



الزامات مدیریت کیفیت هوا
Air Quality Management Requirements



راهنمای مدیریت
گازهای مخرب لایه ازن
HSE - 472 - 01

در سیستم مدیریت
بهداشت، ایمنی و محیط زیست

سند حاضر با هدف ارائه راهنمایی و حفظ یکپارچگی در تدوین مستندات مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست شرکت ملی صنایع پتروشیمی، توسط مدیریت HSE شرکت تهیه شده و کلیه حقوق آن محفوظ و متعلق به آن شرکت می باشد.



راهنمای مدیریت گازهای مخرب لایه اوزن در سیستم مدیریت HSE (HSE-472- 01)

۱- مقدمه

به منظور حفظ یکپارچگی در نظام مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست، این سند به عنوان راهنمایی برای تحقق اهداف مدیریت HSE تهیه شده است. در این سند حداقل الزامات در برآورده کردن نیازمندی مربوطه به کنترل نشر مواد مخرب لایه اوزن بیان شده و هر یک از شرکت های پتروشیمی را در نحوه ایجاد فرآیندهای مورد نیاز کمک خواهد نمود. در ضمن، سند حاضر کاربرد فراوانی در انجام ممیزی های این نظام داشته و در آن به نکات مهم و برجسته قابل توجه در هنگام ممیزی نیز اشاره شده است.



۲- الزامات قانونی

- ۱-۲- پروتکل مونترال در مورد مواد کاهنده لایه اوزن (مونترال - ۱۹۸۷، پذیرش توسط ایران ۱۳۶۹ ه.ش)
- ۲-۲- اصلاحیه های لندن (۱۹۹۰)، کینهاک (۱۹۹۲)، مونترال (۱۹۹۷)
- ۳-۲- کنوانسیون سازمان ملل متحد در مورد تغییرات آب و هوا (نیویورک - ۱۳۷۱، ۱۹۹۲ ه.ش)
- ۴-۲- کنوانسیون وین برای حفاظت از لایه اوزن (وین - ۱۹۸۵)
- ۵-۲- اصل پنجاهم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران
- ۶-۲- قانون واردات و صادرات
- ۷-۲- قانون حفاظت و بهسازی محیط زیست
- ۸-۲- قانون جلوگیری از آلودگی هوا
- ۹-۲- استاندارد ملی شماره ۱۰۱۰۷ با عنوان «هالون ۱۳۰۱، بروموتری فلورومتان بارگیری، حمل و نقل و ذخیره سازی»

۳- تعاریف

۱-۳- **لایه اوزن:** قسمتی از استراتوسفر که حاوی گاز طبیعی اوزن (O_3) است. لایه اوزن به عنوان سپر محافظ گیاهان، حیوانات و انسان ها در برابر تابش پرتو ماوراء بنفش خورشید عمل کرده و از برخورد طول موج های کشنده آن به زمین جلوگیری می کند.

۲-۳- **حفره اوزن:** تخریب لایه اوزن در حضور برخی مواد شیمیایی نظیر کلر، فلئور، برم، این عناصر در برخی ترکیبات پایدار به خصوص کلروفلئوروکربن ها (CFCها) یافت می شود. این مواد به استراتوسفر راه یافته به وسیله نور فرابنفش، تجزیه می شود. کلر اتمی این توانایی را دارد که مولاریته اوزن را به اندازه تقریباً ۱۰۰,۰۰۰ برابر کاهش دهد.

۳-۳- **مواد مخرب لایه اوزن:** مواد فهرست شده در ضمیمه های E و C.B.A پروتکل مونترال که در پیوست ۱ این راهنما موجود بوده و اثر مخرب بر لایه اوزن دارند. طبق پروتکل مونترال و اصلاحیه های آن، تولید و مصرف این مواد مطابق با برنامه زمانبندی ارائه شده باید محدود و سپس حذف گردد.

۴-۳- **پتانسیل تخریب لایه اوزن (ODP):** عددی است که قدرت مواد شیمیایی مختلف را در تخریب لایه اوزن نشان می دهد.

۵-۳- **CFCها:** فریون ها یا کلروفلوروکربن ها (CFC) جزو گروه بزرگی از ترکیبات شیمیایی هستند که در آنها یک مولکول متان و یا اتان به دو یا چند اتم کلر و فلور اتصال دارد. این مواد از مخربهای اصلی لایه اوزن به شمار می رود.

