جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

الزامات و خطوط راهنمای تأسیسات پسماندسوز شهری

نشریه شماره ۹۲۲

آخرین ویرایش: ۳۱-۰۳-۱۴۰۵

معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی
امور نظام فنی و اجرایی
nezamfanni.ir

۱۴۰۵

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی و اجرایی معاونت فنی، زیربنایی و تولیدی سازمان برنامه و بودجه کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه کرده و آن را برای استفاده به جامعه‌ی مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، از شما خواننده‌ی گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هر گونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را به‌صورت زیر گزارش فرمایید:

۱- ***شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.***

۲- ***ایراد مورد نظر را بصورت خلاصه بیان دارید.***

۳- ***در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال کنید.***

کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه:

تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی‌شاه – مرکز تلفن ۳۳۲۷۱

سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی و اجرایی

web: nezamfanni.ir Email: nezamfanni@chmail.ir

باسمه تعالی

پیشگفتار

در دنیای امروز، مدیریت اصولی و کارآمد پسماندهای شهری نه تنها یک وظیفه قانونی و اجرایی، بلکه ضرورتی انکارناپذیر در جهت صیانت از محیط‌زیست، ارتقای کیفیت زندگی شهروندان و حرکت به سوی توسعه پایدار محسوب می‌شود. در این میان، بهره‌گیری از فناوری‌های نوین و راهکارهای علمی برای مواجهه با چالش‌های فزاینده حوزه پسماند، جایگاه ویژه‌ای یافته است. یکی از این فناوری‌ها، پسماندسوزی به‌عنوان روشی کارآمد برای کاهش حجم پسماند، تولید انرژی و مدیریت بهینه منابع است که در صورت تلفیق صحیح با سایر اجزای نظام مدیریت پسماند، می‌تواند نقش مهمی در تحقق اهداف کلان کشور ایفا نماید.

به استناد وظایف و مأموریت‌های قانونی مقرر در قوانین و مقررات موضوعه کشور در حوزه مدیریت پسماندهای شهری و با توجه به ضرورت برنامه‌ریزی جامع و نظام‌مند به منظور ارتقای سطح کارایی نظام مدیریت پسماند و بهبود فرآیندهای اجرایی، این مجموعه در راستای تدوین ضوابط، دستورالعمل‌ها و راهنماهای فنی مرتبط با ارزیابی امکان تلفیق فناوری پسماندسوزی در نظام مدیریت پسماند کشور تهیه و تنظیم گردیده است.

در این راستا، مجموعه‌ای از معیارها و شاخص‌های کلیدی با رویکردی نظام‌مند و مبتنی بر تجارب علمی، تخصصی و اجرایی، در قالب این راهنما گردآوری و ارائه شده است. این معیارها به‌گونه‌ای تنظیم گردیده‌اند که ضمن انطباق با استانداردها و دستورالعمل‌های معتبر بین‌المللی، با شرایط بومی کشور و مقتضیات اجرایی دستگاه‌های ذی‌ربط نیز همخوانی داشته باشند. بر این اساس، راهنمای حاضر می‌تواند به عنوان مرجع فنی و کاربردی جهت ارزیابی امکان‌پذیری پروژه‌های پسماندسوزی در ابعاد مختلف مورد استفاده مدیران، تصمیم‌گیران و بهره‌برداران قرار گیرد.

این اقدام در جهت تحقق اهداف کلان کشور در زمینه کاهش ریسک‌های اجرایی، بهینه‌سازی تخصیص منابع مالی و انسانی، ارتقای بازدهی پروژه‌های زیربنایی و نیز کاهش پیامدهای زیست‌محیطی ناشی از دفع غیر بهینه پسماند صورت گرفته است.

علیرغم تلاش، دقت و وقت زیادی که برای تهیه این مجموعه صرف گردید، این مجموعه مصون از وجود اشکال و ابهام در مطالب آن نیست. لذا در راستای تکمیل و پربار شدن این ضابطه از کارشناسان محترم درخواست می‌شود موارد اصلاحی را به امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور ارسال کنند. کارشناسان سازمان پیشنهادهای دریافت شده را بررسی کرده و در صورت نیاز به اصلاح در متن نشریه/ضابطه، با همفکری نمایندگان جامعه فنی کشور و کارشناسان مجرب این حوزه، نسبت به تهیه متن اصلاحی، اقدام و از طریق پایگاه اطلاع رسانی نظام فنی و اجرایی کشور برای بهره‌برداری عموم، اعلام خواهند کرد. به همین منظور و برای تسهیل در پیدا کردن آخرین ضوابط ابلاغی معتبر، در بالای صفحات، تاریخ تدوین مطالب آن صفحه درج شده‌است که در صورت هرگونه تغییر در مطالب هر یک از صفحات، تاریخ آن نیز اصلاح خواهد شد. از اینرو همواره مطالب صفحات دارای تاریخ جدیدتر معتبر خواهد بود.

حمید امانی همدانی

معاون فنی، زیربنایی و تولیدی

تابستان ۱۴۰۵

الزامات و خطوط راهنمای تأسیسات پسماندسوز شهری [نشریه شماره ۹۲۲]

اعضای گروه تهیه‌کننده:

محمدعلی عبدلی	استاد بازنشسته دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران
علی شهبازی	استادیار دانشکده مهندسی آب و محیط زیست، دانشگاه شهید چمران اهواز
مجید بغدادی	دانشیار دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران
کیانا یحیی‌زاده شورابی	دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران
مرتضی مهرعلی تبار فیروزجایی	رئیس گروه آمایش سرزمین مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری
ابوالحسن مدرس‌زاده برزکی	پژوهشگر گروه آمایش سرزمین مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری

ناظر:

فرزام پوراصغر سنگاچین	دکتری محیط زیست دانشگاه تهران

اعضای گروه هدایت، راهبری و تأیید:

محسن دهقان منشادی	رئیس گروه دفتر عمران و حمل‌ونقل شهری و روستایی سازمان برنامه و بودجه
فرزام پوراصغر سنگاچین	دکتری محیط زیست دانشگاه تهران
حسین حیدریان	معاون سرمایه‌گذاری سازمان مدیریت پسماند شهرداری تهران
فرید ملکان	رئیس اداره دفن و پردازش سازمان مدیریت پسماند شهرداری کرج
آرزو فتاحی	کارشناس سازمان محیط زیست
فرزانه فرحی	کارشناس سازمان محیط زیست
رودابه سمیعی زفرقندی	انجمن پسماند دانشگاه تهران
مرتضی مهرعلی‌تبار فیروزجائی	رئیس گروه مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری
ابوالحسن مدرس‌زاده برزکی	پژوهشگر مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری

اعضای گروه هدایت و راهبری (سازمان برنامه و بودجه کشور):

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی
فرزانه آقارمضانعلی	رییس گروه امور نظام فنی و اجرایی

از همکاری صمیمانه مدیران و مسئولان استانی که با حمایت‌های بی‌دریغ خود، یاریگر گروه پژوهشی در تکمیل و غنای هر چه بیشتر این مطالعات به‌ویژه در بخش مطالعات میدانی بودند، تشکر و قدردانی به‌عمل می‌آید:

مدیرعامل محترم سازمان مدیریت پسماند استان گیلان جناب آقای شهرام توانا

مدیرعامل محترم سازمان پسماند استان مازندران جناب آقای امید حسن زاده مقیمی

مدیرعامل محترم سازمان مدیریت پسماند استان گلستان جناب آقای عیسی سالکی

معاون محترم سازمان مدیریت پسماند استان مازندران جناب آقای سیدعلی تقی‌زاده دیوا

مدیریت و کارکنان محترم سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان‌های گیلان، مازندران و گلستان

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل ۱- کلیات و تعاریف	**۱**
۱-۱- هدف	۴
۱-۲- دامنه کاربرد	۴
۱-۳- مخاطبان	۴
۱-۴- تعاریف و مفاهیم	۵
فصل ۲- برنامه‌ریزی، امکان‌سنجی و توسعه پروژه	**۹**
۲-۱- الزامات و شرایط برنامه‌ریزی برای پسماندسوز	۱۱
۲-۲- الزامات پذیرش و کنترل خوراک پسماندسوز	۱۲
۲-۳- چارچوب سازمانی	۱۲
۲-۴- اقتصاد و امور مالی	۱۷
۲-۵- چرخه پروژه	۱۹
۲-۶- اجرای پروژه	۲۲
۲-۷- ضرورت‌ها و الزامات قانونی توسعه پسماندسوزها به عنوان یکی از گزینه‌های دفع پسماندها	۲۵
۲-۸- داده‌های مورد نیاز برای طراحی پسماندسوزهای شهری	۲۸
۲-۹- هزینه‌های پسماندسوز	۲۹
فصل ۳- الزامات فنی و فرایندی تأسیسات	**۳۱**
۳-۱- باسکول	۳۳
۳-۲- دریافت پسماند (سالن دریافت)	۳۳
۳-۳- سالن ذخیره	۳۴
۳-۴- روش‌های بارگیری	۳۵
۳-۵- تعداد جرثقیل و کنترل و راهبری آن	۳۶
۳-۶- قیف تغذیه	۳۶
۳-۷- شوت	۳۷
۳-۸- کوره	۳۷
۳-۹- شبکه‌ها	۴۰
۳-۱۰- خروج مواد باقیمانده	۴۲
۳-۱۱- احتراق	۴۲
۳-۱۲- دمیدن هوا به کوره	۴۳
۳-۱۳- درجه حرارت احتراق و خنک‌کن	۴۳
۳-۱۴- روش‌های خنک کردن کوره و گاز	۴۴

۳-۱۵- نسوزها ۴۵
۳-۱۶- سوخت کمکی ۴۵
۳-۱۷- روشن کردن کوره ۴۵
۳-۱۸- بازیافت و بهره‌برداری از گرما ۴۶
۳-۱۹- کنترل فاضلاب پسماندسوز ۴۷
۳-۲۰- بو، گردوخاک و آشغال ۴۷
۳-۲۱- باقیمانده‌های احتراق ۴۹
۳-۲۲- آب فرایندی ۴۹
۳-۲۳- ارزیابی تصدیق ۵۰

فصل ۴- بهره‌برداری، کنترل و پایش ۵۳

۴-۱- راهبری، تعمیر و نگهداری ۵۵
۴-۲- ضوابط مربوط به تحویل و پذیرش پسماند ۵۷
۴-۳- ضوابط مربوط به شرایط عملیاتی ۵۸
۴-۴- ضوابط مربوط به انتشار آلاینده‌های هوا در تأسیسات پسماندسوز ۵۹
۴-۵- ضوابط مربوط به پساب حاصل از تصفیه گازهای خروجی ۶۸
۴-۶- ضوابط مربوط به ته‌ماند (باقی‌مانده) ۶۹
۴-۷- ضوابط مربوط به کنترل و پایش ۷۰
۴-۸- ضوابط مربوط به الزامات اندازه‌گیری ۷۱

فصل ۵- الزامات فنی عمومی تأسیسات ۷۳

۵-۱- ضوابط مربوط به الزامات فنی: الزامات محل استقرار (ضوابط مکان‌یابی پسماندسوز) ۷۵
۵-۲- ضوابط مربوط به الزامات فنی: مواد و ساخت ۷۷
۵-۳- ضوابط مربوط به الزامات فنی: مواد و ساخت: الزامات الکتریکی ۷۸
۵-۴- ضوابط مربوط به الزامات فنی: الزامات عملیاتی ۷۹
۵-۵- ضوابط مربوط به الزامات فنی: الزامات دیگر ۸۰
۵-۶- ضوابط مربوط به الزامات فنی: آزمون‌های عملیاتی ۸۱
۵-۷- ضوابط مربوط به الزامات فنی: بو، آلودگی صوتی، نوفه ناشی از ارتعاش ۸۲
۵-۸- ضوابط مربوط به الزامات فنی: نشانه‌گذاری ۸۵
۵-۹- ضوابط مربوط به الزامات فنی: تضمین کیفیت ۸۵

فصل ۶- ارزیابی سلامت واطلاعات پسماندسوزها ۸۷

۶-۱- ارزیابی ریسک سلامت انسان ۸۹
۶-۲- فرم فهرست‌برداری از پسماندسوزهای موجود در کشور ۸۹
مراجع ۹۱
پیوست الف- مقررات و ضوابط استقرار واحدهای خدماتی موضوع ماده ۵ ضوابط زیست‌محیطی طرح‌های تملک ... ۹۳

فهرست جداول

عنوان	صفحه
جدول ۱: طرح‌های اجرایی معمولی	۲۰
جدول ۲: سطوح کنترل انتشارات	۲۴
جدول ۳: حداقل فواصل مجاز برای استقرار واحدهای خدماتی	۷۶
جدول ۴: حداکثر حدود تعیین شده برای عوامل ایجادکننده بو	۸۳
جدول ۵: استانداردهای صدا در هوای آزاد ایران	۸۴
جدول ۶: استانداردهای صدا در هوای آزاد ایران	۸۴
جدول ۷: موارد فهرست‌برداری برای پسماندسوزهای کشور	۹۰
جدول ۸: جدول الف-۱ حداقل فواصل مجاز برای استقرار واحدهای خدماتی	۱۰۱

فهرست تصاویر

عنوان	صفحه
شکل ۱: ذینفعان پسماندسوز	۱۳
شکل ۲: نمای سالن تخلیه و سالن ذخیره همراه با جرثقیل	۳۳
شکل ۳: نمای بالا و نمای برش‌یافته (مقطعی) از جرثقیل سقفی	۳۵
شکل ۴: کوره سیلندر عمودی	۳۸
شکل ۵: کوره چندسلولی مستطیل شکل	۳۸
شکل ۶: کوره مستطیل شکل	۳۹
شکل ۷: کوره دوار	۳۹
شکل ۸: شبکه‌های جابه‌جاشونده	۴۱
شکل ۹: شبکه‌های رفت و برگشتی	۴۱
شکل ۱۰: شبکه‌های جنبان	۴۲
شکل ۱۱: شبکه‌های دایره‌ای	۴۲
شکل ۱۲: نمودار سیستم‌های داخلی کارخانه بر پایه جمع‌آوری و انتقال خاکستر بادی خشک از فرایندهای خنک‌سازی و جمع‌آوری	۴۸

فصل ۱

کلیات و تعاریف

مقدمه

رشد فزاینده شهرنشینی، توسعه صنعتی و تغییر الگوهای مصرف در دهه‌های اخیر، حجم و تنوع پسماندهای شهری را به طور چشمگیری افزایش داده و چالش‌های جدی در زمینه جمع‌آوری، پردازش و دفع نهایی پسماند ایجاد کرده و مدیریت آن را به یکی از اولویت‌های اساسی نهادهای شهری و زیست‌محیطی تبدیل نموده است. در چنین شرایطی، بهره‌گیری از روش‌های نوین و فناورانه مانند پسماندسوزی با بازیابی انرژی، به‌عنوان یکی از گزینه‌های دفع نهایی پسماند با هدف کاهش حجم، وزن و آلودگی‌های محیط‌زیستی مدنظر قرار گرفته است.

پسماندسوزی، اگرچه مزایای متعددی همچون کاهش ۸۰ تا ۹۰ درصدی حجم و حدود ۸۰ درصدی وزن پسماند، کاهش نیاز به زمین‌های دفن و امکان استقرار در نزدیکی مراکز تولید پسماند یا ایستگاه‌های انتقال دارد؛ اما باید در کنار این مزایا، به چالش‌های آن شامل کنترل آلاینده‌های هوا، مدیریت خاکستر باقیمانده و هزینه‌های بالای سرمایه‌گذاری و نگهداری نیز توجه جدی نمود. در بسیاری از شهرهای کشور، تأمین منابع مالی لازم برای اجرای چنین پروژه‌هایی توسط شهرداری‌ها، دولت یا مشارکت مردمی با دشواری‌هایی مواجه است؛ این امر لزوم ارزیابی دقیق، چندبعدی و مبتنی بر شواهد از جنبه‌های فنی، اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی پروژه‌های پسماندسوزی را پیش از هرگونه اقدام اجرایی آشکار می‌سازد.

راهنمای حاضر با هدف تدوین چارچوبی نظام‌مند و واقع‌گرایانه برای ارزیابی اولیه تلفیق فناوری پسماندسوزی با بازیابی انرژی در سیستم مدیریت پسماند شهری تهیه گردیده است. این راهنما تلاش دارد تا ابزاری مؤثر در اختیار تصمیم‌گیرندگان، مقامات محلی، مدیران شهری، سرمایه‌گذاران و نهادهای تأمین مالی قرار دهد تا پیش از ورود به مراحل طراحی و اجرا، از امکان‌پذیری پروژه، مخاطرات و مزایای آن و میزان انطباق با ظرفیت‌های محلی، فنی و اقتصادی مطلع شوند.

در این چارچوب، معیارهای کلیدی در سه سطح الزامی،[۱] قویاً توصیه‌شده[۲] و توصیه‌شده[۳] مبتنی بر پایه استانداردهای معتبر، تجارب بین‌المللی و ملاحظات بومی کشور تدوین گردیده‌اند. انطباق با این معیارها هرچند موفقیت یا امکان‌پذیری قطعی پروژه را تضمین نمی‌کند؛ اما می‌تواند به عنوان شاخصی از کاهش ریسک‌های فنی، اقتصادی، زیست‌محیطی و سازمانی باشد و مسیر را برای انجام مطالعات دقیق‌تر امکان‌سنجی هموارتر سازد. در مقابل، عدم انطباق با این معیارها، زنگ خطری برای تصمیم‌گیرندگان خواهد بود که پروژه در مراحل بعدی ممکن است با چالش‌های جدی مواجه گردد.

تجربه اجرای پروژه‌های پسماندسوزی در کشور نشان داده که نبود چارچوب مشخص، سیاست‌گذاری منسجم و ارزیابی‌های چندبعدی اولیه، به توسعه نامتوازن و ناکارآمد این تأسیسات، هدررفت منابع مالی، نارضایتی عمومی و در مواردی، آسیب‌های جدی زیست‌محیطی انجامیده است؛ بنابراین، تدوین این راهنما می‌تواند نقشی اساسی در هدایت اقدامات آینده، انتخاب بهینه مکان، فناوری و نحوه بهره‌برداری از تأسیسات پسماندسوزی ایفا کرده و گامی مؤثر در جهت ارتقاء کارایی، اثربخشی و پایداری نظام مدیریت پسماند شهری کشور باشد.

---

۱. Mandatory

۲. Strongly Recommended

۳. Recommended

این گزارش، مقدمه‌ای بر مجموعه‌ای از چک‌لیست‌ها و ضوابط فنی، اقتصادی، زیست‌محیطی و سازمانی است که می‌توانند مبنای تصمیم‌سازی دقیق، هدفمند و مسئولانه در پروژه‌های پسماندسوزی مورد استفاده قرار گیرند. امید است این نشریه بتواند بستری برای اجرای پروژه‌های با کیفیت بالاتر، ریسک پایین‌تر و سازگار با واقعیت‌های اجرایی کشور فراهم آورد.

۱-۱- هدف

هدف از تدوین این دستورالعمل، ارائه چارچوبی جامع، منسجم و استاندارد برای ارزیابی، طراحی، راه‌اندازی و بهره‌برداری از تأسیسات پسماندسوز در نظام مدیریت پسماندهای شهری کشور می‌باشد. با توجه به پیچیدگی‌های فنی، سرمایه‌گذاری بالا، نیاز به نیروی انسانی متخصص و حساسیت‌های زیست‌محیطی و اجتماعی پروژه‌های پسماندسوزی، تدوین راهنمای کاربردی برای ارزیابی اولیه این پروژه‌ها، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است.

این دستورالعمل با هدف یکسان‌سازی رویه‌ها، ارتقاء کیفیت تصمیم‌سازی، کاهش ریسک‌های فنی، اقتصادی، سازمانی و زیست‌محیطی و نیز تسهیل فرایند تصمیم‌گیری در مراحل مختلف چرخه پروژه پسماندسوزی (از امکان‌سنجی تا بهره‌برداری و پایش) تهیه شده است. این نشریه به عنوان ابزاری راهبردی، مجموعه‌ای از الزامات و معیارهای کلیدی را در حوزه‌های مختلف شامل برنامه‌ریزی، ساختار سازمانی، اقتصاد، فناوری، طراحی مهندسی، محیط‌زیست، راهبری و نگهداری، پایش و مکان‌یابی ارائه می‌دهد.

در این نشریه، با بهره‌گیری از چک‌لیست‌های تخصصی و گروه‌بندی‌شده، زمینه ارزیابی اولیه دقیق برای تصمیم‌گیرندگان، سرمایه‌گذاران، برنامه‌ریزان و نهادهای اجرایی فراهم گردیده است. این ارزیابی، گام نخست در کاهش خطاهای تصمیم‌گیری، اجتناب از تخصیص منابع به پروژه‌های نامناسب و افزایش اثربخشی سرمایه‌گذاری‌ها در مدیریت پسماند شهری محسوب می‌شود. همچنین به تدوین خطوط راهنما برای طراحی اجزا و بخش‌های مختلف تأسیسات پسماندسوز و ارائه ضوابط فنی، زیست‌محیطی و استانداردهای مربوط به انتشار آلاینده‌ها و عملکرد تجهیزات پرداخته است تا ضمن بهبود وضعیت پسماندسوزهای موجود، مسیر توسعه پایدار و علمی تأسیسات جدید را نیز هموار سازد.

۲-۱- دامنه کاربرد

این ضوابط، الزامات و خطوط راهنما برای تمامی تأسیسات پسماندسوز شهری (اعم از جدید، در حال احداث و توسعه یا بازسازی)، پروژه‌های دولتی، عمومی و خصوصی، همچنین سرمایه‌گذاری‌های داخلی و خارجی در این حوزه، کاربرد دارد.

۳-۱- مخاطبان

مخاطبان اصلی این ضوابط، الزامات و خطوط راهنما عبارت‌اند از:

۱- بهره‌برداران تأسیسات پسماندسوز شهری: شامل شرکت‌ها و نهادهای عمومی یا خصوصی که مسئولیت مستقیم بهره‌برداری، نگهداری و مدیریت روزانه تأسیسات را بر عهده دارند.

۲- پرسنل فنی و عملیاتی تأسیسات پسماندسوز شهری: شامل اپراتورها، تکنسین‌ها، مسئولان ایمنی، مهندسان بهره‌برداری و متخصصان زیست‌محیطی شاغل در مجموعه.
۳- مدیران و ناظران شهرداری‌ها و سازمان‌های مدیریت پسماند: شامل مدیران اجرایی، ناظران پروژه و کارشناسان سازمان‌های مدیریت پسماند که بر اجرای دستورالعمل‌ها و عملکرد تأسیسات نظارت دارند.
۴- مشاوران، طراحان و پیمانکاران پروژه‌های پسماندسوز: برای درک بهتر الزامات طراحی، راه‌اندازی و بهره‌برداری مطابق با استانداردهای عملکردی و زیست‌محیطی.
۵- سازمان حفاظت محیط‌زیست و نهادهای نظارتی مرتبط: برای ارزیابی تطابق عملکرد تأسیسات با قوانین و حدود مجاز انتشار آلاینده‌ها.
۶- پژوهشگران و دانشجویان حوزه محیط‌زیست و مدیریت پسماند: به منظور استفاده علمی و کاربردی از الزامات و فرایندهای اجرایی تأسیسات پسماندسوز.

۴-۱- تعاریف و مفاهیم

۱- پسماند شهری (Municipal Solid Waste - MSW)

مجموع پسماندهای تولیدی توسط خانوارها، مراکز تجاری، ادارات، خیابان‌ها و سایر مراکز خدماتی در مناطق شهری. این نوع پسماند معمولاً شامل زباله‌های تر، خشک، قابل بازیافت، پسماند حجیم و گاه پسماندهای خطرناک خانگی است.

۲- مدیریت پسماند (Waste Management)

مجموعه‌ای از فعالیت‌های برنامه‌ریزی‌شده شامل جمع‌آوری، انتقال، بازیافت، پردازش، دفع نهایی و نظارت بر پسماندها به‌منظور کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی.

۳- پسماندسوزی (Incineration)

فرایند سوزاندن کنترل‌شده پسماندهای جامد در دمای بالا با هدف کاهش حجم، وزن و بار آلودگی پسماند و در بسیاری موارد، بازیابی انرژی. پسماندسوزها ممکن است مجهز به سامانه‌های بازیافت انرژی (Energy Recovery Systems) و کنترل آلودگی هوا (Air Pollution Control Systems) باشند.

۴- تأسیسات پسماندسوز (Waste Incineration Facility)

مجموعه‌ای از تجهیزات، زیرساخت‌ها و سیستم‌ها که برای دریافت، آماده‌سازی، سوزاندن و دفع نهایی پسماند طراحی شده‌اند. این تأسیسات معمولاً شامل بخش‌های دریافت و ذخیره‌سازی پسماند، سیستم احتراق، تولید انرژی، تصفیه گازهای خروجی و مدیریت خاکستر هستند.

۵- ظرفیت اسمی تأسیسات (Plant Capacity)

حداکثر مقدار پسماندی که یک تأسیسات پسماندسوز می‌تواند در یک بازه زمانی معین (مثلاً تن در روز) پردازش کند که با واحدهایی مانند «تن در روز» (t/day) یا «تن در ساعت» (t/h) بیان می‌شود.

۶- خاکستر کف (Bottom Ash)

باقیمانده جامد در بستر کوره پس از احتراق پسماند. این ماده ممکن است دارای فلزات سنگین و ترکیبات خطرناک باشد و نیازمند مدیریت ویژه برای دفع یا استفاده مجدد است.

۷- خاکستر بادی (Fly Ash)

ذرات ریز معلق که همراه با گازهای خروجی از کوره خارج شده و توسط سیستم‌های تصفیه هوا (نظیر فیلتر کیسه‌ای یا الکترواستاتیک) جداسازی می‌شوند. این نوع خاکستر معمولاً حاوی آلاینده‌های خطرناک و نیازمند دفع ایمن است.

۸- پسماندهای خطرناک (Hazardous Waste)

پسماندهایی که به دلیل خواص شیمیایی، فیزیکی یا بیولوژیکی، پتانسیل ایجاد خطر برای سلامت انسان یا محیط‌زیست دارند. برخی از پسماندهای شهری مانند باتری‌ها، رنگ‌ها و پاک‌کننده‌ها ممکن است در این دسته قرار گیرند.

۹- سیستم تصفیه گاز خروجی (Flue Gas Cleaning System)

مجموعه‌ای از تجهیزات برای حذف آلاینده‌های موجود در گازهای حاصل از احتراق شامل ذرات معلق، گازهای اسیدی، فلزات سنگین و ترکیبات آلی سمی مانند دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها. این سیستم معمولاً از اجزایی شامل سیکلون، فیلتر کیسه‌ای، اسکرابر ونتوری، برج جذب و تزریق مواد شیمیایی تشکیل شده است.

۱۰-نرخ اشتعال (Burning Rate / Combustion Rate)

سرعت مصرف پسماند در کوره که معمولاً با واحد کیلوگرم بر ساعت یا تن بر روز سنجیده می‌شود، به عنوان معیاری برای اندازه‌گیری بهره‌وری سیستم احتراق تلقی می‌گردد.

۱۱-زمان ماند گازها (Gas Residence Time)

مدت زمان ماندگاری گازهای احتراق در دمای بالا در محفظه احتراق ثانویه که برای تضمین احتراق کامل و کاهش انتشار گازهای مضر ضروری است با عنوان زمان ماندگاری گاز در دمای بالا شناخته می‌شود.

۱۲-ارزش حرارتی پسماند (Calorific Value of Waste)

مقدار انرژی تولیدشده در اثر احتراق یک کیلوگرم از پسماند که معمولاً با واحد کیلوژول بر کیلوگرم (kJ/kg) یا مگاژول بر کیلوگرم (MJ/kg) نامیده می‌شود و به عنوان شاخصی کلیدی برای طراحی تأسیسات پسماندسوز با بازیابی انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۱۳-شاخص انرژی خالص (Net Energy Efficiency/ R1 Formula)

شاخصی که کارایی انرژی تأسیسات پسماندسوز را نشان می‌دهد و در دستورالعمل‌ها برای تمایز میان «تأسیسات بازیافت انرژی» و «تأسیسات دفع» به کار می‌رود، بازده انرژی نامیده می‌شود. این شاخص بسته به اقلیم منطقه، نوع تجهیزات بازیافت انرژی و طراحی فنی تأسیسات متفاوت است.

۱۴-سیستم تولید برق از پسماند (Waste-to-Energy Power Generation)

سیستمی که با استفاده از حرارت حاصل از احتراق پسماند، بخار تولید کرده و از طریق توربین بخار یا سیکل ترکیبی، برق تولید می‌کند. این سامانه‌ها یکی از روش‌های تبدیل پسماند به منبع تجدیدپذیر انرژی محسوب می‌شوند.

۱۵-تولید هم‌زمان برق و حرارت (Combined Heat and Power - CHP)

مدلی از تأسیسات پسماندسوزی که علاوه بر تولید برق، گرمای خروجی را نیز بازیافت کرده و در مصارف گرمایشی شهری یا صنعتی به کار می‌گیرد. این روش بازده انرژی بسیار بالاتری نسبت به تولید برق به تنهایی دارد.

۱۶-فلزات سنگین (Heavy Metals)

عناصری مانند سرب (Pb)، جیوه (Hg)، کادمیم (Cd)، آرسنیک (As) و کروم (Cr) که در خاکستر و گازهای خروجی تأسیسات پسماندسوز یافت می‌شوند و به‌شدت سمی هستند. پایش و کنترل دقیق این عناصر ضروری است.

۱۷-دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها (Dioxins and Furans)

ترکیبات آلی کلردار بسیار سمی که در شرایط احتراق ناقص و دمای پایین تشکیل می‌شوند. این ترکیبات پایدار، زیست‌تراکم‌پذیر و سرطان‌زا هستند و میزان آن‌ها باید در گاز خروجی به‌شدت کنترل شود.

۱۸-پیش‌پردازش پسماند (Waste Pre-treatment)

فرایندهایی مانند تفکیک، خردایش، خشک‌سازی یا همگن‌سازی پسماند که پیش از ورود به کوره انجام می‌شود به بهبود کیفیت احتراق، کاهش نوسانات انرژی، کاهش تولید آلاینده‌ها و افزایش ایمنی، نقش کلیدی در کارایی و پایداری تأسیسات پسماندسوز دارند.

۱۹-پسماندهای غیر قابل احتراق (Non-combustible Waste)

بخش‌هایی از پسماند که ارزش حرارتی پایینی دارند یا در فرایند سوزاندن به‌خوبی نمی‌سوزند (مانند فلزات، شیشه و سنگ). وجود بیش از حد این مواد موجب افت راندمان احتراق و آسیب به تجهیزات می‌شود.

۲۰-سالن ذخیره پسماند (Waste Storage pit)

فضایی سرپوشیده برای دریافت، ذخیره‌سازی موقت و مدیریت پسماندهای ورودی به تأسیسات پسماندسوز، با تهویه کنترل‌شده و طراحی بهداشتی سالن ذخیره پسماند نامیده می‌شود.

۲۱-فشار منفی (Negative Pressure)

تکنیکی برای جلوگیری از نشت بو و آلودگی به محیط خارج از طریق حفظ فشار کمتر در داخل سالن نسبت به بیرون.

۲۲-باسکول (Weighbridge)

ترازوی بزرگ برای اندازه‌گیری وزن وسایل نقلیه حامل پسماند، پیش و پس از تخلیه به منظور ثبت میزان پسماند نامیده می‌شود.

۲۳-جرثقیل سقفی با چنگک (Overhead Crane with Clamshell Grab)

تجهیزی برای جابه‌جایی و اختلاط پسماند در سالن ذخیره و تغذیه کنترل شده آن به کوره، جرثقیل پسماند نامیده می‌شود.

۲۴-قیف تغذیه (Feeding Hopper)

محفظه‌ای قیفی‌شکل برای انتقال پسماند از سالن ذخیره به کوره به‌صورت پیوسته و ایمن.

۲۵-شناسایی ترکیبات خطرناک (Hazardous Component Identification)

شناسایی ترکیبات ناسازگار، ویژگی‌های شیمیایی و اقدامات احتیاطی لازم پیش از پذیرش ضروری است.

۲۶-نگهداری نمونه شاهد (Retention of Reference Samples)

نگهداری نمونه‌های آزمایشگاهی از پسماند مطابق استاندارد ASTM D7204 به مدت حداقل سه ماه الزامی می‌باشد.

۲۷-مشعل کمکی خودکار (Automatic Auxiliary Burner)

مشعل باید در شرایط شروع، پایان یا کاهش دما به زیر حد استاندارد به‌طور خودکار فعال شود.

۲۸-تخلیه گاز از دودکش بلند (Emission via Stack)

گازهای خروجی باید از دودکش‌هایی با ارتفاع مناسب تخلیه شوند تا رقیق‌سازی و پراکندگی آلاینده‌ها در جو میسر گردد.

۲۹-توقف خودکار بارگیری (Automatic Feed Interruption)

در صورت کاهش دما یا خرابی سیستم تصفیه، فرایند بارگیری پسماند به طور خودکار متوقف شود.

۳۰-محدودیت انتشار PAHs (PAHs Emission Control)

رعایت حدود مجاز ترکیبات آروماتیک چند حلقه‌ای مطابق با استانداردهای قانون هوای پاک از الزامات اساسی محسوب می‌گردد.

فصل ۲

برنامه‌ریزی، امکان‌سنجی و توسعه پروژه

۱-۲- الزامات و شرایط برنامه‌ریزی برای پسماندسوز

شرایط عمومی

در صورت احراز شرایط زیر، بهره‌برداری از پسماندسوز برای دفع پسماند مجاز خواهد بود:

- وجود یک سیستم کارای مدیریت پسماند در شهر باسابقه خوب
- پسماندها در یک خاکچال مهندسی و کنترل‌شده دفع می‌شوند.
- تولید مستمر پسماندهای قابل احتراق حداقل ۵۰ هزار تن در سال
- متوسط ارزش حرارتی پایین پسماند ۷۰۰۰ کیلوژول بر کیلوگرم در تمام فصول. هیچ‌گاه ارزش حرارتی پایین پسماند کمتر از ۶۰۰۰ کیلوژول بر کیلوگرم نباشد.
- شهروندان آمادگی لازم برای پذیرش هزینه‌های پسماندسوزی را دارا باشند یا هزینه‌ها توسط دولت تأمین شود.
- امکان جذب، استخدام و نگهداری نیروهای متخصص وجود داشته باشد.
- برنامه‌ریزی شهری از ثبات لازم برای اجرای برنامه‌های بلندمدت برخوردار باشد.

شرایط خصوصی

- پسماندسوزی صرفاً برای آن بخش از پسماندهای شهری مجاز است که پس از اجرای کامل و مؤثر برنامه‌های کاهش تولید در مبدأ، تفکیک از مبدأ، استفاده مجدد، بازیافت (مواد) و سایر روش‌های بازیابی مواد و انرژی (مانند کمپوست و هضم بی‌هوازی)، به عنوان پسماند باقی‌مانده (باقیمانده نهایی) شناسایی شود. راه‌اندازی و بهره‌برداری از پسماندسوز نباید به هیچ‌وجه فعالیت‌های تفکیک از مبدأ، بازیافت و استفاده مجدد را مختل نماید یا انگیزه‌های اجرای آن‌ها را تضعیف کند.
- پیش از صدور هرگونه مجوز احداث یا سرمایه‌گذاری برای پسماندسوز، برنامه جامع مدیریت پسماند شهرستان یا استان محل استقرار، باید توسط مراجع ذی‌صلاح (شامل سازمان شهرداری‌ها، دهیاری‌ها و سازمان حفاظت محیط‌زیست) تصویب شده باشد. ظرفیت اسمی پسماندسوز باید با اهداف کمی تعیین شده در برنامه‌های جامع مدیریت پسماند (شامل کاهش تولید، تفکیک، پردازش و بازیافت مواد)، کاملاً منطبق و هماهنگ بوده که با روند کاهش تدریجی حجم پسماند در تعارض نباشد.
- احداث، توسعه، نصب، راه‌اندازی و بهره‌برداری از هرگونه تأسیسات پسماندسوز، منوط به اخذ موافقت اصولی، تأیید نهایی گزارش ارزیابی اثرات زیست‌محیطی (EIA)، اخذ مجوز استقرار و درنهایت مجوز بهره‌برداری از سوی سازمان حفاظت محیط‌زیست است. هرگونه فعالیت اجرایی پیش از اخذ مجوزهای یادشده مجاز نخواهد بود.

۲-۲- الزامات پذیرش و کنترل خوراک پسماندسوز

پذیرش پسماند در تأسیسات، منوط به رعایت دقیق محدوده طراحی (Design Envelope) کوره و انطباق کامل با الزامات استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۲۲۸۲۷ (ویژگی‌های تأسیسات پسماندسوز) است؛ از این‌رو، علاوه بر معیار ارزش حرارتی پایین (LHV) پسماند (با میانگین حداقل ۷ و حداقل لحظه‌ای ۶ مگاژول بر کیلوگرم)، پارامترهای کلیدی زیر باید به‌عنوان شاخص‌های کنترل کیفی خوراک، به‌طور مستمر پایش و مستند گردند:

- درصد رطوبت: تعیین و رعایت حداکثر میزان مجاز بر اساس طراحی کوره و الزامات استاندارد ملی (به عنوان مثال، کمتر از ۵۰ درصد).
- میزان کلر (Cl): اندازه‌گیری و کنترل حداکثر غلظت مجاز ورودی بر اساس استاندارد ملی ۲۲۸۲۷، به منظور جلوگیری از خوردگی تجهیزات و تولید دی‌اکسین.
- میزان جیوه (Hg) و سایر فلزات سنگین (مانند Pb, Cd, As, Cr): تعیین و رعایت حدود مجاز پارامترهای کیفی پسماند ورودی به کوره مطابق با استاندارد ملی و ضوابط سازمان حفاظت محیط‌زیست برای کنترل انتشار آلاینده‌ها و مدیریت پسماندهای خطرناک.
- درصد خاکستر: محدوده مجاز پارامترهای عملیاتی باید بر اساس طراحی سیستم احتراق و ظرفیت مدیریت باقیمانده‌ها تعیین شده و با معیارهای استاندارد ملی ایران منطبق باشد.
- ترکیب فیزیکی: پایش مستمر درصد اجزای آلی، پلاستیک‌ها، کاغذ و مقوا و مواد غیر قابل احتراق (شیشه و فلزات) در چارچوب محدوده طراحی کوره و الزامات استاندارد ملی برای حفظ پایداری احتراق و کنترل تولید خاکستر و آلاینده‌ها ضروری است.

