شرکت تجهیز آب جم (سهامی خاص)

(طراحی و ساخت تجهیزات آب و فاضلاب)

آدرس سایت اینترنتی:

www.TAJCO.org

فهرست مطالب

عـــــــــنوان	شماره صفحه
❖ پیشگفتار	۳
۱- مقدمه	۳
۲- اصول، مبانی و معیارهای طراحی پکیج های پیش ساخته	۵
۳- کاربرد و مزایای پکیج های پیش ساخته کامپوزیتی	۶
۳-۱- کاربرد معمول پکیج ها	۶
۳-۲- مزایای پکیج ها	۷
۴- ملزومات و متعلقات جانبی پکیج ها	۱۳
۴-۱- ملزومات تصفیه قبل از پکیج	۱۳
۴-۱-۱- واحد آشغالگیری	۱۳
۴-۲- ملزومات تصفیه بعد از پکیج	۱۴
۴-۲-۱- سیستم گندزدائی (کلرزنی یا ازن زنی)	۱۴
۴-۳- متعلقات جانبی پکیج	۱۵
۴-۳-۱- تأسیسات کنترل و حذف بو و به دام اندازی بخارات	۱۵
۴-۳-۲- سیستم هوارسانی (دمنده های هوا)	۱۷
۵- فرآیندهای اصلی تصفیه فاضلاب در پکیج	۱۸
۵-۱- واحد متعادل ساز و فرآیند بی هوازی با جریان رو به بالا (UABR)	۱۹
۵-۲- راکتور بی اکسیژن یا انوکسیک (Anoxic)	۲۱
۵-۳- فرآیند هوازی رشد چسبیده با مدیای ثابت (IFAS) یا شناور(MBBR)	۲۲

ادامه فهرست مطالب

عـــــــــنوان	شماره صفحه
۵-۴- واحد ته نشینی (حوض زلال ساز) با کاربرد صفحات شیبدار (لاملاء)	۲۵
✓ تابلوی برق و مدار فرمان	۲۵
۶- معرفی مدل های مختلف پکیج و مشخصات فنی و ابعادی	۲۵
۷- طراحی سازه ای و تحلیل نرم افزاری بدنه کامپوزیتی پکیج	۲۷
۷-۱- ویژگی های ترکیبات کامپوزیت و مقایسه با سایر مواد	۲۷
۷-۱-۱- معرفی ترکیبات کامپوزیت	۲۷
۷-۱-۲- مزایای ترکیبات کامپوزیت	۲۸
۷-۱-۳- خصوصیات مکانیکی مواد اولیه ساخت بدنه پکیج	۳۰
۷-۲- روش طراحی و مدلسازی سازه پکیج (بدنه کامپوزیتی)	۳۳
☜ **گواهینامه ثبت اختراع**	**۳۵**
☜ **گواهینامه تأئیدیه استاندارد اتحادیه اروپا** (CE)	**۳۶**
❖ **منابع و مآخذ**	**۳۷**

❖ پیشگفتار

کره خاکی، با منابع محدود هوا، آب و خاک، تنها محل بقای انسان و سایر موجودات زنده بشمار می آید. حفاظت از این مواهب الهی، جهت بقای نسل بشر، امری مهم و اجتناب ناپذیر است. پیشرفت دانش بشری در تمام زمینه های علمی و حرکت به سوی تأمین آسایش و بقا، منجر به تغییر شرایط زیست محیطی و نیز اعمال خسارات جبران ناپذیر به محیط زیست و کلیه موجودات گردیده است. از مهمترین این اثرات می توان به انقراض نسل بسیاری از جانداران، مسأله گازهای گلخانه ای و گرم شدن کره زمین (مباحث گرمایش جهانی)، آلودگی های هوا، خاک و آب، تخریب لایه ازن، ریزش باران های اسیدی، وقوع سیل، بحران منابع آب، خشکسالی و نظایر آن اشاره نمود. انسان متفکر امروزی، در سالهای اخیر، در راستای تعدیل این خسارات اقدامات متعددی را انجام داده است. وضع قوانین جدید و تشکیل سازمان های متعدد همچون سازمان حفاظت محیط زیست، سازمان بهداشت جهانی و ...، به عنوان متولیان حفاظت از محیط زیست و حفظ سلامتی بشر، راه صحیح دستیابی به زندگی سالم با طول عمر بیشتر را نوید می دهد. آب ناسالم یعنی گیاه و دام آلوده که مساوی خواهد بود با روستایی بیمار و در نهایت کشوری توسعه نیافته و در معرض خطرات گوناگون.

در حال حاضر با مطرح شدن مباحثی نظیر HSE (**H**ealth, **S**afety, **E**nvironment) بمنظور سعی در برقراری ارتباط صحیح ایمنی، سلامت و محیط زیست، اقدامات ویژه ای در این راستا مورد توجه قرار گرفته است. لذا باور این گفته که *"حفظ و ارتقاء شاخص های بهداشت و سلامت و دستیابی به اهداف توسعه پایدار بدون رعایت اصول مبتنی بر مسایل زیست محیطی میسر نمی باشد"*، اصلی انکار ناپذیر است. از اینرو وظیفه همه ماست که از امروز در اندیشه فردایی روشن برای سرافرازی ایرانی آباد باشیم.

۱- مقدمه

یکی از عوامل مخرب محیط زیست، فاضلاب تولیدی ناشی از فعالیت جوامع انسانی است. این فاضلابها حاوی عناصر محلول، معلق و میکروارگانیسم های بیماریزای گوناگونی بوده و در صورت تخلیه کنترل نشده به محیط، خسارات جبران ناپذیری به منابع آب، خاک و هوا وارد می سازند و باعث انتشار و بروز انواع بیماری ها و همچنین در برخی موارد موجب صدمات جبران ناپذیر به اکوسیستم می گردند. نفوذ فاضلابهای انسانی از طریق چاه های جاذب به سفره آبهای زیرزمینی و یا از طریق کانال های روباز و سرپوشیده به آبهای سطحی و رودخانه ها، موجب آلوده شدن این منابع گشته و بشر را با خطر کمبود منابع آب آشامیدنی

سالم و در واقع محدودیت منابع در دسترس روبرو نموده است، تا جایی که امروزه در سرتاسر ایران در کمتر جایی به آب جاری سالم و عاری از آلودگی ناشی از فعالیت انسانی دسترسی وجود دارد.

علاوه بر محدودیت ها، معضلات و تنگناهای به وجود آمده در عرصه تأمین منابع آب آشامیدنی سالم و کافی، هدایت فاضلابها به درون رودخانه ها و دریاها، محیط این آبها را برای زندگی آبزیان که یکی از منابع تأمین کننده غذای انسانها می باشند، غیر قابل تحمل نموده و ادامه زندگی آنها را شدیداً تهدید می نماید. انتشار انواع بیماریهای روده ای، انگلی و نظایر آن، ناشی از دفع نامناسب فاضلاب به آب های سطحی پذیرنده و نفوذ فاضلاب به سفره های آب زیرزمینی در بسیاری از مناطق کشور بیانگر این واقعیت است. لذا بمنظور دستیابی به اهداف توسعه پایدار، پیشگیری از انتشار آلودگی، تمرکز منابع آلاینده و بکارگیری تجهیزات کنترل آلودگی بعنوان راهبردی استراتژیک جهت کاهش اثرات نامطلوب زیست محیطی در دستور کار کشور قرار گرفته است. در همین راستا دستیابی به روش های عملی دفع صحیح فاضلاب شامل اجرای شبکه های جمع آوری فاضلاب، خطوط انتقال و احداث تصفیه خانه ها با توجه به ارزیابی فنی- اقتصادی طرح ها حتی برای مناطق روستایی، جوامع و اجتماعات کوچک از قبیل کارخانجات، کارگاه ها، کشتارگاه ها، مراکز تهیه مواد غذایی، هتل ها، کمپ های تفریحی و کارگری، سکوهای نفتی مستقر در دریاها، رستوران ها، پادگان های نظامی، شهرکها و مجتمع های مسکونی، ویلاها، فرودگاه ها، ترمینال ها، ایستگاه های راه آهن، بیمارستان ها و پلی کلینیک ها، مراکز تجاری، ادارات و مؤسسات، دانشگاه ها و مدارس، مراکز تفریحی، پارک ها و ... ، بمنظور حفاظت از محیط زیست، حفاظت منابع آب و به سامان در آوردن معضل تخلیه نامناسب و کنترل نشده فاضلاب انسانی و احداث تأسیسات کارآمد با توجه به شرایط منطقه، جهت تصفیه فاضلاب امری حیاتی بشمار می آید و از جایگاه ویژه ای برخوردار است.

جهت دستیابی به این مهم، طراحی مهندسی، ساخت و تولید سیستمهای تصفیه فاضلاب در قالب پکیج های پیش ساخته از جنس کامپوزیت به عنوان راهکاری مناسب و بی نظیر، بررسی و به مرحله اجراء رسیده است. در ادامه به معرفی و تشریح پارامترهای مؤثر در طراحی این پکیج ها، کاربرد و مزایای آنها، ملزومات و متعلقات جانبی پکیج ها، فرآیندهای اصلی تصفیه فاضلاب در پکیج، معرفی مدل های مختلف پکیج و مشخصات فنی و ابعادی، طراحی سازه ای و تحلیل نرم افزاری بدنه کامپوزیتی پکیج پرداخته شده است.

۲- اصول، مبانی و معیارهای طراحی پکیج های پیش ساخته

اصولاً پارامترهای مؤثر در طراحی پکیج های تصفیه فاضلاب، طبق توصیه منابع و مراجع معتبر، شامل برآورد و پیش بینی دقیق جمعیت، روند تغییرات سرانه ها و چگونگی الگوی مصرف آب است، اما در هر حال اولین گام بمنظور انجام یک طراحی اصولی و مهندسی، تعیین کمیت و کیفیت فاضلاب تولیدی می‌باشد. پارامترهای مؤثر در تغییرات کمی و کیفی فاضلابهای مناطق کم جمعیت از قبیل مناطق روستایی، مجتمع های مسکونی و ...، اغلب بدلیل وجود نوسانات الگوی مصرف آب و تغییرات فاحش در نمودار ترسیم جریان فاضلاب تولیدی در طی شبانه روز، ضرایب پیک و حداقل ساعتی و روزانه مصرف آب و تولید فاضلاب می باشد. بنابراین بمنظور دستیابی به یک راهکار مؤثر برای کنترل فاضلابهای تولیدی در اجتماعات کوچک و دستیابی به اهداف تصفیه فاضلاب براساس ضوابط و استانداردهای تخلیه زیست محیطی، رعایت موارد ذیل ضروری می باشند:

۱- تعیین الگوی مصرف و پیک فاکتورها بر اساس جمعیت، آداب و رسوم ساکنین در آن اجتماعات؛

۲- بررسی جامع و کامل کمیت و کیفیت فاضلاب بمنظور تعیین ویژگیها و خصوصیات بار مواد آلی و مواد معلق تولیدی؛

۳- در نهایت تصمیم گیری در انتخاب گزینه مناسب و برتر از لحاظ فرآیندی.

در مجموع می توان اینگونه عنوان نمود که اصول، مبانی، معیارها، ضوابط و پارامترهای کلیدی و مؤثر در طراحی سیستم های پیش ساخته تصفیه، با توجه به مبانی کمی و شاخص های کیفی و مشخصات فاضلاب ورودی براساس جمعیت ساکنین، سرانه آب مصرفی و سرانه بار آلی محاسبه شده است و در نهایت با توجه به برآورد حجم فاضلاب و تعیین غلظت و بار مواد آلی و معلق و سایر پارامترهای شاخص (از قبیل غلظت نیترات، نیتریت و فسفات)، حجم مورد نیاز راکتورهای مورد نیاز جهت دستیابی به استانداردهای تخلیه تعیین شده، محاسبه گردیده است. سپس بر اساس روابط موجود، پارامترهای شاخص و کلیدی در طراحی و بهره برداری سیستم از قبیل زمان ماند هیدرولیکی، زمان ماند میکروبی، میزان لجن تولیدی، حجم هوا و میزان اکسیژن مورد نیاز سیستم، توان و راندمان هواده ها، مدت زمان مورد نیاز جهت هوادهی و سایر پارامترهای مؤثر محاسبه شده است. لذا آشنایی با فرآیندهای تصفیه مناسب و در عین حال متناسب با شرایط و مشخصه های فاضلاب تولیدی و انتخاب گزینه ای با حداکثر سهولت و سرعت در زمان نصب، راه اندازی، راهبری،

بهره برداری و حداقل نیاز به نگهداری، تعمیرات، تعویض قطعات و سرویس های دوره ای از اهمیت ویژه ای برخوردار است. در همین راستا شرکت تجهیزآب جم محصول جدید، انحصاری و ثبت شده خود را تحت عنوان **"پکیج های پیش ساخته کامپوزیتی تصفیه فاضلاب با بهره گیری از فرآیندهای نوین، پیشرفته و کارآمد"** به تولید انبوه رسانیده است.

در این تولید تمام سعی بر آن بوده تا علاوه بر کارآمدی، واحدهای عملیاتی و فرآیندهای تصفیه بنحوی انتخاب و طراحی گردند تا در تمام مراحل تولید، نصب، راه اندازی و بهره برداری نیاز به نیروی انسانی متخصص و ماهر، هزینه اتلاف انرژی و برق مصرفی، هزینه تعمیرات تأسیسات و تجهیزات و سایر موارد به حداقل ممکن رسیده و در مجموع هزینه های بهره برداری، نگهداری، تعمیرات و تعویض قطعات و تجهیزات و همچنین نیاز به سرویس دهی به نحو چشمگیری کاهش یابد. لذا در مرحله طراحی، علاوه بر مسایل شناخته شده علمی، نقطه نظرات تجربی بسیاری نیز دخیل بوده و موفقیت طرح تا حد زیادی حاصل تجربه طراحان فرآیندی و سازندگان می باشد. در ساخت این پکیج ها نیز از فرآیند های مناسب و در عین حال نوین و پیشرفته تصفیه فاضلاب بهره گرفته شده است، تا بدین طریق بتوان از تکنولوژی روز دنیا بمنظور دستیابی به روش های مؤثر و بهینه تصفیه فاضلاب در مناطق کم جمعیت و اجتماعات کوچک استفاده نمود. لازم به ذکر است که امروزه کاربرد ترکیبات کامپوزیتی (بعنوان مواد دوستدار و سازگار با محیط زیست) در اکثر نقاط جهان در صنعت تصفیه آب و فاضلاب چشمگیر بوده و در سال های اخیر بسیار رواج یافته است.

