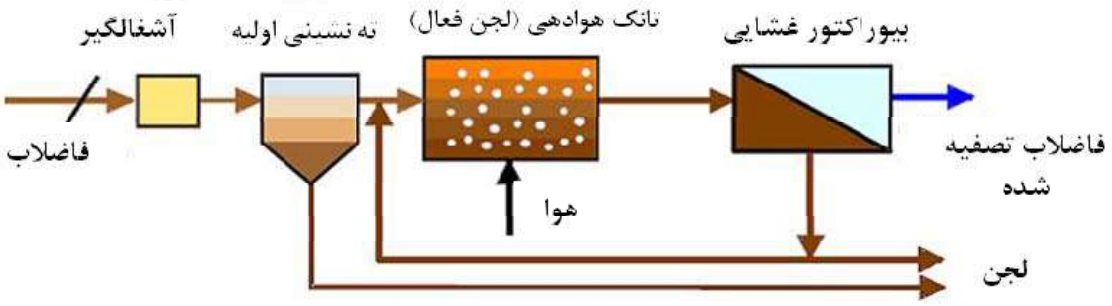
به دلیل قابلیت بالای این سیستم در تصفیه آب و فاضلاب و کیفیت بسیار بالای پساب خروجی، در موارد بسیاری از این سیستم استفاده می شود. از جمله موارد کاربرد این سیستم عبارتند از:

- تصفیه فاضلاب های شهری، بهداشتی، صنعتی از قبیل فاضلاب های حاوی فلزات سنگین و مواد سمی
- نمک زدایی و شیرین سازی آب های شور
- بازیابی و استفاده مجدد از پساب در کشاورزی و صنعت و حتی قابلیت تولید آب با کیفیتی در حد شرب (سیستم بیوراکتور غشایی، ۱۳۹۳)

شکل های زیر تفاوت روش قدیمی لجن فعال و روش استفاده از بیوراکتور غشایی را به خوبی نمایش می‌دهد.



شکل (۱): تصفیه فاضلاب توسط لجن فعال (بیوراکتور غشایی، ۲۰۱۶)



شکل (۲): تصفیه فاضلاب توسط بیوراکتور غشایی (بیوراکتور غشایی، ۲۰۱۶)

تکنولوژی ماورای بنفش:

معمولاً از اشعه ماورای بنفش جهت میکروب زدایی بهتر آب در کنار روشهای دیگر مانند کلرزنی و اسمزمعکوس استفاده می کنند.

این اشعه دارای طول موج ۲۵۰ تا ۲۷۰ نانومتر است. برای تولید انرژی اشعه ماوراء بنفش با زدن قوس الکتریکی، لامپ حاوی بخار جیوه را باردار می کنند این عمل موجب تولید انرژی شده و اشعه فرابنفش منتشر می شود.

برای بهره برداری از تکنولوژی ماورای بنفش در تصفیه آب، لامپ را یا در خارج از آبی که قرار است تصفیه شود، قرار می دهند، یا اینکه آن را در درون آب معلق می کنند. اگر قرار باشد این لامپ ها درون آب معلق شوند، آنها را درون لوله های کوارتزی موسوم به "اسلیو"[1] قرار می دهند تا سرد نشوند. اگر آب حدود سه ثانیه در معرض این اشعه قرار بگیرد، ضدعفونی می شود.

عدم تولید محصولات جانبی زیانبار مانند (تری هالومتان ها) که در اثر کلر زنی به وجود می آیند، بالا بودن ضریب اطمینان و مصرف کم انرژی از مزایای این روش محسوب می شود. اما به علت عدم ایجاد اشعه باقیمانده در داخل آب، قادر به حذف آلودگی های احتمالی ثانویه که ممکن است بعد از تابش اشعه وارد آب شوند، نیستند .(تصفیه آب و میکروب زدایی به وسیله اشعه ماورای بنفش،۱۳۹۲)

استفاده از سیستمهای کنترل[2]:

سیستم های کنترل کارآمد مانند سیستم - کنترل‌گر منطقی برنامه‌پذیر پی ال سی[1] و سیستم های سامانه سرپرستی و گردآوری داده یا اسکادا[2] در صنعت تصفیه آب امروزه نقش مهمی را ایفا می کنند.

1 .Sleeve
2. Control systems

باید توجه داشت که "پی ال سی" با کامپیوتر متفاوت است، تمامی اجزا یک کامپیوتر در یک پی ال سی وجود دارد ولی کامپیوتر از لحاظ نوع ورودی و خروجی ها و همچنین عمل ترکیب ورودی ها و خروجی ها با آن متفاوت می باشد. در "پی ال سی" ما نتیجه عمل را می بینیم ولی در کامپیوتر فقط اطلاعات را می بینیم. (پی ال سی چیست، ۱۳۸۸)

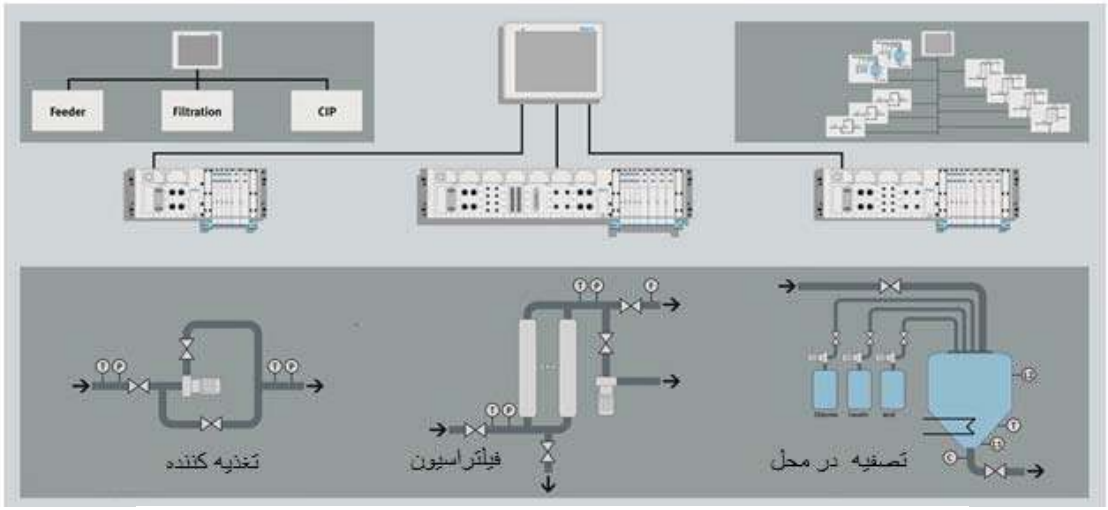
اسکادا نیز به معنی کنترل سوپر وایزری (نظارت مدیریتی) و اخذ داده ها می باشد. اسکادا معمولاً نشان‌دهنده یک سیستم مرکزی است که نظارت و کنترل یک سایت کامل و یا یک سیستم توزیع شده در فواصل زیاد (در حد چندین کیلومتر) را بر عهده دارد. (سیستم اسکادا، ۱۳۹۳)

گاهی از روش ماژولار سازی در طراحی سیستمهای کنترل استفاده می شود. راهکار ماژولار سازی با موفقیت در پلنت های تصفیه آب، پیاده سازی شد. تنها اپراتورها نیستند که از ویژگی تطبیقی بودن سیستم‌های مبتنی بر این روش بهره می برند بلکه تولید کنندگان و مهندسان نیز به همان اندازه از این ویژگی سود می برند.

در همین زمینه برای مثال شرکت آلمانی "فستو"[3] فعال در زمینه های مختلف اتوماسیون صنعتی، سیستم اتوماسیونی برای صنایع مرتبط با آب و فاضلاب معرفی نمود. این سیستم از نگرش ماژولار جهت مکانیزه کردن پلنت های فرآیندی بهره گرفته است. سیستم های ماژولار علاوه بر سرعت بخشیدن به طراحی و ساخت فرآیندهای اتوماسیون، هزینه تمام شده را کاهش می دهند و به تاسیسات قابلیت سازگاری با تغییرات در بازار تجارت را می دهد.

این نگرش نو، جهشی اساسی در طراحی و مهندسی یک پلنت تصفیه آب محسوب می شود. پلنت ها را می توان با تفکیک کردن به چند زیر سیستم (پمپ ها و واحد تصفیه) و تعریف یک ماژول[4] برای هر زیر سیستم با تمام اجزای مکانیکی و اتوماسیونی موردنیاز برای کارکرد مستقل، تبدیل به یک سیستم یکپارچه ماژولار کرده و از ویژگی های آن بهره برد. (غلامیان،۱۳۹۴)

1. programmable Logic Controllers (PLCs)
2. Supervisory Control And Data) SCADA)
3. Festo
۴. ماژول یک بخش قابل نصب و قابل استفاده مجدد است که برای نمایش محتوا یا انجام یک عملیات خاص استفاده می شود.



شکل (۳): استفاده از سیستم کنترل ماژولار در تصفیه فاضلاب (غلامیان،۱۳۹۴)

اکسیداسیون پیشرفته نوری[1]:

اکسیداسیون شیمیایی به واکنش هایی می گویند که در طی آنها یک یا چند الکترون از ماده شیمیایی مورد نظر به ماده دیگر که اکسید کننده نامیده می شود منتقل می شوند.

فرآیندهای اکسیداسیون شیمیایی به دو گروه تقسیم می شوند:

۱. فرآیندهای اکسیداسیون شیمیایی کلاسیک
۲. فرآیندهای اکسیداسیون پیشرفته[2]

معمولاً تصفیه های شیمیایی کلاسیک شامل افزودن عامل اکسیدکننده به آب حاوی آلودگی برای اکسید کردن آن می باشد. معمولاً در این روش از کلر، پرمنگنات پتاسیم، پر اکسید هیدروژن و ازون استفاده می شود.

کلر: از کلر می توان به عنوان یک اکسیدکننده شیمیایی خوب نام برد و باعث نابودی میکروارگانیسم ها می شود. کلر به صورت عنصر و یا به صورت هیپوکلریت عامل اکسیدکننده بسیار قوی می باشد و می توان آن را به طور کارآمد در اکسیداسیون سیانید استفاده کرد.

ازن: در سال ۲۰۰۴ سازمان دارو و غذای آمریکا۳ در توصیه ای به صنایع اظهار داشت که "ازن" ماده ایست ضدعفونی کننده که سطوح مختلف میکروارگانیزم ها از قبیل گونه های" پاتوژنیک ایی کولی۴ "و "کریپتوسپریدیو"[1] را در آب کاهش می دهد. (کاربرد ازن در تصفیه آب، ۱۳۹۳)

1. Advanced photo oxidation process (APOP)
2. Advanced oxidation process (AOP)
3. Food and Drug Administration(FDA)
4. pathogeneic E.coli

علاوه بر خاصیت میکروب زدایی، ازن دارای خاصیت اکسیدکنندگی بسیار زیاد بوده و در تصفیه فاضلاب می تواند ترکیبات فنلی را اکسید نماید.تحقیقات نشان داده است که تصفیه آب با ازن می تواند آفت کشهای مالاتیون و پاراتیون را که ترکیباتی سرطان زا و خطرناک هستند به اسید فسفریک (بی خطر) تبدیل نماید به همین دلایل در تصفیه فاضلاب از ازن در مواردی نظیر حذف بو، طعم و رنگ، ضدعفونی کردن، حذف فلزاتی چون آهن، منیزیم و منگنز، ترکیبات آلی استفاده می شود. (تصفیه فاضلاب صنعتی به روش اکسیداسیون شیمیایی)

قدرت این اکسید کننده در شفاف سازی منابع آب با کیفیت پائین مانند آبهای بازیافتی مهم می باشد. تصفیه آب با ازن مواد معدنی زائد را بطور کامل اکسید نموده و موجب ته نشینی و حذف آنها می گردد. (کاربرد ازن در تصفیه آب، ۱۳۹۳)

در سیستم اکسیداسیون پیشرفته (AOP) در تصفیه آب برای از بین بردن پاتوژن میکرو ارگانیسم و هورمونهای غدد درون ریز از فاضلاب به کمک اکسیدان هایی مانند دی اکسید کلرید و یا ازن کاربرد دارد.

این شکل از تصفیه آب ساده و آسان برای نصب است و در هر مقیاس قابل استفاده می باشد. کم هزینه بوده و لامپ های یو وی مورد استفاده در آن شدت انرژی بالایی دارند. (اوتییینو، ۲۰۱۴)

اولین تصفیه خانه ای که از این سیستم استفاده نموده تصفیه خانه" اوسرد"[2] در دانمارک می باشد که در مباحث بعدی بیشتر به آن می پردازیم.(اوتییینو، ۲۰۱۴)

سیستم های تولید همزمان[3]:

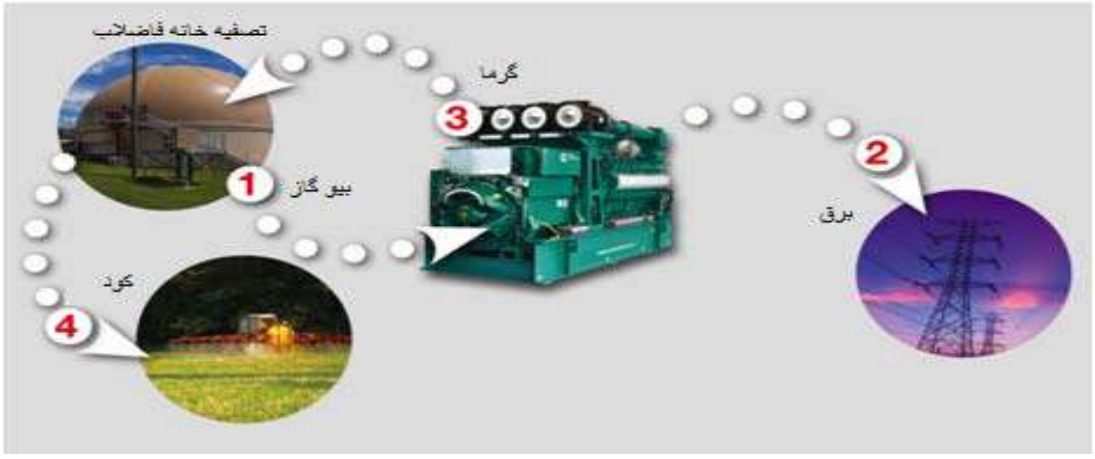
تولید همزمان گرما و برق یا به اختصار تولید هم‌زمان، یکی از مهم‌ترین کاربردهای تولید پراکنده است. که عبارت است از تولید همزمان و توأم ترمودینامیکی دو یا چند شکل انرژی از یک منبع ساده اولیه است.