تبصره: کلیه روش‌های نمونه‌برداری، آزمون و اندازه‌گیری پارامترهای کیفی پسماند ورودی، باید بر اساس آخرین ویرایش استانداردهای ملی مرتبط (شامل استاندارد ۲۲۸۲۷ و استانداردهای روش‌های آزمون) انجام شده و نتایج آن در سوابق بهره‌بردار به مدت حداقل سه سال، برای بازرسی توسط مراجع نظارتی (سازمان ملی استاندارد و سازمان حفاظت محیط‌زیست) نگهداری شود.

۳-۲- چارچوب سازمانی

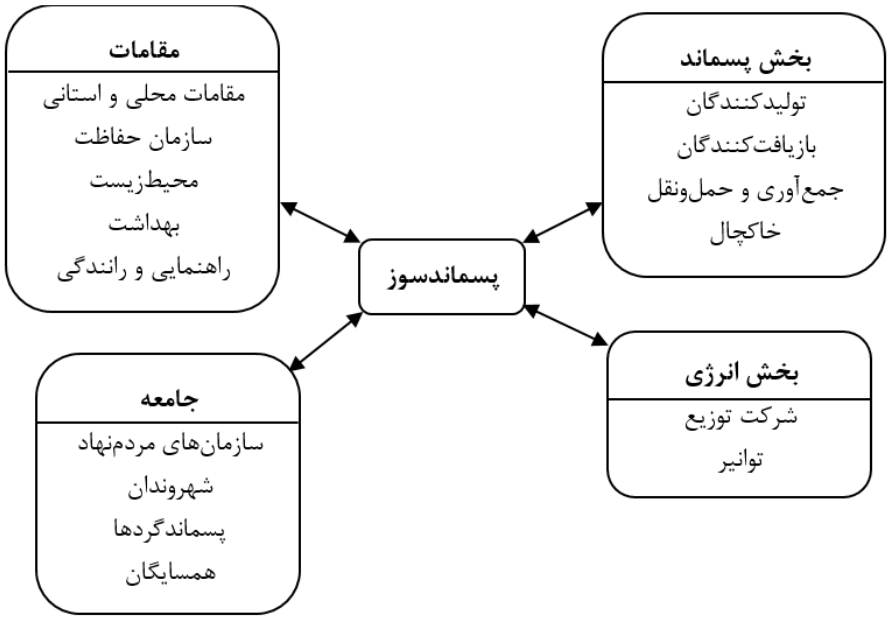
موفقیت یا شکست یک طرح پسماندسوز، بیش از هر عامل فنی به نگرش و پذیرش ذینفعان کلیدی، شفافیت و انسجام قوانین و مقررات و ظرفیت نهادی و ساختار سازمان‌های متولی وابسته است.

تضاد منافع میان ذینفعان موجب می‌شود که پروژه‌های پسماندسوزی فراتر از یک مسئله فنی، به موضوعی چندوجهی با ابعاد اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی تبدیل شوند. واکنش هر یک از ذینفعان تحت تأثیر جایگاه سازمانی، منافع اقتصادی، مسئولیت‌های قانونی و فشارهای اجتماعی آن‌ها شکل می‌گیرد. به عنوان مثال، جایگاه سازمانی تأسیسات پسماندسوز می‌تواند

در زیرمجموعه سازمان مدیریت پسماند یا بخشی از نظام انرژی کشور یا بخش خصوصی مستقل اداره شود. با وجود اینکه پسماندسوز باید به عنوان بخشی یکپارچه از سیستم مدیریت پسماند شهر عمل کند، استقلال سازمانی به تنهایی کافی نیست. انعقاد توافقی مستحکم و بلندمدت میان بهره‌بردار تأسیسات پسماندسوز و نهادهای متولی مدیریت پسماند و بخش انرژی از بروز اختلافات سازمانی و برداشت‌های غیرمتوازن از تعهدات و عدم شفافیت‌های مالی و زیست محیطی جلوگیری کرده و بستری پایدار برای بهره‌برداری مطمئن فراهم می‌آورد. شکل ۱**.Error! Reference source not found**، ذینفعان پسماندسوز را نشان می‌دهد.

بخش پسماند

یک سیستم مدیریت پسماند کاملاً توسعه یافته، پیش‌نیاز اساسی برای استقرار و بهره‌برداری موفق پسماندسوز محسوب می‌شود. تولیدکننده پسماند همواره به دنبال کم هزینه‌ترین روش دفع است که در صورت نبود نظارت و تعرفه‌گذاری شفاف ممکن است به انتخاب روش‌های غیراصولی و آسیب‌رسان به محیط زیست منجر شود. قوانین و نظام‌نامه‌های موجود باید چنان کارایی داشته باشند که تمامی پسماندهای غیر قابل بازیافت به‌صورت بهداشتی، ایمن و تحت نظارت دقیق در خاکچال‌های مهندسی دفع گردند.



شکل ۱: ذینفعان پسماندسوز

سیستم مدیریت پسماند بالغ، به عنوان یک شبکه یکپارچه و هماهنگ، تحت نظارت و با تأمین بودجه دولت محلی اداره می‌شود. این سیستم متشکل از عناصر عملیاتی و امور پشتیبانی است و در انتهای زنجیره، پسماندهای باقیمانده در خاکچال مهندسی با رعایت استانداردهای محیط زیستی دفن می‌گردند. هزینه‌های سیستم مدیریت پسماند عمدتاً از طریق پرداخت مستقیم شهروندان تأمین می‌شود؛ اگرچه در برخی از شهرها، یارانه‌های دولتی به منظور کاهش فشار بر خانوارهای کم‌درآمد به این سیستم تعلق می‌گیرد.

بخش انرژی

پسماندسوزی به دلیل سرمایه‌گذاری اولیه بالا، هزینه عملیاتی و نگهداری پیشرفته و نیز سیستم‌های تصفیه گازهای خروجی، به طور قابل توجهی گران‌تر از خاکچال مهندسی است؛ بنابراین، تولید و فروش انرژی نقشی حیاتی در توجیه اقتصادی و پایداری مالی تأسیسات پسماندسوز ایفا می‌کند. نگرانی اولیه در بهره‌برداری از پسماندسوز، نحوه مصرف نهایی انرژی تولیدی است که می‌تواند به‌صورت گرمایش مرکزی، بخار صنعتی، برق یا ترکیبی از این‌ها باشد. ویژگی‌های مصرف، شامل نرخ خرید تضمینی، پایداری تقاضا، فاصله از شبکه توزیع و نوسانات فصلی، نقش اساسی در محاسبات اقتصادی، بازگشت سرمایه و تعیین قیمت تمام شده هر تن پسماند دارد.

فروش انرژی به‌صورت گرمایش شهری یا بخار با فشار پایین به صنایع نزدیک و مجاور تأسیسات پسماندسوز، ضمن کاهش هزینه‌های ساخت باعث می‌شود درصد بالایی از انرژی حرارتی بازیافت شده و بازده کلی سیستم به طور قابل توجهی افزایش یابد.

فروش همزمان گرما و برق (بخار)، در مدل تولید، راندمان کلی بازیافت انرژی را افزایش می‌دهد؛ اما در مقابل، هزینه سرمایه‌گذاری، پیچیدگی فنی و نیاز به زیرساخت‌های انتقال همزمان را نیز افزایش می‌دهد. بخش انرژی دارای قواعد، مقررات و نرخ‌های خرید تضمینی خاص خود است که به طور مستقل از سیستم مدیریت پسماند عمل می‌کند؛ بنابراین در مراحل ابتدایی طراحی تأسیسات پسماندسوز باید تعامل مؤثر با این بخش برقرار شده و قرارداد فروش انرژی با مشخصات فنی، نرخ خرید، مدت قرارداد و شرایط تحویل، پیش‌بینی و منعقد گردد.

قیمت انرژی در بسیاری از کشورها، به جای تابع صرف عرضه و تقاضا، اغلب متأثر از سیاست‌های مالیاتی، یارانه‌های دولتی و اهداف کلان انرژی قرار دارد؛ از این‌رو، قیمت‌گذاری در این حوزه ماهیتی سیاسی- اقتصادی یافته و باید توسط دولت انجام شود.

اگرچه در اغلب کشورهای صنعتی، قیمت‌گذاری انرژی با هدف حمایت از تولیدکنندگان و بر اساس سوخت زیست‌توده انجام می‌شود؛ اما در برخی کشورها به انرژی تجدیدپذیر مانند (باد، خورشید و زیست‌توده) به طور مستقیم یارانه دولتی تعلق می‌گیرد [1] [2].

جنبه‌های اجتماعی

شهروندان و سازمان‌های مردم‌نهاد (NGOs) اغلب نگران اثرات زیست‌محیطی پسماندسوزها هستند که ریشه در دانش کم، مقاومت در مقابل تغییرات، افزایش هزینه‌های خدمات پسماند و آلایندگی دارد. شروع فرایند آگاهی‌رسانی و مشارکت عمومی از همان مراحل ابتدایی طراحی، با ارائه اطلاعات شفاف در مورد فناوری می‌تواند این نگرانی‌ها را کاهش دهد.

علاوه بر آگاهی‌رسانی عمومی، برگزاری جلسات تخصصی و گفت‌وگوهای عمیق و ارائه جزئیات فنی سیستم‌های کنترل آلودگی با مقامات شهری و NGOها ضروری است. در مرحله طراحی، مقامات محیط‌زیستی استانداردهای لازم برای کنترل آلودگی و مدیریت مواد باقیمانده را تعیین و ابلاغ می‌کنند و در هنگام ساخت بر اجرای دقیق آن‌ها نظارت مستمر خواهند داشت.

مالکیت و راهبری پسماندسوز

تعدد ذینفعان در پروژه‌های پسماندسوزی معمولاً به تضاد منافع انجامیده و تصمیم‌گیری را پیچیده می‌سازد؛ از این‌رو، تعیین مالکیت و راهبری مشخص در مراحل اولیه طراحی الزامی است. بسته به اینکه مالکیت پسماندسوز در اختیار شهرداری، وزارت نیرو، بخش خصوصی و ... باشد، اختلافات محتمل بر سر میزان و کیفیت پسماند تحویلی، تعرفه‌های پذیرش پسماند و نحوه فروش و قیمت‌گذاری انرژی تولیدی به طور قابل توجهی متفاوت خواهد بود. این موارد باید از همان ابتدای مراحل طراحی، طی موافقت‌نامه‌های بلندمدت تعیین گردند. موافقت‌نامه‌های کلیدی شامل قرارداد تأمین پسماند و فروش انرژی هستند.

در صورتی که شهرداری راهبری تأسیسات پسماندسوز را به عهده داشته باشد، می‌تواند زنجیره تأمین پسماند (از جمع‌آوری تا تحویل) را به طور یکپارچه کنترل کرده و هماهنگی بیشتری با سایر حلقه‌های مدیریت پسماند ایجاد نماید. همچنین شهروندان اعتماد بیشتری به عملکرد زیست‌محیطی تأسیساتی دارند که تحت نظارت و مدیریت شهرداری اداره می‌شود. برای بخش انرژی نیز مذاکره با یک نهاد عمومی به مراتب آسان‌تر از مذاکره با بخش خصوصی است، زیرا هماهنگی در چارچوب قوانین عمومی، شفافیت مالی و نظارت‌پذیری بیشتری وجود دارد. طبیعی است که در این حالت زیرساخت‌های لازم باید در شهرداری (نهاد عمومی) برای پذیرش نقش مالکیت و راهبری تأسیسات پسماندسوز ایجاد و تقویت شده باشد.

برای تضمین استمرار عملکرد تأسیسات پسماندسوز، باید سازوکارهای مناسبی ایجاد شود. تأمین منابع مالی پایدار همواره یکی از ریسک‌های اساسی راهبردی تأسیسات پسماندسوز به شمار می‌رود. درآمدهای پسماندسوز عبارت‌اند از اجرت[1] دریافت و دفع پسماند، فروش انرژی تولیدی و صرفه‌جویی ناشی از کاهش حمل و نقل به خاکچال تأمین می‌شود. راهبری و نگهداری پسماندسوز به مدیریت و پرسنل ماهر نیازمند بوده و تخصص‌های مورد نیاز آن شباهت زیادی به تخصص‌های بخش انرژی دارد. تعداد شرکت‌های متخصص سازنده پسماندسوز در جهان محدود بوده و برای خرید تجهیزات اصلی و تأمین قطعات یدکی، به ارز خارجی نیاز است.

شاخص‌های کلیدی ساختار سازمانی

- سال‌ها است که یک سیستم مدیریت پسماند شامل یک خاکچال مهندسی با راهبری عالی در شهر مشغول به فعالیت است.
- جمع‌آوری و حمل و نقل پسماند توسط چند شرکت مجرب و توانا انجام می‌شود.
- توافق امضا شده برای عرضه مستمر و کیفی پسماند و فروش انرژی وجود دارد.
- شهروندان و مقامات قادر و مایل به پرداخت هزینه‌های اضافی پسماندسوز هستند.
- مقامات، مسئول کنترل، پایش و اعمال قوانین و استانداردها می‌باشند.
- پرداخت هزینه سرمایه‌گذاری و راهبری از طرف شهروندان و یا از طریق کمک‌های دولتی ضمانت شده است.

---

۱. Gate fee

- شرکت مسئول کنترل پایش و اعمال قوانین و استانداردها، از مالکین و بهره‌برداران پسماندسوز مستقل هستند.
- نیروهای ماهر برای راهبری پسماندسوز با قیمت مناسب در دسترس صاحب پسماندسوز قرار دارد. در غیر این صورت قراردادهای بلندمدت قابل اعتماد برای راهبری به امضا رسیده باشند.
- مقامات مدیریت پسماند مالک پسماندسوز باشند.

پسماند به عنوان سوخت

مهم‌ترین عامل در امکان‌پذیری فنی و اقتصادی پسماندسوز، طبیعت پسماند و ارزش حرارتی پایین آن است. اگر معیارهای قابل احتراق پسماند با الزامات طراحی کوره مطابقت نداشته باشد، پروژه پسماندسوز از لحاظ فنی و اقتصادی توجیه‌پذیر نبوده و باید لغو گردد. همچنین به دلیل محدودیت‌های اقتصادی- اجتماعی حاکم بر کشورهای با درآمد کم و متوسط، تنها بخش محدودی از پسماند تولیدی، قابلیت تبدیل به منبع انرژی را دارد. فعالیت‌های سازمان یافته و غیررسمی بازیافت کنندگان، بخش قابل توجهی از مواد با ارزش حرارتی بالا (مانند کاغذ، مقوا و پلاستیک) را از جریان پسماند شهری جدا می‌کنند. علاوه بر این، محتوای بالای رطوبت و خاکستر در پسماند کشورهای با درآمد کم و متوسط، ارزش حرارتی پایین آن را به دنبال دارد؛ درنتیجه، امکان سوزاندن پایدار پسماند بدون مصرف سوخت کمکی در طول سال (حداقل در برخی فصول)، با تردید جدی مواجه است.

پسماندهای صنعتی، تجاری و اداری معمولاً دارای ارزش حرارتی بالاتری نسبت به پسماندهای خانگی هستند. مخلوط شدن پسماندهای با ارزش حرارتی بالا با مواد مرطوب، نسوز یا خطرناک ممکن است باعث کاهش ارزش حرارتی کل و ناپایداری احتراق شده و پسماندسوزی را از نظر فنی و اقتصادی غیرممکن سازد. در چنین شرایطی، سیستم جمع‌آوری باید به گونه‌ای برنامه‌ریزی شود که پسماندهای مناسب و قابل اشتعال جمع‌آوری و به تأسیسات پسماندسوز منتقل گردند.

تولید پسماند، ترکیب و ویژگی‌های آن به شدت به شرایط اجتماعی- اقتصادی، سطح درآمد، الگوی مصرف و درجه صنعتی شدن هر منطقه بستگی دارد؛ از این‌رو، نمی‌توان روند تولید و ترکیب پسماند یک منطقه را به منطقه دیگر تعمیم داد. معرفی تأسیسات پیشرفته مدیریت پسماند باید بر اساس مطالعه‌ای جامع، میدانی و مبتنی بر داده‌های بومی انجام شود و اثرات آن بر سیستم‌ها، زیرساخت‌ها و بازیگران موجود باید به دقت ارزیابی گردد، زیرا این تغییرات می‌تواند تعادل کل سیستم مدیریت پسماند را دگرگون سازد. نمونه‌برداری از پسماند شهری باید در چهار فصل انجام شده و تغییرات فصلی در کمیت، ترکیب، رطوبت و ارزش حرارتی مشخص گردد.

تغییرات کیفیت پسماند در مناطق مختلف و مسیرهای جمع‌آوری باید به طور جداگانه پایش و مستند گردد. میانگین ارزش پسماند ورودی باید حداقل معادل ۷۰۰۰ کیلوژول بر کیلوگرم باشد و در هیچ فصلی از ۶۰۰۰ کیلوژول حرارتی پایین بر کیلوگرم کمتر نشود.

معیارهای کلیدی برای پسماند به عنوان سوخت

- میانگین سالانه ارزش حرارتی پایین پسماند ورودی باید معادل ۷۰۰۰ کیلوژول بر کیلوگرم بوده و در هیچ فصلی از ۶۰۰۰ کیلوژول بر کیلوگرم کمتر نباشد.
- پیش‌بینی تولید پسماند در منطقه تحت پوشش پسماندسوز، باید توسط سازمان‌های متخصص و مستقل انجام شود.
- فرضیه دریافت مواد قابل احتراق از مراکز تجاری و صنعتی، باید بر اساس ارزیابی دقیق مشوق‌های مثبت و منفی برای ذینفعان مختلف جهت دفع پسماند خود از طریق پسماندسوزی تحلیل شود.
- دریافت سالیانه پسماند ورودی به تأسیسات نباید از ۵۰ هزار تن کمتر و تغییرات هفتگی آن نباید بیش از ۲۰ درصد باشد.

ارزیابی اولیه پسماند به عنوان سوخت از طریق اندازه‌گیری محتوی خاکستر، مواد قابل احتراق و رطوبت قابل انجام است. همچنین، میزان انرژی قابل بازیافت به روش پسماندسوزی، مستقیماً به ارزش حرارتی پایین پسماند و نوع سیستم بازیافت انرژی بستگی دارد.

در مدل تولید همزمان گرما و برق (CHP)، راندمان کلی انرژی به طور قابل توجهی بالا است، در حالی که در مدل تولید برق به تنهایی، راندمان پایین‌تر می‌باشد. با این حال، از آنجا که قیمت برق به مراتب بالاتر از بخار و گرمای صنعتی است، کاهش راندمان در تولید برق تا حدودی با درآمد بالاتر حاصل از فروش برق جبران می‌شود.

۴-۲- اقتصاد و امور مالی

پسماندسوز به عنوان یک گزینه پیشرفته دفع پسماند با هزینه‌های بالای ساخت، راهبری و نگهداری همراه بوده و نیازمند ارز خارجی قابل توجه برای تأمین تجهیزات اصلی، قطعات یدکی و خدمات فنی است. معمولاً کوره پسماندسوز شهری برای ظرفیت ۲۰ تا ۳۰ تن در ساعت طراحی می‌شود؛ اما با توجه به شرایط بومی و پایداری تأمین پسماند، ظرفیت ۱۰ تا ۲۰ تن در ساعت توصیه می‌گردد.

پیشنهاد می‌شود ظرفیت کلی تأسیسات پسماندسوز به دو یا چند خط موازی مشابه تقسیم گردد تا با افزایش انعطاف‌پذیری و قابلیت دسترسی، امکان ادامه بهره‌برداری در زمان تعمیرات یکی از خطوط فراهم شود. سرمایه اولیه به نوع انرژی تولیدی وابسته است؛ ارزان‌ترین مدل، تولید آب گرم و گران‌ترین مدل (حدود ۴۰ درصد بیشتر)، تولید بخار و برق است که هزینه راهبری بالاتری نیز دارد.

هزینه خالص پسماندسوزی به شدت به نوسانات کمیت و کیفیت پسماند و میزان بهره‌برداری از ظرفیت اسمی وابسته است. به عنوان مثال، هزینه پسماندسوزی با ارزش حرارتی پایین ۶۰۰۰ کیلوژول بر کیلوگرم، حدود ۳۰ درصد بیشتر از حالتی است که این مقدار ۹۰۰۰ کیلوژول بر کیلوگرم باشد. همچنین، اگر کوره با ۷۰ درصد ظرفیت اسمی کار کند، هزینه‌های ثابت بر تن پسماند شدیداً افزایش می‌یابد.

هزینه‌های پسماندسوزی به مراتب بالاتر از خاکچال مهندسی است؛ بنابراین، انتخاب پسماندسوز به جای خاکچال، صرفاً در شرایطی توجیه‌پذیر است که امکان ساخت خاکچال بهداشتی وجود نداشته باشد. در چنین شرایطی، تبدیل پسماند به انرژی می‌تواند به عنوان گزینه جایگزین، ضمن کاهش حجم پسماند به مدیریت پایدار کمک کند؛ اما باید با آگاهی از هزینه‌های بالاتر و الزامات فنی- زیست‌محیطی آن همراه باشد.

معیارهای کلیدی برای اقتصاد پسماندسوز

- یک طرح پایدار باید با پیش‌بینی دقیق و بلندمدت قیمت مواد مصرفی، قطعات یدکی، هزینه‌های دفع مواد باقیمانده، درآمد حاصل از فروش انرژی و هزینه سرمایه‌گذاری اولیه (شامل ارز خارجی مورد نیاز) همراه باشد.
- تأمین مالی هزینه‌های دفع پسماند، تعیین نرخ پسماندسوزی و شفاف‌سازی اینکه چه کسانی و به چه نحوی آن را پرداخت می‌کنند ازجمله عوامل حیاتی در توجیه اقتصادی و پایداری مالی پروژه‌های پسماندسوزی محسوب می‌شود.
- دسترسی پایدار به ارز خارجی برای تأمین تجهیزات اصلی، قطعات یدکی، مواد مصرفی ویژه و خدمات فنی مورد نیاز از عوامل حیاتی پروژه محسوب می‌شود.
- برای توجیه اقتصادی پروژه پسماندسوز، ظرفیت هر واحد باید معادل ۱۰ تن در ساعت (۲۴۰ تن در روز) باشد.
- در صورت وجود بازار مصرف مطمئن برای آب گرم (گرمایش مرکزی) یا بخار فشار پایین طراحی تا حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد پسماندسوز باید اساس فروش گرما انجام شود.

الزامات تحلیل اقتصادی- اجتماعی (Cost-Benefit Analysis)

هرگونه طرح توجیهی برای احداث پسماندسوز، باید علاوه بر محاسبات سنتی هزینه‌های سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری، مبتنی بر شرایط اقتصادی و اجتماعی کشور باشد. در این تحلیل، باید موارد زیر شامل تحلیل هزینه-فایده (CBA) به‌طور صریح محاسبه و لحاظ گردند:

- هزینه فرصت بازیافت (Opportunity Cost of Recycling): ارزش اقتصادی موادی که در صورت وجود پسماندسوز، از چرخه بازیافت خارج شده و سوزانده می‌شوند.
- هزینه اجتماعی انتشار آلاینده‌ها (Social Cost of Emissions): برآورد هزینه‌های خارجی (Externalities) ناشی از انتشار آلاینده‌ها بر سلامت عمومی، محیط‌زیست (آسیب به اکوسیستم‌ها) و کیفیت زندگی ساکنین، باید بر اساس نرخ‌های مرجع بین‌المللی (مانند دستورالعمل‌های OECD) و با بومی‌سازی آنها برای شرایط ایران انجام شود.
- هزینه مدیریت و دفن خاکستر: کل هزینه‌های چرخه عمر مدیریت خاکستر (خاکستر کف و بادی) باید شامل جمع‌آوری، حمل‌ونقل، تثبیت/ جامدسازی (در صورت لزوم) و دفن نهایی در محل‌های ویژه محاسبه و در تحلیل هزینه- فایده لحاظ گردد.

در صورتی که ارزش فعلی خالص منافع اجتماعی- اقتصادی (شامل درآمد حاصل از فروش انرژی، صرفه‌جویی در حمل‌ونقل و دفن و منافع زیست‌محیطی) از ارزش فعلی خالص هزینه‌های کل پروژه بیشتر باشد، آنگاه ادامه پروژه از دیدگاه اقتصادی- اجتماعی توجیه‌پذیر است.

۵-۲- چرخه پروژه

چرخه اجرایی پروژه پسماندسوزی شامل سه فاز اصلی است که هر یک نقش مهمی در پیشبرد پروژه و تضمین موفقیت آن ایفا می‌کنند. این سه فاز عبارت‌اند از: ارزیابی امکان‌پذیری،[۱]، آماده‌سازی پروژه[۲] و اجرای پروژه.[۳] در ادامه، به تفصیل به معرفی هر یک از این فازها پرداخته می‌شود:

۱- فاز ارزیابی امکان‌پذیری: این مرحله ابتدایی‌ترین و درعین‌حال یکی از مهم‌ترین بخش‌های چرخه پروژه است. در این فاز، امکان‌سنجی‌های فنی، اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی پروژه پسماندسوزی انجام می‌شود. همچنین، نیازسنجی منطقه‌ای، تحلیل هزینه-فایده، ارزیابی منابع مالی، بررسی تکنولوژی‌ها و زیرساخت‌های لازم در این مرحله مورد توجه قرار می‌گیرد. هدف نهایی این فاز، ایجاد یک نقطه تصمیم‌گیری شفاف و مستند است تا مشخص گردد آیا پروژه هم از لحاظ عملیاتی و هم از حیث اقتصادی امکان‌پذیر است یا خیر.

۲- فاز آماده‌سازی پروژه: در صورت تأیید نتایج فاز اول، پروژه وارد مرحله آماده‌سازی می‌شود. در این فاز، اقدامات مقدماتی و زیرساختی برای ورود به مرحله اجرا انجام می‌شود که شامل شش حوزه کلیدی طراحی دقیق مهندسی، برنامه‌ریزی زمان‌بندی، تخصیص بهینه منابع انسانی، مادی و مالی، تنظیم و مذاکره قراردادهای کلیدی، تکمیل مطالعات زیست‌محیطی و تهیه اسناد فنی و حقوقی پروژه است. همچنین، در این مرحله جذب سرمایه‌گذار و یا تأمین مالی از طریق منابع مختلف مانند وام‌های بین‌المللی یا بودجه‌های دولتی نیز صورت می‌پذیرد.

۳- فاز اجرا: در این فاز، پروژه از حالت مطالعاتی و طراحی خارج شده و به مرحله عینیت و عملیات فیزیکی وارد می‌شود. فعالیت‌های اصلی این مرحله شامل عملیات ساخت، نصب تجهیزات، بهره‌برداری آزمایشی، آموزش نیروی انسانی و راه‌اندازی کامل سیستم ازجمله فعالیت‌های این مرحله هستند. در حین اجرای پروژه، فرایندهای نظارتی در سه حوزه فنی، مالی و زمانی به‌صورت مستمر اعمال می‌گردد. این نظارت‌ها با هدف حصول اطمینان از انطباق کامل پیشرفت فیزیکی، هزینه‌های انجام شده و زمان‌بندی اجرا با برنامه پایه و نیز اهداف کیفیتی طراحی شده‌اند.

در پایان هر یک از این فازها، لازم است پروژه مورد بازارزیابی[۴] قرار گیرد. این کار با هدف بررسی تحقق اهداف، تحلیل میزان انطباق پروژه با نیازهای فعلی و تطابق با شرایط اقتصادی و زیست‌محیطی انجام می‌شود. در صورت لزوم، اصلاحات یا بازطراحی‌های لازم صورت می‌پذیرد. جدول ۱، ساختار تفکیکی فازها و مراحل اجرایی پروژه پسماندسوز را در قالب یک نقشه راه عملیاتی ارائه می‌دهد که ضمن ترسیم نمای فرایند اجرا، بستر لازم برای برنامه‌ریزی یکپارچه، کنترل پیشرفت و هماهنگی بین ذینفعان را فراهم می‌آورد.

---

۱. Feasibility Assessment
۲. Project Preparation
۳. Project Implementation
۴. Re-evaluation

جدول ۱: طرح‌های اجرایی معمولی

فاز اجرایی		موضوع	زمان (ماه)
فاز امکان‌سنجی	پیش‌امکان‌سنجی	کمیت پسماند، ارزش حرارتی، ظرفیت، مکان‌یابی، فروش انرژی، هزینه‌ها و تأمین مالی	۶
	تصمیم سیاسی	تصمیم‌گیری برای بررسی بیشتر یا حذف پروژه	۳
	امکان‌سنجی	کمیت، ارزش حرارتی، ظرفیت، مکان‌یابی، فروش انرژی، هزینه‌ها و تأمین مالی در جزئیات	۶
	تصمیم سیاسی	تصمیم‌گیری برای تمایل، اولویت و تأمین مالی و سازمان‌های لازم	
فاز آماده‌سازی	تأسیس سازمان	ایجاد یک سازمان رسمی و ساختار سازمانی و حمایتی	۶
	مهندسی مناقصه و تأمین مالی	جزئیات مهندسی تأمین مالی، مذاکره برای وام یا سایر راه‌های تأمین مالی و انتخاب مشاورین	۳
	تهیه اسناد مناقصه	ارزیابی مجدد پروژه، خصوصیات و صلاحیت پیمانکاران و اسناد مناقصه	۶
	تصمیم سیاسی	تصمیم در مورد بسته تأمین مالی، اسناد مناقصه و جزئیات روش‌ها و دستور اقدام به جلو	۳
فاز اجرایی	تعیین پیمانکار و مذاکره	تشخیص صلاحیت پیمانکاران، بررسی اسناد مناقصه و انتخاب بهترین معامله، مذاکره برای قرارداد	۶
	ساخت و نظارت	ساخت توسط پیمانکار و نظارت توسط مهندسین مشاور مستقل	۳۰
	راه‌اندازی و شروع	آزمون تمام خصوصیات عملکردی، راه‌اندازی، آموزش پرسنل و شروع	۶
	راهبری و نگهداری	راهبری مستمر و نگهداری، تأمین پیوسته قطعات یدکی و سایر ملزومات	۱۰ تا ۲۰ سال

جلب مشارکت و درگیرسازی آنها در فرایند اجرای پروژه، نقش کلیدی در افزایش سرمایه اجتماعی ایفا می‌کند. برگزاری کمپین‌های آگاهی‌بخش از طریق رسانه‌های جمعی و برگزاری فراخوان عمومی برای اطلاع‌رسانی درباره تصمیم‌گیری‌های کلیدی و نیز دریافت بازخورد جامعه محلی، یک الزام راهبردی محسوب می‌شود. اجرای این برنامه‌ها، نقشی تعیین‌کننده در شناسایی و ریشه‌یابی نگرانی‌های جامعه محلی و ارائه راهکارهای مؤثر، نقش اساسی دارند.

مطالعات امکان‌پذیری

با توجه به چالش‌های متعدد، اجرای پروژه‌های پسماندسوزهای شهری در ایران، انجام مطالعات امکان‌سنجی در دو سطح مقدماتی و جامع، یک الزام اجتناب‌ناپذیر محسوب می‌شود؛ به گونه‌ای که مطالعات مقدماتی باید بر اساس داده‌های بومی موجود و با بهره‌گیری از تطبیق نظام‌مند با ادبیات فنی و تجارب جهانی و نیز بومی‌سازی آنها متناسب با شرایط محلی انجام پذیرد. مطالعات جامع با هدف پوشش کلیه ابعاد فنی، اقتصادی و زیست‌محیطی پروژه شامل گردآوری داده‌های میدانی در مورد کمیت و کیفیت پسماند تولیدی و تحلیل‌های مالی تفصیلی خواهد بود. در چارچوب این مطالعات، معیارهای عملکردی سیستم‌های کنترل آلودگی هوا مانند راندمان حذف ذرات معلق، گازهای اسیدی، فلزات سنگین و ترکیبات آلی پایدار تدوین می‌گردد.

آماده‌سازی

در فاز آماده‌سازی، ایجاد یک ساختار سازمانی متناسب با ابعاد پروژه و تدوین چارت تشکیلاتی مشخص برای تأسیسات، به منظور شفاف‌سازی سلسله‌مراتب و تخصیص بهینه منابع انسانی از الزامات اساسی مدیریت اجرایی پروژه محسوب می‌شود. سازمان پروژه به عنوان نهاد متولی هماهنگی اجرایی، ضمن تسهیل فرایند تهیه و انعقاد موافقت‌نامه‌های کلیدی نظیر تأمین مالی پروژه، عرضه پایدار پسماند، فروش انرژی و دفع مواد باقیمانده، مسئولیت انجام ارزیابی جامع اثرات زیست‌محیطی را نیز بر عهده دارد. سازمان پروژه ضمن تهیه اسناد مناقصه و هدایت مذاکرات با پیمانکار منتخب، بهره‌مندی از تخصص‌های متنوع فنی، مالی، حقوقی و زیست‌محیطی را ضروری می‌یابد؛ از این‌رو، مشارکت نظام‌مند متخصصان حوزه‌های مرتبط، به عنوان پیش‌نیاز کلیدی برای موفقیت فرایندهای مناقصه اجتناب‌ناپذیر خواهد بود.

معیارهای اصلی برای چرخه پروژه

- در ابتدای پروژه از یک مشاور مستقل با تجربه در پروژه‌های مشابه دعوت به عمل آید.
- برای جلوگیری از نارضایتی‌های عمومی باید از همان ابتدای پروژه، برنامه‌های جلب مشارکت مردمی و آگاه‌سازی، شروع و مردم را درگیر کرد.

الزامات مطالعات ظرفیت‌سنجی در فاز امکان‌سنجی

در فاز ارزیابی امکان‌پذیری، انجام مطالعه‌ای جامع با عنوان «ارزیابی ظرفیت‌های مدیریت پسماند منطقه» با رویکردی تطبیقی و همزمان به منظور شناسایی ظرفیت‌های موجود و قابل توسعه سایر روش‌های مدیریت پسماند الزامی است تا بر اساس تحلیل شکاف‌ها و اولویت‌بندی گزینه‌ها، جایگاه بهینه پسماندسوز در سبد مدیریت پسماند منطقه تعیین گردد؛ این مطالعه باید حداقل شامل مؤلفه‌های زیر باشد:

۱- ظرفیت بازیافت مواد: برآورد دقیق ظرفیت فعلی و پتانسیل توسعه خطوط بازیافت کاغذ، پلاستیک، فلزات و شیشه در منطقه.

۲- ظرفیت تولید کمپوست: ارزیابی امکان‌پذیری و ظرفیت واحدهای تولید کمپوست از پسماندهای آلی (تر).

۳- ظرفیت هاضم بی‌هوازی: بررسی ظرفیت احداث یا توسعه واحدهای هضم بی‌هوازی (بیوگاز) برای تولید انرژی از بخش آلی پسماند.

۴- ظرفیت دفن پسماند (خاکچال مهندسی): بررسی ظرفیت باقی‌مانده خاکچال‌های موجود و نیازهای آتی.

نتیجه این مطالعه باید نشان دهد که نقش پسماندسوز، صرفاً به عنوان یک راهکار تکمیلی و در انتهای زنجیره مدیریت پسماند، منحصر به پردازش پسماندهای باقی‌مانده (پسماند نهایی) تعریف می‌گردد تا از ایجاد ظرفیت مازاد، همپوشانی عملکردی و تعارض با سایر روش‌های مدیریتی جلوگیری شود.

۶-۲- اجرای پروژه

نقش و دامنه وظایف سازمان پروژه، مستقیماً متأثر از نوع ساختار مالکیتی و وابستگی سازمان تأسیسات پسماندسوز است؛ به گونه‌ای که در پروژه‌های با مالکیت کاملاً خصوصی، این سازمان عمدتاً به ارزیابی مستمر پیشرفت فیزیکی، کنترل هزینه‌ها و نظارت بر انطباق زمانی و کیفیتی اکتفا می‌نماید. پیمانکاران باید وظایف مندرج در قراردادها را طبق برنامه انجام دهند. برای پسماندسوزهایی که مالکیت و بهره‌برداری از آنها بر عهده شهرداری است، وظیفه سازمان پروژه علاوه بر کنترل و نظارت، شامل ایجاد ساختار مدیریت اجرایی، جذب و استخدام پرسنل متخصص و ارائه آموزش‌های تخصصی و مستمر به منظور ارتقای توانمندی‌های عملیاتی و ایمنی کارکنان نیز می‌شود.

الزام به استفاده از بهترین فناوری‌های موجود

طراحی، ساخت، راه‌اندازی و بهره‌برداری از کلیه تأسیسات پسماندسوز (اعم از جدید یا بازسازی) باید بر اساس آخرین نسخه «بهترین فناوری‌های موجود» (Best Available Techniques - BAT) که توسط نهادهای معتبر بین‌المللی مانند اتحادیه اروپا (در قالب مستندات BREF برای سوزاندن پسماند) تدوین گردیده، صورت پذیرد. انتخاب فناوری باید بر اساس معیارهای زیر انجام شود:

- کارایی بالای احتراق و کاهش حداکثری آلاینده‌های اولیه.
- مجهز بودن به پیشرفته‌ترین سیستم‌های تصفیه گازهای خروجی (حداقل شامل اسکرابرها، فیلترهای کیسه‌ای و تزریق کربن فعال).
- فناوری منتخب دارای کارکرد اثبات شده در مقیاس مشابه با مستندات عملکردی معتبر در حداقل سه واحد صنعتی فعال در سطح بین‌المللی.

