دانشگاه علوم پزشکی تهران

شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

راهنما و شرح خدمات

ارتقای تصفیه خانه های فاضلاب

مرداد ۱۳۸۷

دانشگاه علوم پزشکی تهران

شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

راهنمای ارتقای تصفیه خانه های فاضلاب

براساس شرح خدمات پیشنهادی

مرداد ۱۳۸۷

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از همکاری صمیمانه و موثر آقایان مهندس سعید مستوفی، مهندس دادمهرفائزی و مهندس سید ناصرالدین کسایی در تهیه این گزارش صمیمانه تشکر و قدر دانی می نماید.

عنوان — صفحه

راهنمای ارتقای تصفیه خانه های فاضلاب براساس شرح خدمات پیشنهادی ۱
۱ـ تعیین نیاز به ارتقاء ۱
۲ـ ارزیابی انتظارات تمام ذینفعان پروژه ۲
۳ـ تصمیم گیری در باره چگونگی واگذاری پروژه ۲
۴ـ انتخاب مشاور یا پیمانکار ۳
۵ـ ارتقاء یا بهینه سازی ۳
۶ـ مراحل اصلی طرح ارتقاء ۳
۷ـ ارزیابی گزینه‌ها ٤
۸ـ انتخاب مناسب‌ترین گزینه ٥
۹ـ معیارهای هزینه‌ای و غیرهزینه‌ای ٥
۱۰ـ استفاده از تکنولوژی های نو ٦
۱۱ـ طرح عملیات ساختمانی با حفظ قابلیت بهره برداری ۷
۱۲ـ تخمین هزینه ها و برنامه زمان بندی ۷
۱۳ـ تهیه برنامه مدیریت زیست محیطی ۷

شرح خدمات ارتقای تصفیه خانه های فاضلاب ۹
اهمیت موضوع ۱۰
۱ـ اهداف ارتقاء ۱۵
۲ـ دامنه خدمات ۱٦
۳ـ توسعه طرح ارتقای تأسیسات ۱۸
۳ـ۱ـ ارزیابی شرایط کنونی ۱۹
۳ـ۲ـ ارزیابی شرایط آینده ۲۱
۳ـ۳ـ ارزیابی الزامات تصفیه ۲۲
۳ـ۴ـ شناسایی و ارزیابی گزینه‌ها ۲۳
۳ـ۴ـ۱ـ شناسایی گزینه‌ها ۲۳
۳ـ۴ـ۲ـ ارزیابی گزینه‌ها ۲٤
۳ـ۴ـ۲ـ۱ـ شناسایی گزینه‌ها ۲٥
۳ـ۴ـ۲ـ۲ـ غربال‌گری اولیه گزینه‌ها ۲٦
۳ـ۴ـ۲ـ۳ـ ارزیابی دقیق گزینه‌های انتخاب شده ۲٦

۳ـ۴ـ۲ـ۴ـ انتخاب مناسب‌ترین گزینه ۲۶
۴ـ معیارهای هزینه‌ای و غیرهزینه‌ای ۲۸
۴ـ۱ـ انتخاب طرح پیشنهادی ۳۰
۴ـ۲ـ طراحی مفهومی برای طرح پیشنهادی ۳۰
۵ـ تهیه نقشه اجرایی ۳۱
۵ـ۱ـ آنالیز واگذاری پروژه ۳۱
۵ـ۲ـ طرح عملیات ساختمانی با حفظ قابلیت بهره برداری ۳۱
ـ تخمین هزینه ها و برنامه زمان بندی ۳۱
۵ـ۳ـ طرح سرمایه گذاری ۳۲
۶ـ مشارکت و مقبولیت عمومی ۳۲

فهرست منابع ۳۳

پیوست الف: بهینه سازی تصفیه خانه های فاضلاب ۳۷
۱ـ کلیات ۳۸
۱ـ۱ـ مقدمه ۳۸
۱ـ۲ـ تعریف بهینه سازی تصفیه خانه فاضلاب ۳۸
۱ـ۳ـ اهداف بهینه سازی ۳۸
۲ـ منطق بهینه سازی ۳۹
۲ـ۱ـ سابقه موضوع ۳۹
۲ـ۲ـ مزایای قابل انتظار از بهینه سازی تصفیه خانه های فاضلاب ۴۰
۲ـ۲ـ۱ـ بهبود عملکرد، قابلیت اصمینان، انعطاف پذیری و راندمان تصفیه خانه ۴۰
۲ـ۲ـ۲ـ کاهش هزینه های سرمایه گذاری توسعه و ارتقاء ظرفیت ۴۱
۲ـ۲ـ۳ـ کاهش هزینه های بهره برداری ۴۱
۲ـ۲ـ۴ـ بهبود فعالیت های بهره برداری ۴۲
۳ـ توصیف کار ۴۲
۳ـ۱ـ عناصر برنامه بهینه سازی تصفیه خانه فاضلاب ۴۲
۳ـ۲ـ تعیین اهداف ۴۶
۳ـ۳ـ ابزارهای ارزیابی تصفیه خانه ۴۶
۳ـ۳ـ۱ـ گزارش خود ارزیابی ۴۷
۳ـ۳ـ۲ـ بررسی داده های گذشته ۴۷

۳ـ۳ـ۳ـ نمودار ظرفیت فرآیند واحد ٤٨
۳ـ۳ـ۴ـ تحلیل تعادل جرمی ٤٨
۳ـ۳ـ۵ـ مقایسه هزینه های بهره برداری و پرسنلی ٤٩
۳ـ۳ـ٦ـ ارزیابی وسیله اندازه گیری جریان ٤٩
۳ـ۳ـ۷ـ پایش مستمر ٥٠
۱ـ۳ـ۳ـ۷ـ پایش خارج از خط ٥٢
۳ـ۴ـ ابزارهای تحلیل فرآیند ٥٢
۳ـ۴ـ۱ـ ظرفیت سیستم هوادهی و تحلیل راندمان ٥٣
۳ـ۴ـ۲ـ مدل سازی هیدرولیکی ٥٣
۳ـ۴ـ۳ـ تحلیل جریان های برگشتی ٥٤
۳ـ۴ـ۴ـ آزمایش استرس ٥٤
۳ـ۴ـ۵ـ آزمایش های هیدرولیکی ته نشینی ثانویه (کلاریفایر) ٥٦
۳ـ۴ـ۶ـ سایر آزمایش های تشخیصی کلارفایر ٥٧
۳ـ۴ـ۷ـ آزمایش های اختلاط ٥٧
۳ـ۴ـ۸ـ مدل سازی فرآیند و شبیه سازی ٥٨
۳ـ۵ـ رویکرد های بهینه سازی ٥٩
۳ـ۵ـ۱ـ نگهداری و بهره برداری بهبود یافته ٥٩
۳ـ۵ـ۲ـ ابزار دقیق، کنترل و اتوماسیون ٦٠
۳ـ۵ـ۳ـ اصلاحات فرآیند تصفیه ٦١
۳ـ۵ـ۴ـ صرفه جویی در هزینه های منابع ٦٤
ـ استفاده از موتورهای با راندمان بالا یا با سرعت متغیر ٦٤
ـ بهره برداری در دوره های زمانی خارج از پیک دیماند ٦٤
ـ وسیله اندازه گیری جریان ٦٥
ـ سیستم تصفیه بیولوژیکی ٦٥
ـ ژنراتورهای برق اضطراری ٦٦
ـ استفاده از فاضلاب تصفیه شده ٦٧
ـ استفاده از بیوگاز ٦٧
۳ـ۶ـ منافع مستند سازی ٦٧
۳ـ۷ـ نمودار جریان کار بهینه سازی ٦٧
۴ـ راه کارهای بهینه سازی از طریق انجام اصلاحات در فرآیند ٦٩
۴ـ۱ـ اصلاح هیدرولیک تصفیه خانه ٦٩

۴ـ۲ـ تصفیه مقدماتی ۷۰
۴ـ۲ـ۱ـ آشغالگیری ۷۰
۴ـ۲ـ۲ـ دانه گیر ۷۰
۴ـ۳ـ تصفیه اولیه ۷۱
۴ـ۳ـ۱ـ کاهش مصرف ماده شیمیایی ۷۱
۴ـ۳ـ۲ـ کاهش مواد شیمیایی پیش ته نشینی برای حذف فسفر ۷۲
۴ـ۴ـ تصفیه بیولوژیکی ۷۲
۴ـ۴ـ۱ـ انعطاف پذیری ناکافی فرآیند ۷۲
۴ـ۴ـ۲ـ نیتریفیکاسیون ۷۳
۴ـ۴ـ۳ـ فرآیند های حذف بیولوژیکی مواد مغذی ۷۳
۴ـ۴ـ۴ـ سیستم انتقال اکسیژن ۷۳
۴ـ۴ـ۵ـ بهره برداری در هوای سرد ۷۵
۴ـ۵ـ ته نشینی ثانویه ۷۵
۴ـ۵ـ۱ـ اصلاحات ته نشینی ثانویه ۷۵
۴ـ۵ـ۲ـ جریان های هیدرولیکی مازاد ته نشینی ثانویه ۷۷
۴ـ۵ـ۳ـ کنترل لجن بالکینگ ۷۷
۴ـ۵ـ۴ـ برگشت ناکافی لجن برگشتی و عدم انعطاف پذیری لجن مازاد ۷۸
۴ـ۶ گندزدایی ۷۹
۴ـ۶ـ۱ کلرزنی ۷۹
۴ـ۶ـ۲ تابش فرابنفش ۸۰
۴ـ۷ـ تغلیظ و آب گیری لجن ۸۰
۴ـ۸ـ هضم لجن ۸۱

پیوست ب: سیستم‌های واگذاری پروژه ۸۳
۱ـ مقدمه ۸٤
۲ـ توصیف کلی سیستم‌های واگذاری ۸٤
۲ـ۱ـ واگذاری پروژه به روش طراحی ـ مناقصه ـ ساخت ۸۵
ـ مزایای روش طراحی ـ مناقصه ـ ساخت ۸٦
ـ معایب روش واگذاری به روش طراحی ـ مناقصه ـ ساخت: ۸۷
۲ـ۲ـ واگذاری به روش طراحی ـ ساخت ۸۸
ـ مزایای روش طراحی ـ ساخت ۸۹

ـ *معایب روش طراحی ـ ساخت* ۹۰
۲ـ۳ـ مدیریت ساخت درخطرپذیری ۹۱
ـ *مزایای روش CM @ Risk* ۹۲
ـ *معایب روش CM @ Risk* ۹۲
۳ـ خصوصی سازی ۹٤
۱ـ۳ـ طراحی ـ ساخت ـ بهره برداری ۹٤
۲ـ۳ـ ساخت ـ مالکیت ـ بهره‌برداری ـ واگذاری ۹٤
۳ـ۳ـ طراحی ـ ساخت ـ مالکیت ـ بهره برداری ۹۵
۴ـ۳ـ ساخت ـ مالکیت ـ واگذاری(BOT) ۹۵
۵ـ۳ـ طراحی ـ ساخت ـ تأمین منابع ـ بهره‌برداری ۹۵
ـ *مزایای روش خصوصی‌سازی پروژه ساخته شده* ۹۵
ـ *معایب روش خصوصی‌سازی برای پروژه ساخته شده* ۹٦

راهنمای ارتقای تصفیه خانه های فاضلاب براساس شرح خدمات پیشنهادی

شرح خدمات ارتقاء عملکرد تصفبه خانه های فاضلاب که برای استفاده شرکت های آب و فاضلاب در قراردادهای احتمالی ارتقاء تهیه شده است دارای مفاهیمی کاملا روشن و متنی روان است با وجود این برای ایجاد وحدت رویه در استفاده از شرح خدمات پیشنهادی سعی شده است مراحل تهیه تا تصویب نهایی طرح ارتقاء و اجرای آن بصورتی خلاصه در این راهنما ذکر شودو نکات مهم مندرج در شرح خدمات مورد تاکید بیشتر قرار گیرد.بدیهی است در کلیه مراحل باید بخشنامه ها و دستور العمل های شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور در زمینه ارتقاء عملکرد تصفیه خانه هاو سایر مواردی که ارتقاء را تحت تاثیر قرار می دهد رعایت گردد. لازم به ذکر است که این مجموعه شامل این راهنما، متن شرح خدمات و پیوست الف تحت عنوان بهینه سازی تصفیه خانه های فاضلاب و پیوست ب تحت عنوان سیستم های واگذاری پروژه می باشد.

۱ـ تعیین نیاز به ارتقاء

قبل از هر گونه اقدامی در زمینه ارتقای عملکرد تصفیه خانه فاضلاب باید به این پرسش اساسی پاسخ داده شود که آیا تصفیه خانه فاضلاب مورد نظردر شرایط بهینه کار می کند؟ یعنی با هزینه نگهداری و بهره برداری معقول با ظرفیت کامل، قابلیت اطمینان، انعطاف پذیری و راندمان مطلوب در حذف آلاینده ها عمل می کند؟آیا گزارش های بهره برداری سالیانه از تصفیه خانه چنین موضوعی را تایید می کند؟ در صورتیکه تصفیه خانه در چنین شرایطی کار نمی کند یا مستنداتی در این زمینه وجود ندارد ابتدا سعی کنید با مستند سازی عملکردبه این پرسش اساسی پاسخ دهید.برای راهنمایی بیشتر شرکت های آب و فاضلاب استانی در پیوست الف شرح خدمات ارتقای تصفیه خانه های فاضلاب مطالب ارزشمندی در زمینه بهینه سازی تصفیه خانه های فاضلاب وجود داردکه توصیه می شود آن را به دقت مطالعه فرمایید.ممکن است تصفیه خانه مورد نظر شماقبل یا همزمان با ارتقای عملکرد به بهینه سازی نیاز داشته باشد که در این صورت باید آن را تعیین نمایید بنابر این توصیه می شودکمیته ویژه‌ای با عضویت معاونت بهره برداری، مسئول تصفیه خانه و دو نفر از کارشناسان با سابقه بهره برداری تشکیل شودتا به این موضوع بپردازد و گزارش مستندی را تهیه نماید. توجه داشته باشید که

بهینه سازی یک فرایند پویا و دائمی است که بهره برداران موتور محرک اصلی آن هستندو ممکن است گاهی از یک مشاور واجد صلاحیت نیز در این زمینه کمک گرفته شود ولی ارتقاء عملکرد ممکن است در طول عمر مفید یک تصفیه خانه یک بار اتفاق بیفتد وبهره برداران در آن نقش دارند ولی معمولا توسط یک مشاور یا پیمانکار دارای صلاحیت وبا مسئولیت آنها انجام می شود.

۲ـ ارزیابی انتظارات تمام ذینفعان پروژه

به منظور ارزیابی انتظارات تمام ذینفعان پروژه بایستی کمیته ای با حضورهمه ذی نفعان شامل مدیر عامل شرکت آب و فاضلاب، معاون فنی و توسعه، معاون بهره برداری، دو کارشناس با تجربه بهره برداری، یک کارشناس از مشاور محلی دارای صلاحیت، نماینده سازمان حفاظت محیط زیست، نماینده بهداشت محیط و نماینده شورای شهرویک عضو هیات علمی دانشگاه متخصص در زمینه تصفیه فاضلاب تشکیل گردد. وانتظارات آن ها از تصفیه خانه مشخص گردد. با مشخص شدن انتظارت ذی نفعان ودر همین کمیته باید اهداف ارتقاء بصورت روشن بیان شود و شاخص های دستیابی به این اهداف مشخص شود.

۳ـ تصمیم گیری در باره چگونگی واگذاری پروژه[1]

در ابتدای شروع فرآیند ارتقای تصفیه‌خانه، کارفرما باید به این موضوع توجه داشته باشد که در نهایت پروژه چگونه واگذار می‌گردد. بعبارت دیگر نقش، مسئولیت و روابط افراد مختلف که درگیر طراحی و اجرای پروژه هستند، چگونه خواهد بود.

معمولا تصفیه خانه های فاضلاب شهری با استفاده از یک روش واگذاری که "متداول" نامیده می‌شود طراحی و ساخته می شوند. این روش با عنوان طراحی ـ مناقصه ـ ساخت[2] معروف است. مشخصه‌ی این روش در این است که طراحی توسط یک مشاور انجام شده و به مناقصه گذاشته می‌شود و پس از تعیین پیمانکار، قرارداد

[1] Delivery
[2] Design _ bid_ build

ساخت تدوین می‌گردد. دلایل توجه به سایر سیستم‌های واگذاری نسبت به سیستم متداول که همان طراحی ـ مناقصه ـ ساخت است عبارتنداز:

- تکمیل سریع‌تر پروژه
- انتقال برخی از خطرپذیری های کارفرما به سایر گروه‌های پروژه
- کاهش مناقشات

برای آگاهی از جزئیات روش های واگذاری پروژه به پیوست ب شرح خدمات ارتقای تصفیه خانه های فاضلاب مراجعه شود (۱).

۴ـ انتخاب مشاور یا پیمانکار

انتخاب مشاور یا پیمانکار بر اساس انتشار فراخوان عمومی و بررسی پیشنهادات رسیده مطابق با فرایند قانونی انجام می شود. در انتخاب مشاور یا پیمانکار باید به وجود سوابق انجام کارهای مشابه که با موفقیت انجام شده است امتیاز بالایی داده شود.

۵ـ ارتقا، یا بهینه سازی

مشاور یا پیمانکار منتخب باید مطالعه کاملی را بمنظور شناسایی دلایل اصلی احتمالی عملکرد نامطلوب تصفیه خانه با روش ارزیابی جامع عملکرد[3] انجام دهند تا مشخص شود چه میزان از اهداف مورد نظر از طریق بهینه سازی تصفیه خانه فاضلاب قابل دستیابی است و دستیابی به چه اهدافی نیاز به اجرای طرح ارتقاء دارد؟پس از این مرحله اهداف تعیین شده در مرحله قبل مجدداً مرور میشود تا اهداف نهایی مشخص گردد. اهداف تعیین شده در این مرحله باید به اطلاع و تایید کمیته ذی نفعان برسد.

۶ـ مراحل اصلی طرح ارتقاء

[3] Comprehensive Performance Evaluation

طرح‌های ارتقای تصفیه خانه فاضلاب بایستی مراحل اساسی زیر را شامل شوند:

۱- ارزیابی شرایط کنونی (جریان‌ها، بارها و تأسیسات تصفیه از نظر فرایندی، سازه ای و تاسیساتی)

۲- ارزیابی شرایط در آینده (جریان‌ها، بارها، نیازمندی‌ها، الزامات قانونی تخلیه پساب ولجن و محدودیت‌ها)

۳- ارزیابی الزامات تصفیه فاضلاب و لجن

۴- شناسایی و ارزیابی گزینه‌ها (تعیین معیارهای ارزیابی، شناسایی گزینه‌ها و ارزیابی گزینه‌ها)

۵- انتخاب گزینه نهایی

۶- ارایه طرح اجرایی برای گزینه نهایی

۷- آماده نمودن برنامه اجرا

۸- تهیه برنامه مدیریت زیست محیطی[4]

اکثر مشاورین یا پیمانکارن تمایل زیادی به درگیر شدن در مسئله پیچیده لجن تصفیه خانه ندارند و با توجه به فقدان استاندارد ملی در زمینه کیفیت لجن، بدون محدودیت روش های دلخواهی را انتخاب و ارایه میکنند که ممکن است روش های مناسبی نباشند بنابراین توصیه می شود کیفیت مشخصی برای لجن نهایی تعیین و در قرار داد تاکید ویژه ای بر این موضوع صورت گیرد.

۷ـ ارزیابی گزینه‌ها

در کارگاهی که تمام افراد ذینفع حضور داشته باشند، ارزیابی گزینه به بهترین نحو انجام می‌گیرد. اطلاعات پایه باید قبل از جلسه در اختیار شرکت‌کنندگان قرار گیرد. در این کارگاه علاوه بر افراد ذینفع مذکور در بند۲ یکی از کارکنان طراحی کارفرما، نمایندی معاونت فنی استانداری، و نمایندی سازمان مدیریت یا برنامه ریزی و معاونت مالی شرکت آب و فاضلاب و یک کارشناس از شرکت آب منطقه ای حضور خواهند داشت. مزایا و معایب هر گزینه می‌بایست توسط طراح بوضوح بیان گردد. به منظور اطمینان از اینکه تمامی

[4] Environmental management plan (EMP)

جنبه‌های مهم مدنظر قرار گرفته‌اند، معیارهای ارزیابی و فاکتورهای رتبه‌بندی باید در ابتدای جلسه توسط مهندس طراح تشریح گردد و از دیدگاه حاضران در جلسه برای انتخاب معیارهای نهایی و فاکتورهای رتبه بندی استفاده نماید.

۸ـ انتخاب مناسب‌ترین گزینه

گزینه‌های انتخاب شده بر اساس معیارهای مورد نظرکارگاه یادشده در بند ۷ مورد ارزیابی و مقایسه قرار می‌گیرند. توصیه میشود در تعیین امتیازات نیز از دیدگاه شرکت کنندگان در کارگاه استفاده شود.

۹ـ معیارهای هزینه‌ای و غیرهزینه‌ای[5]

می‌بایست توصیفی از مزایا و معایب گزینه‌ها و همچنین آنالیزی از ارزش فعلی، هزینه کل سالانه و هزینه دوره طرح تهیه و تدوین گردد. ارزیابی و مقایسه گزینه‌ها شامل هزینه‌های سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری و نگهداری باشد. هزینه کل گزینه‌ها را می‌توان بر اساس ارزش فعلی هزینه سالانه کل، و یا هزینه دوره طرح مقایسه نمود. هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری باید بر اساس هزینه نیروی کار، برق، سوخت، لوازم یدکی، پیمانکاران خارجی و دیگر مخارج برآورد گردد. برای تجهیزاتی که عمر پیش‌بینی شده آنها کمتر از عمر پروژه باشد، هزینه‌های جایگزینی در آنالیز باید مورد توجه قرار گیرد. نیروی کار مورد نیاز برای گزینه‌ها باید به روشنی مشخص گردد. افزایش سطح مهارت کارکنان و نیز نیروی کار مورد نیاز بر اساس استراتژی کارفرما در نظر گرفته شود.

معیارهای غیرهزینه‌ای شامل مواردی است که بیشترین نگرانی را برای عموم دارند. برخی از این معیارها عبارتند از بو، ترافیک، سر و صدا، آلاینده‌های هوا، گرد و غبار، کیفیت آب و دیگر اثرات زیست محیطی که باید در طی ساخت و زمانی که تأسیسات در بهره‌برداری هستند، ارزیابی شوند. در بسیاری از موارد ممکن است، نیاز به تهیه گزارش ارزیابی زیست محیطی باشد.

[5] Cost and non – cost criteria

۱۰ـ استفاده از تکنولوژی های نو

استفاده از تکنولوژی، فرایندها، و تجهیزات جدید تصفیه فاضلاب و لجن یکی از ویژگی های مطلوب طرح ارتقاء است که توصیه می شود با توجه به معیارهای زیر صورت گیرد.

ـ تکنولوژی، فرایندها، روشها و تجهیزات مورد استفاده در طرح ارتقاء تصفیه خانه نباید بدون بررسی داده‌های حاصل از آزمایش‌های انجام شده توسط یک سازمان مستقل در کاربردی مشابه بکار گرفته شود.

ـ در شرایطی که داده‌های نشان‌دهنده راندمان، به اندازه کافی موجود نیست، تامین‌کننده یا فروشنده تجهیزات باید مطالعاتی در مقیاس پایلوت[۶] برای ارزیابی سامانه پیشنهادی، تحت شرایط موجود فراهم کند.

ـ مشارکت مسئولین سازمان‌های مرتبط (مانند سازمان حفاظت محیط‌زیست و بهداشت محیط) در سطح ملی و محلی در فرایند تصمیم‌گیری در مورد تهیه سامانه‌ها و تجهیزات جدید توصیه می شود.

ـ باید یک ضمانت نامه معتبر طبق شرایط عمومی پیمان ، برای کارایی سامانه پیشنهادی از سازنده یا فروشنده گرفته شده تا اطمینان حاصل شود که سیستم مورد نظر استانداردهای ملی و محلی را تامین می‌کند.

ـ باید به کاهش کمیت و آلودگی فاضلاب در منشاء تولید توجه گردد. کاهش در منشاء تولید باعث کاهش انتشار آلاینده‌ها و حداقل شدن هزینه‌ها می شود بنابر این در طرح ارتقاء باید راهکارهای لازم در این زمینه شامل راهکار های مدیریتی، آموزشی و اجرایی مورد توجه ویژه قرار گیرد.

ـ مطالعه دقیق موازنه جرمی مواد باید قبل از انتخاب تکنولوژی یا فرایند پیشنهادی صورت گیرد، در هر حال انجام این مطالعه و ارائه گزارش آن برای گزینه انتخابی ضروری است.

ـ هزینه نصب تجهیزات نیز باید به هزینه تجهیزات اضافه شده و همراه پیشنهاد، ارایه گردد.

ـ هزینه های بهره‌برداری و نگهداری در فهرست معیارهای انتخاب فرایند یا روش تصفیه باید بالاترین اولویت را داشته باشد.

ـ باید سیستم جدید از نظر انرژی، کنترل کننده‌ها، صافی‌ها، موتورها و سایر اقلام، با سایر قسمت‌های سیستم

[6] Pilot scale

موجود سازگار باشد.

ـ بیمه کیفیت خروجی همراه با یک راهنمای کامل راهبری مطابق با دستورالعمل شرکت مهندسی آب وفاضلاب کشور (با فهرست اجزای کامل) ضروری است.

ـ برنامه‌های زمان بندی مخصوصاً برای پروژه هایی که باید بر اساس دستور مراجع ذیصلاح قانونی تکمیل شود، بسیار مهم است. در هر موردی ضمانت لازم باید از پیمانکاران، سازندگان یا تامین کنندگان گرفته شود.

ـ تجهیزات مورد استفاده در صورت لزوم باید آشکارسازها یا شاخص هایی برای نمایش و بیان افت راندمان داشته باشد.

ـ قسمتی از هزینه خرید باید توسط کارفرما طبق شرایط عمومی پیمان ، نگهداری شود تا رضایت کارفرما و الزامات قانونی به خوبی برآورده شود.

۱۱ـ طرح عملیات ساختمانی با حفظ قابلیت بهره برداری

برنامه زمانی عملیات ساختمانی و چگونگی بهره برداری در حین ساخت باید به طور واضح مشخص باشد. و قابلیت اجرای آن به تایید کتبی معاونت بهره برداری شرکت آب و فاضلاب و پیمانکار یا مسئول بهره برداری تصفیه خانه برسد و سند آن تا پایان مدت بهره برداری آزمایشی از تصفیه خانه نگهداری شود.

۱۲ـ تخمین هزینه ها و برنامه زمان بندی

نقشه های توالی جزئیات عملیات ساختمانی جهت نشان دادن چگونگی گسترش منابع و کارکنان پیمانکاران، هنگام عملیات ساختمانی باید با دقت مورد بررسی قرار گیرد و توسط کارکنان بهره برداری و نگهداری بازبینی و بطور کتبی تایید شوند و سند آن تا پایان مدت بهره برداری آزمایشی از تصفیه خانه نگهداری شود.

۱۳ـ تهیه برنامه مدیریت زیست محیطی

در صورتیکه نیاز به تهیه گزارش ارزیابی زیست محیطی و برنامه مدیریت زیست محیطی بر اساس مقررات کشور الزامی باشد باید نسبت به تهیه آن اقدام گردد. ولی اکیداً توصیه می شود برنامه مدیریت زیست محیطی

در هر حال برای طرح های ارتقاء عملکرد تهیه و به دقت بمورد اجرا گذاشته شود.

دانشگاه علوم پزشکی تهران

شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

شرح خدمات ارتقای تصفیه خانه های فاضلاب

مرداد ۱۳۸۷

اهمیت موضوع

در حال حاضر حدود۱۰۰ تصفیه خانه فاضلاب شهری در حال بهره برداری در کشور وجود دارد که بیش از ۳۰ در صد جمعیت شهری کشور یعنی بیش از ۱۴،۰۰۰،۰۰۰ نفرراتحت پوشش قرارمی دهند. برای این تعداد تصفیه خانه بر اساس هزینه های فعلی بالغ بر ۵×۱۰^{۱۲} ریال سرمایه گذاری شده است.