تصفیه خانه های آب نیازمند مصرف بسیار زیادی از انرژی هستند به این دلیل، بسیاری از شرکت ها به سیستم" تولید همزمان" امید بسته اند که می تواند به تولید بیشتر انرژی، سوخت مجانی و همچنین انرژی سبز در راستای حفظ محیط زیست کمک کند.

موتورهای احتراق داخلی، توربین های میکرو، توربین های گاز، سلول های سوختی، فن آوری های تولید همزمانی هستند که از گاز هاضم تولید شده از تصفیه خانه های فاضلاب استفاده می کنند. (اوتییینو، ۲۰۱۴)

بیوگاز حاصل از یک تصفیه خانه فاضلاب می تواند الکتریسیته مازاد بر نیاز همان تصفیه خانه را تولید نماید. (دانز،۲۰۱۳)

1. Cryptosporidium
2. Usserød
3. Cogeneration or combined heat and power (CHP)



شکل (۴): تولید گرما حاصل از فرآیند تصفیه آب منجر به تولید برق مورد نیاز تصفیه خانه می شود

(دانز،۲۰۱۳)

تصفیه خانه های اقماری[1]:

تصفیه خانه های اقماری جهت تصفیه آب در مکان یا نزدیک به منبع تولید زباله و استفاده مجدد آن استفاده می شوند. این نوع از سیستم ها اغلب تسهیلات یک مرکز پردازش مواد جامد را ندارند از این رو مواد جامد بایستی جمع آوری شوند و تحت پروسه دیگری قرار بگیرند.

انواع مختلفی از تصفیه خانه های اقماری وجود دارند به طوری که انواع مختلف آب و فاضلاب را می توان با تجهیزات مناسب مورد تصفیه قرار داد. علاوه بر این، این سیستم ها می تواند برای بازیابی انرژی یا حذف مواد مغذی استفاده شوند. (اوتییینو، ۲۰۱۴)

تصفیه خانه های غیر متمرکز[2]:

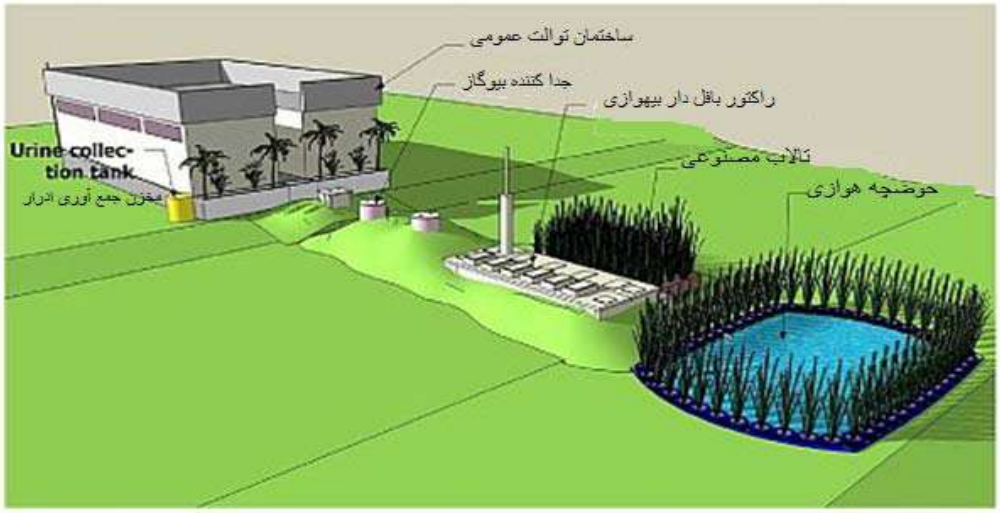
این نوع از سیستم ها بخشی از زیرساخت های دائمی ساختمانهای شهری و یا صنعتی هستند و می توانند در اداره تصفیه فاضلاب تولید شده در محل استفاده شوند.

آنها گزینه های تصفیه ای وسیعی را فراهم می کنند و می توانند در محل تصفیه و یا در نزدیکی مکانی که فاضلاب تولید می شود نصب شوند. (اوتییینو، ۲۰۱۴)

لوله کشی محلی ممکن است کاسه توالت و سینک ظرفشویی و ماشین لباسشویی را به هم متصل کنند، اما ممکن است در ساخت سیستم تصفیه درگیر نباشند. تصفیه کننده باید یک آب بازیافتی امن و بهداشتی را

1. Satellite reclamation plants
2. Decentralized water treatment plants

جهت استفاده در فلش تانکها، شستشو البسه، شستشو کف زمین یا آبیاری چمن را فراهم کنند.(ویلدرد، شرف، ۲۰۰۰)



شکل (۵): ایجاد تصفیه خانه فاضلاب در کنار مکانهایی نظیر توالت عمومی

(تصفیه آب و استفاده مجدد، ۲۰۰۸)

استفاده از تکنولوژی دانه های ریز لجن هوازی[1]:

زیست پالایی فاضلاب در تصفیه خانه اغلب با استفاده از سیستم لجن فعال متعارف انجام می شود. این سیستم ها نیازمند مناطق وسیع جهت تصفیه و جدایی واحدهای زیست توده به علت خواص ضعیف ته‌نشینی لجن می باشند. در سال های اخیر، تکنیک های جدیدی جهت بهبود روند ته نشینی توسعه یافته اند. استفاده از دانه های ریز لجن هوازی یکی از آن فن آوری ها است.

1. Aerobic Granular Sludge(AGS)

شکل (۶): گرانولی هوازی به دست آمده از کاربرد AGS در فاضلاب شهری

طرفداران گرانول هوازی لجن ادعا می کنند "این تکنولوژی در آینده نزدیک به عنوان یک فن آوری جایگزین خلاقانه نسبت به فرآیند لجن فعال متعارف درتصفیه فاضلاب صنعتی و شهری، نقش مهمی بازی خواهد کرد (بینگ جی، ۲۰۱۳)

زیست توده لجن در راکتور های نا پیوسته متوالی (SBR) و بدون مواد حامل توسعه یافته است. ملزومات مورد نیاز برای این شکل گیری انها عبارتند از:

رژیم وفور و قحطی غذا: دوره های کوتاه مدت تغذیه باید جهت ایجاد دوره وفور و کمبود مواد غذایی ایجاد شود. (بوئن و همکاران ۱۹۹۹)

به ترتیب با حضور یا عدم وجود مواد آلی در مرکز مایع با این نوع تغذیه، انتخاب میکرو ارگانیسم های مناسب به فرم گرانول ممکن می شود. هنگامی که غلظت سوبسترا در مایع فله بالا است، موجودات تشکیل دهنده گرانول می توانند مواد آلی را در قالب پلی بتا -هیدروکسی بوتیرات ذخیره کنند که در دوره قحطی مصرف شود، که نتیجه کار موجودات گرانولی در این زمینه بهتر از موجودات رشته ای است.

زمان نشست کوتاه: این فشار هیدرولیک انتخابی در جامعه میکروبی اجازه به حفظ زیست توده گرانولی داخل راکتور می دهد در حالی که زیست توده کرکی از بین می رود. (شین و همکاران، ۲۰۰۴)

نیروی برشی هیدرودینامیکی: شواهد نشان می دهد که استفاده از نیروهای برشی بالا به نفع تشکیل گرانول هوازی و یکپارچگی گرانول فیزیکی است. مشخص شد که دانه های هوازی می تواند تنها بالاتر از یک مقدار نیروی برشی آستانه از نظر سطحی تشکیل شوند.

لجن فعال گرانولی نیز در عبور از راکتورها با استفاده از فرآیند ترکیبی لجن فعال توسعه می یابند، این راکتورها شامل یک راکتور متصل رشد با زمان ماند کوتاه جریان رو به بالا و یک راکتور رشد معلق می باشند. (تای و همکاران، ۲۰۰۱).

شکل (۷): راکتور نا پیوسته متوالی (SBR) با گرانولهای هوازی

در این راستا به فن آوریهای نوینی که در تصفیه خانه های مدرن و جدید دنیا مورد استفاده قرار گرفته‌اند، می پردازیم.

فن آوری های نوین در تصفیه خانه های مدرن و جدید دنیا

۱- تصفیه خانه فاضلاب جنوب تهران

تصفیه خانه فاضلاب تهران مهمترین بخش از طرح بزرگ فاضلاب تهران می باشد. تصفیه خانه بزرگ فاضلاب جنوب تهران یکی از بزرگ ترین تصفیه خانه های خاورمیانه به شمار می رود که تصفیه بخشی از فاضلاب تهران در ۸ مدول را بر عهده داشته و با بهره برداری واحدهای آن جمعیتی افزون بر چهار میلیون و ۲۰۰ هزار نفر زیر پوشش خدمات جمع آوری و دفع فاضلاب قرار خواهند گرفت.

این تصفیه خانه که در شهرری، اتوبان شهید آوینی مجاور روستای عمادآور واقع می باشد آب زراعی مطمئن و به دور از آلودگی را در اختیار زارعین پایین دست تصفیه خانه و همچنین آبخوان قابل تغذیه آب زیرزمینی پایین دست قرار می دهد.

۶ واحد از هشت واحد تصفیه خانه فاضلاب جنوب تهران در حال بهره برداری و دو واحد دیگر در دست ساخت است.

روش «لجن فعال متعارف» در تصفیه خانه فاضلاب جنوب تهران اجرا می شود و پساب حاصل پس از تخلیه به کانال ورامین، به شبکه آبیاری این دشت منتقل و برای آبیاری نزدیک به ۵۰ هزار هکتار زمین استفاده می شود.

روش تصفیه فاضلاب به روش لجن فعال متعارف، یکی از پرکاربردترین روش های بیولوژیکی در تصفیه انواع فاضلاب های بهداشتی و صنعتی است. فرآیند بیولوژیکی در این روش از نوع هوازی است که رشد میکروارگانیسم ها در آن به صورت معلق صورت می گیرد.

بنا به گفته مدیرعامل شرکت فاضلاب تهران «شبکه فاضلاب تهران در خاورمیانه مانند ندارد و افزون بر ارتقای شاخص های زیست محیطی، مقدار زیادی پساب بازچرخانی شده را در اختیار کشاورزی جنوب تهران قرار می دهد». (ایرنا خبرگزاری جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۹۴)

با توجه به پیش بینی ساخت ۲۰ واحد تصفیه خانه و نیروگاه، تولید سالیانه ۲۰۰ گیگاوات انرژی الکتریکی و ۷۰۰ تراژول انرژی حرارتی در همه تصفیه خانه های فاضلاب تهران پیش بینی شده است.

تاریخ شروع اجرای طرح به سال ۱۳۸۲ بر می گردد. فاز اول آن در سال ۱۳۸۸، فازهای دوم، سوم و چهارم در سال ۱۳۹۰ و فازهای پنجم و ششم در سال ۱۳۹۳ به بهره برداری رسیدند.

۱-۱- فازهای ۱ تا ۴:

چهار مدول ساخته شده در این فازها هرکدام جمعیتی معادل ۵۲۵۰۰۰ نفر را پوشش داده و جریانی معادل ۴۵۰۰۰۰ متر مکعب در روز را می تواند جهت تصفیه پذیرش نماید. نواحی تحت پوشش این تصفیه خانه فاضلابهای جمع آوری شده از شمال و شمال شرق شهر بوده و از دو ورودی شرقی و غربی تصفیه خانه دریافت می گردد. زمین تصفیه خانه به مساحت ۱۱۰ هکتار و با شیبی از شمال به جنوب، از تراز ۱۰۳۵ الی ۱۰۲۰ واقع شده است. نوع فرآیند تصفیه فاضلاب از نوع لجن فعال همراه با حذف نیتروژن است و پساب تصفیه شده آبیاری زمینهای کشاورزی دشت ورامین را تأمین خواهد کرد.(شرکت فاضلاب تهران،۱۳۹۵)

مشخصات کلی فازهای ۱ تا ۴

شرکت طراح: واتک واباگ اتریش

نام شرکت مجری: مشارکت سراوان - توسار و واتک واباگ

جمعیت تحت پوشش(طراحی): ۲۱۰۰۰۰۰ نفر

تعداد مدول: ۴ عدد

دبی فاضلاب ورودی(طراحی): ۵.۲ مترمکعب در ثانیه

مصرف پساب: آبیاری زمینهای کشاورزی دشت ورامین(شرکت فاضلاب تهران،۱۳۹۵)

۲-۱- فازهای ۵ و ۶

طراحی و احداث تصفیه خانه فاضلاب جنوب تهران واحدهای ۵ و ۶ به روشEPC[1] صورت گرفته است. در این فازها استفاده بهینه از انرژی بطوریکه مصرف برق آن حداقل ۳۰ درصد کمتر از مصرف انرژی برق در طرح های مشابه است، میزان صرفه جویی انرژی در مدول ۵ و ۶ حدود ۲۴۰۰۰ وات ساعت در روز برآورد می‌شود. استفاده از فولاد ضد زنگ به جای فولاد گالوانیزه برای قطعات فلزی که در تماس با فاضلاب هستند. پیش بینی سیستم کنترل بو برای کلیه واحدهایی که در آنها امکان ایجاد بوی نامطبوع وجود دارد. تولید انرژی برق از بیوگاز تولیدی در هاضم های بی هوازی.