ارائه مدارک و مستندات اثبات انطباق با اصول BAT، بخشی از الزامات دریافت مجوزهای زیست‌محیطی خواهد بود.

تکنولوژی پسماندسوز

با توجه به گوناگونی فناوری‌های موجود در حوزه پسماندسوزی، بعضی از آنها در مرحله آزمایشی قرار داشته و بعضی دیگر با سابقه‌ای طولانی از عملکرد پایدار و مستند، به عنوان فناوری‌های اثبات شده در مقیاس صنعتی شناخته می‌شوند. توسعه فناوری‌های نوین در حوزه پسماندسوزی، به دلیل پیچیدگی‌های فنی و هزینه‌های بالای رفع نواقص و بهینه‌سازی نیازمند دانش تخصصی و تجربه عملیاتی است؛ از این‌رو، در مناطقی که فاقد تخصص‌های بومی و زیرساخت‌های آموزشی- پژوهشی لازم هستند، این چالش‌ها می‌توانند ریسک شکست پروژه را افزایش دهند.

بر اساس عملکرد، فناوری پسماندسوز را می‌توان در چهار گروه اصلی طبقه‌بندی کرد: تصفیه مقدماتی و آماده‌سازی پسماند، سیستم احتراق، بازیافت انرژی و سیستم تصفیه و پالایش گازهای خروجی.

پیش‌تصفیه

توده‌سوزی پسماند که بدون نیاز به پیش‌تصفیه و به همان صورت دریافت شده انجام می‌شود و معمولاً با سیستم شبکه متحرک همراه است، به دلیل کاربرد گسترده در مقیاس صنعتی و سابقه طولانی عملکرد پایدار، به عنوان یک فناوری اثبات شده در جهان شناخته می‌شود. این نوع پسماندسوز جوابگوی نیازهای فنی و عملکردی می‌باشد و قادر به پذیرش انواع پسماند با ارزش حرارتی و ترکیب متفاوت است. یکی دیگر از انواع توده سوز کوره چرخان است که کاربرد کمتری پیدا کرده است.

با توجه به هزینه‌های بالای جداسازی مواد غیرکربنی (مانند شیشه و فلز) و فرایندهای خردایش برای تکنولوژی‌های مبتنی بر سوزاندن پسماندهای خرد شده و همگن، به دلیل صرفه‌جویی اقتصادی، کاربرد، RDF تولید گسترده‌ای نیافته و عمدتاً در موارد خاص و با توجیه محدود مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

فناوری پسماندسوز با بستر سیال صرفاً برای احتراق پسماندهای شهری پیش‌تصفیه شده و هموژن قابل استفاده است؛ اما به دلیل حساسیت به ناهمگنی، رطوبت و تغییرات ترکیب پسماند برای پسماند شهری خام و پیش‌فراوری نشده مناسب نیست. فناوری بستر سیال به دلیل کارایی مناسب در احتراق بعضی از انواع پسماندهای صنعتی با ترکیب نسبتاً هموژن در برخی کشورها مانند ژاپن کاربرد گسترده‌ای یافته است.

سیستم احتراق

با توجه به ضرورت بهره‌مندی از فناوری‌های کاملاً اثبات شده در احداث پسماندسوزهای جدید، در حال حاضر فناوری به عنوان یکی از مطمئن‌ترین و پرکاربردترین گزینه‌ها برای توده‌سوز با شبکه متحرک سوزاندن پسماند شهری خام با سابقه‌ای طولانی از عملکرد پایدار، شناخته می‌شود.

این نوع پسماندسوز که توسط سازندگان متعدد در سطح جهان توسعه یافته و به عنوان فناوری اثبات شده برای کشورهای با درآمد پایین و متوسط توصیه می‌شود، باید با طراحی اصولی سیستم احتراق از تشکیل آلاینده‌های ثانویه به‌ویژه NOx و ترکیبات آلی پایدار مانند دی‌اکسین و فوران تا حد امکان جلوگیری نماید.

بازیافت انرژی

مزیت اصلی پسماندسوزی، بهره‌برداری از پسماند به عنوان یک منبع انرژی تجدیدپذیر و تولید همزمان انرژی همراه با کاهش چشمگیر حجم و جرم پسماندهای دفنی است. پسماند در اثر سوختن در کوره، گاز داغ حامل انرژی تولید می‌کند که پس از عبور از بویلر و انتقال حرارت به سیال عامل سرد شده و سپس وارد سیستم کنترل آلودگی هوا می‌شود. نوع و طراحی بویلرمستقیماً به کاربرد نهایی انرژی بستگی دارد. انرژی خروجی می‌تواند در قالب گرمایش مرکزی، بخار فرایندی برای مصارف صنعتی یا تولید برق از طریق توربین‌های بخار مورد استفاده قرار گیرد. انتخاب نهایی این گزینه‌ها عمدتاً بر اساس دسترسی به بازار مصرف و توجیه اقتصادی تعیین می‌شود.

راندمان تبدیل انرژی، به مصرف نهایی وابسته است؛ به گونه‌ای که تولید برق نیازمند تکنولوژی پیچیده‌تر بوده؛ اما از ارزش اقتصادی بالاتری برخوردار است. در حالی که تولید آب گرم دارای سادگی فنی بیشتری است و انتخاب بین این دو گزینه

مبتنی بر توجیه اقتصادی و دسترسی به بازار مصرف تعیین می‌شود.

تصفیه گاز

پسماندسوزها حجم زیادی گاز خروجی تولید می‌کنند که حاوی محصولات احتراق ناقص، ترکیبات آلی پیچیده، فلزات سنگین، خاکستر و انواع آلاینده‌های آلی و غیرآلی است؛ نوع و غلظت این آلاینده‌ها به ترکیب پسماند ورودی و شرایط عملیاتی احتراق وابستگی مستقیم دارد.

در گازهای خروجی از کوره‌های پسماندسوز، آلاینده‌ها به شکل ذرات معلق (گردوغبار) و هم به صورت گازهای اسیدی مانند HCL، HF و SO2 حضور دارند. همچنین ترکیبات بسیار زیان‌آوری مثل جیوه، دی‌اکسین و NOx فقط از طریق فرایندهای پیشرفته و پرهزینه تصفیه شیمیایی قابل حذف هستند که این امر موجب افزایش قابل توجه سرمایه‌گذاری اولیه و هزینه‌های عملیاتی می‌شوند.

انتخاب و چیدمان دستگاه‌های کنترل آلودگی هوا کاملاً تابع استانداردهای انتشار آلاینده‌ها و الزامات قانونی هر منطقه است؛ به گونه‌ای که در ساده‌ترین حالت، صرفاً با هدف کاهش ذرات معلق و سرمایه‌گذاری نسبتاً محدود قابل انجام است؛ در حالی که کنترل اولیه ذرات معلق با سرمایه‌گذاری محدود امکان‌پذیر است؛ اما بخش عمده‌ای از آلاینده‌های خطرناک همچون فلزات سنگین و ترکیبات آلی پایدار به سطح ذرات ریز جذب شده و حذف آنها مستلزم به کارگیری تجهیزات پیشرفته و پرهزینه‌ای نظیر رسوب‌دهنده‌های الکترواستاتیکی (ESP) با راندمان بالا است؛ بنابراین حداقل الزامات زیست‌محیطی صرفاً بر کنترل پایه انتشارات متمرکز است.

کنترل متوسط انتشارات به وسیله نصب اسکرابرهای نیمه‌خشک و خشک عملی می‌شود. کنترل پیشرفته گاز خیلی گران‌قیمت و پیچیده است. حذف دی‌اکسین و فوران در اروپا و آمریکای شمالی به موضوعات مورد توجه عموم مردم تبدیل شده که سرمایه‌گذاری را به طرز قابل توجهی افزایش داده است. **Error! Reference source not found.** سطوح کنترل آلاینده‌های گاز را نشان می‌دهد.

جدول ۲: سطوح کنترل انتشارات

سطح کنترل انتشارات	آلاینده‌ها
پایه	فقط ذرات
متوسط	استاندارد انتشارات ذرات استاندارد اضافی برای HCL، HF و SO_2 فلزات سنگین As، Cd، Cr، Cu، Pb، Mn و Ni
پیشرفته	تجهیزات به‌روز کنترل انتشار، استاندارد سخت‌تر برای پارامترهای سطح متوسط، کنترل مکمل NO_x، فلزات Sb، CO، Ti، V و دی‌اکسین

مواد باقیمانده

باقیمانده اصلی پسماندسوز سرباره است. مقدار سرباره به محتوی خاکستر پسماند بستگی دارد. در کشورهایی با درآمد بالا حجم پسماند ۹۰ درصد و وزن آن ۷۰ تا ۷۵ کاهش پیدا می‌کند. برای کشورهایی با درآمد پایین، مقدار خاکستر به دلیل استفاده از زغال، چوب و سایر منابع انرژی بیشتر است.

علاوه بر سرباره حاصل از احتراق از دستگاه کنترل سطح متوسط مثل اسکرابرهای نیمه‌خشک و خشک یا فرایند تصفیه تر گاز، مواد باقیمانده تولید می‌شوند.

سرباره‌های پسماندسوز با راهبری خوب فقط مقدار کمی مواد آلی دارند. فلزات سنگین سرباره معمولاً قابل شست‌وشو هستند، تا حدودی تثبیت می‌شوند و غیر قابل محلول می‌گردند؛ بنابراین قسمت اعظم سرباره را بعد از جداسازی می‌توان در زیرسازی جاده‌ها و یا موارد مشابه استفاده کرد.

پسماندهای باقیمانده باید در یک خاکچال مهندسی با پوشش نهایی نفوذناپذیر به گونه‌ای دفن گردند که از نفوذ آب باران جلوگیری به عمل آید. خاکستر بادی و سایر باقیمانده‌های حاصل از دستگاه‌های کنترل آلودگی به عنوان پسماند خطرناک طبقه‌بندی شده و باید در خاکچال مهندسی مناسب دفن گردند؛ ضمن اینکه در فرایند انتقال، تهمیدات لازم برای جلوگیری از پراکنده شدن ذرات ریز به کار گرفته شود.

معیارهای کلیدی تکنولوژی

- تکنولوژی باید بر اساس توده‌سوزی با شبکه متحرک باشد و تأمین‌کننده، سابقه نصب موفق دستگاه برای سال‌های متمادی را داشته باشد.
- کوره برای عملیات مستمر و پایدار و انهدام کامل پسماند و گاز با $CO < ۵۰ mg/Nm^3$ و $TOC < ۱۰ mg/Nm^3$ طراحی شود.
- تجهیزات کنترل آلاینده باید حداقل یک ESP دومیدانی باشد (کنترل سطح پایه و $۳۰ mg/Nm^3 >$ گرد و خاک)
- یک خاکچال مهندسی برای دفع مواد باقیمانده در دسترس باشد و کنترل کامل شیرابه ضروری است.
- پسماند تولیدی سالانه بیشتر از ۵۰ هزار تن با تغییرات هفتگی کمتر از ۲۰ درصد باشد.
- پسماندسوز در مناطق مختص صنایع سنگین یا متوسط نصب شود.
- ارتفاع دودکش باید دو برابر ارتفاع ساختمان‌های مستقر در شعاع ده کیلومتری باشد یا حداقل ۷۰ متر باشد [3].

۷-۲- ضرورت‌ها و الزامات قانونی توسعه پسماندسوزها به عنوان یکی از گزینه‌های دفع پسماندها

پسماندسوزی به عنوان رایج‌ترین فناوری تبدیل پسماند به انرژی در سطح جهان، عمدتاً دو هدف اساسی را دنبال می‌کند: بازیابی انرژی حرارتی/ الکتریکی و کاهش حجم پسماند نیازمند دفن نهایی.

در سال‌های اخیر، با پیشرفت فناوری‌های مرتبط و ضرورت استفاده بهینه از انرژی و منابع محدود جهانی، بسیاری از کشورها به تدریج از روش دفن زمینی فاصله گرفته و به سمت روش‌های نوین مدیریت پسماند روی آورده‌اند. اگرچه در برخی

کشورهای پیشرفته، پسماندسوزی به عنوان یکی از اصلی‌ترین روش‌های مدیریت پسماند مطرح است؛ اما در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، این فناوری به دلایل متعدد کمتر مورد بهره‌برداری قرار گرفته است.

بر اساس آمارهای بین‌المللی، میزان استفاده از پسماندسوزی در ایران (حدود ۳/۱ درصد) در مقایسه با کشورهایی مانند ترکیه هیچ‌گونه سوزاندنی برای مدیریت پسماند خود گزارش نکرده است، بالاتر می‌باشد. همچنین مکزیک، نیوزیلند، شیلی و کلمبیا در این شاخص، سوزاندن پسماند را صفر اعلام کرده‌اند.

مطالعات جهانی حاکی از آن است که کشورهای در حال توسعه در مسیر احداث و بهره‌برداری از نیروگاه‌های پسماندسوز با چالش‌هایی ازجمله کیفیت نامناسب پسماند (به‌ویژه رطوبت بالا و ارزش حرارتی پایین)، ناپایداری اقتصادی، مخاطرات زیست‌محیطی و بهداشتی، نارضایتی جوامع محلی و عدم انطباق با اصول مدیریت یکپارچه پسماند مواجه هستند. همچنین تجربه این کشورها نشان می‌دهد که احداث نیروگاه‌های پسماندسوز نیازمند توجه ویژه به الزامات قانونی، معیارهای فنی، بسترهای نهادی و مشارکت ذینفعان است.

در حال حاضر، دو مجتمع نیروگاهی پسماندسوز در شهرهای تهران و نوشهر، هر یک با ظرفیت ۲۰۰ تن در روز و با فناوری کاملاً مشابه، در حال بهره‌برداری هستند. یک مجتمع دیگر با ظرفیت ۴۵۰ تن در روز در شهر ساری در مرحله نصب قرار دارد و آخرین پسماندسوز کشور با ظرفیت ۶۰۰ تن در روز نیز در شهر رشت در مرحله اتمام عملیات ساختمانی است.

نیروگاه‌های پسماندسوز که در دسته برق تجدیدپذیر زیست‌توده طبقه‌بندی می‌شوند، با احتساب توان اسمی پسماندسوزهای تهران و نوشهر، حدود ۲۷ درصد از کل انرژی زیست‌توده و ۰/۴۶ درصد از کل انرژی تجدیدپذیر کشور را تأمین می‌کنند. با توجه به ظرفیت کل برق تولیدی کشور که برابر ۹۳۷۹۸ مگاوات است، حتی در صورت دستیابی کامل به ظرفیت اسمی پیش‌بینی‌شده برای نیروگاه‌های پسماندسوز موجود، سهم این فناوری تنها ۰/۰۰۶۴ درصد از ظرفیت برق کشور را تشکیل خواهد داد.

بررسی وضعیت موجود نشان می‌دهد که توسعه نیروگاه‌های پسماندسوز در کشور با چالش‌هایی مانند زیرساخت ناکافی برای سنجش آلاینده‌های خروجی، ضوابط ناکافی استقرار نیروگاه‌ها، مشکلات تأمین مستمر آب مصرفی و ارزش حرارتی پایین پسماند روبه‌رو است.

بر این اساس، به منظور غلبه بر چالش‌های یادشده و مدیریت صحیح توسعه نیروگاه‌های پسماندسوز در کشور، پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

۱- توسعه نیروگاه‌های پسماندسوز در چارچوب برنامه ملی راهبردی مدیریت پسماندها: به منظور تضمین کمیت و کیفیت پایدار پسماند ورودی به نیروگاه‌های پسماندسوز در افق بهره‌برداری، ضروری است مدیریت پسماند کشور بر اساس یک برنامه بلندمدت، ملی و راهبردی اجرا گردد تا از تأثیرپذیری این شاخص‌ها از تصمیمات مقطعی و کوتاه‌مدت جلوگیری به عمل آید. بر این اساس، راهکارهای زیر پیشنهاد می‌شود:

الف) به منظور کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل، افزایش ارزش حرارتی پسماند و کاهش انتشار آلاینده‌ها از نیروگاه‌های پسماندسوز به محیط‌زیست، وزارت کشور با هماهنگی سازمان حفاظت محیط‌زیست اقدام به جمع‌آوری تفکیک‌شده پسماندهای عادی نماید (مطابق ماده (۹) قانون مدیریت پسماندها مصوب ۱۳۸۳ و ماده (۴) آیین‌نامه اجرایی آن مصوب ۱۳۸۴).

ب) در راستای تعیین ظرفیت بهینه طراحی پسماندسوزها در کشور و همچنین تضمین تأمین بلندمدت خوراک ورودی این تأسیسات و به منظور اجرای جزء «۱» بند «چ» ماده (۲۲) قانون برنامه هفتم پیشرفت کشور، سازمان حفاظت محیط‌زیست با همکاری مدیریت اجرایی پسماندهای مختلف (موضوع ماده (۷) قانون مدیریت پسماندها)، ضمن تعیین وضعیت موجود عناصر موظف هشت‌گانه مدیریت پسماند در کشور و بررسی نمونه‌های موفق بین‌المللی، بر اساس اسناد بالادستی موجود و با انجام مطالعات آینده‌پژوهی، نسبت به تدوین و ابلاغ برنامه بلندمدت ملی راهبردی مدیریت پسماند اقدام کند.

۲- بومی‌سازی الگوریتم امکان‌سنجی فناوری‌های تبدیل پسماند به انرژی: مطالعه اسناد و نمونه‌های بین‌المللی و مقایسه آن با شرایط فعلی کشور نشان می‌دهد که امکان‌سنجی احداث و بهره‌برداری از فناوری‌های تبدیل پسماند به انرژی، به‌ویژه پسماندسوزها، فاقد ساختار یکپارچه و ضوابط قانونی مشخص است.

به منظور رفع این چالش، پیشنهاد می‌شود وزارت کشور (سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌ها) به عنوان متولی مدیریت اجرایی پسماندهای عادی، با نظارت سازمان حفاظت محیط‌زیست و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی و با همکاری تمامی ذی‌نفعان ازجمله وزارت نیرو، سرمایه‌گذاران و مجریان بخش غیردولتی، مراکز پژوهشی، معاونت علمی، فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست جمهوری، اقدام به بومی‌سازی یا تدوین الگوریتم امکان‌سنجی استفاده از فناوری‌های تبدیل پسماند به انرژی در کشور نماید.

۳- مستندسازی تجربیات موفق و ناموفق نیروگاه‌های پسماندسوز موجود: بررسی‌های انجام‌شده در این پژوهش نشان می‌دهد که بسیاری از مشکلات و چالش‌های ایجادشده در مسیر احداث و بهره‌برداری نیروگاه‌های پسماندسوز فعال در کشور، دارای موارد مشابه هستند. از این‌رو پیشنهاد می‌شود تمام دستگاه‌های متولی، شامل سازمان حفاظت محیط‌زیست، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های وزارت کشور، سازمان برنامه و بودجه، وزارت نیرو، همچنین مجریان و بهره‌برداران نیروگاه‌های فعال یا در حال احداث، نسبت به مستندسازی تجربیات موفق و ناموفق در این حوزه اقدام کنند.

۴- استفاده از ظرفیت مراکز پژوهشی و شرکت‌های دانش‌بنیان در احداث، بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری و پایش نیروگاه‌های پسماندسوز: با وجود گذشت نزدیک به یک دهه از ورود نخستین پسماندسوز به کشور، فرایند انتقال دانش و فناوری ساخت تأسیسات و تجهیزات این نیروگاه‌ها هنوز به‌طور کامل در داخل انجام نشده است. این موضوع باعث شده که در شرایطی مانند تحریم‌های بین‌المللی و نوسانات نرخ ارز، ورود تجهیزات مورد نیاز برای احداث نیروگاه‌های جدید یا انجام تعمیر و نگهداری نیروگاه‌های موجود با مشکلات جدی مواجه شود.

علاوه بر این، نبود تجهیزات لازم برای پایش آلاینده‌هایی مانند دی‌اکسین و فوران در کشور، عملاً اجرای استانداردهای موجود مربوط به پسماندسوزها را غیرممکن کرده است. بر این اساس پیشنهاد می‌شود معاونت علمی، فناوری و اقتصاد

دانش‌بنیان ریاست‌جمهوری با بهره‌گیری از ظرفیت مراکز پژوهشی و شرکت‌های دانش‌بنیان، نسبت به امکان‌سنجی انتقال دانش و فناوری ساخت تجهیزات نیروگاه‌های پسماندسوز و همچنین تجهیزات پایش آلاینده‌های خروجی از این نیروگاه‌ها اقدام کند.

۵- اصلاح و پیاده‌سازی قوانین و مقررات مرتبط با پسماندسوز در کشور: همان‌گونه که در این گزارش نیز اشاره شد، مجموعه‌ای از قوانین دائمی، برنامه‌ای و سنواتی، ضوابط و استانداردها در خصوص پسماندسوزها در کشور وجود دارد. در راستای اصلاح ساختار تقنینی در این حوزه، پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

الف) آسیب‌شناسی و ارائه راهکار برای رفع نواقص قوانین بودجه‌ای که علیرغم درج در بودجه سنواتی طی پنج سال گذشته، منجر به سرمایه‌گذاری مشترک در زمینه مدیریت پسماند و احداث نیروگاه‌های پسماندسوز در کشور نشده‌اند؛ این موضوع باید در دستور کار سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های وزارت کشور قرار گیرد.

ب) با توجه به تهیه، تدوین و ابلاغ استانداردهای ملی و بومی شماره ۱-۲۲۸۲۷ تا ۵-۲۲۸۲۷ با موضوعات:

۱- ویژگی‌های تأسیسات پسماندسوز

۲- راهبری تأسیسات پسماندسوز

۳- آلاینده‌های خروجی از تأسیسات پسماندسوز

۴- راه‌اندازی تأسیسات پسماندسوز

۵- الزامات فنی این تأسیسات

که در فاصله سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۱ تصویب شده‌اند، ضروری است پس از تأمین الزامات اجرایی این استانداردها توسط سازمان حفاظت محیط‌زیست و وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، فرایند اداری تبدیل آن‌ها به استاندارد اجباری در دبیرخانه شورای عالی استاندارد پیگیری شود.

ج) بر اساس مطالعه تطبیقی انجام‌شده توسط مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران که بیانگر عدم تطابق ضوابط و معیارهای زیست‌محیطی استقرار واحدهای خدماتی با نمونه‌های بین‌المللی است، پیشنهاد می‌شود سازمان حفاظت محیط‌زیست این ضوابط را در خصوص نیروگاه‌های پسماندسوز مورد بازبینی قرار دهد.

د) در اجرای بند «الف» ماده (۲۲) قانون برنامه هفتم پیشرفت کشور، سازمان حفاظت محیط‌زیست باید پیش از اجرای طرح‌های پسماندسوز، نسبت به ارزیابی زیست‌محیطی آن‌ها بر اساس شاخص‌ها، ضوابط و معیارهای مصوب شورای عالی محیط‌زیست اقدام کند [4].

۸-۲- داده‌های مورد نیاز برای طراحی پسماندسوزهای شهری

برای طراحی موفقیت‌آمیز پسماندسوز شهری به داده‌های زیر نیاز است:

۱- جمعیت حال و آینده شهر و محیط خدمات‌رسانی اطراف

۲- کمیت و کیفیت پسماند و ترکیب فیزیکی آن‌ها

۳- قوانین و استانداردهای کنترل آلاینده‌های آب، خاک و هوا

۴- سایر محدودیت‌هایی که باید اعمال کرد

برنامه‌های سیستم مدیریت پسماند مانند جداسازی از مبدأ و روش جمع‌آوری پسماند و انتقال آن به پسماندسوز و وجود پسماندگردهای غیررسمی در شهر همگی باید برای طراح پسماندسوز مشخص باشند. شناسایی تغییرات فصلی ترکیب پسماند و تأثیر آن بر ارزش حرارتی، از الزامات اساسی برای طراحی خوراک پایدار نیروگاه محسوب می‌شود.

در محاسبه ظرفیت و پسماند قابل پذیرش باید بهره‌برداری ۳۶۵ روز نیروگاه در نظر گرفته نشده و زمان توقف ناشی از تعمیرات و نگهداری (حدود ۱۰ درصد) کسر گردد.

۹-۲- هزینه‌های پسماندسوز

طراحی سیستم‌های پسماندسوزی شامل محفظه احتراق، شبکه‌های سوخت‌رسان و ساز و کار تغذیه، به کمیت و ویژگی‌های پسماند بستگی دارد. درخصوص هزینه‌های راهبری برای تأسیسات پسماندسوز در آمریکا، ارقام ارائه شده (هزینه ۵ تا ۱۰ دلار و سرمایه‌گذاری ۶۵۰۰ دلار به ازای هر تن) با داده‌های موجود در منابع معتبر و به روز تفاوت قابل توجهی دارند. کوره و تجهیزات مربوطه ۵۵ تا ۶۵ درصد، ساختمان و ابنیه ۲۰ تا ۳۰ درصد. تجهیزات کنترل آلودگی هوا ۲۰ تا ۳۰ درصد و سایر حدود ۷ تا ۱۳ درصد هزینه‌های سرمایه‌گذاری را شامل می‌شوند.

راهبری و سرویس‌های خدماتی

برای راهبری یک نیروگاه پسماندسوز به طیف گسترده‌ای از خدمات تخصصی نیاز است که می‌توان آنها را در گروه‌های اصلی زیر دسته‌بندی کرد:

۱- برق برای روشنایی و دستگاه پسماندسوز

۲- آب آشامیدنی پرسنل و آب فرایندی برای سیستم‌های سردکن، شستشو و غیره

۳- تلفن

۴- سیستم فاضلاب

۵- سوخت برای گرمایش، سوخت کمکی و سرمایش

۶- انتقال حرارت و یا برق تولیدی به منابع مصرف

برق مصرفی تجهیزات جانبی نیروگاه پسماندسوز، معمولاً از برق تولید داخلی تأمین گردیده و تنها مازاد تولید به شبکه برق شهری تزریق می‌شود. برق فن‌ها، پمپ‌ها، جرثقیل‌ها، سیستم کنترل آلودگی هوا، شبکه‌های سوخت‌رسان و سایر تجهیزات از شبکه توزیع برق شهری و یا دیزل ژنراتور کمکی تأمین می‌گردند.

به ازای هر تن پسماند، ۲/۷ تا ۳/۷ متر مکعب آب لازم است. آب مصرفی می‌تواند از آب شهری و یا از آب چاه و یا آب‌های سطحی محل تأمین شود. ممکن است به سوخت برای فرایندهای پسماندسوز نیاز باشد. این سوخت می‌تواند از شبکه توزیع گاز تأمین شود و یا از سایر انواع سوخت‌های فسیلی باشد.

فصل ۳

الزامات فنی و فرایندی تأسیسات

۱-۳- باسکول

باسکول به عنوان ابزاری کلیدی، علاوه بر توزین دقیق و ثبت کمیت پسماند ورودی و خروجی، نقش اساسی در اصلاح و ارتقای فرایندهای مدیریتی نیروگاه ایفا می‌کند. باسکول همچنین برای محاسبه هزینه‌های دفع پسماند (بر اساس وزن ورودی از سوی مشتریان) و کنترل موجودی پسماند ذخیره شده در محل، ضروری است.

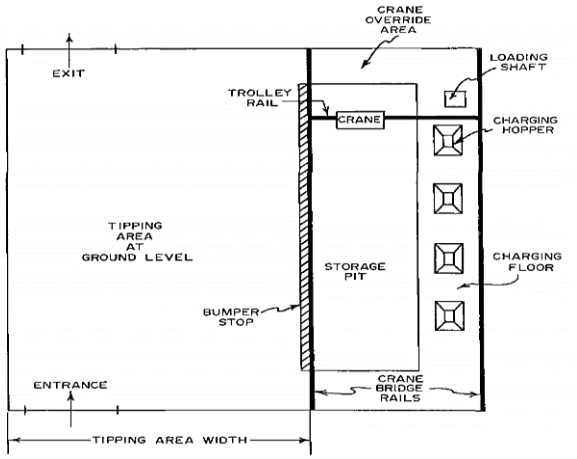
برنامه‌ریزی دریافت پسماند از منابع یا نواحی مختلف شهری بر اساس ارزش حرارتی و ترکیب فیزیکی از دیگر امکاناتی است که با استفاده از داده‌های حاصل از توزین دقیق (باسکول) میسر می‌گردد. توزین مواد باقیمانده و خاکستر برای محاسبه راندمان احتراق ضروری است. ابعاد سکوی باسکول بر اساس طول کلی، فاصله محورها و وزن ناخالص مجاز کامیون‌های حمل پسماند تعیین می‌شود.

۲-۳- دریافت پسماند (سالن دریافت)

پسماند توسط کامیون‌های پسماندکش و انواع دیگر کامیون‌ها بعد از توزین وارد محوطه پسماندسوز می‌شود. در نیروگاه‌های بزرگ پسماندسوز شهری، مواد مستقیماً به سالن ذخیره تخلیه می‌گردند. در نیروگاه‌های پسماندسوز با ظرفیت کوچک، پسماند ابتدا در محوطه روبه‌روی سالن ذخیره (سالن تخلیه) تخلیه شده و سپس با استفاده از تجهیزات بارگیری به قیف تغذیه منتقل می‌گردد. این فرایند توسط جرثقیل سقفی انجام می‌شود و اپراتور با مخلوط کردن پسماندها، تغذیه کوره با ارزش حرارتی یکنواخت را تأمین می‌نماید.

پسماند با کمک جاذبه وارد شبکه‌های سوخت‌رسان کوره می‌شود. سالن تخلیه یک زمین مسطح بزرگ است که در مجاورت سالن ذخیره می‌باشد. سالن تخلیه باید آن‌قدر بزرگ باشد که کامیون‌ها بتوانند به راحتی مانور داده و بار خود را تخلیه کنند و صف ایجاد نشود.

شکل ۱، سالن تخلیه و سالن ذخیره یک پسماندسوز را نشان می‌دهد. عرض سالن تخلیه بستگی به طول بزرگ‌ترین کامیون حمل پسماند دارد.



شکل ۱: نمای سالن تخلیه و سالن ذخیره همراه با جرثقیل

حداقل عرض سالن تخلیه نباید از ۲۰ متر کمتر باشد. توصیه می‌گردد منطقه تخلیه کاملاً محصور طراحی شود تا ضمن کاهش آلودگی صوتی، از ایجاد مناظر نامطلوب بصری نیز جلوگیری به عمل آید. پسماند در این محل تخلیه می‌گردد؛ از این‌رو، کف سالن باید به طور مرتب شست و شو شده و شیب کف و سیستم فاضلاب با دقت طراحی گردد تا از نفوذ پسماند به شبکه زهکشی جلوگیری به عمل آید.

در مرحله طراحی، الزامات پاکیزه نگهداری مستمر منطقه تخلیه باید پیش‌بینی شده و تجهیزات نظافتی به روز برای این منظور در نظر گرفته شود. با عنایت به مخاطرات بالقوه برای کارکنان در این منطقه، الزامات ایمنی و بهداشتی باید در طراحی و راهبری از منطقه تخلیه به طور ویژه مدنظر قرار گیرد. برای جلوگیری از سقوط کامیون‌ها به درون سالن ذخیره در هنگام تخلیه باید در تمام طول سالن ذخیره، سرعت‌گیرهایی با ارتفاع مناسب (حداقل ۳۰ سانتیمتر) نصب گردد.

۳-۳- سالن ذخیره

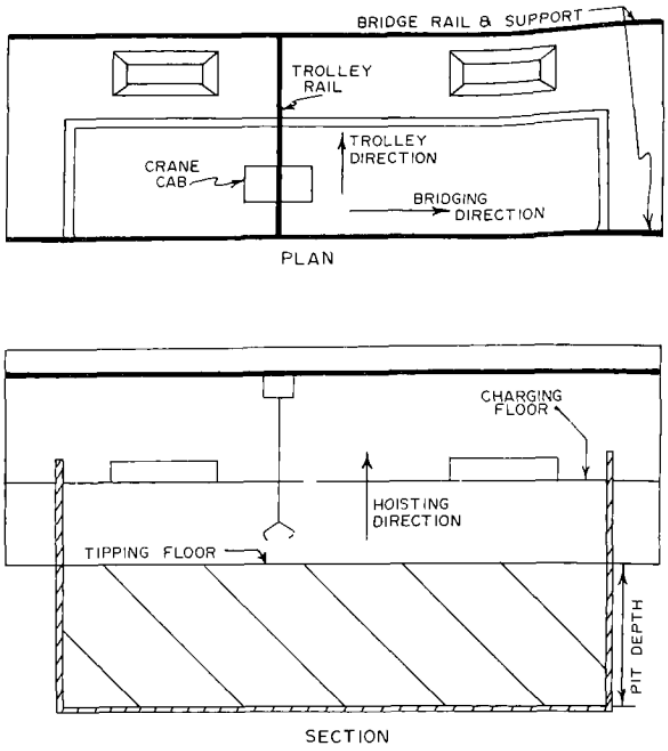
سالن ذخیره،[۱] به عنوان فضایی برای نگهداری ایمن پسماند پیش از تغذیه کوره، پسماندهایی با ترکیب متنوع و از منابع مختلف تولید را دریافت می‌کند. در اینجا پسماندها با هم مخلوط شده و خوراکی یکنواخت برای کوره فراهم می‌شود. ظرفیت این مکان معمولاً معادل ۱/۵ برابر ظرفیت روزانه نیروگاه در نظر گرفته می‌شود که برای محاسبه حجم مورد نیاز دانسیته پسماند انباشته شده در سالن، پارامتر کلیدی محسوب می‌گردد.

شکل این سالن مکعب مستطیل است. در بعضی از پسماندسوزها این سالن به دو قسمت توسط یک دیوار تقسیم می‌شود. حسن این کار، جلوگیری از سرایت آتش به تمام سالن و امکان تمیز کردن سالن در مواقعی که لازم است. عرض این مکعب مستطیل نباید از ده متر تجاوز کند. حداقل عرض بین ۵ تا ۷ متر است. منوریل باید به راحتی بتواند در سرتاسر این سالن حرکت کند.

دیواره‌ها باید از استحکام کافی برخوردار باشند و بتوانند فشارهای جانبی را تحمل کنند و در اثر برخورد چنگک جرثقیل با دیواره‌ها، سابیده و تخریب نشوند. در اثر برخورد چنگک جرثقیل با دیواره‌ها جرقه تولید می‌شود و امکان آتش گرفتن پسماند وجود دارد. دود و گرمای ناشی از آتش‌سوزی ممکن است به جرثقیل آسیب بزند. خرابی جرثقیل باعث تعطیلی پسماندسوز می‌شود، پس باید تجهیزات آتش‌نشانی در این مکان نصب گردد و هنگام آتش‌سوزی به صورت خودکار عمل نماید. همچنین مکان باید به شلنگ‌های آتش‌نشانی مجهز باشد.

شیب مناسب برای تخلیه آب آتش‌نشانی پیش‌بینی شده و مخزن ذخیره باید کاملاً ضد آب باشد تا از نفوذ آب و شیرابه‌ها از دیواره‌ها به محیط اطراف جلوگیری شود. شکل ۳، عملکرد جرثقیل سقفی را نشان می‌دهد.

۱. Storage pit



شکل ۲: نمای بالا و نمای برش‌یافته (مقطعی) از جرثقیل سقفی

۴-۳- روش‌های بارگیری

پسماندسوز را می‌توان با چندین روش، بارگیری یا تغذیه نمود. در پسماندسوزهای کوچک که ارتفاع سکوی تخلیه و قیف تغذیه با هم برابر است تغذیه به وسیله یک لودر، تسمه نقاله، قیف ارتعاشی و سایر تجهیزات مکانیکی انجام می‌شود. در پسماندسوزهای بزرگ، جرثقیل سقفی پسماند را در قیف تغذیه تخلیه می‌کند.

جرثقیل سقفی علاوه بر وظیفه بارگیری، پسماندها را مخلوط و در مخزن ذخیره توزیع می‌کند. این کار منجر به استفاده بهتر از حجم مخزن شده و تغذیه پسماندسوز یکنواخت خواهد بود. جرثقیل متداول در تأسیسات پسماندسوز معمولاً از نوع مونوریل یا پل می‌باشد (شکل ۳).

جرثقیل مونوریل در یک جهت افقی حرکت می‌کند، در حالی که جرثقیل پل قابلیت حرکت در دو جهت افقی را داراست. ظرفیت مونوریل نسبت به جرثقیل پل، از ظرفیت و هزینه کمتری برخوردار است و ظرفیت باکت هر یک بر اساس ظرفیت اسمی نیروگاه تعیین می‌شود.

دفعات بارگیری در بازه زمانی معین، تابعی از تعداد چرخه‌های کامل (رفت و برگشت‌هایی) جرثقیل در آن بازه زمانی است. هر چرخه عبارت است از زمان لازم برای پر کردن باکت، بلند کردن آن، حرکت باکت به سمت قیف تغذیه، ریختن پسماند درون قیف تغذیه و برگشت برای بارگیری بعدی. مدت زمان هر چرخه جرثقیل معمولاً بین ۱ تا ۳ دقیقه است و برای محاسبه دقیق آن، ابعاد سالن ذخیره (طول، عرض، عمق) و سرعت جابجایی جرثقیل (معمولاً بین ۸۰ تا ۱۲۰ متر بر دقیقه) باید مشخص باشد.

باکت جرثقیل می‌تواند بسته و یا چنگکی باشد. در حالت اول ریخت و پاش پسماند بیشتر است. باکت بسته شبیه پوسته صدف با دندان‌های ساخته شده از استیل محکم برای نفوذ بیشتر در پسماند می‌باشد. در باکت چنگکی، دندانه‌ها بلندتر و با فاصله بیشتر طراحی شده‌اند که این ویژگی، ظرفیت جابه‌جایی آن را نسبت به باکت صدفی بسته افزایش می‌دهد.