این تصفیه خانه ها از نظر فرآیند و تکنولوژی مورد استفاده از سیستم ساده برکه تثبیت تا لجن فعال متغیر است و قدمت بعضی از آن ها به بیش از ۳۰ سال می رسد ولی بیش از ۸۰٪ آن ها در ۱۲ سال گذشته به بهره برداری رسیده اند. اکثر قریب به اتفاق تصفیه خانه های فاضلاب موجود کشور برای حذف آلاینده های متداول شامل BOD_5،TSS و پاتوژن ها طراحی شده است و از نظر روش های کنترل و بهره برداری تنوع زیادی در بین تصفیه خانه ها وجود دارد و از کنترل ساده دستی تا کنترل خودکار متفاوت است.

از آنجا که در زمان طراحی و ساخت تصفیه خانه های موجود اطلاعات جامع و دقیق مربوط به کمیت و کیفیت فاضلاب، رشد جمعیت، کیفیت و کمیت فاضلاب های صنعتی و تاثیر شرایط آب و هوایی بر عملکرد تصفیه خانه وجود نداشته است و تجربه و دانش اکثر مشاورین این رشته و پیمانکاران و بهره برداران در مراحل ابتدایی قرار داشته است، بطور طبیعی مشکلاتی در زمینه عملکرد تصفیه خانه های فاضلاب بروز نموده است. اکنون پس از قریب دو دهه تلاش سازنده و ارزشمند دراین زمینه، ضرورت بهینه سازی و ارتقاء عملکرد تصفیه خانه های فاضلاب کشور احساس می شود و به نظر می رسد زمان آن فرا رسیده است تا با ارتقای تصفیه خانه های فاضلاب موجود، ظرفیت کمی آنها را بهبود بخشید و از نظر کیفیت نیز به استانداردهای ملی کیفیت پساب خروجی دست یافت و این سرمایه عظیم ملی را با نیازهای روز کنترل آلودگی های زیست محیطی منطبق نمود و در مواردی که ممکن است هزینه های بهره برداری را کاهش داد.

ارتقاء عملکرد یک تصفیه خانه موجود، موضوع جدیدی نیست و سابقه اجرائی آن در خارج از کشور طولانی می‌باشد. اولین راهنمای ارائه شده برای عملیات ارتقاء، توسط سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا در سال ۱۹۷۱ منتشر گردید. پس از به کارگیری گسترده این راهنما و ابداع فن‌آوری‌های جدیدتر، چاپ بعدی این راهنما در سال ۱۹۷۴ ارایه شد. طی دهه‌های هشتاد و نود قرن بیستم که پیشرفت‌های بسیاری در زمینه تصفیه فاضلاب

صورت گرفت، ارتقاء به عنوان یک راه حل مناسب برای بهبود وضع کیفی تصفیه خانه‌ها شناخته شد و روز به روز توسعه یافت.

در سال ۱۹۸۰ سازمان حفاظت محیط زیست امریکا در گزارشی با عنوان "ارزیابی عوامل نگهداری و بهره برداری محدودکننده عملکرد تصفیه خانه های فاضلاب شهری ـ فاز دو" خاطرنشان کرد که بسیاری از تصفیه خانه های فاضلاب این کشور انتظارات طراحی و استانداردهای ملی را تامین نمی کنند و به همین دلیل یک پروژه تحقیقاتی برای تشخیص تعیین مقدار و رتبه بندی علل این عملکرد ضعیف توسط ارزیابی جامع ۵۰ تصفیه خانه در ۹ ایالت غربی ایالت متحده انجام شد. بالاترین علت در رتبه بندی علل محدودیت عملکرد تصفیه خانه های فاضلاب، ناتوانی کارکنان تصفیه خانه در بهینه سازی کنترل فرآیند و عملکرد تسهیلات موجود می باشد و در مرحله بعد نقایص طراحی می باشد. همچنین این گزارش خاطر نشان می سازد که عملکرد هر تصفیه خانه توسط ترکیبی از مسائل تحت تاثیر قرار می گیرد که تعیین و بر طرف کردن آن مستلزم توجه اختصاصی است. برنامه اصلاحی ترکیبی[۷] برای بهبود عملکرد تسهیلات موجود در چند تصفیه خانه انجام شده است. زمینه های ارزیابی ویژه شامل طراحی هواده و ته نشینی، تولید لجن در تصفیه خانه های لجن فعال، بهره برداری از هاضم های هوازی لجن، مواد استفاده شده در تصفیه خانه فاضلاب، وظیفه و زمان بهره بردار قبل و بعد از CCP و اثرات مواد سمی بر روی تسهیلات تصفیه ای که خوب بهره برداری می شده است، بوده است.

در گزارشی که درژوئن سال ۱۹۷۹ با عنوان " ارزیابی عوامل نگهداری و بهره برداری محدودکننده عملکرد تصفیه خانه های فاضلاب شهری" توسط EPA منتشر شده است چنین آمده است:" تعداد قابل توجهی از تصفیه خانه های فاضلاب که با بودجه ملی ساخته شده است استانداردهای ملی را تامین نمیکند. تاکید این تحقیق روی تشخیص، تعیین مقدار و رتبه بندی این عملکرد ضعیف بوده است. اهداف تحقیق با انجام ارزیابی جامع در ۳۰ تصفیه خانه انجام شده است. دو فاکتوری که مرتبه بالایی بدست آورد عدم کاربرد مفاهیم و نبود درک درست از تصفیه فاضلاب توسط بهره برداران بوده است. بسیاری از بهره برداران آموزش ندیده که فاقد درک درست از

[7] Composit Corrective Program

تصفیه فاضلاب بودند یا حتی بهره برداران آموزش دیده ای که مفاهیم بهره برداری را در کنترل فرآیند بکار نگرفته اند، عامل این عدم موفقیت شناخته شده اند.

سومین دلیلی که مشخص شد، راهنمای فنی ناکافی توسط مراجع مسئول است که به طور گسترده ای بر توانایی بهره برداری کارکنان تصفیه خانه اثر گذاشته است. همچنین عوامل متعددی به طراحی ناصحیح تصفیه خانه و انتخاب فن اوری غیر مناسب و عدم مرغوبیت تجهیزات و مواد بکار رفته مربوط می شود.

درگزارش دیگری که با عنوان " ارزیابی عوامل نگهداری و بهره برداری محدودکننده عملکرد تصفیه خانه های فاضلاب شهری" در جولای سال ۱۹۷۹ منتشر شد هدف از انجام تحقیق را ارزیابی برنامه های بهره برداری و نگهداری تصفیه خانه های بیولوژیکی فاضلاب شهری و تعیین نقایص طراحی، بهره برداری، نگهداری و اداری موثر در بهره برداری، و تعیین اینکه چگونه می توان بر این نقایص غالب شد، و تصفیه خانه را ارتقاء داد تا استانداردها را تامین نماید ذکر می کند. نتیجه گیری این گزارش ۱۰ مورد که بالاترین تاثیر را بر عملکرد تصفیه خانه دارد بشرح ذیل ذکر می کند:

–عدم کاربرد مفاهیم تصفیه و کاربرد آن در کنترل فرآیند

–آبهای نفوذی و نشتاب به داخل شبکه

–روش نامناسب کنترل فرآیند

–عدم کفایت راهنمای نگهداری و بهره برداری

–بارفاضلاب های صنعتی

–آموزش ناکافی بهره برداران

–بار هیدرولیکی

–درک نادرست مفاهیم تصفیه در بین کارکنان بهره برداری

–عدم قابلیت کنترل فرآیند

–توجه ناکافی به تصفیه لجن

در ادامه تعدادی از تصفیه‌خانه‌های موجود در دنیا که جهت ارتقاء مورد مطالعه قرار گرفته و روش ارتقاء آن‌ها، ذکر می‌شود:

ـ ارتقاء عملکرد تصفیه خانه فاضلاب کولومبوس[8] با استفاده از روس SBR به منظور تأمین تصفیه پیشرفته موردنیاز(۲).

ـ ارتقاء عملکرد بزرگترین تصفیه خانه فاضلاب اروپای شمالی در کوپنهاک[9] به منظور حذف مواد مغذی از پساب(۳).

ـ ارتقاء عملکرد تصفیه خانه فاضلاب استولبرگ[10] با استفاده از فرآیند AB برای حذف مؤثر فسفر و نیتروژن از پساب(۴).

ـ ارتقاء عملکرد تصفیه خانه فاضلاب در شهر فردریشیا[11] کشور دانمارک با استفاده از پیش دنیتریفیکاسیون و فرآیند جذب زیستی به منظور حذف مؤثر نیتروژن(۵).

ـ ارتقاء عملکرد یک برکه تثبیت فاضلاب در آلاباما[12] (آمریکا) با استفاده از کشت گیاه سمبل آبی(۶).

ـ ارتقاء عملکرد تصفیه خانه فاضلاب کانپور[13] کشور هند به منظور افزایش ظرفیت هیدرولیکی(۷).

ـ ارتقاء عملکرد تصفیه خانه فاضلاب استوکهولم[14] به منظور تأمین تصفیه دقیق‌تر و رعایت استانداردهای جدید تخلیه پساب(۸).

ـ ارتقاء عملکرد تصفیه خانه فاضلاب بنی سوئف[15] کشور مصر به منظور مقابله با بار بیش از حد ورودی (۹).

ـ ارتقاء عملکرد یک تصفیه خانه فاضلاب در اتریش جهت مقابله با تغییرات زیاد جریان ورودی (۱۰).

در دهه ۱۹۸۰ و اواخر دهه ۱۹۹۰ بهینه سازی تصفیه خانه های فاضلاب به عنوان یک راه هزینه اثر بخش به منظور دستیابی به عملکرد بهتر و کاهش هزینه ها و امکان استفاده حداکثر از تاسیسات در دست بهره برداری توجهات را

[8] Columbus
[9] Copenhagen
[10] Stolberg
[11] Fredericia
[12] Alabama
[13] Kanpur
[14] Stockholm
[15] Benisuef

به سوی خود جلب نمود . اولین تلاش ها در خصوص بهینه سازی در تصفیه خانه های فاضلاب زمانی در ایالات متحده آمریکا آغاز شد که مهندسین متوجه شدند که هزینه های سرمایه گذاری بالایی در تصفیه خانه فاضلاب انجام شده است، اما با این وجود این تاسیسات انتظارات را برآورده نمی نمایند . به این منظور برنامه اصلاحی مرکب [۱۶] (CCP) برای شناسایی دلایل اصلی عملکرد ضعیف این تصفیه خانه ها توسط فدراسیون کنترل آلودگی آب در سال ۱۹۸۵ طراحی شد.

افزایش بهای انرژی در دهه ۱۹۸۰ سبب شد که صرفه جویی در مصرف انرژی در تصفیه خانه فاضلاب در روش های بهینه سازی بیشتر مورد توجه قرار گیرد. ممیزی فرآیند که بر اساس کار انجام یافته در تصفیه خانه تیل سان برگ در انتاریو کانادا انجام گرفت، در وهله نخست به عنوان راهکاری برای کاهش انرژی فرآیند در این تاسیسات مورد استفاده قرار گرفت. تجربیات نشان داد که ممیزی فرآیند را همچنین می توان برای ارزیابی ظرفیت تصفیه خانه و شناسایی ظرفیت های اضافی تصفیه خانه در مدار بهره برداری با هزینه سرمایه گذاری اندک به کار برد.

مطالعات موردی نشان می دهند که صرفه جویی های عمده ای در هزینه های بهره برداری و سرمایه گذاری در نتیجه بهینه سازی تصفیه خانه های فاضلاب انجام شده است. دراواسط دهه ۱۹۹۰بهینه سازی تصفیه خانه های فاضلاب در آمریکا یک اقدام کاملا تعریف شده بود. به طوریکه هم اکنون در بسیاری از ایالات آمریکا، بهینه سازی تاسیسات در دست بهره برداری پیش نیاز دریافت اعتبار برای توسعه تاسیسات می باشد.

اهداف ویژه از بهینه سازی تاسیسات فاضلاب را می توان شامل موارد زیر دانست:

ـ بهبود عملکرد، قابلیت اصمینان، انعطاف پذیری و راندمان تصفیه خانه

ـ کاهش هزینه های سرمایه گذاری توسعه و ارتقاء ظرفیت

ـکاهش هزینه های راهبری مربوط به مصرف انرژی، مواد شیمیایی و نیروی انسانی

ـ بهبود فعالیت های بهره برداری

[16] Composite Correction Program (CCP)

در مجموع تصفیه خانه های فاضلاب در کشور ما نیز تا حدود زیادی از مشکلاتی مشابه آنچه در بالا به آن اشاره شد متاثر است و مطالعه جامعی که در سال های ۸۵ و ۸۶ انجام شده است موید این موضوع است. بنابراین ضروری است در هر تصفیه خانه ابتدا فرایند بهینه سازی ودر مرحله بعد فرایند ارتقاء مورد توجه جدی مدیران محترم قرار گیرد. و فعالیت های توسعه ای را در مرحله بعد انجام دهند از انجا که موضوع این نوشته ارتقاء عملکرد تصفیه خانه های فاضلاب است توجه شرکت های آب و فاضلاب را به پیوست الف این نوشته در زمینه بهینه سازی تصفیه خانه های فاضلاب جلب می نماییم.

۱ـ اهداف ارتقاء

برای ارتقای یک تصفیه فاضلاب یا مطالعه مهندسی آن (اولین بخش فرآیند ارتقای تأسیسات) ارزیابی شرایط موجود و آتی سیستم (تأسیسات تصفیه) و نیز اصلاحات مورد نیاز پیشنهاد شده از اهداف اصلی محسوب می گردد. طرح ارتقای تصفیه خانه و گزارش مهندسی به عنوان پایه‌ای برای گزینه طراحی و ساخت مورد استفاده قرار می‌گیرد. این گزارش ارزیابی مشروحی از راه‌حل های مختلف حل یک مشکل یا نگرانی شرکت آب و فاضلاب و یا سازمان های نظارتی می‌باشد. دلایل ارزیابی تأسیسات ممکن است، متغیر باشد. این ارزیابی ممکن است تنها شامل افزایش ظرفیت بعلت رشد جمعیت، تغییر در استانداردهای خروجی بعلت تغییرات کیفیت آب، آب‌های پذیرنده یا ارزیابی تأسیسات توسط بهره‌بردار به منظور بهبود عملکرد تصفیه‌خانه باشد و یا اینکه ارزیابی می‌تواند به دلایل مختلف دیگری انجام گیرد. در هر طرح ارتقاء باید اهداف ارتقاء بصورت روشن بیان شود و شاخص های دستیابی به این اهداف مشخص شود. بعنوان مثال اهداف برنامه ارتقاء می تواند شامل بخشی یا همه موارد زیر باشد:

ـ افزایش ظرفیت تاسیسات در مدار بهره برداری با هزینه سرمایه گذاری کمتری نسبت به هزینه سرمایه گذاری توسعه ای (شاخص: افزایش ظرفیت تاسیسات به میزان ۳۰٪ با حفظ استانداردهای خروجی).

ـ بهبود عملکرد فرایند بدون آنکه هزینه سرمایه گذاری عمده ای در ارتباط با ارتقای ظرفیت انجام گیرد (شاخص: کاهش کلیفرم مدفوعی به میزان Log ۲ بدون استفاده از مواد شیمیایی و تنها با اصلاح نحوه آرایش یا ایجاد موانع در برکه تکمیلی).

ـ کاهش هزینه های بهره برداری از طریق استفاده ی کارآمدتر از انرژی، تجهیزات، مواد شیمیایی و نیروی انسانی (شاخص: کاهش ۲۰٪ از مصرف انرژی بر حسب Kwh بازای هر کیلوگرم COD حذف شده یا کاهش درصد معینی از هزینه ی کل بهره برداری)

ـ بهبود عملکرد تصفیه خانه بمنظور حذف ازت و فسفر، در صورت تصویب استانداردهای ملی در این زمینه (شاخص: رسیدن ازت و فسفر خروجی از تصفیه خانه به غلظت استاندارد)

تذکر این نکته ضروری است که اهداف و شاخص های ذکر شده صرفاً بعنوان مثال و رهنمود ذکر شده است و هر مشاور و کارفرمایی باید بطور اختصاصی اهداف ارتقاء تصفیه خانه مورد مطالعه را تعریف کرده و برای آن شاخص های قابل اندازه گیری تعریف نمایند. لازم است برای هر یک از اهداف ارتقاء چندین شاخص قابل اندازه گیری تعریف شود تا بتوان بر اساس آن دستیابی به اهداف ارتقاء را ارزیابی نمود.مشاور یا پیمانکار منتخب باید مطالعه کاملی را بمنظور شناسایی دلایل اصلی احتمالی عملکرد نامطلوب تصفیه خانه با روش CCP انجام دهند تا مشخص شود چه میزان از اهداف مورد نظر از طریق بهینه سازی تصفیه خانه فاضلاب قابل دستیابی است و دستیابی به چه اهدافی نیاز به اجرای طرح ارتقاء دارد؟

۲ـ دامنه خدمات[۱۷]

دامنه خدمات با توجه به وسعت نیازمندی‌های ویژه پروژه و فاز کاری (یعنی مطالعه، طراحی، ساخت، سازمانی و خدمات صحرایی) متغیر خواهد بود. طرح پیشنهادی مشاور بایستی به یک سری وظایف منطقی تفکیک گردد. همچنین این طرح بایستی خدمات"پایه[۱۸] و اضافی"[۱۹] مورد نیاز جهت تکمیل پروژه را معرفی نماید.

[17] Scope of Services
[18] Basic Services
[19] Additional Services

خدمات پایه شامل مواردی هستند که بطور مستقیم با مهمترین بخش‌های مهندسی در ارتباط بوده و برای آنها دامنه کار و سطح فعالیت‌ها بطور مشخصی تعریف شده‌اند. خدمات پایه بطور معمول شامل فعالیت‌های در زمینه‌های فنی از قبیل ساختمانی، معماری، فرآیند، طراحی، تهویه، لوله‌کشی و برق می‌باشند. خدمات اضافی بطور معمول عبارتند از فعالیت‌هایی که بطور واضح در آغاز پروژه تعریف نشده اند. خدمات اضافی اغلب شامل نقشه‌برداری، بررسی‌های زیرسطحی و ارزیابی‌های ژئوتکنیک، اخذ مجوزها، مدیریت بودجه، برنامه‌های مشارکت عمومی و نظارت ساختمانی و اجرا می‌باشند.

مهندس مشاور یا پیمانکارطرح ارتقاء عملکرد تصفیه خانه های فاضلاب بایستی کیفیت سازه های بتنی موجود را بررسی وامکان استفاده مناسب از آن ها را درطرح ارتقاء بطور کامل مورد مطالعه قرار دهد.

شرایط محیط سازه ، عملکرد نامناسب پیمانکار متصدی کار ، رطوبت بالا ، وجود آبهای زیر زمینی نزدیک به سطح، مواد به کار رفته در بتن و غلظت کلریدها و سولفاتهاو مکانیسم های فیزیکی ممکن است باعث فرسودگی و تخریب سازه های بتنی تصفیه خانه شده باشد.مهمتریت علل بالقوه فرسودگی و تخریب سازه های بتنی که با ید مورد مطالعه قرار گیرد بشرح ذیل است:"

۱- نفوذ نمکها (INGRESS OF SALTS)

۲- اشتباهات طراحی (SPECIFICATION ERRORS)

۳- اشتباهات اجرایی (CONSTRUCTION ERRORS)

٤- حملات کلرید (CHLORIDE ATTACK)

٥- حملات سولفات (SULPHATE ATTACK)

٦- حریق (FIRE)

۷- عمل یخ زدگی (FROST ACTION)

۸- نمکهای ذوب یخ (DE-ICING SALTS)

۹- عکس العمل قلیایی سنگدانه ها (ALKALI-AGGREGATE REACTION)

۱۰- کربناسیون (CARBONATION)

۱۱- علل دیگر (OTHER CAUSES)

عملکرد سازه های خاکی تصفیه خانه نیز در طی دوران ساخت و بهره برداری باید مورد مطالعه و ارزیابی قرار گیرد وبا پیش بینی های طراحی مورد مقایسه قرار گیرد. تا در صورت مشاهده رفتار غیرعادی که می تواند نمایانگر مشکلات بالقوه باشدنسبت به انجام اقدامات علاج بخش در طرح ارتقاء، تمهیدات لازم در نظر گرفته شود. همچنین مهندس مشاور یا پیمانکارطرح ارتقاء عملکرد تصفیه خانه های فاضلاب بایستی کیفیت و عملکرد سیستم های برقی ـ مکانیکی موجود را بررسی وامکان استفاده مناسب از آن ها را درطرح ارتقاء بطور کامل مورد مطالعه قرار دهد.

۳ـ توسعه طرح ارتقای تأسیسات[۲۰]

اولین مرحله در آماده‌سازی طرح ارتقای تأسیسات، ارزیابی انتظارات تمام ذینفعان پروژه می‌باشد. که[۲۱] شامل کارکنان کارفرما، سازمان های نظارتی، قانونگذاران، شهروندان ساکن اطراف تأسیسات، گروه‌های طرفدار محیط زیست، نمایندگان سازمان‌های برنامه‌ریز و گروه‌های متأثر از تأسیسات پیشنهادی می‌باشند. افراد ذینفع باید از همان ابتدای پروژه، برای شرکت در فرآیند برنامه‌ریزی دعوت شوند. حضور پرسنل تأسیسات در مراحل اولیه در فرآیند برنامه‌ریزی به منظور بهره‌گیری از دانش آنان در چگونگی راهبری تأسیسات بسیار حائز اهمیت است. دعوت از ذینفعان پروژه سبب می‌شود که کارفرما تمام نیازهای افراد ذینفع را شناسایی کند.

اگر چه طرح‌های ارتقای تصفیه خانه فاضلاب ممکن است از لحاظ دامنه و طول متفاوت باشند، اما تمام آن‌ها بایستی مراحل اساسی زیر را شامل شوند:

۱- ارزیابی شرایط کنونی (جریان‌ها، بارها و تأسیسات تصفیه)

[20] Developing the facility plan
[21] Stakeholders

۲- ارزیابی شرایط در آینده (جریان‌ها، بارها، نیازمندی‌ها، الزامات قانونی تخلیه پساب و لجن و محدودیت‌ها)

۳- ارزیابی الزامات تصفیه فاضلاب و لجن

۴- شناسایی و ارزیابی گزینه‌ها (تعیین معیارهای ارزیابی، شناسایی گزینه‌ها و ارزیابی گزینه‌ها)

۵- انتخاب گزینه نهایی

۶- ارائه طرح اجرایی برای گزینه نهایی

۷- آماده نمودن برنامه اجرا

۸- تهیه برنامه مدیریت زیست محیطی (EMP)

۳ـ۱ـ ارزیابی شرایط کنونی

یکی از اجزای کلیدی طرح ارتقای تأسیسات موجود، ارزیابی دقیق تصفیه‌خانه موجود می‌باشد. به منظور تعیین وضعیت موجود تأسیسات، ،هیدرولیک تصفیه‌خانه، بار آلی، عمر مفید، نیازمندی‌های نوسازی و چگونگی ارتقاء و یا بهینه سازی واحدهای تصفیه، باید تأسیسات موجود بازرسی و ارزیابی شوند. گرچه تجهیزات موجود ممکن است گزینه مناسبی برای طراح یا کارفرما نباشد، اما ممکن است اصلاح تجهیزات موجود به صورتیکه کاملاً با طرح جدید تناسب داشته باشند باعث صرفه‌جویی قابل ملاحظه‌ای در مقایسه با گزینه‌ای که می‌خواهیم آن‌ها را با تجهیزات جدید جایگزین کنیم، گردد. بعنوان مثال در یک طرح ارتقای تصفیه خانه که بمنظور کاهش هزینه انرژی انجام می شود ممکن است هواده های سطحی که بخش عمده عمر مفید خود را سپری کرده اند، در ارزیابی اولیه حذف شوندولی پمپ ها تزریق کننده ها و لجن روب ها تا پایان عمر مفید خود در طرح ارتقاء بکار گرفته شوند.

در زمینه بار های هیدرولیکی و آلی تصفیه خانه های فاضلاب باید از داده های حداقل سه سال آخر منتهی به زمان تهیه طرح ارتقاء استفاده شود. این داده ها پس از تحلیل آماری مناسب می تواند تکیه کاه خوبی برای طرح ارتقاء باشدبنابر این اکیدا توصیه می شود در مرحله تهیه طرح ارتقاء، اطلاعات کمی و کیفی مستند موجود مبنای تهیه طرح ارتقاء قرار گیرد و از بکار گیری مبانی کمی و کیفی فرضی خوداری شود.

ارزیابی کامل تأسیسات موجود بسیار ضروری است. علاوه بر موارد ذکر شده پیشنهاد می‌شود که مشاور مبانی اولیه طراحی و پارامترهای بهره‌برداری را برای تأسیسات موجود یا توسعه بعدی، بدست آورد. این امر ممکن است نیازمند این باشد که سوابق و داده‌های گذشته کارفرما مورد بررسی قرار گیرد و یااطلاعات مورد نیاز از سازمان‌های مرتبط گرفته شود. چون الزامات قانونی و بسیاری از قوانین هرچند سال یکبار ممکن است تغییر کند، بنابراین آگاهی از معیارهای و پارامترهای طراحی تأسیسات اولیه بسیار اهمیت دارد. این اطلاعات می‌تواند پایه مناسبی برای شناخت و توضیح نواقص موجود، فرآیندهای خاص یا اجزای تصفیه در اختیار گذارد. برای مثال در گذشته اکثر تصفیه‌خانه‌های فاضلاب برای حذف ازت و فسفر طراحی نشده‌اند. تشخیص این امر از روی طراحی اولیه می‌تواند بیان کننده علت پایین بودن ظرفیت هوادهی باشد.

استفاده از سازه‌های موجود می‌تواند هزینه‌ها را تا حدود زیادی کاهش داد. مخازن بتنی نمونه‌های مناسبی از سازه‌هایی هستند که می‌توان با انجام یکسری اصلاحات، از آنها برای اهداف دیگر استفاده نمود. هاضم‌ها را می‌توان به تغلیظ‌کننده‌ها، مخازن ذخیره یا تانک‌های هوادهی تبدیل نمود. تانک‌های هوادهی را می‌توان به مخازن ته‌نشینی تبدیل نمود.

برق و دیگر خدمات و سیستم‌های داخلی از قبیل واحد هوای فشرده باید مورد ارزیابی قرارگیرد، تا مشخص گردد آیا واحدهای موجود برای تأمین نیازهای مورد نظر و دستیابی به استانداردهای جدید کافی می‌باشند؟ اطلاعات کافی در خصوص انرژی (برق) مورد نیاز تصفیه‌خانه باید جمع‌آوری گردد تا مشخص شود آیا منبع انرژی فعلی برای نیازهای توسعه کافی است و یا دو منبع مجزای انرژی خارجی برای ارتقاء مورد نیاز است و آیا تأسیسات نیاز به یک ژنراتور رزرو مجزا خواهد داشت.

به منظور تهیه تصویری واقعی از قابلیت‌های هیدرولیکی تأسیسات موجود، تحلیل پروفیل هیدرولیکی بعنوان یک مطالعه مکمل برای موازنه سیال، باید برای پمپاژ و بخصوص کانال‌های روباز انجام گیرد. برای اطمینان از اینکه تمام تأسیسات بطور مناسبی بر پایه‌ی داده‌های یکسانی هستند، بایستی رقوم ارتفاعی تمام نقاط شامل نقاط کنترل هیدرولیکی (سرریزها، Vnochها، نقاط فوقانی کانالها) مورد بررسی قرارگیرند. زمانی که پروفیل هیدرولیکی

تهیه گردید بایستی رقوم انتخاب شده آب در جریان‌های مشخص(بعنوان مثال جریان های حداقل، متوسط وحداکثرروزانه ساعتی و لحظه ای به تناسب) مورد بررسی قرار گیرد.