۳- کاربرد و مزایای پکیج های پیش ساخته کامپوزیتی

۳-۱- کاربرد معمول پکیج ها

این پکیج ها جهت تصفیه فاضلاب اجتماعات کوچک، مناطق روستایی و کم جمعیت که دارای شبکه یا فاقد شبکه جمع آوری هستند، مورد استفاده قرار می گیرند و اهم این مناطق و محل ها به شرح زیر می باشند:

۱- جوامع روستایی با جمعیت های متفاوت (یا مجتمع های روستایی)؛
۲- صنایع، کارخانجات و کارگاهها با تعداد پرسنل مختلف؛
۳- بیمارستان ها، درمانگاهها، پلی کلینیک ها و مراکز بهداشتی- درمانی؛
۴- کشتارگاهها، مرغداری ها و صنایع مشابه؛
۵- صنایع و مراکز تهیه و تولید مواد غذایی؛
۶- هتل ها، متل ها و سایر اقامتگاهها؛

۷-کمپ های تفریحی و کارگری؛
۸- رستوران ها و اماکن بین شهری؛
۹- پادگان ها و شهرکهای نظامی؛
۱۰- شهرکهای اقماری و طرح های مسکن مهر؛
۱۱- مجتمع های مسکونی (آپارتمان ها و برج ها)؛
۱۲- ترمینال ها و پایانه های حمل و نقل و مسافربری؛
۱۳- ایستگاه های راه آهن و شبکه های حمل و نقل ریلی؛
۱۴- فرودگاه ها؛
۱۵- سکوهای نفتی مستقر در دریا و کشتی ها؛
۱۶- ویلاها و خانه باغ ها؛
۱۷- مراکز تجاری، ادارات و مؤسسات؛
۱۸- مراکز آموزشی از قبیل دانشگاهها، مدارس و آموزشگاهها؛
۱۹- مراکز تفریحی، تفرجگاه ها، پارک ها، شهربازی ها و ...؛
۲۰- بازارچه ها و نمایشگاه های دائمی و موقت و ....؛
۲۱- کلیه اماکن عمومی و جمعیت های مستقر بصورت دائم یا موقت.

شایان ذکر است اصولاً فاضلابی که در این سیستم مورد تصفیه قرار می گیرد، فاضلاب بهداشتی (انسانی) ناشی از دستشویی و توالت ها، حمام، ماشین های لباسشویی، ظرفشویی و ... می باشد.

۳-۲- مزایای پکیج ها

به طورکلی این پکیج ها در مقایسه با سایر محصولات مشابه، دارای مزایای ویژه ای می باشند که در ذیل بطور خلاصه به چند مورد از مهمترین آنها اشاره شده است:

۱- قابلیت نصب و استقرار پکیج در درون زمین، امکان مسقف کردن و مدفون نمودن آن و در نتیجه دور از دید نمودن پکیج و تجهیزات تصفیه (Underground Installation).

✓ **(نکته: این قابلیت در شرایط حاد و بحرانی از قبیل جنگ، زلزله، سیل، طوفان، شرایط تروریستی و ... و در کل از دیدگاه پدافند غیرعامل و نقطه نظر امنیتی و حفاظتی بخصوص در مناطق حساس نظامی از مزایای پکیج های مدفون کامپوزیتی می باشد.)**

۲- مقرون بصرفه بودن بدلیل نیاز به حداقل فضای مورد نیاز جهت دفن و سطح کم زمین بمنظور جانمایی آن (قابل استفاده در مناطقی که ارزش ریالی زمین بالاست).

۳- در مناطقی که محدودیت فضا وجود دارد و زمین به مساحت کافی در دسترس نیست، این سیستم را می توان زیر باغچه ها یا زمین های بلااستفاده نصب نمود.

۴- عدم وجود مشکل پوسیدگی، زنگ زدگی و خوردگی شیمیایی و میکروبی بدلیل استفاده از ترکیبات کامپوزیت در مقایسه با پکیج هایی با مصالح فلزی و بتنی و در نتیجه کاهش هزینه های تعمیر تأسیسات و تجهیزات، تعویض قطعات و عدم نیاز به سندبلاست، رنگ آمیزی و پوشش دهی مجدد و ... و در نهایت کاهش هزینه های راهبری، بهره برداری و نگهداری (بدلیل طراحی فشرده سیستم و حداقل تجهیزات و قطعات متحرک موجود در بیوراکتور و همچنین استفاده از بهترین قطعات و تجهیزات مکانیکی و برقی).

۵- کاهش تولید بوی متعفن و انتشار آئروسول های بیولوژیکی، بخارات، میست ها و قطرات در هوای اطراف پکیج.

۶- کاهش انتشار عوامل میکروبی و انگلی و بیماری های منتقله از طریق تماس مستقیم با فاضلاب و پیشگیری از ابتلاء کارگران و اپراتورها بدلیل بسته بودن سیستم و مسقف بودن پکیج.

۷- کاهش انتشار ویروس ها از طریق بخارات متصاعد شده، ذرات و قطرات ریز فاضلاب بدلیل استفاده از دیفیوزر به منظور انجام عمل هوادهی و کاهش تلاطم شدید در سطح فاضلاب در مجاورت هوا و در نتیجه کاهش انتشار آئروسل ها و بیماری های هوابرد.

۸- کاهش حجم مفید در مقایسه با پکیج هایی با فرآیند معمول (بدلیل افزایش بارگذاری آلی در سیستم و بهره گیری از فرآیندهای رشد چسبیده با مدیای ثابت یا شناور).

۹- وجود دیواره های مانع (بافل یا آرام کننده) با جریان روبه پایین و رو به بالا در محل ورود فاضلاب به سیستم، بعنوان یک واحد متعادل ساز جریان عمل نموده و جریان فاضلاب را بصورت آرام و با کیفیت یکنواخت (از لحاظ بارآلی، رنگ، درجه حرارت، pH و...) به واحد بعدی هدایت می نماید.

۱۰- بالا بودن راندمان حذف مواد آلی و کاهش جامدات (کاهش چشمگیر و قابل توجه BOD_5 و TSS در پساب خروجی و مطابقت با استانداردهای تخلیه زیست محیطی).

۱۱- توانایی حذف بیولوژیکی فسفر (*BPR*) و در اصل کاهش مواد مغذی یا نوترینت ها. (بدلیل کاربرد فرآیند بی هوازی UABR قبل از ناحیه انوکسیک و وجود سیستم برگشت لجن فعال (*RAS*) از حوض زلال ساز به ابتدای راکتور بی هوازی).

۱۲- توانایی انجام عمل نیتریفیکاسیون/ دنیتریفیکاسیون همزمان (*SNdN*) و در نهایت حذف بیولوژیکی نیترات (*BNR*). (بدلیل کاربرد فرآیند A^2/O و وجود یک ناحیه پیش انوکسیک (Pre-Anoxic) در پکیج، که در اصل مدل اصلاح شده فرآیند فورداکس Phoredox (A/O) می باشد. بمنظور حذف نیترات یک خط برگشت جریان از انتهای راکتور هوادهی فاضلاب را به ناحیه انوکسیک برمی گرداند).

۱۳- کاهش هزینه های ساختمانی و احداث (بدلیل کاربرد فرآیند بیولوژیکی از نوع لجن فعال هوادهی گسترده با فرآیند تلفیقی رشد چسبیده (*Combined Attached Growth*) در قالب یک بیوراکتور و واحد ته نشینی با کاربرد صفحات شیبدار (لاملاء)).

۱۴- به دلیل غالب بودن فاز خودخوری یا خودتخریبی در فرآیند رشد چسبیده و افزایش بیومس (جرم میکروبی) در بیوراکتور. که در نهایت میزان لجن تولیدی بسیار کم و ناچیز است (نیاز به تخلیه لجن بسیار کم بوده و در نتیجه هزینه های تخلیه و دفع بسیار ناچیز می باشد). لذا با توجه به ناچیز بودن میزان لجن تولیدی، نیازی به ساخت و احداث تجهیزات پردازش لجن از قبیل هاضم، تغلیظ کننده و سیستم های خشک کننده لجن نمی باشد.

۱۵- انعطاف پذیری مناسب و مقاومت سیستم در برابر شوک های ناشی از بارهای آلی و هیدرولیکی (کاهش اثر تخلیه های یکباره، ناگهانی و منقطع).

۱۶- افت جریان در اتاقک های راکتور بسیار ناچیز است بگونه ای که می توان از آن صرفنظر کرد.

۱۷- قابلیت مدولار نمودن با اضافه کردن تعداد پکیج ها در هر زمان بصورت موازی (*Parallel*) و امکان ارتقاء سیستم با بالا بردن غلظت لجن و میکروارگانیسم ها و در نتیجه افزایش انعطاف پذیری سیستم در مقابل افزایش جمعیت و افزایش جریان فاضلاب خام ورودی به بیوراکتور.

۱۸- قابلیت کاربرد و نصب آسان این سیستم در مناطقی که سطح آبهای زیرزمینی بالاست و گودبرداری و ایجاد سازه ها و تأسیسات بتنی مشکل و یا حتی غیرممکن است. (بدلیل آب بند بودن بدنه پکیج و جلوگیری از نشت فاضلاب از یکسو و انجام عملیات نصب در مدت زمان کوتاه و سهولت نصب از سوی دیگر).

۱۹- عدم وجود مشکل گرفتگی واحدها و بخش ها بدلیل طراحی دقیق سرریزها و مناسب بودن اتصالات مورد استفاده در سیستم و ارتباطات بین واحدها.

۲۰- نیاز حداقل به افراد با تجربه، متخصص و ماهر جهت راه اندازی، راهبری، بهره برداری، نگهداری و بازرسی به دلیل سادگی سیستم و در نتیجه کاهش هزینه های مربوطه.

۲۱- بدلیل اینکه کل مجموعه بصورت مونتاژ شده و یکپارچه (اصطلاحاً پیش ساخته یا *Prefabricate*) به محل نصب ارسال می گردد، از اینرو مدت زمان لازم جهت نصب بسیار پایین بوده و بالتبع هزینه های مربوط به نصب نیز کاهش می یابد.

۲۲- ویژگی خاص پکیج و پیش ساخته بودن آن باعث می شود تا زمان بارگیری و جابجایی پایین و در نتیجه هزینه های حمل و نقل نیز مقرون بصرفه باشد.

۲۳- بدلیل اینکه جنس بدنه (سازه) از ترکیبات کامپوزیت تقویت شده می باشد، لذا ضریب انتقال حرارتی بدنه بسیار پائین بوده و در فصول سرد یا گرم سال کاهش و افزایش درجه حرارت محیط اطراف تأثیرات چشمگیر و قابل ملاحظه ای را در عملکرد میکروارگانیسم ها و راندمان تصفیه نخواهد داشت.

۲۴- جنس بدنه این پکیج ها از ترکیبات کامپوزیت بوده و امروزه جزو ترکیبات سازگار با محیط یا اصطلاحاً دوستدار محیط زیست (*Eco-friendly*) شناخته می شوند.

۲۵- در طراحی سیستم و انتخاب جنس و نوع تجهیزات سعی شده تا هزینه تعمیر تجهیزات مکانیکی، برقی و الکتریکی بسیار پایین و در حداقل ممکن باشد.

۲۶- بدلیل وزن بسیار پایین پکیج های کامپوزیتی نسبت به سایر مصالح (فلز و بتن)، امکان بارگیری، جابجایی و حمل و نقل راحت و در عین حال سریعتر آنها میسر است.

۲۷- این پکیج ها دارای استحکام ویژه بالایی بوده و مقاومت زیادی در برابر تنش، ضربه و شوک های وارده خواهند داشت.

۲۸- اگر بدلایل خاصی در برخی شرایط مجبور باشیم پکیج را در سطح زمین مستقر نماییم (به عنوان نمونه در مناطق کوهستانی با زمین های سخت و سنگی یا سکوهای نفتی در دریاها)، می توان تمهیداتی اندیشید تا سازه مقاومت مکانیکی لازم جهت تحمل ضربه، بار ناشی از وزن سیال و همچنین اشعه UV خورشید را داشته باشد.

۲۹- در مناطقی که احتمال خطر حریق و آتش سوزی بالا باشد می توان با اضافه نمودن ترکیبات خاص به رزین (از قبیل مواد کند کننده حریق (*Fire-Retardant*)) بدنه را نسبت به احتراق مقاوم نمود.

۳۰- در صورت نصب پکیج می توان منظر زیبای محیط را نیز حفظ نمود. به عنوان مثال می توان محدوده اطراف پکیج دفن شده را با کاشت بوته های مقاوم، شمشاد یا گل رز به عنوان حصار محافظت نمود و حتی خاک پوششی روی آنرا گلکاری و چمنکاری نموده و به حفظ و زیبایی محیط افزود (توجه به دیدگاه زیبائی شناختی).

۳۱- بدلیل آب بند بودن کل بدنه و مسقف بودن پکیج نفوذ آبهای سطحی از قبیل رواناب ها و آب باران و همچنین نشتاب های زیرزمینی نمی توانند باعث ایجاد اختلال در عملکرد سیستم و یا سرریز شدن فاضلاب و محتویات آن گردد.

۳۲- پوشیده بودن سقف پکیج باعث جلوگیری از ورود آشغال، زایدات، زباله ها، تکه پارچه، شاخ و برگ درختان و... به درون واحدهای عملیاتی و فرآیندی شده و بنابراین مشکلات گرفتگی و پس زدگی جریان منتفی می گردد.

۳۳- بدلیل ایزوله بودن پکیج و عدم تماس فاضلاب با محیط های مجاور، امکان تجمع، رشد و تکثیر حشرات مزاحم و آزاردهنده و جوندگان موذی (از قبیل سوسک، مگس، پشه، موش و ...) و پرسه زدن حیوانات ولگرد و ناقل بیماری (از قبیل سگ) بخصوص در مناطق گرمسیری به حداقل ممکن می رسد.