۳-۵- تعداد جرثقیل و کنترل و راهبری آن

خرابی جرثقیل باعث تعطیلی پسماندسوز می‌شود، مگر اینکه یک جرثقیل دیگری وجود داشته باشد. تقریباً تمام پسماندسوزها با ظرفیت بیش از ۴۰۰ تن در روز مجهز به جرثقیل دوم هستند. برای پسماندسوزهای با ظرفیت بیش از ۳۰۰ تن در روز، جرثقیل دوم توصیه می‌شود. به دلیل هزینه‌های بالا معمولاً اکثر پسماندسوزهای کوچک یک جرثقیل دارند. برای پسماندسوزهای بزرگ‌تر از ۸۵۰ تن در روز، جرثقیل سوم قابل توجیه است. برای جرثقیل‌های دوم و سوم باید فضاهای اضافی لازم در نظر گرفته شود، به طوری که مزاحمتی برای عملکرد جرثقیل فعال ایجاد نشود.

راهبری و کنترل جرثقیل می‌تواند به دو صورت ثابت و کابین متحرک انجام شود. در راهبری ثابت اپراتور در مکانی ثابت قرار دارد و از آنجا عملیات را راهبری می‌کند. در روش راهبری متحرک، اپراتور در داخل کابینی معلق در ارتفاع مستقر شده و با اشراف کامل بر سالن ذخیره، جرثقیل را راهبری و کنترل می‌نماید. در راهبری ثابت، فاصله زیاد می‌تواند منجر به خطای بصری در تشخیص جزئیات شود، در حالی که در کابین متحرک، اپراتور همواره با فاصله کم، عملیات مخلوط کردن و برداشت را با دقت بیشتری کنترل می‌کند. آلودگی‌های ناشی از تجمع پسماند و گرما در این سالن، شرایط کار راهبر را دشوار می‌سازد؛ از این‌رو، کابین کنترل باید به سیستم تهویه مطبوع مجهز گردد.

۳-۶- قیف تغذیه

پسماند از طریق قیف تغذیه وارد کوره می‌شود. در کوره‌های با بارگیری متناوب یک دریچه در انتهای قیف تغذیه وجود دارد که به طور متناوب باز و بسته می‌شود. معمولاً برای هر کوره یک قیف تغذیه وجود دارد.

در کوره‌های با تغذیه پیوسته، پسماند به صورت مداوم و با نرخ جریان مشخص به درون کوره هدایت می‌شود. قیف‌های تغذیه در اکثر این سیستم‌ها به شکل طراحی می‌گردند تا جریان مواد به سمت خروجی تسهیل شده و از گرفتگی جلوگیری گردد. دریچه قیف تغذیه باید به گونه ای طراحی شود که از عبور مواد با ابعاد بدون گیر کردن اطمینان حاصل گردد. ابعاد متداول دریچه در محدوده ۱۲۰×۱۲۰ تا ۱۲۰×۲۴۰ سانتیمتر متغیر است.

عمق قیف تغذیه باید به اندازه‌ای باشد که یک باکت کامل پر از پسماند را در خود جای دهد، بدون اینکه از اطراف ریخت و پاشی انجام شود. جنس قیف تغذیه معمولاً از استیل یا بتن مسلح می‌باشد. سایش قیف تغذیه در اثر تماس با پسماند، حرارت کوره و ضربه‌های باکت می‌تواند استهلاک را بالا ببرد و به دیواره‌های قیف صدمه بزند.

جنس قیف تغذیه باید از مواد و مصالح زمخت و مستحکم ساخته شود و امکان تعمیر و تعویض قطعات آن میسر باشد.

۳-۷- شوت

رابطه بین قیف تغذیه و کوره یک کانال است که شوت تغذیه نام دارد. برای عبور آسان پسماند از این کانال باید قطر آن به اندازه‌ای باشد که پسماند گیر نکند و راه بسته نشود. عبور پسماند از این کانال معمولاً به واسطه جاذبه انجام می‌شود. در بعضی از پسماندسوزها از شبکه‌های رفت و برگشتی یا ارتعاشی برای عبور پسماند از این کانال استفاده شده است. برای عبور راحت پسماند تمهیدات زیر را می‌توان انجام داد.

۱- سطح داخلی صاف
۲- استفاده از مواد مقاوم در برابر سایش
۳- نصب عمودی کانال یا نزدیک به عمود
۴- افزایش سطح مقطع کانال

شوت تغذیه در مجاورت کوره قرار دارد و باید از گرمای زیاد محافظت شود. معمولاً از دیواره‌های آبی برای این منظور استفاده می‌شود.

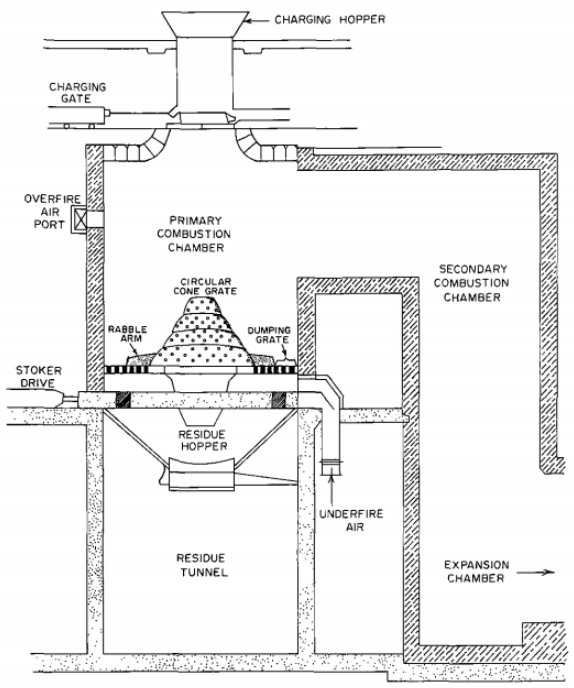
۳-۸- کوره

پسماندسوزی فرایندی است که در آن پسماندهای جامد، گاز و مایع قابل احتراق، تحت شرایط کنترل شده سوزانده و مواد باقیمانده جامد تبدیل می‌گردند.

احتراق پسماند جامع در شرایطی انجام می‌شود که ماده در معرض دمای بالا، محیط متلاطم و زمان ماندگاری کافی قرار گیرد. در فرایند احتراق، ابتدا رطوبت پسماند تبخیر شده، سپس مواد فرار با اکسیژن واکنش داده و اکسید می‌شود. محصولات نهایی احتراق عمدتاً شامل دی اکسید کربن، بخار آب، خاکستر و مواد غیر قابل احتراق می‌باشند.

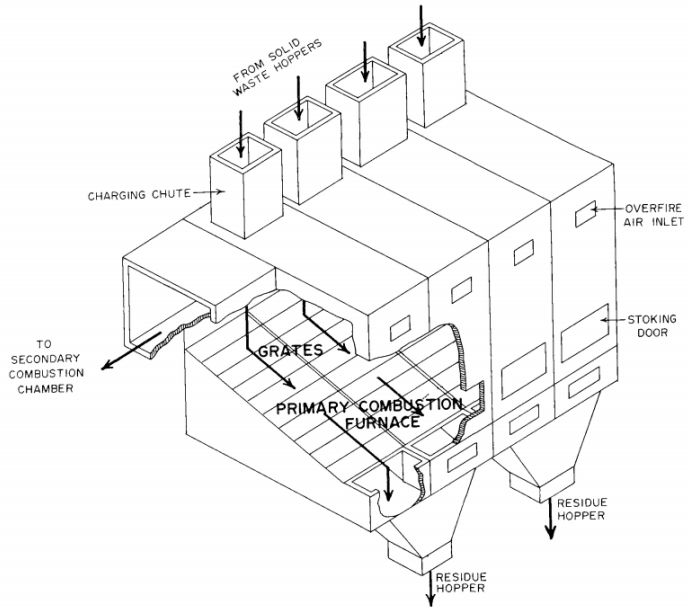
عملیات احتراق در داخل کوره انجام می‌پذیرد که عمدتاً از دو بخش اصلی شبکه و محفظه احتراق تشکیل شده است. طراحی‌های متعددی برای کوره‌های پسماندسوز وجود دارد که انتخاب مناسب‌ترین گزینه تابعی از نوع پسماند. ظرفیت مورد نظر، استانداردهای زیست‌محیطی و ملاحظات اقتصادی پروژه بوده و نمی‌توان یک طراحی واحد را به عنوان بهترین معرفی کرد. انواع کوره‌های مورد استفاده در پسماندسوزها شامل سیلندر عمودی، کوره چندسلولی مستطیلی شکل، کوره گریت مستطیلی و کوره دوار می‌باشند که هر یک بر اساس نوع پسماند، ظرفیت و شرایط عملیاتی انتخاب می‌شوند. اگرچه این کوره‌ها شکل‌های متفاوتی دارند؛ اما تعیین ابعاد اصلی آن‌ها بر اساس نرخ آزادسازی حرارتی $Btu/cu\,ft-hr$ ۱۸۰۰۰ صورت می‌پذیرد. شایان ذکر است که در گذشته بسته به نوع کوره و طراحی، این عدد در بازه‌ای بین ۱۲۵۰۰ تا ۲۵۰۰۰ متغیر بوده است [5].

کوره سیلندر عمودی دیواره داخلی پوشیده شده با آجر نسوز است و پسماند از طریق دهانه فوقانی آن به درون محفظه احتراق تغذیه می‌گردد (شکل ۳).



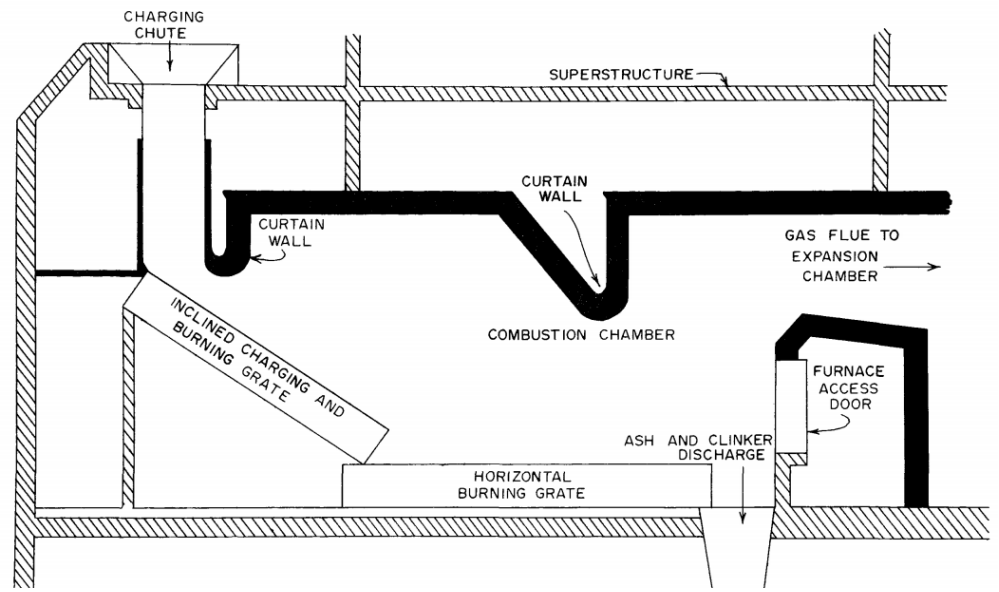
شکل ۳: کوره سیلندر عمودی

کوره چندسلولی مستطیل شکل با دیواره داخلی آجر نسوز و یا با استفاده از آب برای سرد کردن در پسماندسوزهای شهری مورد استفاده قرار گرفته است. این کوره از چند سلول در کنار هم تشکیل می‌شود (شکل ۴).



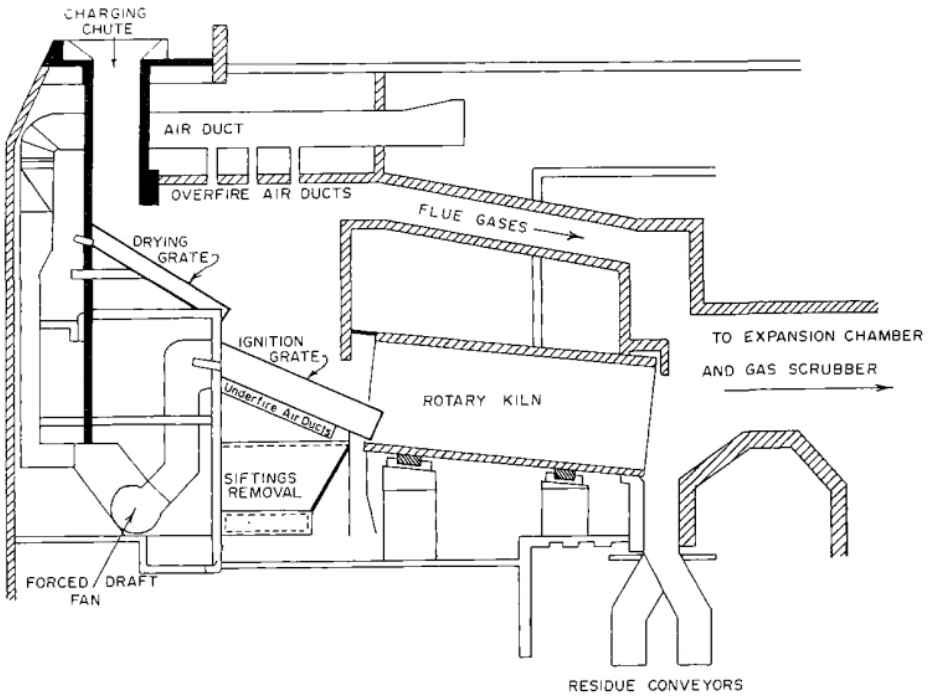
شکل ۴: کوره چندسلولی مستطیل شکل

کوره مستطیلی کاربرد بیشتری داشته و چندین نوع شبکه در این کوره قابل استفاده است (شکل ۵).



شکل ۵: کوره مستطیل شکل

کوره دوار از یک کوره مایل چرخان تشکیل شده که معمولاً بعد از کوره مستطیل شکل قرار می‌گیرد (شکل ۶).



شکل ۶: کوره دوار

۹-۳- شبکه‌ها

شبکه‌ها در کوره، علاوه بر انتقال پسماند و هدایت خاکستر و مواد باقیمانده به سمت خروجی با حرکت رفت و برگشتی خود، پسماند را به هم می‌زند و با عبور هوا از زیر شبکه، فرایند احتراق را تشدید می‌نماید.

درجه و روش هم زدن پسماند روی شبکه از عوامل کلیدی در کارایی فرایند احتراق است، زیرا بر یکنواختی بستر و دسترسی اکسیژن تأثیر مستقیم دارد. هرچند بار هر شبکه در طراحی‌های مدرن معمولاً با واحدهای بسیار بزرگ‌تر از محدوده ۵۰ تا ۷۰ پوند بر فوت مربع در ساعت اندازگیری می‌شود. با این حال، این پارامتر همواره تابعی از ویژگی‌های پسماند و هندسه شبکه است و به عنوان یکی از متغیرهای اساسی در طراحی کوره مطرح می‌باشد. بار حرارتی شبکه معمولاً برحسب واحدهایی همچون BTU بر فوت مربع در ساعت بیان می‌شود و مقدار طراحی متوسط آن، بسته به نوع پسماند و فناوری در متون مرجع حدود ۳۰۰،۰۰۰ در نظر گرفته شده است.

شبکه‌هایی که برای سوزاندن پسماند جامد به کار می‌روند، از نظر نوع مکانیکی قابل طبقه‌بندی هستند. کاربردی‌ترین آن‌ها در ایالات متحده شامل شبکه‌های جابه‌جاشونده،[۱] رفت و برگشتی،[۲] جنبان،[۳] دوار[۴] و دایره‌ای[۵] یا ترکیبی از این موارد می‌باشند. شکل‌های ۸ تا ۱۱ به ترتیب انواع جابه‌جاشونده، رفت و برگشتی، جنبان و دایره‌ای را نمایش می‌دهند.

شبکه‌های جابه‌جاشونده همانند نقاله‌هایی پیوسته و کمربند مانند عمل می‌کنند. این نوع شبکه به تنهایی موجب هم زدن یا اختلاط مواد نمی‌شود؛ اما اگر دو یا چند شبکه در سطوح مختلف قرار گیرند، با افتادن مواد از یک سطح به سطح بعدی، مقداری اختلاط ایجاد می‌گردد.

در سیستم‌های شبکه رفت و برگشتی، بخش‌های شبکه به‌صورت لایه‌هایی شبیه به سفال‌های روی سقف، روی‌هم قرار گرفته‌اند. بخش‌های متناوب شبکه به‌صورت رفت و برگشتی حرکت می‌کنند، در حالی‌که بخش‌های مجاور ثابت می‌مانند. همانند شبکه‌های جابه‌جاشونده، شبکه‌های رفت و برگشتی را نیز می‌توان به‌صورت چندمرحله‌ای چید تا اختلاط بیشتری از طریق افتادن مواد از یک شبکه به شبکه بعدی صورت گیرد.

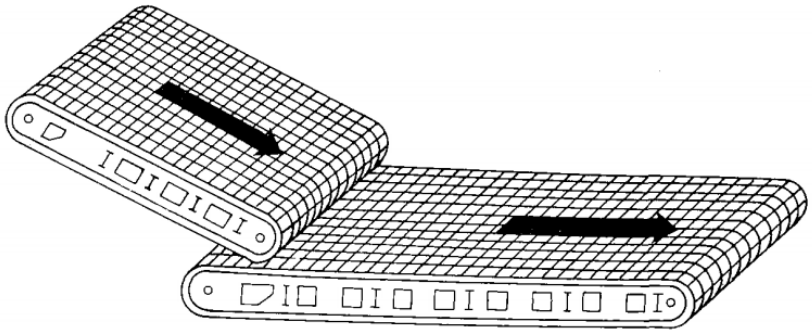
شبکه‌های جنبان به‌صورت ردیفی در عرض کوره و عمود بر جهت حرکت پسماند چیده می‌شوند. ردیف‌های متناوب به‌صورت مکانیکی مواد را به سمت بالا و جلو هدایت کرده و ضمن جابه‌جایی، آنها را به خوبی به هم می‌زنند. این نوع شبکه می‌تواند به‌صورت سری نیز چیده شود.

کوره‌های دوار، سطحی نسوز دارند و معمولاً در ادامه یک شبکه رفت و برگشتی قرار می‌گیرند. چرخش آهسته و مایل کوره موجب می‌شود پسماند جامد با حرکتی آرام و پیوسته به جلو و به‌صورت آبشاری حرکت کند.

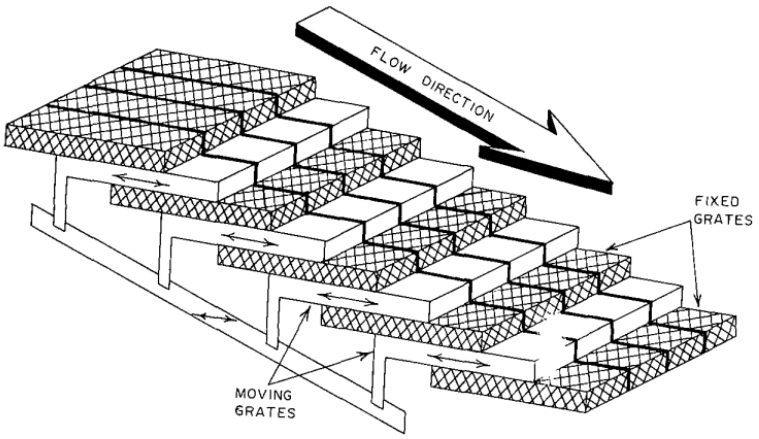
---

۱. Traveling Grates
۲. Reciprocating Grates
۳. Rocking Grates
۴. Rotary Kiln
۵. Circular Grates

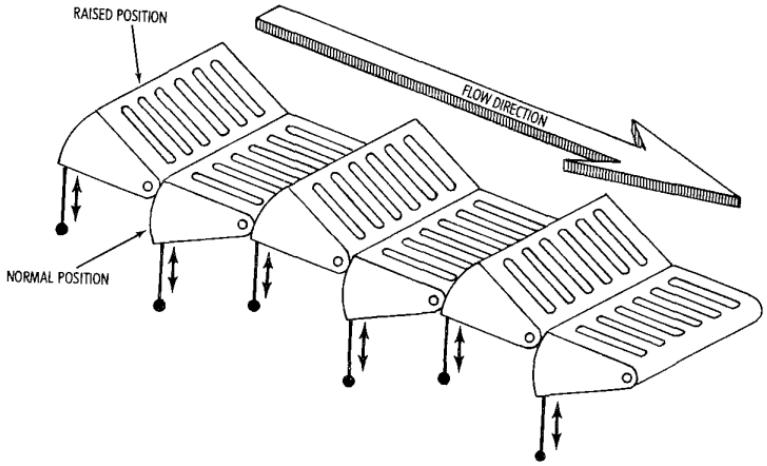
در کوره‌های عمودی دایره‌ای یک مخروط چرخان مرکزی با بازوهای کشیده،[۱] وظیفه همزدن و جابه‌جایی بستر سوخت را بر عهده دارد [6].



شکل ۷: شبکه‌های جابه‌جاشونده

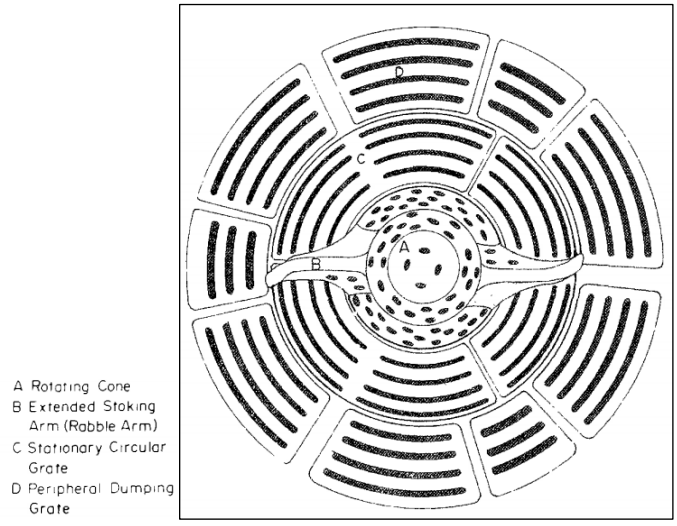


شکل ۸: شبکه‌های رفت و برگشتی



۱. Rabble Arms

شکل ۹: شبکه‌های جنبان



شکل ۱۰: شبکه‌های دایره‌ای

۱۰-۳- خروج مواد باقیمانده

مواد باقیمانده حاصل از احتراق پسماند شامل خاکستر، کلینکر، قطعات فلزی (مانند قوطی کنسرو)، شیشه و مواد آلی نیمه سوز هستند که تخلیه آنها از کوره می‌تواند به صورت پیوسته یا غیرپیوسته انجام پذیرد. در فرایند پیوسته، قسمت اعظم باقیمانده از انتهای شبکه بیرون می‌آید. بقیه باقیمانده‌ها از الک کردن[۱] و خاکستر بادی ایجاد می‌شوند.

باقیمانده‌های جامد خروجی از (خاکستر و کلینکر) باید ابتدا سرد شده و سپس از پسماندسوز خارج گردند. هوای باقیمانده نیز باید برای دفع یا تصفیه به مسیر مناسب هدایت شود. مواد باقیمانده توسط تسمه نقاله انتقال یافته و طی فرایندی با آب خنک می‌گردند. مواد باقیمانده دارای بافتی بسیار زبر و سایشی هستند و آب مورد استفاده در سیستم خنک‌کاری به دلیل تشکیل ترکیبات اسیدی و نمکی، خاصیت خورندگی بالایی دارد. برای دستیابی به عملیات پیوسته و قابل اطمینان در پسماندسوزهایی با ظرفیت بالای ۲۵۰ تن در روز، استفاده از دو تسمه نقاله ضروری است.

۱۱-۳- احتراق

زمان، درجه حرارت و تلاطم سه عامل مهم در احتراق هستند. وقتی پسماند به مدت کافی در درجه حرارت و تلاطم مناسب قرار بگیرد، احتراق پسماند رضایت‌بخش خواهد بود. برای اینکه یک ماده بسوزد باید رطوبت داخلی و سطحی تبخیر شود. در هنگام تبخیر درجه حرارت زیر ۱۰۰ درجه سلسیوس خواهد بود. بعد از اتمام تبخیر، درجه حرارت به نقطه اشتعال می‌رسد. این فرایند خشک شدن در تمام طول کوره ادامه دارد؛ اما سرعت آن در هنگام ورود پسماند به کوره بیشتر است.

۱. Sifting

در بعضی از کوره‌ها، استفاده از هوای پیش گرم به تسهیل فرایند تبخیر رطوبت پسماند و بهبود احتراق کمک می‌کند. عمل تبخیر در ابتدای شبکه اتفاق می‌افتد و قسمت‌های بعدی شبکه عمل شعله‌ور شدن را انجام می‌دهند. به بخش ابتدایی شبکه که در آن احتراق آغاز می‌گردد، منطقه اشتعال گفته می‌شود.

فرایند احتراق در دو مرحله همپوشان اتفاق می‌افتد: احتراق اولیه و احتراق ثانویه. در احتراق اولیه تغییرات فیزیکی-شیمیایی مانند خشک شدن، تبخیر و اشتعال رخ می‌دهد. در احتراق ثانویه ذرات و گازهای آزاد شده از احتراق اولیه اکسید می‌شوند. در مرحله احتراق ثانویه گازهای نسوخته از مرحله اول می‌سوزند، بو حذف می‌شود و کربن معلق در گاز می‌سوزد. برای بهبود احتراق ثانویه، تأمین همزمان دمای بالا، تلاطم و زمان ماندگاری مناسب در محفظه احتراق ضروری است.

۱۲-۳- دمیدن هوا به کوره

احتراق به اکسیژن نیاز دارد. هر ماده آلی برای سوختن به یک مقدار هوا نیاز دارد که به آن هوای استوکیومتری یا هوای تئوریتیکی گویند. هوای اضافه‌تر از هوای استوکیومتری که به کوره داده می‌شود را هوای اضافی نامند. هوا از بالا و پایین شبکه به کوره دمیده می‌شود.

دمیدن هوا به درون کوره، علاوه بر تأمین اکسیژن مورد نیاز احتراق، موجب تلاطم در بستر و محفظه احتراق می‌گردد. شایان ذکر است که افزون بر هوای تزریقی توسط دمنده‌ها، هوا از طریق منافذ و درزهای موجود در بدنه کوره نیز به درون نفوذ می‌کند. نسبت هوای دمنده‌ها از بالا به پایین شبکه به طراحی کوره بستگی دارد. هوای دمیده شده از زیر شبکه معمولاً بین ۴۰ تا ۶۰ درصد از کل هوای ورودی به کوره را تشکیل می‌دهد. کل هوای مصرفی از سه جزء تشکیل می‌شود: هوای اولیه (از زیر شبکه)؛ هوای ثانویه (از بالا)، هوای نفوذی از (درزهای بدنه). برای یک احتراق کامل معمولاً ۵۰ درصد هوای اضافی کافی است. هوای اضافی خیلی زیاد برای فرایند احتراق مضر می‌باشد و درجه حرارت کوره را پایین می‌آورد. به طور کلی کوره‌های آجری به دلیل کنترل دمای احتراق، به هوای اضافی بیشتری (۱۵۰ تا ۲۰۰ درصد) نسبت به کوره‌های دیواره آبی (۵۰ تا ۱۰۰ درصد) نیاز دارند.

در اثر احتراق، گاز و حرارت حاصل می‌شود. حرارت، حجم گاز را افزایش می‌دهد. این گاز از سیستم‌های کنترل آلودگی عبور کرده و وارد دودکش می‌شود. مقدار گاز تولیدی از طریق ترکیب فرمول بسته شیمیایی پسماند با اکسیژن محاسبه می‌گردد. تعیین سرعت گازهای خروجی، مبنای محاسبه ابعاد مسیرهای عبور در طراحی پسماندسوز قرار می‌گیرد.

دودکش‌ها جریان طبیعی ایجاد می‌کنند که باعث پخش گاز و ذرات معلق می‌شود. ارتفاع و قطر دودکش به مقدار جریان، توپوگرافی و آب و هوای محل بستگی دارد. می‌توان با نصب یک فن، جریان طبیعی دودکش را تقویت کرد. استفاده از فن، جریان القایی به شرایط محلی و طراحی بستگی دارد؛ اما در اکثر موارد، فن جریان القایی بر جریان طبیعی دودکش ارجحیت دارد.

۱۳-۳- درجه حرارت احتراق و خنک‌کن

درجه حرارت، تلاطم و زمان کافی برای احتراق کامل نیاز است تا گازها و کربن معلق در گازها را بسوزاند و بو را از بین ببرد. اگر درجه حرارت خیلی پایین باشد فعل و انفعال اکسیداسیون کامل نمی‌شود. اگر درجه حرارت خیلی زیاد باشد به تجهیزات و ابزار پسماندسوز خسارت می‌زند. درجه حرارت زیاد عملکرد آجرهای نسوز را از بین می‌برد و در اثر انبساط زیاد، اکسید نیتروژن تولید می‌شود. علاوه بر تشکیل رسوب در دیواره‌های کوره، سرد کردن سریع گازهای خروجی مانع تخریب اکسید نیتروژن و تبدیل آن به اکسیژن و نیتروژن می‌گردد. به دلیل تغییرات چگالی و ترکیب پسماند برای حفظ درجه حرارت کوره در محدوده قابل قبول، به راهبری دقیق نیاز است.

درجه حرارت هوای ورودی به پسماندسوز در لحظه ورود، برابر درجه حرارت محیط است. این هوا معمولاً با پیش‌گرمایش به درجه حرارت ۱۰۰ تا ۱۵۰ درجه سلسیوس می‌رسد. در کوره، درجه حرارت به ناگهانی افزایش پیدا می‌کند. درجه حرارت گاز معمولاً در محدوده ۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰ درجه سلسیوس قرار داشته و در برخی نقاط داغ می‌تواند به طور موقت به ۱۵۰۰ درجه سلسیوس برسد.

وقتی گاز، کوره را ترک می‌کند درجه حرارت آن بین ۷۵۰ و ۱۰۰۰ درجه سلسیوس خواهد بود. درجه حرارت گاز در نقطه ورود به دودکش ۵۵۰ درجه سلسیوس است، در حالی که فن و سایر تجهیزات به درجه حرارت پایین‌تری نیاز دارند؛ بنابراین گاز باید سرد شده و به درجه حرارت ۲۰۰ تا ۲۵۰ درجه سلسیوس برسد. در پسماندسوزهایی که به روش تناوبی تغذیه می‌شوند، باز شدن دریچه، درجه حرارت کوره را پایین می‌آورد و به ۲۵۰ درجه سلسیوس می‌رساند.

تغذیه پسماند با ارزش حرارتی بالا و یا پایین باعث تغییرات ناگهانی درجه حرارت کوره می‌گردد. درجه حرارت کوره در نقاط مختلف یکنواخت نبوده و معمولاً درجه حرارت کوره در نزدیکی خروجی گازهای احتراق و در بخش فوقانی محفظه (نزدیک به سقف) اندازه‌گیری می‌شود.

در این نقطه درجه حرارت باید بین ۷۵۰ تا ۱۰۰۰ درجه سلسیوس باشد تا از سوخت کامل پسماند اطمینان حاصل شود. در عمل، نوسانات دمایی تا ۱۰۰ درجه‌ای یا بیشتر در بازه‌های زمانی کوتاه (یک دقیقه) درکوره رایج است. با این حال، برای حفظ پایداری فرایند احتراق و کنترل آلاینده‌ها، درجه حرارت کوره باید در محدوده نسبتاً ثابتی نگهداری شود؛ در غیر این صورت ممکن است به تزریق سوخت کمکی نیاز باشد.

۱۴-۳- روش‌های خنک کردن کوره و گاز

تنظیم فرایند احتراق از طریق کنترل درجه حرارت کوره و گاز اساساً با هوای اضافی، تبخیر و مبدل حرارتی امکان‌پذیر می‌شود. در این بین هوای اضافی متداول‌ترین روش است و برای کوره‌های آجری تنها روش کنترل می‌باشد، حتی وقتی از سایر روش‌های خنک‌کن استفاده می‌شود. روش هوای اضافی برای ایجاد تلاطم و احتراق کامل مورد استفاده قرار می‌گیرد. در تمام پسماندسوزها مقداری حرارت از طریق دیواره‌ها هدر می‌رود. این هدررفت گرما در مقایسه با کل گرمای آزاد شده از احتراق ناچیز است. به هر حال در هنگام طراحی باید این اتلاف مورد توجه قرار گیرد. مقصود از هوای اضافی، سرد کردن و مخلوط کردن گاز از طریق فرایند رقیق‌سازی است.

هوای سردتر با گاز داغ مخلوط شده و به تعادل حرارتی می‌رسد. آب به درون جریان گاز تزریق می‌شود و گرمای گاز را جذب می‌کند. اگرچه تزریق آب و هوای اضافی حجم گاز را افزایش می‌دهد؛ با این حال، حجم کلی بعد از سرد شدن کمتر از حجم اولیه گاز داغ است. از آب برای سرد کردن گاز استفاده می‌شود؛ اما خود کوره را به ندرت با آب خنک می‌کنند. به کارگیری مبدل حرارتی در آمریکا چندان رایج نیست، در حالی که در اروپا این روش برای خنک کردن گازها کاربرد داشته است.

مزیت استفاده از مبدل حرارتی برای سرد کردن گاز، اضافه نشدن گاز و یا بخار به جریان گاز کوره است که منجر به کاهش حجم گاز خروجی می‌شود. درنتیجه، اندازه فن و کانال‌های عبور گاز خروجی کاهش یافته که این امر به بهبود اقتصاد پروژه پسماندسوز کمک می‌کند.

۱۵-۳- نسوزها

نسوزها موادی هستند که در مقابل حرارت مقاوم می‌باشند و برای پوشش درون کوره، درزها، منفذها و دودکش کاربرد دارد. نسوزهای مصرفی از موادی نظیر آلومینا، منگنز، سیلیس، کروم و زیرکونیوم تشکیل شده و معمولاً این مواد با کائولین (قدیمی‌ترین و پرمصرف‌ترین نسوز طبیعی) آسیاب و آماده‌سازی می‌شوند.

نسوزها بر اساس خواص فیزیکی و شیمیایی تقسیم‌بندی می‌شوند. انبساط حرارتی، هدایت گرما، سختی و مقاومت شیمیایی نسوزها خیلی با هم متفاوت است. معمولاً نسوزها را به صورت آجر قالب‌گیری می‌کنند و با ملات چیده می‌شوند. نسوزها به فرم پودر خشک هم عرضه می‌گردند و پس از مخلوط شدن با آب مانند سیمان قابل قالب‌گیری به اشکال مختلف هستند. از آنجا که این مواد در مواجهه با حرارت در همه جهات منبسط می‌شوند، پیش‌بینی درز انبساط در هنگام نصب الزامی است.

۱۶-۳- سوخت کمکی

به دلایل زیر توصیه می‌شود که سوخت کمکی برای پسماندسوز موجود باشد:

۱- گرم کردن کوره؛

۲- ترفیع احتراق اولیه؛

۳- تکمیل احتراق ثانویه تا از کنترل بو و دود اطمینان حاصل شود؛

۴- جایگزینی گرما برای مواقعی که ارزش حرارتی پسماند کافی نیست و یا پسماند کمتری در دسترس است.

۵- سوخت کمکی معمولاً گاز و یا نفت است و در آمریکا استفاده از سوخت کمکی رایج نیست.

۱۷-۳- روشن کردن کوره

وقتی پسماندسوز شروع به کار می‌کند درجه حرارت باید سریعاً به ۷۵۰ تا ۱۰۰۰ درجه سلسیوس برسد. سرعت رسیدن به این درجه حرارت بستگی به طراحی و نسوز دارد. پسماندسوزهای مجهز به فن جریان القایی، معمولاً در کمتر از یک ساعت

به دما عملیاتی می‌رسند، در حالی که این زمان برای سیستم‌های با جریان طبیعی بیش از ۴ ساعت است. در پسماندسوزهای با دیواره تعلیقی زمان گرمایش نسوز به کمتر از نیم ساعت کاهش می‌یابد.

پس از نصب آستر نسوز نو، زمان دقیق پیش‌گرمایش و آماده‌سازی باید از سازنده استعلام شود، زیرا انجام این فرایند به صورت تدریجی و طولانی (اغلب چند روز) برای جلوگیری از آسیب حرارتی به پوشش نسوز الزامی است.

۱۸-۳- بازیافت و بهره‌برداری از گرما

مفهوم بازیافت حرارت همواره بین مهندسان و مقامات رسمی شهرداری‌ها ابهام‌انگیز بوده است. حرارت اگر استفاده نشود به محیط و یا از طریق مبدل هدر می‌رود. در اروپا بازیافت گرما از پسماندسوزها رایج است.

بازیافت حرارت و خنک کردن کوره با آب، حجم گاز را کاهش داده و به سیستم‌های کنترل آلودگی کوچک‌تری نیاز خواهد بود. این امر باعث صرفه‌جویی در هزینه‌ها می‌شود و اقتصاد پسماندسوز را جذاب‌تر می‌کند. منطق بازیافت حرارت، ایجاد درآمد از فروش گرما و الکتریسیته به منظور جبران هزینه‌های اضافی نصب تجهیزات بازیافت حرارت است.

سیستم‌های بازیافت حرارت: حرارت گازهای داغ و شعله به آب گرم و بخار منتقل می‌شود. چهار نوع طراحی اصلی برای انتقال حرارت مورد استفاده قرار گرفته است:

۱- سیستم بویلر و لوله اطراف نسوز محفظه احتراق.

۲- محفظه احتراق با دیواره آبی لوله‌ای.

۳- ترکیب یک و دو.