سازه‌های موجود در صورتی که بخشی از طرح ارتقاء نباشند را می توان بصورت رزرو نگهداری نمود. اطمینان از اینکه تجهیزات نوسازی شده کاملاً با تأسیسات جدید تناسب داشته باشد بسیار حائز اهمیت است.

در ارزیابی تجهیزات موجود باید شرایط کنونی راندمان تصفیه، الزامات نوسازی و عمر باقی مانده پس از بازسازی مدنظر قرار گیرد، تفاوت هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری بین تجهیزات جدید و بازسازی شده نیز باید تعیین گردد. در برخی موارد یک فاصله زمانی پنج ساله و یا بیشتر مابین زمان طراحی تأسیسات تا آغاز ساخت وجود دارد. بنابراین اهمیت دارد که در ارزیابی این فاصله ۵ سال در نظر گرفته شود. در چنین مواردی بهتر است که تجهیزات موجود موردارزیابی قرارگیرند و در صورت امکان بازسازی شده تا در این فاصله زمانی مورد استفاده قرارگیرند.

می‌بایست به منابع، صحت و روش‌های مناسب برای جمع‌آوری داده‌ها توجه زیادی نمود. همچنین چگونگی استفاده از این داده‌ها باید مورد توجه قرار گیرد. در بسیاری از موارد دستیابی به کاتالوگ ها و ویژگی های عملکردی تجهیزات موجود عملا غیر ممکن است . در اینگونه موارد باید از اندازه گیری های کارگاهی توام با روش های معتبر نظری برای این منظور کمک گرفت.

۳ـ۲ـ ارزیابی شرایط آینده

یکی از مشکل‌ترین کارها پیش‌بینی جریان‌ها و بارهای ورودی تصفیه‌خانه در آینده است. با اینکه به اعتقاد بسیاری این پیش‌بینی کار چندان سختی نیست، اما عوامل زیادی می‌تواند بر روی آن اثرگذار باشد و بررسی کامل تمام این موارد ضروری است. برخی از این موارد عبارتنداز:

- داده‌های گذشته جریان ورودی چقدر قابل اعتماد هستند؟
- چگونه می‌توان رشد جمعیت را با دقت پیش‌بینی نمود؟
- پیش‌بینی رشد صنعتی و تجاری به ویژه در صورت تغییرات اقتصادی چگونه است ؟

- تأثیر برنامه پیش تصفیه مشترکین صنعتی چگونه است ؟

- تا چه اندازه‌ای حفاظت و صرفه‌جویی از آب انجام می‌شود و این امر چگونه بر دبی جریان و شدت آلودگی فاضلاب اثر می گذارد؟

- میزان نشتاب و آّب نفوذی در آینده چگونه برآورد می گردد؟

- تغییر در کاربری زمین یا تراکم واحدهای مسکونی چگونه مدنظر قرار می گیرد؟

- آیا برنامه‌های بازیافت آب که باعث کاهش میزان دبی و شدت آلودگی فاضلاب می گردد، وجود دارد؟

- سوابق مربوط به دبی جریان تا چه حد دقیق می‌باشند؟

- آیا پسآب مورد استفاده مجدد قرار خواهد گرفت؟ با توجه به استفاده مورد نظر ازپساب چه کیفیتی برای پساب ضروری است؟

- چگونه دبی روزانه، هفتگی، ماهانه، فصلی و سایر تغییرات دبی و آلودگی فاضلاب ارزیابی خواهد شد؟

۳ـ۳ـ ارزیابی الزامات تصفیه

الزامات قانونی، حدودی را که تأسیسات ارتقاء یافته در زمان حاضر و در آینده به آن نیاز خواهد داشت، تعیین می‌نماید. الزامات قانونی معمولاً غلظت ها یا بارهای خروجی مجاز را برای پارامترهایی از قبیل BOD_5، TSS، آمونیاک، نیتروژن کل، فسفر و فلزات سمی تعیین می کند. همچنین حداکثر میزان جریانی که بایستی تصفیه گردد و راندمان حذف TSS و BOD_5 را نیز مشخص می کنند. شاخص‌های بیماری‌زا، اکسیژن محلول و کلر باقی‌مانده نیز ممکن است در این الزامات لحاظ گردند.

الزامات روش‌های تصفیه و دفع لجن نیز باید مورد بررسی قرار گیرد. بررسی اینکه لجن تولید شده باید استاندارد خاصی (برای مثال کلاس‌های A یا B ، EPA) را رعایت کند یکی از مواردی است که باید به خوبی ارزیابی گردد.

یکی از نگرانی‌های اصلی در تصفیه خانه های فاضلاب مسئله بو می‌باشد. این مسئله امروزه توجه بیشتری را به خود اختصاص داده است چرا که اکثر این تأسیسات در ابتدا در مکانهایی دور از مناطق مسکونی ساخته شده‌اند

اما اکنون به دلیل توسعه شهری، مناطق مسکونی در حوالی آنها بوجود آمده است. تصفیه‌خانه‌های فاضلاب دارای بوهای آزار دهنده ای می‌باشند. لذا توجه به بو و روش‌های کنترل آن بسیار حائز اهمیت می‌باشد.

در صورتی که فرآیندهای حرارتی از قبیل سوزاندن یا خشک کردن حرارتی برای لجن مدنظر باشد، بایستی استانداردهای گازهای خروجی نیز مورد توجه قرار گیرد. برای جلوگیری از انتشار مواد آلی فرار و بوهای بد نیاز به نصب تجهیزات کنترل آلودگی هوا می‌باشد تا از این طریق استانداردهای هوای پاک قابل دستیابی باشد.

۳ـ۴ـ شناسایی و ارزیابی گزینه‌ها

۳ـ۴ـ۱ـ شناسایی گزینه‌ها

در طرح ارتقاء تأسیسات باید تمام گزینه‌های تصفیه موجود مورد بررسی قرار گیرد. تکنولوژی‌های جدید باید از این جهت که آیا آنها باعث صرفه‌جویی مهمی خواهند شد و یا تنها دارای ویژگی منحصر به فردی هستند که با نیازهای تأسیسات منطبق می‌باشد، مورد بررسی قرار گیرند. در صورتی که صرفه‌جویی اقتصادی مهمتر از خطرات باشد، کارآیی فرآیند جدید به صورت پایلوت مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در مواردی که فرآیندهای جدید برای ارتقا پیشنهاد می‌گردند، طرح ارتقای تأسیسات، باید فرآیندهایی را که دارای سابقه بهره‌برداری تأیید شده هستند را مورد توجه قراردهد. برای کاهش هزینه‌ها می‌توان تجهیزات موجود را اصلاح و بازسازی نمود.

گزینه‌های تصفیه فاضلاب باید از نظر تأثیر بر روش‌های فرآوری لجن مورد بررسی قرار گیرند. برای مثال فرآیند بیولوژیکی حذف فسفر ممکن است تحت تأثیر هضم بی‌هوازی لجن قرار بگیرد. بنابراین در ارزیابی روش‌های مدیریت جامدات، باید اثرات جانبی آنها بر جریان‌های مایع جانبی بخصوص تغییرات مؤثر بر کمیت و کیفیت جریان برگشتی، مدنظر قرار گیرد.

در ارزیابی گزینه‌ها می‌بایست مکان‌های دیگر و پتانسیل انتقال جریان‌ها و مواد باقیمانده از فرآیند به جایگاه دیگر برای فرآوری بیشتر مورد بررسی قرار گیرد. برای مثال فرآوری لجن در مکانی دور از تصفیه‌خانه ممکن است اثر بر مناطق اطراف را به حداقل رسانده و رفت و آمد کامیون‌های حامل لجن مزاحمتی برای ساکنین اطراف ایجاد

نکند. تجربه نشان داده است که در بسیاری از موارد بهره برداری متمرکز از لحاظ هزینه/ اثربخشی بسیار مناسب‌تر از بهره‌برداری غیرمتمرکز است (مانند خدمات آزمایشگاهی و آبگیری از لجن). برای هر روش (گزینه) می‌بایست تخمینی از فضای مورد نیاز، هزینه سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری و نگهداری صورت گیرد. قبل از ارزیابی گزینه‌های مختلف می‌بایست در دسترس بودن زمین و محدودیت‌های منطقه‌ای برای تأسیسات خارج از خط، مورد توجه قرار گیرد. علاوه بر این فهرستی از عوامل زیست محیطی و غیرپولی[۲۲] نیز تهیه گردد.

شبیه‌سازی عملکرد مورد انتظار تصفیه‌خانه بایستی از طریق سوابق عملکرد تصفیه‌خانه موجود، داده‌های بهره‌برداری حاصل از تأسیسات مشابه، مطالعات پایلوت یا مدل‌های کالیبره شده صورت گیرد. برای مثال برای تصفیه بیولوژیکی برنامه‌های کامپیوتری شبیه‌سازی فاضلاب راه مناسبی از مقایسه گزینه‌های فرآیندهای ارتقا می‌باشد.

۳ـ۴ـ۲ـ ارزیابی گزینه‌ها

در کارگاهی که تمام افراد ذینفع حضور داشته باشند، ارزیابی گزینه به بهترین نحو انجام می‌گیرد. در شکل ۱، روند معمولی ارزیابی گزینه‌ها بیان گردیده است. اطلاعات پایه باید قبل از جلسه در اختیار شرکت‌کنندگان قرار گیرد. افراد ذینفع شامل کارکنان طراحی و بهره‌برداری کارفرما، نماینده سازمان‌های قانونگذار، ساکنین محلی و مهندسین طراح تأسیسات می‌باشند. مزایا و معایب هر گزینه می‌بایست توسط طراح بوضوح بیان و به افراد مسئول ارائه گردد. به منظور اطمینان از اینکه تمامی جنبه‌های مهم مدنظر قرار گرفته‌اند، معیارهای ارزیابی و فاکتورهای رتبه‌بندی باید در ابتدای جلسه توسط مهندس طراح تشریح گردد.

انتخاب مناسب‌ترین و هزینه اثربخش‌ترین فرآیند تصفیه نیازمند آگاهی از مکانیسم حذف از طریق هر فرآیند یا عملیات واحد، قابلیت راهبری و اثرات زیست محیطی آن است. روند معمول انتخاب ممکن است شامل مراحل زیر باشد:

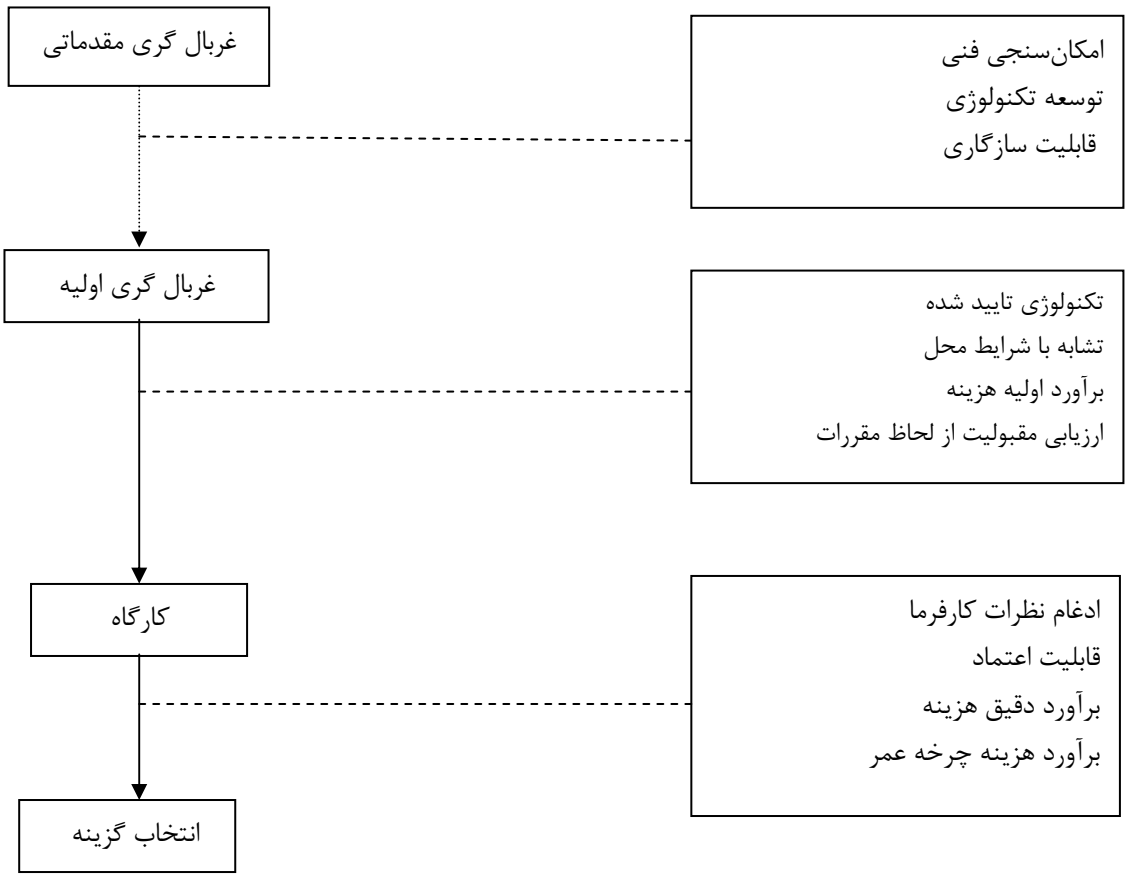
۱- شناسایی گزینه‌ها

[22] Nonmonetary

۲- غربالگری اولیه گزینه‌ها

۳- ارزیابی دقیق گزینه‌های فهرست شده

۴- انتخاب مناسب‌ترین گزینه



شکل ۱ نموگرام نمونه‌وار برای ارزیابی گزینه‌های تصفیه

۳ـ۴ـ۲ـ۱ـ شناسایی گزینه‌ها

اولین کار بررسی گزینه‌های ارائه شده فرآیند در طرح ارتقای تأسیسات و اصلاح فهرست ارائه شده بر اساس اطلاعات موجود می‌باشد. در واقع می‌بایست تمام گزینه‌های اصلاح شده توانایی انجام درجه مطلوبی از تصفیه را داشته باشند.

۳ـ۴ـ۲ـ۲ـ غربال‌گری اولیه گزینه‌ها

در این مرحله گزینه‌های شناسایی شده غربال‌گری و فهرستی کوتاه از مناسب‌ترین آن‌ها برای ارزیابی دقیق تهیه می‌گردد. این غربال‌گری ممکن است بر اساس فاکتورهایی از قبیل قابلیت اعتماد فرآیند، ردیابی سوابق و سادگی بهره‌برداری و نگهداری انجام گیرد. بعلت وجود چندین گزینه، در صورتی که هزینه یک عامل مهم باشد، توصیه می‌شود که مقایسه‌ای از لحاظ هزینه نیز صورت گیرد. معیارهای غربال‌گری مورد استفاده باید با کمک کارکنان بهره برداری از تأسیسات تهیه گردد.

۳ـ۴ـ۲ـ۳ـ ارزیابی دقیق گزینه‌های انتخاب شده

گزینه‌های انتخاب شده می‌بایست بر اساس فاکتورهای اقتصادی و غیراقتصادی ترجیحاً در یک کارگاه با حضور کارکنان تأسیسات ارزیابی شوند. این رویکرد تعیین معیارهای ارزیابی را بصورت چند نگرشی (طراحی، مهندسی، مدیریت، عملیات و نگهداری) امکان‌پذیر می‌سازد. برخی از عوامل غیراقتصادی نظیر استفاده از تأسیسات موجود، الزامات منبع تأمین نیرو، کنترل بو، و تولید لجن بر روی هزینه‌های سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری و نگهداری اثر می‌گذارند.

۳ـ۴ـ۲ـ۴ـ انتخاب مناسب‌ترین گزینه

گزینه‌های انتخاب شده بر اساس معیارهای مرحله سوم مورد ارزیابی و مقایسه قرار می‌گیرند. به منظور مقایسه، یک رویکرد ارزیابی در زیر ارایه و در جدول ۱ نشان داده شده است:

ـ اولویت‌بندی معیارهای ارزیابی بر اساس اهمیت نسبی آنها در پروژه

ـ اختصاص اهمیت نسبی بر اساس مقیاس ۱۰ـ۱ به نحوی که ۱ برای کمترین اهمیت و ۱۰ برای بیشترین اهمیت در نظر گرفته شود.

ـ اختصاص امتیاز از ۱ تا ۵ (۱ برای حالت ضعیف و ۵ برای حالت عالی) این امتیاز بیانگر این است که هر گزینه چقدر می‌تواند هر معیار را تأمین نماید.

ـ ضرب نمودن فاکتور اهمیت در امتیاز برای تعیین نمرات هر گزینه و معیار

ـ تعیین امتیازات کل برای هر گزینه

ـ رتبه‌بندی گزینه‌ها بر اساس امتیازات کل.

در جدول ۲ نمونه ای از ماتریس ارزیابی ارایه شده است.

جدول ۱ نمونه ای ازمعیارهای ارزیابی

فاکتورهای اقتصادی	فاکتورهای غیراقتصادی
ـ هزینه سرمایه‌گذاری	ـ الزامات فضا (محدودیت زمین)
ـ هزینه سالانه بهره‌برداری و نگهداری	ـ ردیابی مستندات
ـ هزینه چرخه عمر	ـ قابلیت اطمینان فرآیند
	ـ انعطاف‌پذیری فرآیند
	ـ پیچیدگی فرآیند
	ـ استفاده از تأسیسات موجود
	ـ الزامات انرژی
	ـ تولید لجن
	ـ سهولت توسعه
	ـ سهولت ارتقاء (استانداردهای سخت‌گیرانه‌تر پساب)
	ـ ایمنی
	ـ اثر بر عملیات تصفیه‌خانه در طی ساخت
	ـ نگرش عموم نسبت به طرح (سر و صدا، بوها، ترافیک و...)

ارزیابی می بایست شامل معیارهای هزینه‌ای و غیرهزینه‌ای نیز باشد.

جدول ۲ نمونه ماتریس ارزیابی

معیارهای ارزیابی	اهمیت	گزینه ۱		گزینه ۲		گزینه ۳	
		امتیاز	نمره	امتیاز	نمره	امتیاز	نمره
زمین مورد نیاز	۸	۵	۴۰	۵	۴۰	۴	۳۲
هزینه سرمایه‌گذاری	۶	۳	۱۸	۵	۳۰	۴	۲۴
هزینه بهره‌برداری و نگهداری	۶	۳	۱۸	۴	۲۴	۴	۲۴
قابلیت اطمینان فرآیند	۸	۴	۳۲	۵	۴۰	۵	۴۰
انعطاف‌پذیری فرآیند	۱۰	۳	۳۰	۴	۴۰	۳	۳۰
استفاده از تأسیسات موجود	۶	۳	۱۸	۴	۲۴	۴	۲۴
تولید لجن	۸	۲	۱۶	۳	۲۴	۳	۲۴
نگرش مردم	۷	۳	۲۱	۳	۲۱	۳	۲۱
امتیاز کل			۱۹۳		۲۴۳		۲۱۹
رتبه‌بندی			۳		۱		۲

۴ـ معیارهای هزینه‌ای و غیرهزینه‌ای[۲۳]

می‌بایست توصیفی از مزایا و معایب گزینه‌ها و همچنین آنالیزی از ارزش فعلی، هزینه کل سالانه و هزینه دوره طرح تهیه و تدوین گردد. ارزیابی و مقایسه گزینه‌ها باید شامل هزینه‌های سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری و نگهداری باشد. هزینه کل گزینه‌ها را می‌توان بر اساس ارزش فعلی هزینه سالانه کل، و یا هزینه دوره طرح مقایسه نمود. هزینه‌های بهره‌برداری و نگهداری باید بر اساس هزینه نیروی کار، برق، سوخت، لوازم یدکی، پیمانکاران خارجی و دیگر مخارج برآورد گردد. برای تجهیزاتی که عمر پیش‌بینی شده آنها کمتر از عمر پروژه باشد، هزینه‌های جایگزینی در آنالیز باید مورد توجه قرار گیرد. نیروی کار مورد نیاز برای گزینه‌ها می‌بایست به روشنی مشخص گردد. افزایش سطح مهارت کارکنان و نیز نیروی کار مورد نیاز بر اساس استراتژی کارفرما در نظر گرفته شود. برای بدست آوردن هزینه‌های سالانه، می‌بایست مقادیر برآورد شده موارد فوق در هزینه‌های واحد رایج ضرب گردد. نرخ سود برای سرمایه‌گذاری، مالیات‌ها و تورم تعیین و مورد توافق قرار گیرد.

[23] Cost and non – cost criteria

معیارهای غیرهزینه‌ای شامل مواردی است که بیشترین نگرانی را برای عموم دارند. برخی از این معیارها عبارتند از بو، ترافیک، سر و صدا، آلاینده‌های هوا، گرد و غبار، کیفیت آب و دیگر اثرات زیست محیطی که باید در طی ساخت و زمانی که تأسیسات در بهره‌برداری هستند، ارزیابی شوند. در بسیاری از موارد ممکن است، نیاز به تهیه گزارش ارزیابی زیست محیطی ویا گزارش EMP باشد.

سایر معیارهای ارزیابی عبارتنداز:

- کارآیی تصفیه
- حداقل، متوسط و حداکثر ظرفیت‌های هیدرولیکی تصفیه
- راهبری واحدها
- ترجیح مشتری
- در دسترس بودن تجهیزات پیشنهاد شده
- کمیت و کیفیت مواد جامد باقیمانده از فرآیند تصفیه
- فضای مورد نیاز
- امکانات مورد نیاز فرآیند
- هزینه اولیه
- پذیرش سازمان‌های قانونی و توانایی دستیابی به الزامات قانونی
- ابزار دقیق و کنترل‌های مورد نیاز
- الزامات مرحله ساخت
- انعطاف‌پذیری
- توانایی پاسخ به شرایط متغیر
- سازگاری با تأسیسات موجود و جدید
- استفاده از تکنولوژی، فرایندها، و تجهیزات جدید

۴ـ۱ـ انتخاب طرح پیشنهادی

هنگامی که کارفرما طرح پیشنهادی را انتخاب می نماید، جزئیات کافی در مورد این طرح جهت تخمین دقیق هزینه های عملیات ساختمانی و بهره‌برداری و نگهداری لازم است. در صورتی که در طرح موردنظر، حذف مواد بالقوه خطرناک نظیر آزبست و یا سایر آلاینده‌ها مدنظر باشد، آزمایشات ویژه ای جهت اطمینان از درنظر گرفتن هزینه حذف این مواد، در طراحی تاسیسات باید انجام شود. در صورتی که شرایط خاک به گونه ای باشد که پی ریزی خاصی را بطلبد، آزمایشات خاک شناسی جهت تخمین دقیق هزینه های این کار و اصلاح هزینه های اولیه طرح لازم است. همچنین در نظر گرفتن هرگونه هزینه های اضافی وارد شده به طرح و یا افزایش نیاز به برق گاز و یا آب باید در نظر گرفته شود.

۴ـ۲ـ طراحی مفهومی برای طرح پیشنهادی

طراحی مفهومی برای طرح پیشنهادی باید شامل نقشه تخریب، نقشه محل به همراه لوله ها و مجراهای اصلی و تاسیسات، پروفیل هیدرولیکی، فلودیاگرام فرآیند و تعادل جرمی، نقشه های اصلی طراحی همراه با طراحی ساختمان و تجهیزات اصلی، طراحی شبکه توزیع برق یک خطه، فلودیاگرام فرآیند، طرح پایه ای I&C[24] و دیاگرام بلوک ها و نقشه های معماری باشد. آزمایشات خاک شناسی (حفاری اکتشافی) جهت کاهش ادعاها بدلیل شرایط غیر منتظره حین عملیات ساختمانی باید انجام شود. در نقشه کلی منطقه، مسیرهای دسترسی خودروها و محل اجرای عملیات ساختمانی باید در نظر گرفته شوند. همچنین مقداری هزینه های اضافی جهت تامین موارد غیر محتمل که نمی توان به دقت آنها را برآورد نمود، باید در نظر گرفته شود. در این مرحله از پروژه اغلب، کارگاههای آموزشی مهندسی ارزش جهت تعیین نظرات جایگزین یا تکنیکهای عملیات ساختمانی که بتوانند باعث کاهش هزینه های طرح پیشنهادی شوند، برگزار می شود.

[24] Issues and Criteria

۵ـ تهیه نقشه اجرایی

۵ـ۱ـ آنالیز واگذاری پروژه

هنگامی که نقشه تاسیسات نشان دهنده مرحله اول مکانیسم عملیات ساختمانی به صورت طراحی ـ مناقصه ـ ساخت باشد، تمایل در مورد سایر مکانیسم‌های واگذاری پروژه نظیر طراحی ـ ساخت و طراحی ـ ساخت ـ بهره برداری وجود خواهد داشت. هنگامی که طرح پیشنهادی انتخاب شود، سایر سیستمهای واگذاری می توانند ارزیابی شوند. کارفرما و قوانین محلی موجود می توانند بر سیستمهای واگذاری پروژه موجود تاثیرگذار باشند. آنالیز اثرات سیستم واگذاری پروژه انتخابی بر برنامه زمانبندی، هزینه های پروژه، کیفیت ساخت و کنترل کارفرما جهت کمک به کارفرما برای تصمیم گیری آگاهانه لازم می باشد.

۵ـ۲ـ طرح عملیات ساختمانی با حفظ قابلیت بهره برداری

طرح عملیات ساختمانی با حفظ قابلیت بهره برداری باید برنامه زمانی عملیات ساختمانی و چگونگی ادامه طرح جهت بهره برداری در حین ساخت را به طور واضح مشخص نماید. عملیات ساختمانی باید به فازهای مشخص شامل دوره های مشابه بهره برداری، تقسیم شود. سطوح تصفیه مورد نیاز و تعداد واحدهای تصفیه در حال بهره برداری، در حین عملیات ساختمانی باید مشخص شود. نقشه های مراحل مختلف و تاسیسات موقت جهت بهره برداری مداوم حین عملیات ساختمانی، لازم می باشد. همچنین افراد (پیمانکار یا کارکنان تاسیسات) مسئول هر کدام از فعالیتهای عملیات ساختمانی و راه اندازی تصفیه خانه باید کاملا مشخص باشند.

ـ تخمین هزینه ها و برنامه زمان بندی

نقشه های توالی جزئیات عملیات ساختمانی جهت نشان دادن چگونگی گسترش منابع و کارکنان پیمانکاران، هنگام عملیات ساختمانی باید تهیه شوند. برنامه زمانی باید وظایف کلیدی را نشان داده و مسیرهای مهم و بخشهای مهمی را که در برنامه زمانی عملیات ساختمانی نظیر مراحل تغییرات کلیدی دخیل هستند، را مشخص نماید. برنامه زمانی باید توسط کارکنان بهره برداری و نگهداری بازبینی و تایید شوند.

۵ـ۳ـ طرح سرمایه گذاری

به علت اینکه هزینه های عملیات ساختمانی و بهره برداری متاثر از طرح سرمایه گذاری می باشند، برنامه زمانی هزینه های اولیه و منابع تامین مالی باید تهیه شود. منابع تامین مالی باید نشاندهنده میزان سرمایه گذاری و پیش بینی وامهای کم بهره (و در صورت امکان جوایز مالی)، استفاده از سرمایه های برگشتی و طرحی برای بیمه و بازپرداخت تعهدات مالی که توسط کارفرما صادر شده است، باشد. نرخ سود وامها، عوامل تورمی و برنامه زمانی برای بازپرداخت تعهدات مالی و وامها باید به روشنی مشخص باشد. هزینه پرداختی توسط مصرف کننده برای دوره عمر پروژه باید در نظر گرفته شود تا بتواند چگونگی بازگشت هزینه های دائمی بهره برداری و نگهداری را نشان دهد. هزینه پرداختی توسط مصرف کننده می تواند با میزان درآمد تاسیسات، مقایسه شده تا توانایی مالی پروژه را نشان دهد. در صورت امکان، پروژه می تواند به فازهای مشخصی تقسیم شده تا هر فاز با توجه به سرمایه متناسب با تجهیزات مورد نیاز جهت ساخت تاسیسات جدید، متناسب شود.