۶-۳- **هالونها:** هالون ها مشتقات هیدروکربن های متان (CH_4) یا اتان (C_2H_6) هستند که به جای یک یا چند هیدروژن آنها، یک یا چند عنصر هالوژن (شامل عناصر گروه هفتم جدول تناوبی عناصر که عبارت است از فلئور (F)، برم (Br)، کلر (Cl)، و ید (I) جایگزین شده است. ترکیب این مواد در سیستم های اطفای حریق بطور گسترده ای مورد بهره برداری قرار می گیرد. این مواد بسیار مخرب تر از کلرو فلورو کربنها بوده و دارای ODP بین ۶ تا ۱۰ می باشند.

هالون ها دارای این قابلیت می باشد که در طبقات پایین جو زمین برای مدت ها بدون تغییر باقی مانده و کم کم خود را به طبقات بالاتر و استراتوسفر رسانده و در آنجا در اثر تشعشع خورشیدی تبدیل به ترکیبات فعالی شده و ایجاد رادیکال کلر نماید که هر مولکول آنها استعداد انهدام بیش از صد هزار مولکول اوزن موجود در لایه محافظ زمین را خواهد داشت.

۳-۷- HCFC ها: یکی از جایگزینهای آزمایشی برای CFC ها هستند. این ترکیبات مشابه فریونها، که به طور کامل هالوژنه نیستند و در ترکیب آنها هیدروژن هم وجود دارد اثر تخریبی کمتری نسبت به CFC ها و هالون ها بر لایه اوزن دارد زیرا هیدروژن باعث کاهش زمان حضور آنها در اتمسفر می شود.

۳-۸- HFC ها (هیدروفلوئوروکربن ها): جانشین بسیار مناسبی برای CFC ها و HCFC ها است. اما از گازهای قوی گلخانه‌ای محسوب می شود. این مواد در مقایسه با انواع پیشین، اثر گلخانه‌ای ضعیفتری دارد، اما اغلب ۱۲ هزار بار قوی تر از دی اکسید کربن اثر گلخانه‌ای دارد.

۳-۹- تعهدات کشور جمهوری اسلامی: کشور جمهوری ایران با الحاق به معاهدات بین المللی، تعهدات متعددی را در خصوص حفاظت از لایه اوزن پذیرفته و متعهد شده است. این تعهدات به طور خلاصه در جدول ۱ آورده شده است.

۳-۱۰- شرکت یا مجتمع: مقصود از شرکت یا مجتمع، کلیه شرکتهای تولیدی، خدماتی یا سازمانهای مناطق ویژه پتروشیمی می باشد.

جدول ۱- وضعیت پذیرش معاهدات بین المللی مربوط به حفظ لایه اوزن از طرف جمهوری اسلامی ایران

اهداف عمده	لازم الاجرا شدن	تصویب / پذیرش	کنوانسیون / پروتکل
حفاظت از لایه اوزن	تیر ۱۳۷۰	اسفند ۱۳۶۹	کنوانسیون وین
الف- تهیه فهرست مواد مخرب لایه اوزن ب- تدوین اقدامات کنترلی	تیر ۱۳۷۰	اسفند ۱۳۶۹	پروتکل مونترال
الف- افزودن تتراکلرید کربن، تری کلرو اتان و سایر مواد شیمیایی به فهرست ب- اتخاذ مکانیزمهای مالی برای کشورهای مشمول بند ۵ پروتکل مونترال	تیر ۱۳۷۶	فروردین ۱۳۷۶	اصلاحیه لندن
افزودن هیدروکلرو فلورو کربن ها، هیدرو برومو کلرو کربنها و سایر مواد	تیر ۱۳۷۶	فروردین ۱۳۷۶	اصلاحیه کپنهاگ
معرفی سیستم صدور مجوز صادرات و واردات مواد مخرب لایه اوزن برای جلوگیری از تجارت غیرقانونی این مواد	شهریور ۱۳۸۰	تیر ۱۳۷۶	اصلاحیه مونترال
الف- افزودن بروموکلرومتان به فهرست ب- تاکید بر کنترل هیدرو فلورو کربنها و بازنگری روشهای کنترل و محدود سازی تجارت آن	-	در حال انجام	اصلاحیه پکن



۴- محدوده تحت تاثیر راهنما

مفاد این راهنما برای کلیه فرایندها و اماکن متعلق به مجتمع های پتروشیمی کاربرد دارد.

۵- قواعد کلی

۱-۵- هر شرکت باید از آخرین قوانین و مقررات ملی مربوط به حذف مواد مخرب لایه اوزن آگاهی داشته باشد.

۲-۵- مسئولیت پیاده سازی و حسن اجرای ملزومات این راهنما بر عهده امور HSE بوده و فعالیتهای مرتبط با پیش، جایگزینی و امحاء مواد مخرب لایه اوزن به عهده مدیریت شرکت است که با نظارت امور HSE صورت می پذیرد.