معرفی قسمت های مختلف تصفیه خانه مدول های ۵ و ۶

- **واحد آشغالگیر:** این واحد شامل ۴ آشغالگیر دهانه درشت و ۴ آشغالگیر دهانه ریز، دریچه های ورودی و خروجی تجهیزات انتقال و فشرده سازی آشغال است.
- **دانه گیر وچربی گیر:** دانه گیری در این مرحله به وسیله هوادهی انجام می شود به طوریکه از طریق تزریق هوا توسط دمنده ها، ذرات شن وماسه و دانه های موجود در فاضلاب ته نشین شده و مواد سبک و چربی نیز بالا آمده و توسط کفآب روب به حوضچه کفآب انتقال داده می شود.
- **واحد ته نشینی اولیه:** در این واحد ته نشینی مواد معلق با روش ثقلی صورت می گیرد. این واحد شامل ۴ حوض دایره ای شکل است.در واحد ته نشینی BOD در حدود ۳۰ درصد، TSS در حدود ۵

۱. یکی از روشهای واگذاری پروژه به پیمانکار است در این روش کلیه مسوولیتهای پروژه بر عهده پیمانکار "ای پی سی" اصلی است به قسمی که بعد از تکمیل پروژه کارفرما فقط با چرخاندن یک کلید بتواند بهره‌برداری از تسهیلات اجرا شده را آغاز نماید از این رو به این دسته از قراردادها کلید در دست نیز اطلاق می‌شود.

Engineering.Procurement.Construction(EPC)

درصد و حدود ۱۳ درصد فسفر کل فاضلاب حذف می شود.زمان ماند فاضلاب در این حوض ها حدود ۳ ساعت است.

- **واحد هوادهی:** در این واحد ۸ حوض هوادهی مستطیل شکل با تجهیزات هوادهی عمقی وجود دارد که اختلاط کامل مواد معلق را فراهم می کند.در این حوضچه ها عمل حذف BOD همراه با عمل نیتریفیکاسیون جزئی اتفاق می افتد.زمان ماند فاضلاب در حوض های هوادهی ۹ ساعت است.
- **واحد ته نشینی ثانویه:** فاضلاب خروجی از حوض های هوادهی وارد ۸ حوض دایره ای شکل می‌شود. زمان ماند فاضلاب در این حوض ها ۲ ساعت است.

شکل (۸): حوضه های مستطیلی و دایره ای به کار رفته در واحد هوادهی و ته نشینی ثانویه

- **واحد پردازش وتصفیه لجن:** فرآیند تصفیه لجن شامل تغلیظ ثقلی و مکانیکی و هضم بی هوازی و آبگیری لجن است. لجن خام پس از رسیدن به غلظت ۶ درصد توسط تلمبه خانه به ۳ واحد هاضم بی هوازی انتقال داده می شود.مخلوط لجن های تغلیظ شده اولیه و ثانویه در هاضم بی هوازی مورد عمل هضم قرار می گیرد. عمل هضم در دمای ۳۵ تا ۳۷ درجه سانتیگراد صورت می گیرد. زمان هضم حدود ۲۰ روز است که پس از آن لجن هضم شده به تانک نگهداری لجن، انتقال یافته و سپس وارد واحد آبگیری مکانیکی (بلت فیلتر پرس) می شود.

شکل (۹): نمایی از تصفیه خانه فاضلاب جنوب تهران شامل هاضم های لجن فعال

- **واحد ضد عفونی:** پساب ضد عفونی پساب خروجی از طریق سیستم تابش اشعه ماورا بنفش انجام می شود.
- **مصرف پساب:** حجم پساب مدول ۵ و ۶ تصفیه خانه جنوب برابر با ۲۲۵ هزار مترمکعب در روز است که از طریق کانال به منظور آبیاری ۴۰ هزار هکتار از اراضی کشاورزی و دشت های پائین دست قابل استفاده خواهد شد.
- **تولید برق:** مدول ۵ و ۶ تصفیه خانه جنوب دارای ۲ دستگاه ژنراتور بوده که هر یک توان تولید یک مگا وات برق را دارند.

مشخصات فازهای ۵ و ۶

کارفرما: شرکت فاضلاب تهران

مدیریت پروژه: شرکت آب سازه فاضلاب

مشاور: شرکت مهندسین مشاور مهاب قدس

مشخصات کلی طرح

جمعیت نهایی تحت پوشش: یک میلیون و پنجاه هزار نفر (هر مدول ۵۲۵۰۰۰ نفر)

تعداد فازهای اجرایی: دو مدول

دبی فاضلاب ورودی: ۲۲۵ هزار مترمکعب در روز

مصرف پساب: آبیاری زمین های کشاورزی(طراحی و احداث تصفیه خانه فاضلاب جنوب تهران واحدهای ۵ و ۶ به روشEPC)

با این وجود تصفیه خانه جنوب تهران قادر به تصفیه تمام فاصلاب تولیدی در تهران نیست و مواردی از آبیاری محصولات کشاورزی در جنوب تهران بوسیله فاضلاب تصفیه نشده وجود دارد که بطور غیرمجاز به مصارف کشاورزی می‌رسد و سبزیکاری‌ها سلامت مردم را تهدید می‌کنند.

شکل (۱۰): استفاده غیرمجاز از فاضلاب تصفیه نشده جهت آبیاری سبزیجات در جنوب تهران

(آبیاری سبزیکاری جنوب تهران با فاضلاب غیرمجاز، ۱۳۹۴)

بر همین منوال برای تحت پوشش قرار دادن تمام شهر تهران ابعاد تصفیه خانه تهران نه تنها بایستی به ۲۰ مدول گسترش یابد. بلکه بنا به گفته مدیرعامل شرکت آب منطقه ای تهران، طرحهایی جهت احداث دو تصفیه خانه در سرخه حصار و بهشت زهرا در دست است که ما بقی فاضلابهایی که خارج از ظرفیت تصفیه خانه های شهرری هستند را، تصفیه کنند. (آبیاری سبزیکاری جنوب تهران با فاضلاب غیرمجاز، ۱۳۹۴)

۲- تصفیه خانه اوسرد[1] دانمارک استفاده از فن آوری اکسیدان نوری پیشرفته (فناوری اپی او پی)[2]

"اوسرد" اولین تصفیه خانه فاضلاب از طریق اکسیداسیون نوری می باشد که از فناوری اکسیداسیون نوری پیشرفته استفاده نموده است. این فناوری ابتکاری جدید و پیشرفته در تصفیه پساب بوده و دوستدار محیط زیست می باشد.

1. Usserod WTP
2. Advanced Photo Oxidation Processes(APOP)

"ا پی او پی" مفهومی برای اکسیداسیون نوری پیشرفته در پروسه تصفیه آب در تصفیه خانه می باشد. با این روش" ا پی او پی" می توان به یک پساب سالم دست یافت.

ویژگیهای روش"ا پی او پی"

- سیستم ساده برای ضد عفونی فاضلاب
- سیستم ساده برای از بین بردن تجزیه کنندگان هورمونهای غدد درون ریز[1] و سایر ترکیبات خطرناک
- سیستم انعطاف پذیر
- به راحتی قابل نصب و راه اندازی
- تکنولژی کنترل پیشرفته

مزایا روش "ا پی او پی"

- لامپ های یو وی با شدت انرژی بالا
- هزینه پایین برای سرمایه گذاری
- هزینه کم اجرا
- حفظ محیط زیست و سلامت عمومی
- کیفیت عالی برای آبیاری محصولات کشاورزی (بخصوص باغچه های خانگی) و حمام کردن
- بی ضرر برای اکوسیستم

اساس سیستم بر این اصل استوار است که نور ناشی از لامپ ماوراء بنفش قادر به نابودی مکانیسم داخلی باکتریها و حذف مواد شیمیایی از پساب با استفاده از اکسیدانهایی نظیر ازن یا دی اکسید کلراید می‌باشد. (جنسن، ۲۰۱۱)

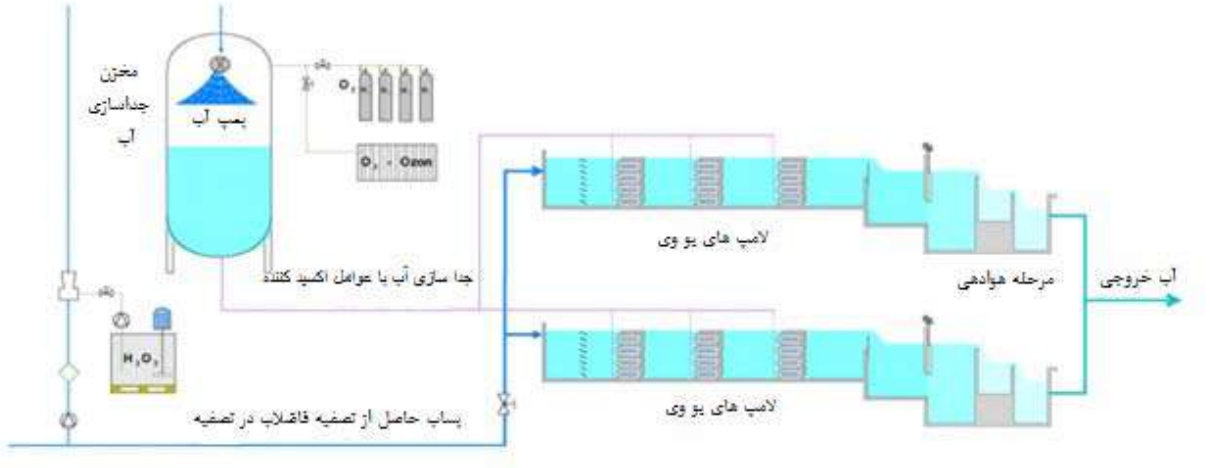
لامپ ماوراء بنفش مورد استفاده دراین پروژه توسط شرکت دانمارکی تکمیل و ثبت شده است.[2]

سیستم "ا پی او پی" شامل دو کانال است که هر کانال شامل سه قفسه می باشد و در هر قفسه ۱۶ لامپ فشار قوی ماورائ بنفش قرار داده شده است. (تکنولوژی پیشرفته تصفیه فاضلاب،۲۰۱۳)

---

۱. تجزیه کنندگان هورمونهای غدد درون ریز در قرصهای ضد بارداری،لوازم آرایشی، پودر لباسشویی و بسیاری از محصولات طبیعی دیگر یافت می شوند. سیستم ای پی او پی قادر به از بین بردن میکروارگانیسم های بیماری زا واخلاگران در هورمونهای غدد درون ریزموجود در پساب است.

2. Danish company Scan Research A/S.



شکل (۱۱): شمایی از نحوه نصب سیستم "ا پی او پی" در تصفیه خانه اوسرود

(تکنولوژی پیشرفته تصفیه فاضلاب، ۲۰۱۳)

۳- استفاده از تکنولوژی بیوراکتور غشایی[1] در پروژه فاضلاب مسقط عمان

انتظار می رود پروژه فاضلاب مسقط، بزرگترین کارخانه بیوراکتور غشایی در جهان بشود، یک برنامه بلند پروازانه که در نهایت در خدمت ۹۰ درصد از ساکنان شهر مسقط تا سال ۲۰۱۷ قرار می گیرد.

این طرح با دو رویکرد اصلی اجرا خواهد شد – تصفیه ۵۳۰۰۰ مترمکعب درروز در " آل انساب" در منطقه، گسترش و توسعه بیشترتصفیه خانه پساب منطقه ا -سیب که در سه مرحله تحویل داده خواهد شود. این پروژه برای پاسخگویی به نیازهای جمعیت رو به رشد تاسال ۲۰۲۵در نظر گرفته شده است.

علاوه بر احداث کارخانه تصفیه فاضلاب جدید، پروژه شامل گسترش ظرفیت کارخانه تصفیه فاضلاب "دارسیت" با ظرفیت ۷۵۰۰ متر مکعب در روز و نیز ساخت یک خط لوله خرطومی ۲۵ کیلومتری و یک حوضه آبگیر در نزدیکی شهر مسقط می باشد.

استراتژی طرح فعلی ارایه خدمات فاضلاب و عرضه آب بازیافت جهت آبیاری به ۴۶۰۰۰ خانوار در مساحتی در حدود ۳۶۷۰ کیلومتر مربع می باشد.