۶ـ مشارکت و مقبولیت عمومی

بازبینی قانونی و مشارکت عمومی به عنوان عناصر اصلی در یک پروژه موفق می باشند. به علت اثرگذار بودن مستقیم زندگی مردم مجاور تاسیسات بر توسعه تاسیسات، مردم هرچه زودتر باید در فرآیند پروژه وارد شده تا بتوان از حمایت آنها برخوردار شد. در برخی موارد، نشست های عمومی می تواند در ابتدای فرآیند پروژه برگزار شود تا نظرات و نگرانی های عمومی مطرح شوند. اغلب، نکات کوچک نظیر فضاهای اضافی برای پارکینگ، زهکشهای سیلاب مناسب، فضای سبز یا مسیر جانبی کامیون ها می تواند حمایت عمومی بسیار خوبی ایجاد نماید. درختکاری مناسب بجای یک حصار ساده می تواند بوی ناشی از تاسیسات را کاهش داده و حس زیبایی شناسی منطقه را افزایش دهد.

مشارکت عمومی می تواند شامل نشست های خبری، آگهی ها و روزنامه ها باشد. در صورت امکان، کمیته مشورتی شهروندی باید جهت پروژه های بزرگ تاسیس شوند و به آنها بودجه و استقلال کافی داده شود تا عقاید و نظرات مستقل خود را ارائه نمایند.

طرح و مراحل کار مورد نظر باید منطبق با شکایتهای عمومی، سوانح و ادعاهای بیمه ای باشد. هنگامی که طرح پیشنهاد شده انتخاب شد، یک جلسه عمومی باید برگزار شود تا نظرات عمومی جمع آوری شده و به آنها پاسخ مناسب و رسمی داده شود. برنامه ریزی بازبینی قانونی مورد نیاز، شرح اقدامات متناسب بازبینی و ارائه به موقع آن باید انجام شود. مهندس و کارفرما نیاز به مستندسازی در مورد پاسخ به مشکلات قانونی و تغییر پروژه، در صورت نیاز، جهت اخذ تاییدیه نهایی قبل از اقدام به طراحی جزئیات دارند.

فهرست منابع

1- WEF, "Ugrading and Retrofitting Water and Wastewater Treatment Plants". McGraw-Hill, New York, 2005.

2- Albertson، O.E. "Expansion & Upgrading of Clumbus، OH WWTPs to Advanced Wastewater Treatment، Design & Operation of Large Wastewater Treatment Plants". Pergamon/Iawprc، Oxford (UK)، 1992.

3- Hansen، J.L. "Northern Europe's Largest WWTP in Copenhagen Upgraded to Nutrient Removal، Design & Operation of Large Wastewater Treatment Plants". Pergamon/Iawprc، Oxford (UK)، 1992.

4- Feyen، H.A. "Upgrading of the Stolbeg Sewage Treatment Plant for Biological Nitrogen & Phosphorous Removal، Design & Operation of Large Wastewater Treatment Plants". Pergamon/Iawprc، Oxford (UK)، 1992.

5- Peterson، G. "Upgrading of a combined Industrial & Municipal WWTP the Federation Plant، Denmark". Water Science and Technology، 1990، 22(7_8)، 225_232.

6- Mc Anally، A.S. "Use of Constructed Water Hyacinth Treatment systems to Upgrade Small Flow Municipal Wastewater Treatment Facilities". Journal of Environmental Science and Health، 1992، 27(3)، 903_927.

7- Goul، D.F.J. "Upgrading of Wastewater Treatment Plants Using Pure Oxygen". Water Science and Technology، 1990، 22(7_8)، 301_302.

8- Hultgren، J. "Upgrading of the Treatment Plants in Stockholm to Meet More Stringent Requirements". Water Science and Technology، 1990، 22(7_8)، 77_84.

9- Fedal، A. "Rehabilitation & Upgrading of the Benisuef City Wastewater Treatment Plant". Water Science and Technology، 1990، 22(7_8)، 131_138.

10- Fleckseder، H. "Upgrading of a WWTP in a Winter Tourism Resort Area Based on In - stream Standards". Water Science and Technology، 1990، 22(7_8)، 293_295.

فهرست بعضی منابع مفید درزمینه بهینه سازی تصفیه خانه های فاضلاب

- Albertson, O.E., and T. Walz, 1997. "Optimizing Primary Clarification and Thickening", *Water & Environment Technology*, December. Edmonton, Alberta.

- ASCE (American Society of Civil Engineers), 1997. *ASCE Standard Guidelines for In-Process Oxygen Transfer Testing.*

- Cathcart, W.W. and T.E. Leonik, 1995. "Retrofitting a 1980's Wastewater Treatment Facility with a 1990's Programmable Logic Controller System – A Case Study." *WEF Specialty Conference Series Proc.* Minneapolis, MN.

- Crosby, R.M., 1987. *The Flow Pattern Test for Clarifier Hydraulic Analysis*. Crosby and Associates, Inc.

- Daigger, G.T. and J.A.Buttz, 1992. *Upgrading Wastewater Treatment Plants. Water Quality Management Library.* Vol. 2. Technomic Publishing Co. Inc. Lancaster.

- Dynamic Corporation, 1987. "Summary Report – The Causes and Control of Activated Sludge Bulking and Foaming." Prepared for U.S. Environmental Protection Agency, July.

- Ekama, G.A., J.L Barnard., F.W.Gunthert, P. Krebs, J.A. McCorquodale, D.S. Parker, and E.J. Wahlberg, "Secondary Settling Tanks: Theory, Modelling, Design and Operation," IAWQ Scientific and Technical Report No. 6, 1997.

- EPA (Environmental Protection Agency), United States, 1979a. *Evaluation of Operation and Maintenance Factors Limiting Biological Wastewater Treatment Plant Performance*, EPA-600/2-79-078.

- EPA, 1984. *Handbook: Improving POTW Performance Using the Composite Correction Program Approach*, EPA/625/6-84-008.

- EPA, 1979. *Evaluation of Operation and Maintenance Factors Limiting Municipal Wastewater Treatment Plant Performance*, Phase II, EPA-600/2-80-129.

- EPA, 1982. *Handbook for Identification and Correction of Typical Design Deficiencies at Municipal Wastewater Treatment Facilities,* EPA-625/6-82-007.

- EPA, 1989. *Handbook Retrofitting POTWs*, EPA-625/6-89-020.

- EPRI (Electric Power Research Institute), 1996. *Water and Wastewater Industries: Characteristics and Energy Management Opportunities*, EPRI's Community Environmental Center.

- Jenkins, D., G.R. Michael, T.D. Glen, 2003. "Manual on the Causes and Control of Activated Sludge Bulking, Foaming, and Other Solids Separation Problems," 3rd edition, Lewis Publishers (available through CRC Press)

- Keinath, T.M., (1985), "Operational Dynamics of Secondary Clarifiers", Journal – Water Pollution Control Federation, 57(7), 770.

- MOEE (Ministry of Environment and Energy of Ontario), 1996. *Managers Guide to Sewage Treatment Plant Optimization.*

- MOEE, 1997. *Guide to Resource Conservation and Cost Savings Opportunities in the Water and Wastewater Sector*.

- Monteith, H.D. and Stephenson J.P., 1981. "Mixing Efficiencies in Full-Scale Anaerobic Digesters by Tracer Methods," J.Wat. Pollut. Con. Fed., 53(1), 78-84.

- WEAO (Water Environment Association of Ontario), 1996. *Guidance Manual for Sewage Treatment Plant Liquid Train Process Audits.*

- WEAO, Manual, 1996. *Training Operators on Problem Solving Skills.*
- WEF, 1990. "Operation of Municipal Wastewater Treatment Plants, Manual of Practice #11."

- WERF, 1998. "Biosolids Management: Assessment of Innovative Processes," Project Number 96-REM-1.

- Wheeler, G.P. and B.A. Hegg, 1999. "Upgrading Existing Secondary Clarifiers to Enhance Process Controllability to Support Nitrification." WEFTEC.

- WPCF (Water Pollution Control Federation), 1985. *EPA Handbook for Improving POTW Performance*.

- XCG Consultants Ltd., 1992. *Assessment of Factors Affecting the Performance of Ontario Sewage Treatment Facilities*.

- XCG Consultants Ltd., 2000a. *Optimization and Capacity Assessment Study of the Duffin Creek WPCP.*

- Hegg, B.A., K.L. Rakness, and J.R. Schultz, 1979. Evaluation of Operation and Maintenance Factors Limiting Municipal Wastewater Treatment Plant Performance. EPA-600/2-79-034, June, Washington, DC.

- Hegg, B.A., K.L. Rakness, J.R. Schultz, and L.D. Demers, 1980. *Evaluation of Operating and Maintenance Factors Limiting Municipal Wastewater Treatment Plant Performance*. EPA-600/2-80-129, August, Washington, DC.

- MOE (Ministry of the Environment), 1984. *Guidelines for the Design of Sewage Treatment Plants*, July. Toronto, Ontario.

- United States, EPA (Environmental Protection Agency), 1976. *Process Design Manual for Phosphorus Removal.* EPA625/1-76-001a, Washington, DC.

- WEAO (Water Environment Association of Ontario), 1996. "Guidance Manual for Sewage Treatment Plant Liquid Treatment Process Audits", Milton, Ontario.

- WEF (Water Environment Federation), 1996. *Operation of Municipal Wastewater Treatment Plants.* Fifth edition. Manual of Practice – MOP 11, Alexandria, VA.

- Wastewater Technology Center and Process Applications Inc., 1995. "The Ontario Composite Correction Program manual for Optimization of Sewage Treatment Plants", Ontario.

- West, A.W., 1975. "Part I, Observations; Part II, Control Tests; Part III-A, Calculation Procedures," *Operational Control Procedures for the Activated Sludge Process.* United States: Environmental Protection Agency, rev. November, Washington, DC.

- Wheeler, G., B.A. Hegg, and C. Walsh, 2001. "Capital Defense", *Water Environment & Technology*, WEFTEC, Sepember, Alexandria, VA

- WPCF (Water Pollution Control Federation), 1990. *Operation of Municipal Wastewater Treatment Plants.* Manual of Practice No. 11, Alexandria, VA

- XCG Consultants Ltd., 1992. Assessment of Factors Affecting the Performance of Ontario Sewage Treatment Facilities, Oakville, Ontario.

دانشگاه علوم پزشکی تهران

شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

پیوست الف

بهینه سازی تصفیه خانه های فاضلاب

مرداد ۱۳۸۷

۱ـ کلیات

۱ـ۱ـ مقدمه

تصفیه خانه های فاضلاب به طور معمول بر پایه رهنمود ها و استانداردهای محافظه کارانه ای طراحی می شوند که بر اساس تجربیات طراحی به دست آمده اند. روش های اجرایی بهره برداری بدون در نظر گرفتن رویکرد های جدیدی که می تواند باعث بهبود عملکرد فرآیند و یا کاهش هزینه ها گردد، از یک بهره بردار به بهره بردار دیگر دست به دست می شوند. تجربیات نشان می دهد که تصفیه خانه های فاضلاب دارای ظرفیت های اضافی بیش از میزان طراحی شده می باشند. لذا امکان بهبود در عملکرد و کاهش هزینه های بهر ه برداری از طریق روش های بهینه سازی قابل دستیابی است .

دستورالعمل پیش رو، روشی را برای بهینه سازی یک تصفیه خانه فاضلاب ارائه می نماید، به طوریکه با اجرای مراحل آن بهره بردار بتواند ظرفیت تاسیسات موجود خود را به حداکثر رسانده، عملکرد تصفیه خانه را بهبود دهد و هزینه های راهبری را کاهش دهد.

۱ـ۲ـ تعریف بهینه سازی تصفیه خانه فاضلاب

بهینه سازی تصفیه خانه فاضلاب یک فرآیند منطقی مرحله ای است که حاصل آن حداکثر استفاده از تاسیسات موجود با یک هزینه بهره برداری رقابتی است که سازگار با اصول پایداری است.

۱ـ۳ـ اهداف بهینه سازی

بسته به اهداف برنامه بهینه سازی دست آوردهای طرح بهینه سازی می تواند شامل بخشی یا همه موارد زیر باشد :

ـ افزایش ظرفیت تاسیسات در مدار بهره برداری بدون آنکه هزینه های سرمایه گذاری عمده ای در ارتباط با توسعه تصفیه خانه انجام گیرد.

ـ بهبود عملکرد فرآیند بدون آنکه هزینه سرمایه گذاری عمده ای در ارتباط با ارتقای ظرفیت انجام گیرد.

ـ کاهش هزینه ها بهره برداری از طریق استفاده کارآمد تر از انرژی، مواد شیمیایی و نیروی انسانی

۲ـ منطق بهینه سازی

۲ـ۱ـ سابقه موضوع

در دهه ۱۹۸۰ و اواخر دهه ۱۹۹۰ بهینه سازی تصفیه خانه های فاضلاب به عنوان یک راه هزینه اثر بخش به منظور دستیابی به عملکرد بهتر، کاهش هزینه ها و امکان استفاده حداکثر از تاسیسات در دست بهره برداری توجهات را به سوی خود جلب نمود. اولین تلاش ها در خصوص بهینه سازی در تصفیه خانه های فاضلاب زمانی در ایالات متحده آمریکا آغاز گشت که مهندسین متوجه شدند که هزینه های سرمایه گذاری بالایی در تصفیه خانه فاضلاب انجام شده است اما با این وجود این تاسیسات انتظارات را برآورده نمی نمایند . به این منظور برنامه اصلاحی مرکب [۲۵] (CCP) برای شناسایی دلایل اصلی عملکرد ضعیف این تصفیه خانه ها توسط فدراسیون کنترل آلودگی آب در سال ۱۹۸۵ طراحی شد.

افزایش بهای انرژی در دهه ۱۹۸۰ سبب شد که صرفه جویی در مصرف انرزی در تصفیه خانه فاضلاب در روش های بهینه سازی بیشتر مورد توجه قرار گیرد . ممیزی فرآیند که بر اساس کار انجام یافته در تصفیه خانه تیل سان برگ در انتاریو کانادا انجام گرفت در وهله نخست به عنوان را ه کاری برای کاهش انرژی فرآینددر این تاسیسات مورد استفاده قرار گرفت . تجربیات نشان داد که ممیزی فرایند را همچنین می توان برای ارزیابی ظرفیت تصفیه خانه و شناسایی ظرفیت های اضافی تصفیه خانه در مدار بهره برداری با هزینه سرمایه گذای اندک به کار برد .

مطالعات موردی نشان می دهند که صرفه جویی های عمده ای در هزینه های بهره برداری و سرمایه گذاری در نتیجه بهینه سازی تصفیه خانه های فاضلاب انجام شده است . دراواسط دهه ۱۹۹۰بهینه ساری تصفیه خانه های فاضلاب در آمریکا یک اقدام کاملا تعریف شده بود. ***به طوریکه هم اکنون در بسیاری از ایالات آمریکا بهینه سازی تاسیسات در دست بهره برداری پیش نیاز دریافت اعتبار برای توسعه تاسیسات می باشد.***

[25] Composite Correction program (CCP)

اهداف ویژه از بهینه سازی تاسیسات فاضلاب را می توان شامل موارد زیر دانست:

- بهبود عملکرد ، قابلیت اصمینان ، انعطاف پذیری و راندمان تصفیه خانه
- کاهش هزینه های سرمایه گذاری توسعه و ارتقاء ظرفیت
- کاهش هزینه های راهبری مربوط به مصرف انرژی ، مواد شیمیایی و نیروی انسانی
- بهبود فعالیت های بهره برداری

۲ـ۲ـ مزایای قابل انتظار از بهینه سازی تصفیه خانه های فاضلاب

۲ـ۲ـ۱ـ بهبود عملکرد، قابلیت اصمینان، انعطاف پذیری و راندمان تصفیه خانه

اجرای برنامه بهینه سازی منجر به بهبود عملکرد تصفیه خانه و کاهش خطر عدم رعایت استاندارد های پساب و مقررات مربوط به کیفیت لجن خروجی از تصفیه خانه می گردد.

شهرداری منطقه هالتون، مالک و بهره بردار تصفیه خانه فاضلاب برلینگتون با استفاده از برنامه اصلاحی مرکب (CCP) به عنوان یک ابزار بهینه سازی در کنار سایر ابزارهای بهینه سازی، به طور قابل توجهی باعث بهبود عملکرد این تاسیسات شد. برنامه بهینه سازی این تصفیه خانه در واقع پاسخی به نیاز این تاسیسات برای دستیابی به استانداردهای کاهش یافته کیفی پساب بوده است . توسط یک ارزیابی جامع عملکرد (CPE)[۲۶] فاکتورهای محدود کننده عملکرد تصفیه خانه شامل عوامل بهره برداری، طراحی، نگهداری و مدیریتی شناسایی می شوند. در نتیجه بهبودهای بدست آمده در طی پی گیری بررسی فنی جامع (CTA)[۲۷] این امکان برای تصفیه خانه برلینگتون فراهم گردید که توانایی حذف ازت و فسفر را بدون اعمال هزینه های سرمایه گذاری عمده داشته باشد. از سوی دیگر به دلیل شناسایی ظرفیت اضافی در تصفیه خانه، صرفه جویی های زیادی در هزینه های سرمایه گذاری برای توسعه آینده تاسیسات انجام گرفت. کل مبلغ صرفه جویی در هزینه سرمایه گذاری ۵۰ میلیون دلار تخمین زده شد.

[26] Comprehensive Performance Evaluation
[27] Comprehensive Technical Assistance

۲ـ۲ـ۲ـ کاهش هزینه های سرمایه گذاری توسعه و ارتقاء ظرفیت

از طریق برنامه بهینه سازی تصفیه خانه فاضلاب صرفه جویی های عمده ای در هزینه سرمایه گذاری به دلیل به حداکثر رسانیدن توانایی و ظرفیت تاسیسات در دست بهره برداری قابل حصول است .

شهرداری واترلو، مالک و بهره بردار تصفیه خانه آیرپس از اجرای برنامه بهینه سازی، ظرفیت تصفیه خانه را از میزان ۱۱۸۰ m^3/d به ۱۵۰۰m^3/d افزایش داد. بررسی داده های گذشته و تولید نمودار ظرفیت فرآیند در این تصفیه خانه باعث شناسایی ظرفیت اضافی تصفیه خانه در بسیاری از فرآیند های واحد شد. در این بررسی همچنین صحت وسیله اندازه گیری جریان مورد تردید قرار گرفت. آزمون استرس[۲۸] انجام شده بر روی ته نشینی ثانویه، آزمون انتقال اکسیژن[۲۹] و مدل سازی شبیه سازی بیولوژیکی مورد استفاده قرار گرفت تا یافته های حاصل از ارزیابی ها را تایید نماید. پس از انجام تغییرات جزیی در سیستم هوادهی، پمپاژ فاضلاب خام و سیستم پمپ های لجن برگشتی، ۲۷ درصد افزایش ظرفیت در تصفیه خانه مشاهده شد. در اجرای این برنامه، نیازی به تانک های اضافی هوادهی یا ته نشینی برای افزایش ظرفیت نبود.

۲ـ۲ـ۳ـ کاهش هزینه های بهره برداری

هزینه های بهره برداری مربوط به مصرف انرژی، مواد شیمیایی و نیروی انسانی در یک برنامه بهینه سازی قابل کاهش می باشد. مثالی از شیوه هوادهی بهینه سازی شده در تصفیه خانه تیل سان برگ، به منظور تصمیم گیری در خصوص تاثیر خاموش و روشن نمودن هوادهی بر هزینه های انرژی انجام گرفت. ترتیب قرار گرفتن واحد هوادهی، امکان مقایسه مستقیم حوض های هوادهی موازی لجن فعال (بیو راکتورها) را که با شیوه خاموش و روشن کردن هواده ها بهره برداری می شدند را با شیوه هوادهی ممتد فراهم می نمود. صرفه جویی به میزان ۱۶ تا ۲۴ درصد بسته به اینکه یکی از دو حوض هوادهی یا هر دو آن ها خاموش و روشن شوند، حاصل شد. بهره برداری به شیوه خاموش و روشن کردن هواده ها همچنین باعث کاهش غلظت نیتروژن خروجی نیز گردید.

---

[28] Stress testing
[29] Oxygen Transfer Testing

مثالی دیگر از کاهش هزینه ها، صرفه جویی در مصرف مواد شیمیایی در تصفیه خانه فاضلاب مونترال بود.

۲ـ۲ـ۴ـ بهبود فعالیت های بهره برداری

بهبود فعالیت های بهره برداری در کلیه زمینه های ذکر شده در بالا از مزایای دیگر بهینه سازی است.

درک عمیق از اصول فرآیند های تصفیه فاضلاب از طریق آموزش راهبران و کاربرد مناسب این دانش درکنترل فرآیند، منجر به بهبود عملکرد تاسیسات و افزایش قابلیت اطمینان خواهد شد و این امکان را فراهم می نماید تا کارکنان بهره برداری، عواملی را که باعث کاهش هزینه می شود را شناسایی کنند.

۳ـ توصیف کار

۳ـ۱ـ عناصر برنامه بهینه سازی تصفیه خانه فاضلاب

فرآیند بهینه سازی در حقیقت یک فلسفه راهبری است که با هدف بهبود مستمر تصفیه خانه تقویت می گردد. برخی از ابزار هایی که برای بهینه سازی فرآیند تصفیه انجام می گیرد را می توان بر عهده پیمانکار گذاشت، اما برنامه کلی بهینه سازی باید توسط کارفرما و کارکنان تاسیسات در دست بهره برداری انجام گیرد.

مراحل انجام کار برای بهینه سازی تصفیه خانه فاضلاب در برگیرنده اجزای زیر می باشد:

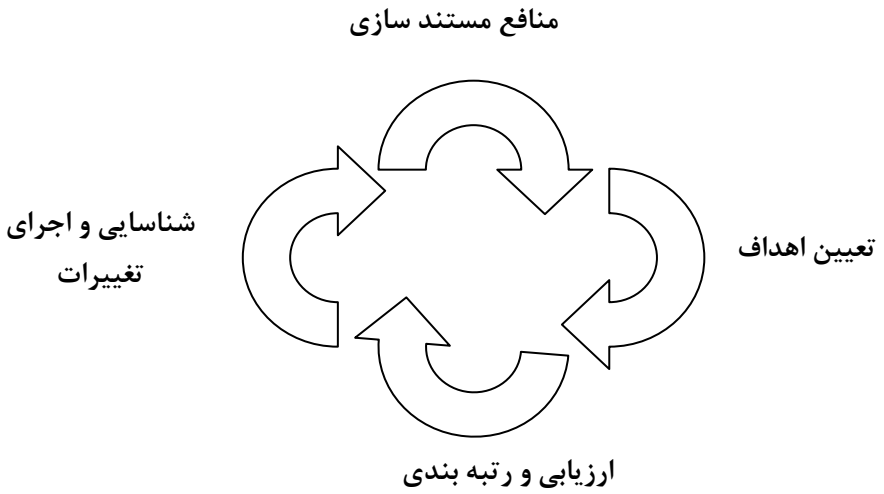
ـ تعریف اهداف بهینه سازی

ـ ارزیابی تصفیه خانه فاضلاب برای تعیین خطوط پایه یا شرایط موجود، رتبه بندی فرصت های بهینه سازی و تعیین عملکرد یا عوامل محدود کننده ظرفیت

ـ شناسایی و اجرای تغییرات فرآیندی یا بهره برداری به منظور شناسایی عوامل محدود کننده ظرفیت یا عملکرد تصفیه خانه

ـ اجرای پایش مداوم برای مستند سازی مزایای حاصل از اجرای برنامه

شکل ۱ عناصر برنامه بهینه سازی تصفیه خانه فاضلاب را نشان میدهد.



شکل ۱ عناصر برنامه بهینه سازی تصفیه خانه فاضلاب

برنامه اصلاحی مرکب (CCP) توسط سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا در سال ۱۹۸۵ به منظور شناسایی عواملی که از دستیابی تصفیه خانه به استاندارد های خروجی جلوگیری می کنند و نیز پیشگیری از مشکلات بهره برداری، تهیه شد. توسط برنامه CCP مشکلاتی که باعث عملکرد ضعیف تصفیه خانه می شوند با هزینه ای اندک برطرف می گردند.

برنامه اصلاحی مرکب (CCP) یک فرآیند دومرحله ای است. اولین مرحله آن ارزیابی جامع عملکرد (CPE) برای ارزیابی پتانسیل تصفیه خانه به منظور دستیابی به حدود عملکردی مطلوب انجام می شود. این ارزیابی بر روی ۴ بخش عمده متمرکز می شود:

- طراحی تصفیه خانه
- بهره برداری
- نگهداری
- اداری

طی فرآیند ارزیابی عوامل محدود کننده عملکرد شناسایی و رتبه بندی می شوند. برخی از عواملی محدود کننده عملکرد یا ظرفیت تصفیه خانه در جدول (۱) خلاصه شده اند. روش اجرای یک برنامه CPE را می توان به صورت زیر خلاصه نمود:

- شناسایی عوامل محدود کننده عملکرد تصفیه خانه
- رتبه بندی عوامل محدود کننده عملکرد
- ارزیابی راهکار برای بهبود عملکرد
- تولید یک گزارش ارزیابی جامع عملکرد

بر اساس نتایج حاصل از ارزیابی تصفیه خانه های فاضلاب به سه نوع دسته بندی می شوند:

- نوع اول یا امکان دستیابی به استانداردهای پساب
- نوع دوم یا امکان دستیابی اندک به استانداردهای پساب
- نوع سوم عدم امکان دستیابی به استانداردهای پساب

سپس دلایل مشکلات شناسایی شده و به سه گروه طبقه بندی می شوند:

- عوامل با تقدم A: به طور دائم اثر مهم بر روی عملکرد دارند.
- عوامل با تقدم B: به طور دوره ای اثر مهم بر روی عملکرد دارند و یا به طور دائم اثر جزئی دارند.
- عوامل با تقدم C: اثر جزئی بر روی عملکرد دارند.

به منظور دستیابی به بهبود مستمردر عملکرد تصفیه خانه، تمامی این عوامل مرتبط با عملکرد ضعیف در یک تصفیه خانه باید در مرحه بعد در نظر گرفته شوند.

جدول ۱ عوامل محدود کننده عملکرد در یک تصفیه خانه فاضلاب

طبقه	عوامل محدود کننده	طبقه	عوامل محدود کننده
بهره برداری	پایش فرآیند	**نگهداری**	برنامه نگهداری و ثبت
	دفع لجن		ناکارایی تجهیزات
	دانش بهره برداری پرسنل		موجود بودن تجهیزات
	راهنمای بهره برداری و پشتیبانی فنی		نیروی انسانی ماهر
	موجود بودن تجهیزات و مواد شیمیایی		سن تجهیزات
طراحی	بار هیدرولیکی	**اداری**	دانش کارکنان
	بار آلی		تعداد کارکنان
	انتقال اکسیژن		پشتیبانی از سوی مدیریت
	آب های نفوذی و نشتاب		مالی
	ابزار دقیق و کنترل		سیاست ها
	بار صنعتی		ثبت و نگهداری سوابق
	فقدان انعطاف		آموزش راهبران
	ظرفیت تصفیه لجن		
	ظرفیت ذخیره سازی لجن		
	ظرفیت دفع نهایی لجن		
	تجهیزات فرآیند		
	طراحی غیر مدولار		
	شکل و ترتیب قرار گرفتن واحد های فرآیندی		

مرحله دوم: برنامه CCP بررسی فنی جامع (CTA) نامیده می شود و به طور طبیعی در خصوص تصفیه خانه های نوع اول و دوم انجام می شود و به طور سیستماتیک در برگیرنده عوامل محدود کننده ای است که در برنامه CPE شناسایی شده و نیازی به کار های سرمایه ای ندارند. جزء اصلی بررسی فنی جامع، انتقال دانش بهره برداران و پشتیبانی و تاکید بر اجرای روش های کنترل فرآیند و دستور عمل های بهره برداری استاندارد برای بهبود عملکرد فرآیند می باشد.