۳-۵- ضروری است کلیه موارد مصرف گازهای مخرب لایه اوزن در داخل شرکت، که فهرست آنها در جدول ۲ تا ۵ ضمیمه یک این راهنما موجود است شناسایی و فهرست شود. صنایع پتروشیمی تولید کننده این مواد نیستند و تنها ممکن است در موارد زیر از این مواد استفاده نماید:

- به عنوان سیال مبرد در تجهیزات برودتی اعم از یخچال های صنعتی، کامیون های یخچال دار، کانتینرهای یخچال دار، کولر گازی و معمولاً به صورت گاز R-12 مورد استفاده قرار می گیرد.
- در تجهیزات تهویه مطبوع شامل دستگاه های تهویه مطبوع ساختمان های، اداری به کار می رود.
- هالونها معمولاً در بخش سیستمهای اطفاء حریق استفاده می شود.
- به عنوان مواد پف دهنده در عایقکاری ها استفاده می شود که عمدتاً R-11 می باشد.
- به عنوان حلال عمدتاً CFC-113، تتراکلرید کربن و متیل کلروفرم جهت زدودن آلیاژها و حذف روغن از روی سطوحی که می بایست از هر گونه آلودگی ناچیز هم عاری باشد بکار می رود.

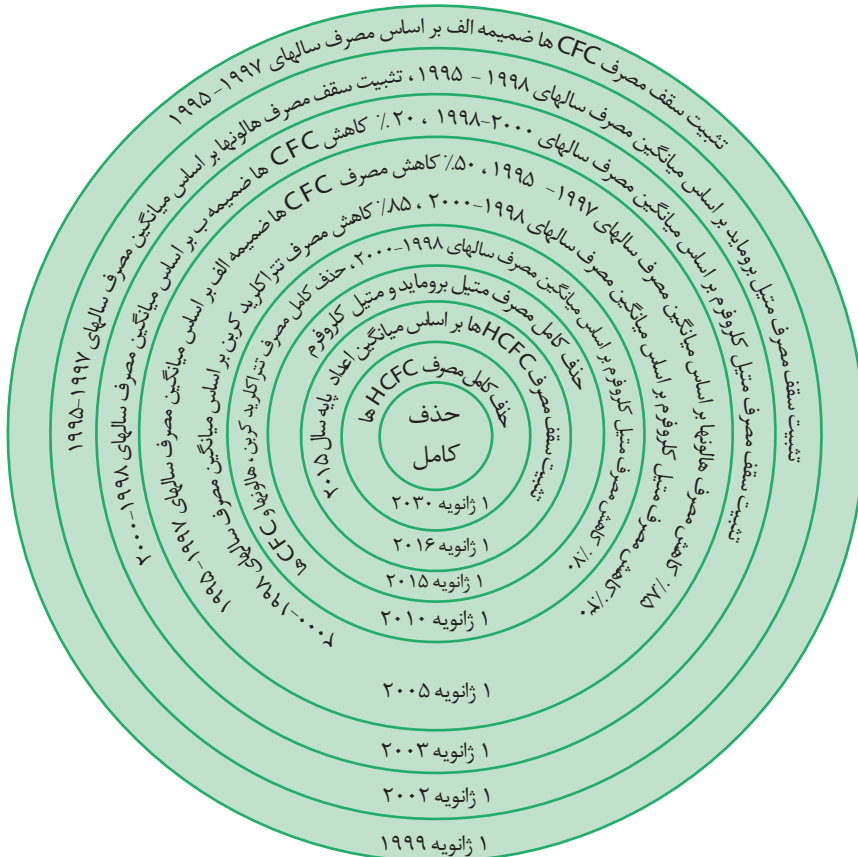
۴-۵- با توجه به ممنوع شدن ورود کالاهای حاوی مواد مخرب لایه اوزن مثل چیلر، دستگاههای تهویه مطبوع و کمپرسورهای حاوی مواد مخرب لایه اوزن از ابتدای سال ۱۳۸۳، خرید تجهیزات حاوی مواد مخرب لایه اوزن ممنوع می باشد.