۴- ساخت تلفیقی بویلر و دیواره آبی لوله‌ای با هم.

هوای اضافی در این چهار طراحی متفاوت است. محفظه احتراق با آستر نسوز (بدون بازیافت حرارت) معمولاً به ۱۵۰ تا ۲۰۰ درصد هوای اضافی نیاز دارد، در حالی که این مقدار برای محفظه‌های با دیواره آبی لوله‌ای (همراه با بازیافت حرارت) بین ۵۰ تا ۱۰۰ درصد کاهش می‌یابد. هوای اضافی کمتر منجر به کاهش حجم گاز خروجی بین ۵۰ تا ۶۰ درصد می‌شود، بازیافت حرارت را افزایش می‌دهد و به تجهیزات کوچک‌تر کنترل آلاینده‌ها نیاز است.

در این چهار نوع طراحی به تبخیر مقدار زیادی آب، افشانه و یا تزریق هوا برای خنک کردن گاز ورودی به دستگاه‌های کنترل آلایندگی هوا به حدود ۳۰۰ درجه سلسیوس نیاز نیست و راندمان بازیافت حرارتی می‌تواند تا ۷۰ درصد هم برسد.

نرخ تولید بخار از ۱ تا ۳/۵ کیلوگرم برای هر کیلوگرم متغیر است. این تفاوت‌ها ناشی از تغییرات در میزان هوای اضافی مورد نیاز در این چهار نوع طراحی است. یکی دیگر از روش‌های بازیافت حرارت، نصب مبدل حرارتی گاز خروجی به هوا در مسیر خروجی گازهای داغ از محفظه احتراق احتراق است. راندمان حرارتی این روش کم است، زیرا برای طولانی شدن عمر فلز مبدل باید درجه حرارت آن در حد متوسط نگهداری شود. آلیاژ مورد نیاز این مبدل گران است و به تعمیر و نگهداری زیادی نیاز دارد. یکی از الزامات اصلی در راهبری سیستم‌های بازیافت حرارتی پسماندها، تعمیر و نگهداری و نظافت دوره‌ای است. پاکیزه کردن لوله‌های بویلر، خروج دوده و رسوب خاکستر بادی، رسوب‌زدایی از لوله‌ها و اتصالات و بازنگهداشتن مجاری

خروج گاز، ازجمله برنامه‌های دوره‌ای تعمیر و نگهداری است. خردگی سطح بیرونی لوله‌های بویلر به وسیله کلرید و سایر مواد شیمیایی به دلایل افزایش پلاستیک در پسماند، هزینه‌های تعمیر و نگهداری را افزایش می‌دهد.

۱۹-۳- کنترل فاضلاب پسماندسوز

طراحی و راهبری نامناسب پسماندسوز می‌تواند آب، هوا و خاک را آلوده کند. قوانین و استانداردهای سخت‌گیرانه کنترل آلاینده‌های زیست محیطی، همراه با استقرار پسماندسوز در مجاورت منابع تولید پسماند (به دلیل کاهش هزینه‌های حمل و نقل)، ایجاب می‌کند که تکنولوژی پسماندسوز ارتقاء یافته و تجهیزات پیشرفته کنترل آلودگی در آنها به کار گرفته شود.

۲۰-۳- بو،[۱] گردوخاک[۲] و آشغال[۳]

عملیات سالن‌های تخلیه و ذخیره می‌تواند گرد و خاک، آشغال و بوی تعفن ایجاد کند. بوهای ناشی از پسماند، عمدتاً در اثر تخریب و فساد مواد آلی (به‌ویژه در شرایط نگهداری طولانی‌مدت) تولید می‌شوند. بوی ناخوشایند شرایط کار را سخت می‌کند، حتی در مدیریت خوب پسماندسوز این مورد غیرمعمول نیست. جارو زدن مکرر کف سالن تخلیه از پراکنده شدن آشغال جلوگیری می‌کند. شستشوی مرتب کف سالن و جمع کردن مواد فسادپذیر می‌تواند بو و حشرات را کنترل نماید. از حشره‌کش‌های مؤثر برای کنترل حشرات و مگس استفاده شود.

در مواقع لازم، پاشش آب برای جلوگیری از گردوخاک ضروری است. شکل ۱۱ آلاینده‌های تولیدی در یک پسماندسوز و روند سیستم داخلی جمع‌آوری و انتقال خاکستر بادی را بر اساس فرایند خشک و گزینه‌های مرطوب نشان می‌دهد.

در ادامه، این فرایند به طور مختصر و با استفاده از یک شمای مفهومی تشریح می‌گردد:

۵- دریافت و آماده‌سازی پسماند جامد: پسماند جامد وارد مرحله تخلیه، ذخیره‌سازی و بارگذاری می‌شود. در این بخش، کنترل‌هایی برای بو، گرد و غبار و آشغال پراکنده اعمال می‌گردد.

۶- خ شک‌کردن و احتراق: پ سماند وارد مرحله خ شک کردن، ا شتعال و سپس احتراق می شود. ممکن ا ست در اینجا سوخت کمکی[۴] و هوا برای بهبود احتراق وارد شود. محصول این مرحله، گازها و ذرات معلق جامد و باقی‌مانده‌ها است.

۷- سرد سازی گاز:[۵] گازهای تولید شده در فرایند احتراق، جهت کاهش دما و جولگیری از ت شکیل آلاینده‌ها وارد مرحله خنک‌سازی می‌شوند که این کار از طریق تماس با هوا و یا آب انجام می‌پذیرد. در جریان این فرایند، بخشی از خاکستر بادی (که ممکن است حاوی رطوبت یا با آب همراه باشد) جداسازی می‌شود (سیستم مرطوب).

۸- جمع‌آوری آلاینده‌ها: گازهای حاوی خاکستر بادی باقی‌مانده وارد بخش جمع‌آوری آلاینده‌ها می‌شوند. خروجی این مرحله عمدتاً شامل خاکستر بادی می‌باشد که ممکن است به صورت دوغاب (مخلوط با آب) یا همراه با رطوبت باشد.

---

۱. Odor
۲. Dust
۳. Litter
۴. Auxiliary Fuel
۵. Gas Cooling

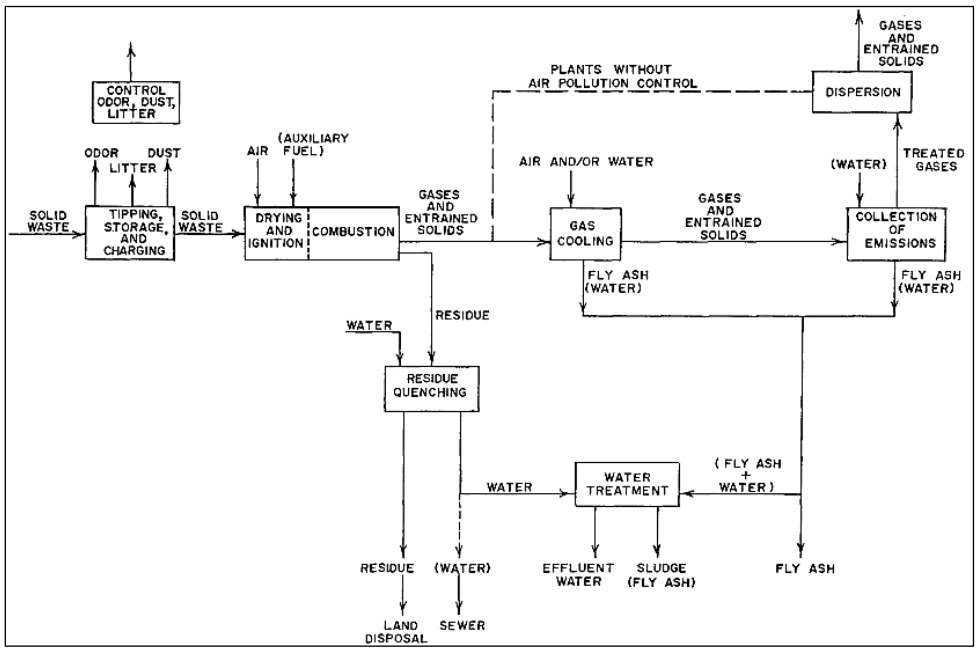
۹- تصفیه آب: اگر سیستم مرطوب باشد، آب و خاکستر بادی به واحد تصفیه آب وارد می شوند. خروجی این مرحله، خاکستر بادی خشک‌شده، لجن و پساب است.

۱۰- مدیریت پسماند جامد: پسماندهای جامدی که از احتراق باقی می‌مانند وارد مرحله آب‌پاشی می‌شوند. این مرحله برای سردسازی سریع و کنترل گردوغبار پسماند صورت می‌گیرد. آب افزوده‌شده باعث ایجاد پسماند مرطوب می‌گردد.

۱۱- دفع نهایی پسماند: پسماندهای مرطوب می‌توانند به دو صورت دفع شوند: دفع زمینی و تخلیه در شبکه فاضلاب.

حالت‌های جایگزین: اگر کارخانه فاقد سیستم کنترل آلودگی هوا باشد، گازهای آلوده مستقیماً از طریق سیستم پخش[1] به جو رها می‌شوند (که وضعیت مطلوبی نیست و منجر به آلودگی می‌گردد).

این نمودار یک نمای کامل از سیستم مدیریت خاکستر بادی درون کارخانه را نشان می‌دهد که هم حالت خشک و هم مرطوب در آن پیش‌بینی شده است. هدف اصلی این سیستم، کاهش آلودگی هوا، جمع‌آوری مؤثر آلاینده‌ها و مدیریت پسماندهای جامد و مایع است.



شکل ۱۱: نمودار سیستم‌های داخلی کارخانه بر پایه جمع‌آوری و انتقال خاکستر بادی خشک از فرایندهای خنک‌سازی و جمع‌آوری

***گزینه‌های جایگزین برای جمع‌آوری و انتقال به روش مرطوب در داخل پرانتز نشان داده شده‌اند.**

۱. Dispersion

۲۱-۳- باقیمانده‌های احتراق

تمام مواد جامد غیر قابل احتراق و نیم‌سوز به جا مانده از فرایند احتراق را مواد باقیمانده گویند. این مواد شامل خاکستر، کلینکر، قوطی‌های قلعی، شیشه، سنگ و مواد آلی سوخته نشده است. به طور معمول، وزن باقیمانده‌ها بین ۲۰ تا ۲۵ درصد وزن کل پسماند اولیه هستند. حجم باقیمانده‌های فشرده نشده حدود ۱۰ تا ۲۰ درصد حجم پسماند در سالن ذخیره می‌باشد. خاکستر باقیمانده نفوذپذیر است و می‌تواند حاوی آب، مواد غیرآلی محلول و ترکیبات آلی باشد. در اثر عبور آب از این مواد، شیرابه تراوش می‌شود. این شیرابه اگر به آب‌های جاری، خاک و آب زیرزمینی برسد، آن‌ها را آلوده می‌کند.

در بسیاری از موارد تنها خاکچال بهداشتی برای دفع خاکستر و مواد باقیمانده مناسب است. اگر خطر آلودگی آب نباشد، می‌توان از باقیمانده به عنوان مواد پرکن استفاده کرد. در صورتی که باعث جذب حشرات و جانوران نشود، مواد باقیمانده باید حاوی کمتر از ۵ درصد مواد قابل احتراق بر اساس وزن خشک و حجم کمتر از ۱۰ درصد حجم پسماند اولیه باشد.

خاکستر بادی یکی از مواد باقی‌مانده پسماندسوز است. خاکستر بادی ذرات جامدی است که با جریان گاز حمل می‌شود و شامل گدازه، خاکستر، دوده، گرد و غبار معدنی، کاغذ نیم‌سوز و سایر مواد نیم‌سوز می‌باشد. اندازه اغلب ذرات خاکستر بادی بین ۱۲۰ تا کمتر از ۵ میکرون است. محتویات غیرآلی خاکستر بادی ترکیب اصلی خاکستر بادی را تشکیل می‌دهد و شامل اکسیدهای سیلیکان، آلومینیوم، کلسیم و آهن می‌باشد. خاکستر بادی به آسانی با باد به اطراف پراکنده می‌شود و باید در ظروف مناسب ذخیره گردند. در صورت نگهداری خاکستر بادی در فضای باز باید سطح آن را مرطوب نگه داشت. در هنگام حمل و نقل باید از ظروف دربسته استفاده شود. تلنبار روباز خاکستر بادی یک منبع آلایندگی است و علاوه بر گردوغبار، منبع آلودگی آب نیز می‌باشد. در خاکستر مواد قابل حل در آب وجود دارد. خاکچال بهداشتی برای دفع آن لازم است [7].

۲۲-۳- آب فرایندی

بدون استثناء تقریباً تمام پسماندسوزها از آب برای سرد کردن مواد باقی‌مانده استفاده می‌کنند. علاوه بر این، بسیاری از پسماندسوزها برای سرد کردن گاز، دستگاه‌های کنترل آلودگی هوا و انتقال خاکستر بادی از آب استفاده می‌کنند. کمیت آب مورد نیاز به طراحی پسماندسوز، به چگونگی راهبری پسماندسوز و به بازچرخش آب بستگی دارد.

مقدار آب مورد نیاز برای پسماندسوز با ظرفیت ۳۰۰ تن در روز با دو کوره پیوسته هر کدام با ظرفیت ۱۵۰ تن در روز حدود ۷ متر مکعب برای هر تن پسماند بدون بازچرخش آب می‌باشد. سرد کردن و انتقال باقی‌مانده به ۶/۵ متر مکعب و جمع‌کننده گرد و خاک به ۰/۵ متر مکعب آب برای هر تن پسماند نیاز دارد. استفاده از خنثی‌سازی، بازچرخش و زلال‌سازی نیاز به آب را از ۷ به ۲/۲ متر مکعب برای هر تن کاهش می‌دهد. با توجه به اینکه طراحی‌های متفاوتی برای پسماندسوزی وجود دارد، نمی‌توان یک عدد مشخص برای مصرف آب پسماندسوزها به صورت عمومی اعلام کرد. محاسبات سرانگشتی نشان می‌دهد که برای سرد کردن و انتقال باقی‌مانده پسماندسوز شهری به ۳/۵ تا ۷ متر مکعب آب برای هر تن پسماند نیاز است. تصفیه و بازچرخش آب مقدار مصرف را ۵۰ تا ۸۰ درصد کاهش می‌دهد.

پساب پسماندسوز حاوی ذرات جامد معلق مواد غیرآلی و مواد آلی (BOD - COD) است. باکتری هم در پساب پسماندسوزها دیده شده است. در هر صورت فاضلاب پسماندسوزها می‌توانند آلوده باشند و نباید بدون تصفیه به آب و خاک تخلیه گردند. در صورت وجود شبکه فاضلاب، آب فرایندی حاصل از پسماندسوز می‌تواند در شبکه تخلیه و به تصفیه‌خانه شهری هدایت شود. در غیر این صورت، این مواد باید با استفاده از روش‌های مناسب مانند زلال‌سازی، تنظیم PH و در صورت لزوم، فرایند تصفیه بیولوژیکی آن را تصفیه نمود.

۲۳-۳- ارزیابی تصدیق

ارزیابی تصدیق یک نوع ارزشیابی پسماندسوز بر اساس آزمایش‌ها و مشاهدات در هنگام ساخت و در زمان تکمیل پروژه است. هدف اولیه ارزیابی کسب اطمینان از انجام تعهدات و الزامات طبق قرارداد و اطمینان از عملکرد پسماندسوز بر اساس استاندارد می‌باشد. روش و تجهیزات ارزیابی تصدیق در قرارداد مشخص می‌شوند.

از همان ابتدای پروژه، مواد و مصالح ساختمانی و صلاحیت نیروی انسانی باید مورد ارزیابی و تصدیق واقع شوند. اجزاء و تجهیزات مکانیکی مانند فن‌ها، شبکه‌ها، شیرآلات و نظایر آنها باید توسط سازنده تأیید شده و سپس در زمان تحویل به پروژه و هنگام نصب نیز مورد تأیید قرار بگیرند. بعد از تکمیل پروژه، عملکرد کلی پسماندسوز باید مورد ارزیابی و تأیید قرار گیرد. آزمون عملکرد باید برای تمام اجزا و قطعات همزمان انجام شود. بسیاری از پسماندسوزها به صورت یک بسته (پکیج) توسط یک پیمانکار واحد ساخته و مونتاژ می‌گردد. پیمانکار واحد مسئول تمام فازهای پروژه مانند طراحی، انتخاب اجزا و قطعات، مونتاژ، ساخت و عملکرد نهایی است.

با توجه به پیچیدگی و گستردگی سیستم پسماندسوزی، امروزه طراحی آن باید توسط مهندس مشاور واجد صلاحیت انجام شده و تمام نیازها و انتظارات کارفرما را پوشش دهد. در این شرایط مهندس مشاور هر قطعه و جزء را مشخص و ارتباط آن را با بقیه بیان می‌کند. پس از آن، پیمانکار اجرایی موظف است پروژه را دقیقاً مطابق با طرح‌ها و مشخصات فنی ارائه شده توسط مهندس مشاور، اجرا و تحویل نماید.

در هر دو روش ساخت (پکیج یا بر اساس طرح مهندس مشاور)، فرایند ارزیابی و تصدیق الزامی است و هر گونه مواد، اجزاء یا تجهیزات معیوب و ناقص باید شناسایی و اصلاح گردند.

بعد از ساخت ممکن است نتوان اصلاحات را انجام داد و یا بسیار پرهزینه خواهد بود. مهندس مشاور و پیمانکار هر دو در بروز نقص مسئول‌اند. سازنده‌ها معمولاً ضمانت کامل نمی‌دهند. مثلاً در مورد تجهیزات کنترل آلودگی هوا نمی‌پذیرند که دود خروجی از دودکش باید کاملاً شفاف باشد بلکه حذف آلاینده‌ها را بر اساس درصد حذف و تست استاندارد ضمانت می‌کنند.

تمامی این موارد باید در مفاد قرارداد درج گردند. پیش از گنجاندن شاخص‌های عملکردی در قرارداد باید توسط کارشناسان سازمان حفاظت محیط‌زیست مورد بررسی قرار گرفته و احراز شود که کلیه الزامات و استانداردهای محیط‌زیست کاملاً لحاظ شده و قابل اجرا خواهند شد. ابعاد حقوقی قرارداد باید به دقت بررسی شده و مسئولیت و تعهدات کلیه گروه‌های درگیر به وضوح تعیین و در متن قرارداد تأکید گردد.

یک دوره «خانه‌تکانی» بین تکمیل پروژه و تأیید نهایی لازم است. طول این دوره معمولاً بین یک تا سه ماه می‌باشد. با توجه به طولانی بودن دوره اجرا و بهره‌برداری مدت زمان مؤثر ضمانت اجزای مکانیکی باید مورد توافق قرار گرفته و در قرارداد درج شود. آزمون‌های عملکردی باید با مشارکت طراح و پیمانکار و در شرایط عملیاتی مشابه با شرایط عادی بهره‌برداری انجام پذیرد. در صورت انعقاد قرارداد پسماندسوز به صورت یک بسته با پیمانکار توصیه می‌شود که از یک نهاد ثالث بی طرفی برای نظارت بر آزمون‌های عملکردی و حصول اطمینان از اجرای کامل تعهدات مطابق با مفاد قرارداد، مشارکت داده شود.

پسماندهایی که برای تغذیه به پسماندسوز به توجهات خاصی نیاز دارند:

در جریان پسماند ممکن است اقلام حجیم شامل مواد قابل احتراق مانند مبل، تشک، تایر خودرو و کامیون، تنه و شاخه درخت، چوب و تخته، جعبه‌های صنعتی و همچنین مواد غیر قابل احتراق مانند اجاق گاز و یخچال وجود داشته باشد. به این اقلام با ابعاد یا وزن غیرمعمول، پسماند حجیم گفته می‌شود.

به دلیل ابعاد بزرگ، این اقلام در زمان ماند متعارف کوره کاملاً نمی‌سوزند و یا ممکن است به تجهیزات مکانیکی پسماندسوز آسیب وارد کنند. همچنین جریان پسماند ممکن است حاوی مواد خطرناکی مثل مواد سمی، رادیواکتیو، اشتعال‌پذیر، منفجره یا پسماندهای ویژه مانند مواد عفونی و یا لجن‌های مختلف باشد که نیازمند مدیریت و تصفیه جداگانه هستند.

مواد حجیم را باید ابتدا خرد کرد و به اندازه مناسب برای ورود به قیف تغذیه و عبور از کانال شوت درآورد. انتخاب خردکن مناسب باید با دقت انجام شود. سوزاندن مقدار کمی پسماندهای خطرناک مشکل‌زا نیست؛ اما سوزاندن پسماند خطرناک در کمیّت‌های بالا خطرآفرین است. برای مثال، سوزاندن مقدار جزئی رنگ بی خطر است، در صورتی که یک بشکه ۲۲ لیتری از مواد رنگی یا حلال‌دار می‌تواند باعث ایجاد بار حرارتی شدید، خوردگی تجیهزات و حتی حوادث ناگوار برای کارگران گردد. از آنجا که امکان جدا کردن پسماندهای خطرناک خانگی از جریان پسماند شهری وجود ندارد، همواره باید مراقبت‌های پیشگیرانه لازم برای به حداقل رساندن خطر انجام شود. پسماندهای نامطبوع مانند پسماندهای عفونی بهداشتی درمانی نباید وارد پسماندسوزهای شهری شوند مگر الزامات خاصی برای پذیرش آن‌ها رعایت گردد. این پسماندها اثرات زیان‌آوری بر سلامتی پرسنل دارند. پسماندهای کشتارگاه‌ها و لاشه‌های حیوانات مرده را نباید با پسماندسوز شهری سوزاند.

فصل ۴

بهره‌برداری، کنترل و پایش

۱-۴- راهبری، تعمیر و نگهداری

مدیریت و پرسنل

همزمان با تصمیم به احداث پسماندسوز، برنامه‌ریزی برای مدیریت و بهره‌برداری مؤثر از آن نیز باید تدوین گردد. مدیر پسماندسوز باید چند ماه پیش از تکمیل پروژه پسماندسوز استخدام شده و با تمام اجزاء تجهیزات و فرایند نصب شده کاملاً آشنا شده و بر جزئیات فنی و عملیاتی آن مسلط گردد. راهبران پسماندسوز هم باید زودتر استخدام شوند و در کنار پرسنل سازنده و پیمانکار آموزش ببینند و در تست‌های آزمون تصدیق مشارکت کنند.

به این ترتیب، پرسنل راهبری آموزش‌های لازم در زمینه تعمیرات، نگهداری و بهره‌برداری را فرامی‌گیرند. در آغاز مدیریت باید جدول سازمانی که نشان‌دهنده (تعداد شیفت، تعداد و نوع پرسنل هر شیفت، نیروهای تعمیراتی و ذخیره) تهیه گردد. تعداد پرسنل راهبری بسته به ظرفیت پسماندسوز متغیر است. کل نفر- ساعت مورد نیاز برای راهبری بهینه معمولاً بین نیم تا ۰/۷۵ نفر- ساعت به ازای هر تن پسماند برآورد می‌شود که شامل نیروی انسانی مورد نیاز برای دفع باقیمانده‌ها و تعمیرات اساسی نمی‌باشد.

راهنمای راهبری

یک نقشه و یا مدل از پسماندسوز و تجهیزات جانبی آن در ورودی پسماندسوز نصب شود. در این نقشه نام اجزای اصلی و وظیفه آن‌ها مشخص باشد و جریان پسماند از سالن دریافت تا خروج مواد باقیمانده و مصرف انرژی نشان داده شود، به طوری که پرسنل و بازدیدکنندگان، دانش کافی نسبت به تمامی اجزاء، عملکرد هر یک و ارتباط متقابل آن‌ها با یکدیگر را پیدا کنند.

نقشه‌های مهندسی پسماندسوز باید در دسترس پرسنل تعمیر و نگهداری قرار گیرد و کپی این نقشه‌ها در اختیار سازمان حفاظت محیط‌زیست و سایر شخصیت‌های نظارتی ذیصلاح جهت پایش عملکرد پسماندسوز، ارائه شود.

دفترچه راهبری و تعمیر و نگهداری

دفترچه‌های راهنما، کاتالوگ‌ها و لیست قطعات یدکی تجهیزات باید به گونه‌ای نگهداری شوند که پرسنل بهره‌بردار دسترسی سریع و آسان به آنها داشته باشند. همچنین وظایف هر شیفت، اقدامات عملیاتی و الزامات ایمنی باید در دفترچه‌ای جداگانه تدوین و در دسترس قرار گیرد.

ثبت عملکرد: برای ارزیابی یک پسماندسوز شاخص‌های زیر باید به طور پیوسته ثبت شوند:

۱- خواص فیزیکی و شیمیایی مواد باقیمانده.

۲- کاهش حجم و وزن پسماند ورودی.

۳- مقدار آلاینده‌هایی که به محیط تخلیه می‌شوند.

۴- هزینه سوزاندن هر تن پسماند.

۵- راندمان بازیافت انرژی.

استفاده از این شاخص‌ها مستلزم ثبت مستمر داده‌های زیر است:

۱- پسماند ورودی در هر شیفت کاری، تعداد کامیون‌ها، منبع تولید پسماند و طبیعت پسماند دریافتی.
۲- نرخ احتراق کوره، درجه حرارت و نرخ هوای ورودی. در موارد طولانی که درجه حرارت کوره بیش از ۱۰۰۰ درجه سلسیوس و یا کمتر از ۶۵۰ درجه سلسیوس است، راهبر موظف است علت هرگونه انحراف یا تغییر غیرهادی را توضیح داده و در گزارش روزانه درج نماید. سرعت شبکه، حجم و نحوه توزیع هوای ورودی نیز باید ثبت گردد. کلیه داده‌های عملیاتی حداقل هر یک ساعت یکبار ثبت شده و در صورت مشاهده تغییرات اساسی، علت آن تشریح شود.
۳- زمان یا نرخ خروج، وزن و درصد رطوبت مواد باقیمانده باید ثبت گردد. رطوبت به صورت دوره‌ای اندازه‌گیری و میانگین آن گزارش می‌شود. همچنین وزن خشک مواد و کیفیت ظاهری آنها (از طریق بازدید چشمی) باید مشخص و ثبت شود.
۴- میزان آب مصرفی شامل (آب اسکرابرها و سیستم خنک‌کاری) باید حداقل در ابتدا و انتهای هر شیفت کاری اندازه‌گیری و ثبت گردد.
۵- میزان برق مصرفی (تجهیزات داخلی)، برق تولیدی (خروجی به شبکه) و بخار تولیدی (برای مصارف فرایندی یا گرمایشی) باید به صورت مستمر و حداقل روزانه ثبت گردد.
۶- پارامترهای گاز خروجی از دودکش باید مطابق با استانداردهای سازمان حفاظت محیط‌زیست، به صورت مستمر و برخط اندازه‌گیری شده و هر گونه نوسان قابل توجه و پایدار برخط داده‌ها، مستند و علت آن تشریح گردد.
۷- ساعات حضور پرسنل به همراه هزینه‌های مستقیم و غیرمستیم راهبری باید روزانه ثبت شوند تا مبنای محاسبه هزینه پردازش هر تن پسماند قرار گیرند.
۸- مواد و مصالح و تجهیزات مصرفی، هزینه‌های مرتبط با تعمیرات جزئی و کلی مانند تعمیر و یا تعویض نسوزها، تعمیر شبکه‌ها و غیره ثبت شوند؛ بنابراین هزینه‌های تعمیر، نگهداری و هزینه‌های راهبری باید جداگانه مشخص باشند.

داده‌های ثبت شده ابزار ارزیابی عملکرد پسماندسوز است. این ارزیابی به چهار دلیل ضروری است: ۱- ارتقای عملکرد پسماندسوز؛ ۲- تنظیم‌های مهم تجهیزات و اجزاء پسماندسوز؛ ۳- اصلاح وظایف؛ و ۴- مأموریت‌های پرسنل و گزارش دوره‌ای به مقامات رسمی.

تعمیر و نگهداری

مدیر پسماندسوز باید برنامه دوره‌ای تعمیر، نگهداری و پرسنل آن را تهیه کند. در مقابل بعضی از اقدامات مانند تمیزکاری، روغن‌کاری و تنظیم تجهیزات توسط پرسنل راهبر به عنوان قسمتی از وظایف جاری انجام می‌شود که نیازی به ثبت ندارد. دستورالعمل تعمیر و نگهداری هر یک از اجزاء باید به صورت مشخص و در دسترس (نصب شده بر روی تجهیز یا در پرونده فنی) قرار گیرد. تعمیرات اساسی مانند تعویض فیلترها و آستر نسوز باید جداگانه ثبت شوند. تعمیرات اضطراری (ناشی از خرابی ناگهانی) باید سریعاً انجام شود و علت خرابی، اقدامات اصلاحی و پیشگیرانه به طور دقیق ثبت گردد. تجهیزات با نرخ خرابی بالا باید هفتگی بازرسی شوند. پس از هر بازرسی، یک گزارش کامل شامل وضعیت تجهیزات انجام شده و تعمیرات

پیشنهادی آینده تهیه می‌گردد. بررسی داده‌های ثبت شده از عملکرد تجهیزات و سوابق تعمیرات، زمان‌بندی تعمیرات بعدی را مشخص می‌سازد. در زمان انجام تعمیرات اساسی، نباید ظرفیت سایر خطوط تولید برای جبران کاهش ظرفیت ناشی از توقف، افزایش داده شود.

راه درست این است که در این شرایط، پسماند اضافی با روش‌های دیگری دفع شود. ایده‌آل این است که تعمیرات اساسی در فصولی از سال که تولید پسماند کمتر است، انجام شود. انتظار نمی‌رود که پرسنل پسماندسوز بتوانند تعمیرات اساسی را انجام دهند. برای این کار باید از شرکت‌های ذیصلاح دعوت به عمل آید. وقتی خرابی‌های دستگاه‌ها به حدی می‌رسد که ادامه کار از نظر اقتصادی امکان‌پذیر نیست، بهتر است خط را تعطیل کنند. مدیریت کارآمد اقتضا می‌کند که این تصمیم در زمان مناسب اتخاذ شده و برنامه‌ریزی مالی و زمانی لازم برای بازسازی پیش‌بینی گردد.

نگهداری ساختمان‌ها

اگرچه قسمت‌هایی از پسماندسوز منبع تولید آلودگی، پراکندگی پسماندهای سبک، گرد و خاک، بو و حشرات و فاضلاب هستند باید از ابزارها و وسایلی برای کاهش و یا حذف این آلاینده‌ها بهره گرفت. پرسنل باید زمانی را برای پاکیزه نگه داشتن محیط کاری اختصاص دهند. سوءاستفاده از شرایط برای جمع‌آوری مواد ارزشمند از پسماند و تجمع آن‌ها باید ممنوع باشد و به‌شدت با آن برخورد شود. نگهداری و نظافت نامناسب می‌تواند به بروز آتش‌سوزی، مخاطرات ایمنی و آسیب‌های بهداشتی منجر گردد. تأسیسات روشنایی و لامپ‌ها باید تمیز و سالم نگهداری شوند تا در همه زمان‌ها نور کافی در محل کار وجود داشته باشد. تجهیزات کمکی روشنایی برای ارزیابی‌ها و مواقع اضطراری وجود داشته باشد.

هزینه‌های تعمیر و نگهداری

هزینه‌های تعمیر و نگهداری به اندازه پسماندسوز، نوع پسماندسوز و عمر آن بستگی دارد. انتظار می‌رود که هزینه‌ها بین ۵ تا ۱۰ درصد کل هزینه‌های راهبری باشد. نیمی از هزینه‌های تعمیرات و نگهداری برای پرسنل و نیمه دیگر برای خرید مواد می‌باشد. مدیریت خوب این هزینه‌ها را در بودجه سالانه خود لحاظ می‌کند [9][8].

۲-۴- ضوابط مربوط به تحویل و پذیرش پسماند

الزامات استاندارد

چک‌لیست‌های این بخش بر اساس الزامات تعیین‌شده در استاندارد ملی ایران تدوین گردیده‌اند [10].

بهره‌بردار تأسیسات پسماندسوز یا پسماندسوز ترکیبی باید تمامی اقدامات احتیاطی لازم را در فرایند تحویل و پذیرش پسماند انجام دهد تا از تأثیرات منفی آن بر محیط‌زیست (آلودگی هوا، خاک، آب‌های سطحی و زیرزمینی) و سلامت انسان (تولید سر و صدا و خطرات بهداشتی) جلوگیری شود.

الزام به سوزاندن پسماندهای ورودی

پسماندهای دریافتی باید در همان روز پذیرش، سوزانده شوند. در صورتی که این امکان وجود نداشته باشد، مدت‌زمان نگهداری باید متناسب با نوع پسماند و شرایط اقلیمی با تأیید مرجع ذی‌صلاح، تعیین شود.

دسته‌بندی و مستندسازی پسماندها

پیش از پذیرش پسماند، بهره‌بردار باید مقدار و نوع آن را مطابق با قانون مدیریت پسماند مشخص کند. همچنین، برای پسماندهای ویژه، اطلاعات لازم جهت راستی‌آزمایی و انطباق با الزامات استاندارد باید مستند و نگهداری شوند. این اطلاعات شامل موارد زیر است:

۱- ویژگی‌های فیزیکی پسماند و در صورت لزوم ترکیب شیمیایی آن برای ارزیابی امکان‌سنجی سوزاندن؛

۲- مشخصات پسماندهای ویژه، مواد ناسازگار و اقدامات احتیاطی لازم در هنگام جابه‌جایی.

مراحل ضروری پیش از پذیرش پسماند

پیش از پذیرش پسماندهای صنعتی و ویژه، تأسیسات موظف است:

۱- اخذ مجوزهای لازم از مراجع ذی‌صلاح و ثبت اطلاعات در سامانه مدیریت پسماند؛

۲- کنترل مدارک و سوابق، شامل بررسی رعایت قوانین و آیین‌نامه‌های مربوط به نظارت بر پسماندهای ویژه و حمل‌ونقل مواد خطرناک؛

۳- نگهداری نمونه‌های شاهد از پسماندها در شرایط آزمایشگاهی استاندارد مطابق با استاندارد ASTM D7204، برای راستی‌آزمایی و بررسی توسط مراجع نظارتی. این نمونه‌ها باید حداقل سه ماه پس از سوزاندن نگهداری شوند.

۳-۴- ضوابط مربوط به شرایط عملیاتی

الزامات استاندارد

عملکرد تأسیسات پسماندسوز باید به گونه‌ای باشد که میزان کربن آلی کل (TOC) در خاکستر و تفاله‌های باقی‌مانده کمتر از ۳ درصد یا کاهش وزن ناشی از احتراق کمتر از ۵ درصد وزن خشک مواد باشد. طراحی، تجهیز و بهره‌برداری از این تأسیسات باید به شکلی باشد که دمای گازهای خروجی حتی در نامطلوب‌ترین شرایط پس از آخرین تزریق هوای احتراقی، حداقل به ۸۵۰ درجه سلسیوس برسد. این دما باید به مدت دو ثانیه در نزدیکی دیواره داخلی محفظه احتراق یا نقاط تعیین‌شده توسط مرجع ذی‌صلاح حفظ شود.

در صورتی که پسماندهای ویژه حاوی بیش از ۱ درصد مواد آلی هالوژن‌دار (برحسب کلر) باشند، دمای احتراق باید حداقل ۱۱۰۰ درجه سلسیوس باشد. بهره‌بردار موظف است این پسماندها را شناسایی کرده و تخمینی از میزان مواد آلی هالوژن‌دار ارائه دهد. این ارزیابی‌ها باید مستند و در سوابق ثبت شوند.

هر واحد از تأسیسات پسماندسوز باید به یک مشعل کمکی مجهز باشد که به‌طور خودکار در زمان افت دما به کمتر از ۸۵۰ یا ۱۱۰۰ درجه سلسیوس فعال شود. این مشعل همچنین در آغاز و پایان عملیات پسماندسوزی به کار می‌رود تا دمای استاندارد احتراق حفظ شود. سوخت این مشعل نباید آلاینده‌های بیشتری نسبت به گاز طبیعی، گاز مایع یا گازوئیل تولید کند.

الزامات کنترل آلاینده‌ها: حد مجاز انتشار آلاینده‌ها در هنگام استفاده از سوخت‌های فسیلی مانند مازوت و گازوئیل، باید مطابق با استانداردهای تعیین‌شده در قانون هوای پاک باشد. همچنین، گازهای احتراقی باید از طریق دودکش‌هایی با ارتفاع محاسبه‌شده تخلیه گردند تا از انتشار آلاینده‌های مضر در هوا جلوگیری شود.

سامانه‌های ایمنی و پایش دما: تأسیسات باید دارای سامانه‌ای خودکار برای متوقف کردن بارگیری پسماند در شرایط زیر باشند:

۱- پیش از رسیدن دما به حداقل ۸۵۰ یا ۱۱۰۰ درجه سلسیوس (با توجه به نوع پسماند).

۲- در صورت کاهش دما به کمتر از مقادیر تعیین‌شده در استاندارد.

۳- هنگامی که میزان آلاینده‌ها به دلیل نقص در سیستم‌های تصفیه، از حد مجاز فراتر رود.

مدیریت و نظارت: تأسیسات پسماندسوز باید تحت نظارت فردی واجد شرایط مدیریت شوند. همچنین، تمام اطلاعات مربوط به شرایط عملیاتی و راستی‌آزمایی‌ها باید مستند شده و مطابق با الزامات گزارش‌دهی ارائه گردند. علاوه بر این، هرگونه گرمای حاصل از فرایندهای پسماندسوزی باید تا حد امکان بازیابی شود.

۴-۴- ضوابط مربوط به انتشار آلاینده‌های هوا در تأسیسات پسماندسوز

الزامات استاندارد

تأسیسات پسماندسوز باید به‌گونه‌ای طراحی، تجهیز و بهره‌برداری شوند که مقادیر آلاینده‌های موجود در گازهای خروجی از حدود مجاز تعیین‌شده تجاوز نکند. همچنین، تأسیسات پسماندسوز ترکیبی نیز باید به نحوی طراحی، تجهیز و بهره‌برداری شوند که میزان آلاینده‌های گازهای احتراقی از مقادیر مشخص‌شده فراتر نرود.