۳۴- مسقف بودن پکیج باعث جلوگیری از انتشار کف های شناور تولیدی در سطح فاضلاب شده و علاوه بر جلوگیری از اشاعه بیماری (ابتلاء به اکتینومیست های بیماریزای فرصت طلب مانند نوکاردیا استروئیدس)، از هزینه های کنترل، جمع آوری و انتقال کف نیز می کاهد.

۳۵- از مهمترین مزایای ایزوله بودن پکیج این است که پوشش سقف می تواند از بروز سوانح و حوادثی از قبیل ورود کودکان و حتی بزرگسالان به درون راکتور و خطر سقوط احتمالی در فاضلاب جلوگیری نموده و از ایجاد صدمات و تلفات جانی پیشگیری نماید.

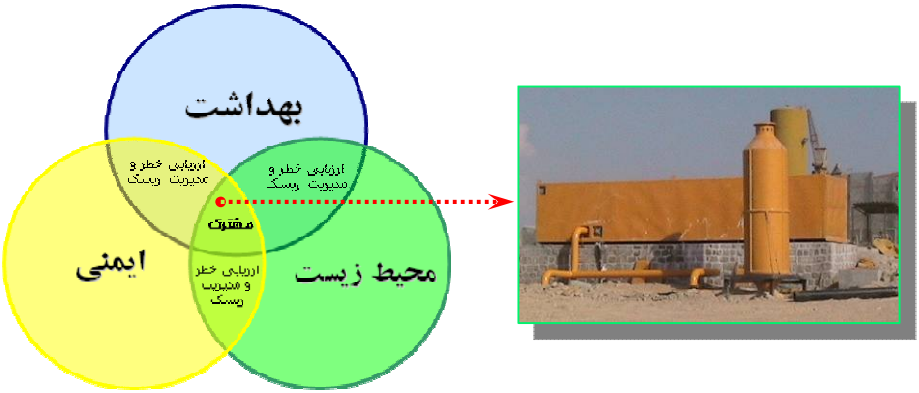
۳۶- قابلیت تغییر کاربری پکیج ها براساس مشخصه های کیفی فاضلاب وجود دارد (به عنوان مثال؛ بمنظور تصفیه فاضلاب های صنعتی با تغییر در ساختار درونی پکیج و اضافه نمودن واحد متعادل ساز و تنظیم pH یا یک واحد بی هوازی در قالب یک پکیج جداگانه می توان توانایی ها و قابلیت های پکیج را براساس نیاز طرح افزایش داد).

۳۷- هیدرودینامیک جریان، درجه اختلاط و شکل بدنه راکتور بگونـه ای پـیش بینـی و طراحی شده است که حجم غیر مفید (فضاهای مرده) به حداقل ممکن می رسد.

۳۸- مطابقت طراحی با رعایت اهداف، اصول و موازین HSE .

(**H**ealth, **S**afety, **E**nvironment)

(سیستم مدیریت یکپارچه بهداشت، ایمنی و محیط زیست)



(نظام مدیریت یکپارچه HSE بصورت سیستماتیک، به تبیین تأثیر متقابل فعالیتهای سه گانـه شـامل بهداشـت، ایمنی و محیط زیست پرداخته و از این طریق نواقص، مخاطرات بالقوه، حوادث و مشکلات را بطـور نظـام منـد مورد ارزیابی قرار داده و روش های مبتنی بر پیشگیری را ارائه می دهد. در همین راستا، در تولید و ساخت ایـن محصول جدید سعی شده تا این اصول مورد توجه قرار گیرد، بگونه ای که در صورت استفاده از ایـن پکـیج هـا آلاینده های زیست محیطی شامل آلاینده های هـوا، آب، خـاک، محصـولات کشـاورزی و دامـی و همچنـین مخاطرات تهدید کننده سلامتی پرسنل،کارکنان، اپراتورها و بازدیدکنندگان به حداقل ممکن کاهش می یابند.)

در تصاویر موجود در شکل شماره ۱ مزایایی که پیشتر در خصوص پکیج ها اشاره گردید، کاملاً مشهود می باشد.

شکل شماره ۱- مزایای پکیج ها در زمان حمل و نقل، سهولت نصب و راه اندازی

٤- ملزومات و متعلقات جانبی پکیج ها

به منظور انجام تصفیه کامل، افزایش راندمان، کنترل کامل آلاینده های شاخص و معیار (از قبیل BOD،COD،TSS، نیترات و فسفات) و دستیابی به اهداف و استانداردهای تخلیه زیست محیطی، ایجاد تأسیسات و پیش بینی فرآیندهای تکمیلی مورد نیاز، قبل و بعد از پکیج لازم و ضروری می باشد. بدین منظور در زمان نصب پکیج در محل مورد نظر، این ملزومات و متعلقات نیز به همراه پکیج قابل نصب هستند. در همین راستا، در ذیل به اختصار به ملزومات مورد نیاز تصفیه قبل از پکیج، ملزومات تصفیه بعد از پکیج، متعلقات جانبی و سیستم های قابل نصب بر روی پکیج اشاره شده است.

٤-١- ملزومات تصفیه قبل از پکیج

٤-١-١- واحد آشغالگیری

واحدهای آشغالگیری جزو اولین عملیات فیزیکی مقدماتی در صنعت تصفیه فاضلاب بشمار می آیند. فاضلاب ورودی به پکیج می تواند علاوه بر دارا بودن مواد جامد معلق و محلول حاوی تعداد زیادی مواد جامد درشت از جمله قطعات چوب، لاستیک، پارچه، قوطی کنسرو و ... باشد، که ورود اینگونه مواد به واحدهای تصفیه اختلالات زیادی را در فرآیند تصفیه بخصوص در حوض های هوادهی و در بخش ته نشینی به وجود آورده و موجب

آسیب دیدن دستگاه های مکانیکی تصفیه از جمله پمپ ها، لوله ها و ... و ایجاد گرفتگی در کانال ها، سرریزها، لوله ها و مسیرهای ارتباطی بین واحدها و فرآیندها می گردد. در اصل حذف فیزیکی آشغال های شناور در فاضلاب، واحدهای اصلی تصفیه و تأسیسات حساس پکیج را در مقابل خطرات ذکر شده محافظت می نماید. لذا در طرح حاضر قبل از ورود فاضلاب خام به پکیج، نصب یکدستگاه آشغالگیر در کانال یا لوله ورودی منتهی به پکیج پیش بینی شده است تا با حذف مواد جامد درشت موجب افزایش طول عمر تأسیسات مکانیکی گشته و از خسارات احتمالی جلوگیری به عمل آورد.

با توجه به شرایط پروژه از قبیل حجم فاضلاب ورودی، میزان آشغال موجود در فاضلاب، نحوه ورود فاضلاب (از طریق کانال یا لوله)، نیاز یا عدم نیاز به ایستگاه پمپاژ و لیفت و ...، نوع و مدل آشغالگیر مورد نیاز طرح (دستی یا مکانیکی) انتخاب می گردد.

٤-٢- ملزومات تصفیه بعد از پکیج

٤-٢-١- سیستم گندزدائی (کلرزنی یا ازن زنی)

قبل از تخلیه پساب خروجی از پکیج به آبهای پذیرنده، چاه های جاذب و یا استفاده مجدد بمنظور مصارف آبیاری و مقاصد کشاورزی، حذف میکروب های پاتوژن و بیماری زا توسط عمل گندزدایی می بایست صورت گیرد. متداولترین روش گندزدایی فاضلاب استفاده از کلر و مشتقات آن می باشد. از معایب کلر ترکیب آن با کل کربن آلی (TOC) پساب و تشکیل محصولات جانبی گندزدائی و سرطانزا از قبیل تری هالومتان ها (THM_S) و هالواستیک اسیدها (HAA_S) است. در حال حاضر، سازمان حفاظت محیط زیست (EPA)، مقدار حداکثر مجاز تری هالومتان ها را ۰/۰۸ *mg/L* اعلام کرده است، اما احتمال می رود این مقدار سخت گیرانه تر شده و در آینده به ۰/۰۴ *mg/L* محدود گردد.

همچنین تأثیر کلرزنی در حذف ویروس های مدفوعی و غیرفعال سازی تخم انگل ها، کیست ها (مانند؛ کریپتوسپوریدیوم و ژیاردیا) و تک یاخته ها (مانند؛ آنتاموبا هیستولیتیکا) بسیار کمتر از روش ازن زنی می باشد.

در طرح حاضر بمنظور گندزدائی پساب، با توجه به شرایط پروژه و نقطه نظرات خریدار یا کارفرما این شرکت آماده ارائه سیستم کلرزنی نیز می باشد و در اینصورت کلیه تجهیزات و متعلقات مربوطه شامل مخازن پلی اتیلنی تهیه، ذخیره و تزریق محلول کلر، پمپهای پیستونی یا دیافراگمی تزریق کلر با دوزاژ معین (دوزینگ پمپ)، الکتروموتور همزن، شاسی استقرار و لوله های ارتباطی و ... بصورت یک سیستم کامل کلرزنی قابل ارایه خواهد بود.

[**توجه:** در صورت توافق سفارش دهنده با این شرکت می توان بمنظور گندزدایی مؤثرتر و همچنین افزایش راندمان تصفیه از فرآیندهای گندزدایی پیشرفته ای همچون ازن زنی (Ozonation)، پرتوهای فرابنفش (UV) و یا تلفیقی از این دو بهره جست.]

٤-٣- متعلقات جانبی پکیج

٤-٣-١- تأسیسات کنترل و حذف بو و به دام اندازی بخارات

عموماً تولید بو، پراکندگی بخارات، انتشار میست ها و قطرات حاوی آئروسول های بیولوژیکی (بیوآئروسل ها) از واحدها و فرآیندهای تصفیه فاضلاب (از قبیل واحدهای هوادهی و ایستگاههای پمپاژ) از دیرباز بعنوان یکی از دغدغه ها و نگرانی های موجود در تأسیسات واقعی و مقیاس بزرگ در صنعت آب و فاضلاب بخصوص در مجاورت جوامع انسانی، مناطق مسکونی و اماکن عمومی مطرح بوده است.

اصولاً طی انجام فرآیندهای تصفیه فاضلاب و تجزیه مواد آلی، در اثر تجزیه ترکیبات آلی گوگرددار و نیتروژن دار، بوهای نامطبوعی در محوطه تصفیه خانه و ایستگاه های پمپاژ فاضلاب خام استشمام می گردد و شاخص ترین آن گاز هیدروژن سولفوره یا سولفید هیدروژن (H_2S) است. این گاز خطرناک، سمی، بیرنگ، با بوی شبیه تخم مرغ گندیده بوده و دارای آستانه بویائی پائین ($\geq$ ۰/۲ ppm) می باشد و برای انسان کاملاً سمی بوده و در غلظت های بالاتر از ۵۰۰ ppm کشنده است و از طریق فلج کردن مرکز تنفسی و سیستم عصبی باعث مرگ می شود. گاز SH_2 در غلظت های پایین تر باعث ایجاد عوارضی از قبیل سرگیجه، خستگی مفرط، افسردگی، اختلالات روحی، اضطراب، خواب آلودگی، ضعف، سرفه استفراغ، مسمومیت، افزایش ضربان قلب، کاهش قدرت بینایی و فلج بویایی نیز می گردد. این گاز نسبت به مواد و مصالحی از قبیل بتن، مس، سرب و آهن که معمولاً در تأسیسات تصفیه خانه ها و ایستگاه های پمپاژ موجودند، خاصیت خورندگی دارد، لذا کنترل و حذف آن ضروری می باشد. بنابراین در طرح حاضر نیز بمنظور حذف بوهای احتمالی تولیدی در ضمن فرآیند تصفیه فاضلاب در پکیج (از قبیل قطعی برق، از کار افتادن تجهیزات هوادهی و هوارسانی، تعمیرات احتمالی و خارج کردن پکیج از مدار بهره برداری، ایجاد شوک های ناگهانی و ...) تمهیداتی اندیشیده شده است. بگونه ای که از مهمترین متعلقات پکیج، سیستم کنترل و حذف بو به روش بیولوژیکی (بیوفیلتراسیون یا صاف سازی زیستی) می باشد. در این فرآیند میکروارگانیسم های تجزیه گر از قبیل تیوباسیلوس تیواکسیدانس ها مسئول اصلی تجزیه مواد آلی موجود در هوای بودار می باشند. میکروارگانیسم های غالب تصفیه کننده در این سیستم باکتری های هوازی می باشند و فعالیت اصلی آنها تجزیه گاز H_2S بوده و در زمره

باکتری های اکسید کننده سولفید قرار دارند. در این سیستم ها از مواد مختلفی بعنوان مواد پرکننده (آکنه) راکتور استفاده می شود، که از آن جمله می توان به پکینگ متریال هایی از جنس مواد سنتتیک (نظیر پلی اتیلن سخت و پلی پروپیلن) و مواد پلیمری اشاره نمود، که دارای اشکال متفاوتی بوده و به طور ثابت در داخل بیوراکتور تثبیت می شوند. مکانیسم اصلی حذف بو بگونه ای است که در این سیستم رشد بیومس (جرم زنده سلولی) بر روی پرکننده ها تا حدودی مشابه فرآیند لجن فعال با رشد چسبیده است. در این سیستم ابتدا هوای حاوی ترکیبات بودار از طریق یکی از دریچه های منهول که در سقف پکیج تعبیه شده بصورت جریان رو به بالای خود به واحد فیلتراسیون بیولوژیکی رفته و در آنجا در تماس با میکروارگانیسم های تجزیه گر و فعال که به شکل بیومس بر روی پکینگ متریال ها رشد کرده اند، قرار می گیرد و هوای بدون بو و تصفیه شده از بالای فیلتر خارج می گردد. در این سیستم قطرات و بخارات متصاعد شده نیز در یک بخش به نام واحد به دام اندازی بخارات و قطرات (Water Trap) گیر می افتند و حذف می شوند.

لازم به ذکر است که کل مجموعه فرآیندی مذکور در قالب یک پکیج با بدنه ای از جنس کامپوزیت و مقطع استوانه ای شکل ساخته شده و در زمان نصب پکیج تصفیه فاضلاب، این سیستم نیز در محل مربوطه (معمولاً بر روی منهول مستقر بر روی فرآیند بی هوازی) نصب و راه اندازی می شود. در کل مجموعه پکیج، صرفاً این بخش بیرون از سطح زمین بوده و در معرض دید می باشد، از اینرو شکل آن منحصر بوده و از زیبایی خاصی نیز برخوردار است. در شکل شماره ۲ تصاویری از برج های کنترل و حذف بو به روش بیولوژیکی نصب شده بر روی پکیج های تصفیه فاضلاب نشان داده شده است.