در ادامه مرحله ارزیابی جامع عملکرد (CPE) در بخش ابزار ارزیابی تصفیه خانه تشریح شده است.

۳ـ۲ـ تعیین اهداف

ابزارهایی که برای بهینه سازی تصفیه خانه مورد استفاده قرار می گیرند بستگی به این دارد که اهداف چگونه تعریف شده باشند:

- کاهش هزینه های انرژی
- کاهش هزینه های مواد شیمیایی
- بهبود قابلیت اطمینان با حذف مشکلات راهبری
- بهبود کیفیت فاضلاب تصفیه شده
- بهبود کیفیت لجن تثبیت شده
- افزایش ظرفیت تصفیه پذیری
- کاهش هزینه های نیروی انسانی
- کاهش میزان لجن یا هزینه های مدیریت لجن
- کاهش هزینه های سرمایه گذاری برای افزایش ظرفیت یا توسعه
- کاهش بوی بد در تصفیه خانه

اهداف باید به صورت واضح و روشن قبل از شروع برنامه بهینه سازی تعریف گردند. این اهداف ممکن است کیفی (مانند بهبود کیفیت پساب) و یا کمی (۱۵ درصد کاهش در مصرف انرژی، ۲۵ درصد افزایش در ظرفیت) باشند.

۳ـ۳ـ ابزارهای ارزیابی تصفیه خانه

در مرحله ارزیابی تصفیه خانه عملکرد تاسیسات ارزیابی شده، عوامل محدودکننده شناسایی و رتبه بندی شده و رویکرد بهینه سازی تعیین می گردد. در این ارزیابی ابزارهای مختلفی را می توان مورد استفاده قرارداد.

۳ـ۳ـ۱ـ گزارش خود ارزیابی

گزارش خود ارزیابی که توسط کارشناس بهره برداری ماهر تهیه می گردد، به منظور ارزیابی عملکرد تصفیه خانه، شناسایی و رتبه بندی نقاط بهینه سازی از طریق جمع آوری اطلاعاتی در مورد شرایط، کیفیت و ظرفیت سیستم تصفیه نجام می گیرد.

این گزارش باید سالی یک بار تهیه گردد. در این گزارش وضعیت موارد زیر مورد ارزیابی قرار می گیرد:

ـ رعایت استاندارد های خروجی و عملکرد تصفیه خانه

ـ ظرفیت تصفیه خانه (ظرفیت فعلی و پیش بینی ۵ سال آینده)

ـ انتقال جریان های ورودی به تصفیه خانه از طریق کنارگذر

ـ نقل و انتقال لجن، ذخیره سازی و دفع نهایی

ـ نمونه برداری و آزمایش فاضلاب تصفیه شده

ـ نگهداری تجهیزات

ـ آموزش بهره برداران و گواهی های آموزشی

ـ بودجه برای راهبری و نگهداری و نیز تعویض قطعات در آینده و توسعه

۳ـ۳ـ۲ـ بررسی داده های گذشته

بررسی داده های گذشته عنصر اصلی مرحله ارزیابی برنامه بهینه سازی تصفیه خانه فاضلاب می باشد. این بررسی در واقع نشان دهنده بارهای آلی و هیدرولیکی ورودی به تصفیه خانه، عملکرد هر واحد در تصفیه خانه، و پارامترهای اصلی بهره برداری می باشد. این بررسی همچنین میتواند به شناسایی کمبودهای داده هایی که باید از طریق پایش های اضافی تکمیل شود، بپردازد. بررسی دقیق داده های گذشته در توصیف پروژه بسیار اهمیت دارد. درجدول (۲) مثالهایی از تاثیر بررسی داده های گذشته بر عملیات بهینه سازی ارایه شده است.

جدول۲ مثال هایی از بررسی داده های گذشته و اثرات آن بر اقدامات بعدی بهینه سازی

یافته های حاصل از بررسی داده های گذشته	تاثیر بر عملیات بهینه سازی
بالانس جرمی قابل تکمیل کردن نیست	اطلاعات مورد نیاز تهیه شود
بالانس جرمی بیش از ۱۵ درصد اختلاف دارد	ارزیابی دبی سنج را تکمیل کنیدو یا صحت نمونه برداری بررسی گردد
مقادیر BOD_5 خروجی یا ترکیبات نیتروژن از استاندارد بالاتر است	ظرفیت هوادهی را تحلیل کنید
جریان های برگشتی یا غلظت آن موجود نیست	نمونه برداری از جریان برگشتی در برنامه پایش
مقادیر SS خروجی بالاتر از استاندارد می باشد .	آزمایش استرس و تحلیل هیدرولیکی(آزمایش رنگ) را برای تعیین ظرفیت و حدود عملکرد انجام دهید .

۳ـ۳ـ۳ـ نمودار ظرفیت فرآیند واحد

یکی از نتایج بررسی داده های گذشته نمودار ظرفیت فرآیند می باشد که بر اساس نتایج حاصل از ارزیابی ظرفیت فرآیندهای واحد اصلی در تصفیه خانه به دست می آید. این نمودار برای شناسایی نقاطی است که باید در افزایش ظرفیت در نظر گرفته شود. نمودار فرآیند واحد باید هم فرآیندهای تصفیه فاضلاب و هم لجن را در بر گیرد. آزمایش استرس در مقیاس کامل اغلب پس از ارزیابی ظرفیت فرآیند انجام می گیرد تا ظرفیت توصیه شده در این تحلیل را تایید کند.

۳ـ۳ـ۴ـ تحلیل تعادل جرمی

یکی از نتایج بررسی داده های گذشته تحلیل تعادل توده جرمی پیرامون فرآیند های واحد (مانند کلریفایر) و یا کل تصفیه خانه می باشد. به طور کلی تعادل های جرمی همواره دارای خطا است که بین **۱۵ــ۱۰** درصد

قابل قبول است. اختلاف بیش از ۱۵ درصد نشان می دهد که نیاز به ارزیابی بیشتر برای پیدا نمودن دلایل آن وجود دارد. منابع متداول اختلاف درتعادل جرمی می تواند شامل موارد زیر باشد:

ـ نمونه های غیر نمایانگر (صحت آزمایش و روش های نمونه برداری)

ـ پایش غلط جریان

ـ تاثیر جریان های برگشتی دوره ای (حدود تعادل باید کاملا تعریف شود و کل ورودی ها و خروجی ها باید درتعادل جرمی به حساب آیند)

ـ فرضیات انجام شده، تجمعات را نیز شامل شده اند.

تحلیل تعادل جرمی باید به طور دوره ای توسط کارکنان بهره برداری به منظور صحت وسایل اندازه گیری جریان و داده های تحلیلی انجام شود.

۳ـ۳ـ۵ـ مقایسه هزینه های بهره برداری و پرسنلی

در صورتیکه یکی از اهداف برنامه بهینه سازی کاهش هزینه های بهره برداری است سوابق هزینه های بهره برداری و نگهداری تصفیه خانه باید با تاسیسات مشابه و هم ظرفیت آن مقایسه گردد.

۳ـ۳ـ۶ـ ارزیابی وسیله اندازه گیری جریان

ارزیابی و کالیبراسیون وسایل اندازه گیری تصفیه خانه بسیار اهمیت دارد زیرا ارزیابی داده های گذشته و ظرفیت فرآیند بستگی به آن دارد. به عنوان اولین اقدام در هر ارزشیابی بازرسی باید انجام گیرد تا اطمینان حاصل گردد که وسایل اندازه گیری بر طبق اصول مهندسی نصب شده اند. وجود اختلاف در بالانس جرمی یکی از شاخص های عدم صحت وسیله اندازه گیری است.

روش های مختلفی را می توان برای ارزیابی و کالیبراسیون وسیله اندازه گیری مورداستفاده قرار داد:

ـ ثبت ساعات کار پمپ ها و تخمین جریان بر اساس ظرفیت پمپ ها و منحنی پمپ

ـ تزریق یک ماده ردیاب به جریان بالادست دبی سنج به میزان ثابت و مشخص و انـدازه گیـری غلظـت آن در نمونه های برداشت شده در پایین دست جریان

ـ پایین آوردن سطح آب در یکی از مخازن یا تانک و پر کردن مجدد آن و ثبت قرائت دبی سنج در هنگـام پـر شدن مخزن یا تانک

ـ اندازه گیری جریان با یک دبی سنج دقیق برای کالیبراسیون دبی سنج مشکوک در یک محدوده جریان

ـ مدل سازی هیدرولیکی به منظور نشان دادن ارتباط بین ارتفاع آب و جریان برای سرریزهای غیر استاندارد

۳ـ۳ـ۷ـ پایش مستمر

جمع آوری داده ها در یک تصفیه خانه فاضلاب به طور معمول شامل نمونه برداری مرکـب و لحظـه ای اسـت. این نوع از نمونه برداری، شرایط دینامیکی که در تصفیه خانه در حال رخ دادن می باشـد را بـه خـوبی مـشخص نمی کند. پایش در خط مستمر [۳۰] شامل استفاده از ابزارهای نصب شده موقتی و یا دائمی برای اندازه گیـری بـار فرآیند و پارامترهای عملکردی است و نیز یک سیستم اخذ داده ها برای گـردآوری داده هـای فرآینـد بـر پایـه زمان حقیقی[۳۱] است. داده های فرآیندی مبتنی بر زمـان حقیقـی امکـان شناسـایی روابـط دینـامیکی مختلـف در تصفیه خانه را در اختیار می گذارد. این روابط می تواند شامل موارد زیر باشد:

ـ تاثیر بارهای هیدرولیکی ناگهانی بر عملکرد

ـ شکستن لخته ها در اثر تغییر شدید در جریان هوای فرآیند

ـ کاهش کیفیت پساب در اثر بارهای روزانه

ـ تغییرات غلظت لجن برگشتی

ـ اختلال در فرآیند یا ناپایداری در اثر جریان های برگشتی حاصل از لجن آب هاضم یا آب حاصل از آبگیری لجن

[30] On-line Continuous Monitoring
[31] Real-time Process Data

داده های پایش در خط برای شناسایی صرفه جویی انرژی و مواد شیمیایی می تواند مورد استفاده قرار گیرد. لجن ته نشینی اولیه و لجن فعال برگشتی و لجن دفعی از متغیرهای مفید در این پایش می باشند و در بالانس جرمی مهم هستند. اندازه گیری دبی جریان های برگشتی داخلی مانند لجناب هاضم ها، آب ناشی از فیلتراسیون یا سانتریفوژ لجن و سرریز تغلیظ کننده نیز مفید می باشند. جدول (۳) برخی از متغیرهایی را که به طور معمول با کمک ابزار های در خط اندازه گیری می شوند، نشان می دهد.

جدول۳ متغیر های فرآیند در خط

طبقه	موارد قابل اندازه گیری
جریان های فرآیند	جریان ورودی و خروجی
	لجن ته نشینی اولیه
	لجن فعال برگشتی
	لجن فعال مازاد
	میزان لجن
	جریان هوای فرآیند
	میزان مواد شیمیایی
متغیر های فرآیند	غلظت MLSS
	غاظت جامدات معلق لجن فعال برگشتی و لجن فعال مازاد
	غلظت اکسیژن محلول
	غلظت جامدات معلق فاضلاب تصفیه شده
	ارتفاع لجن در حوض ته نشینی ثانویه
	pH
	نیتروژن آمونیاکی
	نیترات و نیتریت
	ارتوفسفات
	هدایت الکتریکی

در صورتیکه امکان پذیر باشد به دلیل مزیت داده های زمان حقیقی، پایش در خط ترجیح می شود. به هر حال پایش در خط در بسیاری از تصفیه خانه های فاضلاب عملی نیست. در چنین شرایطی توصیه می شود با اجرای برنامه منظم نمونه برداری و آزمایش، پایش انجام گیرد. یک برنامه نمونه برداری و آزمایش باید تنظیم شود. این برنامه باید شامل فهرستی از پارامترهایی باشد که روزانه و هفتگی اندازه گیری می شوند. برای مثال

جامدات معلق مایع مخلوط و غلظت جامدات معلق در خروجی را میتوان با برداشت نمونه های روزانه مرکب یا لحظه ای اندازه گیری نمود. برای پارامتر هایی که به سرعت تغییر نمی کنند مانند داده های مربوط به کیفیت لجن (مثل غلظت جامدات در لجن هضم شده) نمونه برداری می تواند به صورت روزانه یا هفتگی باشد. نمونه های لحظه ای همچنین برای پایش تغییرات در پارامترهای فرآیند در طول روز مورد استفاده قرار می گیرند. اما بهترین شیوه اجرای پایش درخط برای پارامترهایی است که نوسانات زیادی دارند مانند اکسیژن محلول یا دبی جریان.

۱ـ۳ـ۳ـ۷ـ پایش خارج از خط

پایش خارج از خط برای تکمیل داده های گذشته تصفیه خانه یا گرد آوری داده هایی که در گذشته جمع آوری نشده اند اما برای ارزیابی تصفیه خانه اهمیت دارند، مورد استفاده قرار می گیرند. این داده ها می تواند شامل پارامترهای آزمایشگاهی یا جریان های داخلی تصفیه خانه که به طور روتین توسط کارکنان پایش نمی گردند، باشد. آزمایش های میکروسکوپی توده بیولوژیکی به منظور تعیین وضعیت کلی سیستم و شناسایی مشکلاتی نظیر بالکینگ باید انجام شود. آزمایش جار معمولا برای ارزیابی و بهینه سازی منعقد کننده یا ماده شیمیایی که به فاضلاب باید اضافه شود تا ته نشینی برخی از عناصر بهبود یابد، انجام می گیرد (مانند حذف فسفر). آزمایش های اضافی نیز می تواند به منظور ارزیابی برخی از فرآیند های واحد مانند آزمایش ستون ته نشینی، پایش اکسیژن محلول، میزان جذب اکسیژن، شاخص حجمی لجن و پایش ارتفاع لجن انجام داد.

۳ـ۴ـ ابزارهای تحلیل فرآیند

آزمایش های زیادی را میتوان برای بهینه سازی تصفیه خانه فاضلاب مورد استفاده قرار داد. این ابزارهای تحلیل فرآیند برای شناسایی راههای هزینه ای اثر بخش به منظور افزایش ظرفیت تصفیه خانه و دستیابی به استاندارد های سختگیرانه تر پساب یا بهبود کیفیت لجن تثبیت شده مورد استفاده قرار می گیرد بدون اینکه هزینه های سرمایه ای عمده ای هزینه شود. این مجموعه ابزارها اصطلاحاً به عنوان ممیزی فرآیند نامیده می شوند.

۳ـ۴ـ۱ـ ظرفیت سیستم هوادهی و تحلیل راندمان

هوادهی یکی از مهمترین و پر هزینه ترین فرآیندها در تصفیه فاضلاب بیولوژیکی است و در حدود ۷۵ درصد از انرژی کل تصفیه خانه را به مصرف می رساند. انتقال ناکافی اکسیژن منجر به بد شدن کیفیت پساب خروجی می شود. تحلیل ظرفیت سیستم هوادهی برای ارزیابی ظرفیت سیستم هوادهی و شناسایی راه هایی برای صرفه جویی انرژی انجام می گیرد.

دو روش بسیار متداول برای آزمایش راندمان انتقال اکسیژن در محل، تحلیل گازهای خروجی [۳۲] و آزمایش های پراکسید هیدروژن[۳۳] می باشد. نتایج این آزمایش ها برای مقایسه ظرفیت سیستم هوادهی فعلی با نیاز اکسیژن خواهی فعلی و آینده مورد استفاده قرار می گیرد. سپس این مقایسه به منظور ارزیابی ظرفیت سیستم هوادهی برای بارهای افزوده شده به سیستم و توانایی های تصفیه بیشتر (برای مثال نیتریفیکاسیون) و نیز بررسی پتانسیل صرفه جویی انرژی مورد استفاده قرار می گیرد. برای کسب اطلاعات بیشتر در خصوص آزمایش انتقال اکسیژن و شرایط آزمایش می توان از "رهنمود های استاندارد برای آزمایش انتقال اکسیژن در فرآیند" منتشر شده توسط انجمن مهندسین عمران ایالات متحده آمریکا استفاده نمود. [۳۴]

۳ـ۴ـ۲ـ مدل سازی هیدرولیکی

مدل سازی هیدرولیکی شامل توسعه روابط افت فشار در برابر دبی برای کنترل هیدرولیکی کمی باشد. مدل هیدرولیکی کالیبره شده را می توان برای موارد زیر مورد استفاده قرار داد:

- تعیین ظرفیت هیدرولیکی تاسیسات در دست بهره برداری
- شناسایی مشکلات هیدرولیکی و بررسی راهبردهای جایگزین برای کاهش محدودیت های هیدرولیکی
- تعیین عدم تعادل های موجود و بررسی روش های بهبود جریان بین فرآیند های واحد موازی
- تعیین شیب سرعت و شناسایی نقاط بهینه برای افزودن مواد شیمیایی

---

[32] Off-gas Analysis
[33] Hydrogen Peroxide Tests
[34] Standard guidelines for in- process Oxygen Transfer Testing (ASCE،1997)

۳ـ۴ـ۳ـ تحلیل جریان های برگشتی

جریان های برگشتی ناشی از سیستم تصفیه لجن اغلب مسئول برخی از مشکلات بخش مایع تصفیه خانه می باشند. این جریان ها بسته به نوع و تعداد فرآیند های تصفیه لجن می توانند بین ۰ـ۵۰ درصد بار آلی را افزایش دهند. اقدامات زیر راهکارهایی است که می تواند تاثیر جریان های برگشتی لجن را بر بخش تصفیه مایع تصفیه خانه به حداقل رسانیده و یا حذف کند:

ـ بهبود فرآیند های نقل و انتقال مواد جامد به منظور بهبود کیفیت جریان های برگشتی

ـ تغییر زمان، میزان برگشتی یا نقطه برگشت جریان های برگشتی برای حداقل کردن تاثیر

ـ استفاده از تصفیه مجزا برای جریان برگشتی لجن

تحلیل جریان های برگشتی شامل لجناب و آب ناشی از آب گیری لجن و آب حاصل از شستشوی صافی نشان دهنده این است که این فرآیندها نیز از بهینه سازی سود می برند.

۳ـ۴ـ۴ـ آزمایش استرس

آزمایش استرس آزمایشی است که بر اساس آن میزان باری که عملکرد فرآیند به مقادیر طراحی نزدیک می شود، مشخص می گردد. افزایش جریان روزانه و یا جریان در روزهای بارانی می تواند برای تحت استرس قرار دادن واحد هایی که تحت تاثیر جریان های هیدرولیکی قرار می گیرند مانند حوض ته نشینی، مورد استفاده قرار گیرد. میزان بارهای هیدرولیکی، آلی و مواد جامد به واحد های تصفیه خانه را می توان با تغییر تعداد واحدهای در سرویس و انحراف جریان به واحد موردآزمایش، افزایش داد.

آزمایش استرس به طور معمول تا زمانیکه عدم کارایی در فرآیند اتفاق نیفتد، انجام نمی شود. پیش از انجام این آزمایش باید برنامه ای ریخته شود که اثرات احتمالی تحت استرس قرار دادن یک واحد فرآیندی معین، پایش های مورد نیاز برای ارزیابی عملکرد آن و اقدامات مورد نیاز در صورتی که عدم کارایی فرآیند حتمی باشد، مشخص گردد. در هنگام اجرای این آزمایش اطلاع سازمان های قانون گذار (مانند سازمان حفاظت محیط زیست) ضروری است.

جدول (۴) پارامترهای متداول طراحی فرآیندهای واحد و شاخص هـای ارزیـابی را کـه در هنگـام اجـرای ایـن آزمایش می توان مورد استفاده قرار داد، را نشان می دهد.

جدول ۴ مواردی از پارامترهای طراحی واحدهای فرآیندی و شاخص های ارزیابی آن ها

فرآیند های واحد	پارامتر های طراحی	شاخص های ارزیابی
ته نشینی اولیه	بار سطحی	راندمان حذف
		عمق لجن ته نشین شده
		زمان ماند واقعی
ته نشینی ثانویه	بار سطحی	استاندارد کیفیت پساب
	بار جامدات	عمق لجن ته نشین شده
لجن فعال (شامل هوادهی)	زمان ماند هیدرولیکی و سن لجن	استاندارد کیفیت پساب
	بار آلی و بار مواد نیتروژن دار	غلظت اکسیژن محلول
	نسبت F/M	SVI
	نسبت لجن برگشتی	SOUR
خروجی فیلتر	بار جامدات و بار هیدرولیکی	استاندارد کیفیت پساب
		افت فشار
		غلظت مواد جامد در آب شستشو
گندزدایی پساب	غلظت کلر تزریقی	کلر باقیمانده
	زمان ماند	شمارش باکتریها
	غلظت مواد جامد در خروجی	
	میزان تابش UV یا میزان عبور	
تغلیظ لجن و آب گیری	بار هیدرولیکی و بار مواد جامد	غلظت لجن
	میزان مواد شیمیایی (در صورت نیاز)	کیفیت جریان برگشتی
هضم لجن	زمان ماند هیدرولیکی	تولید گاز (در هاضم بی هوازی)
		کاهش جامدات فرار
		کاهش عوامل بیماری زا
	زمان ماند جامدات	کیفیت لجناب
		غلظت بیوسالید

۳ـ۴ـ۵ـ آزمایش های هیدرولیکی ته نشینی ثانویه (کلاریفایر)

آزمایش های هیدرولیکی ته نشینی ثانویه به منظور ارزیابی ویژگی های هیدرولیکی کلاریفایر و تعیین روش های ممکن برای افزایش ظرفیت هیدرولیکی آن مورد استفاده قرار می گیرد. آزمایش رنگ حوض زلال ساز[۳۵] که به آن آزمایش رنگ کروزبی[۳۶] نیز می گویند، یک آزمایش کیفی است که با استفاده از ماده رنگی، الگوی هیدرولیکی جریان را در کلاریفایرها آزمایش می کند. این آزمایش شامل دو مرحله می باشد: آزمایش پراکندگی و آزمایش توزیع جامدات یا الگوی جریان.

آزمایش پراکندگی شامل تزریق ناگهانی یک ردیاب در بالادست کلاریفایر و نمونه برداری از خروجی طی یک زمان مشخص می باشد. این آزمایش برای تعیین زمان ماند حقیقی هیدرولیکی، تخمین میزان اتصال کوتاه هیدرولیکی و مشخص نمودن زمان های نمونه برداری برای آزمایش الگوی جریان به کار می رود.

آزمایش توزیع جامدات یا الگوی جریان شامل تزریق مستمر ماده رنگی با یک غلظت ثابت به داخل جریان ورودی به حوض می باشد. سپس نمونه ها در اعماق و نقاط مختلف حوض برداشت شده تا تصویری از حرکت ماده رنگی ایجاد شود. غلظت های TSS در هر نقطه مورد پایش قرار می گیرد. آزمایش های توزیع جریان برای ارزیابی توزیع فاصله ای جریان در کلاریفایر و نیز محل نقاط مرده، دانسیته جریان ها و تاثیر احتمالی استقرار راهبندها به کار می رود.

مدل های هیدرودینامیکی پیچیده ای نیز می تواند برای شبیه سازی الگوی هیدرولیکی جریان در کلاریفایر و تاثیر انجام اصلاحات فیزیکی مختلف بر عملکرد کلاریفایر (راهبند های ورودی، راهبند های سرریز) و نیز پیش بینی تاثیر جریان های زیاد، غلظت جامدات بالا یا ته نشینی ضعیف به کار برد. مدل های دو بعدی و سه بعدی پیچیده به طور موفقیت آمیزی برای بهبود عملکرد حوض کلاریفایر مورد استفاده قرار گرفته اند.

---

[35] Clarifier Dye Test
[36] Crosby Dye Test

۳ـ۴ـ۶ـ سایر آزمایش های تشخیصی کلارفایر

با اینکه SVI و SSVI متداول ترین ابزار برای تعیین ته نشینی لجن بیولوژیکی می باشند، اما ابزارهای تشخیصی دیگری نیز مانند آزمایش پوینت استیت (SPA) [۳۷] و آزمایش جامدات معلق پراکنده (DSS)[۳۸] و یا جامدات معلق منعقد شده (FSS)[۳۹] نیز برای بررسی ته نشینی ضعیف در کلاریفایر مورد استفاده قرار گرفته اند. آزمایش استیت پوینت اطلاعاتی در خصوص اینکه آیا کلاریفایر در یک شرایط بیش از بار قرار دارد، در اختیار میگذارد و اپراتور را هدایت میکند تا چه مراحل راهبری را طی کند تا این مشکل را برطرف نماید. آزمایش های DSS و FSS نشان می دهد که آیا عملکرد ته نشینی ثانویه در ارتباط با انعقاد ضعیف مواد جامد یا هیدرولیک ضعیف حوض می باشد یا خیر.

۳ـ۴ـ۷ـ آزمایش های اختلاط

آزمایش های اختلاط برای ارزیابی خصوصیات هیدرولیکی فرآیند های واحد که در آنها مشکل اختلاط وجود دارد و نیز برای ارزیابی تجهیزات اختلاط، شیوه قرار گرفتن تجهیزات اختلاط و شکل هندسی مورد استفاده قرار می گیرد.

نتایج آزمایش اختلاط برای موارد زیر کاربرد دارد:

ـ شناسایی اتصال کوتاه هیدرولیکی

ـ شناسایی ویژگی های اختلاط

ـ شناسایی نقاط مرده

ـ ارزیابی کارایی شیوه استقرار راهبندها

ـ تعیین الگوی جریان غالب در فرآیند واحد

[37] State Point Analysis
[38] Dispersed Suspended Solids
[39] Flocculated Suspended Solids

آزمایش های اختلاط به ویژه در مخازن هاضم به دلیل کفاب، دانه و سایر موادی که در آن تجمع می یابند و باعث کاهش حجم فعال هاضم و اتصال کوتاه می گردند، مورد استفاده قرار می گیرند. بهبود عملکرد اختلاط منجر به افزایش کاهش جامدات فرار و بهبود کیفیت لجن خواهد شد.

با وجود اینکه مواد رنگی فلورسانت به طور موثری در آزمایش اختلاط در کلاریفایر ها و حوض های تماس کلر به کار می رود، کلرید لیتیوم بهترین ردیاب در هاضم ها می باشد. روش های آزمایش و روش های تحلیل داده ها توسط Monteith و Step Henson در سال ۱۹۸۴ تهیه شده است.

۳ـ۴ـ۸ـ مدل سازی فرآیند و شبیه سازی

مدلهای فرآیندی ابزارهای موثری برای تعیین شرایط بهینه بهره برداری هستند. این ابزارها می توانند شامل زمان ماند هیدرولیکی (HRT) و زمان ماند سلولی (SRT) و ظرفیت سیستم برای رسیدن به معیارهای عملکردی ویژه باشد. مدل فرآیندی برای بسیاری از فرآیند های بیولوژیکی متداول مانند لجن فعال، هوادهی گسترده، راکتور های ناپیوسته سری (SBR)، تماس دهنده های بیولوژیکی چرخان (RBC) و صافی چکنده موجود می باشند.

مدل سازی فرآیند و شبیه سازی دینامیک فرآیند برای موارد زیر کاربرد دارد:

- پیش بینی ظرفیت فرآیند
- شناسایی نقاط ضعف فرآیند یا تنگناها
- تحلیل تغییر بار هیدرولیکی
- بهینه سازی بهره برداری از سیستم هوادهی
- بهینه سازی برگشت لجن و لجن مازاد
- بهینه سازی بهره برداری از سیستم های SBR
- کاهش تاثیر کنارگذر

ـ ارزیابی راهبردهای طراحی جایگزین

ـ مدیریت جریان در روزهای بارانی

ـ پیش بینی تولید لجن

ـ طراحی وضعیت راکتور برای حذف مواد مغذی

یک مدل دینامیکی، تغییرات را در دوره های فصلی و روزانه شبیه سازی نموده و تاثیر این تغییرات را بر عملکرد فرآیند ردیابی می کند. مدل سازی فرآیند همچنین به منظور ایجاد ظرفیت بیولوژیکی تصفیه خانه مورد استفاده قرار می گیرد و اثرات تغییرات فرآیند بر ظرفیت تصفیه خانه و عملکرد را به صورت مدل نمایش می دهد. کارهای اخیر بر روی ارتباط مدل های دینامیکی با کنترل نظارتی و اخذ اطلاعات (SCADA)[40] و سیستم های مدیریت اطلاعات آزمایشگاهی (LIMS)[41] متمرکز شده اند تا به صحت و ارزش پیش بینی خود بیفزایند.