بر اساس تبصره ۳ ماده ۱۲ قانون هوای پاک، حدود مجاز انتشار این ترکیبات (هیدورکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای) باید توسط سازمان حفاظت محیط زیست تعیین شده و در پروانه بهره‌برداری با مجوزهای مربوطه قید گردد. اندازه‌گیری این ترکیبات معمولاً نیازمند نمونه‌برداری دوره‌ای و آنالیز آزمایشگاهی با روش‌های GC-MS است و در صورت عدم رعایت، مشمول جریمه یا محدودیت فعالیت می‌شوند.

راهنمای سوزاندن پسماندهای جامد شهری

سوزاندن پسماندهای جامد مزایای متعددی دارد. در اینجا به برخی از مزایای اصلی آن اشاره می‌شود:

- کاهش حجم:[۱] سوزاندن پسماند حجم آن را تا ۹۵ درصد کاهش می‌دهد. این امر به‌ویژه در مناطق پرجمعیت با فضای محدود دفن پسماند بسیار مفید است.
- بازیابی انرژی:[۲] تأسیسات مدرن سوزاندن پسماند می‌توانند حرارت تولیدشده در فرایند سوزاندن را جذب کنند. این حرارت می‌تواند برای راه‌اندازی توربین‌ها و ژنراتورهای تولید برق استفاده گردد و به نوعی طرح تبدیل پسماند به انرژی محسوب می‌شود.
- از بین بردن پسماندهای مضر:[۳] سوزاندن پسماند می‌تواند به‌طور مؤثری پاتوژن‌ها و سموم مضر موجود در برخی از جریان‌های پسماند را از بین ببرد. این امر به کاهش خطرات بهداشتی عمومی و آلودگی محیط‌زیست کمک می‌کند.
- جلوگیری از دفن پسماند:[۴] با هدایت پسماندها به سمت سوزاندن به‌جای دفن، می‌توان فضای دفن پسماند را حفظ و اثرات زیست‌محیطی دفن پسماندها را کاهش داد.
- کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی:[۵] هنگامی که برای تولید انرژی استفاده می‌شود، سوزاندن پسماند می‌تواند بخشی از نیاز به سوخت‌های فسیلی را جبران کند و به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک نماید. البته این موضوع به کارایی فرایند سوزاندن بستگی دارد.

در کنار مزایا، سوزاندن پسماند معایب قابل توجهی نیز دارد. در ادامه به برخی از معایب اصلی اشاره می‌شود:

- آلودگی هوا: سوزاندن پسماند باعث انتشار آلاینده‌هایی مانند ذرات معلق، اکسیدهای نیتروژن و سموم مضر مانند دی‌اکسین‌ها در هوا می‌گردد که می‌توانند به مشکلات مختلف سلامتی منجر شوند.
- مدیریت خاکستر: فرایند سوزاندن به‌طور کامل پسماند را از بین نمی‌برد. خاکستر باقی‌مانده می‌تواند شامل فلزات سنگین و سموم متمرکز باشد که نیاز به مدیریت دقیق و دفع در محل‌های دفن ویژه دارد. این فرایند پیچیدگی بیشتری به همراه دارد.
- انتشار گازهای گلخانه‌ای: اگرچه سوزاندن پسماند می‌تواند وابستگی به سوخت‌های فسیلی را کاهش دهد؛ اما همچنان در طول فرایند سوزاندن، گازهای گلخانه‌ای آزاد می‌کند که می‌توانند به تغییرات آب‌وهوایی کمک نمایند، به‌ویژه اگر جریان پسماند حاوی مقدار زیادی پلاستیک باشد.
- کاهش انگیزه برای کاهش و بازیافت: برخی معتقدند وجود تأسیسات سوزاندن پسماند می‌تواند تلاش‌ها برای کاهش تولید پسماند و اولویت‌بخشی به بازیافت را کم‌رنگ کند. اگر راهی راحت برای سوزاندن پسماند برای تولید انرژی وجود داشته باشد، ممکن است تمرکز بر کاهش پسماند یا بازیافت کاهش یابد.

---

۱. Volume Reduction
۲. Energy Recovery
۳. Waste Destruction
۴. Landfill Diversion
۵. Reduced Reliance on Fossil Fuels

- هزینه‌های بالا: ساخت و بهره‌برداری از تأسیسات سوزاندن پسماند هزینه‌بر است. هزینه تجهیزات کنترل آلودگی و دفع مناسب خاکستر به این بار مالی اضافه می‌کند. برآوردی تقریبی از هزینه‌ها عبارت‌اند از:
- حداقل: ۳۰ تا ۵۰ دلار برای هر تن- این نرخ ممکن است برای تأسیسات کوچک‌تر با مقررات کمتر سخت‌گیرانه اعمال شود.
- حداکثر: ۱۰۰ تا ۳۰۰ دلار برای هر تن – این محدوده معمولاً برای تأسیسات مدرن سوزاندن پسماند با سیستم‌های پیشرفته کنترل آلودگی در کشورهای توسعه‌یافته رایج است.

نگرانی‌های عدالت زیست‌محیطی: منتقدان معتقدند که معمولاً تأسیسات سوزاندن پسماند در مناطق کم‌درآمد یا مناطقی با جمعیت رنگین‌پوست احداث می‌گردند که باعث نگرانی‌هایی درباره عدالت زیست‌محیطی و تأثیرات بالقوه نامتناسب بر سلامت این جوامع می‌شود.

فرایند سوزاندن پسماندهای جامد

فرایند سوزاندن پسماند در نیروگاه پسماندسوز: پسماند تخلیه شده توسط کامیون‌ها در نیروگاه پسماندسوز، بلافاصله سوزانده نشده و فرایند احتراق آن طی مراحل کلیدی زیر انجام می‌پذیرد:

آماده‌سازی پسماند: پسماندهای ورودی ابتدا از نظر حجیم بودن و وجود مواد قابل بازیافت بررسی و جداسازی می‌شوند. در برخی تأسیسات، پسماندها خرد می‌شوند تا سوختن یکنواخت‌تری صورت گیرد.

احتراق: پسماند آماده‌شده وارد محفظه احتراق می‌شود و در دمای بسیار بالا (اغلب بین ۱۰۰۰ تا ۱۲۰۰ درجه سلسیوس) سوزانده می‌شود تا احتراق کامل تضمین شده و تولید محصولات جانبی مضر به حداقل برسد.

بازیابی انرژی: در نیروگاه‌های مجهز به سیستم‌های تبدیل پسماند به انرژی حرارتی، (بویلر بازیاب) جمع‌آوری شده و به بخار با دما و فشار بالا تبدیل می‌گردد. این بخار، توربین‌های تولید برق را به حرکت درآورده و برق تولید می‌کند.

کنترل زیست‌محیطی: گاز دودکش (گاز خروجی) از محفظه احتراق حاوی آلاینده‌ها بوده و نیاز به تصفیه دقیق دارد. تجهیزات مختلفی مانند اسکرابرها، فیلترها و رسوب‌دهنده‌های الکترواستاتیک برای حذف ذرات معلق، گازهای اسیدی و سموم مضر از گاز دودکش استفاده می‌گردد تا قبل از انتشار در جو تمیز شود.

مدیریت خاکستر: احتراق پسماند منجر به تولید خاکستر می‌شود که ممکن است حاوی فلزات سنگین و آلاینده‌های دیگر باشد. این خاکستر باید به‌دقت جمع‌آوری و در محل‌های دفن پسماندهای ویژه دفع گردد. در برخی موارد، خاکستر برای بازیافت فلزات (مانند آهن، آلومینیوم، مس و روی) پردازش می‌شود.

پایش انتشار: تأسیسات مدرن پسماندسوز به سیستم‌های پایش مستمر مجهز هستند تا انتشار آلاینده‌ها را ردیابی و اطمینان حاصل کنند که با مقررات کیفیت هوا مطابقت دارد.

اجزای یک پسماندسوز معمولی

یک پسماندسوز جامد از بخش‌های کلیدی تشکیل شده است که به‌طور هماهنگ برای سوزاندن پسماند و مدیریت انتشار کار می‌کنند.

سیستم تغذیه پسماند:

- مخزن پسماند:[۱] محوطه‌ای بزرگ که پسماندهای ورودی قبل از پردازش در آن تخلیه می‌شوند.
- دریچه پسماند:[۲] جریان پسماند از مخزن به محفظه احتراق را کنترل می‌کند.
- نوار نقاله پسماند:[۳] مکانیسمی (مانند تسمه) که پسماند را به داخل پسماندسوز منتقل می‌کند.
- سیستم مشبک یا تغذیه:[۴] مکانیسم‌هایی که پسماند را در محفظه احتراق جابه‌جا می‌کنند تا اطمینان حاصل شود که به‌طور کامل در معرض حرارت قرار گرفته و سوخته است.

محفظه احتراق:

- محفظه اولیه:۵ پسماند ابتدا در اینجا در دمای بالا سوزانده می‌شود. برخی تأسیسات از مشعل‌های کمکی برای شروع احتراق استفاده می‌کنند.
- محفظه ثانویه:[۶] گازهای داغ و مواد نیم‌سوز از محفظه اولیه به اینجا وارد می‌شوند. این محفظه دماهای حتی بالاتری را حفظ می‌کند تا احتراق کامل و کاهش محصولات جانبی مضر تضمین شود.

سیستم کنترل آلودگی هوا:

- سیستم تأمین هوا:۷ جریان کنترل‌شده‌ای از هوا به محفظه‌های احتراق برای حفظ احتراق مؤثر فراهم می‌کند.
- مبدل حرارتی:۸ حرارت گاز دودکش را جذب نموده و بخار تولید می‌کند که می‌تواند برای تولید برق استفاده شود.
- اسپری خشک‌کننده:۹ گازهای اسیدی مانند دی‌اکسید گوگرد و هیدروژن کلرید موجود در گاز دودکش را با استفاده از دوغاب یا اسپری خنثی می‌کند.
- فیلتر پارچه‌ای:۱۰ ذرات ریز مانند دوده و خاکستر را از گاز دودکش با استفاده از فیلترهای پارچه‌ای حذف می‌کند.
- رسوب‌دهنده الکترواستاتیک:[۱۱] سیستمی اضافی که با استفاده از بار الکتریکی، ذرات ریزتر را از گاز دودکش جدا می‌کند.
- دودکش گازهای خروجی:[۱۲] دود تمیز شده از طریق یک دودکش بلند به جو تخلیه می‌شود.

---

۱. Waste Bunker
۲. Waste Gate
۳. Waste Conveyor
۴. Grates or Feeder System
۵. Primary Chamber
۶. Secondary Chamber
۷. Air Supply System
۸. Heat Exchanger
۹. Spray Dry Absorber
۱۰. Fabric Filter Bag House
۱۱. Electrostatic Precipitator
۱۲. Flue Gas Stack

سیستم مدیریت خاکستر:

- گودال خاکستر:[۱] خاکستر سنگین‌تر که از انتهای محفظه احتراق می‌افتد را جمع‌آوری می‌کند.
- سیستم جمع‌آوری خاکستر بادی:[۲] ذرات خاکستر ریز را که با گاز دودکش حمل می‌شوند، جمع‌آوری می‌کند. این ذرات معمولاً در فرایند کنترل آلودگی هوا حذف می‌شوند.
- نوار نقاله خاکستر:[۳] خاکستر سنگین و خاکستر بادی را برای پردازش بیشتر یا دفع منتقل می‌کند.

سیستم‌های پایش و کنترل:

- سیستم پایش مستمر انتشار:[۴] به‌طور مداوم انتشار آلاینده‌هایی مانند اکسیدهای نیتروژن، اکسیدهای گوگرد و ذرات معلق را پایش و ثبت می‌کند تا اطمینان حاصل شود که با مقررات مطابقت دارد.
- سیستم کنترل:[۵] جنبه‌های مختلف فرایند سوزاندن ازجمله دمای احتراق، جریان هوا و عملکرد تجهیزات کنترل آلودگی را پایش و تنظیم می‌کند.

دفع باقی‌مانده‌های سوزاندن پسماند

همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، فرایند سوزاندن پسماند نمی‌تواند همه چیز را از بین ببرد. بلکه مواد باقی‌مانده را به نوع دیگری از پسماند تبدیل می‌کند که نیاز به دفع دارد. در ادامه به نحوه مدیریت پسماندهای باقی‌مانده از سوزاندن اشاره می‌شود.

فرایند سوزاندن پسماند دو نوع اصلی خاکستر تولید می‌کند:

۱- خاکستر کف:[۶] خاکستر زیرین سنگین‌تر در کف محفظه احتراق ته‌نشین شده و عمدتاً از مواد نسوز مانند شیشه، سرامیک و باقی‌مانده‌های معدنی پسماندها تشکیل شده است. اگرچه حجم خاکستر زیرین نسبت به پسماند اولیه کاهش یافته است؛ اما این خاکستر سنگین می‌تواند حاوی فلزات سنگین یا ترکیبات سمی متمرکز باشد که غلظت و نوع آنها به ترکیب شیمیایی پسماند ورودی بستگی دارد.

- این خاکستر معمولاً نیاز به دفع در محل‌های دفن طراحی‌شده برای پسماندهای خطرناک دارد یا در محل‌های دفنی که مجهز به سیستم مدیریت شیرابه (مایع آلوده‌ای که از پسماندها خارج می‌شود) هستند.

۲- خاکستر بادی: این خاکستر شامل ذرات ریز هوابردی است که توسط گاز دودکش حمل می‌شوند. خاکستر بادی می‌تواند حاوی فلزات سنگین متمرکز و آلاینده‌های دیگری باشد که در فرایند کنترل آلودگی هوا مانند فیلترهای پارچه‌ای یا رسوب‌دهنده‌های الکترواستاتیک، جمع‌آوری شده‌اند.

- خاکستر بادی معمولاً خطرناک‌تر از خاکستر سنگین است و نیاز به دفع در محل‌های دفن ویژه با روش‌های مشابه دارد.

---

۱. Ash Pit
۲. Fly Ash Collection System
۳. Ash Conveyor
۴. Continuous Emission Monitoring System (CEMS)
۵. Control System
۶. Bottom Ash

۳- سیستم‌های کنترل آلودگی هوای مورد استفاده در تأسیسات پسماندسوز، باقی‌مانده‌هایی شامل مواد مصرف‌شده از اسکرابرها یا فیلترها تولید می‌کنند که برای جذب آلاینده‌های گاز دودکش استفاده می‌شوند.

- روش دفع این باقی‌مانده‌ها بستگی به مواد خاص درگیر دارد؛ اما می‌تواند شامل فرایندهای جامدسازی یا دفع در محل‌های دفن ویژه باشد.

عوامل مؤثر بر انتشار آلاینده‌ها

عوامل مؤثر بر انتشار آلاینده‌ها و مصرف منابع در واحدهای پسماندسوزی عمدتاً شامل موارد زیر است:

- ترکیب و ویژگی‌های پسماند؛
- تدابیر فنی کوره (طراحی و بهره‌برداری)؛
- طراحی و عملکرد تجهیزات تصفیه گاز دودکش.

میزان انتشار HCl، HF، SO_2، NO□ و فلزات عمدتاً به ساختار پسماند و کیفیت تصفیه گاز دودکش بستگی دارد. انتشار CO و ترکیبات آلی فرار (VOC) عمدتاً تحت تأثیر ویژگی‌های فنی کوره و میزان ناهمگنی پسماند در مرحله احتراق قرار دارد. طراحی و نحوه بهره‌برداری از کوره نیز نقش عمده‌ای در میزان انتشار NO□ دارد. میزان انتشار گردوغبار به‌شدت به کارایی تصفیه گاز دودکش وابسته است.

انتشار دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها (PCDD/F) به هوا، ساختار پسماند، شرایط کوره (دما و زمان ماند)، شرایط عملیاتی کارخانه (زیرا تشکیل مجدد و سنتز جدید تحت شرایط خاص ممکن است) و کارایی تصفیه گاز دودکش وابسته است.

در کارخانه‌های پسماندسوزی شهری، معمولاً حجم گاز دودکش تولیدی برای هر تن پسماند بین ۴۵۰۰ تا ۶۰۰۰ مترمکعب (بر اساس محاسبه در ۱۱ درصد اکسیژن) متغیر است که این میزان به ارزش حرارتی پایین (LHV) پسماند بستگی دارد.

در کارخانه‌های پسماندسوزی پسماندهای خطرناک، این مقدار (محاسبه‌شده در ۱۱ درصد اکسیژن) معمولاً بین ۶۵۰۰ تا ۱۰۰۰۰ مترمکعب است که عمدتاً به میانگین LHV پسماند وابسته می‌باشد.

کارخانه‌هایی که از فناوری‌هایی مانند پیرولیز، گازی‌سازی یا تأمین هوای غنی‌شده از اکسیژن استفاده می‌کنند، حجم کمتری از گاز دودکش به ازای هر تن پسماند تولید می‌کنند. برخی کارخانه‌ها، به‌ویژه آن‌هایی که پسماندهای بسیار ناهمگن را پردازش می‌کنند، ممکن است شرایط گذرایی را تجربه کنند که در آن غلظت‌های آنی آلاینده‌ها خارج از بازه‌های میانگین گزارش شده است.

مهم‌ترین پارامترهای مؤثر بر رفتار فلزات در فرایند پسماندسوزی عبارت‌اند از:

- دمای کوره؛
- میزان اکسیژن اضافی در کوره؛
- میزان کلر و گوگرد موجود در پسماند؛
- و انتقال جرم ذرات ریز در جریان گاز[۱] دودکش.

۱. Flue-gas

نکات مهم در مورد فلزات جیوه، کادمیوم، آرسنیک، سرب، کبالت و زینک:

- حدود ۹۹/۶ درصد آلاینده‌ها در پسماندهای جامد متمرکز می‌شوند؛

حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد آلاینده‌ها در خاکستر بادی و لجن واحد تصفیه فاضلاب[۱] تمرکز یافته و تثبیت می‌شوند؛ این دو نوع پسماند وزنی معادل حدود ۵۰۵ درصد از پسماند اولیه ورودی دارند؛

- حذف جیوه از جریان گاز دودکش، عمدتاً ناشی از pH پایین در مرحله نخست پاک‌سازی گاز دودکش است.

خاکستر کف و خاکستر بادی حاصل از پسماندسوزی تک‌منظوره لجن فاضلاب (سوزاندن لجن به‌تنهایی بدون ترکیب با پسماندهایی با فسفر کم، مانند پسماندهای شهری یا لجن‌های صنعتی)، حاوی ۷ تا ۱۱ درصد فسفر است؛ بازیابی این فسفر برای تولید ترکیبات شیمیایی صنعتی فسفر مانند اسید فسفریک یا انواع کودهای شیمیایی، امکان‌پذیر و مقرون‌به‌صرفه است.

ترکیب گاز خام در نیروگاه‌های پسماندسوزی: ترکیب گاز خام خروجی از کوره‌های پسماندسوزی به ساختار پسماند و پارامترهای فنی کوره بستگی دارد.

پسماند شهری:[۲] ساختار پسماندهای شهری، بسته به سیستم‌های جمع‌آوری اجزای مختلف پسماند و وجود یا عدم وجود پیش‌فرآوری می‌تواند متفاوت باشد. به عنوان مثال، جداسازی اجزای مختلف پسماند شهری می‌تواند به‌صورت زیر بر ارزش حرارتی پسماند تأثیر بگذارد:

- شیشه و فلزات: کاهش محتوای خاکستر که منجر به افزایش ارزش حرارتی می‌شود؛
- کاغذ: کاهش ارزش حرارتی؛
- بسته‌بندی‌های سبک: کاهش ارزش حرارتی؛
- پسماندهای بیمارستانی: افزایش ارزش حرارتی؛
- پسماندهای آلی: افزایش ارزش حرارتی.

پارامترهایی نظیر محتوای کلر و فلزات سنگین نیز تحت تأثیر قرار می‌گیرند؛ اما تغییرات آن‌ها در محدوده نوسانات متداول باقی می‌ماند. با این حال، جداسازی ویژه اقلام خاصی مانند برخی باتری‌ها یا آمالگام‌های دندانی می‌تواند به شکل قابل توجهی میزان جیوه ورودی به سیستم پسماندسوز را کاهش دهد.

پسماندهای تجاری غیرخطرناک:[۳] در مورد پسماندهای غیرخطرناک حاصل از واحدهای تجاری، دامنه تغییرات ترکیب می‌تواند به‌مراتب بیشتر از پسماند شهری باشد. در صورتی که این پسماندها با پسماندهای شهری مخلوط شوند، مخلوط‌سازی در مخازن و خردسازی می‌تواند در کاهش این نوسانات مؤثر باشد.

پسماندهای خطرناک:[۴] ترکیب پسماندهای خطرناک ممکن است در دامنه بسیار وسیع‌تری نوسان داشته باشد. در این نوع پسماندها، عناصر فلوئور، برم، ید و سیلیسیم می‌توانند اهمیت زیادی داشته باشند. برخلاف پسماندهای شهری، ترکیب

---

۱. WWT sludge
۲. Municipal Waste
۳. Commercial Non-Hazardous Waste
۴. Hazardous Waste

پسماندهای خطرناک معمولاً در محل نیروگاه و پیش از ورود به فرایند از طریق آنالیزهای کنترلی پارامترهای اساسی بررسی می‌شود.

از آنجا که این پسماندها دارای ترکیبات متغیر هستند، نیروگاه‌های پسماندسوزی ویژه پسماندهای خطرناک، بر اساس میانگین ترکیب پسماند (منوی سوخت) طراحی می‌شوند و اغلب با ظرفیت‌های اضافی برای سیستم تصفیه گاز دودکش همراه هستند. این منوی ترکیب می‌تواند از طریق اختلاط هدفمند پسماندها در مخازن بزرگ یا تغذیه جداگانه پسماندها به کوره از طریق لوله‌های مستقل و با نرخ زمانی خاص متناسب با طراحی کارخانه انجام گیرد. در مواردی که پسماند به صورت بشکه‌ای وارد می‌شود، باید شوک‌های ناگهانی وارده بر فرایند نیز مد نظر قرار گیرد.

نیروگاه‌هایی که برای بازیابی HCl یا SO_2 از جریان‌های پسماند حاوی کلر یا گوگرد طراحی شده‌اند، ممکن است دارای ترکیب گاز خام بسیار متفاوتی باشند.

لجن فاضلاب:[۱] تغییرات ترکیب گاز خام در نیروگاه‌های پسماندسوزی لجن فاضلاب، متناسب با تغییرات در ترکیب پسماند ورودی است. این ترکیب به وجود یا عدم وجود پیش‌پردازش و همچنین به ترکیب لجن دریافتی بستگی دارد. ماهیت لجن فاضلاب، عمدتاً به ویژگی‌های حوزه زهکشی[۲] و همچنین فرایندهای تصفیه انجام‌شده در تصفیه‌خانه‌ها بستگی دارد.

در مواردی که لجن فاضلاب همراه با سایر پسماندها سوزانده می‌شود، تغییرات کیفی لجن تأثیر کمتری بر ترکیب گاز خام خواهد داشت، چراکه سایر پسماندها نقش تعدیل‌کننده ایفا می‌کنند. همچنین، میزان آب موجود در لجن فاضلاب می‌تواند در برخی از نیروگاه‌های پسماندسوزی مفید واقع شود؛ به‌ویژه اگر از طریق نازل‌های ویژه در نواحی خاصی بالای بستر پسماند (اغلب در منطقه‌ی سوختن گازها) تزریق شود، در کنترل دمای فرایند و کاهش اولیه تولید اکسیدهای نیتروژن (NO_x) مؤثر است.

پسماندهای بیمارستانی:[۳] نوسانات ترکیب گاز خام در نیروگاه‌های پسماندسوزی بیمارستانی، عمدتاً ناشی از تغییرات ترکیب پسماندهای سوزانده شده است. در این موارد، به دلیل نگرانی از نظر آلودگی و بیماری‌زایی، معمولاً پیش‌فرآوری فیزیکی جهت کاهش نوسانات ترکیب گاز خام انجام نمی‌شود.

با این حال، دسته‌بندی جریان‌های ورودی پسماند بر اساس منبع تولید و ویژگی‌های احتراقی مورد انتظار (مانند ارزش حرارتی، میزان رطوبت و نرخ ورودی کالری‌سنجی) و همچنین تغذیه هدفمند آن‌ها به فرایند احتراق با رعایت فرمول ترکیب بهینه می‌تواند در کاهش دامنه نوسانات ترکیب گاز خام مرتبط با احتراق مؤثر باشد.

کاهش یا حذف آلاینده‌های احتمالی حاصل از فرایند پسماندسوزی

۱- لزوم انجام پیش‌تصفیه: انجام عملیات پیش‌تصفیه‌ای نظیر خنثی‌سازی، زهکشی، خشک‌سازی، خردایش مواد درشت و تفکیک پسماندها، برای افزایش راندمان و اثربخشی فرایند احتراق، بسیار ضروری و مؤثر است.

---

۱. Sewage Sludge

۲. catchment area

۳. Clinical Waste

۲- مدیریت خاکسترهای حاصل از پسماندسوزی: خاکستر بویلر، خاکستر بادی و خاکستر کف، ازجمله پسماندهای نهایی پسماندسوزی به شمار می‌روند که معمولاً حاوی آلاینده‌هایی همچون فلزات سنگین هستند. این نوع ضایعات نیازمند مدیریت زیست‌محیطی دقیق و ایمن می‌باشند.

۳- لزوم کنترل آلاینده‌ها در سامانه‌های تر: با توجه به پتانسیل بالای پسماندسوزی در انتشار آلاینده‌های هوا و نیز تولید فاضلاب در سامانه‌های تر، لازم است سیستم‌هایی شامل خنثی‌سازی شیمیایی، رسوب‌دهی، انعقاد و فیلترهای کربن فعال برای حذف آلاینده‌های موجود به کار گرفته شده و تحت نظارت دقیق بر اساس استانداردهای مربوطه قرار گیرند.

۴- تجهیزات کنترل آلودگی خروجی گازها: برای کاهش و کنترل آلاینده‌های حاصل از احتراق، باید از تجهیزات مختلفی نظیر فیلترهای حذف غبار، سیستم‌های حذف گازهای اسیدی، تجهیزات پاک سازی گاز پیش از ورود به دودکش و کاتالیست‌های حذف اکسیدهای نیتروژن بهره‌گیری شود. هر یک از این تجهیزات، ضوابط و استانداردهای خاص خود را دارند.

۵- ممنوعیت اختلاط خاکسترهای آلوده و غیرآلوده: به دلیل اختلاف غلظت آلاینده‌ها در انواع خاکسترها، مخلوط کردن خاکسترهای آلوده با خاکسترهای تمیز می‌تواند منجر به آلودگی ثانویه شود. از این‌رو، در بسیاری از کشورها این اقدام ممنوع است.

۶- مدیریت پسماندهای حاصل از بستر سیال و کاربرد مجدد خاکستر: جداسازی، جمع‌آوری و ذخیره سازی مستقل خاکسترها (مانند خاکستر باقی‌مانده یا سرباره بستر سیال) می‌تواند گزینه‌های بیشتری برای دفن ایمن یا استفاده مجدد در ساخت‌وساز یا زیرسازی جاده‌ها فراهم کند. با این حال، پیش از هرگونه کاربرد، ارزیابی محتوای فلزات سنگین، آلاینده‌های آلی پایدار و قابلیت آبشویی خاکستر ضروری است.

۷- مدیریت احتراق پسماندهای بیمارستانی: در مورد پسماندهای بیمارستانی، انتقال آن‌ها به کوره‌های دوار، همراه با سیستم خنک‌کننده آبی یا غیرآبی می‌تواند مناسب باشد. کوره‌هایی با خنک‌کننده آبی، در دماهای بالاتر از ۱۱۰۰ درجه سلسیوس، کارایی بهتری برای نابودی پسماندهای خاص خواهند داشت.

۸- الزامات ترکیب پسماندها پیش از احتراق: ترکیب انواع پسماند، به‌ویژه پسماندهای مایع خطرناک باید با استفاده از روش‌ها و تجهیزات تخصصی مانند مخازن استاندارد و چنگک‌های مکانیکی انجام شود. این فرایند باید با رعایت کامل الزامات ایمنی صورت گیرد.

۹- لزوم جداسازی ضایعات حاوی جیوه پیش از سوزاندن: نظر به انتشار بالای جیوه از سوزاندن ضایعاتی نظیر باتری‌های خانگی، تجهیزات روشنایی، رنگ‌های حاوی جیوه، وسایل دندان‌پزشکی، ترموستات‌ها و ... ضروری است این نوع ضایعات پیش از ورود به فرایند پسماند سوزی جدا سازی شوند. در پسماندهای پز شکی نیز جیوه در دما سنج‌ها، آمالگام‌های دندانی و برخی داروهای تاریخ گذشته وجود دارد.

۱۰- محدودیت سوزاندن پسماندهای حاوی جیوه در صنایع: در بسیاری از کشورها، سوزاندن تجهیزات یا موادی که حاوی جیوه هستند (مانند تجهیزات کلرآلکالی قدیمی، مواد پتروشیمی، رنگ‌ها، حلال‌ها و کربن فعال آلوده) ممنوع است، زیرا می‌تواند منجر به انتشار گسترده جیوه و سایر آلاینده‌های خطرناک شود.

۱۱- مدیریت خاکستر فیلترها: خاکسترهای حاصل از سیستم‌های فیلتراسیون دودکش صنایع باید با نهایت دقت و احتیاط حمل و نگهداری شوند، چراکه امکان نفوذ جیوه به خاک و منابع آب زیرزمینی از طریق این خاکسترها وجود دارد.

۱۲- راهنماها و استانداردهای بین‌المللی در پسماندسوزی: در کشورهای مختلف، دستورالعمل‌هایی برای دمای احتراق، زمان ماند، توزیع هوا، اکسیژن، پاکسازی گاز خروجی و مدیریت خاکستر تدوین شده است. برای مثال، در آمریکا دمای ۱۱۰۰ درجه سلسیوس و زمان ماند یک ثانیه و در اتحادیه اروپا دمای ۸۵۰ درجه سلسیوس با زمان ماند ۲ ثانیه توصیه می‌شود. لازم به ذکر است که هدف از این استانداردها، محدود کردن فناوری خاصی نیست، بلکه تضمین رعایت حدود آلایندگی در فناوری‌های مختلف می‌باشد. انتخاب فناوری پسماندسوزی باید بر اساس ترکیب پسماند، طراحی فرایند، نوع گازهای خروجی، دسترسی به انرژی، بازیابی انرژی و سایر ملاحظات تخصصی صورت گیرد [11].

۵-۴- ضوابط مربوط به پساب حاصل از تصفیه گازهای خروجی

الزامات استاندارد

تأسیسات پسماندسوز باید به‌گونه‌ای طراحی و ساخته شوند که در طول مراحل پذیرش و عملیات اولیه، هیچ‌گونه نشت مایعات آلوده ازجمله آب حاوی پسماند، آب‌های آلوده یا سایر پسماندهای مایع، به محیط اطراف یا زمین رخ ندهد. برای تخلیه فاضلاب حاصل از تصفیه گازهای خروجی در تأسیسات پسماندسوز یا تأسیسات پسماندسوز ترکیبی، اخذ مجوز از مراجع ذی‌صلاح الزامی است.

تخلیه فاضلاب حاصل از تصفیه گازهای خروجی به محیط‌های آبی باید حتی‌الامکان محدود شود و تنها در صورتی قابل قبول است که با حدود مجاز انتشار تعیین شده در استانداردهای ملی ایران با شماره ۱-۲۲۸۲۷ مطابقت داشته باشد [12]. در این زمینه، شرایط زیر باید رعایت شود:

- رعایت آخرین الزامات استانداردهای آلایندگی برای تخلیه فاضلاب به منابع پذیرنده پساب.
- عدم تجاوز غلظت مواد آلاینده از حدود مجاز تعیین‌شده در استاندارد ملی ایران با شماره ۱-۲۲۸۲۷.
- کنترل حداقل پارامترهای عملیاتی ازجمله pH، دما و دبی جریان در نقاط تعیین‌شده.

در تأسیساتی که فاضلاب حاصل از تصفیه گازهای خروجی همراه با سایر جریان‌های فاضلاب به‌صورت مشترک تصفیه می‌شود، بهره‌بردار موظف است اندازه‌گیری‌های مشخص‌شده را در شرایط زیر انجام دهد:

- پیش از ورود جریان فاضلاب حاصل از تصفیه گازهای خروجی به تأسیسات مشترک تصفیه فاضلاب.

- پیش از ورود سایر جریان‌های فاضلاب به تأسیسات مشترک تصفیه فاضلاب.

بهره‌بردار باید محاسبات دقیق موازنه جرم را انجام دهد تا میزان انتشار نهایی فاضلاب را تعیین کند و اطمینان حاصل شود که تخلیه نهایی با حدود مجاز انتشار تعیین شده در استاندارد ملی ایران با شماره ۱-۲۲۸۲۷ مطابقت دارد [12].

رقیق‌سازی فاضلاب برای دستیابی به انطباق با حدود مجاز انتشار اکیداً ممنوع است. درصورتی‌که فاضلاب‌های حاصل از تصفیه گازهای خروجی دارای آلاینده‌های مشخص‌شده مطابق با استاندارد ملی ایران با شماره ۱-۲۲۸۲۷ باشند و در تأسیساتی خارج از محل اصلی و در یک واحد تصفیه اختصاصی پردازش شوند، حدود مجاز انتشار باید در نقطه خروجی پساب از تأسیسات تصفیه رعایت گردد.

چنانچه تأسیسات تصفیه خارج از محل به‌طور اختصاصی برای پردازش فاضلاب حاصل از پسماندسوزی طراحی نشده باشد، بهره‌بردار موظف است محاسبات موازنه جرم را انجام دهد تا میزان انتشار نهایی فاضلاب مشخص شود.

مدیریت محیطی و ذخیره‌سازی پسماندها: محل احداث تأسیسات پسماندسوز و پسماندسوزی ترکیبی، ازجمله مناطق اختصاص‌یافته برای ذخیره‌سازی پسماندها، باید به‌گونه‌ای طراحی گردد که مطابق با الزامات قانونی تعیین‌شده از سوی مراجع ذی‌صلاح، از انتشار و تخلیه تصادفی آلاینده‌ها به خاک، آب‌های سطحی و آب‌های زیرزمینی جلوگیری شود.

برای جمع‌آوری و مدیریت آب باران آلوده، آب‌های آلوده ناشی از نشت یا آب مورد استفاده در عملیات آتش‌نشانی، باید تمهیدات لازم ازجمله مخازن ذخیره‌سازی مناسب در نظر گرفته شود. ظرفیت این مخازن باید به حدی باشد که امکان آزمایش و تصفیه این آب‌ها قبل از تخلیه فراهم گردد.

حدود مجاز انتشار آلاینده‌ها، ازجمله هیدروکربن‌های آروماتیک چندحلقه‌ای باید مطابق با تبصره ۳ ماده ۱۲ قانون هوای پاک رعایت شود.

۶-۴- ضوابط مربوط به ته‌ماند (باقی‌مانده)

الزامات استاندارد

- مقدار و مضرات ته‌ماند حاصل از بهره‌برداری تأسیسات پسماندسوز و پسماندسوزی ترکیبی باید به حداقل برسد.
- اگر مراجع ذی‌صلاح الزامات قانونی برای بازیافت ته‌ماندها تعیین کرده باشند، باید این ته‌ماندها به‌طور مستقیم در داخل یا خارج از تأسیسات پسماندسوز بازیافت شوند.
- حمل و نقل و ذخیره‌سازی موقت ته‌ماندهای خشک که به‌صورت غبار مانند غبار دیگ جوش و ته‌ماند خشک ناشی از تصفیه گازهای خروجی هستند، باید به‌گونه‌ای انجام گیرد که از انتشار آن‌ها به محیط‌زیست جلوگیری شود مانند حمل آن‌ها در ظروف دربسته.
- قبل از تعیین مسیرهای تخلیه یا بازیافت ته‌ماندهای حاصل از تأسیسات پسماندسوز یا پسماندسوزی ترکیبی باید آزمایش‌های مناسب به‌منظور تعیین مشخصات فیزیکی، شیمیایی و آلایندگی بالقوه ته‌ماندهای مختلف انجام شود.
- آزمایش‌ها باید شامل بررسی کل مواد حل‌شونده و فلزات سنگین باشند.

۷-۴- ضوابط مربوط به کنترل و پایش

الزامات استاندارد

- تجهیزات اندازه‌گیری نصب و روش‌های پایش پارامترهای فرایندی و غلظت‌های جرمی به کار گرفته شوند.
- الزامات اندازه‌گیری باید در متن مجوز یا ضمائم آن که توسط مرجع ذی‌صلاح تعیین می‌گردد، به صراحت درج شوند.
- نصب و عملکرد صحیح تجهیزات پایش خودکار مداوم انتشار باید به‌طور سالانه مورد بازرسی قرار گیرد.
- فواصل زمانی کالیبراسیون تجهیزات پایش باید بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۹۶۴ تعیین شود و در این فواصل زمانی، کالیبراسیون باید از طریق اندازه‌گیری‌های موازی با روش‌های مرجع و توسط آزمایشگاه کالیبراسیون مورد تأیید سازمان ملی استاندارد ایران صورت گیرد.
- محل‌های نمونه‌برداری و نقاط اندازه‌گیری آلاینده‌ها باید مطابق با استانداردهای ملی ایران شماره ۲۲۳۱۵ انتخاب گردند.

الزامات نصب سامانه پایش

نصب، راه‌اندازی، کالیبراسیون و بهره‌برداری از سامانه پایش پیوسته آلاینده‌ها (CEMS- Continuous Emissions Monitoring System) برای تمامی واحدهای پسماندسوز (اعم از جدید و موجود) الزامی است. این سامانه باید قابلیت اندازه‌گیری پیوسته پارامترهای اصلی ازجمله CO، NOx، SO_2، HCl، HF، ذرات معلق (TSP/PM)، دما، فشار، اکسیژن و رطوبت گاز خروجی را داشته باشد.