1. Membrane Bio Reactor(MBR)

شکل (۱۲): واحه ای در بیابان عمان. این طرح،آب تصفیه شده مورد نیاز برای آبیاری این واحه را تأمین خواهد کرد و بدین ترتیب مانع از فشار بر منابع آبی طبیعی خواهد شد (پروژه تصفیه آب مسقط، ۲۰۱۶)

سیستم بیورآکتور غشایی ترکیبی از تصفیه بیولوژیکی لجن فعال و فیلتراسیون غشایی می باشد. از مزایای این سیستم استفاده از غشا های اولترافیلتراسیون[1] می باشد که قادر به حذف مواد معلق و کلوئیدی می باشد. از این روش جهت تصفیه فاضلابهای انسانی و انواع پساب های صنعتی استفاده می شود که به دلیل اشغال فضای کم و کیفیت بالای آب استحصالی بطور روزافزونی در صنعت در حال گسترش است .

سیستم های متداول تصفیه فاضلاب شامل یک تانک هوادهی، تانک ته نشینی ثانویه و در صورت امکان فیلترهایی برای تصفیه نهایی فاضلاب می‌باشند ولی در سیستم بیورآکتور غشایی تانک ته نشینی ثانویه و فیلترهای نهایی حذف می‌شوند .

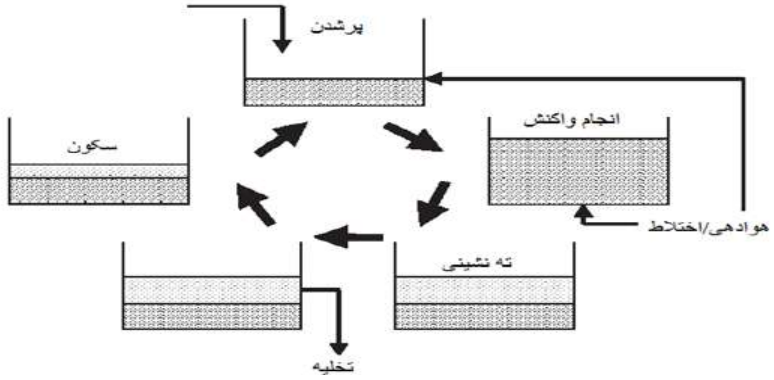
علت انتخاب سیستم بیو راکتور غشایی در تصفیه خانه ال-نساب به این دلیل است که نه تنها سطح بالایی از تصفیه را می توان انجام داد بلکه بهره بری مناسب و خوبی از انرژی دارند. این واحدها در مخازن لجن فعال نصب می شوند.

قراردادی که برای احداث تصفیه خانه ال انساب وجود دارد امکان احداث ایستگاههای پمپاژ در مناطق آزیبا و آب- کروم، ایستگاههای آسانسوری، افزایش خطوط برای تغذیه کارخانه تصفیه، یک شبکه گسترده آبیاری که اجازه دوباره استفاده از پساب تصفیه شده را همراه با نصب و راه اندازی تمام سیستم های برق، کنترل و اتوماسیون را مهیا می کند.

1. Ultra Filtration (UF)

کارخانه فاضلاب "ا - سیب"[1] با تکنولوژی راکتور ناپیوسته متوالی"[2] و سیستم غشایی" اولترا فیلتر"[3] راه‌اندازی می شود. راکتور ناپیوسته متوالی SBR، عبارت است از راکتوراختلاط کاملی است، که در آن عمل هوادهی و زلال سازی به صورت متناوب در یک تانک انجام می شود و راکتور بعد از طی یک دوره فرآیند کامل، خالی شده و مجدداً با فاضلاب پر می گردد و عمل تصفیه به صورت متناوب در آن صورت می پذیرد.

در شکل زیر شماتیکی از مراحل تصفیه در راکتور ناپیوسته متوالی دیده می شود.



شکل (۱۳): نحوه کار راکتور ناپیوسته متوالی (سیستمهای تصفیه آب و فاضلاب، ۱۳۹۵)

تمامی سیستم های نا پیوسته متوالی، معمولاً دارای ۵ مرحله پشت سر هم هستند که این مراحل عبارتند از:

پر شدن، اختلاط بی هوازی، هوادهی، ته نشینی و تخلیه

با اعمال تغییراتی در سیستم راکتور نا پیوسته متوالی متعارف از طریق افزودن دو مرحله بی هوازی و هوادهی امکان حذف عناصر مضری چون فسفر فراهم می شود. (تصفیه پیشرفته فاضلاب، ۱۳۹۴)

کارخانه دارای:

- سه ایستگاه پمپاژ اصلی برای انتقال فاضلاب از مناطق مختلف ولایت "ا – سیب" به کارخانه
- تجهیزات ذخیره سازی برای پساب تصفیه شده
- دو ایستگاه پمپ پساب تصفیه شده
- یک سیستم اتوماسیون کنترل یکپارچه

خواهد شد.

استفاده از این تکنولوژی باعث بازیافت آب مناسب زمینهای ورزشی و پارک می باشد.لجن باقی مانده در ته تانکرها نیز مناسب تهیه کود می باشد.(پروژه تصفیه آب مسقط، ۲۰۱۶)

1. A'Seeb
2. Sequential Batch Reactor (SBR)
3. ultra filter (UF)

۴- استفاده از برکه های بی هوازی در تصفیه خانه فاضلاب موگدن[1] لندن

تصفیه خانه فاضلاب موگدن درایزورث[2] در غرب لندن واقع شده است که در سال ۲۰۱۳ به روز رسانی آن تکمیل شد.

شکل (۱۴): تصفیه خانه فاضلاب موگدن (ارتقاء تصفیه خانه موگدن، ۲۰۱۳)

این تصفیه خانه پساب را از سه مجرا در لندن دریافت می کند.

فرآیند تصفیه ابتدا با عبور فاضلاب از درون مخازن ته نشینی اولیه جهت حذف لجن اولیه صورت می‌گیرد. لجن اولیه توسط پمپ به داخل تانک لجن خام وارد می شود و درون استوانه تغلیظ کننده، غلیظ شده و تحت پاستوریزاسیون قرار می گیرد. پاستوریزاسیون لجن معمولاً توسط اشعه یو وی یا گاما صورت می‌گیرد.

لجن پاستوریزه شده سپس به مخزن پذیرش لجن فرستاده می شود که جهت تغلیظ بیشتر هضم بی‌هوازی بر روی آن صورت می گیرد. این لجن سپس جهت مصارف کشاورزی به عنوان کود و تهویه کننده خاک مصرف می شود.

پس از اینکه فاضلاب تحت یک تصفیه بیولوژیکی از طریق فرآیند لجن فعال قرار گرفت آب تصفیه شده اجازه دارد به داخل رودخانه تایمز وارد شود. (ارتقاء تصفیه خانه موگدن،۲۰۱۳)

1. Mogden Sewage Treatment Works (Mogden STW)
2. Isleworth

۵- استفاده از متد بی هوازی- انوکسیک-هوازی[1] در تصفیه خانه شمال دوحه[2] قطر

این پروژه در ۲۵ کیلومتری دوحه قطر واقع شده است و در دسامبر ۲۰۱۵ عملیاتی شد. هدف تأمین آب مورد نیاز آبیاری مزارع کشاورزی برای جمعیت نهصد هزار نفری تا سال ۲۰۲۰ می باشد.

شکل (۱۵): تصفیه خانه دوحه (تصفیه خانه فاضلاب شمال دوحه، ۲۰۱۵)

تصفیه فاضلاب در سه مرحله صورت می گیرد. در مرحله اول از طریق غربالگری شن و سایر مواد جامد درشت حذف می گردند.

مرحله دوم با استفاده از روش بیهوازی –انوکسیک- هوازی برای حذف مواد ارگانیک از فاضلاب صورت می گیرد. (تصفیه خانه فاضلاب شمال دوحه، ۲۰۱۵)

در حوضچه های بی هوازی۳ تصفیه خانه دوحه لجن برگشتی از حوضچه های ته نشینی ثانویه وارد این بخش شده و پس از اختلاط کامل و گذراندن زمان ماند پیش بینی شده به واحد بعدی هدایت می شوند.

تصفیه بی هوازی در غیاب اکسیژن توسط میکروارگانیسم‌ها انجام می‌گردد، باکتری هایی که در این روش فعالیت می‌کنند اغلب در سه مرحله باعث تجزیه مواد آلی می‌شوند.

مرحله اول: هیدرولیز می باشد که مواد معلق فاضلاب به مواد محلول تبدیل می‌شوند.

---

1. anaerobic-anoxic-aerobic (AAA)
2. Doha North Sewage Treatment Works (DNSTW)

۳. مزایای استفاده از سیستم فاضلاب بی هوازی:

۱. عدم نیاز به قطعات الکترومکانیکال
۲. عدم نیاز به سیستم نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه
۳. انطباق کامل با الزامات و ضوابط محیط‌زیست.
۴. حذف عملیات گسترده ساختمانی و تأسیساتی.
۵. اقتصادی بودن این سیستم نسبت به سایر سیستم‌های تصفیه فاضلاب

مرحله دوم: اسیدی شدن و تولید استات می باشد مرحله اسیدی شدن[1] شامل فرمانتاسیون اسیدهای آمینه و قند و تولید هیدروژن، استات، اسیدهای چرب فرار با زنجیره کوتاه و الکل.

مرحله سوم: تولید گاز متان[2] می باشد (فرآیند های بی هوازی تصفیه فاضلاب، ۱۳۹۴)

در حوضچه آنوکسیک تصفیه خانه در غیاب اکسیژن مولکولی فرآیندهایی رخ می دهد که نیترات،سولفات و نیتریت به عنوان پذیرنده الکترون جهت حذف نیتروژن وارد عمل می شوند و سپس مخلوط کامل فاضلاب با مشخصات جدید به حوض هوادهی منتقل می گردد..(شرکت تأمین و تصفیه آب و فاضلاب تهران، ۱۳۹۵) .

درحوض هوادهی فاضلاب در مجاورت و دسترس باکتری ها قرار می گیرد.باکتری ها با استفاده از اکسیژن تزریق شده و انجام فعالیت های بیولوژیکی خود، مواد آلی موجود در فاضلاب را تجزیه کرده و به داخل بدن خود جذب می کنند. جذب مواد آلی به داخل باکتری سبب حذف مواد آلی از جریان فاضلاب و تصفیه آن می گردد.(فرآیند لجن فعال،۱۳۹۳)

مرحله سوم تصفیه فاضلاب در تصفیه خانه دوحه ضدعفونی از طریق یک غشاء پیشرفته (فیلتراسیون دو لایه گرانولی) و تکنولوژی اشعه ماورا بنفش صورت می گیرد.

لجن به دست آمده از مرحله دوم تحت عمل هضم هوازی و سانتریفیوژ واقع شده و توسط حرارت خشک می گردد. از پساب حاصله برای آبیاری و دیگر مقاصد غیر قابل شرب استفاده می شود و از لجن به دست آمده جهت تهویه خاک مزارع کشاورزی اطراف تصفیه خانه استفاده می شود. (تصفیه خانه فاضلاب شمال دوحه، ۲۰۱۵)

۶- تصفیه خانه کینگهی چین[3] بزرگترین تصفیه خانه با استفاده از تکنولوژی بیوراکتورغشایی[4]

تصفیه خانه کینگهی چین در سال ۲۰۰۲ در کنار رود کینگهی در پکن تاسیس شد و در سال ۲۰۰۸ جهت مبارزه با کم آبی، رونق اقتصادی وافزایش سرعت رشد شهرسازی و رفع آلودگی از رودخانه کینگهی تصمیم به ارتقا آن گرفتند که در سال ۲۰۱۰ به روز رسانی و ارتقا یافت.

این تصفیه خانه مشابه تصفیه خانه ای در آمریکا طراحی شد که با متد" بیوراکتور غشایی "با ظرفیت ۸۰۰۰۰ مترمکعب در روز اداره می شد(تصفیه خانه کینگهی چین،۲۰۱۳)

1. Acidification
2. Methanogenesis
3. Qinghe Wastewater Treatment Plant, China
4. MBR

تصفیه اولیه شامل غربالگیری ناخالصیها و مخازن ته نشینی است.در حالی که تصفیه ثانوی شامل تصفیه بیولوژیکی در مخازن هوادهی می باشد.این تصفیه خانه همچنین از تکنیکهای میکرو فیلتراسیون و اسمز معکوس استفاد می کند.

این کارخانه با بهره گیری از فناوری بیوراکتورغشایی می تواند فاضلاب را با بالاترین استاندارد تصفیه نماید. آب تصفیه شده این تصفیه خانه جهت مصارف آبیاری کشاورزی و صنعت و فضای سبز شهری استفاده می شود و در منازل از آن در فلاش تانک توالتها می توان استفاده نمود. (بزرگترین تصفیه خانه بیوراکتور غشایی،۲۰۱۰)

پساب ثانویه خروجی از تصفیه خانه توسط غشاء" ZeeWeed " تولید شده توسط شرکت غشای ZENON (بخشی از شرکت آب و فرآیندهای تکنولوژی GE)تصفیه می گردد.

شکل (۱۶): نمونه ای از غشا ZeeWeed (تصفیه خانه کینگهی چین، ۲۰۱۳)

علاوه بر تصفیه های مکانیکی و بیولوژیکی، فرآیند پردازش لجن نیز در تصفیه خانه صورت می گیرد. تصفیه مکانیکی شامل غربالگری و حوضچه های هوادهی برای تمام فاضلاب ورودی می باشد.

از آنجایی که تصفیه خانه فاقد جداساز اولیه می باشد، به همین دلیل فاضلاب بایستی از دو سری جداکننده عبور کند.