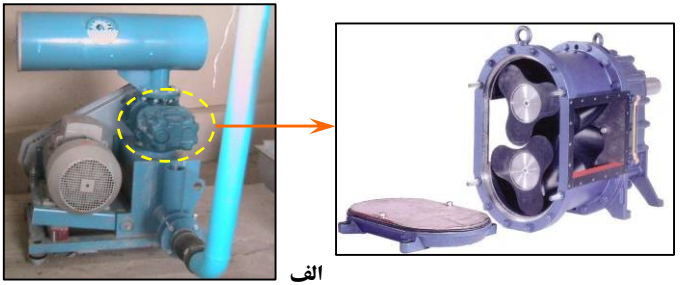
شکل شماره ۲- شمایی از سیستم کنترل و حذف بو به روش بیولوژیکی (بیوفیلتراسیون)

٤-۳-۲- سیستم هوارسانی (دمنده های هوا)

همانگونه که می دانید، فرآیند بیولوژیکی (واحد هوادهی با رشد چسبیده) در این پکیج ها در واقع قلب سیستم محسوب می گردد. لذا بمنظور فراهم آوردن میزان هوا و اکسیژن مورد نیاز سیستم برای انجام فعالیت های میکروبی و تجزیه و حذف آلاینده های آلی و جامدات، تجهیزات و متعلقات تهیه، انتقال و توزیع هوا مورد نیاز می باشند. تجهیزات اصلی مورد استفاده در هوارسانی به این پکیج ها شامل سیستم توزیع هوا، انتقال هوا، دمنده های هوا (Air Blowers) و در نهایت پخش حباب های هوا توسط دیفیوزرهای دیسکی حباب ریز با غشاء ممبرانی (Fine Bubble Membrane Disk Diffusers) می باشند.

در شکل شماره ۳- (الف) شمایی از یک دستگاه بلوئر هوا و در شکل شماره ۳- (ب) دیفیوزرهای مورد استفاده در راکتور هوادهی پکیج ها نیز نشان داده شده است.

☜ [**توجه:** بمنظور محافظت از تابلوی برق، دوزینگ پمپ ها، تجهیزات کلرزنی، الکتروموتورها و بلوئرهای هوا در برابر عوامل محیطی نیاز است تا این مجموعه در اتاقکی نصب و نگهداری شوند. بدین منظور اگر اتاقکی در محل نصب موجود باشد، می توان از آن به عنوان اتاقک بلوئر و سایر تجهیزات استفاده نمود در غیر اینصورت سفارش دهنده باید اقدام به احداث یک اتاقک نماید. اما با توجه به نقطه نظرات سفارش دهنده محترم و توافق با این شرکت، می توان یک دستگاه کانکس در مجاورت این پکیج ها پیش بینی نموده و تمام تجهیزات را درون آن نصب کرد و بصورت آماده به محل اجرای پروژه حمل نمود. در ضمن با ایزوله کردن این اتاقک می توان یک مانع صوت ایجاد کرده و سر و صدای تولیدی ناشی از کارکرد بلوئرها را به حداقل ممکن رساند.]



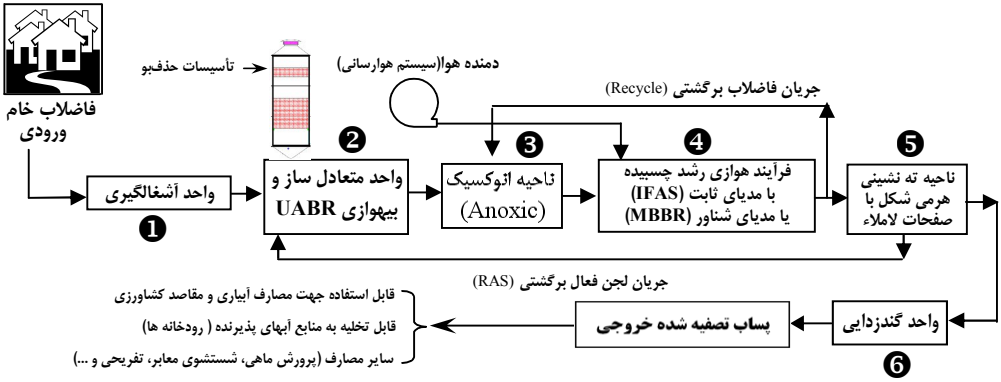
الف

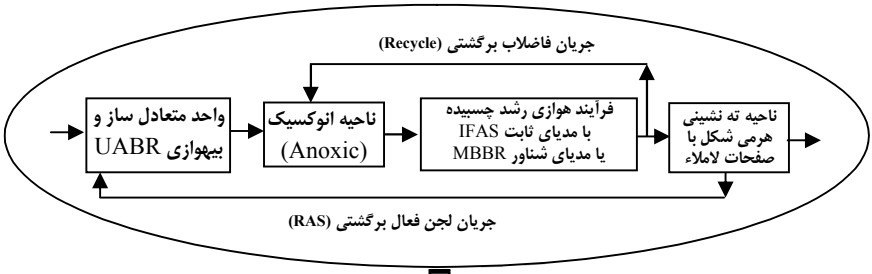
ب

شکل شماره ۳- شمایی از بلوئر هوا (الف) و دیفیوزرهای هوادهی (ب)

۵- فرآیندهای اصلی تصفیه فاضلاب در پکیج

بطور شماتیک ترتیب استقرار واحدهای عملیاتی و فرآیندی تصفیه فاضلاب در پکیج پیش ساخته این شرکت بصورت دیاگرام زیر می باشد:





همانگونه که پیشتر نیز اشاره گردید، فاضلاب خام ورودی پس از عبور از یکدستگاه آشغالگیر وارد پکیج شده و پس از تصفیه بیولوژیکی، بمنظور حذف میکروارگانیسم های بیماریزا در گندزدایی (به روش کلرزنی یا ازن زنی) صورت می پذیرد. همانطور که در فلودیاگرام فوق نیز ملاحظه می گردد، مجموعه عملیات و فرآیندهایی که در قالب پکیج مورد استفاده قرار می گیرند، شامل موارد زیر هستند:

۱- واحد متعادل ساز جریان و فرآیند بی هوازی با جریان رو به بالا (UABR)
۲- راکتور بی اکسیژن یا انوکسیک (Anoxic)
۳- فرآیند هوازی رشد چسبیده با مدیای ثابت (IFAS) یا شناور (MBBR)!
۴- واحد ته نشینی (حوض زلال ساز) همراه با صفحات شیبدار (لاملاء)

در ادامه به معرفی و تشریح فرآیندهای مذکور پرداخته شده است.

۵-۱- واحد متعادل ساز و فرآیند بی هوازی با جریان رو به بالا (UABR)

مناطق روستایی، مجتمع های مسکونی، اجتماعات کوچک و ...، اغلب بدلیل وجود نوسانات الگوی مصرف آب و معمولاً تغییرات کمی در نمودار جریان فاضلاب تولیدی در طی ساعات شبانه روز، ضرایب پیک و حداقل ساعتی و روزانه مصرف آب و تولید فاضلاب دارای نوساناتی می باشند. بنابراین بمنظور دستیابی به یک راهکار مؤثر برای کنترل فاضلابهای تولیدی در اجتماعات کوچک بمنظور کنترل نوسانات ناشی از تغییرات شدید کیفیت و کمیت فاضلاب ورودی و یکنواخت کردن مشخصه های کمی و کیفی فاضلاب و جلوگیری از ایجاد اثرات نامطلوب تخلیه های یکباره (منقطع) بر روی فرآیند های تصفیه بیولوژیکی، در طرح این پکیج ها یکنواخت سازی کمی و کیفی فاضلاب پیش بینی گردیده است.

هرچند که فرآیندهای هوادهی گسترده با رشد چسبیده (با کاربرد مدیاهای شناور یا ثابت) قادر به تحمل تغییرات میزان جریان و بار آلی می باشند، ولی این تغییرات در کارآئی حذف آنها بی تأثیر نبوده و سیستم را تحت تأثیر قرار می دهد. در واحد بی هوازی UABR بدلیل وجود دیواره های مانع (بافل یا آرام کننده) با جریان رو به پایین و رو به بالا در ابتدای مسیر جریان ورودی، این بخش بعنوان یک واحد متعادل ساز جریان عمل نموده و جریان فاضلاب را بصورت آرام و با کیفیت یکنواخت (از لحاظ بارآلی، رنگ، درجه حرارت، pH و...) به واحد بعدی هدایت می نماید.

همچنین زمان ماند در این سیستم بگونه ای در نظر گرفته شده که در این بخش میکروارگانیسم های بی هوازی شروع به رشد کرده و تجزیه بی هوازی فاضلاب تا فاز مشخصی صورت می پذیرد. فرآیند UABR فرآیند جدیدی است که در بسیاری از مناطق دنیا جهت تصفیه فاضلاب مورد استفاده قرار گرفته و در واقع فرآیند بی هوازی بافل دار با جریان رو به بالا یا به اختصار *(Upflow Anaerobic Baffled Reactor)* می باشد. این فرآیند که یک فرآیند بی هوازی است در اصل نوع اصلاح شده و توسعه یافته سپتیک تانک ها و UASB *(Upflow Anaerobic Sludge Blanket)* می باشد و در درون آن از بافل یا دیواره هایی استفاده شده که کل راکتور را به چند محفظه تقسیم می نماید و عموماً محفظه اول را بزرگتر از محفظه های دیگر در نظر می گیرند تا زمان کافی جهت تشکیل فاز اسیدزایی مهیا باشد و در محفظه های بعدی فاز متان سازی توسط باکتری های متان ساز رخ خواهد داد. این فرآیند در چندین نقطه دنیا در مقیاس وسیع ساخته شده و به بهره برداری رسیده است. همچنانکه در ایران نیز در چندین نقطه از این فرآیند جهت تصفیه فاضلاب استفاده شده است. این فرآیند دارای مزایای بسیاری از نظر ساختاری، از لحاظ تولید بیومس کم و از لحاظ سهولت بهره برداری، راه اندازی و نگهداری بوده، اما بهترین مزیت UABR توانایی جداسازی فازهای اسیدوژنز (اسید زایی) و متانوژنز (متان زایی) در دورن راکتور است و به راکتور این اجازه را می دهد تا به عنوان یک سیستم دو قسمتی (دو فازه) عمل نموده بدون اینکه مشکلاتی از قبیل کنترل، مراقبت و پایش زود هنگام و هزینه های بالا نیاز داشته باشد. این راکتورها توانایی تجزیه فاضلاب هایی با کیفیت های متفاوت را نیز دارند، بعنوان مثال قادر به تصفیه فاضلاب های ضعیف، متوسط و قوی بوده و توانایی تصفیه فاضلاب های با درجه حرارت پایین، حاوی جامدات ورودی بالا یا غلظت های بالای سولفات را دارند. ساختار فیزیکی این راکتورها اجازه ساخت مدل های مختلفی از آنها را فراهم آورده است. این راکتورها پس از راه اندازی در زمان ماندهای بالاتر و در شرایطی که بعنوان یک فرآیند مجزا عمل می نماید، حدود ۷۰ درصد راندمان حذف COD و BOD و۸۰ درصد جامدات معلق را پس از یک دوره دو ماهه نتیجه داده است.

در نهایت می توان عنوان داشت که راکتورهای بی هوازی بافل دار با دارا بودن خصوصیات طراحی ساده، هزینه کم عملیاتی، عدم نیاز به تجهیزات برقی، الکتریکی و تجهیزات مکانیکی، قابلیت شوک پذیری بالا و مقاومت نسبی به شوک های آلی و هیدرولیکی و مشکلات کمتر در هنگام کار سبب می شوند تا این راکتورها بعنوان یک

پیشنهاد خوب برای تصفیه انواع مختلف فاضلابها بخصوص در مناطق روستایی و اجتماعات کوچک با امکانات کم مطرح باشد. شایان ذکر است یکی از مهمترین اهداف پیش بینی این ناحیه بیهوازی در طراحی پکیج ها علاوه بر شکستن BOD و COD و تسهیل هضم مواد آلی، آزادسازی فسفر و ذخیره آن در لجن برگشتی و نهایتاً کاهش غلظت فسفات می باشد.

بنابراین این پکیج ها توانایی حذف بیولوژیکی فسفر (*BPR*) و در اصل کاهش مواد مغذی یا نوترینت ها را دارند. از اینرو فرآیند بی هوازی UABR قبل از ناحیه انوکسیک واقع شده و برگشت لجن فعال (*RAS*) حاوی فسفر ذخیره شده از حوض زلال ساز به ابتدای راکتور بی هوازی توسط یک دستگاه پمپ ایرلیفت کامپوزیتی صورت می پذیرد.