۳ـ۵ـ رویکرد های بهینه سازی

۳ـ۵ـ۱ـ نگهداری و بهره برداری بهبود یافته

روش های اجرایی کنترل فرآیند که به طور ویژه برای یک تصفیه خانه تهیه شده باشد، هم می تواند باعث بهبود عملکرد فرآیند و هم صرفه جویی شود. یک برنامه آزمایش کنترل فرآیند برای پایش پارامترها، شامل ته نشینی لجن، جرم لجن، لجن مازاد، میزان و غلظت لجن برگشتی، کاهش جامدات فرار در هاضم ها، عملکرد واحد آبگیری لجن و اکسیژن محلول حوض هوادهی باید به عنوان اولین قدم در بهینه سازی یک تصفیه خانه فاضلاب تهیه گردد. دوره های آموزشی مرتبط با وظایف بهره برداران مانند نمونه برداری، آزمایش ها و محاسبات کنترل فرآیند باید تعریف گردد.

[40] Supervisory Control and Data Acquisition
[41] Laboratory Information Management Systems

ثبت سوابق بهره برداری باعث بهبود فعالیت های نگهداری می گردد. چهار روش زیر برای ایجاد یک سیستم ثبت نگهداری توصیه می گردد:

ـ فهرست کلیه تجهیزات

ـ گرد آوری اطلاعات نگهداری تولید کنندگان برای کلیه تجهیزات

ـ تهیه خلاصه ای از اطلاعات تجهیزات برای کلیه تجهیزات

ـ تهیه برنامه نگهداری پیشگیرانه مبتنی بر زمان

در مواردی که تجهیزاتی به تاسیسات اضافه یا کم می گردد، فهرست تجهیزات باید به روز گردد. برنامه نگهداری باید در برگیرنده چک لیست های روزانه، هفتگی، ماهیانه، سه ماهه، شش ماهه و سالیانه از عملیات نگهداری باشد.

برای تاسیسات بزرگتر، یک سیستم کامپیوتری نگهداری به طور هزینه اثر بخشی می تواند عملیات نگهداری را بهینه سازی نماید.

چارت تشکیلاتی مورد نیاز برای راهبری تصفیه خانه باید موجود باشد و یا تهیه گردد. آموزش کارکنان منجر به بهبود عملکرد تصفیه خانه خواهد شد.

۳ـ۵ـ۲ـ ابزار دقیق، کنترل و اتوماسیون

راه کارهایی برای کاهش هزینه ها و بهبود عملکرد بهره برداری از طریق کاربرد در خط ابزار دقیق [۴۲] و یا اتوماسیون تاسیسات وجود دارد. با افزودن ابزارهای اندازه گیری در فرآیند، بهره بردار اطلاعات بیشتری در اختیار خواهد داشت که بر اساس آن تصمیمات لازم برای کنترل تاسیسات را اتخاذ نماید. راهبری کارآمد با استفاده از کنترل های خودکار میسر است. بهینه سازی فرآیند با استفاده از سنجش های در خط و کنترل های حاصل از این اندازه گیری ها به طور قابل ملاحظه ای می تواند باعث کاهش میزان مواد شیمیایی، انرژی و

[42] On-Line instrumetation

مصرف آب و نیز کاهش تولید لجن گردد. صرفه جویی ها بیشتر در تاسیساتی که دارای کیفیت و دبی متغییری می باشند حاصل می شود . مثال هایی ازکاربرد اتوماسیون در جدول (۵) ارائه شده است.

ابزار دقیق و کنترل در یک تصفیه خانه فاضلاب اطلاعاتی در خصوص وضعیت تجهیزات، سنجش های زمان حقیقی پارامتر های فرآیند فراهم نماید و امکان کنترل خودکار تجهیزات را فراهم می نماید (خاموش و روشن کردن خودکار تجهیزات). بخش های مختلف سیستم های ابزار دقیق و کنترل قابل ارتقاء می باشند. برای مثال سیم پیچ های اولیه را با افزودن سنجش های فرآیند می توان ارتقاء داد و نرم افزار و سخت افزار را با اضافه نمودن سیستم های هشدار دهنده که به طور خودکار در هنگام خرابی تجهیز به وضعیت قبلی تغییر وضعیت می دهند، ارتقاء داد. در شرایط اضطراری دستگاه های کنترلگر خودکار می توانند به وضعیت قبلی تغییر وضعیت دهند. همه عملگرهای کنترلی بحرانی باید دارای یک دستور عمل کنترل پشتیبان باشند. وجود کارکنان مناسب برای کالیبراسیون و نگهداری ابزار دقیق برای برخورداری از مزایای اتوماسیون ضروری است.

۳ـ۵ـ۳ـ اصلاحات فرآیند تصفیه

اصلاحات متنوعی بسته به فرآیند واحد مورد بررسی و عوامل محدود کننده شناسایی شده در مرحله ارزیابی امکان پذیر است. جدول(۶) برخی از رویکردهای بهینه سازی را که می توان برای هر واحد در نظر گرفت و باعث افزایش ظرفیت و بهبود راندمان و یا کاهش هزینه های انرژی و مصرف مواد شیمیایی می شود را نشان می دهد.

جدول ۵ کاربرد های اتوماسیون در تصفیه خانه فاضلاب

فرآیند یا واحد	کاربرد
تصفیه مقدماتی	سیستم خودکار تمیز کردن آشغالگیر بر اساس افت فشار، کل جریان تصفیه یا زمان سنج
تصفیه اولیه و تصفیه اولیه شیمیایی	کنترل تزریق ماده شیمیایی متناسب با جریان
	پایش در خط جامدات معلق و یا کدورت
	کنترل خودکار دانسیته لجن
	کنترل خودکار ارتفاع لجن
تصفیه بیولوژیکی	رسپیرومتری در خط
	اندازه گیری در خط BOD_5
	کنترل خودکار سن لجن
	کنترل لجن مازاد بیولوژیکی
	کنترل خودکار ORP در کنترل فرآیند های حذف بیولوژیکی مواد مغذی
	اندازه گیری در خط غلظت MLSS
	پایش و کنترل اکسیژن محلول در خط
	اندازه گیری در خط P_PO_4،N_NO_x،N_NH_3
تصفیه ثانویه	تحلیل کدورت یا TSSخروجی
فیلترها	پایش در خط غظت های فسفر و کدورت
	پایش در خط افت فشار
سیستم هوادهی	کنترل خودکار دمنده بر اساس حسگرهای در خط اکسیژن محلول
	کنترل خاموش و روشن کردن سیستم هوادهی
	کنترل دور متغیر هواده های مکانیکی
گندزدایی	تزریق شیمیایی متناسب با جریان
	کنترل خودکار کلر باقیمانده
	کنترل خودکار ORP
	پایش شدت UV
	پاک سازی خودکار لامپ ها
تغلیظ و آب گیری لجن	تزریق خودکار ماده شیمیایی
	کنترل خودکار میزان تزریق ماده شیمیایی
	پایش خودکار غلظت جامدات جریان مایع
	کنترل خودکار دوز شیمیایی بر اساس ویژگی های لخته سازی
طراحی	کنترل خودکار توزیع لجن بین چندین راکتور بر اساس جریان یا بار جرمی جامدات
	پایش در خط کیفیت لجناب

جدول۶ رویکرد های بهینه سازی فرآیند تصفیه

فرآیند	رویکرد بهینه سازی
هیدرولیک تصفیه خانه	حذف بارهای لحظه ای به سبب بهره برداری از ایستگاه پمپاژ
	کنترل نشتاب و جریان آب های سطحی
	سیستم ذخیره سازی و کنترل زمان حقیقی
تصفیه مقدماتی	ارتقاء آشغالگیرها و بهبود کنترل
	بهبود هیدرولیک در دانه گیرها
	بهبود سیستم حذف دانه و انتقال آن
تصفیه اولیه	بهینه سازی استفاده از مواد شیمیایی
	بهبود هیدرولیک حوض
	بهبود حذف لجن و کفاب
	حذف ته نشینی هم زمان لجن فعال مازاد
تصفیه بیولوژیکی	بهبود انعطاف پذیری فرآیند
	بهینه سازی حذف BOD_5
	بهینه سازی نیتریفیکاسیون
	اجرای سیستم حدف بیولوژیکی مواد مغذی
	بهینه سازی انتقال اکسیژن
	اجرای تزریق مرحله ای جریان فاضلاب
	اجرای اقدامات کنترلی کف و کفاب
ته نشینی ثانویه	حذف بارهای لحظه ای هیدرولیکی
	بهبود الگوی جریان هیدرولیکی
	کنترل لجن بالکینگ
	بهبود انعطاف پذیری لجن برگشتی و مازاد
فیلتراسیون	بهینه سازی مصرف مواد شیمیایی
	بهینه سازی شستشوی صافی
گند زدایی	بهبود اختلاط
	اجرای کنترل خودکار
تغلیظ و آب گیری لجن	بهینه سازی تزریق موادشیمیایی یا نوع ماده مورد استفاده
	مدیریت لجن اولیه و مازاد به طور مجزا
هاضم هوازی	بهینه سازی انتقال اکسیژن
	بهینه سازی ته نشینی به منظور افزایش تغلیظ لجن یا بهبود کیفیت لجناب
	بهبود اختلاط
	افزایش غلظت لجن خام

ادامه جدول۶ رویکرد های بهینه سازی فرآیند تصفیه

هاضم بی هوازی	بهبود اختلاط
	افزایش دما برای بهبود کاهش جامدات فرار
	بهبود توزیع بار در بین چند مخزن
	افزایش غلظت لجن خام
	استفاده از بیوگاز برای بازیافت انرژی

۳ـ۵ـ۴ـ صرفه جویی در هزینه های منابع

مصرف انرژی در تصفیه فاضلاب یکی از هزینه های عمده بهره برداری می باشد. به منظور بهینه سازی این مصرف، رعایت نکات زیر ضروری به نظر می رسد:

ـ استفاده از موتورهای با راندمان بالا یا با سرعت متغیر

در بسیاری از تاسیسات فاضلاب از پمپ های با راندمان پایین و موتورهایی که سال ها پیش طراحی و نصب شده اند استفاده می کنند. اکثر این موتورها مربوط به سال هایی است که مقررات و الزامات مربوطه، متفاوت از زمان فعلی بوده اند. هم اکنون راندمان موتورها بسیار بالاتر از موتورهایی است که ۱۰ سال پیش در بازار بوده اند. در نتیجه صرفه جویی زیاد در انرژی با جایگزین کردن موتورهای قدیمی با موتورهای جدیدتر قابل حصول می باشد. با کمک موتورهای با سرعت متغیر میتوان بهره برداری از پمپ را با تطبیق میزان انرژی مورد نیاز با فاضلاب مورد پمپاژ، بهینه نمایند.

ـ بهره برداری در دوره های زمانی خارج از پیک دیماند [۴۳]

در دوره های زمانی حداکثر دیماند، دیماند انرژی و هزینه های مصرف بیشتر از دوره های زمانی خارج از پیک دیماند می باشند. در جایی که امکان دارد بهره برداری از تجهیزات را به دوره های زمانی خارج از پیک مصرف منتقل نمود تا از این طریق، میزان زیادی در انرژی صرفه جویی شود. بهره برداری از تاسیسات در

[43] Off-Peak Operation

ساعات خارج از پیک تنها نیازمند تغییر در بهره برداری است (نیازی به سرمایه گذاری سرمایه ای ندارد) و در نتیجه برگشت سرمایه آن سریع می باشد. اگرچه هزینه انرژی کاهش می یابد میزان انرژی مورد استفاده در ساعات خارج از پیک همواره کاهش نمی یابد. این روش در کل تاسیسات قابل کاربرد می باشد. منافع این روش با نوع فرآیند و طراحی تاسیسات متغیر است.

ـ وسیله اندازه گیری جریان

وسیله اندازه گیری جریان برای دبی ورودی، جریان لجن، دبی خروجی، آب شستشوی صافی و دوز مواد شیمیایی باعث استفاده بهینه از منابع شده و تاثیر عمده ای بر مصرف مواد شیمیایی، راهبری فیلتر، شستشوی صافی و میزان تولید لجن دارد. برای مثال در صورتیکه وسیله اندازه گیری جریان در واحد گندزدایی صحیح نباشد، باعث هدررفت انرژی و مصرف بیش از اندازه مواد شیمیایی خواهد شد.

ـ سیستم تصفیه بیولوژیکی

در شرایطی که نیازی به نیتریفیکاسیون نمی باشد، کنترل زمان ماند جامدات یا کاهش غلظت اکسیژن محلول باعث کاهش اکسیژن به میزان زیادی خواهد شد که به نوبه خود منجر به کاهش زمان بهره برداری هواده های مکانیکی یا دمنده ها شده که کاهش مصرف انرژی و جلوگیری از نیتریفیکاسیون غیرضروری را در پی خواهد داشت. افزودن ماده منعقد کننده در تصفیه اولیه باعث افزایش حذف مواد معلق قبل از هوادهی می گردد. این امر باعث کاهش مصرف انرژی می شود. اگرچه مصرف انرژی کاهش می یابد، مصرف مواد شیمیایی و میزان لجن اولیه افزایش پیدا کرده و در چنین مواردی مقایسه باید انجام گیرد.

با تغییر حالت دادن هوادهی به وضعیت های خاموش و روشن، دمنده ها یا هواده های سطحی را می توان برای مدت زمان کمتری بهره برداری نمود (مثلا ۳۰ دقیقه) و سپس برای همین مدت زمان یا کمتر، خاموش نمود. این روش برای سیستم های هوادهی که در صورت خاموش شدن دچار گرفتگی میشوند اجرا می گردد (مانند هواده های دیفیوزری). وسایل هوادهی نیاز به این دارند که با کمک راه اندازهای نرم، مجهز شده تا از خراب

شدن آنها در اثر افزایش تعداد دفعات روشن شدن حفظ شوند. راه اندازهای نرم را می توان برای کاهش دیماند پیک مورد استفاده قرار داد.

با بهینه سازی زمان ماند جامدات (SRT) تولید بیومس کاهش پیدا کرده و منجر به کاهش انرژی مورد نیاز برای انتقال و دفع لجن می گردد. راهبری سیستم با SRT بالا نیاز به انرژی بیشتری دارد.

سیستم های هوادهی دیفیوزری که حباب های هوای ریز تولید می کنند، در مقایسه با سیستم هایی که حباب های درشت تولید می کنند از راندمان انتقال اکسیژن بهتری بر خوردارند. بهبود انتقال اکسیژن باعث کاهش میزان هوایی می شود که بلوئر هوا باید تامین کند و لذا سبب کاهش مصرف انرژی می گردد. صرفه جویی در مصرف انرژی از ۴۰ـ۹ درصد با استفاده از سیستم های هوادهی تولید کننده حباب ریز قابل دستیابی است.

راکتورهای غیرهوازی، اکسیژن ترکیبی را از نیترات گرفته و سبب کاهش اکسیژن مورد نیاز در پایین دست حوض های هوادهی می شوند. اگرچه پمپاژ اضافی برای گردش جریان مورد نیاز می باشد اما کاهش عمده در استفاده از بلوئر می تواند سبب صرفه جویی در انرژی گردد.

مصرف برق اضافی توسط بلوئرها یا هواده های سطحی را می توان با پایش اکسیژن محلول در حوض هوادهی حذف نمود و به طور دستی یا خودکار تعداد بلوئرهای میزان جریان هوا را کنترل نمود.

با فراهم نمودن محیط های بی هوازی و هوازی برای افزایش جذب بیولوژیکی فسفر، کاهش موثری در استفاده از مواد شیمیایی قابل دستیابی است. در پاره ای از موارد نیاز به افزودن ماده شیمیایی ممکن است حذف گردد اما از سوی دیگر نیاز به کنترل فرآیند و افزایش دانش راهبران افزایش می یابد.

ـ ژنراتورهای برق اضطراری

بسیاری از تصفیه خانه های فاضلاب دارای ژنراتورهای برق اضطراری می باشند تا در شرایط اضطراری، برق مورد نیاز خود را تامین نمایند. این ژنراتورها به طور طبیعی مورد استفاده قرار نمی گیرند مگر به طور آزمایشی یا به عنوان بخشی از برنامه نگهداری. با استفاده از این ژنراتورها در ساعات پیک، انرژی الکتریکی مورد استفاده کاهش یافته و صرفه جویی مناسبی در مصرف برق خواهد شد. کیفیت هوای مورد نیاز و هزینه سوخت

برای این ژنراتورها ممکن است در برخی از تاسیسات، این کاربرد را محدود نماید. این سناریو تنها در تاسیساتی ارزش دارد که هزینه های بهره برداری از ژنراتور برق پایین بوده و دارای نسبت های دیماند پیک بالایی باشند.

ـ استفاده از فاضلاب تصفیه شده

در تصفیه خانه فاضلاب ممکن است بسته به نیاز، از آب آشامیدنی برای شستشوی صافی ها، شستشوی محوطه، تهیه مواد شیمیایی، کنترل کف و کنترل بو و کف استفاده کنند. با جایگزین کردن فاضلاب تصفیه شده با این آب، صرفه جویی مهمی در هزینه های آب حاصل خواهد گردید. استفاده از فاضلاب تصفیه شده بستگی به درجه تصفیه داشته و عموماً محدود به استفاده در فرآیند می گردد. فاضلاب تصفیه شده باید با کلر گندزدایی شده تا سلامتی کارکنان حفظ گردد.

ـ استفاده از بیوگاز

گاز متان موجود در بیوگاز تولید شده در هاضم بی هوازی قابل جایگزینی با گاز طبیعی است که برای گرم کردن آن مورد استفاده قرار می گیرد. در تاسیسات بزرگتر تولید انرژی الکتریکی با کمک بیوگاز می تواند برگشت سرمایه مطلوبی در پی داشته باشد.

۳ـ۶ـ منافع مستند سازی

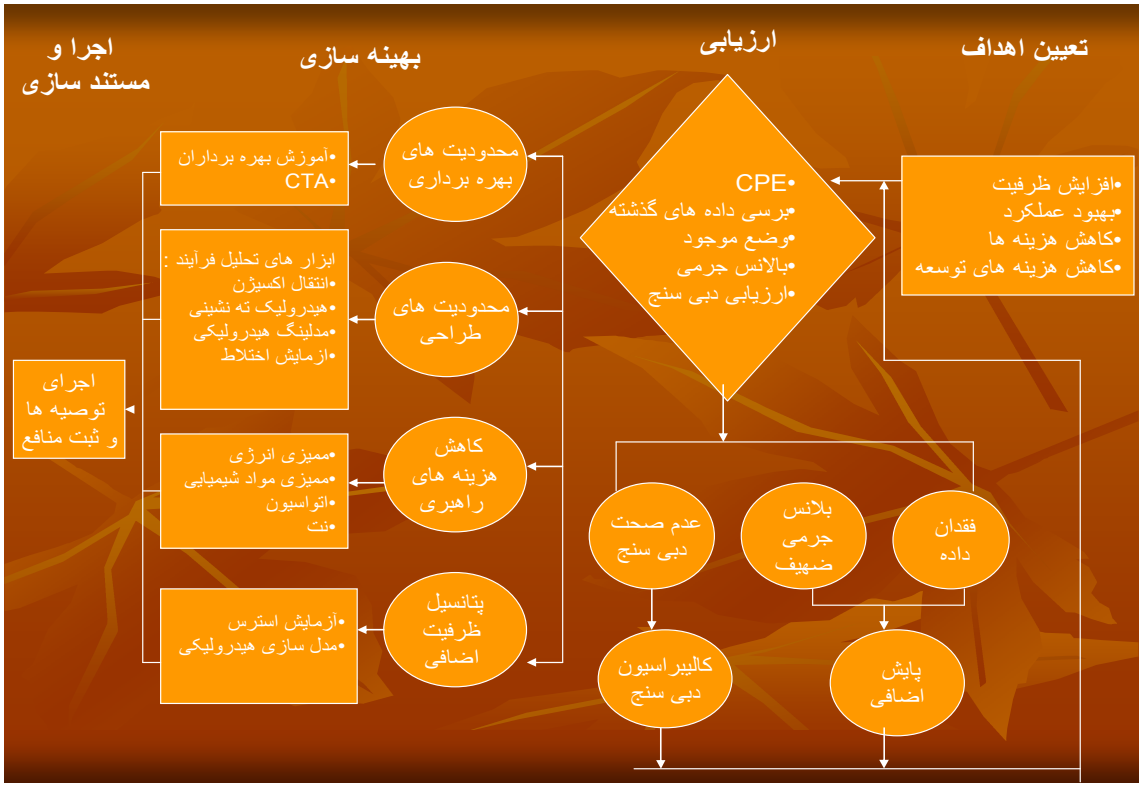
توجه به این نکته اهمیت دارد که پس از تکمیل برنامه بهینه سازی تصفیه خانه فاضلاب، ارزیابی از منافع حاصل از برنامه داشته باشیم و آن را به صورت مستند ارائه نماییم. این ارزیابی باید مقایسه ای از اهداف تعیین شده پروژه (برای مثال افزایش ظرفیت ۳۰ درصدی در تاسیسات) با نتایج به دست آمده و بازگشت سرمایه ناشی از اجرای پروژه (برای مثال صرفه جویی های به دست آمده در برابر هزینه های برنامه) داشته باشد.

۳ـ۷ـ نمودار جریان کار بهینه سازی

شکل (۲) نمودار جریان کار بهینه سازی را در یک تصفیه خانه فاضلاب نشان می دهد . این نمودار به عنوان راهنمایی برای رویکردی که می توان برای دستیابی به اهداف مختلف اتخاذ نمود، مورد استفاده قرار می گیرد. توجه به این نکته اهمیت دارد که برنامه های بهینه سازی دارای اهداف مختلفی هستند و برای رسیدن به اهداف مشابه رویکردهای مختلفی را می توان بکار برد. برای مثال در طی فاز بررسی فنی جامع (CTA) از یک برنامه اصلاحی مرکب (CCP) هر کدام از ابزارهای تحلیل فرآیند که در این راهنما توصیف شده است را می توان برای ارزیابی یک فرآیند واحد خاص که باعث محدود کردن عملکرد تصفیه خانه شده است، مورد استفاده قرار داد. هر کدام از ابزار های تحلیل فرآیند مانند آزمایش انتقال اکسیژن یا مدل سازی می تواند راهکارهایی را برای کاهش هزینه های بهره برداری مشخص نمایند.

اهمیت مرحله ارزیابی تصفیه خانه به منظور اجرای موفقیت آمیز برنامه بهینه سازی ضروری است. در این مرحله اعتبار داده های گذشته تعیین می گردد. این داده ها پایه ای برای تعیین عملکرد و ظرفیت تصفیه خانه است. این مرحله باعث بوجود آمدن پایه ای خواهد شد که منافع مراحل بعدی بهینه سازی در مقایسه با آن قابل سنجش می باشد. در صورتیکه داده ها به دلیل فقدان بالانس جرمی یا نصب وسایل اندازه گیری جریان غیر استاندارد و غیر کالیبره مشکوک باشد، پایش اضافی در این مرحله مورد نیاز می باشد تا اقدامات بعدی بر پایه دانش صحیح از توانایی ها و محدودیت های فرآیند انجام گیرد.

همچنین در مرحله ارزیابی تصفیه خانه، رویکرد و برنامه کاری مورد نیاز برای بهینه سازی تاسیسات و دستیابی به اهداف از پیش تعیین شده، تعیین می گردد. نمودار جریان کار شکل (۲)، نوع آزمایش ها یا ابزار های بهینه سازی که ممکن است برای دستیابی به اهداف مشخص مورد نیاز باشد را پیشنهاد می کند. رویکرد های مورد استفاده باید به اهداف بهینه سازی دست پیدا کند و بسته به ظرفیت و نوع فرآیند مورد استفاده، منابع در اختیار و توانایی های کارکنان تاسیسات آزمایش های لازم را انجام داد.



شکل ۲ نمودار جریان کار بهینه سازی در یک تصفیه خانه فاضلاب

۴ـ راه کارهای بهینه سازی از طریق انجام اصلاحات در فرآیند

۴ـ۱ـ اصلاح هیدرولیک تصفیه خانه

تغییرات سریع در بار هیدرولیکی در اثر پمپاژ جریان های متناوب، ویژگی توریستی یا دانشجویی منطقه و یا سیستم های مرکب فاضلاب ایجاد می شود. تغییرات زیاد در جریان و بار ورودی می تواند بر روی عملکرد تصفیه خانه اثر گذار باشد. با انجام برخی از اصلاحات بهره برداری می توان تا حدودی از تاثیر نامطلوب این عوامل پیشگیری نمود:

ـ استفاده از یک سیستم برگشت جریان برای کنترل جریان متغیر

ـ استفاده از چند پمپ با سرعت ثابت

ـ جایگزین کردن پمپ های با سرعت ثابت با پمپ های با سرعت متغیر یا اسکروپمپ

ـ بهره برداری از پمپ های با سرعت ثابت در ایستگاه پمپاژ ورودی با دبی کمتر و در زمان طولانی تر

ـ استفاده از روش های تزریق مرحله ای تثبیت تماسی به منظور کاهش تاثیر جریان نشتاب و آب های نفوذی در تصفیه خانه های فاضلاب با رشد معلق

ـ برگشت مایع رویی هاضم [44] در هنگام دبی پایین

ـ استفاده از کنترل کننده های سرعت پمپ و کنترل کننده های سطح برای تعیین حداقل تعداد پمپ هایی که خاموش و روشن می شوند.

ـ ایجاد مخزن ذخیره در سیستم و کنترل زمان واقعی

نشتاب و آبهای سطحی نفوذی از منابع عمده جریان اضافی در سیستم های فاضلاب می باشند. این آبها بر روی عملکرد سیستم به دلیل جریان اضافی و نیاز به مصرف انرژی بیشتر اثر نامطلوب می گذارند. با اجرای برنامه کاهش نشتاب و آبهای نفوذی، جریان فاضلاب مورد تصفیه به میزان زیادی کاهش پیدا کرده و باعث صرفه جویی های مهمی در مصرف مواد شیمیایی و انرژی خواهد شد.

۴ـ۲ـ تصفیه مقدماتی

۴ـ۲ـ۱ـ آشغالگیری

آشغالگیری غیر کارآمد می تواند سبب محدود شدن عملکرد و ظرفیت تصفیه خانه شده و تا حد زیادی الزامات راهبری و نگهداری را افزایش دهد. تصفیه خانه های فاضلاب باید مجهز به آشغالگیرهای اتوماتیک شده و از آشغالگیرهای دستی حتی الامکان پرهیز نمود.

۴ـ۲ـ۲ـ دانه گیر

نصب یا اجرای راهبند های طولی یا افقی و یا اصلاح جریان هوا در دانه گیرهای هوادهی کمک زیادی به عملکرد آن می نماید. درصورتیکه دانه گیر به درستی طراحی شده باشد، اما هنوز مشکل جمع آوری دانه در

[44] Supernatant

تصفیه خانه مشاهده می شود، مشکل می تواند ناشی از سیستم جمع آوری دانه باشد. اجزای سیستم جمع اوری دانه مانند پمپ، زنجیر، نقاله ها و یا سایر متعلقات ممکن است به خوبی طراحی و اجرا نشده باشند.