سری اول بر اساس متد معکوس (غیر هوازی- انوکسیک- اوکسیک)[1] عمل میکند در حالی که سری دوم از متد (غیر هوازی- انوکسیک- اوکسیک) پیروی می کند. در سری اول ابتدا از یک مخزن انوکسیک و سپس از مخزن غیرهوازی و هوازی استفاده می شود.

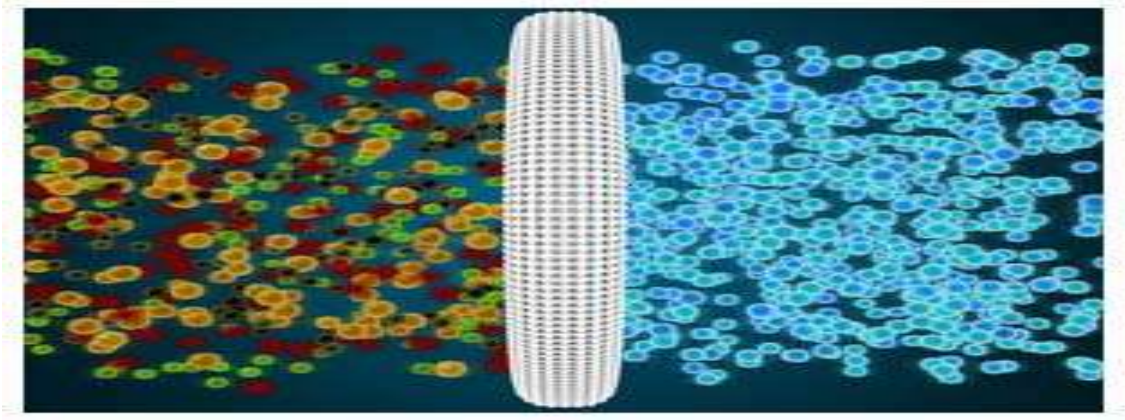
در سری دوم ترتیب مخازن متفاوت می باشد. یک مخزن غیرهوازی در ابتدا استفاده می شود و بعد مخزن انوکسیک و در آخر مخزن هوازی(تصفیه خانه کینگهی چین، ۲۰۱۳)

۷- بزرگترین تصفیه خانه با متد اسمز معکوس[2] و فرا پالایش[3]، سولایبیا[4] کویت

تصفیه خانه سولیبیا کویت در نوع خود دارای بزرگترین تسهیلات جهان در استفاده از تکنولوژی اسمز معکوس و تصفیه آب بر اساس غشاء اولترافیلتر(فراپالایش) می باشد. (تصفیه خانه سولایبیا کویت،۲۰۱۲)

در روش اسمز معکوس می توان از محلولی (حلال + ناخالصی) به کمک یک غشاء نیمه تراوا، حلال تقریبا خالص تهیه کرد. اسمز معکوس می تواند تا ۹۸٪ مواد معدنی حل شده و مواد آلی و کلوئیدی آب را حذف کند.

فراپالایش با بهره‌گیری از غشاهایی برای جداسازی ماکروملکول‌هایی با اندازه ۲۰ تا ۱۰۰۰ انگستروم استفاده می‌شود. تمام نمک‌های حل شده و مولکول‌های کوچکتر از این محدوده از غشا عبور می‌کنند. در این روش جداسازی کلوئیدها، پروتئین‌ها، مواد میکروبی بیماری‌زا و مولکول‌های آلی بزرگ[5] انجام می شود. (اولترافیلتراسیون، ۲۰۱۵)



شکل (۱۷): نمایش عملکرد غشا اولترا فیلتر (فراپالایش از نظر فن آوری فیلتر غشایی، ۲۰۱۴)

1. A^2 / O
2. Reverse Osmosis (RO)
3. Ultrafiltration (UF)
4. Sulaibiya

۵. که وزن مولکولی آن بین ۱۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰۰ است

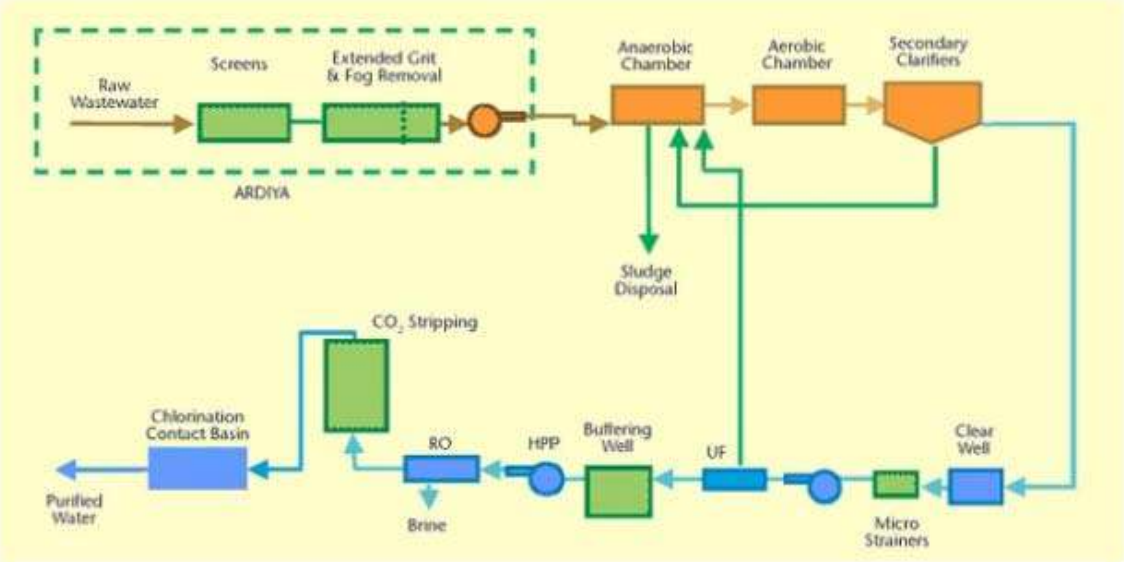
آب تصفیه شده در این تصفیه خانه طبق قوانین سازمان بهداشت جهانی استانداردهای آب نوشیدنی را داراست و بدون محدودیت می توان از آن برای سایر مقاصد غیر نوشیدنی (کشاورزی، صنعت و شارز آبخوان‌ها) استفاده کرد.(کارخانه اصلاح و تصفیه فاضلاب سولایبیا،۲۰۱۳)

تصفیه خانه سولیبیا مواد مغذی بیولوژیکی را با سه روش اسمز معکوس، فراپالایش و فرآوری لجن[1] حذف می کند.

این تصفیه خانه جهت حذف مواد آلی و کاهش میزان نیترات و فسفات بر اساس اسمز معکوس طراحی شده است. بخشی از لجن فعال از منطقه بی هوازی به اتاق نیتروژن دهی منتقل شده و به عنوان منبع کربن استفاده می شود. با در دسترس نبودن اکسیژن فسفات دوباره حل شده اما در منطقه هوازی دوباره به یکدیگر چسبیده و به صورت توده زیستی در میاید.اکرچه این بدین معناست که غلظت فسفات وقتی که مخلوط مایع وارد بخش انوکسیک می شود بالا می رود، اما میزان آن متعاقبا به حدی که مورد نیاز برای حفاظت از غشا اسمزی معکوس شود، کاهش می یابد.

به علاوه لجن فعال مورد نیتریفیکاسیون واقع شده به منطقه پایین انوکسیک جهت حفظ غلظت نیترات باز می گردد که این عمل منجر به کاهش سطح نیترات در حد مورد نیاز پساب ثانویه می شود.

لجن فرآوری شده از این فرآیند، پس از خشک کردن حاوی مقادیر اندکی از مواد آلی و عاری از پاتوژن‌ها بوده و می توان آن را بی هیچ محدودیتی برای مصارف کشاورزی استفاده کرد.



شکل (۱۸): نمودار مراحل تصفیه در تصفیه خانه سولیبیا (تصفیه خانه سولایبیا کویت، ۲۰۱۲)

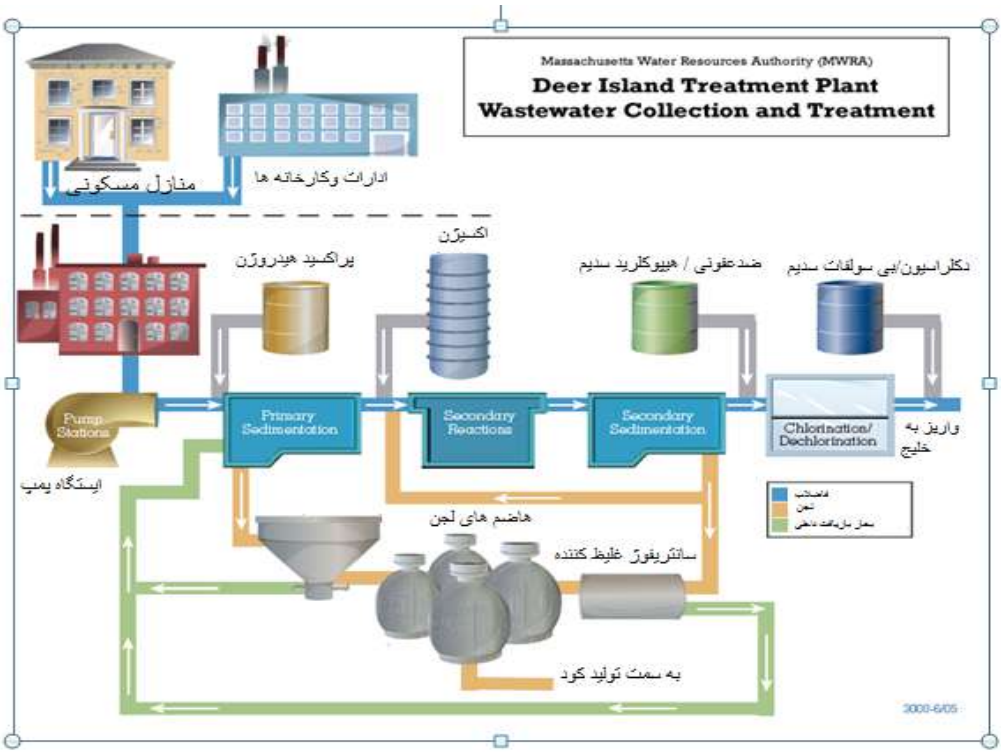
1. sludge treatment

این تصفیه خانه طوری طراحی شده که ۸۵ درصد فاضلاب ورودی به صورت آب اصلاح شده در می آید و ۱۵ درصد باقی مانده به صورت آب شور به دریا ریخته شود.سیستمهای فرا پالایش اولترا فیلتر و غشا اسمز معکوس می توانند آلاینده های باقی مانده، جامدات غیر قابل حل و پاتوژن ها را از پساب ثانویه در حد آب آشامیدنی حذف کنند.(تصفیه خانه سولایبیا کویت،۲۰۰۶)

۸- نمونه عالی از تصفیه خانه منطبق با استانداردهای زیست‌محیطی تصفیه‌خانه دیر آیلند[1] آمریکا

تصفیه خانه دیر آیلند جهت حذف آلودگیهای فاضلابهای با منشاء انسانی، خانگی، کسب و کار و آلاینده‌های صنعتی در بوستون ایجاد شده است.

اجزای اصلی تصفیه خانه



شکل (۱۹): پلان جمع‌آوری و تصفیه فاضلاب در تصفیه‌خانه دیر آیلند

(چگونه سیستم فاضلاب کار می کند، ۲۰۱۴)

1. Deer Island

پمپاژ

جریان پساب از طریق چهار تونل زیر زمینی به تصفیه خانه می رسد. پمپ سپس پساب را ۱۵۰ فیت به بالای تصفیه خانه می برد که در آنجا سه ایستگاه اصلی پمپ وجود دارد.

۱-۸- تصفیه اولیه:

پس از پمپاژ، جریان پساب از اتاق های شن عبور داده می شود تا شن از پساب حذف شود که حذف شن برای دفع در محل دفن زباله خارج از جزیره است.مرحله بعدی تصفیه اولیه پساب زلال سازی و حذف نیمی از آلودگیها (۵۰-۶۰ درصد کل جامدات معلق و ۵۰ درصد پاتوژنها و مواد سمی) می باشد.در این مرحله لجن و تفاله از فاضلاب جدا می شود.این کارخانه از ۴۸ زلال کننده اصلی که ۱۸۶ فوت طول ۴۱ فوت عرض و ۲۴ فوت عمق استفاده می کند.

۲-۸- تصفیه ثانویه:

در این مرحله میکسرها، راکتورها و زلال کننده ها جامدات غیر قابل حل را از طریق روشهای بیولوژیکی و وزنی جدا می سازند. روند بیولوژیکی استفاده از سیستم لجن اکسیژن خالص فعال است، از میکروارگانیسمها برای مصرف مواد ارگانیک که در جریان پساب باقی مانده اند استفاده می کنند بیش از یک صد تن از اکسیژن خالص در هر روز در دیر ایلند استفاده می شود.

هضم لجن

لجن و تفاله در تصفیه اولیه و ثانویه بهم فشرده تر و ضخیمتر شده اند.حذف لجن توسط دوازده دستگاه هاضم تخم مرغ شکل بی هوازی صورت می گیرد که هر کدام ۹۰ فیت قطر و ۱۳۰ فیت ارتفاع دارند.در این روش از فرآیند هضم طبیعی معده تقلید شده است، میکروارگانیسم ها به طور طبیعی مولکولهای لجن و تفاله را شکسته و به گاز متان، دی اکسید کربن، محصولات جانبی جامد آلی و آب تبدیل می کنند. هضم باعث کاهش مقدار لجن می شود. محصول جانبی از فرایند هضم ۷۰ درصد گاز متان است که از طریق لوله کشی به دیگهای بخاری فرستاده می شود که وظیفه تولید حرارت به اندازه کافی برای گرم کردن ساختمان های مجموعه را دارند و علاوه بر این مورد وظیفه تأمین گرمای مورد نیاز برخی فرایندهای تصفیه وایسته به گرما را نیز دارند.