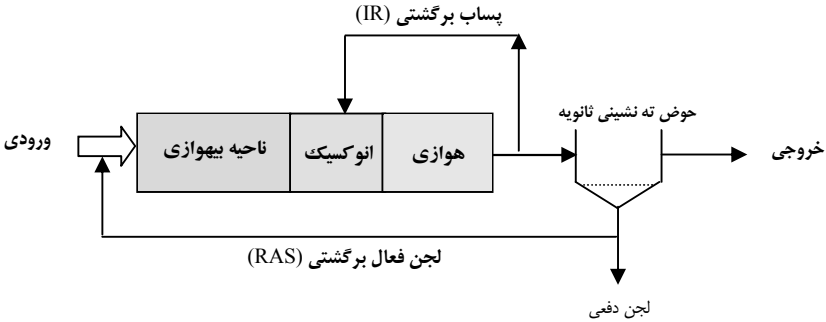
۵-۲- راکتور بی اکسیژن یا انوکسیک (Anoxic)

اولین بار در سال ۱۹۷۴ شخصی بنام بارنارد (Barnard) پیشنهاد داد تا بمنظور حذف بیولوژیکی فسفر، یک ناحیه بی هوازی حاوی لجن فعال بی هوازی قبل از فرآیند تجزیه هوازی قرار گیرد و آنرا فرآیند فورداکس نامید. فرآیند A^2/O نیز در اصل مدل اصلاح شده فرآیند فورداکس Phoredox (A/O) می باشد. در این فرآیند یک ناحیه انوکسیک (Anoxic) یا بی اکسیژن بمنظور انجام عمل دنیتریفیکاسیون و حذف نیتروژن از فاضلاب نیز به سیستم اضافه شده و در اصل سیستم از سه ناحیه تشکیل شده است. بطور معمول، زمان ماند در ناحیه بی هوازی ۱/۵-۰/۵ ساعت، در ناحیه انوکسیک ۱-۰/۵ ساعت (بطور متوسط ۱ ساعت) و در ناحیه هوازی ۸-۴ ساعت است. در این ناحیه (انوکسیک) غلظت اکسیژن محلول در فاضلاب کاهش یافته اما اکسیژن باند شده بصورت شیمیایی در ترکیبات نیترات و نیتریت وجود دارد و از طریق جریان برگشتی از حوض هوادهی، این ترکیبات به شکل مایع مخلوط معلق به ناحیه انوکسیک تزریق می گردد، که در این صورت غلظت نیترات در ناحیه انوکسیک به حداقل می رسد، بنابراین در جریان پساب برگشتی از انتهای تانک هوادهی به ابتدای ناحیه انوکسیک غلظت نیترات بمیزان چشمگیری کاهش می یابد.

زمان ماند جامدات در این سیستم، بطور معمول در گستره ۵ تا ۲۵ روز و غلظت MLSS در محدوده ۴,۰۰۰-۳,۰۰۰ میلی گرم در لیتر پیشنهاد شده است. غلظت متوسط اکسیژن محلول در ناحیه انوکسیک ۱ میلی گرم در لیتر می باشد. بنابراین این پکیج توانایی انجام عمل نیتریفیکاسیون/ دنیتریفیکاسیون همزمان (*SNdN*) و در نهایت حذف بیولوژیکی نیترات (*BNR*) را نیز دارد. بمنظور حذف نیترات یک خط برگشت جریان از انتهای راکتور هوادهی فاضلاب را به ابتدای ناحیه انوکسیک برمی گرداند.

این برگشت جریان توسط یک دستگاه پمپ ایرلیفت کامپوزیتی (*Airlift Pump*) صورت می پذیرد. با توجه به اینکه ناحیه انوکسیک قبل از فرآیند هوادهی واقع شده در مراجع معتبر تحت عنوان "*پیش انوکسیک (Pre-Anoxic)*" معرفی شده است.

در شکل شماره ۴ شمایی از عملکرد و دیاگرام فرآیند A^2/O نشان داده شده است.

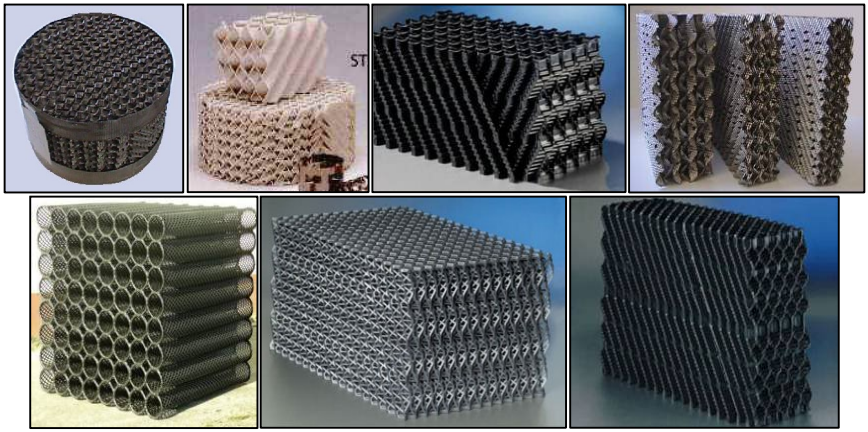


شکل شماره ٤- شمایی از عملکرد فرآیند A^2/O

۵-۳- فرآیند هوازی رشد چسبیده با مدیای ثابت (IFAS) یا شناور (MBBR)

فرآیند IFAS *(**I**ntegrated **F**ixed film **A**ctivated **S**ludge)* فرآیند هوازی رشد چسبیده با مدیای ثابت، یا فرآیند MBBR *(**M**oving **B**ed **B**iofilm **R**eactor)* که در واقع فرآیند هوازی رشد چسبیده با مدیای شناور و معلق است، انواعی از فرآیندهای لجن فعال با قابلیت رشد چسبیده *(Attached Growth)* هستند که در آن مدیاهایی با وزن مخصوص ۱/۰۳ گرم بر سانتیمترمکعب در راکتور بیولوژیکی لجن فعال بصورت ثابت یا با وزن مخصوص ۰/۹۵گرم بر سانتیمترمکعب در راکتور بیولوژیکی لجن فعال بصورت شناور قرار می گیرند. شایان ذکر است که فرآیند مشابهی تحت عنوان فرآیند AGAR نیز وجود دارد که مخفف *(**A**ttached **G**rowth **A**irlift **R**eactor)* می باشد و در واقع نوعی فرآیند لجن فعال رشد چسبیده با مدیای شناور است و همانند فرآیند MBBR می باشد. سیستم هوادهی در این فرآیندها که به تناسب شرایط محلی و خصوصیات فاضلاب در درون پکیج ها استفاده می شوند، بصورت عمقی و به روش دیفیوزری بوده و در این سیستم موجب تماس مؤثر فاضلاب با مدیاهای ثابت یا معلق در مخزن هوادهی می شود. در این فرآیندها مزایای مربوط به فرآیندهای رشد چسبیده با مدیای ثابت یا شناور به سایر مزایای لجن فعال هوادهی گسترده اضافه شده است.

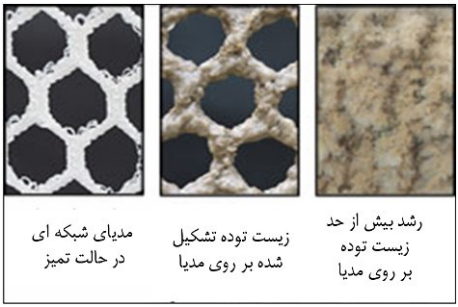
این سیستم در مقایسه با سایر فرآیندهای لجن فعال دارای انعطاف پذیری بالاتری بوده و دارای کارایی و قابلیت های بسیار بالایی در تصفیه فاضلاب می باشد. از سوی دیگر فرآیندهای رشد چسبیده با مدیای ثابت یا معلق دارای پایداری بالایی بوده و در برابر شوک های ناشی از بار آلی و هیدرولیکی وارده مقاومت بیشتری دارند. لذا با قرار دادن بسترهای رشد چسبیده در درون راکتور هوادهی لجن فعال این دو مزیت در یکجا جمع خواهند شد. در واقع مدیاهای پرکننده یا اصطلاحاً پکینگ متریال ها، برای فرآیندهای لجن فعال رشد چسبیده (با مدیای ثابت یا معلق)، در حقیقت قلب سیستم محسوب می گردد. مهمترین موارد و مشخصات فنی در انتخاب مدیاهای پرکننده شامل جنس بستر، شکل هندسی، ابعاد و دانسیته بستر، مساحت سطح ویژه و هزینه تولید آنها می باشد. معمول ترین موادی که امروزه برای ساخت بسترهای پلاستیکی استفاده می شود، ترکیبات پلی اتیلن با دانسیته بالا *(HDPE: **H**igh **D**ensity **P**oly**e**thylene)* یا پلی پروپیلن با دانسیته بالا *(HDPP: **H**igh **D**ensity **P**olypro**p**ylene)* می باشند، که وزن مخصوص آنها برحسب کاربری در محدوده ۱/۰۳– ۰/۹۵ گرم بر سانتیمترمکعب می باشد. بمنظور جلوگیری از گرفتگی مدیاها و حذف جریانات میانبر با کارگذاری تیغه هایی در حد فاصل بین مدیاها، عملاً جریان بصورت رو به بالا و رو به پایین شده و جریان سیال با عبور از بین مدیا باعث خودشستشویی آن می گردد. در شکل شماره ۵ نمونه ای از بسترهای رشد ثابت و در شکل شماره ۶ نیز نمونه هائی از مدیاهای شناور مشاهده می گردد.



شکل شماره ۵- نمونه هایی از بسترهای رشد ثابت (اشکال حلقوی، مکعبی یا بلوکی و لوله ای (Bio-Blok))

شکل شماره ٦- نمونه ای از مدیاهای معلق (بسترهای رشد شناور) قابل استفاده در حوض هوادهی

زیست توده های موجود بر روی بسترهای رشد می توانند سن لجن بیشتری را نسبت به زیست توده های معلق داشته باشند که باعث تولید حجم لجن کمتری می گردد و خصوصیات ته نشینی جامدات معلق نیز به نحو مطلوبی بهبود می یابد. میکروارگانیسم های چسبیده به بستر با افزایش زمان ماند سلولی، انجام نیترات زایی را نیز امکان پذیر می سازد. در شکل شماره ۷ شمائی از زیست توده (بیوفیلم) تشکیل شده بر روی یک بستر با مقطع شش ضلعی یا لانه زنبوری نشان داده شده است.



شکل شماره ۷- شمائی از تشکیل بیوفیلم بر روی بستر

٥-٤- واحد ته نشینی(حوض زلال ساز) با کاربرد صفحات شیبدار (لاملاء)

معمولاً در تصفیه فاضلاب به روش لجن فعال در قسمت خروجی حوض هوادهی، مقداری جامدات معلق وجود دارد که برای حذف این مواد و بالا بردن درجه تصفیه، لازم است که این مواد ته نشین شده و در نتیجه فاضلاب خروجی با کیفیت بهتر و به صورت زلال از تصفیه خانه خارج گردد. در ضمن جامدات معلقی که در کف حوضچه های ته نشینی ثانویه رسوب می نمایند، حاوی مقدار زیادی میکروارگانیسم های فعال بوده که برای کمک به عمل تصفیه باید به سیستم تصفیه برگشت داده شوند. بنابراین بمنظور جداسازی لخته های بیولوژیکی از پساب خروجی حوض هوادهی از پکیج و در نتیجه زلال سازی آن و همچنین فعال نگه داشتن فرآیند لجن فعال، تغلیظ و تأمین لجن برگشتی و در نهایت افزایش کارآیی سیستم تصفیه، از یک بخش ته نشینی بشکل خاص استفاده شده و خروجی آن نیز بصورت سرریز با شیب مناسب طراحی گردیده است. لازم به ذکر است که بمنظور هضم فسفر ذخیره شده در لجن در این حوضچه، برگشت لجن از حوض زلال ساز به ابتدای راکتور بی هوازی توسط یک دستگاه پمپ ایرلیفت کامپوزیتی (سیستم انتقال و برگشت لجن تحت فشار هوا) صورت می پذیرد. بمنظور بالا بردن راندمان واحد ته نشینی نیاز به افزایش سطح (SOR) می باشد، بدین منظور از صفحات شیبدار یا لاملاء (Lamella Sheets) استفاده شده است. جنس لاملاء ها کامپوزیت ضد خوردگی بوده که براساس طراحی های انجام شده بصورت بهینه با زاویه نصب معین نسبت به افق و همچنین با فواصل مشخص و به تعداد مورد نیاز در درون حوض ته نشینی نصب می گردند.

✓ **تابلوی برق و مدار فرمان**

بطور کلی تصفیه خانه های آب و فاضلاب و اکثر پکیج ها نیز بدون استفاده از تجهیزات الکتریکی و نیروی الکتریسیته نمی توانند کار کنند. بیشتر تجهیزات و ساختمان ها و همهٔ سیستم های کنترلی به نیروی برق جهت راه اندازی، راهبری و بهره برداری نیاز دارند. بنابراین جهت راه اندازی این پکیج ها یک دستگاه تابلوی برق و مدار فرمان با قابلیت اطمینان و ایمنی بالا همراه با سیستم ارایه می گردد. درجه حفاظتی تابلو *IP54-Waterproof* (ضد آب) با پوشش الکترواستاتیکی انتخاب شده است.

٦- معرفی مدل های مختلف پکیج و مشخصات فنی و ابعادی

لازم به ذکر است که براساس طراحی و محاسبات انجام شده، مشخصات فنی و ابعادی مدل های مختلف پکیج بر اساس جمعیت و میزان جریان فاضلاب ورودی به سیستم با توجه نیاز و موارد استفاده، به شرح جدول شماره ۱ می باشد.