۵-۵- در صورت مصرف هر یک از مواد فهرست شده در ضمیمه ۱، لازم است اطلاعات زیر جمع آوری و به صورت مستمر به روز رسانی شود. دوره به روز رسانی بر حسب مشخصات سیستم تعیین می گردد و باید به صورتی انجام شود که همواره میزان موجودی، خریداری شده و مصرف شده آنها مشخص باشد:

- نام گاز مخرب لایه اوزن
- نام و محل تجهیزاتی که از این گاز استفاده می شود.
- حجم گاز موجود در تجهیزات
- میزان شارژ سالانه
- علت نشر یا نشت

۶-۵- از آنجا که در صنایع پتروشیمی گازهای مخرب لایه اوزن عمدتاً در سیکلهای بسته مورد استفاده قرار می گیرند، لازم است در دوره های زمانی مشخص، به ازای میزان گاز نشت یافته از تجهیز، مقدار مشخصی به سیستم شارژ شود. بنابراین میزان شارژ سالانه بیانگر میزان نشر گازهای مخرب لایه اوزن به محیط هستند. لذا هر سازمان باید این میزان شارژ را به صورت سالانه یا هر دوره زمانی که معمولاً سیستم شارژ می شود، ثبت و اسناد آنرا نگهداری نماید.

۷-۵- برنامه زمان بندی تثبیت، کاهش و حذف تولید و مصرف گازهای مخرب لایه اوزن مطابق با برنامه ارائه شده در پروتکل مونترال (شکل ۱) و اصلاحیه های آن می باشد که ایران نیز متعهد به رعایت آن است، لذا ضروری است هر سازمان مطابق با آن و نیز برنامه های تدوین شده توسط دفتر حفاظت لایه اوزن و کمیته ملی اوزن اقدام نمایند.



شکل ۱- برنامه زمان بندی حذف مواد مخرب لایه اوزن (پروتکل مونترال)

۸-۵- با توجه به برنامه زمان بندی حذف تولید و مصرف گازهای مخرب لایه اوزن و تعهد حذف کامل مصرف تتراکلرید کربن، هالونها و CFCها، ضروری است هیچ سازمانی از این مواد استفاده نکرده و در صورتیکه هنوز موارد استفاده از آنها وجود دارد اجرای برنامه جایگزینی را در اسرع وقت عملیاتی نماید. در این خصوص می توان به مواد شیمیایی خشک چند منظوره، خاموش کننده های CO_2 ، سیستم های هالوکربنی غیرمخرب لایه اوزن، سیستم های گاز بی اثر و سیستم های مه آب، به عنوان برخی از جایگزین های هالون اشاره کرد. همچنین دی اکسید کربن، LCD ، C-pentane و ... برخی از جایگزین های CFC ها هستند که بسته به ویژگیهای سیستم قابل استفاده می باشند.



۹-۵- با توجه به برنامه حذف مصرف متیل بروماید و متیل کلروفرم تا سال ۲۰۱۵ میلادی، لازم است برنامه حذف و جایگزینی این مواد در هر سازمانی که از این مواد استفاده می کند جزء برنامه های اولویت دار زیست محیطی قرار گرفته و سازمان برنامه مدون و مشخصی را برای حذف این مواد تهیه نماید. متیل بروماید ممکن است برای ضد عفونی کالاها و ساختمان ها مورد استفاده قرار گیرد و فسفین، جایگزین پیشنهادی برای این ماده است. همچنین حلالهای مشتق شده از الکل، مخلوط هیدروکربن / سورفاکتانت و پرکلور کربن برخی از جایگزینهای پیشنهاد شده برای متیل کلروفرم می باشد.

۱۰-۵- در چارچوب برنامه زمانبندی پیشین پروتکل مونترال برای حذف مواد مخرب لایه اوزن، کشورهای مشمول ماده ۵ این پروتکل (کشورهای در حال توسعه) اجازه داشتند تا سال ۲۰۴۰ نسبت به حذف تولید و مصرف HCFC ها اقدام نمایند. اما در نوزدهمین نشست اعضای پروتکل، فعالیتهای مربوط به حذف این مواد از چرخه تولید و مصرف مورد بازنگری قرار گرفته و حذف کامل مصرف این مواد تا سال ۲۰۳۰ مورد تصویب قرار گرفت. لذا، لازم است برنامه حذف و جایگزینی این مواد در هر سازمان که از این مواد استفاده می کنند تا تاریخ مذکور تهیه و اجرایی گردد.

شایان ذکر است این مواد عمدتاً به صورت گاز R-22 و R-123 در بخش تهویه مطبوع و تبرید و R-141b در تولید انواع اسفنج و عایق مورد استفاده قرار می گیرد. این مواد ممکن است مصارفی نیز در آتش نشانی داشته باشند.