کنترل بو

تمیزکننده های هوا و جذب کننده های کربن بو و ترکیبات آلی فرار را حذف می کنند.

ضد عفونی پساب

پساب بعد از پشت سر گذاشتن مراحل تصویه اولیه و ثانویه توسط هیپو کلرید سدیم جهت نابودی باکتریها ضدعفونی می گردد.در دو حوضچه ضد عفونی، هر کدام حدود ۵۰۰ فوت طول با ظرفیت ۴ میلیون گالن، پساب با هیپوکلریت سدیم مخلوط می شود. در انتها افزودن سدیم بی سولفات باعث کلر زدایی آن گشته که بدین طریق با کاهش سطح کلر مانع از آسیب به ارگانیسمهای دریایی گردد. بعد از ضدعفونی و کلرزدایی محصول آماده تخلیه می گردد.

تخلیه پساب

پساب حاصل از طریق لوله هایی به عمق ۱۰۰ فوتی آبهای خلیج ماساچوست جهت میکس با آبهای آنجا تخلیه می گردد به طوری که استانداردهای زیستی آنجا بر هم نخورد. نظارت گسترده زیست محیطی تضمین می کند که محیط زیست به درستی محافظت می شود.

خدمات آزمایشگاهی

یک مرکز آزمایشگاهی در دیر آیلند مسئول بررسی بیش از ۱۰۰۰۰۰ نمونه در سال جهت کنترل پساب تخلیه شده در آبها می باشد. (تصفیه خانه فاضلاب دیر آیلند، ۲۰۱۴)

۳-۸- اهمیت دیر آیلند از نظر حفظ محیط زیست:

این تصفیه‌خانه منطبق با استانداردهای زیست محیطی بوده و نمونه خوبی برای اینگونه تصفیه‌خانه‌ها است.

تصفیه خانه فاضلاب دیر آیلند به طور متوسط روزانه ۳۶۵ میلیون گالن فاضلاب هر ۴۳ محله بوستون را تصفیه می کند و یکی از بزرگترین مصرف کنندگان برق در شمال شرقی کشور است.

دیر آیلند در حال حاضر ۲۶ درصد از نیاز برق خود را تولید می کند و بیش از نیمی از انرژی مورد نیازش را درخود محل توسط تولید تجدید پذیر تأمین می گردد.

سازمان منابع آب ماساچوست[1] تعدادی برنامه های بهره وری انرژی در حال پیشرفت و برنامه های انرژی تجدیدپذیر، جهت دستیابی به اهداف پایه گذاری شده طبق قوانین اجرایی ۴۸۴فرماندار پاتریک را دارا می‌باشد. (طرح های انرژی تجدید پذیر و پایدار در دیر آیلند،۲۰۱۴)

متان تولید شده از فرآیند هضم لجن ("گاز هاضم") جمع آوری و در نیروگاه دیر آیلند برای ایجاد بخار استفاده می شود این بخار آب گرم و حرارت مورد نیاز مرکز را تأمین می نماید. بخار همچنین به سمت توربین بخار هدایت شده و تولید الکتریسیته می کند. تسهیلاتی تولید الکتریسیته در سازمان منابع آب ماساچوست تقریبا ۱۵ میلیون دلار در هزینه نفت و ۲.۸ میلیون دلار در هزینه الکتریسیته صرفه جویی می‌کند. (طرح های انرژی تجدید پذیر و پایدار در دیر آیلند،۲۰۱۴)

در سر تاسرتصفیه خانه دیر آیلند سیستمهای فتوولتانیک ۷۳۶ کیلو واتی نصب شده است. یک سیستم خورشیدی فتوولتانیک سقفی ۱۰۰ کیلو واتی در سال ۲۰۰۸ بر روی سقف ساختمان کنترل بو نصب شد. سیستم فتو ولتانیک ۱۸۰سقفی کیلو واتی نیز در سال ۲۰۱۰ بر روی ساختمان تعمیر و نگهداری/ ساختمان انبار نصب شد.

از سال ۲۰۰۹ در این تصفیه خانه از توربین های بادی (۱۹۰ فوتی) نیز جهت تولید انرژی استفاده شده است.این توربین ها سالانه در حدود ۲ مگا کیلو وات الکتریسیته تولید کرده که در حدود ۲۰۰۰۰ دلاردر هزینه ها صرفه جویی ایجاد می کنند.

برق تولید شده از گاز هاضم، خورشید، آب و باد همه منابع تجدید پذیر (سبز) طبق برنامه" استاندارد قابل سرمایه گذاری تجدیدپذیر"[2] می باشد. (طرح های انرژی تجدید پذیر و پایدار در دیر آیلند،۲۰۱۴)

۹- اصلاح تصفیه خانه فاضلاب ویلیستون[3] در جهت حفظ محیط زیست رودخانه میسوری[4]

این تصفیه خانه جهت تأمین آب شرب این منطقه تاسیس شده است و برای پاکسازی پساب خروجی آن که در رودخانه میسوری ریخته می شود ابتدا پساب خروجی به مردابی هدایت می شود که به روش لاگون حذف آمونیاک انجام گیرد اما شیوه قدیمی به توسط لاگون در این تصفیه خانه پاسخگو حفظ محیط زیست رودخانه میسوری نمی باشد. به طوری که، بالا بودن میزان آمونیاک در آب خروجی تصفیه خانه منجر به مرگ ماهیان بسیاری از جمله اردک ماهی ها در این رودخانه می شود. از هم اکنون اقداماتی جهت تغییر روش تصفیه در این تصفیه خانه صورت گرفته و انتظار می رود در سال ۲۰۱۷، دیگر از سیستم تالابی یا لاگونی

1. Water Resources Authority(MWRA)
2. Renewable Portfolio Standards (RPS)
3. Williston Wastewater Treatment Plant
4. Missouri River

برای تصفیه پساب استفاده نشود و آبی به داخل مرداب تخلیه نگردد..در حال حاضر با اقدامات جدید مقدار قابل توجه ای از پساب ویلیستون توسط تجهیزات جدیدی به نام حوضچه اکسیداسیون و یک جداساز جهت کاهش میزان غلظت آمونیاک در آب،تصفیه می گردد.

بنا به اظهارات سرپرست تصفیه خانه، لاگون هرگز نمی تواند برای حذف آمونیاک از این روش جدید موثرتر باشد،به طوری که در روش جدید حذف آمونیاک در ظرف ۳۶ ساعت صورت می گیرد." همچنین بر طبق گفته یکی از مسئولین سیستم لاگونی برای شهرهای کوچک مناسب است اما برای شهرهایی که حجم وسیعی از آب هر روزه مورد پالایش قرار می گیرد مناسب نیست.

مرحله نهایی ساخت و ساز تصفیه خانه جدید شامل بخشی است که مواد زائد جامد را به محصول قابل بازیافت تبدیل خواهد نمود.(دلریمپل، ۵ دسامبر ۲۰۱۵)

شکل زیر مرگ ماهی ها در اثر آلودگی پساب ورودی به رودخانه میسوری را در ۱۹-۱۷ می سال ۲۰۱۴ را نمایش می دهد.

شکل (۲۰): ریختن پساب به داخل رودخانه میسوری باعث مرگ ماهیان شده است[1]

(دلریمپل، ۵ جولای ۲۰۱۵)

۱۰- تصفیه خانه رینگسند ایرلند[2] با تکنولوزی دانه های ریز لجن هوازی

این تصفیه خانه از سال ۲۰۰۳ در دوبلین فعالیت خود را آغاز نموده و در مارس ۲۰۱۶ تصمیم بر ارتقا و توسعه و به روز شدن و استفاده از تکنولوژی پیشرفته تصفیه فاضلاب گرفته شد. (پروژه به روز رسانی تصفیه خانه رینگسند ایرلند،۲۰۱۶)

1. Photo courtesy of U.S. Army Corps of Engineers
2. Ringsend Wastewater Treatment Plant

در این تصفیه خانه از تکنولوژی پیشرفته دانه های ریز لجن هوازی (AGS) استفاده خواهد شد.

در تصفیه خانه رینگسند فرآیند تصفیه پیشرفته موجب تصفیه فاضلاب با کیفیت بالایی خواهد شد که قابلیت مناسب تخلیه در خور لوئر لایفی و خلیج دوبلین را خواهد شد.

فن آوری AGS باعث حداکثر بهره وری از تصفیه خانه فاضلاب، کاهش ریسک و صرفه جویی در هزینه‌ها می شود.

شکل (۲۱): پساب تصفیه شده توسط لوله های زیر آب به طول ۹ کیلومتر در داخل خلیج دوبلین تخلیه می‌گردد (پروژه به روزرسانی تصفیه خانه رینگسند ایرلند، ۲۰۱۶)

۱-۱۰- تصفیه خانه ایپ هلند[1] و تکنولوژی نردا[2]:

در این تصفیه خانه برای اولین بار از تکنولوژی خلاقانه ای در تصفیه فاضلاب به نام نردا استفاده شده است. این تکنولوژی جدید توسط دانشگاه صنعتی دلفت ۳ اختراع شده است.

در فن آوری ®Nereda از روش تصفیه بیولوژیکی هوازی استفاده می شود که نیاز به مواد شیمیایی کمتری نسبت به فن آوری های معمولی دارد و مطابق با استانداردهای دقیق تصفیه است.

تصفیه خانه از باکتری های غیر متعارف استفاده می کند که این باکتریها از فاضلاب تغذیه نموده و تولید گرانولهای متراکم می نمایند. زیست توده دانه ای تولید شده توسط این باکتری ها به سرعت ته نشین شده و به اسانی از گرانول های آب تصفیه شده جدا می شوند. چنین ته نشینی سریعی موجب می شود انرژی کمتری مصرف شود و روش ارزانی در جهت تصفیه فاضلاب شهری محسوب شود.

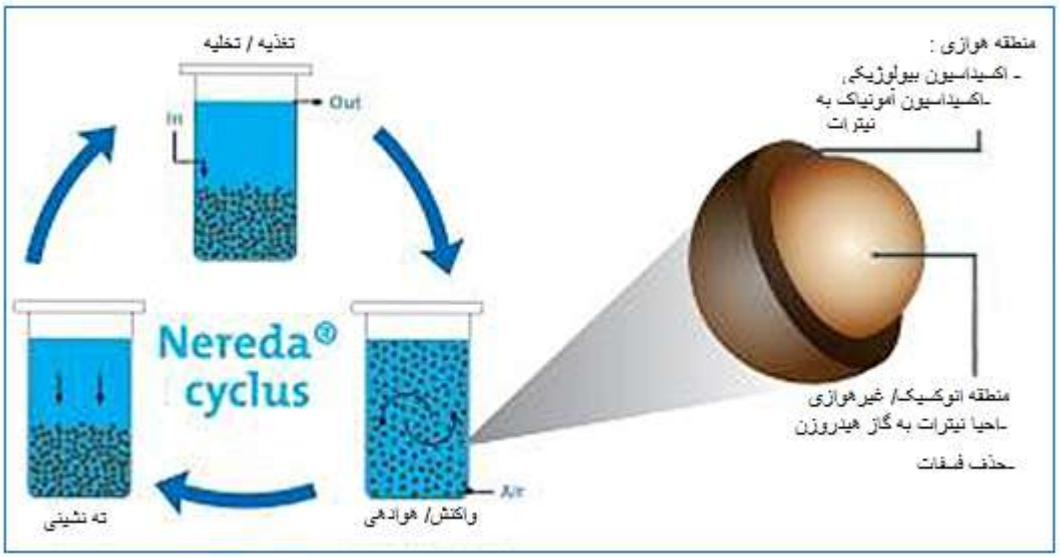
1. Epe Sewage Treatment Plant (STP), Netherlands
2. Nereda® technology
3. Delft University of Technology

در تصفیه خانه ایپ جریان فاضلاب که حدودا ۱۵٪ آن مربوط به کشتارگاه می باشد، مخزن حاوی گرانولها را تغذیه می نماید. سپس آنها در حضور اکسیژن مخلوط می شوند. هوادهی موجب شکل گیری حباب هایی می شود که به سمت سطح بالا می ایند و موجب شناوری گرانولها می شوند.به طوری که لجن گرانولی در تماس با فاضلاب باقی می ماند.این روند دو تا سه ساعت جهت تصفیه آب طول می کشد. سپس تأمین اکسیژن پس از تصفیه متوقف می شود که باعث ته نشینی گرانولها در پایین مخزن می شود. در ادامه آب بالا از مخزن به عنوان پساب نهایی خارج می شود، در حالی که حجم بعدی فاضلاب به پایین راکتور وارد شده و مجددا چرخه بعدی تصفیه شروع می شود.

در این متد خلاقانه نیاز به پمپ های گردشی که در انتقال لجن و حذف مواد مغذی زیستی موثرند، کاهش می یابد و این امر به کاهش ۵۰ درصدی آلودگی محیط زیست در قیاس با تصفیه معمولی منجر می‌شود.