جدول شماره ۱– مشخصات فنی و ابعادی مدل های مختلف پکیج های پیش ساخته کامپوزیتی تصفیه فاضلاب

(Typical Design Data Sheet about the Composite Prefabricated Sewage Treatment Packages)

مدل پکیج / مشخصات	Unit	$TAJ-P_1$	$TAJ-P_2$	$TAJ-P_3$	$TAJ-P_4$	$TAJ-P_5$	$TAJ-P_6$	$TAJ-P_7$	$TAJ-P_8$	$TAJ-P_9$
جمعیت	Person	۵ –۸	۱۵ –۲۵	۵۰	۱۰۰	۲۰۰	۳۵۰	۵۰۰	۷۵۰	۱۰۰۰
میزان جریان (حجم فاضلاب)	m^3/d	۱ –۱/۶	۳ – ۵	۱۰	۲۰	۴۰	۷۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۰۰
میزان بارآلی (BOD)	kg/d	۰/۳ – ۰/۵	۰/۹ – ۱/۵	۲/۵	۵	۱۰	۱۸	۲۵	۳۸	۵۰
میزان برق مصرفی	kw/hr	۰/۵	۰/۷	۲	۲/۲	۳/۵	۴/۵	۵/۵	۶/۲	۹
حجم واحد متعادل ساز و فرآیند بیهوازی UABR	m^3	۰/۱۸	۰/۸	۱/۶	۲/۳	۴/۷	۶	۸/۵	۹	۱۰
حجم ناحیه انوکسیک	m^3	۰/۰۷	۰/۳	۰/۶	۱	۲	۳	۴/۳	۶/۲	۷
حجم فرآیند هوادهی	m^3	۰/۵۵	۲/۲	۴/۴	۶/۸	۱۳/۳	۲۰/۵	۲۵	۳۱	۳۴
حجم ناحیه ته نشینی	m^3	۰/۱۵	۰/۶۵	۱/۳۵	۱/۷	۲/۵	۴/۰	۵/۸	۶/۳	۸/۳
حجم هوای مورد نیاز	m^3/hr	۳	۸	۱۵	۳۰	۶۰	۱۰۰	۱۵۰	۲۲۰	۳۰۰
حجم مفید راکتور	m^3	۰/۹۵	۳/۹۵	۷/۹۳	۱۱/۸	۲۲/۵	۳۳/۵	۴۳/۶	۵۲/۵	۵۹
حجم کل پکیج	m^3	۱	۴/۱	۸/۲	۱۲/۲	۲۳/۲	۳۴/۷	۴۵	۵۴/۲	۶۱
ابعاد نهایی پکیج	m×m×m	۱/۵×۰/۷۵×۱/۲	۲/۴×۱/۱×۱/۸	۳×۲×۲/۳	۴/۶۰×۲×۲/۳	۵/۳×۲/۴×۳	۷×۲/۴×۳	۹/۱×۲/۴×۳	۱۰/۸×۲/۴×۳	۱۲×۲/۴×۳
ابعاد محل دفن (استقرار)	m×m	۲×۱	۳×۲	۴×۳	۵×۳	۶×۳	۸×۳	۱۰×۳	۱۱×۳	۱۳×۳

☜ در صورتی که جمعیت مورد نظر یا حجم فاضلاب تولیدی در محدوده جدول فوق قرار نداشته باشد، با کاربرد تمهیدات خاص مطابق طراحی فرآیند می توان ظرفیت پکیج ها را افزایش داد تا با مشخصات فنی طرح مورد نظر همخوانی و مطابقت داشته باشد. بعنوان مثال؛ قابلیت ارتقاء پکیج مدل $TAJ-P_8$ بگونه ای است که می توان آنرا برای محدوده جمعیت ۸۰۰– ۷۰۰ نفر با پیش بینی تمهیدات خاص مورد استفاده قرار داد. در کل ارتقاء پکیج ها ۱۵–۱۰ درصد ظرفیت اسمی آنها امکانپذیر خواهد بود.

۷- طراحی سازه ای و تحلیل نرم افزاری بدنه کامپوزیتی پکیج

لازم به ذکر است که در این بخش، پیش از پرداختن به مباحث طراحی سازه ای و تحلیل نرم افزاری بدنه کامپوزیتی پکیج، ارائه مطالبی مختصر در رابطه با مزایا و برتری های ترکیبات کامپوزیت در مقایسه با سایر مواد خالی از لطف نمی باشد.

۷-۱- ویژگی های ترکیبات کامپوزیت و مقایسه با سایر مواد

۷-۱-۱- معرفی ترکیبات کامپوزیت

امروزه ترکیبات کامپوزیت بطور گسترده ای به عنوان پلاستیک های تقویت شده شناخته می شوند. بطور ویژه کامپوزیت ها، الیاف تقویت کننده ای در ماتریس پلیمری هستند، که به نوبه خود دارای ویژگی های منحصر به فردی می باشند. مواد کامپوزیتی از دو جزء الیاف و رزین تشکیل می شوند و الیاف مورد استفاده معمولاً شیشه، کربن یا کولار هستند. انواع رزین های مورد استفاده در تولید قطعات کامپوزیتی نیز شامل پلی استرهای اشباع نشده، وینیل استر، اپوکسی، پلی اورتان و ... می باشند. در تولید قطعات و محصولات کامپوزیتی دو جزء الیاف و رزین بدون انجام واکنش های شیمیایی با یکدیگر مخلوط می شوند و در نتیجه محصول نهایی با مقاومت بیشتری نسبت به اجزاء اولیه شکل می گیرد.

وزن پایین تر محصولات و تولیدات کامپوزیتی نسبت به سایر مواد نیز بسیار حائز اهمیت می باشد، تا جایی که به عنوان جایگزین قطعات فولادی ۸۰-۶۰ درصد و در قطعات آلومینیومی ۵۰-۲۰ درصد از وزن تجهیزات را کاهش می دهند. از اینرو امروزه مزایای فوق العاده و منحصر به فرد این ترکیبات از یکسو و پایین بودن هزینه های اجرایی در مقایسه با عملیات ساختمانی (با توجه به افزایش جهانی بهای فلزات و مصالح ساختمانی) از سوی دیگر باعث شده تا ساخت قطعات و تجهیزات مختلف قابل استفاده در صنعت آب و فاضلاب به این سمت سوق پیدا کند، که از بارزترین آنها می توان به ساخت پکیج های پیش ساخته کامپوزیتی تصفیه فاضلاب، کانال ها و لوله های جمع آوری و انتقال فاضلاب، منهول های پیش ساخته، پیچ و مهره ها، انواع فیتینگ ها و اتصالات، نازل پلیت ها، انواع گوی های شناور و پره های هواده های سطحی، انواع کفابگیر، پمپهای ایرلیفت، دریچه های قطع و وصل جریان، صفحات لاملاء در حوض های ته نشینی، کانال های پارشال فلوم، ایستگاه های پمپاژ پیش ساخته، حوضچه کلرزنی، میکسرهای استاتیکی خطی،

پل های لجنروب، حوضچه های متعادل ساز، سرریزهای V شکل، تیغه ها و لجنروب های سیستم تغلیظ لجن، بدنه سیستم های حذف بو به روش بیولوژیکی (بیوفیلتراسیون) و حتی بدنه سیستم های تولید گاز توسط میکروارگانیسم های بیهوازی (بیوگاز) و تولید کود بیولوژیکی از مواد زاید جامد آلی (بیوکمپوستینگ) و سطل زباله های پسماند مواد شیمیایی در مباحث مدیریت مواد زاید جامد اشاره کرد.

۷-۱-۲- مزایای ترکیبات کامپوزیت

بطور مختصر و مفید، مزایا و برتری های ترکیبات کامپوزیت در مقایسه با سایر موادی که بطور گسترده و معمول در صنعت تصفیه آب و فاضلاب مورد استفاده قرار می گیرند (از قبیل فولاد، فولاد ضدزنگ، آلومینیوم، پلی اتیلن، پی وی سی و ...) به شرح زیر می باشد:

۱- مقاومت بسیار بالا در برابر پوسیدگی و زنگ زدگی؛
۲- مقاوم در برابر خوردگی شیمیائی، اسید و قلیا (تغییرات pH) و تجزیه میکروبی؛
۳- مقاومت بسیار بالا در برابر اشعه مخرب UV نور خورشید؛
۴- مقاومت در برابر ضربه، شوک و انفجار؛
۵- ضریب انتقال حرارتی بسیار پائین (کاهش اتلاف انرژی) ؛
۶- استحکام ویژه بالاتر در مقایسه با سایر مواد؛
۷- انعطاف پذیری بیشتر بدلیل زمینه پلیمری و شکل پذیری بسیار بالا؛
۸- مقاومت بیشتر در برابر ضربه و تنش؛
۹- ضریب انبساط گرمائی پایین (مقاوم به تغییر شکل و عدم دفرمه شدن) ؛
۱۰- مقاومت خستگی بهتر؛
۱۱- نیاز به اتصالات کمتر و امکان تولید قطعات بصورت یکپارچه تر؛
۱۲- ضخامت کمتر با استحکام مساوی؛
۱۳- هزینه اندک تولید و قیمت مونتاژ و نصب کمتر در مقایسه با سایر مواد؛
۱۴- امکان استفاده از تأخیرانداز در برابر آتش (*Fire-Retardant*) ؛
۱۵- وزن پایینتر نسبت به سایر مواد و سهولت در جابجایی، حمل و نقل، نصب و مونتاژ؛
۱۶- کاهش مدت زمان تولید و تسریع در ساخت و تحویل قطعه.

همچنین در جدول شماره ۲ مهمترین مشخصه های فیزیکی ترکیبات کامپوزیت در مقایسه با سایر مواد آورده شده است.

جدول شماره ۲– مهمترین مشخصه های فیزیکی ترکیبات کامپوزیت در مقایسه با سایر مواد

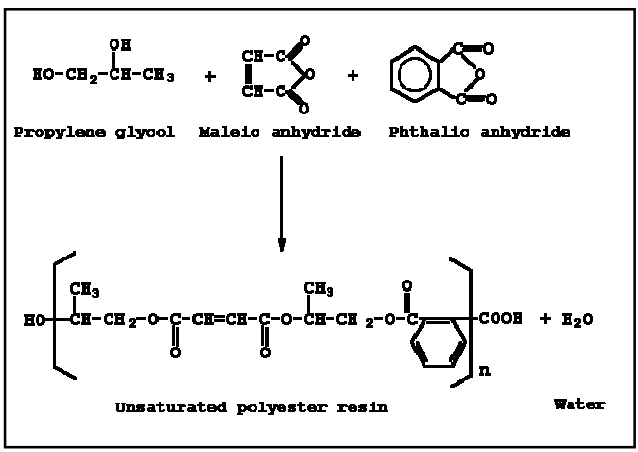
مواد / مشخصات	کامپوزیت	فولاد	فولاد زنگ نزن	آلومینیوم	چوب	PVC	PVC + Talk	پلی آمید GF
دانسیته (g/cm^3)	۱/۸	۷/۸	۷/۸	۲/۷	۰/۹	۱/۴	۱/۲	۱/۴
استحکام کششی (Mpa)	۶۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۲۵۰	۸۰	۵۰	۳۲	۱۵۰
مدول کششی (Gpa)	۳۵	۲۱۰	۲۱۰	۷۰	۱۱	۳	۴/۵	۶/۵
ضریب انبساط حرارتی ($10^{-6}\times K^{-1}$)	۸	۱۴	۱۷	۲۴	۲۰	۱۰۰	۱۴۰	۲۰
ضریب انتقال حرارت (W/m×k)	۰/۳	۵۰	۶۰	۱۸۰	۰/۳	۰/۱۶	۰/۲	۰/۳
مقاومت الکتریکی (Kv/mm)	۱۰	هادی	هادی	هادی	۳۰	۳۰	۴۰	۴۰

در مجموع پکیج های تصفیه فاضلاب علاوه بر طراحی هـای فنـی و مهندسـی بمنظـور حصول عملکرد مناسب از دیدگاه فرآیندی و دستیابی به استانداردهای تخلیه زیست محیطـی، نیازمند طراحی مناسبی برای اطمینان از استحکام سازه ای کافی در تمامی مدت زمان عملکرد خود هستند، تا قابلیت اعتماد سیستم در شرایط مختلف کارکرد فراهم گردد. به همین منظـور، فشار سیال در درون راکتور، میزان و جهت بارهای وارده، میـزان رطوبـت محیطـی و شـرایط جوی، شناور بودن و غوطه وری دائمی اجزای پکیج در فاضلاب، عوامل تجزیه کننده موجـود در خاک و کلیه پارامترهای محیطی مختلف که می توانند طی سالیان متمادی بر دیواره هـای بدنه و اجزاء داخلی پکیج اثر کرده و باعث فرسایش، خوردگی و در نهایت شکسـت و تخریـب پکیج شوند، در آنالیز سازه پکیج (بدنه کامپوزیتی) توسط نرم افزار، مورد توجه قرار گرفته اسـت. استفاده از ترکیبات کامپوزیتی تا حد زیادی از شدت این عوامل مـی کاهـد و برخـی را حـذف می نماید. به طوری که با استفاده از مواد کامپوزیتی مشـکلاتی نظیـر خـوردگی، پوسـیدگی و زنگ زدگی اتفاق نمی افتند. اگر چه مواد کامپوزیتی دارای مزایایی هستند، اما روش استفاده از آنها و رعایت نکات ویژه در استفاده از آنها ضروری اسـت بـدین معنـی کـه سـازنده اینگونـه تجهیزات بایستی دانش فنـی کـافی همـراه بـا تجربـه کـاری لازم در زمینـه تولیـد قطعـات کامپوزیتی را داشته باشد تا طرح مناسب از هر نظر اجرائی گردد.

یکی از مهمترین این موارد طراحی مناسب و لایه چینی کافی و صحیح در نقاط مختلف یک سازه کامپوزیتی است، زیرا ضخامت ها، تعداد و نوع لایه ها و جهت لایه ها در مواد مرکب به طور کامل بستگی به نظر سازنده دارد و به سهولت می توان اشکال پیچیده هندسی را در یک سازه کامپوزیتی با ضخامت ها و استحکام های متفاوت در جهات مورد نظر، ساخت. حال اگر از این انعطاف پذیری مواد کامپوزیتی در مقایسه با فلزات به شکل صحیح و اصولی استفاده شود، در نقاطی که نیروهای زیادی بر سازه وارد می شوند، با اعمال لایه چینی صحیح می توان بر استحکام آن افزود. همچنین در نقاطی که نیروهای کمی به آن وارد می شود، حذف لایه های غیرضروری به کاهش وزن و کاهش قیمت تمام شده محصول می انجامد.

۷-۱-۳- خصوصیات مکانیکی مواد اولیه ساخت بدنه پکیج

مواد اولیه مورد استفاده در تهیه و ساخت بدنه این پکیج ها در واقع مرکب از دو قسمت رزین و الیاف است. در مقایسه با بتن مسلح، رزین نقش ریز دانه ها و الیاف مانند آرماتورها جزء سخت تحمل کننده نیروهای کششی محسوب می شود. به همین منظور انواع مختلفی از الیاف و رزین وجود دارند. شکل شماره ۸ ساختار شیمیایی پرکاربردترین نوع رزین کامپوزیتی (رزین پلی استر غیر اشباع که از نفت خام مشتق می شود)، را نمایش می دهد. شکل شماره ۹ نیز اشکال گوناگون الیاف شیشه را که ترکیبی مشابه شیشه معمولی دارد، نمایش می دهد.