۱۱-۵- HCFC ها هم مخرب لایه اوزن و هم عاملی برای گرمایش زمین محسوب می گردند. بر این اساس لازمه انتخاب تکنولوژی های مبتنی بر مواد غیر مخرب لایه اوزن، ارزیابی و تشخیص مقدار پتانسیل گرمایش جهانی (GWP) مواد جایگزین و همچنین توجه به اثرات جایگزین های جدید بر مصرف انرژی می باشد.

۱۲-۵- در صورت اجرای پروژه های تبدیل و جایگزینی در هر سازمان، ضروری است تمامی اقدامات با اطلاع و هماهنگی امور محیط زیست مدیریت HSE شرکت ملی صنایع پتروشیمی و دفتر حفاظت لایه اوزن، سازمان حفاظت محیط زیست انجام شود تا از امکانات آن دفتر در زمینه استفاده از مراکز بازیافت مواد مخرب لایه اوزن، خصوصاً هالون ها و نیز مراکز اطلاع رسانی بهره لازم گرفته شود.

۱۳-۵- ضروری است از انتشار مواد مخرب لایه اوزن در هنگام تبدیل سیستم، جایگزینی مواد و تعمیرات جلوگیری شود، در غیراینصورت، سازمان برخلاف تعهدات زیست محیطی عمل نموده است چراکه منظور از حذف مصرف مواد مخرب لایه اوزن جلوگیری از انتشار بیش از حد این مواد در جو زمین می باشد.

۱۴-۵- در زمان تهیه این راهنما (زمستان ۹۰) دفتر حفاظت لایه اوزن با همکاری سازمان آتش نشانی و سازمان توسعه صنعتی ملل متحد در حال تهیه دستگاههای بازیافت و استفاده مجدد از گازهای مخربی است که بعد از جایگزینی جمع آوری شده اند، لذا پیشنهاد می گردد مواد مخرب جایگزین شده تا زمان آمادگی سازمان محیط زیست جهت جمع آوری، بازیافت و امحاء این گازها در داخل سازمان ها به صورت مناسب نگهداری شود. در این خصوص استاندارد ملی شماره ۱۰۱۰۷ با عنوان «هالون ۱۳۰۱، بروموتری فلورو متان، بارگیری حمل و نقل و ذخیره سازی» الزامات را برای شرایط نگهداری و ذخیره سازی بیان داشته است که می توان از طریق سایت موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به آن دسترسی یافت.

۱۵-۵- روشهای امحاء گازهای مخرب لایه اوزن و الزامات مربوطه در پیوست ۲ این راهنما آورده شده است، گرچه ممکن است برخی سازمان ها به دلیل برخورداری از این تجهیزات امکان امحاء مواد مخرب لایه اوزن را داشته باشند اما با توجه به آنکه معمولاً میزان این مواد در شرکتهای پتروشیمی قابل توجه نیست و امحاء آنها نیز با ملاحظات بسیار صورت می گیرد، پیشنهاد می گردد این مواد جهت امحاء به سازمان محیط زیست سپرده شود.



۶- ضمانت اجرایی

۶-۱- لازم است کلیه فعالیت های مرتبط راهنمای پایش و الزامات زیست محیطی گازهای مخرب لایه ازن شامل شناسایی منابع نشر، انتخاب تجهیزات کنترل و پایش و بهره برداری از سیستم های پایش با هماهنگی بخش محیط زیست و تأیید امور HSE صورت پذیرد.

۶-۲- همانند سایر بخش های HSE-MS روند اجرایی این راهنما نیز توسط ممیزین NPC مورد ممیزی قرار خواهد گرفت و نتایج مربوطه به مدیریت عامل هر شرکت اعلام خواهد شد.



پیوست ۱

فهرست مواد مخرب لایه اوزن مطابق با ضمایم پروتکل مونترال

جدول ۱- فهرست موادی که تولید و مصرف مواد آن از اول ژانویه ۲۰۱۰ ممنوع می باشد.

Group	Substance	Ozone-Depleting *Potential
Group I		
CFCl ₃	(CFC 11)	1.0
CF ₂ Cl ₂	(CFC 12)	1.0
C ₂ F ₃ Cl ₃	(CFC 113)	0.8
C ₂ F ₄ Cl ₂	(CFC 114)	1.0
C ₂ F ₅ Cl	(CFC 115)	0.6
Group II		
CF ₂ BrCl	(halon 1211)	3.0
CF ₃ Br	(halon 1301)	10.0
C ₂ F ₄ Br ₂	(halon 2402)	6.0

جدول ۲- تولید و مصرف مواد گروه یک و دو این دسته از اول ژانویه ۲۰۱۰ و گروه سه از ابتدای سال ۲۰۱۵ ممنوع می باشد.