همچنین در تصفیه معمولی نیاز به زلال کننده و سیستم های پمپاژ لجن می باشد، که در روند ®Nereda مورد نیاز نیست. بخشهای هوازی، انوکسیک و بی هوازی اکسیژن همه در درون دانه ها (گرانولها) تشکیل می شود، در نتیجه موجب صرفه جویی در فضا و تجهیزات جداگانه برای فرآیندهای باکتریایی است.

پساب نهایی از تصفیه خانه را می توان با خیال راحت تخلیه و یا کشاورزی مورد استفاده واقع می شود. این تصفیه خانه به یک سیستم خودکار کنترل فرآیند "آکوا نردا"[1] می باشد.(تصفیه خانه فاضلاب ایپ هلند، ۲۰۱۳)



شکل (۲۲): توصیف سیستم نردا (نردا انقلاب گرانولهای بیومس هوازی، ۲۰۱۳)

1. AquaSuite Nereda®

نتیجه گیری و ارائه راهکار:

حجم بسیار بالای پساب‌های تولیدی در شهرها و صنایع، چنانچه به شیوه صحیح مدیریت شده و به مدد فناوری‌های جدید تصفیه و بازچرخانی شود، می تواند به عنوان یک منبع بزرگ آبی، به حل مشکلات حاد ما در این حوزه کمک کند و برعکس چنانچه این حجم انبوه از آب آلوده با بی‌توجهی رها شود می‌تواند بطور جدی باعث آلودگی منابع زیرزمینی و ایجاد انواع مشکلات بعدی گردد.

با توجه به حجم قابل توجه پساب‌ها و آبهای برگشتی و روند رو به رشد، برنامه‌ریزی اصولی برای جمع‌آوری، تـصفیه و اسـتفاده مجدد از این منابع ضروری بوده و در صورتی‌که برنامه ریزی و تصمیم گیری نشود، حجم پساب موجود برای آلوده کردن کل آب‌هـای سطحی و تهدید کیفی منابع آب زیرزمینی کشور کافی بوده و با توجه به بحران آبی، در صورت اسـتفاده غیـر اصـولی در کـشاورزی، صنعت و مصارف خانگی، عوارض زیست محیطی و بهداشتی ناگواری را به همراه خواهد داشت.

متأسفانه تاکنون به پساب به عنوان یک سرمایه بزرگ و راه‌حل جدید برای معضل آب (حداقل در بخش شهری) پرداخته نشده است و حتی نوع رویارویی ما با مسأله پساب، این منبع بزرگ را تبدیل به یک تهدید جدی نموده است. در حالیکه می‌توان به مدد فناوری‌های نوین بارها و بارها، از آب استفاده نمود، هم اکنون پساب سلامت حوزه‌های آب زیرزمینی و نتیجتاً سلامت مردم و محصولات کشاورزی را تهدید می‌کند. با دستاوردهای گوناگون فناوری در برخی از کشورها در حوزه‌هایی همچون شبکه توزیع، تصفیه، شیرآلات، حفاری، مدیریت منابع و... اظهار داشت در ایران نیز به مدد بکارگیری فناوری‌های نوین می‌توان به مقابله با مشکل حاد و فراگیر کم‌آبی رفت و اصولاً راهی جز این متصور نیست. با این وجود هنوز به نظر می‌رسد مباحث مربوط به فناوری در حوزه آب باتوجه به ضرورت و اولویت آن مورد توجه و اهتمام نیست.

پساب‌ها می توانند درصورت تصفیه اصولی، در شبکه آب شهری و صنعتی مجدداً مورد استفاده قرار گیرند. این راهکار در میان‌مدت و بلندمدت بسیار اقتصادی و مقرون به صرفه است هم اکنون در بسیاری از کشورهایی که مشکلات آنها در حوزه آب بسیار کمتر از ایران است، آب تصفیه شده در شبکه آب شهری، بازچرخانی می‌شود. اما نگاه غیراصولی و ناقص به حوزه آب ما را از این فرصت بزرگ غافل و محروم نگاه داشته است.

آب شرب می‌تواند و بلکه باید از آب صنعتی، بهداشت و فضای سبز جدا شود و این امر با ملاحظه حجم اندک آب شرب کاملا معقول و مقرون به صرفه است.

بخشی از بی‌توجهی به پساب به عنوان یک منبع بزرگ و در دسترس همان غفلت از ارزش واقعی آب در جامعه ایرانی برمی‌گردد و بخش دیگری از آن معلول سیاسی شدن مساله آب و طرح توأم با تبلیغات گسترده‌ی موضوع "انتقال آب" است. برخی از مسئولان از انتقال آب به عنوان تنها گزینه ممکن و تنها راه

نجات صحبت می‌کنند و چنانچه اشاره شد طرح تبلیغاتی و سیاسی این موضوع مسائل بسیار جدی‌تری چون تصفیه، بازچرخانی و بهره‌وری را کمرنگ ساخته است.

به طور کلی مهم ترین عامل محدودیت زای کیفی پساب های حاصل از تصفیه فاضلاب شهری در مصارف مختلف ویژگی‌های بهداشتی و مواد آلی پساب خروجی بوده و مهم ترین عامل محدودیت زای کیفی زه آب های کشاورزی سموم شیمیایی، شوری و عناصر مغذی و در بخش پساب های صنعتی فلزات سنگین و ترکیبات شیمیایی سخت تجزیه پذیر و خاصیت اسیدیته و قلیاییت متفاوت پساب می‌باشد.

در ارتباط با قابلیت مصارف پساب‌ها و آب های برگشتی نتیجه‌گیری می شود که مهمترین کاربری مصارف این منابع در کشاورزی و همچنین آبیاری فضای سبز و جنگل‌کاری اطراف شهرها می‌باشد که امکان استفاده از این منابع را با حداقل اثرات سوء زیست محیطی مقدور می سازد. در کنار مصارف زراعی، تغذیه مصنوعی به ویژه در فصول غیر زراعی به عنوان دومین اولویت مصارف اصلی این منابع مطرح می باشد. با توجه به موقعیت مکان‌یابی شده برای ساخت این تصفیه‌خانه‌ها، در استفاده از این منابع هزینه‌های مربوط به خط انتقال و پمپاژ یکی از عوامل اصلی محدودیت‌زای اقتصادی محسوب می‌شود.

خلاصه آنکه بنظر می‌رسد نزدیک‌ترین و اقتصادی‌ترین راهکارها برای حل معضل جدی آب استفاده از دستاوردهای جدید فناوری در حوزه تصفیه و طراحی شبکه، توزیع و کمک به بازچرخانی و استفاده مجدد از آب در شبکه‌های شهری، کشاورزی و صنعت است.

منابع:

۱. معاونت نظارت راهبردی وزارت نیرودفتر نظام فنی اجرایی دفتر مهندسی و معیارهای فنی آب و آبفا، ضوابط زیست محیطی استفاده مجدد ازآب های برگشتی و پسا بها.(۱۳۸۹). نشریه شماره ۵۳۵ ص ۳۷

۲. علیزاده .ا، حقنیا.غ و نقیبی.ا، (۱۳۷۵). استفاده از فاضلاب تصفیه شده خانگی در آبیاری. دومین کنگره ملی مسایل آب و خاک کشور، صفحه ۳۵۳-۳۳۳.

۳. یارقلی، ب، (۱۳۷۸) .بررسی میزان جذب کادمیوم از محیط ریشه و میزان تجمع آن در اندام محصولات زراعی. پایان نامه دکتری .گروه محیط زیست دانشگاه تهران

۴. شرکت مهندسین مشاور جاماب. طرح مطالعات برنامه سازگاری با اقلیم خشک و نیمه خشک(۱۳۸۶) . گزارش بررسی آب های غیرمتعارف در کشور. سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور.

۵. یارقلی، ب.(۱۳۷۹). اثرات زیست محیطی و برنامه پایش در طرح های تصفیه و استفاده مجدد از فاضلاب در کشاورزی پایدار.مجله تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، جلد ۵، شماره ۱۸، تابستان ۱۳۷۹

۶. پیرنیا، س، میراب زاده .خ و کشاورز. ع، (۱۳۷۵) .آلودگی منابع آب و توسعه کشاورزی پایدار، مجموعه مقالات اولین کنگره بررسی اثر آبیاری با پساب تصفیه نشده فاضلاب فاطمه مرادی.(۱۳۹۴)، از http://www.manabeisf.ir/articles/viewmore/articleid/32/lang/fa در اردیبهشت ساعت ۱۲:۰۳

۷. خرقانی، ک. (۱۳۷۵) .تاثیر فاضلاب های تصفیه شده خانگی بر کیفیت و عملکرد گیاهان خیار و هویج و خصوصیات خاک.پایان نامه کارشناسی ارشد .دانشکده کشاورزی .دانشگاه فردوسی مشهد

۸. صفری سنجابی، ع و حاج رسولی ها.ش،(۱۳۷۹) .ارزیابی کیفیت پساب تصفیه خانه فاضلاب شمال اصفهان برای کشاورزی .مجله آب و فاضلاب، شماره ۳۳، صفحات۲۶-۲۰

۹. نقشینه پور، ب .(۱۳۷۴) .بازیافت و کاربرد فاضلاب ها در امور کشاورزی و احیای اراضی .مجله آب خاک ماشین، شماره۵

۱۰. قنبر علی، م. (۱۳۷۵) .تصفیه فاضلاب های جنوب شهر تهران به روش برکه های تثبیت به منظور استفاده مجدد درکشاورزی .پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی محیط زیست .دانشگاه صنعتی شریف.

۱۱. وثوقی .م، مظاهری.ح و مشهون.ف، (۱۳۷۵) .بررسی استفاده مجدد از فاضلاب پالایشگاه تهران در آبیاری درختان جنگلی .دومین کنگره ملی مسایل آب و خاک کشور۳۳۱-۳۱۲

۱۲. مجموعه گزارش های صنعتی فناوری نانو، گزارش شماره ۳۴، حذف الاینده های آب با استفاده از نانو ذرات آهن صفر ظرفیتی، ۱۳۹۴

۱۳. دانش حذف کل ترکیبات سیانید از فاضلابهای صنعتی(۱۳۹۴) از آدرس http://isna.ir/fa/news/9411171103

۱۴. خبرگزاری دانشجو.(۱۳۹۴). کشف فناوری جداسازی آلودگی از آب با استفاده از اکسید گرافن، از آدرس http://www.snn.ir/detail/News/496668/75 در اسفند ساعت ۱۳:۵۳

۱۵. خبرگزاری جمهوری اسلامی "ایرنا". (۱۳۹۵). تصفیه آب آلوده روخانه با استفاده از باکتری و نانوذرات.از آدرس http://www3.irna.ir/fa/News/82013462/ آبان ساعت ۹:۲۵

۱۶. تصفیه پیشرفته فاضلاب حذف فسفر(۱۳۹۴).http://www.environmentalhealth.ir/23

۱۷. سیستمهای تصفیه آب و فاضلاب. (۱۳۹۵). از آدرس http://www.nahrab.ir/2-uncategorised.html?start=28

۱۸. شرکت تأمین و تصفیه آب و فاضلاب تهران (۱۳۹۵)، از آدرس http://tww.tpww.ir/fa/p44/p80 فرآیند لجن فعال.(۱۳۹۳)،از آدرس http://www.zslotus.com/article/wwtprocess/bwwtp/as.htm

۱۹. فرایند های بی هوازی تصفیه فاضلاب.(۱۳۹۴)، از آدرس http://www.zadab.com/

۲۰. واحد ها و فرآیند های مختلف در تصفیه فاضلاب.(۱۳۹۵)، از آدرس http://tww.tpww.ir/fa/p44/p80

۲۱. محمدی، ش.(۱۳۹۲). کاربردهای فن آوری نانو در صنعت آب ومحیط زیست، در: "آموزش شیمی ایران "، (۷-۶ شهریور۱۳۹۲)، دانشکده شیمی، (۱۲). دانشگاه سمنان.