اتصال برخط: داده‌های حاصل از این سامانه باید به‌صورت برخط (Online) و با پروتکل تعریف‌شده، به سامانه پایش سازمان حفاظت محیط‌زیست متصل شده و به‌طور مستمر ارسال گردد. کلیه داده‌ها باید برای مدت حداقل ۵ سال در حافظه داخلی سیستم و همچنین به‌صورت آرشیو الکترونیک قابل استناد، نگهداری شوند.

الزامات ویژه کنترل و پایش دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها

با توجه به سمیت بالا و پایداری این ترکیبات، کنترل انتشار آن‌ها از الزامات حیاتی بهره‌برداری است. برای نیل به این هدف، رعایت همزمان موارد زیر الزامی است:

- نمونه‌برداری بلندمدت: انجام نمونه‌برداری دوره‌ای (حداقل دو بار در سال) با استفاده از روش‌های استاندارد (مانند EN 1948) و سامانه‌های نمونه‌بردار بلندمدت، به منظور کسب نمای دقیق‌تری از میانگین انتشار آلاینده‌ها الزامی است.
- کنترل دمای احتراق: تضمین پایدار دمای گازهای خروجی در محفظه احتراق ثانویه در دمای حداقل ۸۵۰ درجه سلسیوس (و در صورت وجود پسماندهای هالوژنه، ۱۱۰۰ درجه) به‌صورت پیوسته یک الزام کلیدی و مستمر برای بهره‌برداری از پسماندسوزها است.
- زمان ماند گازها: طراحی و راهبری کوره به‌گونه‌ای که گازهای احتراق حداقل به مدت ۲ ثانیه در دمای ذکرشده، در مجاورت هوای احتراقی باقی بمانند.

- کنترل فرایند احتراق: جلوگیری از شرایط احتراق ناقص و تشکیل مجدد دی‌اکسین‌ها در بخش سردکننده (بویلر) از طریق سرد کردن سریع گازها.

۸-۴- ضوابط مربوط به الزامات اندازه‌گیری

الزامات استاندارد

نخست، باید اندازه‌گیری مداوم آلاینده‌های مختلف مانند CO، ذرات معلق، HCl، TOC، HF، SO_2 و NO_x مطابق با حدود انتشار تعیین‌شده صورت گیرد. علاوه بر این، اندازه‌گیری مستمر پارامترهای عملیاتی شامل دما، غلظت اکسیژن، فشار، دما و میزان بخار آب در گاز خروجی تأسیسات الزامی است. این اندازه‌گیری‌ها باید به طور مرتب و در زمانی تعیین‌شده (ازجمله هر سه ماه یک‌بار در سال اول بهره‌برداری) انجام شود.

دومین الزامات به کنترل اندازه‌گیری فلزات سنگین، دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها مربوط است که باید حداقل دو بار در سال صورت گیرد و در دوازده ماه اول بهره‌برداری، اندازه‌گیری‌های این آلاینده‌ها باید به طور دوره‌ای و هر سه ماه یک‌بار انجام شود. بعد از این دوره، در صورت عدم تغییرات معنادار در میزان آلاینده‌ها، می‌توان با تأیید مراجع ذیصلاح، دفعات اندازه‌گیری را کاهش داد.

در برخی موارد که سیستم‌های تصفیه گاز خروجی به‌طور کامل عمل کرده و انتشار آلاینده‌ها در حد مجاز است، اندازه‌گیری مداوم برخی از آلاینده‌ها مانند HF و HCl می‌تواند به اندازه‌گیری‌های دوره‌ای تغییر یابد. این تغییرات به تأسیسات اجازه می‌دهد تا زمان اندازه‌گیری‌ها را کاهش دهند، به‌شرط آنکه انتشار این آلاینده‌ها از حدود تعیین‌شده فراتر نرود.

همچنین، برای اندازه‌گیری‌های ادواری و گزارش‌های مربوط به آلاینده‌ها، باید تمامی نتایج اندازه‌گیری در شرایط استاندارد شامل دمای ۲۷۳ کلوین، فشار ۱۰۱/۳ کیلو پاسکال و ۱۱ درصد اکسیژن استاندارد شوند. به‌ویژه، در صورتی که پسماند در محیط غنی از اکسیژن سوزانده شود، باید نتایج اندازه‌گیری‌ها طبق شرایط خاص و با توجه به میزان اکسیژن موجود استانداردسازی گردد.

درنهایت، تمام نتایج اندازه‌گیری‌ها باید به صورت مستند و پردازش‌شده در اختیار مراجع ذی‌صلاح قرار گیرد تا امکان راستی‌آزمایی و نظارت بر انطباق با حدود مجاز انتشار فراهم گردد. در صورت تجاوز نتایج اندازه‌گیری از حدود مجاز انتشار، مراتب فوراً به مراجع ذیصلاح گزارش داده شده و اقدامات لازم برای رفع مشکل اتخاذ شود.

فصل ۵

الزامات فنی عمومی تأسیسات

۱-۵- ضوابط مربوط به الزامات فنی: الزامات محل استقرار (ضوابط مکان‌یابی پسماندسوز)

مرجعیت و انطباق با استانداردهای ملی

۱- کلیه الزامات فنی، عملیاتی، زیست‌محیطی و پایشی که در این نشریه (ضوابط، الزامات و خطوط راهنما) ذکر نشده‌اند، باید کاملاً مطابق با مفاد استاندارد ملی ایران به شماره ۱-۲۲۸۲۷ تا ۵-۲۲۸۲۷ با عنوان «تأسیسات پسماندسوز» (شامل ویژگی‌ها، راهبری، آلاینده‌های خروجی، راه‌اندازی و الزامات فنی) که توسط سازمان ملی استاندارد ایران تدوین و ابلاغ گردیده است، رعایت شوند. این استاندارد به عنوان مرجع مادر در تمامی امور فنی این حوزه محسوب می‌شود.

۲- در مواردی که این نشریه دارای الزاماتی سخت‌گیرانه‌تر یا تکمیلی‌تر از استاندارد ملی ۲۲۸۲۷ باشد (همانند موارد تصریح‌شده در این نشریه در خصوص تحلیل هزینه-فایده، الزامات برنامه‌ریزی و سلسله‌مراتب مدیریت پسماند و مکان‌یابی مبتنی بر مدل‌سازی)، این الزامات تکمیلی، به‌عنوان دستورالعمل اجرایی برای پروژه‌های مشمول این ضابطه، لازم‌الاجرا خواهد بود.

الزامات استاندارد

برای انتخاب محل تأسیسات پسماندسوز، فاصله از مناطق حساس مانند اردوگاه‌ها، محل‌های تأمین آب آشامیدنی و جهت باد غالب باید مدنظر قرار گیرد. همچنین، تأسیسات باید حداقل ۱۰۰ متر از هر نوع آب سطحی فاصله داشته باشد. در صورتی که افراد در نزدیکی دود ناشی از پسماندسوزی زندگی یا کار کنند، باید از سوزاندن پسماند جلوگیری شود. محل تأسیسات باید بر روی زمین پایدار و مرتفع واقع باشد و زمین‌های شنی، صخره‌ای و مناطقی که مواد قابل اشتعال و پوشش گیاهی ندارند، باید انتخاب شوند تا از خطر آتش‌سوزی تصادفی پیشگیری گردد. علاوه بر این، باید استانداردهای سازمان حفاظت محیط‌زیست برای استقرار تأسیسات پسماندسوز رعایت شود. در صورت احداث تأسیسات پسماندسوز، تهیه گزارش پیوست سلامت و دریافت تأییدیه از کارگروه ارزیابی مطالعات سلامت الزامی است.

با توجه به الزامات قانونی و مقررات زیست‌محیطی کشور، مکان‌یابی واحدهای پسماندسوز به عنوان یکی از راهکارهای مدیریت اصولی پسماند، باید با دقت و بر اساس معیارهای مشخص‌شده در ضوابط ملی انجام شود. در این راستا، پیوست الف از مصوبه شماره ۴۴۰ شورای عالی حفاظت محیط‌زیست با عنوان «مقررات و ضوابط استقرار واحدهای خدماتی موضوع ماده ۵ ضوابط زیست‌محیطی طرح‌های تملک دارایی سرمایه‌ای» به طور مشخص به ضوابط مکان‌یابی این واحدها در ماده ۷ و رده ۴ پرداخته است.

۱- **اصول کلی استقرار واحدهای پسماندسوز:** مطابق ماده ۷ از پیوست الف، احداث واحدهای پسماندسوز با هدف جلوگیری از آثار منفی زیست‌محیطی ناشی از پسماندهای مصرفی، صرفاً در خارج از محدوده شهرها و در داخل حریم شهر مجاز است. این استقرار باید با رعایت فواصل مندرج در رده ۴ جدول الف-۱ و انجام مطالعات ارزیابی زیست‌محیطی همراه باشد. این بند بر لزوم انجام ارزیابی اثرات زیست‌محیطی (EIA) برای این واحدها تأکید دارد.

۲- تبصره‌های مهم ماده ۷:

- تبصره ۱: در مواردی که به دلیل کمبود اراضی، احداث واحد پسماندسوز در خارج از حریم شهر امکان‌پذیر نباشد، با تأیید معاونت‌های عمرانی و سیاسی استانداری و رعایت الزامات کارگروه مدیریت پسماند استان و فواصل رده ۴ جدول الف-۱، استقرار این واحدها در داخل حریم شهری امکان‌پذیر است.
- تبصره ۲: رعایت حداقل فاصله ۱۰۰۰ متری از کاربری‌های مسکونی، بهداشتی، درمانی، تجاری و صنعتی برای محل یکی از الزامات کلیدی در جانمایی تأسیسات پسماندسوز است و این فاصله‌گذاری باید در کنار رعایت کامل ضوابط فنی محل‌های دفن پسماند، در فرایند استقرار این تأسیسات لحاظ شود.

۳- فواصل مجاز از مراکز حساس مطابق رده ۴: واحدهای پسماندسوز در رده ۴ طبقه‌بندی می‌شوند که در جدول الف-۱ به طور مفصل به آن اشاره شده است، ملزم به رعایت فواصل مشخص از مراکز و مناطق مختلف هستند که این فواصل در **Error! Reference source not found.** نیز ارائه شده است.

جدول ۳: حداقل فواصل مجاز برای استقرار واحدهای خدماتی

ردیف	فاصله از مراکز و مناطق مختلف (متر)		رده ۴
۱	سکونتگاه‌ها	شهر مرکز استان	۶۰۰
۲		محدوده مصوب شهری	۵۰۰
۳		محدوده طرح هادی روستا	۴۰۰
۴	سایر مراکز جمعیتی	مدرسه، دانشگاه، بیمارستان و سکونتگاه‌های با جمعیت کمتر از ۲۰ خانوار	۳۰۰
۵	پارک ملی – اثر طبیعی ملی		۲۵۰
۶	رودخانه‌های حفاظت شده		۲۰۰
۷	تالاب سواحل دریا		۳۰۰
۸	پناه حیات وحش – منطقه حفاظت شده		۱۰۰
۹	رودخانه‌های دائمی، نهرهای طبیعی، دریاچه‌های طبیعی و مخازن سدها		۱۰۰
۱۰	رودخانه‌های فصلی و مسیل‌ها		مطابق دستورالعمل ناحیه‌بندی استقرار کاربری در حریم کیفی منابع آب سطحی
۱۱	آب زیرزمینی (چاه آب شرب، چشمه و قنات)		رعایت حریم‌های قانونی چاه‌های آب شرب، چشمه و قنوات دایر

این فاصله‌ها با هدف جلوگیری از آلودگی هوا، منابع آب، خاک و تأثیرات منفی بر سلامت انسانی و اکوسیستم‌های حساس تعیین شده‌اند.

۴- الزام به انجام مطالعات تخصصی: برای استقرار پسماندسوزها بر اساس مطالعات دقیق زیست‌محیطی، ارزیابی خطر و تحلیل فاصله‌ای مکانی (Spatial Analysis) می‌توان از ابزارهایی مانند GIS و سامانه‌های اطلاعات مکانی استفاده کرد. لازم است علاوه بر رعایت الزامات مصوب، از روش‌های مدرن تحلیل ریسک، مدل‌سازی پراکندگی آلاینده‌ها (مثل مدل AERMOD) و ارزیابی کیفی منابع محیطی نیز استفاده شود.

۵- الزامات تکمیلی مکان‌یابی: علاوه بر رعایت کامل ضوابط زیست‌محیطی استقرار و انجام مدل‌سازی پخش آلاینده‌ها، در فرایند مکان‌یابی باید معیارهای زیر نیز مورد ارزیابی و تأکید قرار گیرند:

- جهت باد غالب: استقرار تأسیسات در پایین‌دست (جهت باد مخالف) مناطق مسکونی و حساس، با استفاده از داده‌های حداقل ۱۰ ساله ایستگاه‌های هواشناسی منطقه.
- منابع پایدار تأمین آب مصرفی: احراز وجود یک منبع آب پایدار (شهری، چاه مجاز) با دبی کافی برای تأمین آب فرایندی، خنک‌کاری و مصارف بهداشتی و پیش‌بینی تأثیر برداشت آب بر منابع آبی منطقه.
- سیستم بازچرخانی آب: طراحی و احداث تأسیسات بر اساس حداکثر استفاده از سیستم‌های بازچرخانی (Recycling) و بازیافت (Reuse) آب به منظور کاهش مصرف آب خام و تولید پساب که این موضوع باید در طراحی اولیه لحاظ شود.
- دسترسی به شبکه برق: وجود یک خط تغذیه برق مطمئن با ظرفیت کافی برای راه‌اندازی و بهره‌برداری (راه‌اندازی اولیه نیازمند برق خارجی است) و همچنین امکان اتصال به شبکه سراسری برای فروش برق تولیدی (در صورت وجود).

۲-۵- ضوابط مربوط به الزامات فنی: مواد و ساخت

الزامات استاندارد

لوله‌کشی برای سوخت‌رسانی و باقیمانده لجن سوخت مایع باید از فولاد بدون درز با استحکام کافی ساخته شود. همچنین، در مشعل‌ها باید از لوله‌های فولادی ضد زنگ یا آلیاژهای نیکل- مس استفاده شود و از لوله‌های غیرفلزی نباید در خطوط سوخت‌رسانی استفاده گردد. اتصالات رزوه‌ای صرفاً برای خطوط با قطر خارجی کمتر از ۳۳ میلی‌متر مجاز می‌باشد.

تمام قسمت‌های مکانیکی متحرک و الکتریکی قابل دسترس باید به‌طور مناسب محافظت شوند تا از تماس تصادفی کارکنان جلوگیری گردد. دیوارهای اطراف کوره تأسیسات باید از آجرهای نسوز و عایق حرارتی ساخته شده و برای کاهش دمای سطح خارجی کوره در حین عملیات عادی باید از سیستم‌های خنک‌کننده استفاده گردد. دمای دیوارهای خارجی کوره نباید بیش از ۲۰ درجه سلسیوس از دمای محیط بیشتر باشد.

مواد نسوز باید در برابر شوک‌های حرارتی و ارتعاشات مقاوم باشند و طراحی آن‌ها باید به‌گونه‌ای باشد که مقاومت حرارتی ۲۰ درصد بیشتر از دمای احتراق طراحی‌شده کوره باشد. طراحی تأسیسات باید به‌گونه‌ای انجام شود که خوردگی داخلی آن‌ها به حداقل برسد.

سامانه سوزاندن پسماندهای مایع باید به‌گونه‌ای طراحی شود که اشتعال ایمن و نگهداری شرایط احتراق را تضمین کند. برای این منظور، استفاده از مشعل‌های ثانویه با سوخت گاز یا گازوئیل یا سوخت‌های مشابه توصیه می‌شود.

کوره‌های احتراق باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که سرویس و نگهداری قسمت‌های داخلی به‌راحتی انجام شود و فشار داخل کوره همیشه کمتر از فشار محیط باشد. این موضوع می‌تواند با استفاده از یک فن جریان‌دهنده گاز کنترل شود. طراحی تأسیسات باید به‌گونه‌ای باشد که پر کردن کوره از پسماند بدون خطر آتش‌سوزی یا ایجاد خطر برای کارکنان انجام شود. در صورتی که دمای داخلی کوره بیشتر از ۲۲۰ درجه سلسیوس باشد، باید یک سیستم قفل داخلی برای جلوگیری از باز شدن درب‌ها نصب شود.

به‌منظور نظارت بر فرایند سوزاندن و تجمیع پسماندها در داخل کوره، تأسیسات باید به یک دریچه یا مجرای قابل مشاهده و ایمن مجهز باشند. این دریچه نباید اجازه عبور شعله و ذرات را بدهد و می‌توان از شیشه مقاوم در برابر حرارت برای این منظور استفاده کرد.

تمام مواد مورد استفاده در ساخت تأسیسات باید برای کاربردهای مورد نظر از نظر مقاومت حرارتی، خواص مکانیکی، مقاومت در برابر اکسیداسیون و خوردگی مناسب باشند.

۳-۵- ضوابط مربوط به الزامات فنی: مواد و ساخت: الزامات الکتریکی

الزامات استاندارد

کنترل‌ها و وسایل ایمنی: تمام تجهیزات الکتریکی باید مطابق با استاندارد IEC ۶۰۳۶۴-۱ باشند. در تأسیسات پسماندسوز، باید یک وسیله قطع‌کننده جریان برق در مکانی باز و قابل دسترس نصب شود تا برق تأسیسات را از همه منابع تأمین قطع کند. این وسیله باید قسمتی یکپارچه از تأسیسات باشد یا در مجاورت آن قرار گیرد. تمامی قسمت‌های فلزی عایق نبوده باید محصور و محافظت شوند تا از تماس تصادفی جلوگیری گردد.

تجهیزات الکتریکی باید به‌گونه‌ای تنظیم شوند که بروز هرگونه نقص در آن‌ها منجر به قطع شدن تأمین سوخت گردد. کنتاکت‌های الکتریکی هر وسیله ایمنی باید به صورت سری نصب شوند. در صورت موازی بودن وسایل، ملاحظات ویژه‌ای باید در تنظیمات آن‌ها در نظر گرفته شود. تمامی وسایل الکتریکی باید دارای ولتاژ اسمی متناسب با ولتاژ تأمین‌شده در سامانه کنترل باشند.

محافظت در برابر جریان بیش از حد: هادی‌های سیم‌کشی داخلی که از هادی‌های برق کوچک‌تر هستند باید مجهز به محافظ جریان بیش از حد باشند. این محافظ‌ها باید مطابق با استانداردهای قابل پذیرش قرار گیرند. محافظ‌های جریان بیش از حد باید در محل اتصال کوچک‌ترین هادی به بزرگ‌ترین هادی نصب شوند و قابل دسترسی باشند.

موتورها: تمام موتورها باید در محیطی که در آن قرار دارند، داخل چاردیواری محصور شوند و حداقل درجه حفاظت IP44 را مطابق با استانداردهای بین‌المللی داشته باشند. روی موتورها باید پلاک مقاوم در برابر خوردگی نصب شود و اطلاعات آن مطابق با استانداردهای بین‌المللی نوشته شده باشد. همچنین، موتورها باید دارای وسیله محافظ چرخش، حفاظ یکپارچه حرارتی و محافظ جریان بیش از حد باشند و تمامی این وسایل باید مطابق با استانداردهای بین‌المللی باشند. انتخاب نرخ اسمی موتورها باید بر مبنای شرایط کار پیوسته و در نظر گرفتن دمای محیط ۴۵ درجه سلسیوس یا بیشتر باشد.

سامانه اشتعال: در صورت استفاده از سامانه اشتعال الکتریکی خودکار، این سامانه باید از جرقه زن ولتاژ بالا و جرقه زن انرژی بالا یا سیم پیچ ملتهب بهره‌برداری کند. ترانسفورمر اشتعال باید دارای یک قاب محصورکننده نسبت به محیط باشد و حداقل درجه حفاظت IP44 را دارا باشد. کابل‌های سامانه اشتعال باید با استانداردهای بین‌المللی قابل پذیرش تطابق داشته باشند.

وصل کردن و اتصال به زمین: برای اتصال به زمین سازه فلزی اصلی یا مجموعه تأسیسات پسماندسوز باید روش‌های مشخصی فراهم شود. تمامی اتاقک‌ها، سازه‌ها و اجزای مشابه باید به سازه اصلی یا مجموعه تأسیسات متصل باشند. در صورت استفاده از هادی مجزا برای اتصال اجزای الکتریکی، این هادی باید به طور کامل به رنگ سبز (بدون نوار زرد) باشد.

۴-۵- ضوابط مربوط به الزامات فنی: الزامات عملیاتی

الزامات استاندارد

دمای گازهای خروجی و پیش گرمادهی:

- سامانه پسماندسوز باید به گونه‌ای طراحی شود که دمای خروجی گاز از محفظه احتراق به حداکثر ۱۲۰۰°C و حداقل ۸۵۰°C برسد.
- دمای پیش گرمادهی محفظه احتراق باید ۶۵۰ °C باشد.
- در تأسیسات با بارگذاری مرحله‌ای پسماندها، پیش گرمادهی الزامی نیست؛ اما باید به گونه‌ای طراحی شود که دمای فضای احتراق ظرف مدت ۵ دقیقه به ۶۰۰ °C برسد.
- پیش تهویه باید حداقل ۴ بار تهویه در داخل محفظه احتراق و دودکش انجام شود و مدت زمان آن نباید کمتر از ۱۵ ثانیه باشد.
- فواصل زمانی بین هر شروع مجدد پس از بستن شیر سوخت ورودی نباید کمتر از ۱۵ ثانیه باشد.
- گازهای پسماندسوز باید در مدت ۲/۵ دقیقه به دمای حداکثر ۳۵۰ °C سرد شوند تا از ایجاد دی‌اکسین جلوگیری شود.

هشدارها و اطلاعات روی تأسیسات:

- تأسیسات باید دارای تابلوی هشداری با این مضمون باشد: «در حین کار پسماندسوزی درب محفظه احتراق نباید باز شود و بار ورودی نباید از ظرفیت اسمی محفظه احتراق بیشتر باشد.»
- تأسیسات باید دارای پلاک‌هایی باشند که روی بدنه آن نصب شوند و موارد زیر را شامل شوند:
- قبل از شروع عملیات پسماندسوزی، خاکستر و سرباره را از محفظه احتراق خارج کنید.
- ورودی‌های هوای محفظه احتراق را تمیز کنید.
- دستورالعمل روش‌های مناسب راه‌اندازی، خاموش کردن و بارگذاری پسماند باید در دسترس باشند.

قطع برق و تأمین سوخت:

- قطع برق تأسیسات باید از طریق یک سوییچ قطع‌کننده در نزدیکی تأسیسات امکان‌پذیر باشد.
- یک سوییچ قطع اضطراری باید در خارج از ساختمان نصب شود که همه منابع برق ورودی به دستگاه‌ها را قطع کند.
- این سوییچ باید قادر باشد برق ورودی به پمپ‌های سوخت را قطع کند.
- تجهیزات کنترل باید به گونه‌ای طراحی شوند که هرگونه نقص در تجهیزات منجر به قطع سوخت و ممانعت از ادامه عملیات شود.

کنترل‌های ایمنی و نقص‌ها:

- نقص در ترموستات ایمنی و کنترلر دمای گاز جاری باید باعث خاموش شدن مشعل شود.
- نقص در دمای محفظه احتراق باید منجر به خاموش شدن مشعل گردد.
- سوییچ فشار منفی باید برای پایش نوسانات فشار داخل محفظه احتراق نصب شود.
- کنترلر محافظ شعله باید به گونه‌ای طراحی شود که در صورت نقص در اشتعال یا شعله، به صورت خودکار سوخت را قطع کند.
- در صورت نقص در شعله، کنترلر باید ظرف ۴ ثانیه سوخت را قطع کند و امکان شروع مجدد فقط یک بار باشد.

هشدارهای صوتی و بصری:

- سامانه باید یک خروجی هشدار صوتی برای اتصال به سیستم هشدار منطقه‌ای یا مرکزی داشته باشد.
- نشانگر بصری باید دلیل ایجاد نقص را نمایش داده و شرایط نقص را پوشش دهد.

پروسه خاموش کردن مشعل:

- پس از خاموش شدن مشعل، باید تمهیدات لازم برای خنک‌کاری مطلوب سوخت پیش‌بینی شود. این کار ممکن است با استفاده از یک فن تهویه یا تخلیه‌کننده صورت گیرد تا پس از خاموشی مشعل کار خود را ادامه دهند.

این الزامات به منظور اطمینان از ایمنی، کارایی و مدیریت صحیح در تأسیسات پسماندسوز تنظیم شده است.

۵-۵- ضوابط مربوط به الزامات فنی: الزامات دیگر

الزامات استاندارد

الزامات دمایی:

- اندازه‌گیری و ثبت دما: تأسیسات پسماندسوز باید مجهز به دستگاه‌هایی باشند که دماهای داخل محفظه احتراق را به طور مداوم اندازه‌گیری و ثبت کنند.
- خنک‌سازی گازهای حاصل از احتراق: دستگاه باید قادر باشد گازهای حاصل از احتراق را تا دمای ۲۰۰ درجه سلسیوس یا کمتر سرد کند.

- تصفیه گازهای خروجی: تأسیسات باید قادر به تصفیه گازهای خروجی ناشی از احتراق تا رسیدن به حدود آلاینده‌های تعیین‌شده باشند.
- مدیریت خاکستر: تأسیسات باید مجهز به وسایلی برای برداشت، ذخیره‌سازی و حذف خاکستر ناشی از پسماندسوزی باشند.

دستورالعمل‌های راه‌اندازی و نگهداری: تأسیسات پسماندسوز باید همراه با دستورالعمل‌های کامل شامل نقشه‌ها، نمودارهای الکتریکی و لیست لوازم یدکی باشد.

طراحی سازه‌ای: تأسیسات باید از نظر استحکام سازه‌ای طراحی شوند تا ایمن و پایدار در برابر بارهای مختلف باشند.

اتصال به منابع انرژی: تأسیسات باید به منبع انرژی کافی متصل باشند تا از اشتعال ایمن و احتراق کامل اطمینان حاصل شود.

سوییچ‌های قطع اضطراری: وجود سوییچ‌های قطع برق و کنترل‌های ایمنی برای پیشگیری از نقص در تجهیزات و ایمنی تأسیسات ضروری است.

حفاظت از محیط‌زیست: تأسیسات باید به تجهیزات تصفیه گازهای خروجی و اندازه‌گیری آلاینده‌ها مجهز شوند تا تأثیرات منفی بر سلامت محیط‌زیست نداشته باشند.

رعایت دقیق این الزامات، برای تضمین عملکرد ایمن و پایدار پسماندسوز ضروری بوده و از بروز پیامدهای منفی زیست‌محیطی و مخاطرات ایمنی جلوگیری می‌کند.

۶-۵- ضوابط مربوط به الزامات فنی: آزمون‌های عملیاتی

الزامات استاندارد

۱- آزمون‌های نمونه اولیه:

- الزام: یک آزمون عملیاتی بر روی نمونه اولیه تأسیسات پسماندسوز باید همراه با گزارش‌های کامل آزمون‌ها انجام شود تا از نصب صحیح تمامی اجزای کنترلی و قرارگیری سیستم در شرایط عملیاتی مناسب اطمینان حاصل گردد.

۲- آزمون‌های ساخت (کارخانه)

- الزام: هر واحد پیش مونتاژ تأسیسات باید تحت یک آزمون عملیاتی قرار گیرد تا نصب صحیح اجزای کنترلی و عملکرد مناسب سیستم در شرایط عملیاتی مناسب تأیید شود.

۳- آزمون‌های نصب

- الزام: پس از نصب، یک آزمون عملیاتی برای تأیید نصب صحیح اجزای کنترلی و عملکرد مناسب سیستم در شرایط عملیاتی رضایت‌بخش الزامی است.
- الزام اضافی: الزامات پیش تهویه و فواصل زمانی تعیین‌شده برای هر شروع مجدد (ری‌استارت)، باید در هنگام آزمون‌های نصب مورد تصدیق قرار گیرند.
- محافظ ایمن شعله: عملکرد سامانه محافظ شعله با ایجاد شبیه‌سازی شعله و قطع آن تصدیق می‌شود.

- هشدارهای شنیداری و چشمی: عملکرد هشدارهای شنیداری و دیداری (در صورت وجود) باید مورد تصدیق قرار گیرد.
- حد کنترل‌ها: عملکرد خاموش شدن ناشی از خروج پارامترها از کنترل باید تصدیق شود.
- کنترل حد فشار سوخت: کاهش فشار سوخت به زیر مقدار مورد نیاز برای احتراق ایمن، باید منجر به خاموش شدن ایمن گردد.
- اینترلاک‌های دیگر: سایر اینترلاک‌ها نیز باید آزمون شوند تا عملکرد مناسب آن‌ها مطابق با شرایط مشخص‌شده توسط تولیدکننده تأسیسات بررسی گردد.
- کنترل‌های احتراق: کنترل‌های احتراق باید از عملکردی ثابت، پایدار و یکنواخت برخوردار باشند.
- کنترل‌های برنامه‌ریزی: کنترل‌های منطقی (برنامه‌ریزی شده) باید به‌عنوان عوامل کنترل‌کننده اصلی و چرخه‌های واحد تأسیسات، مورد تصدیق قرار گیرند. همچنین، مراحل پیش تهویه، اشتعال، تهویه پس از احتراق و مدولاسیون باید به طور جداگانه تصدیق شوند.
- کنترل‌های سامانه سوخت: عملکرد رضایت‌بخش شیرهای برقی کنترل سوخت باید در تمامی شرایط عملیاتی و هنگام خاموشی‌های اضطراری تصدیق گردد.
- آزمون‌های ولتاژ پایین: آزمون ولتاژ پایین باید انجام شود تا اثبات گردد که تأمین سوخت مشعل‌ها پیش از تأثیرگذاری افت ولتاژ بر عملکرد تأسیسات، به طور خودکار قطع می‌شود.
- سوییچ‌ها: عملکرد همه سوییچ‌ها باید از نظر صحت عملکرد و مناسب بودن برای کاربرد مورد نظر، تصدیق گردد.

این آزمون‌ها به‌منظور تضمین ایمنی، عملکرد صحیح و رعایت استانداردهای طراحی و عملکرد برای تأسیسات پسماندسوز ضروری هستند.

۷-۵- ضوابط مربوط به الزامات فنی: بو، آلودگی صوتی، نوفه ناشی از ارتعاش

الزامات استاندارد

۱- بو

- الزام: تأسیسات پسماندسوز باید به‌گونه‌ای طراحی و ساخته شود که به تجهیزات مناسب متصل باشد تا از پراکندگی پسماندها و انتشار بوهای نامطلوب پیشگیری کند.
- در زمان حذف منابع ایجادکننده بو از محیط داخلی تأسیسات، باید محیطی مطبوع و مناسب در داخل تأسیسات برقرار شود تا سطح بوی محیط داخلی تأسیسات با استانداردهای مربوطه مطابقت داشته باشد.
- رعایت مقررات: اگر مقررات خاصی از سوی مراجع ذی‌صلاح در مورد آلودگی بو وجود داشته باشد، بهره‌بردار باید آن مقررات را رعایت کند. در غیر این صورت، حدود استاندارد پیشنهادی مطابق **Error! Reference source not found.** باید رعایت شود.

جدول ۴: حداکثر حدود تعیین شده برای عوامل ایجادکننده بو **[۱۲]**

نام ماده	حد استاندارد (برحسب قسمت در میلیون)(ppm)
Ammonia	۹-۵
Methyl Mercaptan	۶۰۰ یا کمتر
Hydrogen sulfide	۶۰۰ یا کمتر
Methyl disulfide	۵ یا کمتر
Methyl di sulfide	۳۰ یا کمتر
Tri methyl amine	۰/۱ یا کمتر
Acetaldehyde	۰/۱ یا کمتر
Propion aldehyde	۳ یا کمتر
N-Buthyl aldehyde	۵ یا کمتر
Iso butyl aldehyde	۱ یا کمتر
Iso butyl alcohol	۱ یا کمتر
Ethyl acetate	۰/۵ یا کمتر
Methyl isobutyl keton	۱/۰ یا کمتر
Toluene	۰/۰۰۵ یا کمتر
Styrene	غیرقابل تشخیص
Xylene	۰/۰۰۳ یا کمتر
Propionic acid	۵ یا کمتر
N-Butyric acid	۱۰ یا کمتر
N- Valeric acid	۱۰ یا کمتر
Iso-Valeric acid	۱۳- یا کمتر

۲- آلودگی صوتی

- الزام: تأسیسات پسماندسوز باید به گونه‌ای طراحی شوند که از ایجاد آلودگی صوتی و ارتعاشات شدید که بر محیط زندگی پیرامون تأثیر منفی بگذارد، پیشگیری شود.
- آلودگی صوتی ناشی از فعالیت تأسیسات باید مطابق با آیین‌نامه اجرایی نحوه جلوگیری از آلودگی صوتی مصوب ۱۳۷۸/۰۳/۱۹ هیأت وزیران و ماده ۲ آن، حدود مجاز صدا در هوای آزاد ایران مطابق با **Error! Reference source not found.** کنترل شود.

جدول ۵: استانداردهای صدا در هوای آزاد ایران [۱۲]

منطقه‌بندی	سطح صدا در زمان‌های مختلف روز	
	۷ صبح تا ۱۰ شب dB(A), Leq(30)	۱۰ شب تا ۷ صبح dB(A), Leq(30)
منطقه مسکونی	۵۵	۴۵
منطقه تجاری- مسکونی	۶۰	۵۰
منطقه تجاری	۶۵	۵۵
منطقه مسکونی- صنعتی	۷۰	۶۰
منطقه صنعتی	۷۵	۶۵

۳- نوفه ناشی از ارتعاش

- الزام: مشابه آلودگی صوتی، ماشین‌آلات و دستگاه‌های مختلف در تأسیسات پسماندسوز می‌توانند ارتعاشات زیادی ایجاد کنند. اگر مقررات خاصی در مورد ارتعاشات از سوی مراجع ذیصلاح وجود داشته باشد، بهره‌بردار باید آن مقررات را رعایت کند. در غیر این صورت، حدود استاندارد پیشنهادی مطابق با جدول ۶ باید رعایت شود. با توجه به این جدول تعاریف رده ۱ و ۲ در ادامه ارائه شده است:
- رده ۱: مناطق ویژه حساس از نظر صوتی (مانند مناطق مسکونی، بیمارستانی و آموزشی) که حفظ سکوت در آنها برای ارتقای کیفیت محیط‌زیست و سلامت ساکنان ضروری می‌باشد.
- رده ۲: در مناطق با کاربری مختلط (مسکونی، تجاری و صنعتی)، کنترل نوفه به منظور پیشگیری از کاهش کیفیت محیط‌زیست و حفظ آسایش ساکنان، الزامی است.

جدول ۶: استانداردهای صدا در هوای آزاد ایران [۱۲]

منطقه‌بندی	سطح ارتعاش در زمان‌های مختلف روز برحسب dB(A)	
	۵ صبح تا ۲۱	۱۹ تا ۸ صبح
رده ۱	۶۵ یا کمتر	۶۰ یا کمتر
رده ۲	۷۰ یا کمتر	۶۵ یا کمتر

۸-۵- ضوابط مربوط به الزامات فنی: نشانه‌گذاری

الزامات استاندارد

۱- نام و نام تجاری تولیدکننده

- الزام: تأسیسات پسماندسوز باید دارای نام و نام تجاری تولیدکننده باشد.

۲- ساختار، نوع مدل یا دیگر موارد اختصاص داده شده به تأسیسات پسماندسوز توسط تولیدکننده

- الزام: تأسیسات باید مشخصات فنی، نوع مدل و سایر ویژگی‌های اختصاصی تعیین شده توسط تولیدکننده باشد.

۳- ظرفیت کاری تأسیسات پسماندسوز

- الف) ظرفیت بر مبنای پذیرش میزان پسماند در واحدهای امحاء (پسماند) باید مشخص شود. این میزان بر اساس وزن قابل امحا در روز (برای مثال: ton/day یا kg/h) تعیین می‌شود.
- ب) ظرفیت بر مبنای انرژی تولید شده برای کاربردهای ثانویه باید مشخص شود. این میزان باید بر اساس گرمای آزاد شده خالص در تأسیسات پسماندسوز و بر مبنای واحد گرما در دوره زمانی تعیین گردد. به عنوان مثال، واحد گرما می‌تواند به صورت BTU (یکای گرمایی انگلیسی در ساعت)، kcal/h یا Mj/h باشد.

۹-۵- ضوابط مربوط به الزامات فنی: تضمین کیفیت

الزامات استاندارد

هر تأسیسات پسماندسوز باید به گونه‌ای طراحی، تولید و آزمون شود که اطمینان حاصل گردد کلیه الزامات این استاندارد به طور کامل برآورده می‌شود [10][12].

فصل ۶

ارزیابی سلامت واطلاعات پسماندسوزها

۱-۶- ارزیابی ریسک سلامت انسان

کلیه پروژه‌های پسماندسوز موظف به انجام و ارائه یک مطالعه جامع ارزیابی ریسک سلامت انسان برای جوامع پیرامونی هستند. این مطالعه باید با هدف شناسایی، کمی‌سازی و مدیریت خطرات بالقوه ناشی از انتشار آلاینده‌های اصلی بر سلامت ساکنان انجام شود.