Group	Substance	Ozone-Depleting *Potential
Group I		
CF ₃ Cl	(CFC 13)	1.0
C ₂ FCl ₅	(CFC 111)	1.0
C ₂ F ₂ Cl ₄	(CFC 112)	1.0
C ₃ FCl ₇	(CFC 211)	1.0
C ₃ F ₂ Cl ₆	(CFC 212)	1.0
C ₃ F ₃ Cl ₅	(CFC 213)	1.0
C ₃ F ₄ Cl ₄	(CFC 214)	1.0
C ₃ F ₅ Cl ₃	(CFC 215)	1.0
C ₃ F ₆ Cl ₂	(CFC 216)	1.0
C ₃ F ₇ Cl	(CFC 217)	1.0
Group II		
CCl ₄	carbon tetrachloride	1.1
Group III		
C ₂ H ₃ Cl ₃	1,1,1-trichloroethane (methylchloroform)	0.1

جدول ۳- تولید و مصرف مواد گروه یک این دسته از اول ژانویه ۲۰۳۰ و گروه دو از سال ۱۹۹۶، گروه سه از سال ۲۰۰۲ ممنوع شده است.

Group	Substance	Number of isomers	Ozone-Depleting *Potential	
Group I				
	CHFCI ₂	** (HCFC 21)	1	0.04
	CHF ₂ Cl	** (HCFC 22)	1	0.055
	CH ₂ FCI	(HCFC 31)	1	0.02
	C ₂ HFCI ₄	(HCFC 121)	2	0.01-0.04
	C ₂ HF ₂ Cl ₃	(HCFC 122)	3	0.02-0.08
	C ₂ HF ₃ Cl ₂	(HCFC 123)	3	0.02-0.06
	CHCl ₂ CF ₃	** (HCFC 123)	-	0.02
	C ₂ HF ₄ Cl	(HCFC 124)	2	0.02-0.04
	CHFClCF ₃	** (HCFC 124)	-	0.022
	C ₂ H ₂ FCI ₃	(HCFC 131)	3	0.007-0.05
	C ₂ H ₂ F ₂ Cl ₂	(HCFC 132)	4	0.008-0.05
	C ₂ H ₂ F ₃ Cl	(HCFC 133)	3	0.02-0.06
	C ₂ H ₃ FCI ₂	(HCFC 141)	3	0.005-0.07
	CH ₃ CFCl ₂	** (HCFC 141b)	-	0.11
	C ₂ H ₃ F ₂ Cl	(HCFC 142)	3	0.008-0.07
	CH ₃ CF ₂ Cl	** (HCFC 142b)	-	0.065
	C ₂ H ₄ FCI	(HCFC 151)	2	0.003-0.005
	C ₃ HFCI ₆	(HCFC 221)	5	0.015-0.07
	C ₃ HF ₂ Cl ₅	(HCFC 222)	9	0.01-0.09
	C ₃ HF ₃ Cl ₄	(HCFC 223)	12	0.01-0.08
	C ₃ HF ₄ Cl ₃	(HCFC 224)	12	0.01-0.09
	C ₃ HF ₅ Cl ₂	(HCFC 225)	9	0.02-0.07
	CF ₃ CF ₂ CHCl ₂	** (HCFC 225ca)	-	0.025
	CF ₂ ClCF ₂ CHClF	** (HCFC 225cb)	-	0.033
	C ₃ HF ₆ Cl	(HCFC 226)	5	0.02-0.10
	C ₃ H ₂ FCI ₅	(HCFC 231)	9	0.05-0.09
	C ₃ H ₂ F ₂ Cl ₄	(HCFC 232)	16	0.008-0.10
	C ₃ H ₂ F ₃ Cl ₃	(HCFC 233)	18	0.007-0.23
	C ₃ H ₂ F ₄ Cl ₂	(HCFC 234)	16	0.01-0.28
	C ₃ H ₂ F ₅ Cl	(HCFC 235)	9	0.03-0.52
	C ₃ H ₃ FCI ₄	(HCFC 241)	12	0.004-0.09