۴ـ۳ـ تصفیه اولیه

اصلاحات زیر برای بهبود راندمان فرآیند در تصفیه اولیه باید مدنظر قرار گیرد:

ـ افزودن مواد منعقد کننده به حوض ته نشینی با اندازه کمتر از میزان مورد نیاز یا حوضی با بار سطحی بالا (بیشتر از ۶۰ـ۴۰ مترمکعب بر مترمربع در روز)

ـ تغییر محل جریان برگشتی داخلی یا جریان لجن فعال

ـ بهبود جداسازی سیستم کف و لجن توسط اتوماسیون

۴ـ۳ـ۱ـ کاهش مصرف ماده شیمیایی

با بهبود کنترل میزان و اختلاط مواد شیمیایی در نقطه تزریق، مصرف مواد شیمیایی کا هش می یابد. روش ها و محصولات متنوعی برای بهبود تزریق و اختلاط مواد شیمیایی وجود دارد. از بین آنها می توان به مخلوط کننده های سریع در خط [۴۵] یا سیستم های اختلاط با سرعت بالا اشاره نمود. آزمایش های جار را باید به طور منظم به منظور تعیین دوز بهینه ماده شیمیایی و روش تزریق انجام داد.

سیستم های اختلاط با سرعت بالا [۴۶] را می توان جانشین انژکتور، پمپ انژکتور، دیفیوزر، مخلوط کننده مکانیکی و فیلتر نمود. سیستم های اختلاط با سرعت بالا با استفاده از پروانه های که مواد شیمیایی را به داخل جریان با سرعت بالا به منظور اختلاط بهتر تزریق می کنند، کار می کنند. در اثر اختلاط ایجاد شده ماده شیمیایی کمتری استفاده می گردد.

[45] In- Line Flash Mixer
[46] High Velocity Mixing Systems

۴ـ۳ـ۲ـ کاهش مواد شیمیایی پیش ته نشینی برای حذف فسفر

مواد شیمیایی مورد استفاده برای حذف فسفر را یا به تصفیه اولیه و یا ثانویه اضافه می نمایند. به طور معمول مواد شیمیایی حذف فسفر به تصفیه ثانویه اضافه می شوند و در این حالت در مصرف ماده شیمیایی نیز صرفه جویی می شود. در برخی از سیستم های تصفیه هنوز مواد شیمیا یی به تصفیه اولیه اضافه می شوند تا حذف BOD_5 را افزایش دهند و نیز سبب کاهش مصرف انرژی و تولید لجن ثانویه گردند. در مواردی که غلظت های پایینی از فسفر در خروجی مورد نظر می باشد، افزودن ماده شیمیایی در چندین نقطه منجر به کمترین مصرف ماده شیمیایی و تولید لجن می گردد.

۴ـ۴ـ تصفیه بیولوژیکی

۴ـ۴ـ۱ـ انعطاف پذیری ناکافی فرآیند

در صورتیکه انعطاف پذیری ناکافی فرآیند باعث محدود کردن عملکرد فرآیند تصفیه بیولوژیکی یا ظرفیت گردد، می توان با ایجاد تغییراتی در شیرها و لوله کشی، حوض های هوادهی را به حالت اختلاط کامل، جریان نهرگونه، تزریق مرحله ای یا تثبیت تماسی بسته به میزان جریان، بار و سایر شرایط بحرانی مورد بهره برداری قرار داد.

تجهیزات فرآیند را می توان به منظور افزایش انعطاف پذیری فرآیند نصب نمود. این تجهیزات شامل موارد زیر می باشد:

ـ ایجاد لوله کشی برای مجزا نمودن تانک های و یا فرآیند های مجزا

ـ هواده های با سرعت متغیر در حوض هوادهی

ـ پمپ های لجن با سرعت متغیر برای برگشت لجن یا لجن مازاد

ـ سیستم های تزریق مواد شیمیایی برای بهبود ویژگیهای ته نشینی

۴ـ۴ـ۲ـ نیتریفیکاسیون

نیتریفیکاسیون تبدیل بیولوژیکی آمونیاک به نیترات می باشد. کنترل قلیائیت در سیستم لجن فعالی که برای نیتریفیکاسیون طراحی شده است، بسیار مهم می باشد. در صورتیکه طی فرآیند نیتریفیکاسیون قلیائیت کافی وجود نداشته باشد، pH پایین می آید و فرآیند نیتریفیکاسیون متوقف می گردد. از این رو یک سیستم تنظیم قلیائیت باید در محل وجود داشته باشد تا باقیمانده قلیائیتی درحدود ۵۰ میلی گرم در لیتر برای هوادهی و ۱۵۰ میلی گرم در لیتر برای سیستم های با اکسیژن خالص تامین گردد.

۴ـ۴ـ۳ـ فرآیند های حذف بیولوژیکی مواد مغذی

فرآیندهای حذف بیولوژیکی مواد مغذی می توانند توانایی حذف مواد مغذی تصفیه خانه را افزایش داده و نیز منجر به ایجاد منافع دیگری مانند بهبود ته نشینی لجن، کاهش تولید لجن، کاهش مصرف قلیائیت فرآیند و کاهش مصرف اکسیژن فرآیند می شوند. کاهش ظرفیت تصفیه خانه در اثر اجرای فرآیندهای حذف بیولوژیکی مواد مغذی نیز باید مدنظر قرار گیرد.

فرآیندهای متنوع زیادی برای حذف بیولوژیکی مواد مغذی وجود دارد. فرآیند انتخابی باید محدودیت های پساب و وضعیت قرار گرفتن واحد های مورد بهره برداری را در نظر بگیرد. ایجاد مناطق بی هوازی و غیر هوازی با اجرای راهبندها در تانک های موجود در صورت در اختیار داشتن حجم و شیب هیدرولیکی کافی، امکان پذیر است. نصب تجهیزات اختلاط و تغییر شکل سیستم هوادهی بسته به فرآیند انتخابی ممکن است نیاز باشد.

۴ـ۴ـ۴ـ سیستم انتقال اکسیژن

در صورتیکه انتقال اکسیژن در تصفیه خانه فاضلاب به خوبی انجام نمی گیرد و یا هزینه های انرژی مربوط به هوادهی باید به حداقل برسند، روش های کاهش بار آلی را باید قبل از هر گونه اصلاحات مد نظر قرار داد.

اقدامات بهره برداری مانند تمیز کردن دیفیوزرها یا هواده های سطحی نیز باید صورت پذیرد. در صورتیکه این اقدامات، ظرفیت انتقال اکسیژن سیستم را بهبود ندهد، اصلاحات زیر را می توان انجام داد :

ـ نصب بلوئر اضافی در سیستم های دفیوزری

ـ ارتقاء سیستم هواده عمقی با جانشین کردن یک سیستم مکانیکی با سیستم هواده دیفیوزری و یا جایگزین کردن سیستم هواده دیفیوزری با راندمان بالاتر با راندمان پایین تر

ـ ارتقاء هواده مکانیکی با پاک کردن سطح مخروطی هواده، اصلاح عمق غوطه وری آن و بهره برداری از کلیه هواده ها با یک سرعت گردشی بالاتر

ـ جا به جایی و تغییر مکان هواده ها به نحوی که نقاط مرده حذف شده و اختلاط بهبود یابد

ـ افزایش توان بلوئرها یا هواده های سطحی

ـ نصب راهبند ها یا وسایل اختلاط مکانیکی برای بهبود اختلاط

ـ تکمیل سیستم هواده با دیفیوزرهای اضافی

ـ بازرسی، نگهداری و تعمیر دیفیوزرها و لوله های ارسال هوا

درصورتی که سیستم های موجود باید ارتقاء پیدا کنند و یا جایگزین شوند، موارد زیر را می توان برای ارتقاء سیستم انتقال اکسیژن موجود مد نظر قرار داد:

ـ بررسی شرایط سیستم انتقال اکسیژن موجود

ـ تعیین راندمان سیستم موجود از طریق آزمایش انتقال اکسیژن

ـ محاسبه ظرفیت سیستم موجود بر پایه راندمان سیستم فعلی

ـ تخمین راندمان سایر سیستم های انتقال اکسیژن

ـ ارزیابی گزینه ها و انتخاب مناسب ترین گزینه

ـ ارزیابی راهکاری برای اجرای گزینه های انخاب شده

ـ اجرای بهبود سیستم انتقال اکسیژن

ـ نصب سیستم خودکار اکسیژن محلول برای تغییر میزان تزریق هوا بر اساس غلظت اکسیژن محلول حوض هوادهی

۴ـ۴ـ۵ـ بهره برداری در هوای سرد

دمای پایین فاضلاب در هوای سرد باعث کاهش فعالیت های باکتریایی و کاهش راندمان تصفیه می گردد. برای جلوگیری از مشکل یخ زدگی و به حداقل رسانیدن تاثیر هوای سرد می توان سطح تانک ها را با پوشش پوشانید.

۴ـ۵ـ ته نشینی ثانویه

۴ـ۵ـ۱ـ اصلاحات ته نشینی ثانویه

اصلاحاتی که ثابت شده است در بهبود عملکرد و ظرفیت ته نشینی ثانویه در یک تصفیه خانه فاضلاب در مدار بهره برداری موثر می باشد شامل موارد زیر است:

ـ سازه های تقسیم جریان ورودی در مواردی که ظرفیت کامل واحد های ته نشینی به دلیل تقسیم نامساوی یا کنترل نشده جریان مورد استفاده قرار نمی گیرد، می تواند مورد استفاده قرار گیرد. روش های مختلفی برای تقسیم جریان وجود دارد، مانند تقسیم جریان با کمک سرریز های چند گانه، یا اریفیس های مجهز به دبی سنج و شیرهای کنترل جریان در ورودی هر واحد تصفیه. تحلیل هیدرولیکی برای تایید وجود ارتفاع کافی و طراحی یک سیستم موثر ضروری است.

ـ تغییرات جریان سریع در شرایطی که یک پمپ با سرعت ثابت روشن یا خاموش می شود اتفاق می افتد. پمپاژ با سرعت متغیر را می توان برای نرم کردن و کنترل تغییرات جریان به کار برد. یک روش پمپاژ با سرعت متغیر، تأمین پمپ هایی با سرعت قابل تنظیم می باشد که سرعت آن ها با سطح مایع در یک چاهک تر در بالادست تعیین می گردد. توجه به این نکته ضروری است که کاربرد پمپاژ با سرعت متغیر باعث پیچیدگی مکانیکی شده و هزینه های نگهداری و تعمیرات را افزایش می دهد.

ـ راهبندهای ورودی را می توان برای پراکنده کردن انرژی موجود در جریان فاضلاب ورودی و توزیع یکنواخت جریان به حوض ته نشینی مورد استفاده قرار داد. برای حوض های ته نشینی، راهبند حلقه ای در محل ورودی جریان از مرکز حوض مفید می باشد. راهبند خروجی برای دور کردن جامدات معلق از جریان خروجی فاضلاب مفید می باشند. دو نوع از راهبند های خروجی به طور معمول مورد استفاده قرار می گیرند: راهبند مک کینی[۴۷] که افقی بوده و درست در زیر سرریز خروجی نصب می گردد و راهبند استمفورد [۴۸] که با زاویه ۴۵ درجه و در زیر سرریز خروجی نصب می گردد.

ـ لوله یا صفحات ته نشین کننده به عنوان ته نشینی های کم عمق عمل کرده و سبب بهبود عملکرد ته نشینی با افزایش سطح موثر برای ته نشینی گردد. الگوی هیدرولیکی جریان در داخل ته نشینی را می توان اصلاح نمود.

ـ مجزا نمودن پمپ های لجن برگشتی و مازاد باعث انعطاف پذیری بیشتر و بهینه شدن عملکرد هر کدام می گردد.

ـ افزودن پلیمر باعث افزایش ویژگی های ته نشینی لجن می گردد.

ـ اجرای سیستم های سریع لجن برداشتی از حوض می تواند باعث کاهش سطح لجن در حوض های ته نشینی گردد و از خروج لجن در هنگام جریان های بالا جلوگیری می کند.

ـ در صورتیکه توانایی لجن در ته نشینی به دلیل کاهش ظرفیت ته نشینی باشد، اجرای واحد سلکتور به منظور افزایش ته نشینی باید مدنظر قرار گیرد.

قبل از اینکه هزینه های سرمایه ای برای ته نشینی در نظر گرفته شود، اقدامات فوق باید به طور کامل مورد بررسی قرار گیرد.

[47] McKinney Baffle
[48] Stamford baffle

۴ـ۵ـ۲ـ جریان های هیدرولیکی مازاد ته نشینی ثانویه

با استفاده از آزمایش رنگ می توان جریان های هیدرولیکی مازاد را شناسایی نمود. اصلاحات مورد استفاده برای تصحیح مشکلات مربوط به جریان هیدرولیکی شامل اصلاحات ورودی به منظور تامین توزیع عمودی و افقی جریان ورودی در طول سطح مقطع جریان حوض، همزمان با حداقل کردن اتصال کوتاه هیدرولیکی و جریان آشفته توسط اجرای راهبند های ورودی و خروجی می باشد. در صورت وجود اتصال کوتاه هیدرولیکی و یا جریان متراکم لجن نصب راهبند ها برای جلوگیری از اتصال کوتاه و راندمان ضعیف جامدات ضروری است.

۴ـ۵ـ۳ـ کنترل لجن بالکینگ

یکی از تشخیص های غلط مرسوم که در ارتباط با عملکرد ته نشینی در سیستم های رشد پراکنده این است که فرار جامدات را ناشی از عملکرد نامناسب ته نشینی ثانویه می دانند، در صورتی که در اغلب اوقات این مشکل به دلیل ویژگی های ضعیف ته نشینی لجن می باشد. حضور مقادیر زیاد میکرو ارگانیسم های فیلامنتوس می تواند باعث تولید لجن با خصوصیات ضعیف ته نشینی نماید. با بهبود ویژگی های ته نشینی لجن، غلظت جامدات معلق لجن که قابل نگهداری در سیستم می باشد افزایش یافته که به نوبه خود باعث افزایش بار آلی سیستم شده و در نتیجه امکان افزایش ظرفیت تصفیه خانه را بدون افزایش حجم حوض میسر می سازد. در سیستم های با فرآیند نیتریفیکاسیون، افزایش غلظت MLSS باعث می گرددکه نیتریفیکاسیون با زمان ماند کمتری انجام گیرد. از این رو بار هیدرولیکی بالاتری را می توان به تانک ته نشینی ثانویه وارد نمود. اقداماتی که می توان برای کنترل لجن بالکینگ به کار برد شامل موارد زیر می باشد:

ـ کلرزنی لجن فعال برگشتی یا جامدات معلق در راکتور

ـ اصلاح شرایط زیست محیطی (برای مثال افزودن مواد مغذی مانند نیتروژن، فسفر و اکسیژن محلول)

ـ ایجاد گرادیان هیدرولیکی از طریق افزودن سلکتور

ـ دفع انتخابی برای حذف میکرو ارگانیسم های ایجاد کننده کف

ـ قطع عملیات ته نشینی همزمان لجن مازاد بیولوژیکی در ته نشینی اولیه

آزمایش های میکروسکوپی به منظور پایش ارگانیسم های فیلامنتوس باید به طور منظم انجام گیرد.

۴ـ۵ـ۴ـ برگشت ناکافی لجن برگشتی و عدم انعطاف پذیری لجن مازاد

فقدان ابزار اندازه گیری لجن برگشتی و میزان لجن مازاد یکی از محدودیت ها در تصفیه خانه های فاضلاب می باشد. بدون آگاهی از این مقادیر جریان تنظیم تغییرات در جریان و یا کنترل بالانس جرمی بسیار مشکل می باشد.

جریان لجن برگشتی به منظور کنترل توزیع لجن بین حوض هوادهی و حوض ته نشینی ثانویه مورد استفاده قرار می گیرد. انعطاف پذیری لجن برگشتی برای بررسی شرایط ناسازگار فرآیند در یک دوره زمانی اهمیت دارد. در صورتیکه ناکافی بودن ظرفیت پمپاژ لجن برگشتی و یا عدم انعطاف آن، محدود کننده عملکرد تصفیه خانه باشند، پمپاژ کمکی لجن و لوله کشی را می توان اضافه نمود و یا پروانه و یا اندازه موتور پمپ های لجن موجود را می توان افزایش داد. اصلاحات ممکن برای بهبود انعطاف پذیری لجن برگشتی شامل موارد زیر است:

ـ برگشت جریان با یک پمپ با سرعت ثابت

ـ استفاده از پمپ ها با نیرو محرکه با سرعت قابل تنظیم

ـ نصب تایمر برای کنترل بهره برداری از شیر

ـ کاربرد چندین پمپ برای پمپاژ لجن برگشتی

ـ اندازه گیری پیوسته ظرفیت جریان

با تنظیم میزان لجن برگشتی در یک تاسیسات می توان سطح لجن را در حوض ته نشینی ثانویه در وضعیت بهینه حفظ نمود. این عمل مقادیر پمپاژ لجن برگشتی را کاهش می دهد.

به منظور افزایش انعطاف پذیری دفع لجن مازاد، مجزا سازی پمپ های لجن برگشتی و مازاد برای بهینه سازی هر کدام امکان پذیر است. در تصفیه خانه های فاضلاب کوچک تا متوسط، پمپ های با جابجایی مثبت مناسب ترین گزینه هستند. نیرو محرکه ها با سرعت متغیر، تایمرها یا ترکیبی از هر دو می تواند انعطاف پذیری مورد نیاز را فراهم نماید.

۴ـ۶ گندزدایی

به طور کلی گندزدایی پساب در دنیا بیشتر بوسیله کلر و اشعه ماورای بنفش انجام می گیرد .

۴ـ۶ـ۱ کلرزنی

متناسب سازی جریان و یا کنترل کلر باقیمانده از استفاده ماده شیمیایی بیش از اندازه جلوگیری می کند . این عمل سبب می گردد که مصرف مواد شیمیایی در مواقعی که جریان فاضلاب کم می باشد یا نیاز به مواد شیمیایی زیاد نمی باشد صرفه جویی گردد.

سایر عواملی که می تواند بر روی کارایی گندزدایی اثر بگذارد شامل اتصال کوتاه هیدرولیکی، دوز کلر مصرف شده و زمان تماس می باشد . با استفاده از ردیاب رنگی می توان اتصال کوتاه هیدرولیکی و نسبت زمان تماس واقعی به اسمی را بررسی نمود . اجرای راهبند می تواند کمک به ایجاد جریان Plug Flow نماید. اختلاط اولیه باید بسیار سریع و کامل باشد. دیفیوزرها باید در مکان هایی قرار گیرند که آشفتگی جریان بیشتری ایجاد گردد. بر خی از راه کار ها برای بهبود اختلاط شامل مخلوط کننده های کمکی یا سیستم های اختلاط با سرعت بالامیباشد. دوز مورد نیاز بسته به کیفیت آب ، شرایط اختلاط ، دما، pH، زمان تماس و سطح گندزدایی مورد نیاز متفاوت می باشد . میزان عامل کلرزدا بستگی به دوز کلر مصرف شده دارد.

انعطاف پذیری در کلرزنی و کلر زدایی بستگی با تامین چندین حوض تماس و یک سیستم افزودن مواد شیمیایی و نیز لوله کشی و نصب شیر آلات مورد نیاز به منظور جدا سازی اتاق تماس یا سیستم تزریق ماده شیمیایی (برای مثال کلریناتور) برای اهداف نگهداری دارد.

۴ـ۶ـ۲ تابش فرابنفش

نگهداری ناکافی و می تواند عملکرد سیستم UV را کاهش دهد . لوله ها و لامپ های ماورای بنفش باید به طور دوره ای تمیز و تعویض گردند. استفاده از نمک های آهن در فرآیند برای حذف فسفر میتواند باعث افزایش تواتر تمیز کردن لامپ ها در سیستم هایی گردد که به طور دستی تمیز می شوند. علت این امر رسوب باقیمانده آهن بر روی لامپ می باشد. در صورتی که این امر ایجاد مشکل نماید از نمک های الومینیوم می توان به جای آهن استفاده نمود.

۴ـ۷ـ تغلیظ و آب گیری لجن

هدف بهینه سازی برای تغلیظ و آب گیری لجن دستیابی به حداکثر غلظت لجن در شرایط بار هیدرولیکی حداکثر می باشد به طوری که در این عمل جامدات بیشتری به دام می افتند و ماده شیمیایی کمتری مصرف می گردد. به غیر از فرآیند های مورد استفاده آزمایش جار برای تعیین میزان مناسب ماده شیمیایی مورد نیاز است. کنترل دوز ماده شیمیایی بر اساس بار جرمی مواد جامد وارده بر واحد تغلیظ نیز ضروری است. فرایند های تغلیظ لجن فعال مازاد که غلظت آن ها به سرعت تغییر می کند نیازمند تنظیم بیشتر دوز ماده شیمیایی در مقایسه با فرایند های آب گیری لجن هضم شده می باشند. اتوماسیون سیستم تزریق ماده شیمیایی در تغلیظ و آب گیری لجن به خاطر کاهش مصرف مواد شیمیایی، تولیدکیک لجن ثابت تر اقتصادی تر است.

فرآیند های تغلیظ و آب گیری لجن بسیار نسبت به تغییرات دبی و بار جرمی حساس می باشند. ایجاد تجهیزات متعادل سازی در بالا دست فرایند های آب گیری و تغلیظ منجر به حداقل نمودن نوسانات بار ورودی به این تجهیزات شده و سبب بهبود عملکرد آن ها می گردد.

۴ـ۸ـ هضم لجن

عمل اختلاط در هاضم های لجن به طور معمول به دلیل تجمع کف، دانه و سایر مواد و نیز انرژی ورودی نسبتا پایین به خوبی انجام نمی گیرد. بهبود عمل اختلاط در هاضم ها از طریق اصلاح هم زن های مکانیکی برای اختلاط گاز یا تمیز کردن هاضم از مواد تجمع یافته اغلب باعث بهبود عملکرد هاضم خواهد شد . اگرچه هاضم های هوازی به منظور تامین اکسیژن کافی به میکروارگانیسم ها بیشتر هم زده می شوند اما با این وجود دانه و کف نیز در این هاضم ها تجمع پیدا می کند و باعث کاهش حجم راکتور می گردد. آزمایش های ردیاب به منظور ارزیابی ویژگی های اختلاط باید در هاضم های هوازی و بی هوازی انجام گیرد تا منافع حاصل از سیستم اختلاط ارتقاء یافته ارزیابی گردد.

توزیع ضعیف جریان یا بار جرمی در بین چند هاضم می توند باعث ورود بار بیش از اندازه و یا کمتر از اندازه به راکتورها گردد. اتوماسیون سیکل های تغذیه و پایش در خط غلظت لجن خام از تانک ته نشینی یا تغلیظ کننده با پمپاژ لجن می تواند از بار هیدرولیکی بیش از اندازه جلوگیری کند.

باکتری های تولید کننده متان در هاضم های بی هوازی بسیار به درجه حرارت حساس می باشند.از نوسانات دمایی بیش از ۰،۵ تا ۱ درجه سلسیوس باید جلوگیری شود . لذا کنترل اتوماتیک دما توصیه می گردد. پمپاژ متناوب لجن خام به هاضم به مقادیر کم مانع تغییرات دمای ناشی از افزایش مقادیر بالای لجن سرد می گردد.

سرعت فعالیت باکتریایی در فرآیند هضم بی هوازی با دما های پایین به طور محسوسی کند می گردد و در دمای زیر ۱۰ درجه سلسیوس تقریبا متوقف می شود .بنابراین بهتر است که در دماهای پایین، بهره برداری از

سیستم با زمان ماند جامدات طولانی تر به منظور دستیابی به تخریب جامدات فرار کافی و تثبیت لجن انجام گیرد.

بهره برداری از هاضم های هوازی و بی هوازی در دماهای ترموفیلیک (۵۰ تا ۶۰ درجه سلسیوس) منجر به کاهش جامدات فرار بیشتر و افزایش راندمان کاهش پاتوژن ها در زمان ماند کمتر می گردد. به هر حال بهره برداری از هاضم های مزو فیلیک موجود در دمای ترموفیلیک مستلزم ارتقاء اساسی سیستم فعلی است و در بحث بهینه سازی در نظر گرفته نمی شود. به طور مشابهی فرآیند های جدید تصفیه لجن وجود دارند که تولید لجن تثبیت شده با کیفیت بهتر می نمایند که باید در طراحی تاسیسات هضم لجن جدید باید در نظر گرفته شوند.

دانشگاه علوم پزشکی تهران

شرکت مهندسی آب و فاضلاب کشور

پیوست ب

سیستم‌های واگذاری پروژه

مرداد ۱۳۸۷

۱ـ مقدمه

در ابتدای شروع فرآیند ارتقای تصفیه‌خانه، کارفرما باید به این موضوع توجه داشته باشد که در نهایت پروژه چگونه واگذار می‌گردد. بعبارت دیگر نقش، مسئولیت و روابط افراد مختلف که درگیر طراحی و اجرای پروژه هستند، چگونه خواهد بود. بنابراین آشنایی کلی با سیستم های واگذاری پروژه ضروری است. انتخاب یک روش واگذاری غیر از روش متداول یعنی "طراحی ـ مناقصه ـ ساخت" نیازمند آگاهی از مزایا و محدودیت های آن است که در این پیوست به طور اجمال به آن اشاره شده است. توصیه می شود انتخاب روش واگذاری بر اساس آگاهی کامل از قوانین ملی و ویژگی های هر روش صورت گیرد.

۲ـ توصیف کلی سیستم‌های واگذاری

معمولاً تصفیه خانه های فاضلاب شهری با استفاده از یک روش واگذاری که "متداول" نامیده می‌شود طراحی و ساخته می شوند. این روش با عنوان طراحی ـ مناقصه ـ ساخت[۴۹] معروف است. مشخصه این روش در این است که طراحی توسط یک مشاور انجام شده و به مناقصه گذاشته می‌شود و پس از تعیین پیمانکار، قرارداد ساخت تدوین می‌گردد. دلایل توجه به سایر سیستم‌های واگذاری نسبت به سیستم متداول که همان طراحی ـ مناقصه ساخت است عبارتند از:

- تکمیل سریع‌تر پروژه
- انتقال برخی از خطرپذیری های کارفرما به سایر گروه‌های پروژه و...
- کاهش مناقشات

از دیگر روش‌های واگذاری که بطور گسترده‌ای در پروژه‌های شهری استفاده می‌گردد، روش طراحی ـ ساخت[۵۰] می‌باشد. در این روش واگذاری، کارفرما اسنادی که پروژه را به خوبی معرفی می‌کند فراهم نموده

[49] Design _ bid_ build
[50] Design _ build

که بر اساس آن یک مهندس طراح یا مشاور، پیشنهادی را ارائه می‌کند که حاوی هزینه‌های ثابت برای فازهای طراحی و اجرای پروژه است.

از دیگر روش‌های واگذاری پروژه، روش مدیریت ساخت در خطرپذیری[۵۱] است. در این روش کارفرما با یک مشاور طراح مجزا که با کارفرما و پیمانکاری که قبلاً در فرآیند طراحی توسط کارفرما انتخاب گردیده، مشارکت می‌نماید.

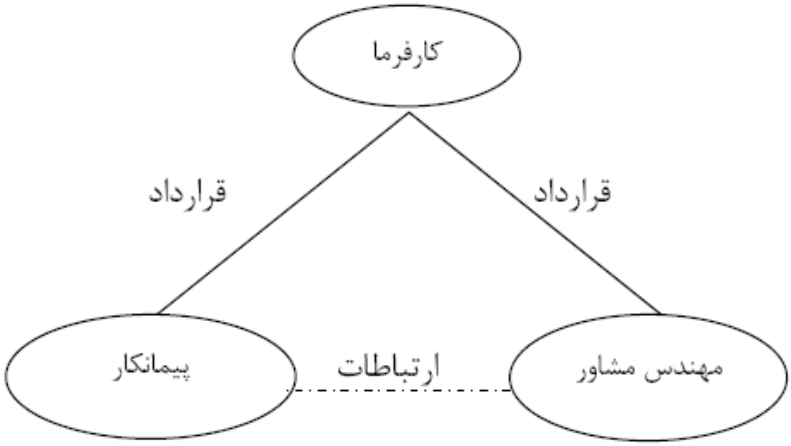
۲ـ۱ـ واگذاری پروژه به روش طراحی ـ مناقصه ـ ساخت

روش متداول واگذاری پروژه یا روش طراحی ـ مناقصه ـ ساخت بیش از یک قرن است که مورد استفاده قرار می‌گیرد. این روش متداول‌ترین روش مورد استفاده جهت واگذاری پروژه ها می‌باشد. همچنین این روش یک فرآیند ملموس برای کارفرمایان، مشاورین، تأمین کننده‌های مواد و تجهیزات و پیمانکاران است. یکی از مزایای این روش آشنایی گروه‌های درگیر با آن است.