الزامات مطالعه

- آلاینده‌های هدف: مطالعه باید بر روی چهار گروه اصلی آلاینده‌ها متمرکز شود: دی‌اکسین‌ها و فوران‌ها (PCDD/Fs)، جیوه (Hg)، سایر فلزات سنگین (مانند As, Cd, Cr, Pb) و ذرات معلق (PM2.5 و PM10).
- روش‌شناسی: انجام مطالعه بر اساس روش‌های پذیرفته‌شده بین‌المللی مانند دستورالعمل‌های EPA (آمریکا) یا WHO و با در نظر گرفتن مسیرهای مواجهه اصلی شامل استنشاق مستقیم، بلع گردوغبار نشسته، مصرف مواد غذایی آلوده (محصولات کشاورزی و دامی محلی) و تماس پوستی الزامی است.
- محاسبه ریسک: محاسبه شاخص‌های خطر (Hazard Index - HI) برای اثرات غیرسرطان‌زایی و برآورد ریسک افزایشی سرطان (Incremental Lifetime Cancer Risk - ILCR) برای اثرات سرطان‌زایی.
- گزارش‌دهی و افشا: نتایج این ارزیابی باید در قالب یک گزارش مستقل تهیه و برای عموم مردم و ساکنان منطقه به‌صورت قابل فهم اطلاع‌رسانی شود.
- پایش سلامت: در صورت تشخیص ریسک غیر قابل قبول، ارائه برنامه پایش سلامت برای جامعه هدف و همچنین ارائه راهکارهای مدیریت ریسک (کاهش انتشار، تغییر محل دودکش، جبران خسارت) الزامی است.

۲-۶- فرم فهرست‌برداری از پسماندسوزهای موجود در کشور

برای هر دستگاه پسماندسوز به طور مجزا، فرمی مطابق با جدول ۷ باید تهیه گردد [11].

جدول ۷: موارد فهرست‌برداری برای پسماندسوزهای کشور [۱۱]

اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان...		
ردیف	**عنوان**	
۱	موقعیت جغرافیایی (نشانی)	
۲	مالکیت (بهره‌بردار) / ارگان وابسته	
۳	نوع- سال بهره‌برداری (صنعتی- شهری- پزشکی)	
۴	ظرفیت	
۵	فرایند (پیرولیز- میعان‌ساز-کوره - سایر)	
۶	ماکزیمم درجه حرارت	
۷	تعداد کوره	
۸	نتایج پایش خروجی (گازهای خروجی)	
۹	نتایج پایش خروجی (تصفیه پساب)	
۱۰	ظرفیت تولید خاکستر	
۱۱	دفع خاکستر (در محل- خارج از محل)	
۱۲	وضعیت ارزیابی زیست‌محیطی	
۱۳	گواهی کیفیت دستگاه (تطبیق با استانداردهای بین‌المللی)	
۱۴	مشخصات فنی دستگاه پسماندسوز ضمیمه می‌باشد. بلی ☐ خیر ☐	
۱۵	دستگاه پسماندسوز عنوان‌شده تحت پایش منظم اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان... شهرستان... می‌باشد. بلی ☐ خیر ☐	

مراجع

[1] United Nations Environment Programme, “CCET guideline series on intermediate municipal solid waste treatment technologies,” 2020.

[2] L. E. Gelfand and J. B. Wong, “Waste-to-energy incineration,” *Energy Eng. J. Assoc. Energy Eng.*, vol. 98, no. 1, pp. 23–46, 2001, doi: 10.1080/01998590109509300.

[3] U. M. T Rand, J. Haukohl, “The World Bank, Municipal Solid Waste Incineration,” 1999.

[4] غلامپور ارباستان، هومن، مسعود رضایی و الهه سلیمانی مورچه خورتی «گزارش نظارتی وضعیت احداث زباله‌سوزها در کشور و مشکلات پیش رو». *ماهنامه گزارش‌های کارشناسی مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی*. سال سی و دوم، شماره ۱۱.

[5] Liang, Y., Tang, J., Xia, H., Aljerf, L., Gao, B., & Akele, M. L. (2023). Three-dimensional numerical modeling and analysis for the municipal solid-waste incineration of the grate furnace for particulate-matter generation. *Sustainability*, *15*(16), 12337.

[6] TWG, E. (2006). Integrated pollution prevention and control reference document on the best available techniques for waste incineration. *European Commission Technical Working Group on Waste Incineration*.

[7] Lam, C. H., Ip, A. W., Barford, J. P., & McKay, G. (2010). Use of incineration MSW ash: a review. *Sustainability*, *2*(7), 1943-1968.

[8] United States. Bureau of Solid Waste Management, & DeMarco, J. (1973). *Municipal-scale incinerator design and operation*. US Government Printing Office.

[9] Slabber, G. P., & Potgieter, W. A. (1995). Guidelines for the design, installation and operation of incinerators.

[10]" استاندارد ملی ایران شماره ۴-۲۲۸۲۷، تأسیسات پسماندسوز- قسمت ۴: راه‌اندازی،" تهران: کرج. ۱۴۰۰ .[Online] . Available: http://www.isiri.gov.ir

[11]"ملاحظات زیست محیطی قابل توجه در خصوص استفاده از پسماند سوزها.“ ۱۳۹۶.

[12]"استاندارد ملی ایران شماره ۱-۲۲۸۲۷، تأسیسات پسماندسوز- قسمت ۱: ویژگی‌ها.“ تهران: کرج، ۱۳۹۹ .[Online] . Available: http://www.isiri.gov.ir

[13]"ضوابط و معیارهای محیط زیستی استقرار واحدهای خدماتی.“ ۱۳۹۸:Available. [Online] . https://dl.hsenk.ir/uploads/2023/05/HSEnk-2114-zavabetvahedkhadamati98.pdf

پیوست الف- مقررات و ضوابط استقرار واحدهای خدماتی موضوع ماده ۵ ضوابط زیست‌محیطی طرح‌های تملک دارایی سرمایه‌ای (مصوبه شماره ۴۴۰ شورای عالی حفاظت محیط‌زیست)

مقررات و ضوابط استقرار واحدهای خدماتی موضوع ماده ۵ ضوابط زیست‌محیطی طرح‌های تملک دارایی سرمایه‌ای (مصوبه شماره ۴۴۰ شورای عالی حفاظت محیط‌زیست) در ادامه ارائه شده است.

ماده ۱: مفاهیم و تعاریف: در این آیین‌نامه، اصطلاحات به شرح زیر تعریف می‌شوند.

الف) محدوده شهر: محدوده شهر شامل بافت کالبدی موجود و توسعه پیش‌بینی شده شهر در دوره طرح جامع یا در صورت نبود آن، طرح هادی شهری است. در این محدوده، رعایت ضوابط و مقررات شهرسازی الزامی است. شهرداری‌ها موظف‌اند در چارچوب وظایف قانونی خود، علاوه بر اجرای پروژه‌های عمرانی نظیر احداث معابر و تأمین خدمات شهری و زیرساخت‌ها، بر ساخت‌وسازها و تمام اقدامات توسعه‌ای و عمرانی نظارت و کنترل لازم را اعمال نمایند.

تبصره ۱: در مورد شهرهایی که به‌تازگی از روستا به شهر تبدیل شده‌اند و هنوز طرح جامع یا هادی مصوب ندارند، محدوده طرح هادی روستایی قبلی ملاک عمل خواهد بود.

ب) کاربری اراضی شهری: کاربری اراضی در محدوده شهر مطابق جدول شماره (۳)، شامل کاربری‌های مسکونی، آموزشی، تحقیقاتی و فناوری، آموزشی، اداری و انتظامی، تجاری-خدماتی (انتفاعی و غیرانتفاعی)، ورزشی، درمانی، فرهنگی- هنری، فضای سبز، تجهیزات و تأسیسات شهری، حمل و نقل و انبارداری، نظامی، بیابانی و کشاورزی، میراث تاریخی، طبیعی، تفریحی و توریستی، حریم و صنعتی تعریف می‌شود.

پ) حریم شهر: حریم شهر بخشی از اراضی پیرامون محدوده شهری است که نظارت و کنترل شهرداری در آن الزامی است. این حریم نباید از مرز تقسیمات کشوری شهرستان یا بخش مربوط فراتر رود. در حریم شهر، برای حفظ اراضی کشاورزی، مراتع، جنگل‌ها و سایر منابع طبیعی، هرگونه ساخت و ساز تنها در چارچوب ضوابط طرح‌های جامع و هادی مصوب مجاز خواهد بود.

تبصره ۲: در شهرهایی که فاقد طرح جامع یا هادی هستند تا زمان تهیه این طرح‌ها، محدوده طرح‌های مصوب قبلی یا محدوده خدمات شهری تأییدشده توسط شهرداری و دفتر فنی استانداری ملاک عمل قرار خواهد گرفت.

ت) طرح جامع شهر: طرح جامع شهر، برنامه‌ای بلندمدت است که نحوه استفاده از اراضی شهری و تقسیم‌بندی مناطق مسکونی، صنعتی، بازرگانی، اداری، کشاورزی، تأسیسات، تجهیزات شهری و سایر نیازهای عمومی شهر را مشخص می‌کند. این طرح همچنین شامل خطوط اصلی ارتباطی، محل‌های ایستگاه‌های حمل و نقل، فرودگاه‌ها، بنادر، نوسازی و بهسازی مناطق و حفظ میراث تاریخی و مناظر طبیعی می‌شود و بنا بر ضرورت قابل بازنگری است.

ث) طرح هادی شهر: طرحی است که به منظور رفع مشکلات فوری شهرها و ارائه راه‌حل‌های کوتاه‌مدت و مناسب، برای شهرهایی که فاقد طرح جامع هستند، تدوین می‌شود. در این طرح، نحوه گسترش شهر و استفاده از اراضی شهری برای کاربری‌های مختلف تعیین می‌شود.

ج) طرح تفصیلی: طرح تفصیلی بر اساس معیارها و ضوابط کلی طرح جامع تهیه می‌شود و در آن نحوه استفاده از اراضی شهری در سطح محله‌های مختلف، موقعیت دقیق زمین‌ها برای کاربری‌های مشخص، تراکم جمعیت، تراکم ساختمانی، شبکه عبور و مرور و اولویت‌های بهسازی، نوسازی و توسعه شهری مشخص می‌گردد. نقشه‌ها و مدارک طرح تفصیلی با جزئیات کامل تهیه و ارائه می‌شود.

چ) پهنه‌های پنج‌گانه حریم شهر: حریم شهر به پنج پهنه حفاظتی، کشاورزی، مراتع، منابع طبیعی و سطوح آبی تقسیم می‌شود. بر اساس ضوابط طرح جامع، برای هر پهنه فعالیت‌های مجاز، مشروط یا ممنوع تعریف شده است. فعالیت‌های مشروط در اراضی کشاورزی و باغ‌ها تنها با تأیید کمیسیون تبصره یک ماده یک قانون حفظ کاربری اراضی زراعی و باغ‌ها امکان‌پذیر خواهد بود.

تبصره ۳: در شهرهایی که تاکنون سند پهنه‌بندی حریم شهر تدوین نشده است، صدور مجوزهای زیست‌محیطی به منزله موافقت با تملک، واگذاری یا تغییر کاربری اراضی نخواهد بود. واگذاری یا تغییر کاربری اراضی تنها با تصمیم مراجع ذی‌ربط و بر اساس قوانین و مقررات صورت می‌گیرد.

خ) محدوده روستا: محدوده روستا شامل بافت موجود روستا و توسعه آتی آن بر اساس طرح هادی روستایی است که با رعایت مصوبات طرح‌های فرادست تهیه و با تأیید مراجع قانونی مربوطه به تصویب می‌رسد. دهیاری‌ها مسئولیت کنترل و نظارت بر ساخت‌وسازها در این محدوده را بر عهده دارند.

تبصره ۴: در خصوص روستاها، ملاک عمل برای تعیین محدوده، طرح هادی مصوب روستایی خواهد بود. در مورد روستاهایی که فاقد طرح هادی می‌باشند تا زمان تهیه و تصویب این طرح، فاصله از نزدیک‌ترین واحد مسکونی موجود در روستا معیار قرار خواهد گرفت.

د – طرح هادی روستا: طرح هادی روستایی سندی است که با هدف ساماندهی و اصلاح بافت موجود، تعیین میزان و جهت توسعه آتی و نحوه استفاده از اراضی برای کاربری‌های مختلف از قبیل مسکونی، تولیدی، تجاری، کشاورزی، تأسیسات و تجهیزات عمومی تهیه می‌شود. این طرح بر اساس مصوبات مربوط به ساماندهی فضا و سکونتگاه‌های روستایی و در چارچوب طرح‌های جامع ناحیه‌ای تدوین می‌گردد.

ذ – کاربری اراضی روستا: کاربری اراضی در روستا به معنای نوع بهره‌برداری از یک قطعه زمین یا محدوده‌ای مشخص است. کاربری‌های اصلی مورد استفاده در تهیه و اجرای طرح هادی روستایی شامل مسکونی، تجاری، آموزشی، درمانی، فرهنگی، اداری، انتظامی، مذهبی، تأسیسات و تجهیزات روستایی، ورزشی، صنعتی و کارگاهی، زراعی، باغی، دامداری و اراضی بایر می‌باشد.

ر – سکونتگاه‌ها: شامل تمامی شهرها، روستاها، شهرک‌های مسکونی و مجتمع‌های مسکونی است که حداقل دارای بیست خانوار ساکن باشند. ملاک شناسایی سکونتگاه‌ها و تعداد خانوارها، آخرین نتایج سرشماری مرکز آمار ایران خواهد بود.

تبصره ۵: در خصوص شهرک‌های مسکونی و مجتمع‌های مسکونی، بسته به موقعیت جغرافیایی آن‌ها در حریم شهر یا خارج از محدوده روستا، فاصله‌های مربوط به شهر یا روستا، حسب مورد ملاک عمل قرار می‌گیرد.

ز – سایر مراکز جمعیتی: شامل مراکز فعال نظیر مدارس، دانشگاه‌ها و بیمارستان‌هایی است که خارج از محدوده شهر و روستا قرار دارند، همچنین سکونتگاه‌هایی با جمعیتی کمتر از بیست خانوار را نیز شامل می‌شود.

ژ – منابع آب سطحی: به تمام رودخانه‌های دائمی و فصلی، نهرهای طبیعی، مسیل‌ها، تالاب‌ها، دریاچه‌های طبیعی و مخازن سدها اطلاق می‌شود که برای آن‌ها حریم کیفی تعیین و اعمال می‌شود.

س – حریم کمی و کیفی آب: حریم‌های کمی و کیفی آب مطابق دستورالعمل ناحیه‌بندی استقرار کاربری‌ها در حریم کیفی منابع آب سطحی موضوع ضابطه شماره ۷۸۲ سازمان برنامه و بودجه کشور محاسبه و اجرا می‌گردد.

ش – منابع آب زیرزمینی: مطابق دستورالعمل تعیین حریم کیفی آب‌های زیرزمینی (نشریه شماره ۶۲۱ سازمان برنامه و بودجه کشور)، مفاهیم زیر تعریف می‌شود:

۱- آبخوان[۱] (Aquifer): لایه‌ای متخلخل زیر سطح زمین که امکان استخراج آب از آن وجود دارد.

۲- آب زیرزمینی: آب موجود در خلل و فرج پو سته سنگی زمین که بر اثر نفوذ باران و جریان‌های سطحی در زیر زمین ذخیره شده و قابل بردا شت از طریق چاه، چ شمه یا قنات می‌با شد. این آب معمولاً در اعماق ۵۰ تا ۱۰۰ متری و در برخی نواحی حتی تا ۳۰۰ متری یافت می‌شود.

۳- حریم کیفی آب‌های زیرزمینی: محدوده‌ای که برای حفاظت کیفی منابع آب زیرزمینی در برابر آلودگی‌های ناشی از فعالیت‌های انسانی تعیین می‌شود.

۴- حریم کیفی نقطه‌ای: حریمی که برای منابع آب نقطه‌ای (چاه، چشمه، قنات) به طور مجزا و با توجه به شرایط فیزیکی و محیطی آبخوان تعریف می‌شود.

۵- حریم کیفی ناحیه‌ای: حریمی که برای حفاظت کلی یک آبخوان در سطح منطقه‌ای یا ملی تعیین می‌گردد.

۶- حریم کمی آب: محدوده‌ای که برداشت آب از آن سبب کاهش سطح آب‌های زیرزمینی می‌شود.

۷- دشت ممنوعه:[۲] دشتی که میزان برداشت آب‌های زیرزمینی آن از پتانسیل تجدیدپذیر بیشتر شده و افت سطح آب به گونه‌ای است که بازگشت طبیعی به سطح ایستابی امکان‌پذیر نمی‌باشد.

۸- دشت ممنوعه بحرانی:[۳] دشت‌هایی که علاوه بر افت شدید سطح آب زیرزمینی، کیفیت آب نیز کاهش یافته و پدیده‌هایی همچون نشست زمین مشاهده می‌شود.

---

۱. Aquifer

۲. Prohibited Region

۳. Critical Prohibited Region

ص - مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط‌زیست (مناطق چهارگانه):

۱- مطابق ماده ۳ قانون حفاظت و بهسازی محیط‌زیست، تعیین و تصویب این مناطق بر عهده شورای عالی حفاظت محیط‌زیست است و شامل:

۲- پارک ملی: مناطقی طبیعی با ویژگی‌های برجسته از مظاهر طبیعی ایران که برای حفظ پایدار طبیعت و گونه‌های جانوری تحت حفاظت ویژه قرار دارند.

۳- اثر طبیعی ملی: پدیده‌های نادر طبیعی مانند درختان کهنسال یا مناظر خاص که با محدوده‌ای متناسب، تحت حفاظت قرار گرفته‌اند.

۴- پناهگاه حیات وحش: مناطق دارای زیستگاه‌های نمونه و اقلیم خاص که به منظور حفاظت و احیای گونه‌های جانوری تحت مراقبت قرار می‌گیرند.

۵- منطقه حفاظت‌شده: مناطقی با اهمیت ویژه برای حفظ و توسعه نسل جانوران وحشی یا پوشش گیاهی بومی.

ض – تالاب: شامل مرداب‌ها، باتلاق‌ها، لجنزارها و آب‌های طبیعی یا مصنوعی اعم از دائمی یا موقت است که آب شیرین، تلخ یا شور در آن‌ها وجود دارد. تالاب‌های ثبت‌شده در جداول آیین‌نامه‌های مربوطه نیز مشمول این تعریف هستند.

ط - مصب: محل تلاقی رودخانه با دریا، دریاچه یا باتلاق که ترکیب آب شیرین و شور در آن رخ می‌دهد.

ظ - خور: توده‌ای نیمه‌محصور از آب‌های ساحلی که آب دریا با آب‌های شیرین ترکیب می‌شود؛ معمولاً در ورودی رودخانه‌ها به دریا در نواحی ساحلی شکل می‌گیرد.

ع - طرح مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی (ICZM): برنامه‌ای جامع برای بهره‌برداری متعادل از منابع ساحلی به گونه‌ای که ضمن ایجاد ارزش افزوده اقتصادی، تعارض بین بهره‌برداران مختلف به حداقل برسد و توسعه‌ای ایمن و پایدار را تضمین کند.

غ– مجتمع‌های صنفی: محدوده‌هایی مشخص با امکانات زیربنایی و خدمات ضروری برای استقرار واحدهای صنفی آلاینده، عمده‌فروشی‌ها و فعالیت‌های مشابه.

ف- تفرج گسترده: این نوع از گردشگری شامل فعالیت‌هایی است که برای تحقق آن‌ها نیاز به امکانات، تجهیزات یا تأسیسات گردشگاهی گسترده وجود ندارد یا به حداقل تجهیزات نیاز دارند. در این نوع تفرج، اقامت شبانه مدنظر نیست و فعالیت‌هایی مانند پیاده‌روی، طبیعت‌گردی، جنگل‌نوردی، کوهنوردی، ماهیگیری و شنا در محیط‌های طبیعی انجام می‌شود.

ق– تفرج متمرکز: تفرج متمرکز به فعالیت‌هایی گفته می‌شود که تحقق آن‌ها وابسته به توسعه و تجهیز گردشگاه‌ها و فراهم‌آوری تسهیلات گوناگون است. این فعالیت‌ها شامل کمپینگ، اقامتگاه‌های بوم‌گردی، پیک‌نیک و انواع ورزش‌های گروهی می‌شود که نیازمند امکانات گسترده هستند.

ک- طبیعت‌گردی جامعه‌محور: این شیوه از طبیعت‌گردی به عنوان جایگزینی برای گردشگری انبوه مطرح شده و بر مبنای توسعه جایگزین و معیشت پایدار استوار است. تمرکز اصلی آن بر مشارکت جامعه محلی، ایجاد برابری و حفظ محیط‌زیست می‌باشد.

گ- بندر خشک: به مناطقی در داخل کشور اطلاق می‌شود که به عنوان مراکز پشتیبانی لجستیکی به یک یا چند شیوه حمل‌ونقل متصل هستند. در این مناطق عملیات تخلیه، بارگیری، ذخیره‌سازی، بازرسی‌های منظم کالای در حال حمل در تجارت بین‌المللی و انجام تشریفات و کنترل‌های گمرکی صورت می‌گیرد.

ل- طرح مصوب مدیریت مناطق چهارگانه: این طرح با رویکردی جامع، کاربردی و پویا، به منظور حفظ منابع اکولوژیک مناطق حفاظت‌شده و بهره‌برداری معقول و پایدار از این منابع، تدوین می‌شود.

م- ظرفیت برد استقرار کاربری: به حداکثر تعداد واحدهای قابل استقرار از یک کاربری خاص در یک محدوده جغرافیایی معین اشاره دارد که با توجه به محدودیت‌های فضایی، اجتماعی، اقتصادی و اکولوژیکی تعیین می‌شود.

ماده ۲: ضوابط اجرایی: ایجاد، بهره‌برداری و توسعه واحدهای خدماتی منوط به رعایت استانداردها و الزامات زیست‌محیطی سازمان حفاظت محیط‌زیست است. اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان باید ظرف حداکثر یک ماه از تکمیل پرونده، پاسخ لازم به مرجع استعلام‌کننده را اعلام کند.

تبصره: اگر پروژه نیازمند ارزیابی اثرات زیست‌محیطی باشد، حداکثر زمان پاسخگویی به دو ماه از تکمیل مدارک و رفع نواقص گزارش ارزیابی افزایش می‌یابد.

ماده ۳: واحدهای خدماتی بر اساس میزان آلایندگی و پیامدهای زیست‌محیطی در رده‌های مختلف دسته‌بندی می‌شوند:

۱- رده ۱: مجاز به استقرار در داخل محدوده شهر و روستا طبق کاربری‌های مجاز شهری و روستایی و در خارج از این محدوده‌ها با رعایت فواصل مشخص. رعایت فواصل مطابق با جدول الف-۱ انجام شود.

تبصره: مرجع تعیین نوع کاربری در شهرها اداره کل راه و شهرسازی و در روستاها بنیاد مسکن است.

۲- رده‌های ۲ و ۳: فقط در داخل یا خارج حریم مصوب شهرها و خارج از محدوده روستاها و با رعایت فواصل مجاز می‌توانند استقرار یابند. رعایت فواصل مطابق با جدول الف-۱ انجام شود.

تبصره: انطباق محل استقرار این واحدها با پهنه‌های مصوب باید به تأیید کارگروه زیربنایی و محیط‌زیست استان برسد.

۳- رده‌های ۴ و ۵: ملزم به استقرار خارج از حریم شهرها و محدوده روستاها هستند. رعایت فواصل مطابق با جدول الف-۱ انجام شود.

تبصره: پروژه‌های رده ۵ مشمول ارزیابی اثرات محیط زیستی بوده و باید حداقل ضوابط رده ۴ را نیز رعایت کنند. کمیته ارزیابی می‌تواند بسته به پروژه، فواصل لازم را افزایش دهد.

ماده ۴: احداث مجتمع‌های صنفی تولیدی با هدف انتقال صنوف آلاینده از داخل شهرها به بیرون، صرفاً برای صنوف تا رده ۳ و با رعایت ضوابط مربوطه مجاز است.

تبصره: استقرار صنوف با آلایندگی بالاتر (بیش از رده ۳) تنها خارج از حریم شهرها مجاز خواهد بود. همچنین احداث مجتمع‌های صنفی خدماتی داخل و خارج از حریم شهرها با رعایت حداقل فواصل رده ۴ مندرج در جدول الف-۱ امکان‌پذیر است.

ماده ۵: در صورتی که در حوزه شهرستان زمین مناسبی جز محل مورد درخواست وجود نداشته باشد، کمیته‌ای به ریاست مدیرکل محیط‌زیست استان می‌تواند با رعایت ملاحظات محیطی، فواصل کاربری‌های مستقر را تا ۳۰ درصد کاهش دهد.

ماده ۶: چنانچه واحدی در فهرست دسته‌بندی موجود در جداول اشاره نشده باشد، تعیین رده آن بر عهده دفتر ارزیابی زیست‌محیطی سازمان خواهد بود.

ماده ۷: در راستای اجرای قانون ساماندهی پسماندهای عادی و با هدف جلوگیری از اثرات زیان‌بار زیست‌محیطی پسماندهای مصرفی، احداث واحدهای پسماندسوز در خارج از محدوده شهرها و در داخل حریم با رعایت فواصل رده ۴ مطابق با جدول الف- ۱ و انجام مطالعات ارزیابی زیست‌محیطی مجاز است.

تبصره ۱: استقرار واحدهای مدیریت پسماند در شهرهایی که به دلیل محدودیت اراضی، امکان احداث در خارج از حریم وجود ندارد، با تأیید معاونت‌های عمرانی و سیاسی استانداری و رعایت الزامات کارگروه مدیریت پسماند استان و رعایت فواصل رده ۴ مطابق با جدول الف- ۱ امکان‌پذیر است.

تبصره ۲: رعایت دستورالعمل‌های فنی محل‌های دفن پسماند و حفظ فاصله حداقل ۱۰۰۰ متری از کاربری‌های مسکونی، بهداشتی، درمانی، تجاری و صنعتی ضروری است.

ماده ۸: ضوابط استقرار واحدهای خدماتی در سواحل دریا و خوریات: تجاوز به بستر دریا، تالاب‌ها و خوریات به طور کامل ممنوع است و هرگونه بهره‌برداری باید در چارچوب ضوابط تعیین‌شده انجام شود.

الف) واحدهای خدماتی که قصد استقرار در محدوده‌های مصوب و قانونی مناطق آزاد تجاری- صنعتی و ویژه اقتصادی را دارند (مناطقی که دارای مجوز از سازمان حفاظت محیط‌زیست هستند)، می‌توانند بر اساس طرح جامع و زون‌بندی مصوب آن مناطق و با رعایت حریم قانونی سواحل (طبق قانون اراضی مستحدثه و ساحلی) و الزامات مجوز محیط‌زیست، بدون در نظر گرفتن محدودیت‌های فاصله‌ای مندرج در جدول الف- ۱ استقرار یابند.

ب) واحدهای خدماتی که در خارج از محدوده‌های مصوب مناطق آزاد و ویژه اقتصادی و همچنین خارج از مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط‌زیست و تالاب‌ها واقع شده‌اند، در صورت ضرورت استقرار در حاشیه دریا و خوریات (نظیر آب‌شیرین‌کن‌ها، اسکله‌ها، بنادر و مجتمع‌های گردشگری ساحلی)، می‌توانند با رعایت حریم قانونی سواحل و ملاحظات زیست‌محیطی، بدون لحاظ فواصل جدول الف- ۱ و با رعایت فاصله مناسب از محدوده‌های قانونی شهر و روستا اقدام به استقرار نمایند.

پ) استقرار هرگونه واحد خدماتی در فاصله کمتر از دو کیلومتر پس از حریم قانونی سواحل در منطقه ساحلی ممنوع می‌باشد.

تبصره: محدوده‌های مصوب شهرها و روستاها و همچنین فعالیت‌های کاملاً ضروری و ماهیتاً ساحلی مانند آب‌شیرین‌کن‌ها، اسکله‌ها، بنادر و مجتمع‌های گردشگری ساحلی که نیازمند مجاورت با دریا هستند، در صورت رعایت ضوابط و بدون تجاوز به بستر دریا، از این ممنوعیت مستثنی خواهند بود.

ت) در خصوص تقاضاهای مربوط به استقرار در سواحل، سازمان بنادر و دریانوردی (به عنوان دستگاه صادرکننده مجوز نهایی)، مکلف است قبل از استعلام از سازمان حفاظت محیط‌زیست، تطابق طرح پیشنهادی را با کاربری تعیین‌شده در مطالعات مدیریت یکپارچه مناطق ساحلی (ICZM) بررسی کرده و نتیجه را همزمان با استعلام ارائه نماید.

ماده ۹: ضوابط استقرار در مستثنیات مناطق حفاظت شده و پناهگاه‌های حیات وحش:

- استقرار واحدهای خدماتی رده‌های ۱، ۲ و ۳ در مستثنیات مناطق حفاظت شده و پناهگاه‌های حیات وحش تنها بر اساس طرح مصوب مدیریت این مناطق مجاز است و باید شرایط زیر رعایت شود:
- عرصه مورد نظر خارج از نواحی امن و زیست‌بوم‌های حساس باشد.
- بلامعارض بودن عرصه از نظر حقوقی و زیست‌محیطی احراز شود.
- ظرفیت برد گردشگری منطقه در تعیین کاربری لحاظ شود.
- رعایت سایر فواصل مندرج در جدول الف- ۱ الزامی است.

تبصره ۱ ماده ۹:

- تعیین تکلیف استقرار واحدهای خدماتی رده‌های ۱ و ۲ بر عهده اداره کل حفاظت محیط‌زیست استان و تعیین تکلیف واحدهای رده ۳ بر عهده معاونت محیط‌زیست طبیعی و تنوع زیستی سازمان حفاظت محیط‌زیست خواهد بود.

تبصره ۲ ماده ۹:

- طرح‌های تفرج گسترده و متمرکز که شامل اقامتگاه‌های بوم‌گردی، سفره‌خانه‌های سنتی و محیط‌ها و پارک‌های طبیعت‌گردی هستند و موافقت اصولی آن‌ها از سوی وزارت میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی صادر شده، مشمول این ماده می‌شوند.

ماده ۱۰: ضوابط استقرار در اراضی ملی مناطق تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط‌زیست

- استقرار فعالیت‌های تفرج گسترده و متمرکز رده‌های ۱، ۲ و ۳ در اراضی «ملی» مناطق تحت مدیریت سازمان، صرفاً در زون‌های تفرج گسترده و تفرج متمرکز مندرج در طرح مصوب مدیریت مناطق مجاز است و باید شرایط زیر رعایت شود:

- عرصه باید خارج از نواحی امن و زیست‌بوم‌های حساس باشد.
- بلامعارض بودن عرصه احراز گردد.
- ظرفیت برد گردشگری منطقه رعایت شود.

تبصره ماده ۱۰: تعیین تکلیف این موارد نیز توسط معاونت محیط‌زیست طبیعی و تنوع زیستی سازمان انجام خواهد شد.

- این ماده صرفاً شامل فعالیت‌هایی است که دارای موافقت اصولی از وزارت میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی در حوزه اقامتگاه بوم‌گردی، سفره‌خانه سنتی و پارک‌های طبیعت‌گردی می‌باشند.

ماده ۱۱: طرح‌های طبیعت‌گردی جامعه‌محور در تالاب‌ها:

- اجرای طرح‌های طبیعت‌گردی جامعه‌محور در تالاب‌ها باید در چارچوب برنامه‌های مدیریت زیست‌بومی مناطق باشد و منوط به تأیید معاونت محیط‌زیست دریایی و تالاب‌ها خواهد بود.

ماده ۱۲: الزامات زیست‌محیطی واحدهای خدماتی:

- تمام واحدهای خدماتی مشمول این ضوابط ملزم به رعایت کامل ملاحظات زیست‌محیطی هستند که شامل موارد زیر می‌شود:
- استانداردسازی تمام خروجی‌های واحد شامل آب، خاک، پسماند و هوا
- اختصاص حداقل ۵ درصد از کل مساحت عرصه به فضای سبز مشجر
- جلوگیری از ایجاد هرگونه آلودگی یا مزاحمت برای محیط‌زیست و جامعه محلی

ماده ۱۳: ممنوعیت‌های استقرار در شعاع‌های کلان‌شهری:

- واحدهای خدماتی مشمول این ضوابط از ممنوعیت‌های استقرار در شعاع‌های مشخص کلان‌شهرها مستثنا هستند.

ماده ۱۴: مدت اعتبار مجوزهای محیط زیستی:

- اعتبار مجوزهای زیست‌محیطی صادر شده در مرحله احداث، مدت زمان دو سال شمسی خواهد بود.
- در صورت عدم اقدام اجرایی و فیزیکی در این مدت، مجوز صادره بی‌اعتبار شده و متقاضی موظف است برای ادامه کار، نظر مجدد اداره کل حفاظت محیط‌زیست را دریافت کند [13].

جدول ۸: جدول الف-۱ حداقل فواصل مجاز برای استقرار واحدهای خدماتی

ردیف	فاصله از مراکز و مناطق مختلف (متر)		رده ۱	رده ۲	رده ۳	رده ۴
۱	سکونتگاه‌ها*	شهر مرکز استان	-	۲۰۰	۳۰۰	۶۰۰
۲		محدوده مصوب شهری	-	۱۵۰	۲۵۰	۵۰۰
۳		محدوده طرح هادی روستا	-	۱۰۰	۲۰۰	۴۰۰
۴	سایر مراکز جمعیتی	مدرسه، دانشگاه، بیمارستان و سکونتگاه‌های با جمعیت کمتر از ۲۰ خانوار	-	۱۰۰	۱۵۰	۳۰۰
۵	پارک ملی – اثر طبیعی ملی		خارج از مرز بلافصل	۱۰۰	۱۵۰	۲۵۰
۶	رودخانه‌های حفاظت‌شده**		مطابق دستورالعمل ناحیه‌بندی استقرار کاربری در حریم کیفی منابع آب سطحی			۲۰۰
۷	تالاب*** سواحل دریا		۱۵۰			۳۰۰
۸	پناه حیات وحش – منطقه حفاظت‌شده		-	-	-	۱۰۰
۹	رودخانه‌های دائمی، نهرهای طبیعی، دریاچه‌های طبیعی و مخازن سدها****		مطابق دستورالعمل ناحیه‌بندی استقرار کاربری در حریم کیفی منابع آب سطحی			۱۰۰
۱۰	رودخانه‌های فصلی و مسیل‌ها		مطابق دستورالعمل ناحیه‌بندی استقرار کاربری در حریم کیفی منابع آب سطحی			
۱۱	آب زیرزمینی (چاه آب شرب، چشمه و قنات)		رعایت حریم‌های قانونی چاه‌های آب شرب، چشمه و قنوات دایر			

* ملاک تعیین فاصله از سکونتگاه‌های شهری و روستایی، حداقل فاصله از نزدیک‌ترین محدوده شهری یا روستایی (اعم از داخل یا خارج از محدوده شهرستان) خواهد بود.

** در خصوص رودخانه‌های حفاظت‌شده، حریم تعیین‌شده در تبصره ۴ ماده ۱ دستورالعمل ناحیه‌بندی استقرار کاربری در حریم کیفی منابع آب سطحی ملاک عمل خواهد بود و فاصله از مرز حریم کیفی رودخانه به عنوان معیار سنجش در نظر گرفته می‌شود.

*** تمامی تالاب‌های مشمول بند (ض) ماده ۱ این ضابطه مد نظر قرار دارند. با توجه به تراز افقی ۱۵۰ متر مقطوع از حد بستر تالاب‌های تحت مدیریت سازمان حفاظت محیط‌زیست، این نوار ۱۵۰ متری به طور کامل به عنوان پهنه حفاظت لحاظ می‌شود. لذا ملاک فاصله‌گذاری، ۱۵۰ متر خارج از پهنه حفاظت خواهد بود. در خصوص مناطق ساحلی «مکران»، مطابق با بند (پ) ماده ۸ این ضابطه اقدام می‌شود.

**** در ارتباط با منابع آب سطحی موضوع بند ۹ جداول، ملاک فاصله، میزان فاصله تعیین شده از حریم کیفی منابع آب خواهد بود.

خواننده گرامی

امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور، با گذشت بیش از پنجاه سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر نهصد عنوان ضابطه و نشریه تخصصی - فنی، در قالب آیین‌نامه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. نشریه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت‌های عمرانی به کار برده شود. فهرست و متن کامل ضوابط و نشریه‌های منتشر شده در سال‌های اخیر، ذیل نشانی Nezamfanni.ir برای عموم قابل دستیابی می‌باشد.

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Standards, Requirements, and Guidelines for Municipal Waste Incineration Facilities

IR-Code 922

Last Edition: 22-06-2026

Deputy of Technical, Infrastructure and Production Affairs
Department of Technical & Executive Affairs
nezamfanni.ir

2026

این نشریه

در پاسخ به نیاز روزافزون دستگاه‌های اجرایی، مدیران شهری، نهادهای سیاست‌گذار و سرمایه‌گذاران به وجود چارچوبی مدون و قابل استناد برای ارزیابی اولیه پروژه‌های پسماندسوزی تهیه شده و هدف اصلی آن، ایجاد مبنایی روشن و یکپارچه برای تصمیم‌گیری‌های فنی، اقتصادی، زیست‌محیطی و سازمانی در مراحل طراحی، برنامه‌ریزی و اجرای پروژه‌ها می‌باشد.

در این راستا، مجموعه‌ای از معیارها و شاخص‌های کلیدی با رویکردی نظام‌مند و مبتنی بر تجارب علمی، تخصصی و اجرایی، در قالب این راهنما گردآوری و ارائه شده است. این معیارها به‌گونه‌ای تنظیم گردیده‌اند که ضمن انطباق با استانداردها و دستورالعمل‌های معتبر بین‌المللی، با شرایط بومی کشور و مقتضیات اجرایی دستگاه‌های ذی‌ربط نیز همخوانی داشته باشند. بر این اساس، راهنمای حاضر می‌تواند به عنوان مرجع فنی و کاربردی جهت ارزیابی امکان‌پذیری پروژه‌های پسماندسوزی در ابعاد مختلف مورد استفاده مدیران، تصمیم‌گیران و بهره‌برداران قرار گیرد.