Group	Substance	Number of isomers	Ozone-Depleting *Potential
$C_3H_3F_2Cl_3$	(HCFC 242)	18	0.005-0.13
$C_3H_3F_3Cl_2$	(HCFC 243)	18	0.007-0.12
$C_3H_3F_4Cl$	(HCFC 244)	12	0.009-0.14
$C_3H_4FCl_3$	(HCFC 251)	12	0.001-0.01
$C_3H_4F_2Cl_2$	(HCFC 252)	16	0.005-0.04
$C_3H_4F_3Cl$	(HCFC 253)	12	0.003-0.03
$C_3H_5FCl_2$	(HCFC 261)	9	0.002-0.02
$C_3H_5F_2Cl$	(HCFC 262)	9	0.002-0.02
C_3H_6FCl	(HCFC 271)	5	0.001-0.03
Group II			
CHFBr ₂		1	1.00
CHF ₂ Br	(HBFC-22B1)	1	0.74
CH ₂ FBr		1	0.73
C ₂ HFBBr ₄		2	0.3-0.8
C ₂ HF ₂ Br ₃		3	0.5-1.8
C ₂ HF ₃ Br ₂		3	0.4-1.6
C ₂ HF ₄ Br		2	0.7-1.2
C ₂ H ₂ FBr ₃		3	0.1-1.1
C ₂ H ₂ F ₂ Br ₂		4	0.2-1.5
C ₂ H ₂ F ₃ Br		3	0.7-1.6
C ₂ H ₃ FBr ₂		3	0.1-1.7
C ₂ H ₃ F ₂ Br		3	0.2-1.1
C ₂ H ₄ FBr		2	0.07-0.1
C ₃ HFBBr ₆		5	0.3-1.5
C ₃ HF ₂ Br ₅		9	0.2-1.9
C ₃ HF ₃ Br ₄		12	0.3-1.8
C ₃ HF ₄ Br ₃		12	0.5-2.2
C ₃ HF ₅ Br ₂		9	0.9-2.0
C ₃ HF ₆ Br		5	0.7-3.3
C ₃ H ₂ FBr ₅		9	0.1-1.9
C ₃ H ₂ F ₂ Br ₄		16	0.2-2.1
C ₃ H ₂ F ₃ Br ₃		18	0.2-5.6
C ₃ H ₂ F ₄ Br ₂		16	0.3-7.5
C ₃ H ₂ F ₅ Br		8	0.9-1.4
C ₃ H ₃ FBr ₄		12	0.08-1.9

Group	Substance	Number of isomers	Ozone-Depleting *Potential
$C_3H_3F_2Br_3$		18	0.1-3.1
$C_3H_3F_3Br_2$		18	0.1-2.5
$C_3H_3F_4Br$		12	0.3-4.4
$C_3H_4FBr_3$		12	0.03-0.3
$C_3H_4F_2Br_2$		16	0.1-1.0
$C_3H_4F_3Br$		12	0.07-0.8
$C_3H_5FBr_2$		9	0.04-0.4
$C_3H_5F_2Br$		9	0.07-0.8
C_3H_6FBr		5	0.02-0.7
Group III			
CH_2BrCl	bromochloromethane	1	0.12

جدول ۴- فهرست موادی که تولید و مصرف آنها از ژانویه ۲۰۱۵ ممنوع شده است.

Group	Substance	Ozone-Depleting *Potential
Group I		
CH_3Br	methyl bromide	0.6



پیوست ۲

الزامات و روشهای تخریب مواد مخرب لایه اوزن

۱- قواعد کلی

در حفاظت از لایه ازن، به همان اندازه که دقت در استفاده از مواد مخرب لایه اوزن به ویژه کلروفلوئوروکربن ها (CFCها) مهم است، بازیافت، بازیابی و تخریب آنها نیز اهمیت دارد. تکنولوژی های تخریب مواد مخرب لایه اوزن (ODS)^۱ باید دارای توانایی های زیر باشد:

- بازدهی بالای دفع
- تجهیزات و اکشنگر در مقابل تجزیه محصولات از قبیل کلریدها و فلئوئوریدها
- اطمینان از حذف کلریدها، فلئوئوریدها و محصولات جانبی در گازهای خروجی، پساب ها، خاکسترها و ...
- موارد زیر در شرایط عملیاتی حتما باید آزمایش و یا اندازه گیری شود و در صورت نیاز عملیات، تجهیزات و نحوه اجرا بازبینی و اصلاح شود.
- غلظت CFC در گاز خروجی، و کیفیت خوراک ورودی CFC برای تخریب باید مشخص شود. بازدهی بالای دفع و تخریب CFC باید تأیید شود.
- بازدهی دفع CFC باید توسط غلظت CFC در گاز خروجی یا بازدهی تجزیه، کنترل شود. غلظت CFC در گاز خروجی نهایی باید ppm ۱ و کمتر از آن و بازدهی تجزیه باید ۹۹/۹۹٪ یا بالاتر باشد.