در روش واگذاری پروژه به روش طراحی ـ مناقصه ـ ساخت، کارفرما همراه با مهندسین تحت نظرخود یا با کمک مهندس مشاور طراحی پروژه را انجام می‌دهد. در صورتی که مهندس مشاور بکارگرفته شود، در قراردادی که مابین کارفرما و مشاور منعقد می‌گردد، مسئولیت‌ها و اختیارات مهندس و دیگر الزامات مشخص می‌گردد. مهندس طراح مسئول فراهم نمودن اسناد قراردادی است که به پیمانکاران ساخت جهت شناخت مناسب از پروژه و انجام یک مناقصه مناسب و برابر کمک می‌نماید.

پس از تکمیل اسناد قرارداد، پیمانکاران برای مناقصه پروژه دعوت می‌شوند. در برخی موارد قبل از مناقصه یک فرآیند جهت تعیین صلاحیت پیمانکاران انجام می‌گیرد. سپس پیمانکاری که برنده مناقصه شده یک قرارداد جداگانه با کارفرما منعقد می‌نماید. در روش واگذاری پروژه به روش طراحی ـ مناقصه ـ ساخت می بایست به این نکته مهم توجه نمود که بین مهندس مشاور و پیمانکار رابطه قراردادی وجود ندارد. دیاگرام این روابط به صورت شکل ۱ می باشد.

[51] Construction management at risk (CM @ Risk)



شکل ۱ دیاگرام واگذاری پروژه به روش طراحی ـ مناقصه ـ ساخت

ـ مزایای روش طراحی ـ مناقصه ـ ساخت

- سادگی برای تمام گروه ها بعلت شناخت کامل این روش
- وظایف شفاف تعریف شده
- به دلیل اینکه مهندس مشاور و پیمانکار بطور مستقل با کارفرما کار می‌کنند، سیستم کنترلی و تعادلها فراهم می‌گردد.
- کارفرما بطور فعال‌تری می‌تواند فرآیند طراحی و نتیجه پروژه را کنترل و مدیریت نماید.
- توالی فعالیت‌ها سبب همپوشانی نمی‌گردد.
- برنامه‌های بودجه و قراردادها کاملاً تعریف شده است.
- تبعیت از تمام قوانین کشوری و محلی
- قابل استفاده برای هر پروژه با هر اندازه و مقیاس
- برنامه‌های بیمه و... کاملاً تعریف شده است.

ـ معایب روش واگذاری به روش طراحی ـ مناقصه ـ ساخت:

ـ طولانی بودن فرآیند بعلت متوالی بودن هر مرحله (طراحی ـ مناقصه ـ ساخت)

ـ هزینه ساخت پس از تکمیل کامل طراحی مشخص می‌گردد. در صورتی که هزینه مورد توافق کارفرما نباشد، تأخیراتی بعلت طراحی مجدد، مهندسی ارزش و تکرار مناقصه بوجود خواهد آمد.

ـ کارفرما در جایگاه مدیریت رفع اختلاف بین پیمانکار و مشاور قرار دارد.

ـ روال قانونی اضافی و گاهی تناقض قانونی وجود دارد.

ـ مهندس ممکن است به اطلاعات پیمانکاران دسترسی نداشته و امکان استفاده ازآنها را نداشته باشد.

ـ افزایش روابط رقابتی (خصمانه) در بین تمام گروه‌ها

ـ ایجاد مناقشاتی بعلت انتظارات غیر واقعی اسناد قرارداد و الزام جهت پذیرش مناقصه پایین

ـ انتخاب مواد و تجهیزات توسط پیمانکار ساخت بطور بالقوه سبب انتخاب مواد ارزانتر می‌شود. جدول ۱ مسئولیت‌ها رادر روش واگذاری طراحی ـ مناقصه ـ ساخت ارایه میکند

جدول ۱ مسئولیت‌ها در روش واگذاری طراحی ـ مناقصه ـ ساخت

کارفرما مسئول فعالیت‌های زیر می‌باشد:	
ـ تعیین اهداف و نیازمندی‌های پروژه	ـ هدایت مهندس مشاور و پیمانکار
ـ فراهم نمودن مکان مناسب برای اهداف مورد نظر	ـ حل اختلاف بین مهندس مشاور و پیمانکار
ـ تأمین اعتبار پروژه	
مهندس طراح (مشاور) مسئول فعالیت‌های زیر می‌باشد:	
ـ طراحی اولیه	ـ تهیه اسناد ساخت مثل نقشه‌ها و جزئیات
ـ کمک به کارفرما برای تعیین اهداف و نیازمندی‌ها	ـ برآورد هزینه احتمالی اجرا
ـ توسعه و تکمیل طرح پروژه	ـ کمک به مناقصه ساخت
ـ هماهنگی با مشاوران	ـ مطالعه و تصویب نقشه‌ها
ـ پیگیری مجوزهای ساختمان	ـ مدیریت قرارداد برای اجرا
ـ اطمینان از رعایت قوانین ملی و محلی	
پیمانکار مسئول فعالیت‌های زیر می‌باشد:	
ـ تعهد در قبال هزینه احداث	ـ ایجاد و نگهداری برنامه اجرا
ـ تحصیل حقوق مربوط به ساخت و مجوزهای حریم	ـ رعایت موارد ایمنی
ـ تهیه نقشه‌ها و سایر مستندات مورد نیاز برای انجام کار	ـ تکمیل نیازمندی‌های اسناد ساخت
ـ ارایه روش‌ها و وسایل ساخت	ـ تضمین کیفیت ساخت
ـ هماهنگی با پیمانکاران فرعی	

۲ـ۲ـ واگذاری به روش طراحی ـ ساخت[۵۲]

عمده‌ترین مشخصه این روش این است که کارفرما با یک شرکت قرارداد جداگانه‌ای را منعقد می‌نماید. در این روش ابتدا کارفرما ملزم است که پروژه را به خوبی تعریف نماید به طوریکه مجری طراحی ـ ساخت برای تهیه اسناد مناقصه، طرح پیشنهادی یا مذاکره با کارفرما در مورد هزینه ساخت اطلاعات کافی داشته باشد. این امر معمولاً از طریق فراهم نمودن برخی از اسناد قرارداد طراحی انجام می‌گیرد، که اصطلاحاً به آن اسناد مناقصه یا اسناد اولیه طراحی گویند. این اسناد شامل حدود انجام کار، مواد مورد نیاز، داده‌های محلی، معیارهای عملکردی، تجهیزات و سیستم‌های مورد نیاز می‌باشد. برای تهیه این اسناد کارفرما ممکن است از یک مشاور استفاده نماید.

هرچه جزئیات این اسناد مقدماتی بیشتر باشد، کنترل کارفرما بر روی طرح بیشتر خواهد بود با این وجود هرچه جزئیات بیشتر باشد، زمان و هزینه بیشتری در طراحی مقدماتی صرف خواهد شد. یکی از مزایای روش طراحی ـ ساخت این است که امکان ابداع و ابتکار در طی تکمیل طراحی و ساخت وجود دارد.

پس ازمعرفی پروژه، کارفرما طراح ـ سازنده را انتخاب می‌نماید. برای این عمل روش‌های بسیاری وجود دارد که یکی از معمول ترین آن‌ها،"فرآیند پیشنهاد رقابتی"[۵۳] است که طراح ـ سازندگان هزینه پیشنهادی را برای تکمیل پروژه ارائه می‌نمایند. در برخی اوقات این مرحله متعاقب مرحله تعیین صلاحیت برای مناقصه انجام می‌گیرد. طرح های پیشنهادی اغلب شامل اطلاعات مربوط به صلاحیت‌ها، جزئیات طرح نهایی پیشنهاد شده، هزینه‌های بهره‌برداری برآورد شده و دیگر اطلاعات مرتبط می‌باشد. ازجمله مزایای این روش برای کارفرما این است که از ابداعات هر کدام از طراح ـ سازندگان آگاهی یافته و همچنین طرحی را انتخاب نماید که نه تنها هزینه ساخت کمتری داشته باشد بلکه دارای قابلیت اعتماد بیشتر، هزینه بهره‌برداری کمتر، جنبه‌های زیباشناختی بهتر و یا دیگر فاکتورهایی که ممکن است برای کارفرما برای پروژه اهمیت داشته باشد را انتخاب نماید.

---

[52] Design – build Project Delivery
[53] Competitive Proposal Process

از دیگر روشهای انتخاب طراح ـ سازنده، مناقصه ارزیابی شده (درنظرگرفتن هزینه‌های ساخت و بهره‌برداری با چند نوع سیستم برای تعیین بهترین منافصه) و قراردادهای مبتنی بر مذاکره می‌باشد.

از دیگر جنبه‌های فرآیند طراحی ـ ساخت این است که کارفرما باید از ساختار سازمانی طراح ـ سازنده آگاهی داشته باشد.

پس از مرحله انتخاب، طراح ـ سازنده می‌بایست با عقد یک قرارداد جداگانه با کارفرما، طراحی را تکمیل و سپس ساخت را به انجام رساند یکی از نقاط مشترک سیستم واگذاری پروژه به روش طراحی ـ ساخت با فرآیند طراحی ـ مناقصه ـ ساخت در این است که در قرارداد مابین بهره بردار و طراح ـ سازنده وظایف هر دو گروه به وضوح مشخص شده است. معمولاً طراح ـ سازنده دارای انعطاف‌پذیری بسیار بیشتری در اجرای پروژه نسبت به روش طراحی ـ مناقصه ـ ساخت است.

ـ مزایای روش طراحی ـ ساخت

ـ مسئولیت تنها بر عهده یک شخص قرار می‌گیرد.

ـ انتخاب طراح ـ سازنده بر اساس فاکتورهایی دیگری علاوه بر کمترین هزینه ساخت

ـ بکارگیری مهارت ساخت برای طراحی

ـ مسئولیت هماهنگی بین مشاور و پیمانکار بر عهده کارفرما نمی‌باشد.

ـ صرفه‌جویی در زمان بعلت اینکه نیازی به زمان جهت فرآیند مناقصه جداگانه و تکمیل طرح نیست.

ـ کاهش تغییر دستورات (تناقضات موجود در اسناد قرارداد حذف می‌شوند) و...

ـ مشکلات قانونی کمتر بعلت رابطه‌ی غیر سازنده بین مشاور و پیمانکار

ـ کاهش وظایف اداری کارفرمای درگیر قراردادهای چندگانه (مشاورین و پیمانکاران)

ـ مشخص شدن هزینه نهایی پروژه درابتدا

ـ متوجه ساختن برخی از خطرپذیری های اجرای پروژه به سمت طراح ـ سازنده و...

ـ قابل استفاده برای هر پروژه با هر اندازه و مقیاس

ـ معایب روش طراحی ـ ساخت

ـ برای اجرای یک پروژه موفق نیاز به برنامه‌ریزی و انتخاب دقیق طراح ـ سازنده می‌باشد.

ـ عدم آشنایی کارفرما و عموم با این فرآیند

ـ موانع سازمانی (بنیادی) از قبیل قوانین عمومی ملی و محلی برای مشاور یا برای پیمانکار ساخت

ـ فقدان نقش کنترل‌کننده برای کارفرما

ـ فقدان کنترل‌ها و تعادل‌ها توسط مشاور و پیمانکار مستقل

ـ احتمال کاهش کیفیت اجرای پروژه در صورتی که کارفرما ملزم به انتخاب طراح ـ سازنده بر اساس کمترین هزینه ساخت باشد.

جدول ۲ مسئولیت‌هارا در روش واگذاری طراحی ـ ساخت ارایه میکند.

جدول ۲ مسئولیت‌های روش واگذاری طراحی ـ ساخت

<table>
<tr><th colspan="2">کارفرما مسئول فعالیت‌های زیر می‌باشد:</th></tr>
<tr><td colspan="2">ـ تعیین اهداف و نیازمندی‌های پروژه که در بعضی از موارد با دقت بالا انجام می‌گیرد
ـ فراهم نمودن مکان مناسب برای اجرای پروژه
ـ تأمین اعتبار پروژه
ـ تهیه اصول و مبانی برای انتخاب طراح ـ سازنده
ـ هدایت تیم طراح ـ سازنده</td></tr>
<tr><th colspan="2">مهندس طراح. تیم طراح ـ سازنده مسئول فعالیت‌های زیر می‌باشد:</th></tr>
<tr><td colspan="2">ـ توسعه طراحی پروژه در محدوده تعهدات مالی و بودجه‌ای
ـ پیگیری حقوق مربوط به مسئولیت‌های طراحی مانند تصویب برنامه و تغییرات منطقه بندی
ـ اطمینان از رعایت قوانین
ـ تخمین هزینه‌ی احتمالی ساخت
ـ تهیه اسناد ساخت</td></tr>
<tr><th colspan="2">احداث ـ تیم طراح ـ سازنده همچنین مسئول فعالیت‌های احداث نیز می‌باشند مانند:</th></tr>
<tr><td>ـ تضمین هزینه‌های واقعی ساخت
ـ تحصیل حقوق مربوط به ساخت مانند ساختمان و مجوزهای حریم
ـ رعایت برنامه ساخت
ـ تهیه نقشه‌ها و سایر اسناد مورد نیاز برای انجام کار
ـ هماهنگی مناقصه‌ها و کار پیمانکاران فرعی</td><td>ـ رعایت موارد ایمنی در محیط کار
ـ ارایه‌ی روش‌ها و وسایل ساخت
ـ تکمیل نیازمندیهای اسناد ساخت
ـ تضمین کیفیت ساخت</td></tr>
</table>

۲ـ۳ـ مدیریت ساخت درخطرپذیری[54]

سالهاست که استفاده از مدیریت ساخت در پروژه های تصفیه‌خانه فاضلاب شهری مرسوم می‌باشد. متأسفانه در صنعت ساخت، اصطلاح"مدیریت ساخت" دارای تعاریف گسترده‌ای است. به هر حال یکی از رویکردهای خاص که اخیراً در صنعت فاضلاب مناسب شناخته شده، تحت عنوان CM @ Risk معروف است.

عبارت"درخطر" "at Risk" به این علت مورد استفاده قرار گرفته که مدیر ساخت تمام اختیارات و مسؤلیت‌های یک پیمانکارعمومی را بر عهده گرفته است.

یکی از اهداف اصلی روش CM @ Risk ترکیب بهترین فرآیندهای طراحی ـ مناقصه ـ ساخت و طراحی ـ ساخت می‌باشد. در این روش کارفرما همراه با کارکنان خود یا توسط یک مهندس مشاور، یک طراحی مستقل را انجام می‌دهند.

CM (مدیرساخت) بر اساس صلاحیت تجربه و دیگر فاکتورهای حائز اهمیت برای کارفرما انتخاب می‌گردد. معمولاً در زمانی که CM انتخاب می‌گردد، پروژه هنوز به اندازه کافی جهت فراهم نمودن یک قیمت ثابت برای ساخت تعریف نشده است.

هدف از به کارگیری مدیر ساخت (CM) در ابتدای فرآیند طراحی استفاده از دانش و مهارت‌های وی در فرآیند طراحی به منظور بهبود برنامه‌ریزی، قابلیت ساخت و کیفیت پروژه همزمان با کنترل هزینه‌های پروژه است. سپس در یک مقطع زمانی مشخص شده در فرآیند طراحی (برای مثال از ۹۰ـ۳۰ درصد پیشرفت پروژه)، کارفرما و مدیر پروژه با همکاری مهندس طراح با یک شرکت مشاور در خصوص قیمت ثابت اجرای پروژه مذاکره می‌کنند. یک راه این است که با مدیر ساخت یک قرارداد ۲ مرحله‌ای بسته شود. بخش اول قرارداد به تشریح نقش CM، مسئولیت‌ها، اختیارات و دستمزد در حین فرآیند طراحی می‌باشد. قسمت دوم که برای آن دستمزد تعریف نمی‌شود برای اجرای واقعی پروژه است. در مرحله دوم ممکن است نیازی به CM برای تکمیل طراحی یا نقشه‌های اضافی طراحی نباشد.

[54] Construction Management at Risk

یکی از نگرانی‌های کارفرمایان از این روش در این است که هزینه ساخت بالایی را بعلت اینکه پروژه تحت مناقصه رقابتی قرار نمی‌گیرد، متحمل می‌شوند.

ـ مزایای روش *CM @ Risk*

ـ مدیر ساخت داده‌های ارزشمندی را در طی مراحل برنامه‌ی زمان‌بندی، بودجه، کیفیت و قابلیت ساخت فراهم می‌کند.

ـ کوتاه شدن کل زمان انجام پروژه

ـ صرفه‌جویی در هزینه مهندسی بعلت اینکه نیازی به دریافت یک طرح صددرصد کامل نیست.

ـ مدیریت ساخت می‌تواند بار مدیریتی را از کارفرما در طی ساخت کاهش دهد و هم می‌تواند بعنوان یک معاون مدیریت و هم بعنوان یک پیمانکار ساخت ایفای نقش نماید.

ـ همکاری‌هایی که در طی طراحی وجود دارد، بطور چشمگیری پتانسیل مناقشات و اعتراضات بر علیه مهندس طراح را کاهش می‌دهد.

ـ مذاکره درباره هزینه ساخت، توانایی کارفرما را در جهت کنترل کیفیت پروژه ساخته شده نهایی را افزایش می‌دهد.

ـ مهندس طراح مستقل، کارفرما را با سیستم کنترل‌ها و موازنه‌ها یاری می‌نماید.

ـ بعلت اینکه طراح و پیمانکار هر کدام با قراردادهای جداگانه‌ای با کارفرما همکاری می‌نمایند، خطوط مسئولیت و اختیارات مشابه روش طراحی ـ مناقصه ـ ساخت بوده و بنابراین تعریف آن به سادگی امکان پذیراست.

ـ معایب روش *CM @ Risk*

ـ اکثر کارفرمایان و پیمانکاران با این فرآیند بخوبی آشنا نیستند

ـ روابط غیر سازنده بین مشاور و مدیریت ساخت می‌تواند باقی بماند

ـ مناقشات درباره کامل بودن یا صحت اسناد تهیه شده توسط مشاور می‌تواند افزایش یابد

ـ پتانسیل تغییر دستورات هنوز وجود دارد

ـ ایجاد تناقض در نقش CM بعلت پیشنهادات کارفرما، در پروژه و ساخت آن

ـ هزینه‌ی اضافی در طی طراحی برای به خدمت گرفتن CM

ـ بعلت متوالی بودن اکثر فرآیندها پتانسیل صرفه‌جویی زمان نسبت به پروژه طراحی ـ ساخت کاهش می‌یابد.

ـ اغلب برای پروژه‌های بزرگتر قابل کاربرد است.

جدول ۳ مسئولیت‌ها را در واگذاری به روش مدیریت ساخت در خطرپذیری ارایه میکند.

جدول ۳ مسئولیت‌های روش واگذاری مدیریت ساخت در خطرپذیری

مسئولیت‌های کارفرما در این روش واگذاری همانند روش‌های سنتی پروژه است، یعنی کارفرما مسئول فعالیت‌های زیر می‌باشد	
ـ تعیین اهداف و نیازمندی‌های پروژه	ـ تأمین اعتبار پروژه
ـ فراهم نمودن مکان مناسب برای پروژه	ـ انتخاب مهندس و مدیریت مناقصه یا مذاکره برای انتخاب مدیر ساخت
مهندس طراح مسئول فعالیت‌های زیر می‌باشد:	
ـ طراحی اولیه	ـ اطمینان از رعایت قوانین
ـ کمک به کارفرما در تعیین اهداف و نیازمندی های پروژه	ـ تهیه اسناد دامنه کار برای انتخاب مدیر ساخت
ـ توسعه طراحی پروژه	ـ کمک در مناقصه یا فرآیند مذاکره برای انتخاب مدیر ساخت
ـ هماهنگی با مشاور طراح	ـ کار با مدیر ساخت طی مرور طرح ساخت
ـ پیگیری حقوق مربوط به مسئولیت‌های طراح مانند تصویب برنامه و تغییرات منطقه‌بندی	ـ تهیه اسناد ساخت
	ـ بررسی و تصویب نقشه‌ها
	ـ اداره و مدیریت قرارداد ساخت
مدیریت پیش از ساخت ـ مدیر ساخت مسئول وظایف مدیریت همانند ساخت می‌باشد	
ـ تهیه و تخمین داده‌ها در حین فاز طراحی	ـ مدیریت مناقصه یا مذاکره برای اجرای ساخت
ـ ایجاد تمهیدات لازم برای مهندسی ارزش و بررسی قابلیت ساخت در طی فاز طراحی	ـ قرارداد برای هزینه ساخت
مدیریت ساخت در خطرپذیری مسئول ساخت و نیز استخدام پیمانکارانی که مسئولیت اجرای ساخت را تحت قراردادی با مدیر ساخت در خطر دارند می‌باشد. مسئولیت‌های احداث شامل موارد زیر است:	
ـ تعهد نسبت به هزینه ساخت که به طور معمول شامل مناقصه‌های قیمت واقعی ساخت از پیمانکاران است	ـ ایجاد و حفظ برنامه ساخت
ـ تحصیل حقوق مربوط به ساخت مانند ساختمان و محورهای حریم	ـ ارایه روش‌ها و وسایل ساخت
ـ تهیه نقشه‌ها و سایر اسناد مورد نیاز برای انجام کار	ـ تکمیل نیازمندی‌های اسناد ساخت
ـ اداره فرآیند ساخت شامل تهیه قراردادها با پیمانکاران	ـ تضمین کیفیت ساخت

۳ـ خصوصی سازی [۵۵]

این روش اغلب برای کارفرمایانی که فاقد منابع، مهارتها، بودجه یا زمان لازم برای مسئولیت مالکیت یا بهره‌برداری پروژه ساخته شده می‌باشند، مناسب است. در این روش کارفرما، مالکیت یا بهره برداری و یا هر دو را به بخش خصوصی واگذار می‌نماید. برخی از رویکردهای معمول جهت خصوصی‌سازی عبارتنداز:

۳ـ۱ـ طراحی ـ ساخت ـ بهره برداری[۵۶]

در این روش کارفرما از رویکرد طراحی ـ ساخت برای طراحی و ساخت پروژه استفاده می‌نماید. به هر حال در تکمیل ساخت، شرکتی که با کارفرما قرارداد بسته است مسئول بهره‌برداری تأسیسات برای یک دوره مشخص نیز می‌باشد این زمان می‌تواند از ۱ تا بیش از ۲۰ سال باشد. انتخاب شرکت مسئول برای قرارداد DBO معمولاً شامل یک ارزیابی از لحاظ هزینه ساخت و هزینه بهره‌برداری است. همانند روش طراحی ـ ساخت برای کارفرما ضروری است که نیازمندی های پروژه را به خوبی در اسناد مناقصه تعریف کند.

۳ـ۲ـ ساخت ـ مالکیت ـ بهره‌برداری ـ واگذاری[۵۷]

در این روش کارفرما جهت کنترل بر روی طراحی پروژه نهایی از یک مشاور جداگانه استفاده می‌نماید. طراحی نهایی بر اساس یک مناقصه رقابتی انجام گرفته و بسیاری از مزایای فرآیند طراحی ـ مناقصه ـ ساخت را دارا می‌باشد. به هر حال در تکمیل ساخت، مسئولیت‌ها بطورچشمگیری متفاوت می‌باشند. کارفرما بطور قراردادی مسئولیت‌های مالکیت تأسیسات و بهره‌برداری از تأسیسات را برای یک دوره مشخص تعیین می‌نماید. این مدت زمان معمولاً به اندازه چند دهه به طول نمی‌انجامد. به جای آن شرایط واگذاری و احتمالاً بهره‌برداری به کارفرما در قرارداد به خوبی تعریف می‌شود.

---

[55] Privatization
[56] Design – Build ـ Operate
[57] Build – Own – Operate – Transfer (BOOT)

۳ـ۳ـ طراحی ـ ساخت ـ مالکیت ـ بهره برداری[58]

این روش تقریباً شبیه روش DBO می‌باشد. به استثنای اینکه پیمانکار DBO می‌بایست مالکیت تأسیسات را برای یک دوره زمانی معین بر عهده گیرد. این اضافه کردن مالکیت بیان‌کننده این است که کارفرما فاقد منابع سرمایه‌گذاری برای مالکیت و بهره‌برداری تأسیسات است.

۳ـ۴ـ ساخت ـ مالکیت ـ واگذاری(BOT) [59]

این روش بسیار شبیه روش BOOT می‌باشد به استثنای اینکه نیاز برای بهره‌برداری حذف شده است. کارفرما معولاً این روش را به جای روش BOOT انتخاب می‌کند در صورتی که بخواهد منافع روش طراحی ـ مناقصه ـ ساخت را داشته باشد ولی بهره‌برداری را خود بر عهده بگیرد و دارای سرمایه‌ی لازم برای مالکیت سیستم نیست.

۳ـ۵ـ طراحی ـ ساخت ـ تأمین منابع ـ بهره‌برداری [60]

این روش تقریبا مشابه روش DBO می‌باشد به استثنای اینکه مالک به یک طراح ـ سازنده برای بهره برداری پروژه برای یک دوره زمانی و برای تأمین منابع هزینه ساخت نیاز دارد. کارفرما در این حالت مالکیت را حفظ می‌کند اما زمان و پول و سایر موضوعات مربوط به تأمین منابع مالی را به دیگری واگذار می‌کنند.

ـ مزایای روش خصوصی‌سازی پروژه ساخته شده

ـ امکان تکمیل پروژه در زمان معین برای کارفرمایان با منابع مالی ناکافی برای ساخت وجود دارد.

ـ امکان شروع بهره برداری تصفیه‌خانه در زمان مشخص برای کارفرمایانی که پرسنل ماهر بهره برداری کافی ندارند، وجود دارد.

---

[58] Design – Build – Own -Operate
[59] Build – Own – Transfer
[60] Design – Build – Finance - Operate

ـ خطرات مرتبط با مالکیت یا بهره برداری متوجه افراد دیگری خواهد شد.

ـ تشویق پیمانکار ساخت برای توجه بیشتر به کیفیت

ـ تشویق جهت نوآوری توسط برگزارکننده مناقصه ازطریق داده‌های تجربی گسترده پیمانکاران و بهره بـرداران در طی فرآیند مناقصه

ـ ترویج روش‌های اقتصادی ازطریق ارزیابی هزینه‌های ساخت و بهره‌برداری در طی مناقصه

ـ واگذاری مسئولیت طراحی، ساخت، مالکیت یا بهره‌برداری و یا ترکیبی از این موارد

ـ معایب روش خصوصی‌سازی برای پروژه ساخته شده

ـ آشنایی کم کارفرما، پیمانکار و عموم با این روش

ـ وظایف، مسئولیت‌ها و نقش‌ها می‌بایست بطور دقیق تعریف شوند

ـ هزینه های مصرف‌کننده ها ممکن است افزایش یابد و توسط کارفرما بطورمستقیم قابل کنترل نباشد.

ـ عدم توجه به کیفیت بعلت نیاز به یک مناقصه پایین

ـ تعریف نادرست وظایف و مسئولیت‌ها می‌تواند منجر به ناسازگاری‌های قابل ملاحظه‌ای شود.

ـ اختلافات فلسفی درباره بهره‌برداری معمول و اضطراری، نگهداری و روابط عمومی ممکن بوجود آید.

ـ فرآیند مناقصه و انتخاب شرکت خصوصی می‌تواند پیچیده و زمان بر باشد.

ـ برای پروژه‌های بزرگتر و کلان کاربرد بیشتری دارد.