۲۲. سیستم بیو راکتور غشایی.(۱۳۹۳). از آدرس http://tagdoni.com/ex/y6bu8g0dr7p4oat.html در آبان، ساعت ۲۰:۱۲

۲۳. خبرگزاری جمهوری اسلامی ایران.(۱۳۹۴)، تصفیه خانه جنوب تهران.از آدرس http://www7.irna.ir/fa/News/ در دی ساعت ۱۵:۳۱

۲۴. طراحی و احداث تصفیه خانه فاضلاب جنوب تهران واحدهای ۵ و ۶.(۱۳۹۴). از آدرس http://www.zharfkarejam.com/projects

۲۵. خبرگزاری کار ایران.(۱۳۹۴). آبیاری سبزیکاری جنوب تهران با فاضلاب غیرمجاز. از آدرس http://tasalamati.com/e/9z6gv/ در مهر ساعت ۱۱:۵۹

۲۶. شرکت فاضلاب تهران. (۱۳۹۵). تصفیه خانه فاضلاب جنوب تهران. از آدرس http://ts.tpww.ir/fa/p8/p18 در خرداد

۲۷. خبرگزاری دانشجویان ایران.(۱۳۸۵). استفاده از میکروب در تصفیه فاضلاب.از آدرس http://hosseini1363.blogfa.com/post-192.aspx در خرداد ساعت ۲۳:۱۰

۲۸. انواع حوضچه های ته نشینی یا کلاریفایر و نقش آن در تصفیه فاضلاب چیست؟.(۱۳۹۵). از آدرس http://zistnegar.com/clarifier-sedimentation-wastewater-treatment/ در خرداد

۲۹. عامری.(۱۳۹۳). ازآدرسhttp://www.abfamarkazi.ir/print.aspx

۳۰. استخر های تثبیت فاصلاب. (۱۳۹۱). در تیر ساعت ۲۳:۲۲

۳۱. سیستم اسکادا. (۱۳۹۳). از آدرس http://amitistech.com/technical/industrial-automation/Scada/page1/lang/Fa در اسفند

۳۲. غلامیان.(۱۳۹۴). از آدرس http://www.autosystem.ir در مرداد

۳۳. تصفیه فاضلاب صنعتی به روش اکسیداسیون شیمیایی. از آدرس http://www.atie-energy.com

۳۴. سایت بهداشت محیط ایران. از آدرس http://www.environmentalhealth.ir/162

۳۵. حسینی.(۱۳۹۱).استخرهای تثبیت فاضلاب. از آدرس http://salarhossini.persianblog.ir/post/393/ در شهریور

۳۶. نجفیان. (۱۳۹۰). تصفیه آب باروش اسمزمعکوس. از آدرس http://mojtabanajafian.blogfa.com/post/23 در اسفند ساعت ساعت ۲۲:۴۳

۳۷. مدیریت کلر زنی آب آشامیدنی.(۱۳۹۲). از آدرس http://www.hadiseab.blogfa.com/post/22 در مرداد ساعت ۹:۴۸

۳۸. کاربرد ازن در تصفیه آب آشامیدنی.(۱۳۹۳). از آدرس http://ozonecenter.ir/category/mofid/ در خرداد

گفتمان نیوز.(۱۳۹۳). ثبت اختراع دستگاه ایرانی حذف کننده کل ترکیبات سیانید از فاضلابهای صنعتی در آمریکا. از آدرس http://tnews.ir/news/41ED36351647.html?sid=5247174 در بهمن ساعت ۱:۴۶

۳۹. محوی، ا.، قاسم کیانی،ق، شیخی،ف.(۱۳۹۰).ارزیابی عملکرد رزین نانو ذرات آهن لیواتیت FO36 درکاهش سیانید از محیط مایی، *چهاردهمین همایش ملی بهداشت محیط*، یزد، دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد، http://www.civilica.com/Paper-NCEH14-NCEH14_059.html

خبرگزاری مهر.(۱۳۹۳). تصفیه پساب‌های صنعتی با نانو. از آدرس http://www.mehrnews.com/newsدر مهر، ساعت۱۰:۳۲

۴۰. خبرگزاری جمهوری اسلامی.(۱۳۹۴). ساخت دستگاه تصفیه پساب صنعتی با استفاده از تکنولوژی نانو. از آدرس http://www7.irna.ir/fa/News/816245/96 در خرداد ساعت ۱۲:۵۸

۴۱. علیائی، ا.، بانژاد، ح.، رحمانی، ع.، افخمی، ع.، خداویسی، ج.(۱۳۹۱). امکان سنجی استفاده از نانوذرات پراکسید کلسیم در حذف آرسنیک III از آب-های آلوده در کشاورزی و تاثیر آن بر پارامترهای کیفی آبیاری. سلامت و محیط ایران; ۵ (۳):۳۳۰-۳۱۹

۴۲. ستاد ویژه توسعه فناوری نانو.(۱۳۹۲). حذف آلاینده‌های پساب‌های صنعتی به کمک نانوکامپوزیت‌ها. از آدرس http://news.nano.ir/print/41768/1

۴۳. عصر رسانه.(۱۳۹۴). ساخت نانوجاذب مغناطیسی برای حذف فلزات سنگین از پسابها. از آدرس http://www.asrerasaneh.ir/Newspaper/PagePDF/538 در شهریور

۴۴. نیوز فایل.(۱۳۹۵). رونمایی از سامانه گندزدایی بکو در اصفهان. از آدرس http://newsfile.ir/news/

۴۵. مرکز توسعه فناوری آب.(۱۳۹۵). تصفیه آب آلوده رودخانه با استفاده از باکتری و نانوذرات از آدرس http://wtc.ystp.ac.ir

46. World Health Organization.(1989).Health Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and aquaculture report of WHO scientific Group:pages 76
47. DURON,N.S.Mexican experience in using sewage effluent for large-scale irrigation. In:Pescod,M.B& Arar,A.,ed.Treatment and use of sewage effluent for irrigation.London,Butterworths,1988.
48. Hayes,k.; Adriaens,P.; Demond,A. and Olson,T.(2009). Reduced Iron Sulfide Systems for Removal of Heavy Metal Ions from Groundwater.SERDP Project ER-1375, FINAL REPORT, Retrieve from https://www.serdp-estcp.org/Program-Areas/Environmental-Restoration/Contaminated-Groundwater/ER-1375
49. Han,Y. (2009).Iron Sulfide-Coated Sand for Remediation of Arsenic(III)-Contaminated Anoxic Groundwater, Retrieve from https://deepblue.lib.umich.edu/handle/2027.42/64782
50. Otieno,P.(2014). Waste Water Treatment, Retrieve from http://constructionreviewonline.com/2014/08/waste-water-treatment/
51. JENSEN.(2011.)Removal of endocrine disrupters in the outlet water from wastewater treatment plants in combination with inactivation of pathogenic microorganism, Retrieve from http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=search.dspPage&n_proj_id=2303&docType=pdf

52. A new innovative advanced wastewater treatment technology(2013),Retrieve from http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=LIFE03۱۴-_ENV_DK_000056_LAYMAN.pdf
53. Gies,E.(2016). Clean water startup Ostara has built a new sewage treatment technology that reduces water pollution and saves money, Retrieve fromhttp://www.theguardian.com/sustainable-business/value-sewage-technology-clean-waste-water-ostara
54. Wilderer, P.A,, *Schreff.D.(2000).* Decentralized and centralized wastewater management: a challenge for technology developers, Retrieve from http://wst.iwaponline.com/content/41/1/1.abstract
55. Membrane Bio Reactor (MBR).(2016), Retrieve from http://www.21stcenturyenviro.com/membrane-bio-reactor-mbr/
56. Downs,C.(2013). Cummins Power Generation white paper highlights the potential of biogas from wastewater treatment plants, Retrieve from *http://www.cumminspowerblog.com/en/2013/08/29/cummins-power-generation-white-paper-highlights-the-potential-of-biogas-from-wastewater-treatment-plants*
57. Muscat Wastewater Project, Governate of Muscat, Oman.(2016), Retrieve from http://www.water-technology.net/projects/muscat
58. Mogden Sewage Treatment Works Upgrade, Isleworth, United Kingdom.(2013) , Retrieve from http://www.water-technology.net/projects/mogden-sewage-treatment-works-isleworth-london/
59. Doha North Sewage Treatment Works (DNSTW), Qatar.(2015), Retrieve from http://www.water-technology.net/projects/doha-north-sewage-treatment-works-dnstw-qatar/
60. Qinghe Wastewater Treatment Plant, China.(2013), Retrieve from http://www.water-technology.net/projects/qinghewatertreatment/
61. CSO Technik.Largest MBR Plant Gets Roto-Sieve Protection.(2010) , Retrieve fromhttp://www.water-technology.net/contractors/stormwater/cso/press21.html
62. CSO Technik.Largest MBR Plant Gets Roto-Sieve Protection.(2010) , Retrieve from http://www.water-technology.net/contractors/stormwater/cso/press21.html
63. Sulaibiya Wastewater Treatment and Reclamation Plant.(2013), Retrieve from http://www.ilf.com/en/references/water-environment/water-and-wastewater-treatment-plants/sulaibiya/
64. Sulaibiya Wastewater Treatment, Kuwait.(2012), Retrieve from http://www.water-technology.net/projects/sulaibiya/
65. Ultrafiltration.(2015),Retrieve from http://www.dow.com/en-us/water-and-process-solutions/products/ultrafiltration
66. What is ultrafiltration (UF) in terms of membrane filter technology?.(2014), Retrieve from http://www.freedrinkingwater.com/water_quality/quality1/43-08-ultrafiltration-membrane-filter-tech.htm
67. Sulaibiya Wastewater Treatment, Kuwait.(2012), Retrieve from http://www.water-technology.net/projects/sulaibiya/sulaibiya5.html
68. Waste Water Treatment.(2017), Retrieve from http://constructionreviewonline.com/2014/08/waste-water-treatment/, Aug 7

69. WASTEWATER TREATMENT AND REUSE, INDIA.(2008), Retrieve from http://www.iees.ch/cms/index.php?option=com_content&task=view&id=74&Itemid=9 , August 19
70. The Deer Island Sewage Treatment Plant.(2014),Retrieve from http://www.mwra.com/03sewer/html/sewditp.htm
71. Renewable and Sustainable Energy Initiatives at Deer Island.(2014), Retrieve from http://www.mwra.com/03sewer/html/renewableenergydi.htm
72. How the Sewer System Works?.(2014), Retrieve from http://www.mwra.state.ma.us/03sewer/html/sewhow.htm
73. The Deer Island Sewage Treatment Plant.(2014), Retrieve from http://www.mwra.state.ma.us/03sewer/html/sewditp.htm
74. Tratnyek. P; Johnson.(2006). http://dx.doi.org/10.1016/S1748-0132(06)70048-2
75. How the Sewer System Works?.(2014), Retrieve from http://www.mwra.state.ma.us/03sewer/html/sewhow.htm
76. The Deer Island Sewage Treatment Plant.(2014), Retrieve from http://www.mwra.state.ma.us/03sewer/html/sewditp.htm
77. Poussaint ,L.(2012). Beyond the Bench: nZVI In Situ BioRemediatio n Techniques & Technologies in the Field, Retrieve from http://www.nanopaprika.eu/profiles/blogs/beyond-the-bench-nzvi-in-situ-bioremediation-techniques March ,at 9:00pm
78. Zero- Valent Iron(ZVI).(2008), Retrieve from http://cgr.ieh.ohsu.edu/iron/
79. Dai,J., Liu,X., Xiao,Y., Yang,J., Qi,P., Wang,J.,…., Zhou,Z.(2015).High hydrophilicity and excellent adsorption ability of a stretched polypropylene/graphene oxide composite membrane achieved by plasma assisted surface modification, Retrieve from http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/ra/2015/c5ra10310j#!divAbstract
80. Dalrymple.A.(2015). New Williston Wastewater Treatment Plant Is Good News For Missouri River ,Retrieve from http://oilpatchdispatch.areavoices.com/2015/12/05/new-williston-wastewater-treatment-plant-is-good-news-for-missouri-river/ , December
81. Dalrymple.A.(2015). Williston Wastewater Deluge Takes Its Toll ,Retrieve from http://www.inforum.com/news/3779802-williston-wastewater-deluge-takes-its-toll Jul, at 4:06 p.m.
82. Saha.S.(2013). Biological treatment of waste water, Retrieve from http://www.slideshare.net/ShaswatiSaha/biological-treatment-of-waste-water May
83. ANOXIC AND ANAEROBIC SYSTEMS. (2013). ResearchGate , Retrieve from http://www.swrcb.ca.gov/water_issues/programs/owts/techonsite/chapter5.pdf , Nov 13
84. Ortegaa,M., Ponziak,T.,Diaz,C.,Rodrigo,M.,Morales,G. Bilyue,B.(2009).Use of a combined electrocoagulation–ozone process as a pre-treatment for industrial wastewater, Retrieve from http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0011916409008765
85. *Ni, Bing-Jie (2013). Formation, Characterization and Mathematical Modeling of the Aerobic Granular Sludge (PDF). Springer*(as cited in https://en.wikipedia.org/wiki/Aerobic_granulation)
86. Beun J.J., Hendriks A., Van Loosdrecht M.C.M., Morgenroth E., Wilderer P.A. and Heijnen J.J. (1999). Aerobic granulation in a sequencing batch reactor. *Water Research,* Vol. 33, No. 10(as cited in https://en.wikipedia.org/wiki/Aerobic_granulation)
87. Qin L. Liu Y. and Tay J-H (2004). Effect of settling time on aerobic granulation in sequencing batch reactor. *Biochemical Engineering Journal*, Vol. 21, No. 1 (as cited in https://en.wikipedia.org/wiki/Aerobic_granulation)

88. Tay J.-H., Liu Q.-S. and Liu Y. (2001). The effects of shear force on the formation, structure and metabolism of aerobic granules. *Applied Microbiology and Biotechnology*, Vol. 57, Nos. 1–2 (as cited in https://en.wikipedia.org/wiki/Aerobic_granulation)
89. Kreuk M.K., McSwain B.S., Bathe S., Tay S.T.L., Schwarzenbeck and Wilderer P.A. (2005). Discussion outcomes. Ede. In: Aerobic Granular Sludge. Water and Environmental Management Series. IWA Publishing. Munich (as cited in https://en.wikipedia.org/wiki/Aerobic_granulation)
90. Ringsend Wastewater Treatment Plant Upgrade Project, Ireland. (2016) , Retrieve fromhttp://www.water-technology.net/projects/ringsend-wastewater-treatment-plant-upgrade-project/
91. Epe Sewage Treatment Plant (STP), Netherlands.(2013) ,Retrieve from http://www.water-technology.net/projects/epe-sewage-treatment-plant-netherlands/
92. Nereda's revolutionary aerobic granular biomass exceeds expectations at first full scale WWTP Epe.(2013) ,Retrieve from
93. http://www.dutchwatersector.com/news-events/news/5282-nereda-s-revolutionary-aerobic-granular-biomass-exceeds-expectations-at-first-full-scale-wwtp-epe.html in February