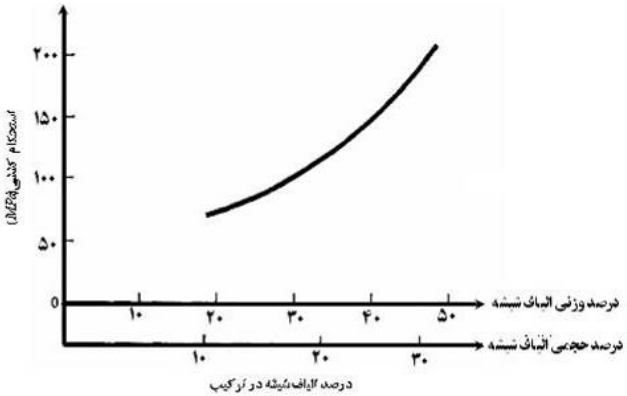


شکل شماره ۸- ساختار شیمیایی رزین پلی استر غیراشباع، پرکاربردترین رزین مواد کامپوزیتی

شایان ذکر است که مقاومت مکانیکی مواد کامپوزیتی در مقایسه با فلزات متفاوت بـوده و نسبت استحکام به وزن آنها از اغلب فلزات و مواد سرامیکی بیشتر است.

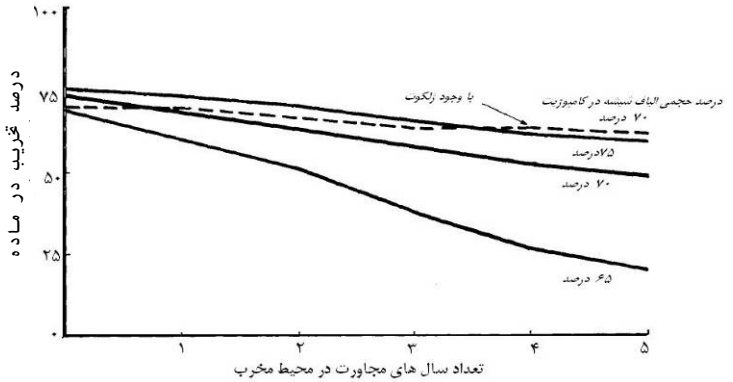
شکل شماره ۹- اشکال گوناگون الیاف شیشه، پرکاربرد ترین الیاف مواد کامپوزیتی

البته مقاومت سازه ای ترکیبات کامپوزیتی با عوامل مختلفی که به روش تولید و طراحی باز می گردد، بستگی دارد و در صورت نداشتن دانش کافی در استفاده از این مواد، خصوصیات برتر کامپوزیت ها نسبت به فلزات به سادگی از میان می رود. نمودار شماره ۱ کاهش مقاومت کششی نهایی در کامپوزیت الیاف شیشه و رزین پلی استر را با کاهش نسبت الیاف به رزین در ترکیب، نمایش می دهد.



نمودار شماره ۱- کاهش شدید مقاومت نهایی کششی کامپوزیت الیاف شیشه و رزین پلی استر با کاهش نسبت الیاف به رزین

مورد دیگر که در کاربرد مواد کامپوزیتی مخصوصاً در صنعت آب و فاضلاب اهمیت فراوان دارد، تأثیر آب در کاهش خصوصیات مکانیکی مواد کامپوزیتی است. مواد مرکب نیز با جذب آب و گذشت مدت زمان طولانی بتدریج در مقابل نیروهای وارده سست شده و ممکن است دچار شکست شوند. نکته حائز اهمیت در این پدیده اثر فراوان روش ساخت، کیفیت ساخت و طراحی بهینه مخصوصاً در نقاط دارای تمرکز نیرو یا نقاط ضعف سازه کامپوزیتی است. نمودار شماره ۲، درصد تخریب آرام مکانیکی کامپوزیت الیاف شیشه و رزین پلی استر را با کیفیت ها و روش های مختلف ساخت و مرور مدت زمان تأثیر نشان می دهد. همانطور که ملاحظه می گردد، کیفیت ساخت پایین دارای درصد بالای تخریب با گذشت زمان است.



نمودار شماره ۲- درصد تخریب آرام مکانیکی کامپوزیت الیاف شیشه و رزین پلی استر با گذشت زمان در کیفیت ها ی مختلف ساخت

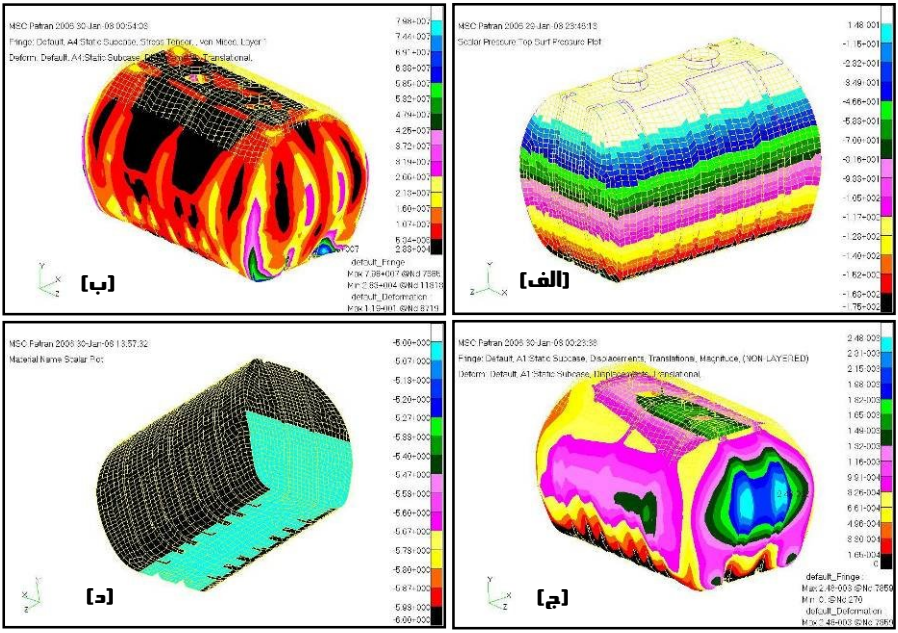
با توجه به پارامترهای اشاره شده، اهمیت طراحی مناسب و استفاده از نوع خاص رزین و الیاف مقاوم در برابر این عوامل فرسایشی و دقت در روش تولید و کیفیت محصول تأثیر بسزایی در عمر مفید و نهایی یک سازه کامپوزیتی می گذارد و برخلاف قطعات فلزی، حتی با استفاده از یک نوع ماده اولیه کامپوزیتی، کیفیت محصول نهایی به میزان دقت و دانش فنی تولید کننده بسیار مرتبط خواهد بود.

۷-۲- روش طراحی و مدلسازی سازه پکیج (بدنه کامپوزیتی)

همانگونه که پیشتر نیز اشاره گردید، مصالح کامپوزیتی انعطاف پذیری بالایی در تولید دارند و به هر شکل و با هر ترکیب و جهتی می توان از آنها برای ساخت انواع سازه های پیچیده هندسی با نیروهای اعمالی بالا استفاده کرد. البته وجود چنین خاصیتی می تواند باعث استفاده نادرست و نابجا از این مواد نیز شود. لذا با گسترش استفاده از مواد مرکب در صنایع گوناگون در کشورهای صنعتی و لزوم انجام محاسبات پیچیده طراحی به روش دستی و سنتی، نرم افزارهای محاسباتی اجزاء محدود نیز رشد روز افزون داشته اند، به طوری که امروزه با دقت و صحت بالایی انواع اشکال پیچیده هندسی را به سرعت مدلسازی کرده و با صرف زمان و هزینه اندک مدلسازی کامپیوتری، روش سعی و خطا را در تولید محصولات کامپوزیتی از میان برده اند و بهترین و بهینه ترین روش استفاده و لایه چینی را مشخص می نمایند.

بمنظور ساخت و تولید این محصول جدید نیز با توجه به حساسیت و وجود نیروهای فشاری در تمامی بازه عمر مفید پکیج ها، طراحی نرم افزاری و مدلسازی کامپیوتری بدنه کامپوزیتی (سازه) ضروری بوده است. مدلسازی انجام شده توسط نرم افزار Msc.Nastran، یکی از کاملترین نرم افزارهای اجزاء محدود در مدلسازی مواد مرکب صورت پذیرفته است و بر اساس آنالیز تنش ها و تغییر شکل دیواره ها بر اثر نیروی وارده و فشار ناشی از وزن فاضلاب، مناسب ترین لایه چینی در قسمت های مختلف آن پیشنهاد شده است.

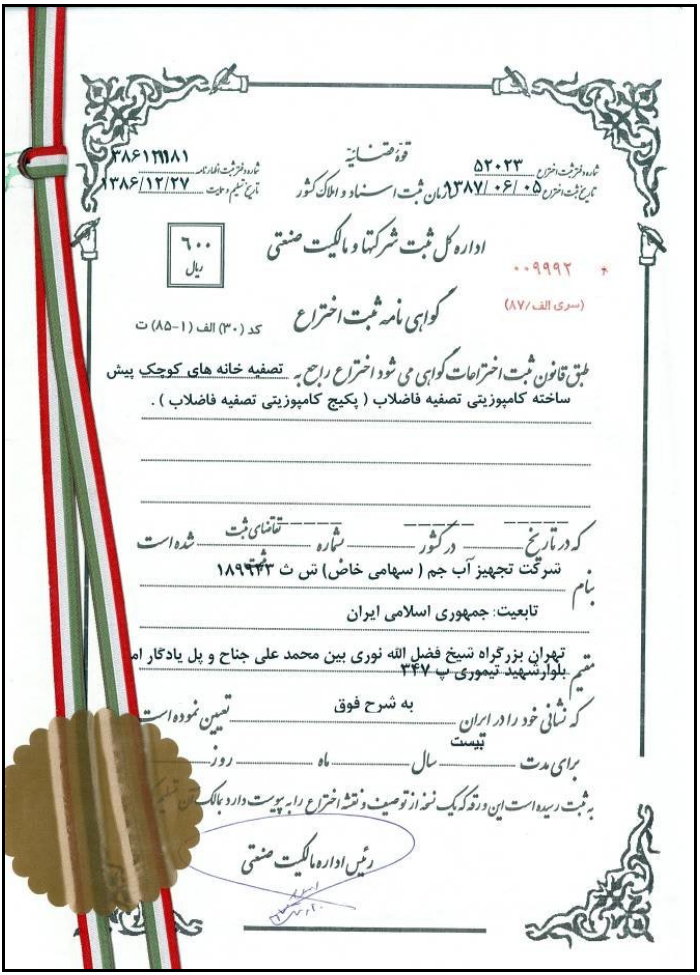
شکل شماره ۱۰ نحوه توزیع فشار، توزیع تنش، تغییر شکل و شکل هندسی بهینه با بهترین لایه چینی در قسمت های مختلف بدنه پکیج در هنگام عملکرد را نمایش می دهد.



شکل شماره ۱۰– (الف) نحوه توزیع فشار در قسمت های مختلف بدنه پکیج در هنگام عملکرد؛ (ب) نحوه توزیع تنش های نهایی بر دیواره های پکیج، بعد از اعمال بهترین تقویت کننده های شکلی و لایه چینی بهینه؛ (ج) تغییر شکل نهایی دیواره ها به عنوان یکی از معیارهای طراحی ؛ (د) شکل هندسی بهینه با بهترین لایه چینی کامپوزیتی برای تحمل نیروهای وارده در طول دوره عمل

گواهینامه ثبت اختراع

شایان ذکر است که این ابداع در سال نوآوری و شکوفایی به عنوان محصول انحصاری و یک اثر ارزشمند در اداره کل ثبت شرکت ها و مالکیت صنعتی- واحد ثبت اختراعات- ثبت شده است. گواهی نامه ثبت اختراع این اثر به پیوست ارائه گردیده است. متعاقب آن این شرکت با دعوت از سوی بنیان حمایت از نخبگان ایران و همچنین انجمن کامپوزیت ایران به عضویت در این بنیان و انجمن ملی نایل گردید.



قوه قضائیه

شماره و تاریخ ثبت اختراع ۵۲۰۲۳ / ۱۳۸۷/۰۶/۰۵ سازمان ثبت اسناد و املاک کشور

شماره و تاریخ ثبت اظهارنامه ۳۸۶۱۱۱۸۱ / ۱۳۸۶/۱۲/۲۷

اداره کل ثبت شرکتها و مالکیت صنعتی

۶۰۰ ریال

۰۰۹۹۹۲

(سری الف/۸۷)

گواهی نامه ثبت اختراع

کد (۳۰) الف (۱-۸۵) ت

طبق قانون ثبت اختراعات گواهی می شود اختراع راجع به تصفیه خانه های کوچک پیش ساخته کامپوزیتی تصفیه فاضلاب (پکیج کامپوزیتی تصفیه فاضلاب) .

که در تاریخ ــــــ در کشور ــــــ شماره ــــــ تقاضای ثبت شده است

بنام شرکت تجهیز آب جم (سهامی خاص) ش ث ۱۸۹۹۴۳

تابعیت: جمهوری اسلامی ایران

مقیم تهران بزرگراه شیخ فضل الله نوری بین محمد علی جناح و پل یادگار امام بلوارشهید تیموری پ ۳۴۷

که نشانی خود را در ایران به شرح فوق تعیین نموده است

تبصره

برای مدت ــــــ سال ــــــ ماه ــــــ روز

به ثبت رسیده است این ورقه کپیک نمونه از توصیف و نقشه اختراع را به پیوست دارد مالک

رئیس اداره مالکیت صنعتی

گواهینامه تأئیدیه استاندارد اتحادیه اروپا (CE) از شرکت CDG انگلستان در سال 2011

CDG
CABINET DE GESTION

CERTIFICATE

EC DECLARATION OF CONFORMITY
We,

TAJHIZ AB JAM COMPANY (PRIVATE STOCKS)

Location:

Office: No.3, 2nd Floor, Allameh Commercial Building (No.80), Between 26 & 28 St., Allameh St., Darya Blvd., Saadat Abad, Tehran, Iran
Works: No.29, Adab Alley, Elm-o-Sanat St., Rieh Village, Saveh Highway, Tehran, Iran

I/We here with declare under our responsibility that the products specified below are manufactured in conformity with the EU Directive 2006/42/EC

EU Authorized Representative: Mr. Abbas Pourjam

Description of Products: Composite Prefabricated Sewage Treatment Package, Odor Control System (Biofiltration)

This verification is subjected to the company maintaining its system to the required standard, which will be monitored by CDG

Certificate Number : 36012
Original Approval : 28th Jun 2011
Current Certificate : 28th Jun 2011
Certificate Expiry : 27th Jun 2014

Technical Director
Cabinet de Gestion

This certificate is valid for 3 years subjected to satisfactory maintenance o f management system as per the standard. Check www.cdgcertification.co.uk for currency of the certificate validity. Certificate remains property of CDG (Cabinet de Gestion) to whom it must be returned upon request

CABINET DE GESTION CDG

CE

منابع و مآخذ؛

1 – Metcalf & Eddy. **"Wastewater Engineering Treatment and Reuse"**, Fourth Edition, Published by; McGraw-Hill. International Edition: 2004.