۲- روش های از بین بردن مواد مخرب لایه اوزن

این روشها به چهار گروه تقسیم می شوند:

- زباله سوزها
- کوره های صنعتی
- تکنولوژی های پلاسما
- سایر تکنولوژی ها

۲-۱- تکنولوژی های زباله سوزی

در تکنولوژی های زباله سوزی از «مشعل کنترل شده برای از بین بردن مواد مخرب لایه اوزن» استفاده می شود. شش نوع متفاوت از زباله سوزها برای تخریب مواد مخرب لایه اوزن بکار برده می شود که عبارتند از:

- زباله سوز (rotary kiln (Rotary Kiln Incineration)
- زباله سوز تزریق مایع (Liquid Injection Incineration)
- زباله سوز با بستر سیال (Fluidized Bed Incineration)
- زباله سوز با خاکسترگاه ثابت (Fixed Hearth Incineration)
- رآکتور کراکینگ (Reactor Cracking)
- زباله سوزی با گاز یا دود (Gas/Fume Incineration)

1-Ozone Depleting Substances

۲-۲- کوره های صنعتی

• **روش کوره سیمان (Cement Kiln):** این روش برای از بین بردن CFCها با استفاده از زباله سوز rotary kiln در کارخانه تولید سیمان می باشد. به واسطه گرمای شدید کوره سیمان (بیش از 1500°C)، اغلب از آنها برای از بین بردن ترکیبات آلی از قبیل مواد مخرب لایه اوزن استفاده می شود.

• **Rotary kiln آهک:** این روش برای از بین بردن CFCها با استفاده از rotary kiln عمودی با آتش زنه زغال سنگ است که برای ساخت آهک پودری شده استفاده می شود.

۲-۳- تکنولوژی های پلاسما (Plasma Technologies)

به دلیل اینکه پلاسما گرمای شدیدی تولید می کند، از تکنولوژی های پلاسما برای از بین بردن مواد مخرب لایه اوزن استفاده می شود. وقتی که گاز با یک جرقه الکتریکی یا میدان مغناطیسی در محیط خنثی (مانند آرگون) وارد فعالیت می شود، در دماهای حدود 19727°C - 4726°C ، پلاسما ایجاد و متعاقباً یونیزه می شود. واحدهای تخریب پلاسما معمولاً در اندازه های نسبتاً کوچک، متراکم و قابل انتقال طراحی می شود. آنها مقدار زیادی انرژی به منظور تولید پلاسما مصرف می کند، اما به داشتن بازدهی تخریب بالا و انتشارات گاز کمتری منتهی می شود.

سه نوع تکنولوژی پلاسما وجود دارد که عبارتند از:

O جرقه پلاسما آرگون (Argon Plasma Arc)

O جرقه پلاسما نیتروژن (Nitrogen Plasma Arc)

O پلاسما کوپل القایی با فرکانس رادیویی (Inductively Coupled Radio Frequency Plasma)

۲-۴- دیگر تکنولوژی های غیر سوزاندنی (Other Non-Incineration Technologies)

• **راکتور با بخار سوپر هیت (Superheated Steam Reactor):** در این روش CFCها، HCFCها و HFCها در یک راکتور با دیوارهایی که به طور الکتریکی گرم شده اند از بین می روند. محصولات جانبی فرآیند، HF ، HCl و CO_2 با محلول هیدروکسید کلسیم برای خنثی سازی گازهای اسیدی و حداقل کردن انتشارات دی اکسید و فوران به طور ناگهانی خنک می شود.

• کوره های ذوب مستقیم ضایعات جامد شهری

• **(Municipal Solid Waste Direct Fusion Furnaces):** این روش برای تخریب CFCها با استفاده از کوره ذوب مستقیم ضایعات جامد شهری با کوره ذوب بالا و اتاق احتراق است. ضایعات از ورودی بالای کوره تغذیه می شود و به طور گرمایی در کوره ذوب مستقیم ضایعات جامد شهری تجزیه و تبخیر می شود. گاز تولید شده به طور کامل در محفظه احتراق در مرحله متعاقب سوزانده می شود.

• کوره های احتراق دو مرحله ای سقف ثابت

• **(Fixed Floor Type Two-staged Combustion Furnaces):** این روش از بین بردن CFCها با استفاده از کوره زباله سوز ضایعات صنعتی برای تجزیه گرمایی و تبخیر به ویژه ضایعات لاستیک در محفظه احتراق اول است، و سپس آنها را به طور کامل در محفظه احتراق ثانویه می سوزاند. ضایعات در محفظه احتراق اول به طور گرمایی تجزیه و تبخیر می شود، و به طور کامل در محفظه احتراق ثانویه در کوره احتراق دو مرحله ای سقف ثابت سوزانده می شود.