2 – Qasim, S. R., **"Wastewater Treatment Plants"**, Published by; Prentice-Hall Inc., USA.1999.

3 – Frank R. Spellman**."Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations"**, Published by; Lewis Publishers.2003.

4 – Gabriel Bitton, **"Wastewater Microbiology"**, Third edition, Published by; Wiley-Liss, Inc.NewYork. 2005.

5 – W. Wesley Eckenfelder, **"Industrial Water Pollution Control"**, Third Edition, Published by; McGraw-Hill.1999.

6 – Grady, C. P. L. et al. **"Biological Wastewater Treatment"**. 2nd. ed. Marcel Dekker, Inc, 949–970.1999.

7– Solh J. Arcivala, **"Wastewater treatment for pollution control"** Second Edition, McGraw- Hill.1999.

8 – Hamoda, M. F. and Al-Ghusain, I. A.,**"Analysis of organic removal rates in the aerated submerged fixed film process"**. Water Sci. Technol.; 38: 213–221.1998.

9 – Hamoda, M. F. and Al-Sharekh, H. A., **"Sugar wastewater treatment with aerated fixed-film biological system"**. Water Sci. Technol., 40, 313-321.1999.

10 – Hiras, D. N., Manatiotis, I. D., Grigoropoulos, S. G., **"Organic and nitrogen removal in a two-stage rotating biological contactor treating municipal wastewater"**. Bioresource Technol.; 93, 91-98. 2004.

11– Hosseini, S. H., Borghei, S. M., **"The treatment of phenolic wastewater using a moving bed bio-reactor"**. Process Biochem. 40: 1027-1031. 2005.

12 – Jianlong, W., Hanchang, S., Yi, Q., **"Wastewater treatment in a hybrid biological reactor (HBR): effect of organic loading rates"**. Process Biochem; 36: 297–303. 2000.

13 – Jou, C. J. G., Huang, G. C., **"A pilot study for oil refinery wastewater treatment using a fixed-film bioreactor"**. Adv. Environ. Res.; 7: 463–469.2003.

14 – Karia, G. L., Christian, R. A., **"Wastewater treatment: concepts and design approaches"**. 1st ed. Hall of India. New Delhi. 2006.

15 – Kermanshahi pour, A., Karamanev, D., Margaritis A., **"Biodegradation of petroleum hydrocarbons in an immobilized cell airlift bioreactor"**. Water Res.; 39: 3704-3714. 2005.

16 – Kesavan, P., Law, V. T., **"Practical identifiability of parameters in Monod Kinetics and statistical analysis of residuals"**. Biochem. Eng. J., 24, 95-104. 2005.

17 – Li, Q., Kang, C., Zhang, C., **"Wastewater produced from an oilfield and continuous treatment with an oil-degrading bacterium"**. Process Biochem; 40: 873-877. 2005.

18 – Pozo, R., Diez, V., **"Integrated anaerobic-aerobic fixed-film reactor for slaughterhouse wastewater treatment"**. Water Res.; 39: 1114-1122. 2005.

19 – Devinny, J., Deshuesses, M., Webster, T. **"Biofiltration for Air Pollution Control".** Lewis Publishers, Boca Raton. 1999.

20 – H.Campbell, A.Schnell,**"Upgrading Activated Sludge Using Free Floating Plastic Media"**. Hydroxyl System Inc. 2001.

21 – Williams, T.O. and F.C. Miller.**"Odor Control Using Biofilters"**. BioCycle 33(10):72-77. 1992.

۲۲- ریچارد سدلاک و همکاران، ترجمه: دکتر یزدانبخش، احمدرضا. **"تصفیه فاضلاب؛ حذف ازت و فسفر از فاضلاب شهری"**. انتشارات فردابه، چاپ اول، سال ۱۳۸۰.

۲۳- امتیازی، گیتی. **"میکروبیولوژی و کنترل آلودگی آب، هوا و پساب"**. انتشارات مانی، چاپ اول، سال ۱۳۷۹.

۲۴- **" ضوابط فنی و بررسی و تصویب طرح های تصفیه فاضلاب شهری (نشریه شماره ۳-۱۲۹ دفتر تحقیقات و معیارهای فنی،استاندارد مهندسی آب)"**، چاپ اول، سال ۱۳۷۲، انتشارات سازمان برنامه و بودجه.

۲۵- احمدی زاد، سامان. **"بررسی کاربرد راکتور بی هوازی بافل دار با جریان رو به بالا (UABR) بعنوان جایگزین مناسب سپتیک تانک ها در تصفیه فاضلاب های روستایی و اجتماعات کوچک"**، مقاله ارائه شده، اولین همایش ملی حفاظت محیط زیست و توسعه پایدار روستائی- ۷ و ۸ اسفند ۱۳۸۶، سازمان حفاظت محیط زیست.

۲۶- احمدی زاد، سامان. **"بررسی روش های نوین و پیشرفته تصفیه فاضلاب های مناطق روستایی و اجتماعات کوچک"**، مقاله ارائه شده، اولین همایش ملی حفاظت محیط زیست و توسعه پایدار روستائی- ۷ و ۸ اسفند ۱۳۸۶، سازمان حفاظت محیط زیست.

۲۷- نویسنده: سوسومو کاوامورا، ترجمه: دکتر علی ترابیان و همکاران. **"طراحی و راهبری جامع تأسیسات تصفیه آب"**. انتشارات دانشگاه تهران. چاپ اول. تهران. سال .۱۳۸۶

۲۸- گروه مؤلفان و مترجمان، **"راهنمای صنعت کامپوزیت"**. انتشارات انجمن کامپوزیت ایران. چاپ اول. تهران. سال ۱۳۸۶.

۲۹- جوزف اس دوینی، مارک آ دشوزس، تود اس وبستر. ترجمه: مهندس باقر باقرپور، **"کنترل آلودگی هوا با استفاده از بیوفیلتراسیون"**. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی- واحد تهران جنوب، چاپ اول، سال ۱۳۸۳.

۳۰- دستورالعمل ها، کاتالوگ ها، گزارشهای فنی و مقالات تهیه شده توسط دفتر مطالعات و تحقیقات؛ **"شرکت تجهیزآب جم (سهامی خاص)؛ [طراحی و ساخت تجهیزات آب و فاضلاب]"**. تهران. ۱۳۸۶.

لیست محصولات و تولیدات شاخص شرکت تجهیز آب جم (فلزی و کامپوزیتی)

- پکیج های پیش ساخته کامپوزیتی تصفیه فاضلاب با فرآیند تلفیقی- پیشرفته در ظرفیت های مختلف
- پکیج های فلزی تصفیه آب و تصفیه فاضلاب
- سیستم های کنترل و حذف بو به روش بیولوژیکی (بیوفیلتراسیون) در ظرفیت های مختلف
- ایستگاه های پمپاژ پیش ساخته از جنس کامپوزیت تقویت شده در ظرفیت های مختلف
- سپتیک تانک های پیش ساخته کامپوزیتی در ظرفیت های مختلف
- پمپ های ایرلیفت پیش ساخته از جنس کامپوزیت و فلز
- حوضچه ها لوله های تماس کلر پیش ساخته از جنس کامپوزیت (اختلاط بطریق استاتیک میکسر)
- بیوگازهای پیش ساخته از جنس کامپوزیت با ظرفیت های مختلف
- دریچه های کامپوزیتی قطع و وصل جریان مایع قابل نصب در کانال
- دریچه های منهول پیش ساخته از جنس کامپوزیت تقویت شده
- صفحات شیب دار لاملاء از جنس کامپوزیت یا فلز (جهت افزایش سطح حوض های ته نشینی)
- برج های هوادهی و سینی های منفذدار در حذف یون های آهن و منگنز از آب
- برج های گاززدائی از آب (دی گازاتور) از جنس فلز و کامپوزیت
- تنها تولیدکننده کانال های پارشال فلوم از جنس کامپوزیت با عرض گلوگاه از ۲۵ تا ۱۵۱۰ میلیمتر
- انواع هواده سطحی با اقطار ۲۲۰۰، ۱۳۲۰ و ۸۴۰ میلیمتری از جنس کامپوزیت
- انواع گوی های شناور (شناورهای نگهدارنده هواده) از جنس کامپوزیت
- انواع رابط انتقال نیرو (گلدانی) از جنس چدن
- انواع دریچه های قطع و وصل جریان برای کانال های روباز و دریچه های عمقی (فلزی و کامپوزیتی)
- انواع آشغالگیرهای دستی (میله ای/ سبدی) و مکانیکی (زنجیری دوار عمودی/ دوار بازویی/ رفت و برگشتی)
- انواع پل های رفت و برگشتی حوض های ته نشینی و کانال های دانه گیر
- انواع نیم پل ها و تمام پل های دوار لجن روب حوض های ته نشینی دایره ای (اولیه و ثانویه)
- انواع میکسرهای دور تند (فلاش میکسر) و میکسرهای دورکند و لخته سازها (فلوکولاتور)
- سرریزهای مثلثی V شکل (V- Notch Weir) از جنس کامپوزیت و فلز
- طراحی و ساخت تجهیزات مربوط به تیکنر،کلاریفایر، فلوکولاتور، کلاریفلوکولاتور و انواع میکسرها
- تیغه ها و لجنروب های سیستم تغلیظ لجن از جنس کامپوزیت
- حوضچه های جمع آوری کف حوض های ته نشینی (کفابگیر) از جنس کامپوزیت و فلز
- سیستم حذف چربی و روغن با روش شناورسازی با هوای محلول (DAF)
- میکسرهای استاتیکی خطی از جنس کامپوزیت
- انواع کانال های جمع آوری پساب و انتقال سیال از جنس کامپوزیت و فلز
- سیستم های گندزدایی (پکیج تهیه و تزریق محلول کلر/ ازن زنی / اشعه UV)
- زنجیرهای استیل جهت آشغالگیرهای مکانیکی، حوضهای ته نشینی، لجنروب و دا

شرکت تجهیز آب جم

طراحی و ساخت تجهیزات آب و فاضلاب

- سازنده کلیه تجهیزات، دستگاهها و قطعات مورد استفاده در تصفیه آب و فاضلاب

- سازنده اولین پکیج های پیش ساخته کامپوزیتی تصفیه فاضلاب با فرآیندهای نوین و سیستم کنترل و حذف بیولوژیکی بو (بیوفیلتراسیون) و دارنده گواهینامه استاندارد اتحادیه اروپا (CE) از شرکت CDG انگلستان

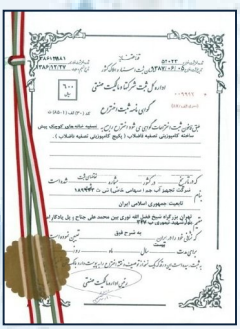
CDG

CERTIFICATE

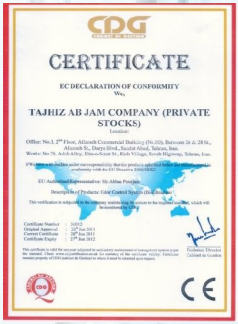
EC DECLARATION OF CONFORMITY

TAJHIZ AB JAM COMPANY (PRIVATE STOCKS)

اخذ گواهینامه استاندارد اتحادیه اروپا (CE) پکیج کامپوزیتی تصفیه فاضلاب



اخذ گواهینامه ثبت اختراع پکیج کامپوزیتی تصفیه فاضلاب


CDG

CERTIFICATE

EC DECLARATION OF CONFORMITY

TAJHIZ AB JAM COMPANY (PRIVATE STOCKS)

اخذ گواهینامه استاندارد اتحادیه اروپا (CE) سیستم بیوفیلتراسیون

عضو بنیان حمایت از نخبگان ایران

کره کامپوزیتی پلانتونیوم با قطر ۲۴ متر (بوستان آب و آتش تهران)

سیستم کنترل و حذف بو (بیوفیلتراسیون) ایستگاه پمپاژ فاضلاب شماره ۱ شهر قم

کاورینگ و ایزوله کردن سازه ایستگاه پمپاژ فاضلاب شماره ۱ شهر قم با کامپوزیت

ما؛

آب را،

شادابی را، سرزندگی را،

پاکیزگی را،

به شما ارمغان می دهیم.

www.TAJCO.org info@TAJCO.org

نشانی دفترمرکزی: تهران- سعادت آباد- بلوار دریا- خیابان علامه جنوبی- بین خیابان ۲۶ و ۲۸- ساختمان علامه (شماره ۸۰)- طبقه ۲- واحد۳ - تلفکس دفتر مرکزی: ۸۸۵۸۴۳۰۰ - ۸۸۵۸۴۲۹۹ - ۸۸۶۸۱۳۲۶ (۰۲۱)

شرکت تجهیز آب جم (سهامی خاص)

(طراحی و ساخت تجهیزات آب و فاضلاب)

نشانی دفترمرکزی: تهران- سعادت آباد- بلوار دریا- خیابان علامه جنوبی
بین خیابان ۲۶ و ۲۸- ساختمان علامه (شماره ۸۰) - طبقه ۲- واحد۳
کدپستی: ۱۹۹۷۹۶۵۶۵۳

تلفکس دفتر مرکزی: ۸۸۵۸۴۳۰۰-۸۸۵۸۴۲۹۹-۸۸۶۸۱۳۲۶ (۰۲۱)
همراه: ۰۹۱۲-۱۷۶۸۴۸۱ و ۰۹۱۲-۶۹۹۲۴۴۶

نشانی کارخانه: جاده ساوه- سه راه آدران- قلعه میر- دهستان ریه
خیابان علم و صنعت- نبش کوچه ادب- پلاک ۲۹
کدپستی: ۳۷۵۵۱۱۳۴۸۹
تلفکس کارخانه: ۵۶۸۶۹۰۷۵ (۰۲۱)

آدرس پست الکترونیک:
Info@TAJCO.org

آدرس سایت اینترنتی:
www.TAJCO.org